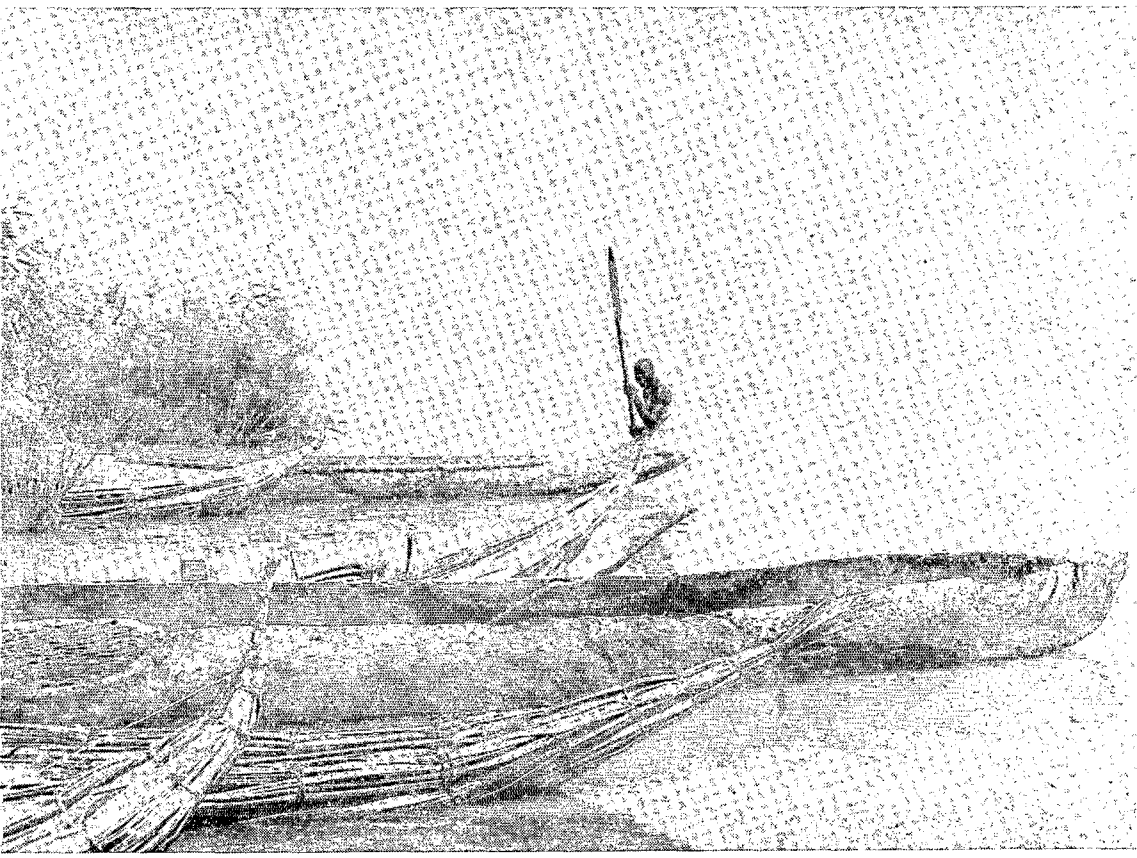
J.-R. DURAND et C. LÉVÊQUE

FLORE ET FAUNE AQUATIQUES DE L'AFRIQUE SAHELO-SOUDANIENNE



FLORE ET FAUNE AQUATIQUES DE L'AFRIQUE SAHELO-SOUDANIENNE

FLORE ET FAUNE AQUATIQUES DE L'AFRIQUE SAHELO-SOUDANIENNE

J. R. DURAND et C. LÉVÊQUE

éditeurs scientifiques
hydrobiologistes O.R.S.T.O.M.

TOME I

Éditions de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
Collection Initiations - Documentations Techniques n° 44
PARIS - 1980

© O.R.S.T.O.M. 1980

ISBN 2.7099.0521-3
ISBN t. I : 2.7099.0522-1

TOME I

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES COLLABORATEURS IX

AVANT-PROPOS XI

INTRODUCTION 1

1 — LES ALGUES *par* André ILTIS 9

2 — LES PLANTES AQUATIQUES (plantes à fleurs et fougères) *par* Aline RAYNAL-ROQUES 63

3 — LES PROTOZOAIRES *par* Jean DRAGESCO ... 153

4 — CNIDAIRES *par* Jacqueline GOY 193

5 — SPONGIAIRES *par* Nicole BOURY-ESNAULT .. 199

6 — ROTIFÈRES *par* Roger POURRIOT 219

7 — TURBELLARIÉ *par* Nicole GOURBAULT 245

8 — OLIGOCHÈTES *par* Laurent LAUZANNE 255

9 — LOPHOPHORIENS (Bryozoaires et Kamptozoaire) *par* Fritz WIEBACH 273

10 — MOLLUSQUES *par* Christian LÉVÊQUE 283

11 — BRANCHIOPODES (Cladocères) *par* Jeanne REY *et* Lucien SAINT-JEAN 307

12 — COPÉPODES *par* Bernard H. DUSSART 333

13 — OSTRACODES *par* Robert KISS 357

14 — DÉCAPODES *par* Théodore MONOD 369

LE TOME II TRAITE

DES ÉTUDES SUIVANTES : (Insectes et Vertébrés)

15 - *Collemboles* (P. FORGE) **16** - *Clé des familles d'insectes aquatiques, larves et imagos* (J. M. ELOUARD) **17** - *Glossaire des principaux termes utilisés en entomologie* (J. M. ELOUARD) **18** - *Ephémères* (G. DEMOULIN) **19** - *Odonates* (P. TESTARD) **20** - *Plécoptères* (C. DEJOUX) **21** - *Coléoptères* (P. FORGE) **22** - *Planipennes* (J. M. ELOUARD) **23** - *Trichoptères* (G. MARLIER) **24** - *Diptères : caractères généraux ; clés systématiques et familles peu importantes* (J. M. ELOUARD) **25** - *Culicidae, diptères* (A. RICKENBACH) **26** - *Chironomidae, diptères* (C. DEJOUX) **27** - *Tabanidae, diptères* (R. TAUFFLIEB) **28** - *Ceratopogonidae, diptères* (M. CORNET) **29** - *Simulidae, diptères* (B. PHILIPPON) **30** - *Hétéroptères* (M. DETHIER) **31** - *Poissons* (J. DAGET et J. R. DURAND) **32** - *Batraciens* (M. LAMOTTE et F. XAVIER) **33** - *Reptiles* (R. BARBAULT) **34** - *Oiseaux* (J. VIELLIARD) **35** - *Mammifères* (A. STAUCH).

COLLABORATEURS

BARBAULT (R.). — *Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05 (France).*

BOURY-ESNAULT (N.). — *Laboratoire de Biologie des Invertébrés marins et Malacologie, 57, rue Cuvier, 75005 Paris (France).*

CORNET (M.). — *Laboratoire d'Entomologie Médicale, O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy (France).*

DAGET (J.). — *Laboratoire d'Ichtyologie, Museum National d'Histoire Naturelle, 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05.*

DEJOUX (C.). — *Laboratoire d'Hydrobiologie O.R.S.T.O.M., B. P. 1434 Bouaké (Côte d'Ivoire).*

DEMOULIN (G.). — *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 31, rue Vautier B-1040 Bruxelles (Belgique).*

DETHIER (M.). — *Chemin des Osches, 21 B, 1009, Pully (Suisse).*

DRAGESCO (J.). — *Laboratoire de Zoologie, Université Nationale du Benin, B. P. 526, Cotonou (République du Bénin).*

DURAND (J.-R.). — *O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris (France).*

DUSSART (B.). — *Station Biologique, 24260 Les Eyzies (France).*

ELOUARD (J. M.). — *Laboratoire d'Hydrobiologie O.R.S.T.O.M., B. P. 1434, Bouaké (Côte d'Ivoire).*

FORGE (P.). — *E.N.S., B. P. 8010, Abidjan (Côte d'Ivoire).*

GOURBAUT (N.). — *Laboratoire de Zoologie. Vers. Museum National d'Histoire Naturelle, 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05 (France).*

GOY (J.). — *Laboratoire d'Ichtyologie, Museum National d'Histoire Naturelle, 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05 (France).*

ILTIS (A.). — *O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris (France).*

KISS (R.). — *153, Chaussée Bara,* B *1410, Waterloo (Belgique).*

LAMOTTE (M.). — *Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05 (France).*

LAUZANNE (L.). — *O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris (France).*

LÉVÊQUE (C.). — *O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris (France).*

MARLIER (G.). — *Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 31, rue Vautier, 1040 Bruxelles (Belgique).*

MONOD (T.). — *Laboratoire d'Ichtyologie, Museum National d'Histoire Naturelle, 43, rue Cuvier, 75231 Paris Cedex 05 (France).*

PHILIPPON (B.). — *Institut de Recherches sur l'Onchocercose, B. P. 1500, Bouaké (Côte d'Ivoire).*

POURRIOT (R.). — *Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05 (France).*

RAYNAL (A.). — *Laboratoire de Phanérogamie, Museum National d'Histoire Naturelle, 16, rue Buffon, 75005 Paris (France).*

REY (J.). — *Laboratoire de Zoologie, Faculté des Sciences, 118, route de Narbonne, 31077 Toulouse Cedex (France).*

RICKENBACH (A.). — *Laboratoire d'Entomologie médicale, O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy (France).*

SAINT-JEAN (L.). — *O.R.S.T.O.M., 24, rue Bayard, 75008 Paris (France).*

STAUCH (A.). — *8, place Saint-Thomas, Strasbourg 67000 (France).*

TAUFFLIEB (R.). — *Laboratoire d'Entomologie Médicale, O.R.S.T.O.M., 70-74, route d'Aulnay, 93140 Bondy (France).*

TESTARD (P.). — *Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05 (France).*

VIELLIARD (J.). — *Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05 (France).*

WIEBACH (F.). — *Schloßgebiet 15, 232 Plön, Holstein (Allemagne fédérale).*

XAVIER (F.). — *Laboratoire de Zoologie, École Normale Supérieure, 46, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05 (France).*

AVANT-PROPOS

Les conséquences catastrophiques de la récente sécheresse du Sahel, dont les séquelles se font encore sentir au moment où nous écrivons ces lignes, ont rappelé s'il en était besoin le rôle primordial joué par les eaux continentales dans l'économie et le développement de certains pays africains. Ces derniers ont donc accordé une attention accrue aux recherches hydrobiologiques visant à protéger et valoriser leurs ressources naturelles et commencent à mettre en place un enseignement d'écologie aquatique.

Il nous a paru essentiel dans ce contexte, de faire le point de nos connaissances actuelles sur la systématique et la biologie des organismes liés aux milieux aquatiques en zone sahelo-soudanienne.

En effet l'identification des espèces, préalable généralement indispensable aux études écologiques y est très difficile: l'information, souvent fragmentaire est dispersée dans des revues dont certaines sont anciennes ou d'accès peu facile et les mises au point synthétiques même partielles sont encore rares. Par ailleurs, une certaine confusion due à l'évolution de la Science règne parfois en systématique d'où la nécessité d'une réactualisation.

Bien que les problèmes évoqués ci-dessus, soient généraux à l'Afrique intertropicale, nous avons limité le cadre géographique de ce travail. La zone sahelo-soudanienne nous est en effet familière car elle a été pendant longtemps le lieu privilégié des recherches hydrobiologiques réalisées par l'O.R.S.T.O.M. D'autre part, elle constitue une aire géographique assez bien définie qui se distingue des régions forestières, dans laquelle l'existence de grandes masses d'eaux continentales généralement très productives permet à l'homme de se maintenir.

Ce manuel est destiné à un public d'étudiants, mais également aux chercheurs jeunes ou chevronnés qui sont amenés à s'intéresser à des groupes pour lesquels ils ne sont pas spécialisés.

C'est pourquoi on trouvera dans chacun des chapitres un rappel des principaux caractères morphologiques intéressant la systématique, les techniques d'étude et de conservation, des clés systématiques, des éléments sur la biologie et l'écologie des espèces, et une bibliographie comprenant

les références indispensables. Ces différents éléments représentent les bases qui permettront aux débutants de s'orienter rapidement.

La rédaction des différents chapitres a été confiée à des spécialistes. C'est grâce à eux que ce travail a pu être mené à bien et nous tenons ici à les remercier d'avoir bien voulu y consacrer une partie de leur temps. Pour certains groupes cependant, nous n'avons pu trouver de collaborateurs. Il nous a paru préférable de ne pas en retarder pour autant la sortie de l'ouvrage, nous réservant la possibilité de le compléter dans une seconde édition selon l'accueil qui lui sera fait. Nous tenons à remercier également la Direction Générale de l'O.R.S.T.O.M. qui nous a encouragé à réaliser cet ouvrage ainsi que le Service de Publications de l'O.R.S.-T.O.M. qui s'est chargé de son impression et nous a apporté une aide efficace dans sa réalisation matérielle.

J.R. DURAND - C. LÉVÊQUE

éditeurs scientifiques

hydrobiologistes O.R.S.T.O.M.

Introduction

Les Scientifiques n'assistent pas sans inquiétude à l'évolution actuelle des milieux aquatiques continentaux africains : les pollutions, par les insecticides notamment, ont tendance à s'accroître rapidement ; l'exploitation trop intensive des ressources disponibles risque de conduire à la disparition de certaines espèces ; enfin le milieu naturel est modifié par la construction de grands réservoirs et les projets sont nombreux dans ce domaine.

Si des raisons économiques ou sanitaires sont souvent avancées pour justifier cet impact de l'homme, ce dernier est dans la plupart des cas incapable d'en prévoir les conséquences à court ou à long terme sur les organismes, le climat, et en définitive sur lui-même. Seules des recherches fondamentales ayant pour but d'améliorer la compréhension théorique des phénomènes et des interactions qui conditionnent le fonctionnement des écosystèmes aquatiques, pourraient permettre d'aborder plus rationnellement le problème. Souvent considérées comme un luxe coûteux et improductif, volontairement ignorées parfois par les technocrates que certains résultats peuvent gêner dans leurs projets, ces recherches sont encore peu développées, notamment en zone sahélo-soudanienne. On ne peut que le déplorer dans une région où l'eau a une importance vitale.

Cet ouvrage doit être considéré comme une contribution aux recherches hydrobiologiques dans cette région d'Afrique et une première mise au point de nos connaissances sur les organismes qui peuplent les eaux continentales sahelo-soudaniennes. En effet, la systématique, parfois décriée ou considérée comme un mal nécessaire, demeure toujours un préalable indispensable aux études écologiques.

Description de la zone sahelo-soudanienne

Bien qu'utilisé couramment par de nombreux auteurs, le concept de zone sahelo-soudanienne reste assez difficile à définir précisément. Les facteurs climatiques sur lesquels on se base généralement sont susceptibles, en effet, de fluctuations très irrégulières dans le temps. Il en résulte que les limites de cette zone peuvent varier sensiblement selon les auteurs et suivant que l'on s'adresse à des climatologues, des botanistes ou des zoologistes.

Il n'est pas dans nos intentions de spéculer ici sur les différentes définitions qui ont pu être données. Nous nous contenterons de préciser le cadre géographique dans lequel nous avons situé ce travail en rappelant les principales caractéristiques climatiques et écologiques. Il convient cependant

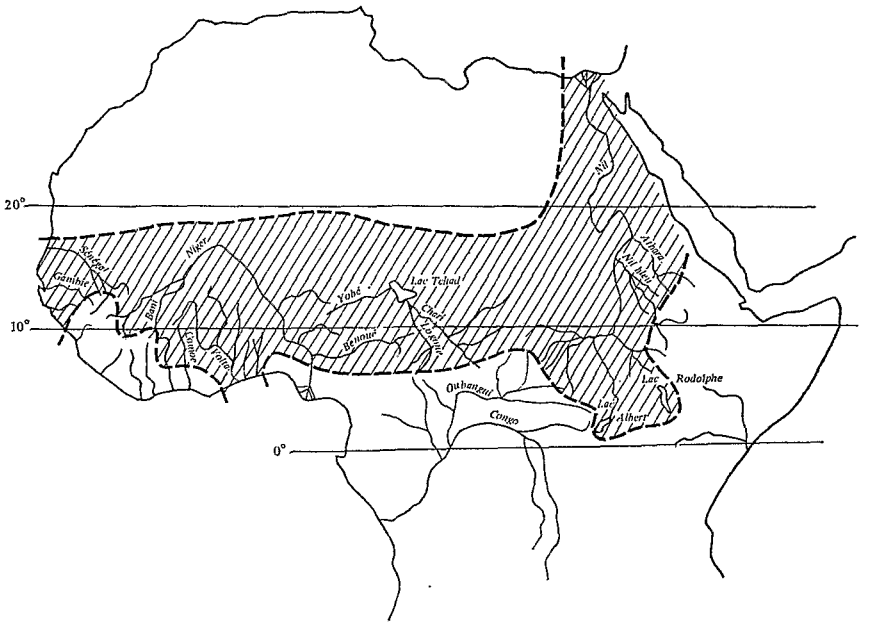


Fig. 1. — Délimitations géographiques de la zone sahelo-soudanienne.

de rappeler que les variations des facteurs climatiques sont en partie atténuées dans le milieu aquatique, et qu'une définition trop strictement basée sur ces seuls facteurs n'a pas réellement de sens pour l'hydrobiologiste.

Sur le plan *géographique*, la zone sahelo-soudanienne (fig. 1) correspond schématiquement aux steppes et savanes qui s'étendent de l'Ouest africain jusqu'à l'Éthiopie, par opposition aux zones forestières situées plus au sud ou le long de la côte atlantique, et à la zone saharienne située au nord. Elle comprend en fait la majeure partie des bassins hydrographiques du Niger, du Tchad, du Nil, du Sénégal et de la Gambie, à l'exception des hauts bassins de ces fleuves soumis généralement à un climat plus humide de type soudano-guinéen. La zone englobe également le bassin supérieur des Volta.

Sur le plan *climatique* la zone qui nous intéresse est soumise en majeure partie au climat sahelo-soudanais et dans sa partie nord, au climat sahelo-saharien qui est un climat de transition entre le climat sahelo-soudanais et le climat saharien ainsi que l'indique AUBREVILLE (1950).

La pluviométrie est comprise entre 200 et 1 200 mm par an, mais elle est presque toujours inférieure à 1 000 mm. Ces valeurs ne sont en fait que des ordres de grandeur et ne peuvent être appliquées strictement compte-tenu de l'irrégularité interannuelle de la pluviométrie.

La caractéristique principale (fig. 2) est l'existence d'une seule saison des pluies assez courte (2 à 4 mois très pluvieux) avec un maximum en août, à laquelle fait suite une saison sèche rigoureuse de 5 à 8 mois. Le climat est donc particulièrement sec durant la majeure partie de l'année. L'évaporation est importante (2,20 m/an pour le Lac Tchad, par exemple),

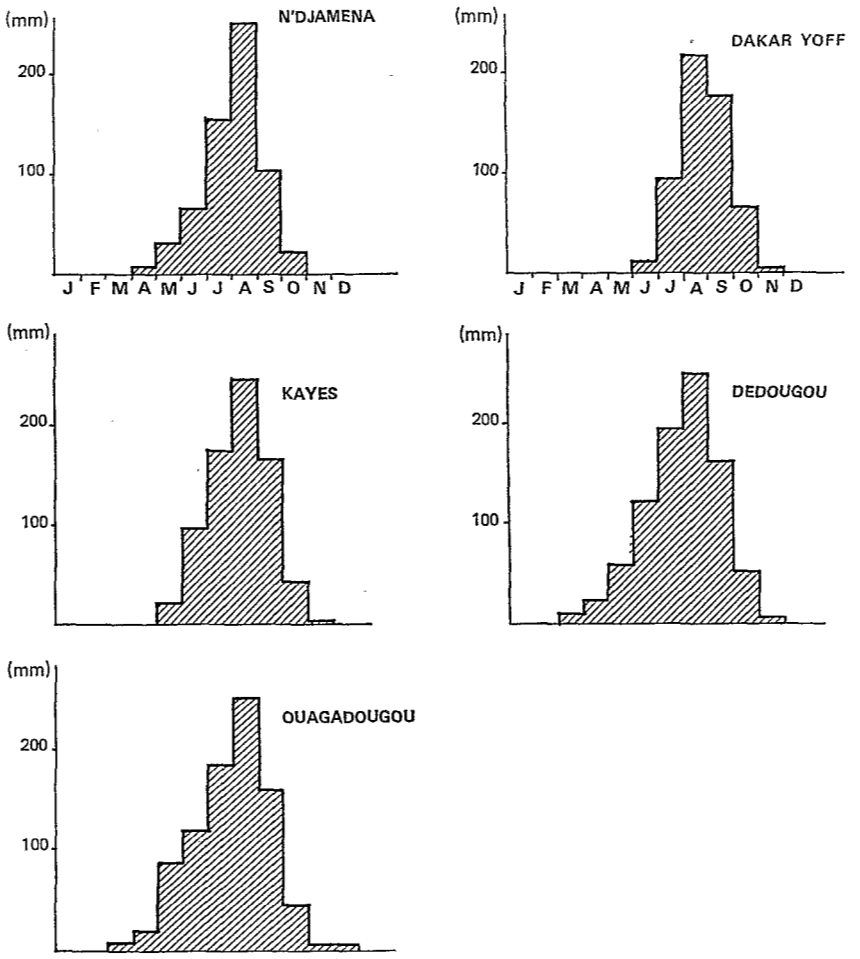


Fig. 2. — Précipitations annuelles moyennes dans différentes stations pluviométriques en zone sahelo-soudanienne.

et l'amplitude thermique annuelle est assez forte (valeurs minimales en janvier, maximales en avril-mai).

Sur le plan *biogéographique* on constatera à la lecture des différents chapîtres, que la zone sahelo-soudanienne ne représente pas toujours une entité bien définie pour de nombreuses espèces qui se rencontrent également en zone forestière plus au sud. Néanmoins, en ce qui concerne les poissons, Poll (1973) divise l'Afrique en quatre grandes provinces dont celle « des bassins occidentaux, Tchad et Nil » qui correspond à la zone étudiée ici, bien qu'elle comprenne également les bassins côtiers à caractère guinéen. Par ailleurs, toujours pour les poissons qui constituent l'un des groupes les mieux étudiés, Daget et Iltis (1965) ont nettement distingué des espèces soudaniennes et des espèces guinéennes, et cette opposition se retrouve dans d'autres groupes.

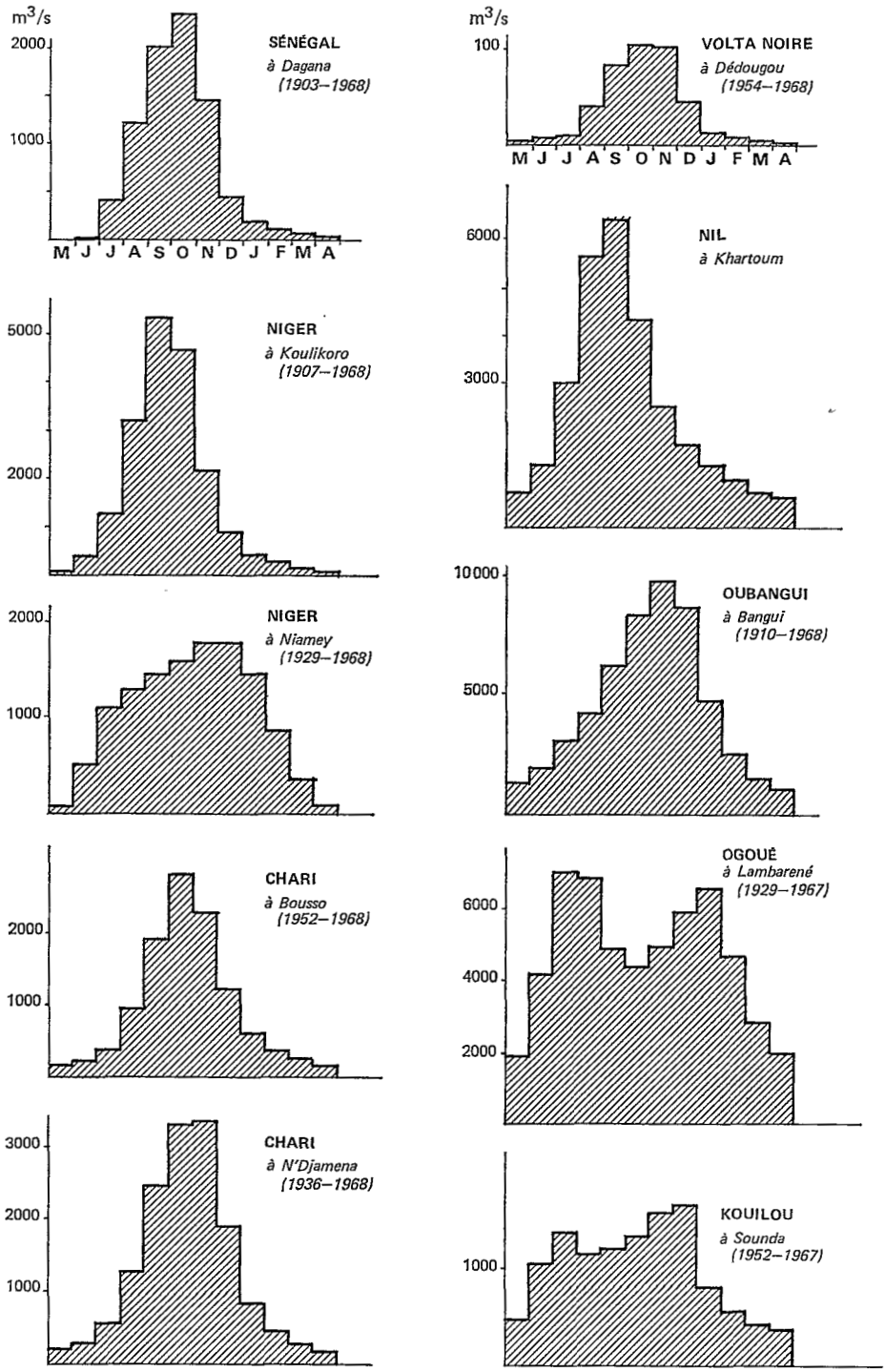


Fig. 3. — Débits moyens mensuels (m^3/s) des principaux fleuves de régime tropical en zone sahelo-soudanienne (Sénégal, Niger, Chari, Volta et Nil), de l'Oubangui et de deux fleuves en zone forestière (Ogoué et Kouilou).

Il convient de rappeler que la zone sahelo-soudanienne était soumise il y a quelques milliers d'années seulement à un climat beaucoup plus humide qu'à l'époque actuelle. Les eaux continentales occupaient alors une superficie très importante et des communications existaient entre les principaux bassins hydrographiques africains. Il subsiste encore actuellement une communication entre le bassin tchadien et le bassin du Niger, par l'intermédiaire de la Benoué, qui ne fonctionne qu'au moment de la crue du Logone.

La faune aquatique a donc eu la possibilité de coloniser de très grandes surfaces à une époque encore récente, ce qui expliquerait en partie l'existence de nombreuses espèces communes aux différents bassins, et le fait que certaines d'entre elles se rencontrent actuellement aussi bien en zone de savane qu'en zone de forêt. L'évolution climatique explique également qu'il subsiste en zone saharienne cette fois, une faune relicte dans certains points d'eau (Ennedi, Tibesti par exemple) qui est tout à fait comparable à la faune de la zone sahelo-soudanienne.

Caractéristiques des milieux aquatiques de la zone sahelo-soudanienne

Ainsi que nous l'avons souligné à propos du climat, la pluviométrie en zone sahelo-soudanienne est très contrastée : à une saison sèche longue et rigoureuse, fait suite une saison des pluies assez courte au cours de laquelle l'eau tombe en général sous forme d'averses ou d'orages brutaux. Il en résulte une évolution saisonnière très marquée de la superficie et du volume des biotopes aquatiques, qui conditionnent à leur tour la biologie et la dynamique de la flore et de la faune.

L'un des exemples les plus caractéristiques est celui des cours d'eaux. De régime tropical, pur ou sahelien (Rodier, 1964), ils ont une seule saison de hautes eaux dans l'année, et l'amplitude est très forte entre les débits de crue et d'étiage (fig. 3). L'apparition de la crue entraîne un bouleversement complet des conditions de vie des organismes du fait de sa brutalité (courant, niveau de l'eau, etc.). Inversement, il ne subsiste à l'étiage qu'un faible volume d'eau et il n'est pas rare que les petits cours d'eau s'assèchent à cette période. Ce régime des fleuves en zone sahelo-soudanienne diffère de celui des fleuves des zones forestières guinéennes ou équatoriales qui ont deux crues annuelles et pour lesquels l'écart entre débits extrêmes est beaucoup plus faible (fig. 3).

Un autre phénomène hydrologique important en zone sahelo-soudanienne est l'existence de vastes zones inondées au moment des crues. Dans cette région d'Afrique où le relief est généralement peu marqué, les cours d'eau ont une très faible pente. La crue entraînant une élévation de plusieurs mètres du niveau des eaux, celles-ci ont alors tendance à quitter le lit principal pour s'étaler dans les plaines environnantes. Ces zones d'inondation dont l'importance dans la reproduction des poissons en particulier, est de plus en plus reconnue, sont particulièrement typiques et spectaculaires dans le delta central du Niger et la cuvette tchadienne. La durée de l'inon-

dation est en général de plusieurs mois, après quoi ces régions s'assèchent par drainage, infiltration ou évaporation.

Les lacs sont généralement peu profonds et en partie marécageux. Comme tous les lacs plats, leur volume et leur étendue sont fonction du volume des apports de leurs tributaires, et sont donc susceptibles de grandes variations à l'échelle interannuelle, selon l'importance et la distribution des précipitations. C'est ainsi que le lac Tchad occupait 20.000 km² en 1968, et seulement 6.000 km² en 1975, la pluviométrie ayant été déficitaire et/ou mal répartie plusieurs années de suite sur l'ensemble du bassin du Chari et du Logone. Un tel phénomène s'est déjà produit au début du siècle et la situation actuelle n'est pas irréversible, quelques années de forte pluviométrie pouvant ramener le lac à son niveau de 1968.

Il faut noter également que le lac Tchad ainsi que certains lacs du delta central du Niger, sont de type endoreique et n'ont pas d'exutoires. Les apports sont compensés par l'infiltration et surtout par l'évaporation.

Enfin, au moment des pluies, on voit se former des mares temporaires de dimensions variables dans toutes les dépressions. Suivant leur situation et leur importance, elles peuvent rester en eau plusieurs mois après la saison des pluies.

Il apparaît donc que beaucoup de biotopes aquatiques en Afrique sahelo-soudanienne sont des milieux temporaires ou instables. A un cycle annuel très marqué d'assèchement et de remise en eau, se superposent des fluctuations à long terme en fonction notamment des variations de la pluviométrie. La récente sécheresse du Sahel qui n'est pas un fait historiquement nouveau, est en effet le résultat de plusieurs années successives durant lesquelles la pluviométrie a été déficitaire.

Ce phénomène n'est pas propre bien entendu à la seule zone étudiée ici mais il représente de par son ampleur, l'une des caractéristiques écologiques les plus importantes pour les organismes aquatiques qui doivent pouvoir s'adapter pour subsister. C'est ainsi que l'existence d'œufs de durée qui passent la saison sèche dans le sol, est un phénomène bien connu chez les Branchiopodes. Certaines espèces de mollusques sont également capables de subsister plusieurs mois enfouis dans la terre asséchée. C'est le cas pour les Lamellibranches *Aspatharia* et les *Spathopsis* étudiés par DAGET (1961, 1962) et pour certains pulmonés comme *Biomphalaria* et *Bulinus*.

Deux espèces de poissons ont développé des adaptations remarquables à ces conditions. Les *Protopterus annectens* sont munis de deux systèmes respiratoires : un système branchial et un système pulmonaire. Ils s'enfouissent dans la terre humide lorsque le milieu s'assèche, s'entourent d'un cocon muqueux et passent la saison sèche en vie léthargique. La remise en eau provoque le réveil de l'animal qui sort de son cocon pour reprendre une vie active. Les *Nothobranchius* qui vivent dans les mares temporaires et dont la vie est très courte (quelques mois) assurent quant à eux la survie de l'espèce par des œufs de durée qui subsistent dans la vase asséchée. Les œufs se développent lors de la remise en eau pour donner naissance à des jeunes poissons qui sont féconds au bout de 2 mois.

Contenu et présentation de l'ouvrage

Il nous est apparu rapidement lorsque nous avons fait appel à des spécialistes pour réaliser cet ouvrage, que les connaissances sur la systématique et la biogéographie étaient très variables selon les groupes. Certains comme les poissons et quelques familles de mollusques ou d'insectes vecteurs de maladies parasitaires par exemple, ont fait l'objet de nombreux travaux. A l'opposé nous connaissons peu de choses sur des groupes tels que les Turbellariés et les Lophophoriens. Pour la plupart des autres, beaucoup reste à faire.

Par ailleurs, quelques groupes pour lesquels nous n'avons pu trouver de spécialistes disponibles n'ont pas été traités, bien qu'ils aient des représentants en zone sahelo-soudanienne. C'est le cas des Mousses, des Lichens et des Champignons pour les Végétaux, des Nematodes, des Hydracariens et des Hirudinées pour les Animaux.

Le manuel est divisé en chapitres et les subdivisions adoptées correspondent, selon l'état de nos connaissances, à différents niveaux dans la hiérarchie systématique (embranchement, classe, ordre, etc.). Nous indi-

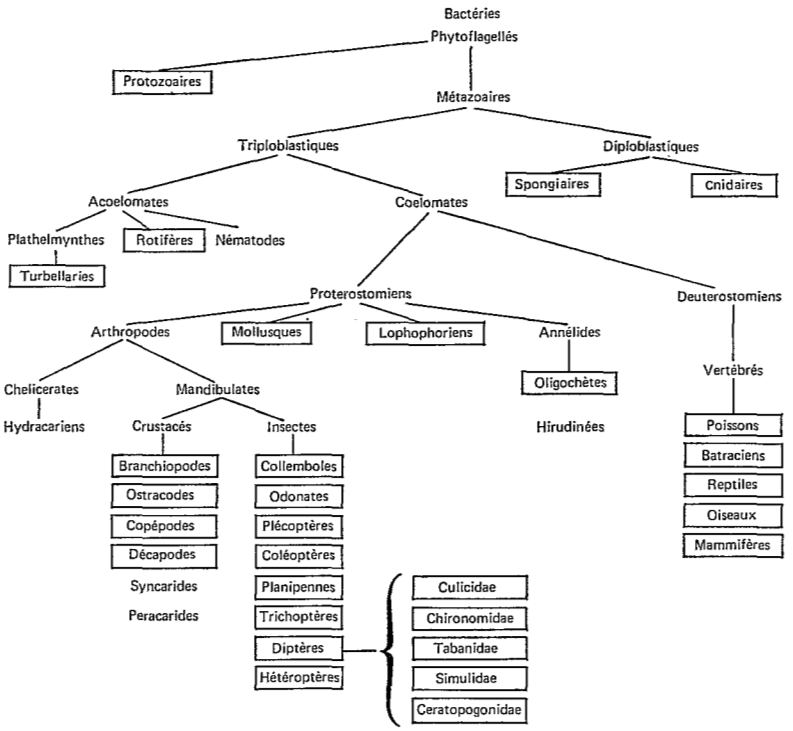


Fig. 4. — Classification phylogénique schématique du règne animal. Les cartouches correspondent aux différents groupes traités dans ce manuel.

quons dans la figure 4, la place occupée par chacun des groupes traités dans la classification phylogénique. Ces subdivisions sont généralement utilisées par les limnologistes.

On trouvera au début de chacun des chapitres, *un rappel des principaux caractères anatomiques ou morphologiques utilisés en systématique.* Ceci évitera au lecteur d'avoir à consulter des traités de botanique ou de zoologie pour retrouver la définition des termes employés dans les clés dichotomiques. Néanmoins ces rappels sont nécessairement succincts et l'on aura intérêt à se reporter à des ouvrages plus spécialisés si l'on veut entreprendre l'étude approfondie d'un groupe.

Les techniques de récolte, d'étude et de conservation généralement utilisées par les spécialistes, sont traitées ensuite. Elles diffèrent selon les groupes et il est souvent utile de les connaître si l'on veut étudier correctement le matériel récolté.

Les clés dichotomiques s'arrêtent au genre à de rares exceptions près. Dans la plupart des groupes en effet, il est très difficile pour le non spécialiste d'identifier les espèces. D'autre part il est souvent prématuré d'élaborer des clés trop détaillées, dans la mesure où les révisions systématiques sont encore rares, et que de nombreuses espèces nouvelles sont décrites chaque année ou restent à découvrir. Cependant ceux qui le désirent, trouveront dans la bibliographie les références indispensables à la poursuite de leurs travaux.

Enfin, les connaissances que nous pouvons avoir sur *la biologie et l'écologie des espèces*, sont traitées brièvement à la fin des différents chapitres.

Références bibliographiques

Anon., 1972. — Annales Hydrologiques. Années 1966 et 1967 O.R.S.T.O.M., Paris, 405 p.

Aubreville (A.), 1950. — Flore forestière soudano-guinéenne, AOF, Cameroun, AEF. *Soc. Ed. Geogr. maritimes colon.* Paris, 523 p.

Daget (J.), 1961. — Note sur les *Spathopsis* (Mutelidae) de l'Ouest africain — *J. de Conchyl.*, CI : 63-67.

Daget (J.), 1962. — Note sur les *Aspatharia* (Mutelidae) de l'Ouest africain — *J. de Conchyl.*, CII : 16-43.

Daget (J.), Iltis (A.), 1965. — Les poissons de Côte d'Ivoire *Mem. Inst. Fond. Afr. noire*, 74, 385 p.

Murst (M. E.), 1954. — Le Nil : description générale du fleuve et utilisation de ses eaux Éd. Payot, Paris, 302 p.

Poll (M.), 1973. — Nombre et distribution géographique des poissons d'eau douce africains *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, 150, 6 : 113-128.

Rodier (J.), 1964. — Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'Ouest du Congo O.R.S.T.O.M., Paris, 137 p.

Les algues 1

ANDRÉ ILTIS

Généralités

Les algues sont des organismes chlorophylliens se développant dans l'eau ou dans des milieux très humides. Bien que surtout abondantes dans les eaux des mers, des lacs, des mares, des eaux courantes et des eaux thermales, on en trouve également sur les rochers humides et sur la terre. Exceptionnellement, elles peuvent être endophytes de tissus animaux ou végétaux. L'air, la lumière et des sels dissous sont, en plus de l'eau, nécessaires à leur développement.

Groupées avec les champignons dans la division des Thallophytes, « les algues constituent en réalité un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs » (FELDMANN, 1963). La distinction entre ces différents embranchements d'algues est faite d'après des caractères d'ordre cytologique et biochimique ainsi que des différences de structure et de mode de reproduction. En dehors de nombreuses formes unicellulaires, on trouve des algues pluricellulaires formant des thalles sans feuilles, ni tiges, ni racines, ni vaisseaux conducteurs.

Les algues d'eau douce comprennent un peu plus de 1100 genres et environ quatorze mille espèces répartis dans le monde. Ce sont des organismes très cosmopolites et la plus grande partie des espèces existantes a une distribution géographique très étendue. Ainsi la flore algale connue des régions intertropicales d'Afrique comporte une proportion importante (plus de 50 % le plus souvent) d'espèces que l'on retrouve dans les autres régions du globe.

L'ensemble des organismes végétaux généralement microscopiques vivant librement en pleine eau, constitue le phytoplancton. On peut distinguer d'après la taille des algues présentes :

l'ultranannoplancton	de moins de	2		μ,
le nannoplancton	de	2	à 20	μ,
le microplancton	de	20	à 200	μ,
le macroplancton	de	200	à 2000	μ.

Les organismes de 100 à 200 μ sont parfois groupés sous le terme de mésoplancton. Plus simplement, on peut distinguer le plancton tamisé (ou netplankton pour les anglophones) pour les tailles supérieures à 20 μ par opposition avec le nannoplancton, de taille inférieure.

Les algues fixées ou libres vivant sur le fond ou près des rives sont groupées sous le vocable d'algues benthiques ou phytobenthon. Le terme de périphyton est aussi employé pour désigner les organismes qui se développent sur les objets submergés (plantes aquatiques, branches, pierres, etc.).

On peut aussi désigner le plancton d'après le milieu écologique dont il est issu ; on distingue ainsi le limnoplancton, ou plancton pélagique lacustre, de l'héléoplancton qui est lié à la zone littorale et se développe dans les mares et les étangs. Le potamoplancton peuple les fleuves et les rivières tandis que l'haliplancton est inféodé aux eaux salées.

Les algues sont divisées en 6 grands phylums d'après la nature des pigments et des réserves cellulaires ; ce sont les Cyanophytes, les Chlorophytes, les Euglénophytes, les Chrysophytes, les Rhodophytes et les Pyrrhophytes.

LES CYANOPHYTES, dénommées aussi Algues bleues ou Schizophytes ou encore Myxophytes, ne possèdent pas de noyau à membrane définie (ce sont des Procaryotes, à l'inverse des autres groupes qui sont des Eucaryotes) ni de chromatophores. Les pigments présents dans la cellule sont nombreux : chlorophylle verte a et c, phycocyanine bleu-vert, phycoérythrine rouge et pigments d'accompagnement, β carotène et xanthophylles jaunes ou ochracés. Certaines espèces ne possèdent que de la chlorophylle.

Ces pigments ne sont pas portés par des plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène. Le mélange de ces pigments dans le cytoplasme donne en général la teinte bleu-vert caractéristique des Cyanophycées mais on rencontre aussi des teintes vert-noirâtres, brunâtres, rouges, bleues ou même violettes. Les réserves cellulaires sont constituées par un corps très voisin du glycogène dispersé en particules très petites. Elles prennent une teinte acajou au contact d'une solution iodo-iodurée. Les Cyanophytes ne possèdent pas de formes flagellées. C'est un groupe d'algues très abondant dans les eaux douces africaines.

LES CHLOROPHYTES sont comme tous les groupes suivants des eucaryotes à noyau bien individualisé ; elles possèdent des plastes d'un vert franc contenant de la chlorophylle a et b associée à de l'α et β carotène et des xanthophylles identiques à celles des plantes supérieures. Les réserves sont constituées d'amidon intraplastidial colorable en bleu par la solution

iodo-iodurée. Les formes nageuses possèdent en général deux ou quatre flagelles de même taille. Les Chlorophytes qui groupent environ six cents genres et plus de huit mille espèces dont les quatre cinquièmes environ vivent en eau douce, sont bien représentées dans les eaux soudaniennes.

LES EUGLÉNOPHYTES sont des algues unicellulaires et flagellées, le plus souvent mobiles, avec des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b associée à du β carotène et des xanthophylles. Certaines espèces emmagasinent de l'hématochrome (astaxanthine) et prennent une teinte rouge qui masque la teinte verte des plastes. Les réserves sont constituées de grains de paramylon, substance non colorable par la solution iodo-iodurée de lugol, mais présentant en lumière polarisée le phénomène de la croix noire tout comme l'amidon véritable. Ce paramylon est extraplastidial. Le ou les fouets sortent d'une fossette apicale ou subapicale.

Les Euglénophytes sont présentes dans les eaux soudaniennes plus particulièrement dans les milieux riches en substances organiques.

LES CHRYSOPHYTES OU CHROMOPHYTES sont caractérisées par des chromatophores bruns, jaunes ou vert-jaunâtres. Elles ne possèdent jamais d'amidon et ne se colorent pas au contact de l'iode. Il existe de nombreuses formes flagellées possédant pour la plupart deux fouets inégaux. Ce groupe se divise en cinq classes :

— *Les Chrysophycées* à plastes jaunes ou bruns renfermant des chlorophylles a et c, du β carotène et diverses xanthophylles, sont des organismes unicellulaires ou coloniaux, rarement filamenteux. Elles forment souvent des logettes ou kystes siliceux plus ou moins sphériques, percés d'un pore fermé par un bouchon.

— *Les Xanthophycées* possèdent des plastes vert-jaune ou vert à peine jaunâtre où les chlorophylles a et c sont associées à plusieurs xanthophylles et du β carotène, les pigments bruns étant absents. Leur teinte est souvent très proche de celle des Chlorophytes mais l'absence d'amidon permet de séparer facilement ces deux groupes. Plusieurs formes constituent des kystes siliceux, globuleux, formés de deux valves de taille égale ou inégale se séparant à la germination par une ligne équatoriale.

— *Les Diatomées ou Diatomophycées* (ou *Bacillariophycées)* sont des algues unicellulaires ou coloniales, quelquefois filamenteuses, à plastes bruns ou jaunes contenant de la chlorophylle a et c, du β carotène et plusieurs xanthophylles. Elles sont caractérisées par leurs parois cellulaires imprégnées de silice formant une logette bivalve appelée frustule. Celui-ci a l'aspect d'une boîte surmontée d'un couvercle, les deux valves sont ornementées de stries, pores, aiguillons, épines qui ont un grand rôle dans la systématique de ces organismes.

Si Chrysophycées et Xanthophycées sont rares dans les eaux soudaniennes, les Diatomées composent une part importante de la biomasse algale de ces milieux.

— *Les Phéophycées* sont des algues brunes toujours filamenteuses ou thalloïdes, jamais unicellulaires. Elles sont surtout marines et ne sont représentées en eaux douces que par cinq genres et cinq à six espèces fort rares. Elles possèdent des plastes bruns contenant des chorophylles a et c, du β carotène et des xanthophylles (surtout de la fucoxanthine et de la diatoxanthine). Elles ne produisent jamais d'amidon et les matières de réserve consistent en laminarine et en mannitol. La reproduction se fait par des zoosporocystes uni ou pluriloculaires. Les Phéophycées n'ont pas été signalées jusqu'à présent dans les eaux soudaniennes.

— *Les Raphidophycées* (ou Chloromonadophycées) sont toujours des formes unicellulaires, solitaires, nageant à l'aide de deux flagelles de taille inégale. Leurs pigments sont constitués par de la chlorophylle a, du β carotène et trois xanthophylles. Cette classe ne comprend qu'une vingtaine d'espèces d'eau douce dont aucune n'a jusqu'à présent été signalée, semble-t-il, dans les eaux soudaniennes.

LES RHODOPHYTES sont le plus souvent des algues marines et leur présence dans les eaux douces se limite à une trentaine de genres peu fréquents. Leurs pigments sont constitués par des chlorophylles a et d, des α et β carotènes, des xanthophylles et des biliprotéines (Phycoérythrine et Phycocyanine). Les réserves sont constituées de rhodamylon ou « amidon floridéen », amidon particulier toujours extraplastidial prenant une teinte rougeâtre au contact de l'iode. En eau douce, la couleur des Rhodophytes est bleu-vert, rouge-violacé, très souvent vert sale ou vert noirâtre. Il n'existe pas de formes flagellées.

Ce groupe n'existe qu'à l'état de rareté dans les eaux soudaniennes.

LES PYRRHOPHYTES ont des plastes bruns, plus rarement rouges ou bleu-vert contenant des chlorophylles a et c, du β carotène et parfois des biliprotéines. Les formes unicellulaires biflagellées sont très nombreuses. Les réserves sont constituées par de l'amidon extraplastidial. On distingue deux classes :

— *Les Cryptophycées,* toutes unicellulaires, à fouets légèrement inégaux, à insertion latérale et dirigés dans le même sens, sortant d'un cytopharynx.

— *Les Dinophycées, ou Péridiniens* à fouets dirigés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre, l'un longitudinal, l'autre transversal. Elles ont un très gros noyau à structure filamenteuse.

On peut résumer en un tableau les caractéristiques des différentes classes d'algues au point de vue coloration et morphologie (d'après BOURRELLY, 1966) :

1. Pigments diversement colorés dispersés dans le cytoplasme, rarement vert-pur, pas de plaste — CYANOPHYTES
1. Pigments portés par un ou plusieurs plastes
   2. Plastes d'un vert franc
      3. Amidon dans les plastes colorable par l'iode — CHLOROPHYTES

3. Paramylon hors des plastes non colorable par l'iode — EUGLÉNOPHYTES
3. Ni amidon, ni paramylon
4. Cellules non flagellées ou flagellées à petit nombre de plastes verts — XANTHOPHYCÉES
4. Cellules dans une logette siliceuse bivalve — DIATOMOPHYCÉES
2. Plastes jaune-vert, bleus, rouges bruns ou jaunes
3. Pas d'amidon
4. Sporanges pluri- et uniloculaires — PHÉOPHYCÉES
4. Pas de sporanges pluri et uniloculaires
5. Loge siliceuse à 2 valves — DIATOMOPHYCÉES
5. Pas de loge siliceuse bivalve
6. Plastes jaunes ou bruns — CHRYSOPHYCÉES
6. Plastes jaune-vert — XANTHOPHYCÉES
3. De l'amidon véritable
4. Cellules nageuses à sillon équatorial et longitudinal — DINOPHYCÉES
4. Cellules nageuses de forme différente — CRYPTOPHYCÉES
3. De l'amidon floridéen, pas de cellules nageuses — RHODOPHYTES

Cytologie

L'étude des structures cellulaires algales a progressé de façon considérable depuis deux décades grâce à l'utilisation du microscope électronique. La connaissance de ces structures a permis entre autres de déceler les relations existant entre différents groupes d'algues et résoudre certains problèmes de classification. Nous ne donnerons ici que les traits les plus importants de la cytologie algale (fig. 1).

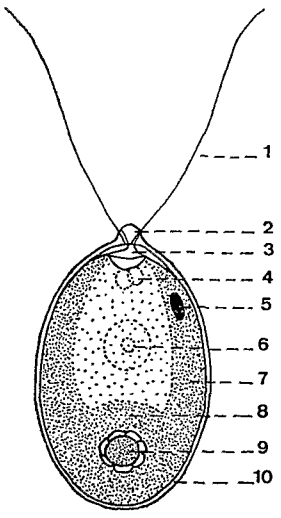


Fig. 1 : Schéma d'une cellule de *Chlamydomonas*.

1, flagelle ; **2**, papille membranaire ; **3**, papille cytoplasmique ; **4**, vacuoles contractiles ; **5**, stigma ; **6**, noyau et nucléole ; **7**, chloroplaste en coupe optique longitudinale ; **8**, partie basale du plaste ; **9**, pyrénoïde entouré d'amidon ; **10**, membrane.

(D'après BOURRELLY, 1966).

Paroi cellulaire : de nature glucidique (cellulose et composés pectiques), elle entoure la matière vivante de la cellule. Elle peut être absente chez certaines algues flagellées qui ne possèdent qu'une enveloppe mince formée par la pellicule externe du cytoplasme. Malgré la nature cytoplasmique de cette pellicule, celle-ci montre parfois des ornementations disposées en réseau ou en spirale (par exemple chez les Euglénophycées du genre *Phacus*).

La paroi glucidique est généralement formée de plusieurs couches, la couche externe est parfois mucilagineuse. La paroi peut s'imprégner de substances minérales : silice hydratée chez les Diatomophycées, carbonate de calcium chez diverses Chlorophytes ; des ornementations en forme d'écailles ou plus complexes peuvent apparaître chez certaines Chrysophytes (écailles chez *Synura* par exemple).

Noyau : il occupe en général le centre de la cellule et comprend un nucléole. Il est parfois suspendu au centre de la cellule par des travées cytoplasmiques, comme chez *Spirogyra* ou chez les Diatomées naviculoïdes. Chez les genres à cellules à plusieurs noyaux (chez les Rhodophytes principalement), les noyaux sont en général situés dans le cytoplasme entre les vacuoles et les plastes. En général, la structure ne diffère pas de celle du noyau des cellules de plantes supérieures, mais il est plus petit.

Plastes : ils sont porteurs de la chlorophylle et des pigments accessoires. Ils sont de formes très variées mais caractéristiques et constantes pour chaque espèce : disques, plaques pariétales, rubans spiralés ou non, fourreaux, forme réticulée, étoilée, branchue, etc. On distingue en gros deux types : les plastes focaux, étoilés et en position axiale, comportant une partie centrale d'où partent des rayons plastidiaux dont les extrémités s'appliquent contre la paroi cellulaire (c'est le type considéré comme le plus primitif) et les plastes pariétaux de formes variées plaqués contre la paroi cellulaire. Ils sont constitués d'un empilement de minces membranes doubles, les thylacoïdes, groupés en nombre variable suivant les groupes d'algues (un chez les Rhodophytes, deux chez les Cryptophycées, trois chez les Euglénophytes et Dinophycées, nombreux chez les Chlorophytes) pour former les lamelles plastidiales. Le plaste est entouré d'une enveloppe complexe. Chez beaucoup d'algues, il renferme un pyrénoïde, masse protéique formé de lamelles protéiques en relation avec celles plus minces du plaste. Le pyrénoïde est chez les Chlorophytes entouré de grains d'amidon.

Chez certaines formes flagellées, une partie du plaste subit une différenciation localisée constituant le stigma ; celui-ci est formé par l'accumulation de granulations rouge-orangé chargées de carotène ; c'est un organe photosensible orientant les déplacements phototactiques de la cellule. Dans certains groupes (Euglénophytes, quelques Xanthophycées et Dinophycées), le stigma est indépendant du plaste.

Flagelles : les zoospores et zoogamètes (Zoïdes) qui se forment au cours de la multiplication de certaines algues et les cellules végétatives d'un certain nombre d'espèces sont munies de flagelles ; ceux-ci sont insérés sur un mastigosome ou blépharoplaste, les mastigosomes étant unis entre eux et avec le centrosome situé contre le noyau par un fin filament.

La structure des flagelles est uniforme : ils sont constitués d'une partie axiale avec deux microtubules et d'une partie périphérique avec neuf paires de microtubules. Les flagelles peuvent être lisses ou présenter deux rangées de fibrilles très fines appelées mastigonèmes : ils ont alors un aspect plumeux et sont appelés pleuronématés. Il peut y avoir une seule rangée de mastigonèmes (disposition stichonématée).

Leur morphologie et leur disposition sont très variées mais caractéristiques de chacun des groupes d'algues.

Les Chlorophytes flagellés possèdent deux, quatre ou huit flagelles égaux et lisses, les Chromophytes ont en général deux flagelles inégaux, l'un pleuronématé, l'autre nu. Chez les Dinophycées, le flagelle longitudinal est pleuronématé tandis que l'horizontal est stichonématé. Chez les Euglénophytes existent deux flagelles pleuronématés de longueur très inégale ; l'un des deux reste très souvent très court et se soude par son extrémité à l'autre.

En règle générale, on parlera de cellule stéphanocontée lorsque les flagelles nombreux forment une couronne apicale, acrocontée lorsqu'ils sont peu nombreux mais situés à l'apex de la cellule, pleurocontée lorsqu'ils sont latéraux, isocontée lorsque les deux flagelles présents sont égaux et de même structure et hétérocontée lorsqu'ils sont différents.

Appareil de Golgi : il existe dans un certain nombre d'algues sous forme de dictyosomes, petits corps ovoïdes formés de deux parties, l'une chromophile, l'autre chromophobe ; ils sont généralement groupés autour du noyau.

Chondriome : il se présente sous forme de mitochondries granuleuses ou de chondriocontes filamenteux. Il est présent dans toutes les cellules algales sauf chez les Cyanophytes.

Vacuoles : le cytoplasme contient généralement des vacuoles de disposition et de volume variables ; elles sont par exemple de volume réduit chez de nombreuses formes unicellulaires flagellées. Le suc vacuolaire est riche en substances variées : sels de potassium, pigments dissous. Certaines substances comme l'oxalate de calcium ou des cristalloïdes protéiques peuvent cristalliser dans les vacuoles. Chez beaucoup d'algues unicellulaires flagellées, il existe des vacuoles pulsatiles ayant un rôle excréteur et régulateur de la pression osmotique. Dans certains cas, il existe comme chez les Protozoaires, des vacuoles digestives.

Inclusions lipidiques : des gouttelettes d'huile sont fréquentes dans le cytoplasme de beaucoup d'algues, particulièrement chez les groupes qui n'élaborent pas d'amidon. Chez les Chlorophytes, les inclusions lipidiques sont surtout abondantes dans les formes de résistance (kystes) ou lorsque les conditions de milieu sont défavorables à la croissance et à la multiplication. Des pigments caroténoïdes dissous colorent souvent en jaune-orangé ou rouge ces inclusions.

La cytologie des Cyanophytes présente des caractéristiques particulières. Ce sont des Procaryotes qui ne contiennent pas de noyau mais un corps central ou centroplasme non séparé du reste du cytoplasme par une membrane nucléaire et ne possèdent pas de chromosomes individualisés. La membrane cellulaire comprend trois à quatre couches : la plus profonde mince et molle, adhère directement au cytoplasme ; la membrane pectocellulosique est souvent doublée par une gaine mucilagineuse plus ou moins importante riche en caroténoïdes. En dehors du centroplasme, la cellule ne contient pas de plastes bien individualisés mais une partie cytoplasmique périphérique colorée contenant les pigments : le chromatoplasme. Dans celui-ci, les observations au microscope électronique ont mis en évidence la présence de thylacoïdes, lamelles doubles ayant une triple fonction : photosynthèse, respiration et fixation de l'azote. La cellule d'algue bleue ne possède pas de mitochondries ni d'appareil de Golgi. Beaucoup de Cyanophycées planctoniques possèdent des vacuoles gazeuses (ou pseudovacuoles) facilement reconnaissables au microscope par leur teinte noirâtre et leur contour irrégulier. Chez de nombreuses Cyanophycées filamenteuses enfin, il existe des cellules spéciales à membrane épaisse, à contenu cellulaire homogène et très clair : les hétérocystes ; un épaississement interne existe à l'un ou aux deux pôles de la cellule en contact avec le filament. Leur rôle dans le filament est encore mal connu, mais des auteurs de plus en plus nombreux leur attribuent un rôle important dans le métabolisme de l'azote atmosphérique.

Les Cyanophycées se reproduisent par simple division végétative et par des spores de types divers.

Morphologie

Les algues se présentent sous un nombre de formes très variées, depuis le type unicellulaire jusqu'aux filaments ramifiés. On peut ainsi distinguer :

Les formes unicellulaires

Type rhizopodial (fig. 2 et 3).

Les formes rhizopodiques n'ont pas de parois cellulaires rigides et émettent des pseudopodes comme les amibes ; ce sont en général des cellules isolées, nues ou contenues dans une thèque d'où sortent les pseudopodes ; ceux-ci peuvent être courts ou effilés ou ramifiés, ou présentent un axe différencié.

Certaines espèces peuvent émettre des pseudopodes pour capturer et ingérer de petites proies.

Les formes rhizopodiques sont relativement rares chez les algues d'eau douce et ne se rencontrent que chez les Chrysophytes.

Type coccoïde (fig. 4 et 5).

Les cellules immobiles sont entourées d'une membrane ferme et bien définie : on trouve des formes simples sphériques ou subsphériques, *Synechocystis* chez les Cyanophycées, *Chlorella* chez les Chlorophycées par exemple. D'autres formes sont moins simples (triangulaires, discoïdes, quadrangulaires, allongées), pour aboutir à des cellules beaucoup plus compliquées : ainsi les Diatomées (Chrysophytes) sont constituées par une cellule circulaire ou allongée entourée d'une thèque ornementée (frustule) en deux valves s'emboîtant l'une dans l'autre et les Desmidiacées (Chlorophytes) de deux demi-cellules identiques reliées entre elles par un isthme, parfois très étroit, la paroi de la cellule étant ornementée d'épines, côtes, appendices brachiaux, etc.

Type flagellé ou monadoïde (fig. 6 et 7).

Les cellules en général solitaires et mobiles possèdent 1, 2, rarement 3 (2 fouets égaux et un appendice flagelliforme) ou 4 fouets. Certaines Euglénophytes *(Trachelomonas)* ont un long flagelle qui traverse par un pore surmonté d'un col une thèque le plus souvent ornementée d'épines, de verrues, et de plis. Chez les Dinophycidés, les flagelles sont placées dans deux sillons placés perpendiculairement l'un par rapport à l'autre ; la paroi de la cellule est soit formée d'une simple membrane périplastique, soit d'une thèque formée de plaques cellulosiques agencées en deux régions : épicône et hypocône de part et d'autre du sillon flagellaire transversal. Chez certaines Chrysophycées enfin *(Mallomonas)*, la cellule flagellée à deux fouets très inégaux a un périplaste recouvert de fines écailles siliceuses.

Ce type morphologique n'existe pas comme forme végétative chez les Cyanophytes, les Rhodophytes et les Phéophytes.

Les formes coloniales

On peut distinguer deux sortes de colonies : les colonies mucilagineuses et les cénobes.

Les colonies mucilagineuses (fig. 8 à 10).

Les colonies sont constituées de cellules groupées sans forme définie dans une gelée englobant l'ensemble ; ce type de groupement est assez fréquent chez les Cyanophytes *(Microcystis, Aphanothece)* et chez les Chlorophytes *(Tetraspora, Kirchneriella, Dictyosphaerium)*. Parfois chaque cellule de la colonie possède une gaine gélatineuse propre, homogène ou stratifiée, l'ensemble étant inclus dans un mucilage général *(Gloeothece, Chroococcus)*. Il existe des colonies constituées de cellules flagellées *(Eudorina, Pandorina, Volvox)* et qui sont mobiles ; les cellules sont incluses dans une enveloppe gélatineuse traversée par les flagelles qui battent librement à l'extérieur.

Les cénobes (fig. 11 à 13).

Ce sont des colonies immobiles ayant toujours une structure régulière. Ce type de forme est fréquent chez les Chlorophytes, en particulier chez les

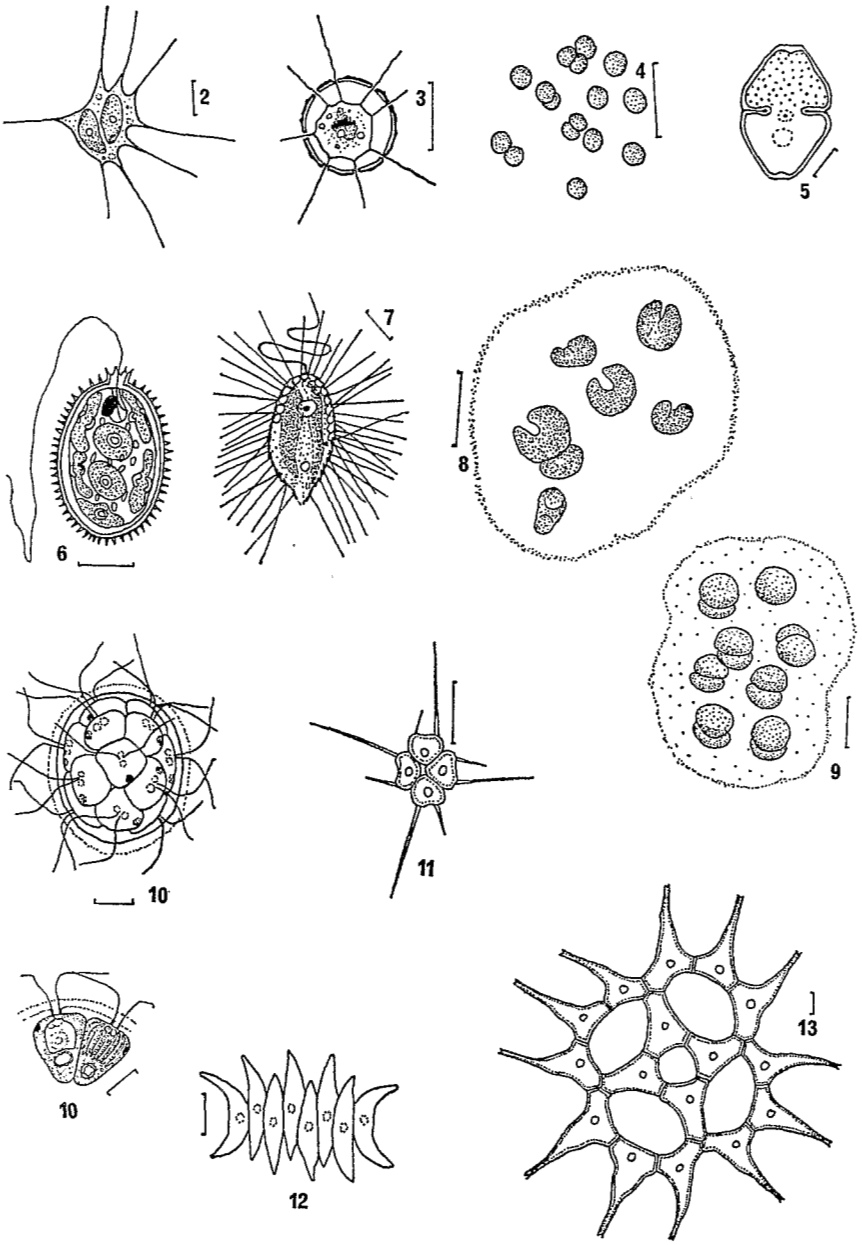


PLANCHE I. — Figs **2** et **3** : Type rhizopodial : *Rhizochrysis dofleinii* et *Stephanoporos regularis*. **4** et **5** : Type coccoïde : *Synechocystis aquatilis* et *Cosmarium granatum* **6** et **7** : Type flagellé : *Trachelomonas hispida var. coronata* et *Mallomonas mirabilis*. **8** à **10** : colonies mucilagineuses : *Kirchneriella obesa, Chroococcus limneticus* et *Pandorina morum* (colonie entière et détail de deux cellules). **11** à **13** : cénobes : *Tetrastrum heteracanthum, Scenedesmus acuminatus* et *Pediastrum clathratum* (2 d'après FOTT ; 3 d'après PASCHER ; 7 d'après CONRAD ; 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 d'après BOURRELLY).

N. B. : sur cette planche et sur les suivantes, le tiret situé à côté des figures représente 10 μ.

Scenedesmacées *(Tetrastrum, Coelastrum, Scenedesmus)*. Parfois les cellules marginales n'ont pas le même aspect que celles de l'intérieur *(Pediastrum, Scenedesmus)*. Des méats peuvent exister entre les cellules *(Hydrodictyon*, certaines espèces de *Scenedesmus)*.

Les formes filamenteuses

Des filaments simples non branchus existent chez un grand nombre d'espèces d'algues d'eau douce. Ils peuvent être libres ou agrégés en colonies ou même attachés du moins au début de leur développement (chez *Oedogonium* par exemple où la cellule basale secrète un disque de fixation). Chez les Cyanophytes, les filaments, ou trichomes, sont formés soit de cellules végétatives seules toutes identiques, sauf la cellule terminale qui est modifiée (fig. 14), soit de cellules végétatives avec hétérocystes et spores de reproduction *(Anabaena)* (fig. 15). Les trichomes peuvent être droits, flexueux ou spiralés ; dans certains genres, ils sont munis d'une gaine mucilagineuse. Les filaments agrégés en colonies peuvent se grouper dans une gelée commune.

Des filaments ramifiés existent aussi dans de nombreux groupes. Chez les Cyanophytes, on distingue trois types de ramifications : les ramifications vraies où une cellule se cloisonne parallèlement à l'axe du filament et donne naissance à un rameau latéral *(Hapalosiphon, Stigonema)* (fig. 16) ; les ramifications fausses (fig. 17) où une cellule se multiplie transversalement plus rapidement que la gaine du trichome, le filament forme alors une boucle qui perce la gaine latéralement, puis se coupe à son sommet donnant naissance à deux fausses ramifications *(Scytonema)*. Dans le troisième cas (fig. 19), un hétérocyste sert de point de rupture et le filament qui s'allonge sort latéralement à ce point *(Tolypothrix)*. Parfois ces ramifications ont une base en V ou en Y *(Mastigocladus)* (fig. 18).

Chez les autres groupes, les rameaux naissent sur une cellule basale située le long du filament.

Dans les formes les plus évoluées, il y a formation de protothalles ou nématothalles avec filaments rampants et filaments dressés ; dans certains cas, les filaments nématothalliens sont dépourvus de cloisons transversales et ont une structure siphonée ou coenocytique, ils sont alors plurinucléés. Les filaments peuvent enfin aboutir à la formation d'un cladome constitué de cellules axiales centrales entourées d'un manchon de cellules péricentrales avec des liaisons cytoplasmiques intercellulaires. Un cladome est formé d'une partie prostrée sur laquelle se dresse un ou plusieurs filaments à croissance continue porteurs de verticilles de filaments courts à croissance limitée appelés pleuridies. Ce type de structure très particulier existe chez les Charales (Chlorophytes) (fig. 20, 21 et 22).

Les formes a structure parenchymateuse

La multiplication d'une cellule ou d'un filament dans deux ou trois plans aboutit à la formation d'un parenchyme ou d'un pseudoparenchyme constitué d'une assise de cellules (thalle monostromatique) ou de plusieurs (thalles pluristromatiques). Les formes parenchymateuses sont fréquentes chez les algues marines mais plus rares chez les algues d'eau douce (Chaetophoracées).

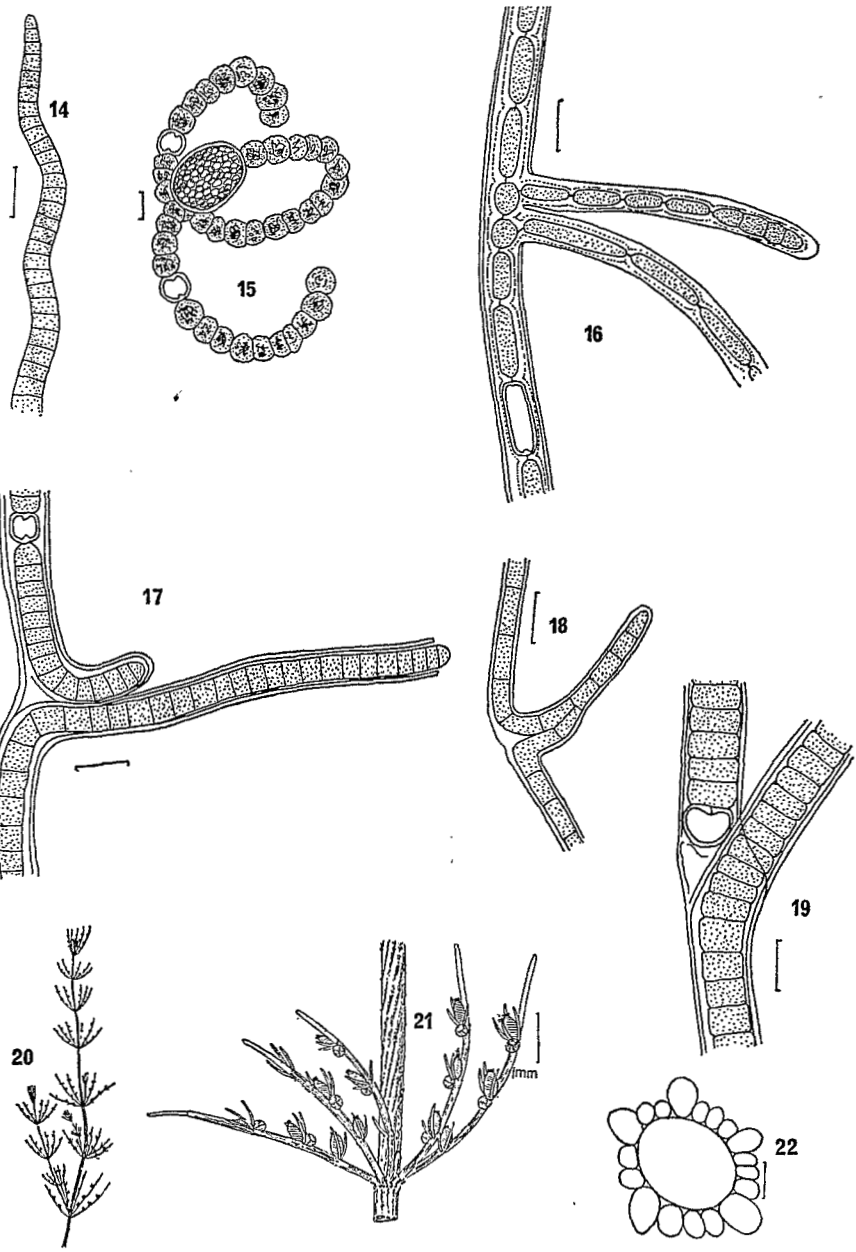


PLANCHE II. — Formes filamenteuses. **14** : *Oscillatoria terebriformis*. **15** : *Anabaena spiroïdes*. **16** : *Hapalosiphon sp.*, ramification vraie par cloisonnement latéral d'une cellule. **17** : *Scytonema sp.* fausse ramification. **18** : *Mastigocladus sp.*, ramification avec une base en V renversé. **19** : *Tolypothrix sp.*, ramification avec hétérocyste basal. **20** : *Chara vulgaris*, aspect général du cladome. **21** : verticille fructifère du cladome. **22** : coupe de l'axe avec cellules du cortex (14 à 22, d'après BOURRELLY).

Récolte et préparation

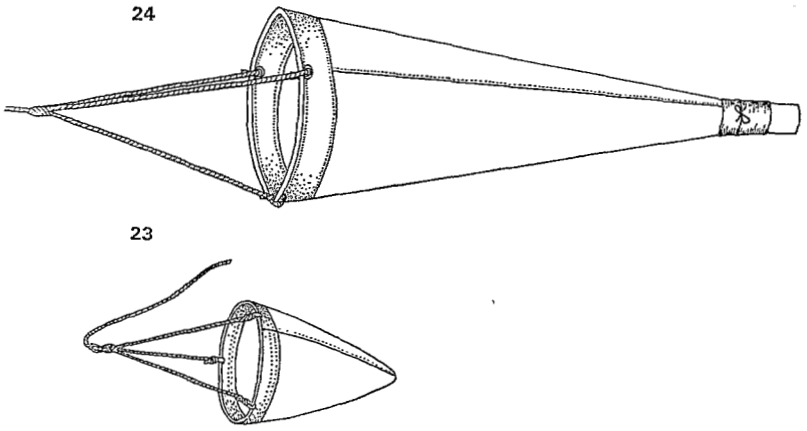
La méthode de récolte des algues sera un peu différente selon qu'il s'agit d'effectuer un inventaire systématique du phytoplancton ou une estimation quantitative.

RÉCOLTE QUALITATIVE

La réalisation d'un bon échantillonnage systématique d'algues dans un milieu aquatique doit comprendre des pêches au filet à plancton, des expressions de végétaux immergés, des grattages sur les pierres, branches ou débris immergés ou simplement humides sur lesquels un enduit gélatineux ou coloré laisse supposer un développement algal.

Le filet à plancton (fig. 23 et 24) est constitué par un cône de soie à bluter de 20 à 25 cm de diamètre sur 25 à 40 cm de haut au sommet légèrement arrondi, l'ouverture du cône étant maintenue par un cercle rigide. Trois fils relient le filet à une ficelle d'une dizaine de mètres destinée à tirer le filet dans l'eau. Le cône de soie à bluter peut être lancé depuis la rive puis retiré vers soi à une vitesse variable selon que l'on veut écumer la surface de l'eau ou au contraire prospecter la couche d'eau sous-jacente ; il peut aussi être remorqué derrière une embarcation se déplaçant à petite vitesse. Dans les endroits profonds, on pourra laisser descendre le filet au fond et faire un trait vertical en le remontant lentement.

Les traits devront être poursuivis jusqu'à ce que le fond du filet contienne quelques millilitres de liquide devenu gluant par concentration des algues,



Figs **23** et **24** : Filets à plancton.

ceux-ci sont récupérés dans une coupelle par retournement du filet ainsi que les algues plaquées sur les parois de la pointe du cône. Le liquide très riche en plancton ainsi obtenu est recueilli dans un tube ou un pilulier étiqueté. Le filet sera ensuite abondamment lavé à l'eau du fleuve ou du lac d'abord, puis au retour à l'eau du robinet.

Pour récolter le périphyton, on arrache une ou deux poignées de végétaux croissant dans l'eau (Potamots, Ceratophylles, etc.) et on les presse fortement en les frottant entre les deux mains dans un seau à demi rempli d'eau pour en détacher les algues épiphytes. Une partie des algues contenues dans le fond du seau sera alors mise en pilulier.

Les algues fixées sur les rochers ou des morceaux de bois, seront grattées au couteau et mises en tubes ou en pilulier avec un peu d'eau.

Récoltes pour analyse quantitative

Elles ont pour but de permettre l'évaluation du nombre et du volume d'algues présents dans le biotope étudié, ces deux éléments étant indispensables à connaître pour estimer la richesse du milieu et apprécier les quantités d'algues disponibles pour l'alimentation des autres organismes existant dans le biotope.

De nombreux appareils ont été conçus pour l'échantillonnage quantitatif du plancton végétal tant dans les océans que dans les eaux douces, qu'il s'agisse de filets de diverses formes, de trappes (trappes de Juday), de filets associés à des moulinets (appareil de Clarke et Bumpus) ou de pompes. En pratique, dans les eaux tropicales soudaniennes, la densité algale est en général suffisamment élevée pour que les échantillonnages quantitatifs puissent être faits par simple prélèvement d'eau. Des piluliers de 100 à 150 ml à large ouverture sont remplis dans un seau d'eau puisée dans le milieu. Si l'on désire faire des prélèvements au-dessous de la couche d'eau de surface, une simple bouteille lestée sera utilisée ; elle permet pratiquement de récolter de l'eau jusqu'à une profondeur maximale de vingt-cinq mètres, ce qui est suffisant pour les hauteurs d'eau existant dans la plupart des collections d'eau des régions soudaniennes. Dans le cas où l'on a affaire à des eaux plus profondes, il faut alors avoir recours aux bouteilles à prélèvement spéciales (type Friedinger ou Ruttner par exemple) beaucoup plus coûteuses.

Lorsque la densité algale est très faible, on pourra utiliser un filet à plancton. On choisira alors un modèle équipé à son extrémité d'un culot métallique muni d'un robinet où les organismes collectés se concentrent au cours de la pêche et au moment du rinçage des parois du filet. On procédera par traits horizontaux ou verticaux de longueur connue de façon à pouvoir chiffrer le volume d'eau filtrée. Lorsque le milieu est très profond ou encombré d'obstacles, on puisera une quantité d'eau connue qui sera filtrée dans le filet. On peut aussi procéder par centrifugation à vitesse modérée à l'aide d'une centrifugeuse à main d'un échantillon d'eau récolté dans le milieu. Après avoir vidé presque entièrement les tubes, les quelques gouttes chargées d'organismes sont récupérées pour être étudiées au microscope.

Le volume d'algues constituant le périphyton est plus difficile à estimer et pour aboutir à une bonne évaluation, il faut pratiquement pour chaque

étude mettre au point une méthode d'échantillonnage la mieux adaptée possible à la distribution du périphyton dans le biotope étudié. On pourra par exemple rapporter le volume d'algues trouvées après expression des végétaux immergés au poids ou à la superficie de ceux-ci. On estime aussi la richesse du milieu en mesurant la vitesse de colonisation par le périphyton de divers supports après leur immersion.

Fixation

Les échantillons seront fixés à l'aide de formol du commerce à la proportion de 5 % du volume de l'échantillon. Dans les eaux chaudes tropicales, il est préférable de pécher par excès (sans toutefois dépasser 10 %) que par défaut. Si possible, on neutralisera auparavant, par l'adjonction de carbonate de soude, le formol du commerce toujours trop acide, ce qui provoque des déformations de certains organismes, contractions ou pertes des flagelles, distortions dans les structures cellulaires et parfois destruction de certaines algues fragiles. A la longue enfin, le formol fait disparaître les couleurs et dans la mesure du possible, il est préférable d'étudier les échantillons sans attendre plusieurs mois.

On peut employer la fixation à l'iode qui est moins brutale que la fixation au formol. La solution employée est composée de 1,5 grammes d'iode, 3 grammes d'iodure de potassium et 100 grammes d'eau, elle est ajoutée à l'échantillon jusqu'à ce que celui-ci prenne une teinte jaune clair. La dose de fixateur devra être renouvelée périodiquement dans les échantillons avant que la teinte jaune ne disparaisse à la lumière. Pour l'étude systématique du matériel, il est indispensable de conserver une partie du matériel vivant sans fixation ; la plupart des flagellés par exemple, ne peuvent être déterminés que sur des échantillons vivants.

Préparation

Analyse qualitative

Les algues vivantes ou fixées seront observées au microscope sur des préparations extemporanées humides. Quelques gouttes du dépôt existant au fond de l'échantillon à étudier sont prélevées au compte-gouttes ou à la pipette et montées entre lame et lamelle sans luter. Les objectifs suivants sont en général utilisés : 10, 20, 40 ou 60 et un 100 à immersion à l'huile, ainsi que deux jeux d'oculaires (X 8 et X 12,5). Un micromètre oculaire et un micromètre objectif seront de plus nécessaires pour étalonner les objectifs et faire les mensurations. Quelques réactifs colorés comme lugol, chlorure de zinc iodé, carmin acétique, bleu de méthylène, violet de gentiane, rouge neutre, encre de chine seront utilisés. L'examen d'une douzaine de préparations par échantillon permet d'inventorier la grande majorité des algues existantes.

L'étude des Diatomées réclame des préparations spéciales ; la systématique des algues de ce groupe est fondée sur l'absence ou la présence de raphé et de pseudoraphé et sur l'ornementation des valves. La préparation consiste à débarrasser les frustules de leur contenu cytoplasmique et à monter ceux-ci entre lame et lamelle dans un milieu très réfringent. Des

procédés chimiques (acide nitrique à chaud, eau oxygénée à forte concentration, acide sulfurique concentré, acide chromique) permettent d'obtenir des frustules parfaitement nettoyés ; la technique la plus simple et la moins brutale consiste à griller les Diatomées, les quelques traces charbonneuses qui peuvent subsister avec ce procédé, si elles empêchent la préparation d'être impeccable, ne gênent nullement les déterminations : on place une lamelle mince sur laquelle a été déposée une goutte du plancton à étudier sur une plaque de métal, ensuite chauffée jusqu'au rouge ; la matière organique est ainsi entièrement brûlée. Pour les Diatomées récoltées dans des milieux riches en sels dissous (eaux saumâtres ou natronées) il est préférable de laver plusieurs fois l'échantillon en le laissant séjourner quelque temps dans l'eau distillée avant de faire le grillage, les sels pouvant obscurcir la préparation.

On monte ensuite les Diatomées dans une résine synthétique ayant un indice de réfraction élevé (Clearax par exemple), en chauffant lentement la préparation pour évacuer le solvant et durcir la résine. En l'absence de résine, l'observation des Diatomées à sec après un léger grillage permet déjà un certain nombre de déterminations.

Analyse quantitative

Bien que des numérations d'organismes puissent être faites au microscope ordinaire en utilisant des cellules de comptage du type hémacytomètre ou Sedgwick-Rafter, le microscope à plancton inversé type Utermöhl apparaît comme le plus pratique pour les analyses quantitatives. Dans ce microscope, les objectifs sont orientés vers le haut et permettent d'observer les organismes sédimentés sur la lamelle transparente qui constitue le fond d'une petite cuve cylindrique. Il existe des coupelles de sédimentation de différents volumes (5, 10, 25 et 100 ml) et l'on choisira le volume du sous-échantillon à étudier en fonction de la densité planctonique existant dans l'échantillon. Tout le fond de la coupelle sera observé par déplacement de la platine. Un trop grand nombre d'organismes à compter entraîne une perte de temps pour le comptage disproportionnée avec le gain de précision obtenu tandis qu'un nombre d'organismes trop faible nuit à la précision de l'estimation. On consultera Utermöhl (1958) et Lund *et al.* (1958) pour une bonne connaissance de la méthode de numération au microscope inversé. Les difficultés de cette méthode résident dans le fait qu'il est parfois impossible, pour les Diatomées entre autres, de déterminer exactement certaines espèces comptées dans les numérations : on en est donc réduit à citer le seul nom générique ou à signaler la détermination comme douteuse. Dans plusieurs cas, l'abondance des matériaux en suspension dans l'eau qui se déposent dans la coupelle de sédimentation, comme c'est le cas dans les fleuves soudaniens au moment de la crue et dans les lacs peu profonds lorsque le vent remet en suspension les sédiments du fond, peut gêner l'observation des organismes présents sur le fond de la coupelle et ce d'autant plus que la rareté du phytoplancton dans les eaux riches en éléments en suspension oblige à faire les numérations sur un volume d'eau plus important. On est donc obligé de choisir un volume de sous-échantillon suffisamment important pour que le nombre d'algues comptées entraîne une bonne précision dans l'estimation globale du phytoplancton présent dans le milieu et en même

temps relativement faible pour que la qualité de matériaux en suspension ne gêne pas les numérations. En dehors de ces cas, la densité algale est en général très élevée dans les eaux tropicales, principalement en saison chaude au cours de l'étiage des lacs et des fleuves, il faut alors procéder à des dilutions, parfois jusqu'au 1/100 ou même au 1/200 de millilitre, avant d'effectuer les comptages.

Les résultats des comptages sont exprimés en nombre de cellules, de cénobes, de filaments ou de colonies par litre. Après estimation du volume moyen de ces unités pour chaque espèce en les ramenant à une forme géométrique simple, les résultats peuvent être convertis en biovolumes d'algues ; si l'on attribue aux algues une densité sensiblement identique à celle du milieu où elles vivent, on peut transformer les résultats exprimés en volumes sous forme de biomasse algale, un microlitre correspondant à un milligramme de matière vivante.

Des méthodes biochimiques fondées sur le dosage des pigments, et en particulier les chlorophylles, permettent aussi une mesure globale de la richesse phytoplanctonique d'une eau ; toutefois la composition algale de ce phytoplancton n'est alors pas déterminée. Enfin, il existe aussi des compteurs de particules fournissant une estimation de l'ensemble des microorganismes et des particules détritiques existant dans le milieu.

SYSTÉMATIQUE

Si au niveau des grands groupes d'algues, les caractères d'ordre cytologique et biochimique sont ceux qui interviennent le plus dans la classification, ce sont les caractéristiques morphologiques qui ont le rôle le plus important au niveau des ordres, des familles, des genres et des espèces. Les critères de mode de reproduction et de cycle sexué qui permettent de distinguer les divers embranchements des plantes supérieures sont pratiquement très peu utilisés en systématique des algues. Nous suivrons ici la classification établie par P. Bourrelly dans son ouvrage sur les algues d'eau douce (1966-1968-1970).

En pratique, Chlorophytes, Euglénophytes, Diatomophycées et Cyanophytes sont les quatre groupes d'algues intervenant le plus dans la biomasse algale des eaux soudaniennes.

CHLOROPHYTES

Les Chlorophytes sont comme nous l'avons vu des algues vertes accumulant de l'amidon dans leurs plastes, elles peuvent se subdiviser de la façon suivante, en quatre classes et dix-neuf grands ordres :

1. Prasinophycées
   - Pyramimonadales
   - Pédinomonadales
   - Halosphaerales
   - Prasinocladales

2. CHLOROPHYCÉES
   A *Chlorophycidées*
      Volvocales
      Tétrasporales
      Chlorococcales
   B *Ulothricophycidées*
      Ulothricales
      Ulvales
      Chaetophorales
      Chlorosarcinales
      Trentepohliales
   C *Oedogoniophycidées*
      Oedogoniales
   D *Bryopsidophycidées*
      Bryopsidales (= Siphonales)
      Sphaeropléales
      Siphonocladales
      Dichotomosiphonales
3. ZYGOPHYCÉES
      Zygnématales
4. CHAROPHYCÉES
      Charales

PRASINOPHYCÉES

Cette classe d'algues comprend des cellules nageuses libres dont les flagelles sortent d'une dépression apicale, puits ou cratère flagellaire. On y distingue quatre ordres :

— *Les Pyramimonadales* comprennent deux familles, les Pyramimonacées et les Tetraselmiacées. Le genre *Pyramimonas*, en forme de pyramide renversée dont la base présente un cratère flagellaire d'où sortent quatre flagelles égaux est abondant dans les eaux salées et natronées (fig. 25).

— *Les Pédinomonadales* ont des cellules de petite taille (moins de 10 μ en général) à un ou deux flagelles. Il existe seulement quatre genres et une douzaine d'espèces en eau douce.

— *Les Halosphaerales* ne comprennent, de même que l'ordre suivant, que des formes marines.

— *Les Prasinocladales.*

CHLOROPHYCÉES

C'est la plus importante des classes de Chlorophytes ; elle se subdivise d'après leur morphologie en quatre sous-classes :

A. CHLOROPHYCIDÉES

Ce groupe comprend toutes les formes solitaires ou coloniales ni filamenteuses, ni thalloïdes. Il comprend les trois ordres suivants :

Volvocales

Cet ordre est composé d'algues flagellées et mobiles ; les cellules peuvent être solitaires ou agencées en colonies ayant une forme définie. Les Volvocales

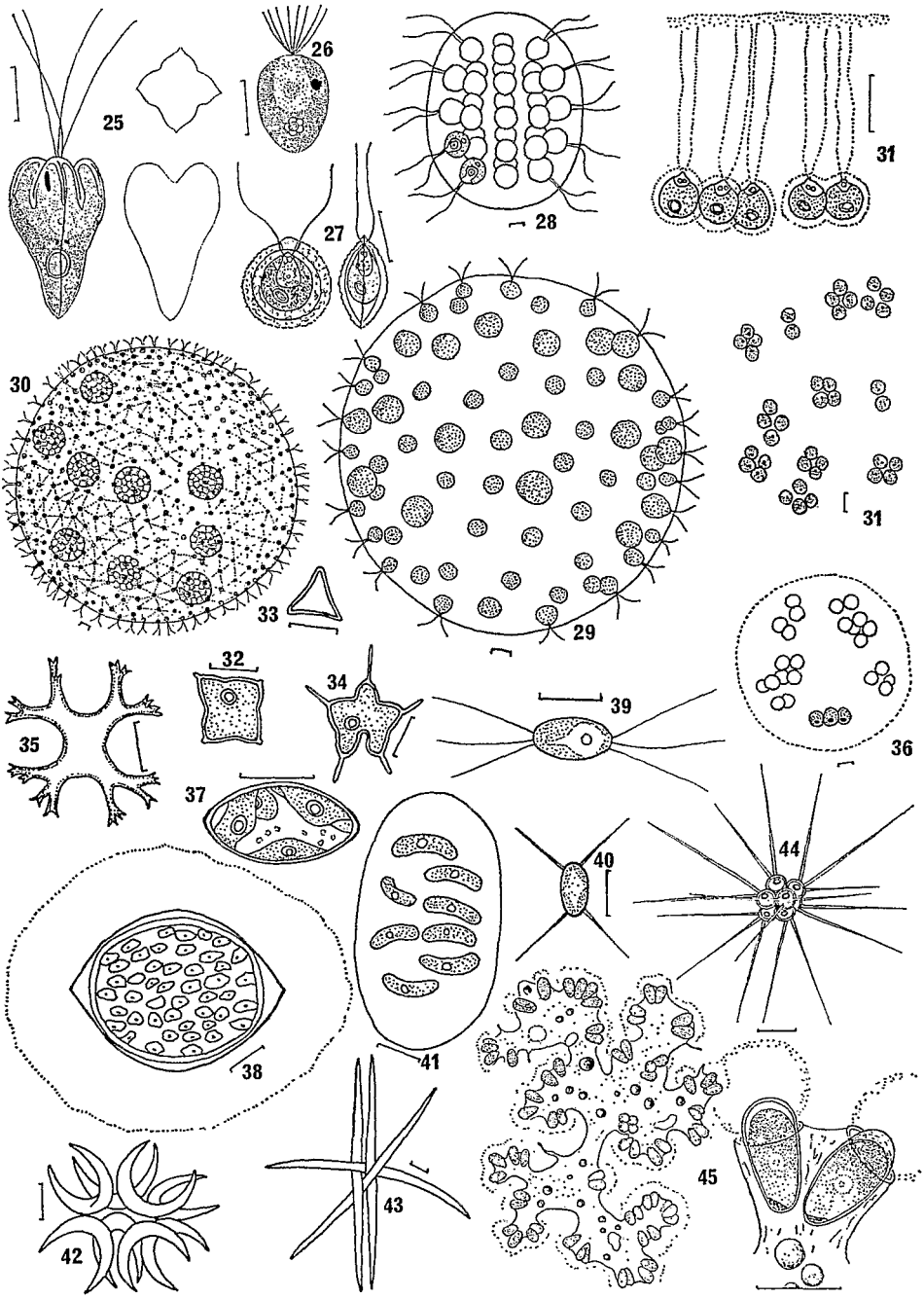


PLANCHE III. — **25** : *Pyramimonas acuta*. **26** : *Polyblepharides fragariiformis*. **27** : *Phacotus lenticularis* de face et de profil. **28** : *Eudorina elegans*. **29** : *Pleodorina sphaerica*. **30** : *Volvox aureus*. **31** : *Tetraspora gelatinosa*, thalle vu de dessus et coupe du thalle. **32** : *Tetraedron minimum*. **33** : *Tetraedron muticum*. **34** : *Tetraedron caudatum*. **35** : *Tetraedron gracile*. **36** : *Sphaerocystis schroeteri*. **37** : *Oocystis lacustris*. **38** : *Eremosphaera gigas*. **39** : *Chodatella subsalsa*. **40** : *Chodatella quadriseta*. **41** : *Nephrocytium agardhianum*. **42** : *Selenastrum gracile*. **44** : *Micractinium pusillum*. **45** : *Botryococcus braunii* (25 d'après PASCHER ; 26 d'après HAZEN ; 27, 30, 31, 32, 34, 37, 41, 45 d'après BOURRELLY ; 28 d'après HARTMANN ; 29 d'après IYENGAR ; 33, 35, 40, 42, 43 d'après PHILIPOSE ; 36 d'après LEMMERMANN ; 38, 39 d'après COMPÈRE ; 44 d'après J. W. G. LUND).

se rencontrent dans les eaux douces mais on en trouve aussi en abondance dans les eaux salées intérieures chlorurées ou natronées. Leur détermination est assez difficile pour des raisons d'ordre pratique : le matériel doit être généralement examiné vivant et l'on dispose rarement sur place d'une documentation suffisante sur la taxinomie de ce groupe.

Chez les Polyblépharidacées, les cellules sont nues sans membrane définie (fig. 26), tandis que les Phacotacées groupent les formes pourvues d'une coque solide qui se sépare en deux au moment de la division (la plus connue est *Phacotus lenticularis*) (fig. 27).

Les Chlamydomonadacées groupent une trentaine de genres de flagellés solitaires pourvus d'une membrane ferme dont le plus connu est *Chlamydomonas* (fig. 1) ; la cellule est ovoïde, ellipsoïdale, globuleuse ou légèrement fusiforme, la section transversale est toujours ronde ; la forme du plaste dans la cellule a donné naissance à cinq sous-genres.

Les Volvocacées enfin comprennent les formes coloniales où les cellules le plus souvent à deux fouets sont réunies par une gaine gélatineuse commune. Les genres les plus fréquemment rencontrés sont *Pandorina (P. morum)*, *Eudorina (E. elegans)*, *Pleodorina* et *Volvox*. Chez *Pandorina* (fig. 10), les cellules le plus souvent au nombre de 16, sont serrées et comprimées les unes contre les autres comme des fruits de mûre et enrobées dans une enveloppe gélatineuse à deux feuillets. Chez *Eudorina* (fig. 28), les cellules sont globuleuses, toutes de taille identique les unes des autres et disposées en couronnes parallèles tandis que chez *Pleodorina* (fig. 29), les cellules sont de deux tailles différentes. *Volvox* forme de très grosses colonies sphériques ou ovoïdes jusqu'à 1,5 mm de diamètre, facilement reconnaissables par le grand nombre de cellules qui les composent (fig. 30) ; des colonies filles existent souvent à l'intérieur de l'enveloppe de la colonie mère. Les cellules sont toutes identiques, biflagellées, sphériques, piriformes ou pyramidales.

Tétrasporales

Cet ordre comprend des algues passant la majeure partie de leur existence à l'état palmelloïde, enrobées de gelée amorphe ou structurée ; elles n'acquièrent de flagelles (2 ou 4 égaux) qu'au moment de la zoosporulation.

Les *Tétraspora* (fig. 31) sont caractérisés par la présence de fins cordons mucilagineux immobiles (appelés pseudoflagelles ou pseudo-cils) situés à la partie antérieure de la cellule.

Les Tétrasporales sont en général des algues d'eau froide ; toutefois *Tetraspora lubrica* est signalé dans la vallée du Nil.

Chlorococcales

Cet ordre très bien représenté dans les eaux douces tempérées et tropicales groupe un grand nombre de genres répartis en une dizaine de familles. Très diverses morphologiquement, ce sont dans la plupart des cas, des formes unicellulaires et immobiles, solitaires ou cénobiales, mais on peut trouver des cellules se groupant en agrégats irréguliers. Les Chlorococcacées, les Oocystacées, les Dictyosphaeriacées, les Scénédesmacées et les Hydrodyctyacées sont les familles les plus communément rencontrées

dans les eaux soudaniennes avec les genres suivants :

Tetraedron (Chlorococcacées) avec des cellules toujours solitaires libres, de forme très variée mais toujours en coussinets triangulaires, tétraédriques ou polyédriques. Les sommets des cellules peuvent présenter des appendices simples ou ramifiés *(T. minimum, T. muticum, T. caudatum, T. gracile)* (fig. 32 à 35).

Sphaerocystis (Palmellacées) forme des colonies sphériques gélatineuses, librement flottantes ; les cellules globuleuses groupées par deux ou par quatre sont réparties dans cette gelée. *S. schroeteri* est l'espèce la plus commune dans les eaux soudaniennes (fig. 36).

Oocystis (Oocystacées) : ce sont des cellules ellipsoïdales, solitaires ou par groupe de 2 à 16 contenues dans la membrane-mère dilatée (fig. 37). La membrane cellulaire est le plus souvent épaissie à ses deux extrémités. Un genre voisin, *Eremosphaera*, avec l'espèce *E. gigas* (fig. 38) se rencontre aussi dans les eaux soudaniennes, de même que *Chodatella* (fig. 39 et 40) avec des cellules en forme d'*Oocystis* munis de soies polaires disposées de façon caractéristique suivant les espèces.

Nephrocytium (Oocystacées) avec des cellules ellipsoïdales, ovoïdes ou reniformes (fig. 41). La multiplication se fait par 4 ou 8 autospores qui restent incluses dans une gelée. Ce genre est voisin de *Kirchneriella* (fig. 8) dont les cellules en forme de croissants plus ou moins régulièrement contournés sont groupées sans ordre par 4, 8 ou 16 dans une gelée homogène.

Selenastrum (Oocystacées) dont les cellules sont en forme de croissants réguliers et adhèrent par leur côté convexe sans gelée commune (fig. 42).

Ankistrodesmus (Oocystacées) avec des cellules fusiformes très allongées, en aiguilles droites ou légèrement recourbées, parfois sigmoïdes (fig. 43).

Micractinium (Micractiniacées) est une espèce coloniale, les cellules sont réunies par groupes de 4 disposées soit en tétraèdre, soit sur un seul plan et forment des cénobes composés de plusieurs groupes de 4. Chaque cellule porte un petit nombre (2 à 4) de soies longues et fines. *Micractinium pusillum* (fig. 44) est l'espèce rencontrée dans le lac Tchad.

Botryococcus (Dictyosphaeriacées) forme des colonies compactes, globuleuses où les cellules et les groupes de cellules sont réunies par des tractus gélatineux irréguliers souvent colorés en brun-rouge par une huile chargée de carotène excrétée par les cellules. Celles-ci sont ovoïdes, la partie supérieure étant entourée d'un halo gélatineux peu visible, tandis que la partie inférieure est prise dans un support gélatineux plus épais. *Botryococcus braunii* (fig. 45) est l'espèce la plus communément rencontrée, ainsi que *B. protuberans*.

Dictyosphaerium (Dictyosphaeriacées) avec des cellules globuleuses ou allongées groupées par quatre, elles restent unies par des fragments de la membrane maternelle, le tout étant inclus dans une large gelée. Les colonies plus grandes montrent des tractus ramifiés, dichotomes reliant les cellules ou les groupes de cellules entre eux. *D. pulchellum* (fig. 46) est l'espèce la plus répandue dans les eaux soudaniennes.

Coelastrum (Scenedesmacées) où les cellules sont groupées par 4, 8, 16, 32... etc., pour former une colonie sphérique creuse. Des appendices relient les cellules entre elles. La reconnaissance spécifique se fait d'après la forme des cellules et la longueur des appendices intercellulaires (fig. 47 et 48).

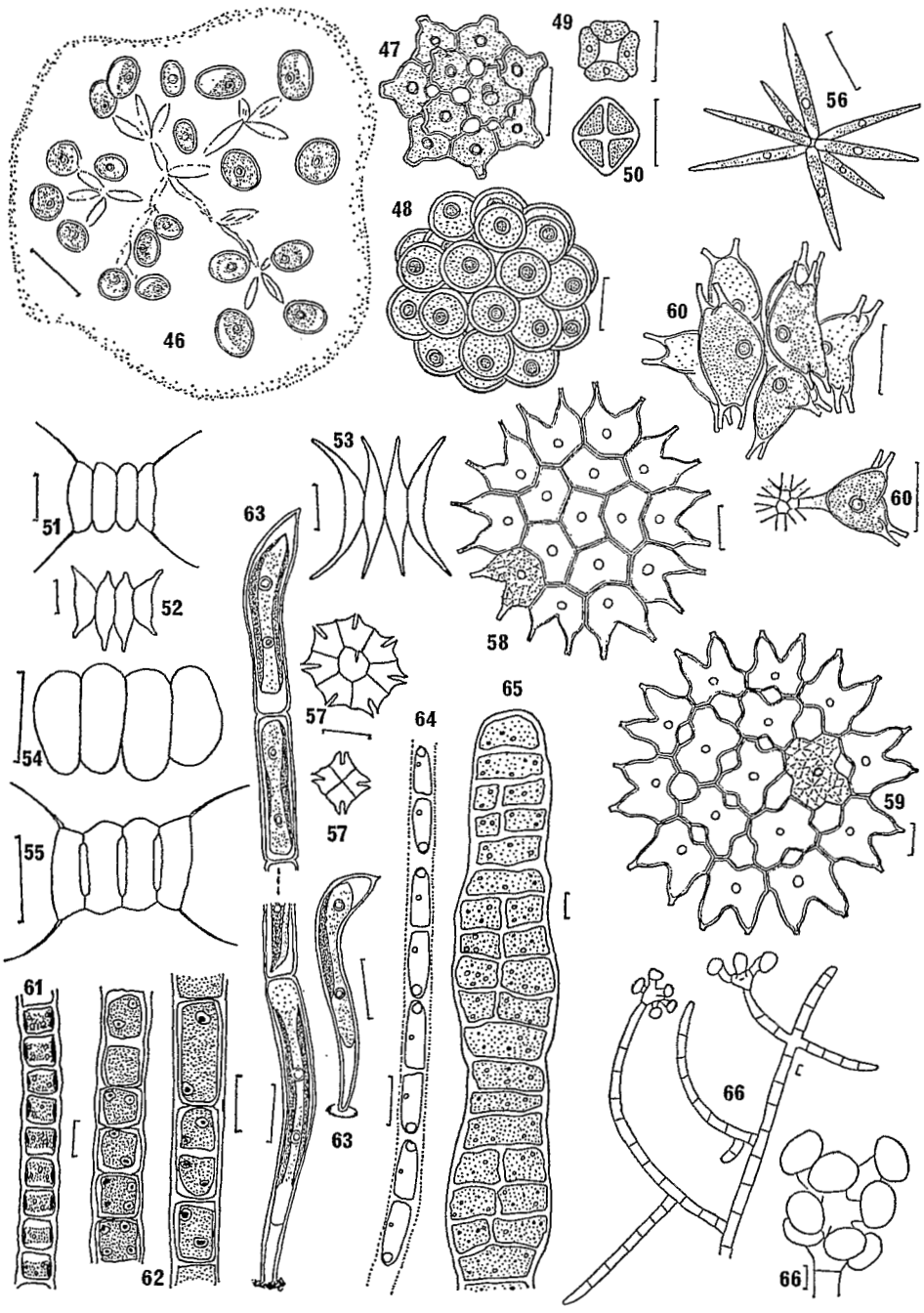


PLANCHE IV. — **46** : *Dictyosphaerium pulchellum.* **47** : *Coelastrum cambricum.* **48** : *Coelastrum microporum.* **49** : *Crucigenia fenestrata.* **50** : *Crucigenia tetrapedia.* **51** : *Scenedesmus quadricauda.* **52** : *Scenedesmus acutus.* **53** : *Scenedesmus acuminatus.* **54** : *Scenedesmus ecornis* **55** : *Scenedesmus perforatus.* **56** : *Actinastrum hantzschii.* **57** : *Pediastrum tetras.* **58** : *Pediastrum boryanum var. typicum.* **59** : *Pediastrum duplex var. typicum.* **60** : *Sorastrum spinulosum,* cénobe et cellule. **61** : *Ulothrix zonata.* **62** : *Ulothrix bipyrenoïdosa.* **63** : *Uronema elongatum,* grand filament et jeune filament. **64** : *Binuclearia eriensis.* **65** : *Schizomeris leibleinii.* **66** : *Trentepohlia arborum,* thalle avec zoosporocystes en crochet et détail du zoosporocyste (46 d'après KORCHIKOFF ; 47, 49, 56, 58, 59, 60, 63, 66 d'après BOURRELLY ; 48, 50, 57 d'après PHILIPOSE ; 51 d'après SZALAÏ ; 53 d'après UHERKOVICH ; 61 d'après KLEBS ; 62 d'après FRITSCH et RICH ; 64 d'après COMPÈRE).

Crucigenia (Scenedesmacées) forme des cénobes plats de 4 cellules ; celles-ci sont de formes variées : triangulaires, ellipsoïdales, trapézoïdales ou en quart de cercle tandis que les cénobes peuvent être rectangulaires, carrés, circulaires ou rhombiques avec un méat central (fig. 49 et 50).

Le genre *Tetrastrum* est voisin des *Crucigenia*, il n'en diffère que par la présence d'un certain nombre d'épines plus ou moins longues sur le bord externe de la cellule (fig. 11).

Scenedesmus (Scenedesmacées) comprend des cénobes de 4 à 8 cellules ellipsoïdales ou fusiformes alignées côte à côte, leurs grands axes étant parallèles. Dans les cénobes à 8 cellules, celles-ci peuvent être toutes les 8 alignées côte à côte, ou en 2 séries de 4 légèrement décalées, ou en 2 rangées alternantes. Les cellules sont souvent ornementées d'épines, d'aiguillons, de pores, les cellules marginales du cénobe ayant souvent une ornementation différente de celles du centre. Le genre *Scenedesmus* comporte un nombre important d'espèces (plus de 150 dans l'ensemble des eaux douces) qui sont réparties en 4 sections suivant la morphologie des cellules et leur ornementation. Citons comme les plus fréquentes dans les eaux soudaniennes : *Scenedesmus quadricauda*, et ses variétés, *S. acutus*, *S. acuminatus*, *S. ecornis*, *S. perforatus* (fig. 51 à 55).

Actinastrum (Scenedesmacées) avec des cénobes composés de 4, 8 ou 16 cellules cylindriques, fusiformes groupées en étoile irrégulière rayonnant dans tous les plans de l'espace. *A. hantzchii* est l'espèce la plus commune (fig. 56).

Pediastrum (Hydrodictyacées) avec des cénobes formés de 4, 8, 16, 32... cellules organisées en disque étoilé dont les cellules marginales n'ont pas le même aspect que les cellules centrales et présentent de 1 à 4 cornes. La distinction des espèces se fait suivant la forme des cellules marginales, la présence et la taille des méats à l'intérieur du cénobe, l'ornementation de la membrane cellulaire. Dans les eaux soudaniennes, on rencontre fréquemment *P. tetras*, petite forme à 4 (au maximum 8) cellules, sans méats à 4 pointes par cellule marginale (fig. 57), *P. simplex*, cénobe sans méat à 1 pointe par cellule marginale, *P. clathratum* (ou pour certains auteurs *P. simplex var. duodenarium*) identique mais avec de larges méats (fig. 13). *P. duplex*, cénobe avec méat, à 2 pointes par cellule marginale (fig. 58) et *P. boryanum* à 2 pointes mais sans méats (fig. 59).

Sorastrum (Hydrodictyacées) avec des cénobes sphériques de 8 à 128 cellules disposées de façon radiale, celles-ci sont reliées chacune par un pédicelle à une masse sphérique située au centre du cénobe. Les cellules en général réniformes, portent à leur pôle externe 1, 2 ou 4 épines ; le plaste est pariétal avec un gros pyrénoïde (fig. 60).

B. Ulothricophycidées

Cet embranchement groupe les Chlorophytes filamenteuses ou thalloïdes. Il comprend les ordres suivants :

Ulothricales

Ce sont toutes des Chlorophycées organisées en filaments simples, non

ramifiés, constitués de cellules en général uninucléées disposées en une seule file, rarement plusieurs. Les genres les plus fréquemment rencontrés sont :

Ulothrix (Ulothricacées) avec des filaments sans cellule apicale différenciée fixés à l'état jeune mais librement flottants à l'état adulte. Les cellules sont uninucléées avec un plaste pariétal enveloppant de la moitié à entièrement la cellule (fig. 61 et 62). Chez quelques espèces, une vacuole contenant un granule existe à chaque pôle de la cellule. Les formes planctoniques ont souvent une gaine muqueuse bien développée. *Uronema* est un genre voisin avec des cellules à plaste pariétal réduit. Une cellule basale de forme spéciale et une cellule apicale plus ou moins pointue existent aux extrémités du filament (fig. 63).

Binuclearia (Ulothricacées) avec des filaments cylindriques d'abord fixés puis librement flottants. Les cellules avec un plaste pariétal sont entourées d'une membrane gélatineuse épaisse ; au moment de la division, les deux cellules-filles restent le plus souvent contenues dans le même article. Le filament a un aspect en pointillé assez caractéristique. *B. eriensis* est l'espèce trouvée dans le lac Tchad (fig. 64).

Ulvales

Cet ordre groupe les Chlorophytes en thalle foliacé, à une ou deux couches de cellules ou en tube cylindrique creux ou plein.

Schizomeris (Ulvacées) forme des thalles cylindriques pleins non ramifiés fixés à leur base ; les cellules sont prismatiques et disposées en anneaux réguliers. *Schizomeris leibleinii* est l'espèce présente dans les eaux soudaniennes mais à l'état de rareté (fig. 65).

Chaetophorales

On trouve dans cet ordre des algues filamenteuses ramifiées, des formes à thalles parenchymateux globuleux ou aplatis et des algues croissant en paquets cubiques.

Stigeoclonium (Chaetophoracées) est une forme comprenant une partie dressée et une partie rampante toutes les deux composées de filaments unisériés, irrégulièrement ramifiés. Dans la partie dressée, les cellules terminales s'effilent en poil plus ou moins long (fig. 67).

Chlorosarcinales

Cet ordre comprend presqu'uniquement des formes subaériennes se développant sur le sol humide en paquets irréguliers ou cubiques. Il existe en tout une seule famille avec une dizaine de genres et une vingtaine d'espèces pour l'ensemble du globe.

Trentepohliales

Ce sont des Chlorophytes subaériennes qui se développent sur un substrat humide : sols, rochers, feuilles, troncs d'arbres. Elles forment des thalles discoïdaux uni ou pluristratifiés ou des feutrages de filaments ramifiés. *Trentepohlia* (Trentepohliacées) forme des feutrages avec parfois des filaments dressés. Une quarantaine d'espèces existent dans les régions tropicales (fig. 66).

C. Œdogoniophycidées

Cette sous-classe caractérisée par une reproduction sexuée par oogamie, par la présence de gamètes mâles stéphanocontées et par un mode particulier de division des cellules, ne comprend qu'un seul ordre.

Oedogoniales

Ce sont des filaments unisériés, simples ou ramifiés, fixés à la base ; les cellules ont un plaste pariétal, réticulé, formé de rubans allongés, anastomosés avec de l'amidon et de nombreux pyrénoïdes. Le mode de division des cellules est assez particulier et aboutit à chaque division à la formation d'une calotte apicale à la partie supérieure de la cellule. Au cours de la multiplication, chez une espèce monoïque par exemple, certaines cellules se renflent pour former des oogones à oosphères immobiles tandis que d'autres se transforment en courtes anthéridies émettant un ou deux gamètes mâles munis d'une couronnes de flagelles. L'un de ceux-ci va féconder un oosphère par une fente ou un pore de l'oogone, puis le zygote formé s'entoure d'une épaisse membrane triple souvent ornée de verrues, d'épines et de côtes. Au bout d'un certain temps, après méiose, le zygote se divise en quatre zoospores stéphanocontées qui germeront en quatre nouveaux filaments.

Oedogonium (Oedogoniacées) avec des filaments fixés à la base par une cellule basale conique, hémisphérique ou globuleuse munie de crampons. La cellule terminale est arrondie, ou allongée en soie ou même capitée tandis que les cellules du filament sont le plus souvent cylindriques ou tronconiques avec chez quelques espèces des ornementations constituées de pores en séries hélicoïdales sur la membrane (fig. 68 à 70).

D. Bryopsidophycidées

Bryopsidales (= Siphonales)

Cet ordre est caractérisé par des siphons ou tubes sans cloisons. Ce sont principalement des espèces marines.

Sphaeropléales

Cet ordre ne comprend qu'une seule famille et le seul genre *Sphaeroplea*. Ce sont des filaments formés par des articles cylindriques plurinucléés présentant chacun une série de plastes annulaires avec de nombreux pyrénoïdes (fig. 71).

Siphonocladales

Le thalle est formé d'articles plurinucléés. Une seule famille existe en eaux douces avec une dizaine de genres dont le plus répandu est *Cladophora* qui forme des thalles buissonnants, ramifiés (fig. 72).

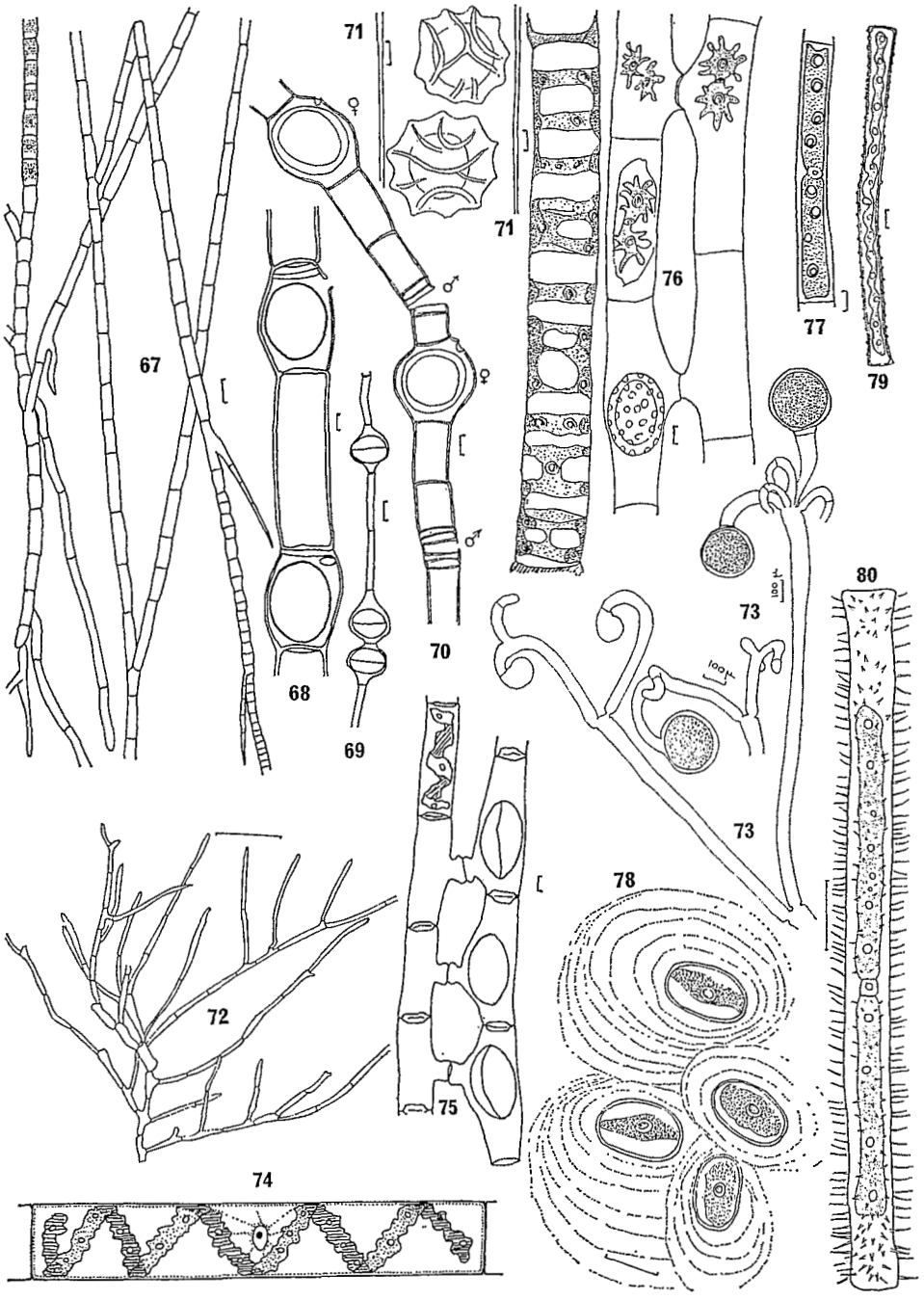


PLANCHE V. — **67** : *Stigeoclonium aestivale.* **68** : *Oedogonium anomalum.* **69** : *Oedogonium inconspicuum.* **70** : *Oedogonium subellipsoïdeum.* **71** : *Sphaeroplea soleirolii*, article avec plastes et zygotes. **72** : *Cladophora holsatica.* **73** : *Dichotomosiphon tuberosus*, rameau avec deux zygotes et des anthéridies vides et pleines et rameau avec un oogone et trois anthèridies. **74** : Schéma de cellule de *Spirogyra.* **75** : *Spirogyra gracilis.* **76** : *Zygnema stellinum.* **77** : Cellule végétative de *Mougeotia floridana.* **78** : *Mesotaenium macrococcum var. micrococcum.* **79** : *Gonatozygon monotaenium.* **80** : *Gonatozygon aculeatum* (67 d'après HAZEN ; 68, 69, 75 d'après GAÜTHIER LIÈVRE ; 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79 d'après BOURRELLY ; 74 d'après CHADEFAUD ; 80 d'après COMPÈRE).

Dichotomosiphonales

Ce sont des filaments régulièrement ramifiés, sans cloisons, à nombreux noyaux. Les plastes verts sont accompagnés de plastes incolores ou leucoplastes. Un seul genre, *Dichotomosiphon*, existe dans les eaux douces (fig. 73).

ZYGOPHYCÉES (ou Conjugées)

Ce sont des algues vertes filamenteuses ou unicellulaires toujours dépourvues de cellules flagellées et caractérisées par la conjugaison de gamètes amiboïdes. D'après la structure de la membrane, on distingue deux ordres :

Les Zygnématales à membrane sans ornementation ni suture médiane ;

les Desmidiales à membrane percée de pores et ornementée et à suture médiane.

Zygnématales

Les cellules sont toujours uninucléées, haploïdes. La reproduction végétative est de type normal comme chez toutes les formes filamenteuses. A la reproduction sexuée, deux cellules se transforment en gamètocystes et donnent chacune un gamète amiboïde ; gamète mâle et gamète femelle, isomorphes fusionnent soit dans un des gamètocystes, soit dans le tube de copulation reliant les deux gamètocystes, soit dans une enveloppe gélatineuse entre les deux gamètocystes. Le zygote formé s'entoure d'une membrane épaisse et ornementée, il germe après méiose pour donner quatre thalles végétatifs.

Les formes filamenteuses sont groupées dans la famille des Zygnématacées, les formes unicellulaires dans les Mésotaeniacées. Les genres les plus souvent trouvés sont :

Spirogyra (Zygnématacées) qui forme des filaments simples ; les cellules ont 1 à 16 plastes rubanés tordus en hélice et portant des pyrénoïdes ; le noyau est central. La systématique des quelques trois cents espèces existantes est fondée sur la conformation des cloisons intercellulaires (avec ou sans repli), le nombre de plastes, les modalités de la reproduction et la taille des cellules végétatives (fig. 74 et 75).

Zygnema (Zygnématacées) dont les filaments sont composés de cellules à deux plastes étoilés séparés par le noyau. La détermination des 120 espèces existantes est faite d'après la morphologie du zygote et de la zygospore et la dimension des cellules (fig. 76).

Mougeotia (Zygnématacées) avec des filaments simples dont les cellules ont un plaste en ruban axial plat présentant de nombreux pyrénoïdes soit en ligne, soit dispersés. La systématique des espèces existantes (plus de cent) est fondée sur la taille des cellules végétatives, la disposition des pyrénoïdes et la morphologie des zygospores (fig. 77).

Mesotaenium (Mésotaeniacées) à cellules courtes, à pôles plus ou moins arrondis ou à contour elliptique, le plus souvent droites ou quelquefois légèrement recourbées (fig. 78).

Gonatozygon (Mesotaeniacées) avec des cellules allongées, cylindriques ou fusiformes avec un apex aplati, souvent tronqué. La membrane est

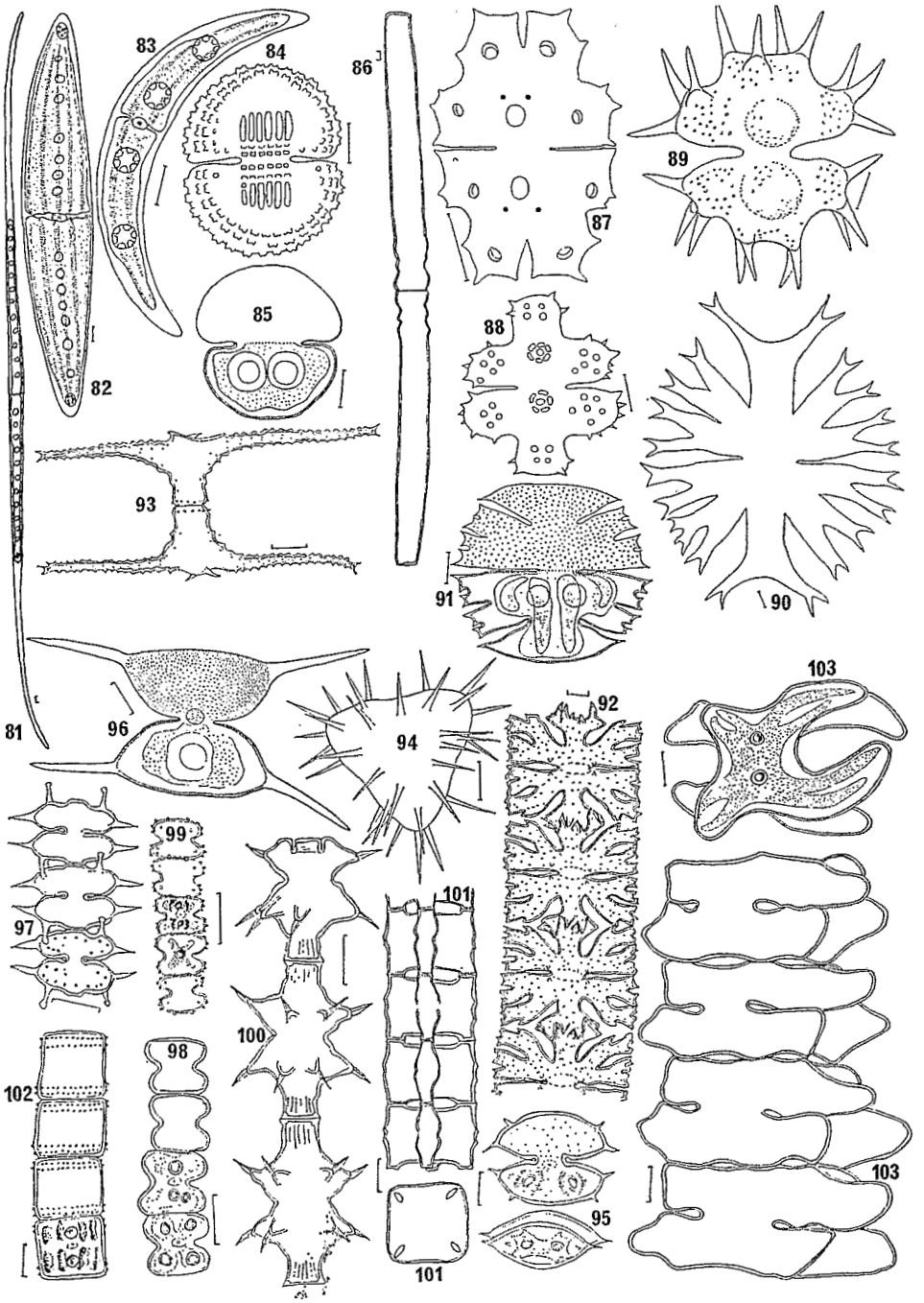


PLANCHE VI. — **81** : *Closterium aciculare.* **82** : *Closterium lanceolatum.* **83** : *Closterium parvulum.* **84** : *Cosmarium binum.* **85** : *Cosmarium candianum.* **86** : *Pleurotaenium trabecula.* **87** : *Euastrum glaziovii.* **88** : *Euastrum sphyroïdes var. hieronymusii.* **89** : *Xanthidium subtrilobum var. inornatum.* **90** : *Micrasterias radians var. brasiliensis.* **91** : *Micrasterias truncata var. pusilla.* **92** : *Micrasterias foliacea var. ornata.* **93** : *Staurastrum leptocladum var. cornutum.* **94** : *Staurastrum setigerum var. subsalsum.* **95** : *Arthrodesmus mucronulatus.* **96** : *Staurodesmus validus.* **97** : *Sphaerozosma laeve.* **98** : *Spondylosium planum.* **99** : *Teilingia granulata.* **100** : *Bambusina armata.* **101** : *Desmidium baileyi*, vue frontale et vue apicale. **102** : *Hyalotheca mucosa.* **103** : *Phymatodocis irregulare*, vue frontale et vue apicale avec plaste (82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 94, 96 d'après COMPÈRE ; 86, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103 d'après BOURRELLY).

souvent ornementée de fines épines dispersées sans ordre (fig. 79 et 80). Après division les cellules restent assez souvent adhérentes les unes aux autres par leurs extrémités donnant ainsi naissance à des filaments plus ou moins longs.

Desmidiales

Ce sont des algues uninucléées, unicellulaires ou réunies en chaîne coloniale. La cellule a une membrane poreuse, elle comprend deux valves égales ou hémisomates soudées l'une à l'autre ou reliées entre elles par un isthme ; le noyau est situé à l'emplacement de la suture ou de l'isthme. Lors de la division végétative, les deux valves se séparent, le noyau se divise et chaque hémisomate forme un nouvel hémisomate avec une nouvelle valve membranaire : dans chaque cellule, les hémisomates sont donc d'âge différent.

Lors de la reproduction sexuée, les deux cellules se rapprochent, s'entourent parfois de gelée, puis les valves de la cellule s'écartent et libèrent le contenu qui se transforme en gamète amiboïde qui fusionne avec celui de la cellule voisine pour donner un zygote à membrane épaisse souvent ornée ; les restes des quatre valves entourent le zygote ; le plus souvent, la germination de celui-ci donne après méiose deux nouvelles cellules. Les Desmidiales se reconnaissent facilement grâce à leur symétrie par rapport à un plan et à leur paroi membranaire poreuse.

Les principaux genres rencontrés dans les eaux soudaniennes sont les suivants :

Closterium (Desmidiacées) à cellules arquées en croissant de lune ou droites et fusiformes. Certaines espèces sont droites et renflées dans leur partie médiane et se terminent par des extrémités recourbées très grêles. *Closterium aciculare* est très abondant dans la partie nord du lac Tchad (fig. 81 à 83).

Cosmarium (Desmidiacées) à cellules avec une constriction médiane bien marquée. Le contour général est arrondi et la cellule plus ou moins aplatie en vue apicale (fig. 84 et 85).

Pleurotaenium (Desmidiacées) en forme de bâtonnet cylindrique droit avec un sillon transversal médian séparant les deux hémisomates (fig. 86).

Euastrum (Desmidiacées) avec des cellules en général plus longues que larges avec un sinus profond séparant les deux hémisomates ; la partie supérieure de chacun de ceux-ci est partagée en deux par une incision plus ou moins profonde (fig. 87 et 88).

Xanthidium (Desmidiacées) avec des hémisomates polygonaux à ornementation centrale et pourvus de longues épines marginales (fig. 89).

Micrasterias (Desmidiacées) à cellules circulaires ou quadrangulaires, à sinus profond ; chaque hémisomate présente de nombreux lobes et lobules très régulièrement et très profondément découpés (fig. 90 à 92).

Staurastrum (Desmidiacées) a des hémisomates plus ou moins pyramidaux, la vue apicale montre le plus souvent un contour polygonal avec au moins trois angles parfois prolongés par des appendices en forme de bras (fig. 93 et 94).

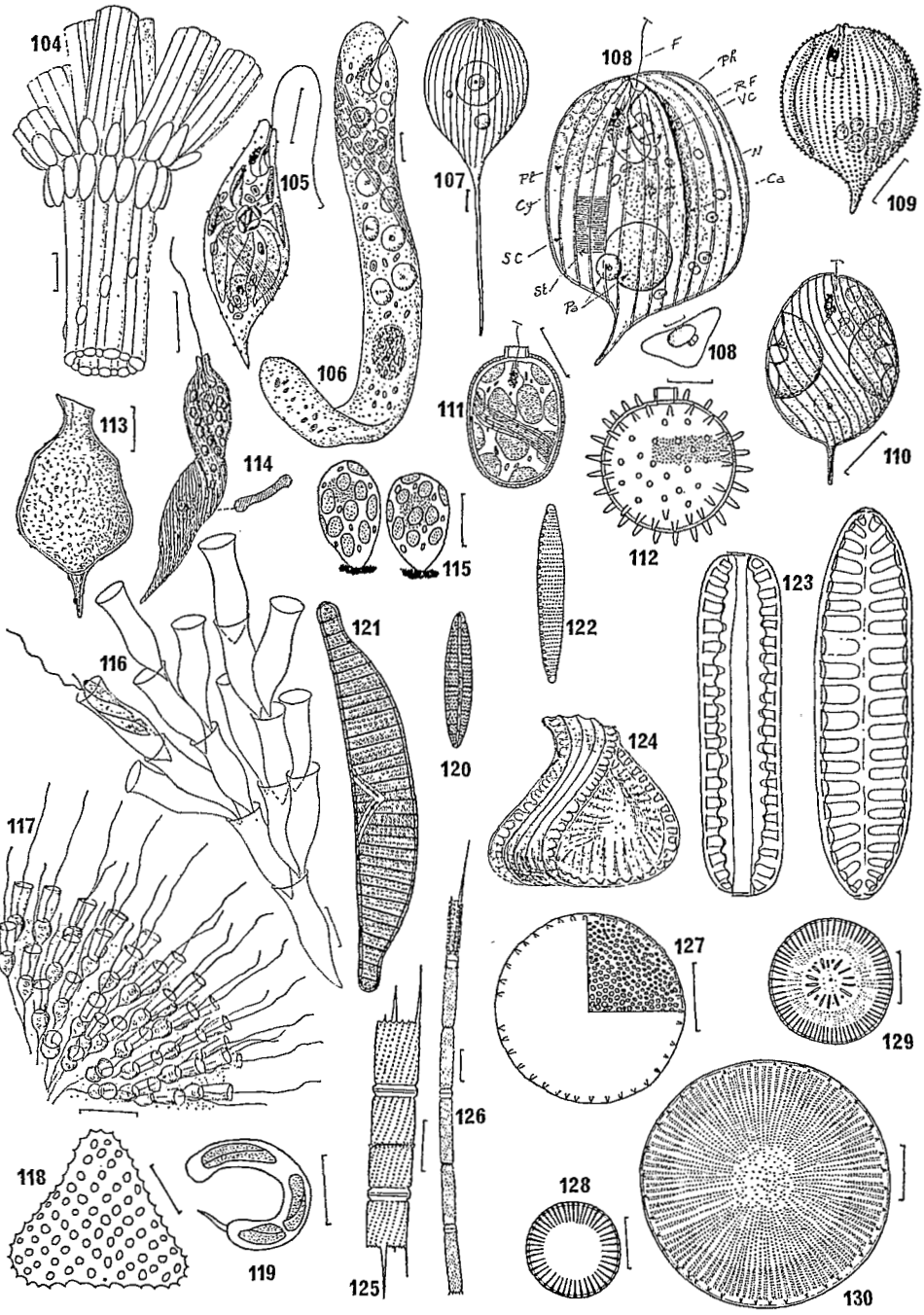


PLANCHE VII. — **104** : *Chara vulgaris*, cortex avec rangée double de stipulodes placés à la base du verticille de rameaux. **105** : *Euglena viridis*. **106** : *Euglena ehrenbergii var. africana*. **107** : *Phacus longicauda*. **108** : *Phacus orbicularis* ; F : fouet ; Ph : photocapteur ; Rf : base des deux fouets ; V.C. : vésicules contractiles ; N : noyau ; Ca : carène ; Pa : paramylon ; St : stries transversales ; SC : stries longitudinales ; Cy : cytopharynx ; PC : plastes. Au-dessous, section transversale à plus faible grossissement. **109** : *Phacus suecicus*. **110** : *Lepocinclis ovum var. gracilicauda*. **111** : *Trachelomonas lefevrei*. **112** : *Trachelomonas globularis var. africana*. **113** : *Strombomonas verrucosa var. zmiewika*. **114** : *Astasia torta*. **115** : *Colacium cyclopicola*. **116** : *Dinobryon sertularia*. **117** : *Sphaeroeca volvox*, fragment de colonie. **118** : *Goniochloris gigas*. **119** : *Ophiocytium cochleare*. **120** : *Denticula thermalis*. **121** : *Epithemia turgida*. **122** : *Nitzschia amphibia*. **123** : *Surirella linearis* vue connective et vue valvaire. **124** : *Campylodiscus noricus var. hibernica*. **125** : *Melosira granulata*. **126** : *Melosira granulata var. angustissima*. **127** : *Coscinodiscus rudolfii*. **128** : *Cyclotella meneghiniana*. **129** : *Cyclotella stelligera*. **130** : *Stephanodiscus astraea* (d'après BOURRELLY, sauf 115, 118, 119 d'après COMPÈRE et 126 d'après HUSTEDT).

Arthrodesmus (Desmidiacées) avec des cellules à sinus bien marqués, elliptiques en vue apicale, chaque hémisomate portant au moins deux épines (fig. 95). *Staurodesmus*, genre voisin, a des cellules à contour étoilé en vue apicale, chaque branche se terminant par une épine plus ou moins développée (fig. 96).

Parmi les Desmidiacées coloniales, citons les genres : *Sphaerozosma*, *Spondylosium*, *Teilingia*, *Bambusina*, *Desmidium*, *Hyalotheca* et *Phymatodocis* (fig. 97 à 103).

CHAROPHYCÉES

Les Charophycées ne comprennent qu'un seul ordre : les Charales. Ce sont des algues vertes de grande taille (parfois jusqu'à un mètre) ayant un aspect particulier avec axes et verticilles rappelant les Prêles ou les Cératophylles.

L'algue est entièrement submergée, souvent imprégnée de calcaire ; elle présente une structure cladomienne typique : elle comporte une « tige » principale à croissance indéfinie composée de cellules nodales et de cellules internodales très allongées ; chaque nœud donne naissance à un verticille de rameaux courts (6 à 10 suivant les genres) à croissance limitée appelés pleuridies montrant à leur tour des cellules nodales et internodales. Chez le genre *Chara*, les entre-nœuds sont entourés par un cortex formé de longs filaments longitudinaux légèrement tordus en hélice (fig. 20, 21, 22 et 104). La reproduction se fait par formation d'anthéridies et d'oogones sur les nœuds des rameaux verticillés. La multiplication végétative se fait grâce à la germination de bulbilles naissant sur les rhizoïdes.

Il existe une seule famille, les Characées, avec six genres ; *Chara* et *Nitella* sont les plus répandus. Ils tapissent le fond de certaines mares des plaines d'inondation.

EUGLENOPHYTES

Les Euglénophytes sont en général des algues libres, mobiles grâce à leurs flagelles, incolores ou colorées par les chlorophylles a et b accompagnées de β carotène et de xanthophylles. Les réserves sont constituées par du paramylon extraplastidial formant des bâtonnets, des grains perforés ou des anneaux. Les deux flagelles fortement inégaux sortent d'une dépression apicale profonde : le cytopharynx ou réservoir qui s'ouvre à l'extérieur par un pore se prolongeant parfois en un sillon longitudinal plus ou moins long. Des vacuoles pulsatiles se déversent à la base du cytopharynx sur les flancs duquel est accolé chez de nombreuses espèces un stigma. L'ensemble de la cellule est entouré d'une cuticule déformable, mince ou épaisse, très souvent parcourue par des stries hélicoïdales.

Les Euglénophytes sont abondantes dans les eaux riches en matières organiques. Cet embranchement ne renferme qu'une classe, les Euglénophycées, qui se subdivisent en trois ordres :

Les Euglénales

Cet ordre renferme des formes unicellulaires vertes ou rarement incolores à deux flagelles bien développés (Eutreptiacées) ou seulement à un seul bien visible (Euglénacées). Les genres que l'on rencontre le plus souvent sont les suivants :

— *Euglena* (Euglénacées) avec des cellules fusiformes ou parfois globuleuses et à section transversale circulaire. La cuticule est toujours ornée de stries hélicoïdales plus ou moins marquées. Il existe un ou plusieurs plastes verts avec ou sans pyrénoïde (fig. 105 et 106). Chez *E. viridis*, il existe des plastes en bandelettes qui rayonnent d'un pyrénoïde axial entouré de paramylon.

— *Phacus* (Euglénacées) avec des cellules aplaties, foliacées avec un apex échancré et l'antapex effilé en queue oblique plus ou moins longue. Les plastes sont nombreux et en disques pariétaux (fig. 107 à 109).

— *Lepocinclis* (Euglénacées) à cellules à contour elliptique ou fusiforme avec une cuticule épaisse présentant des stries hélicoïdales fortement marquées. Toute la cellule présente une symétrie radiale parfaite ; les réserves sont constituées par un ou deux gros paramylons en anneaux placés latéralement et se faisant face (fig. 110).

— *Trachelomonas* (Euglénacées) ayant une thèque ou logette brune de forme ellipsoïdale, ovoïde ou sphérique, souvent ornée de pores, de fossettes, d'épines, de verrues ou d'aiguillons ; cette thèque est percée d'un pore qui laisse passer la flagelle locomoteur de la cellule contenue à l'intérieur (fig. 111 et 112).

— *Strombomonas* (Euglénacées) diffère du genre précédent par la forme et la structure de la logette. Celle-ci est toujours atténuée vers l'avant en un col plus ou moins haut tandis que la partie postérieure, le plus souvent, s'effile en queue (fig. 113).

— *Astasia* (Euglénacées) avec des cellules incolores très métaboliques ou fermes à contour invariable, dépourvues de plastes et le plus souvent de stigma. La cuticule est nettement striée hélicoïdalement (fig. 114).

Les Péranématales

Ce sont toutes des formes incolores dépourvues de plaste et de stigma, le fouet antérieur est toujours raide pendant la nage, le second flagelle lorsqu'il existe, est tourné vers l'arrière et ondule faiblement ; la base de ces fouets incluse dans le cytopharynx est épaissie. Cet ordre est peu représenté dans les eaux douces soudaniennes.

Les Colaciales

Cet ordre ne renferme qu'une seule famille, les Colaciacées et le seul genre *Colacium*, dont les cellules vertes fixées en général sur des microcrustacés d'eau douce (*Cyclops* ou Daphnies) sont normalement immobiles et souvent groupées en colonies dendroïdes (fig. 115).

CHRYSOPHYTES

Ce sont comme nous l'avons vu des algues à plastes bruns, jaunes ou vert-jaunâtre ne possédant jamais d'amidon. Parmi les cinq classes présentes dans ce groupe, les Raphidophycées, les Chrysophycées, les Xanthophycées et les Phéophycées sont très peu représentées dans les eaux soudaniennes ; ce sont des groupes dont on trouve peu d'espèces dans les eaux tropicales. Seuls les quelques genres suivants peuvent à certaines époques représenter une part appréciable de la biomasse dans les eaux soudaniennes :

Dinobryon (Chrysophycées, Ochromonadales, Dinobryacées) avec des cellules fusiformes fixées dans une logette cellulosique en forme de cornet conique à la base et cylindrique à l'apex. Dans les formes coloniales qui sont les plus fréquentes dans les eaux douces, les cellules se groupent en arbuscules mobiles. Ce genre est trouvé dans les fleuves sahéliens au moment de la décrue lorsqu'une partie des zones inondées s'écoule par celui-ci (fig. 116).

Mallomonas (Chrysophycées, Ochromonadales, Synuracées) à cellules libres, solitaires à deux fouets inégaux ; le fouet nu est très réduit, le plus souvent invisible (fig. 7). La cellule a un ou deux plastes, pariétaux. Le périplaste est couvert de petites écailles elliptiques, imbriquées, portant parfois des soies articulées. La structure des écailles et des soies ainsi que la forme des kystes et des cellules sont les critères utilisés dans la systématique de ce genre.

Mallomonas portae-ferrae est l'espèce la plus souvent trouvée, parfois en grande quantité, dans le lac Tchad.

Sphaeroeca (Chrysophycées, Monosigales, Monosigacées) forme des colonies de cellules à un fouet et entourées d'une collerette cytoplasmique réparties radialement en une sphère gélatineuse. Une espèce est présente dans les eaux natronées soudaniennes mésocarbonatées (fig. 117).

Goniochloris (Xanthophycées, Mischococcales, Pleurochloridacées) avec des cellules triangulaires ou polygonales, solitaires, libres ; les plastes sont pariétaux et discoïdes (fig. 118).

Ophiocytium (Xanthophycées, Mischococcales, Sciadiacées) avec des cellules cylindriques, souvent courbées en S, avec des apex arrondis parfois terminés par un aiguillon plus ou moins long. Il existe de nombreux plastes pariétaux sans pyrénoïde et plusieurs noyaux par cellule (fig. 119).

DIATOMOPHYCÉES

Les Diatomophycées forment en général une part importante de la biomasse algale des eaux soudaniennes. Elles se distinguent des autres classes par leur membrane bivalve imprégnée de silice hydratée (opale) appelée frustule. On peut distinguer deux types de logette silicifiée : la forme cylindrique en général aplatie avec des ornementations disposées en cercles ou en rayons autour du centre (Diatomées Centriques) et la forme allongée à contour elliptique ou lancéolé à ornementation bilatérale symétrique suivant un axe longitudinal marqué par un raphé ou un pseudoraphé (Diatomées Pennées).

Les deux valves qui forment le frustule sont le plus souvent identiques

en ornementation (sauf chez les Pennées monoraphidiées) mais de taille légèrement inégale pour permettre leur emboîtement. Chaque valve comprend une plaque valvaire, circulaire ou polygonale chez les Centriques, allongée et bipolaire chez les Pennées. Les deux valves d'un frustule sont raccordées l'une à l'autre par des ceintures connectives silicifiées qui forment l'épaisseur de la boîte. Il y a au moins une ceinture par valve et il s'y ajoute souvent des ceintures secondaires complètes ou incomplètes. Chez certaines espèces, la plaque valvaire est doublée par des cloisons perforées parallèles. Chez d'autres espèces, des crêtes saillantes ou côtes renforcent la face interne des plaques.

Les deux valves du frustule des Diatomées sont ornementées de stries, pores, aiguillons, épines, côtes, perles, etc. Chez certaines Centriques, la surface paraît aréolée, réticulée. Tandis que chez les Centriques les ornementations de stries et de ponctuations sont ordonnées suivant un système rayonnant, chez les Pennées de forme allongée, l'axe médian est marqué par un raphé ou un pseudo-raphé, l'ornementation étant bilatérale symétrique par rapport à cet axe. Le pseudo-raphé est une simple ligne médiane hyaline interrompant les ornementations de la valve. Le raphé est une fente longitudinale ; on peut y distinguer trois nodules, petits renflements internes de la valve : deux nodules terminaux ou polaires et un nodule médian ou central percé d'un petit canal qui fait communiquer les deux branches du raphé. Ce type de raphé qui caractérise les Naviculacées est modifié chez d'autres Pennées ; il peut rester axial mais se transformer en un canal raphéen : tube creux fendu sur toute la longueur vers l'extérieur et communiquant avec l'intérieur de la cellule par une série de pores (genre *Denticula* fig. 120) ; ce canal peut être dévié latéralement vers le bord de la valve et prendre l'aspect d'un V très ouvert (genre *Epithemia*) (fig. 121) ; il peut être rejeté sur un des bords de la valve (genre *Nitzschia*) (fig. 122) ou en faire le tour complet (genres *Surirella* et *Campylodiscus*) (fig. 123 et 124). Chez les Achnanthales ou Monoraphidées, une valve possède un raphé bien développé tandis que l'autre valve n'a qu'un pseudo-raphé. Les Diatomées possèdent un noyau central entouré de dictyosomes, mitochondries, vacuoles, corps physoïdes, inclusions huileuses et plastes. Chez les Centriques, les plastes sont en général nombreux, pariétaux, discoïdes alors que chez les Pennées, seuls existent un ou deux plastes plus ou moins lobés.

Beaucoup de Diatomées peuvent secréter par leur raphé un mucilage qui leur permet d'adhérer au substratum ou de rester groupées en colonies après division. Beaucoup enfin sont mobiles, le mécanisme des déplacements est mal connu, seules les Pennées à raphé ou canal raphéen peuvent se déplacer.

D'après leur morphologie, on distingue deux sous-classes, les Centrophycidées pour les formes centriques et les Pennatophycidées pour les formes pennées.

LES CENTROPHYCIDÉES comprennent trois ordres :

a) Les Coscinodiscales sont des Diatomées circulaires en forme de boîte de Petri ou de cylindre court ; les plaques valvaires ont une ornementation radiale ; les cellules sont solitaires ou réunies en chaîne.

Les genres suivants sont les plus répandus dans les eaux soudaniennes :

Melosira (Coscinodiscacées) forme des filaments uniséries avec des cellules cylindriques plus longues que larges adhérant valve contre valve. Souvent des épines siliceuses ornent celles-ci à l'articulation des cellules. Les filaments se présentent toujours en vue connective.

Melosira granulata et diverses formes et variétés, est une espèce très abondante dans les fleuves et les lacs soudaniens (fig. 125 et 126).

Coscinodiscus (Coscinodiscacées) avec des cellules discoïdes solitaires dont les valves sont ornées de petites épines marginales et d'aréoles disposées régulièrement sur toute la surface. *Coscinodiscus rudolfii* est une espèce trouvée en abondance dans le lac Tchad à certaines époques (fig. 127).

Cyclotella (Coscinodiscacées) avec des cellules à valve circulaire, solitaires ou plus rarement réunies en colonie par l'intermédiaire de gelée. L'ornementation des valves, caractéristique du genre, consiste en un champ médian lisse ou ponctué et une zone marginale striée radialement (fig. 128 et 129). *Cyclotella meneghiniana* est l'espèce la plus répandue.

Stephanodiscus (Coscinodiscacées) est voisin de *Cyclotella* ; il en diffère par l'ornementation des valves (séries rayonnantes de pores très fins, cercle de courtes épines marginales) (fig. 130).

b) Les Rhizosoleniales ont des cellules faiblement silicifiées, longuement cylindriques présentant de nombreuses ceintures, les valves sont souvent prolongées par une soie très fine. Seul le genre *Rhizosolenia* est présent dans les eaux douces, il est assez peu fréquent dans les eaux soudaniennes (fig. 131).

c) Les Biddulphiales ont des valves peu silicifiées circulaires, polygonales elliptiques ou à marge ondulée, parfois ornées de verrues saillantes ou de deux longues soies ; la cellule est courte et n'a qu'un petit nombre de ceintures.

Chaetoceros et *Attheya* (Chaetoceracées) sont les deux seuls genres trouvés dans les eaux soudaniennes (fig. 132 et 133).

LES PENNATOPHYCIDÉES se subdivisent en quatre ordres :

a) Les Diatomales ou Araphidées ont des valves présentant un pseudoraphé ; elles sont dépourvues de raphé. Ce sont des formes allongées en navettes ou en aiguilles avec de fines stries interrompues par un pseudoraphé axial. Les genres suivants sont les plus fréquemment rencontrés :

Fragilaria (Diatomacées) avec des cellules isopolaires unies par leurs valves en colonies rubanées ; celles-ci se présentent toujours en vue connective dépourvue de cloison, de crête interne et de ceinture secondaire. *Fragilaria construens* est l'espèce la plus commune (fig. 134).

Synedra (Diatomacées) avec des cellules isopolaires, rectilignes, en général solitaires ; elles n'ont ni cloison perforée, ni crête interne, ni ceinture accessoire, les valves sont finement striées avec parfois une aire centrale lisse, régulière ou unilatérale. *Synedra ulna* et ses variétés est l'espèce la plus fréquente (fig. 135).

Tabellaria (Diatomacées) où les cellules sont réunies entre elles par des coussinets gélatineux, formant ainsi des colonies en étoiles ou lignes brisées toujours observées en vue connective (fig. 136).

b) Les Eunotiales ou Raphidioïdinées ont des raphés très réduits en forme de virgule placés à l'extrémité des valves. Une seule famille, les Eunotiacées, qui comprend deux genres en eau douce ; *Eunotia* étant le plus répandu dans les eaux tropicales. Les cellules ont deux valves identiques striées toujours plus ou moins recourbées en banane ou en croissant. Un petit nodule d'où part le raphé très court est visible à chaque extrémité. Le raphé est difficilement visible en vue valvaire mais nettement visible en vue connective (fig. 137 et 138).

c) Les Achnanthales ou Monoraphidées où les deux valves ont des structures différentes, l'une possède un raphé normal à deux branches partant du nodule central et atteignant les pôles, l'autre un pseudoraphé. Cet ordre ne comporte qu'une seule famille, les Achnanthacées, avec deux genres les plus fréquents : *Cocconeis* avec un frustule à contour elliptique régulier avec des pôles largement arrondis. Les deux valves ont une ornementation différente, la valve sans raphé ayant une sculpture plus vigoureuse que la valve à raphé. Ce sont des formes solitaires et épiphytes sur les plantes aquatiques sur lesquelles elles se fixent par la valve à raphé (fig. 139). *Achnanthes* avec des cellules en général fixées par un court style gélatineux ; les valves sont isopolaires, allongées, fusiformes ou naviculoïdes en lancette. Plusieurs espèces existent dans les eaux soudaniennes (fig. 140).

d) Les Naviculales ou Biraphidées où les deux valves sont identiques et possèdent chacune un raphé. Celui-ci peut être logé dans un canal médian ou latéral (Nitzschiacées) ou circumvalvaire (Surirellacées). La structure du raphé permet de distinguer deux sous-ordres, les Naviculinées et les Surirellinées.

1° Les Naviculinées ont un raphé médian de type normal. Il existe une seule famille : les Naviculacées.

Navicula est une Diatomée le plus souvent solitaire avec des valves lancéolées régulières à apex arrondis, pointus ou capités. Le raphé est simple, médian et la valve est ornée de stries ou de points. Ce genre comprend un grand nombre d'espèces dans les eaux tropicales (fig. 141 à 144).

Pinnularia avec des cellules elliptiques allongées ; elles se distinguent de *Navicula* par la forte ornementation des valves et la présence de chambres latérales indiquées par des stries marginales. Le raphé est médian et présente parfois un aspect légèrement sinueux (fig. 145).

Mastogloia ressemble à *Navicula* mais les côtés de la valve présentent une série de petites chambres. *M. smithii* est l'espèce la plus fréquente (fig. 146).

Anomoeoneis avec des valves lancéolées ou rhombiques ; l'ornementation des valves est faite de stries perpendiculaires au raphé interrompues par des lignes irrégulières, plus ou moins zigzagantes, dans le même sens que le raphé. *A. sphaerophora* est une espèce très fréquente dans les eaux salées et natronées de la région soudanienne (fig. 147).

Stauroneis a des valves naviculoïdes avec une aire centrale élargie en forme de croix (stauros) atteignant les bords de la valve ; l'ornementation est faite de fines stries ponctuées (fig. 148).

Diploneis avec des valves ayant un aspect aréolé à contour elliptique,

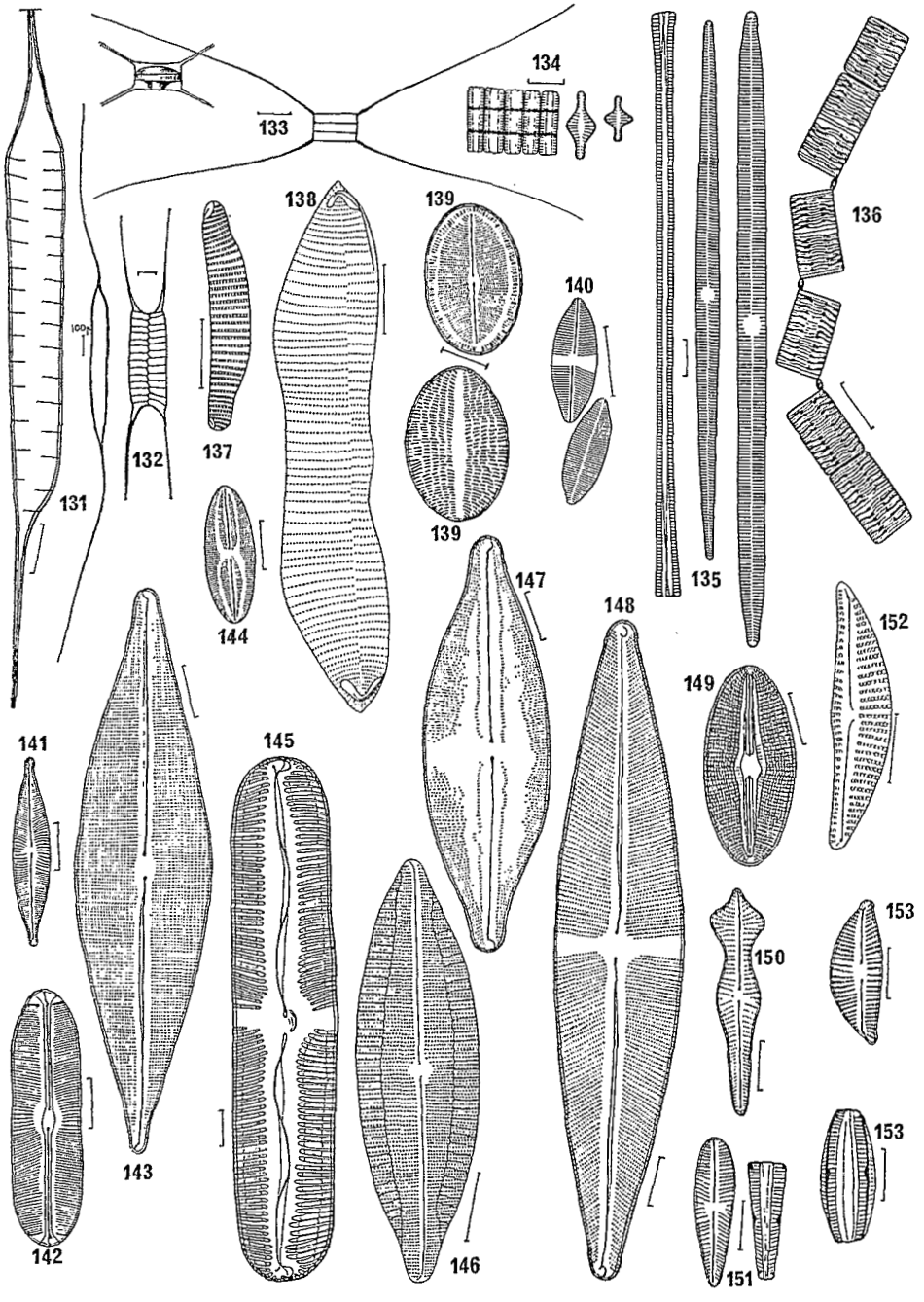


PLANCHE VIII. — **131** : *Rhizosolenia longiseta*. **132** : *Attheya zachariasii*. **133** : *Chaetoceros muelleri*. **134** : *Fragilaria construens*. **135** : *Synedra ulna*, vue connective et vues valvaires. **136** : *Tabellaria flocculosa*. **137** : *Eunotia ischirchiana*. **138** : *Eunotia didyma*. **139** : *Cocconeis placentula var. euglypta*, valve avec raphé et valve sans raphé. **140** : *Achnanthes exiguoïdes*, valve avec raphé et valve sans raphé. **141** : *Navicula cryptocephala*. **142** : *Navicula bacillum*. **143** : *Navicula cuspidata*. **144** : *Navicula pygmaea*. **145** : *Pinnularia cardinalis*. **146** : *Mastogloïa smithii*. **147** : *Anomoeoneis sphaerophora*. **148** : *Stauroneis phoenicenteron*. **149** : *Diploneis ovalis*. **150** : *Gomphonema acuminatum*. **151** : *Gomphonema olivaceum*, vue valvaire et vue connective. **152** : *Cymbella turgida*. **153** : *Cymbella ventricosa*, vue valvaire et vue connective (d'après BOURRELLY, sauf 137, 138, 140, 146, 152 d'après COMPÈRE et 133, 134, 135, 136 d'après HUSTEDT).

parfois étranglé en son milieu ; le raphé tout entier est encadré de deux bourrelets saillants (fig. 149).

Gomphonema : ce sont des *Navicula* hétéropolaires, solitaires, fixées par un pédoncule gélatineux simple ou ramifié. Le pôle antérieur est large tandis que le pôle postérieur est étroit et porte deux écussons lisses à la naissance du style de fixation. La valve est ornée de stries fines ponctuées. La vue connective est toujours cunéiforme (fig. 150 et 151).

Cymbella a l'aspect d'une *Navicula* recourbée en faucille ; le raphé est courbe ou, s'il est droit, il divise la valve en deux parties inégales, l'une plus convexe que l'autre. L'ornementation des valves comporte des stries ponctuées rayonnantes ; parfois une ou plusieurs perles isolées (stigma) existent dans la partie centrale de la valve à proximité du nodule (fig. 152 et 153).

Amphora avec des cellules ayant en vue valvaire, l'aspect de *Cymbella* ; la vue connective est très large et a un contour elliptique tronqué aux deux sommets ; elle laisse voir au voisinage des marges convexes les raphés de chacune des valves (fig. 154).

2° Les SURIRELLINÉES sont caractérisées par la présence d'un canal raphéen percé sur sa face interne de pores régulièrement espacés. On distingue trois familles : les Epithémiacées qui ont des valves avec de fortes stries transversales séparées par des stries plus fines ou des séries d'aréoles, les Nitzschiacées qui ont des valves régulièrement striées et un canal raphéen médian ou marginal, les Surirellacées avec un canal raphéen entourant entièrement la valve. Les genres les plus communs sont :

Epithemia (Epithémiacées) avec des cellules recourbées en croissant avec des pôles arrondis ou capités. Le canal raphéen est en forme de V dont la pointe est au centre de la valve et les sommets aux deux pôles. La vue connective est rectangulaire (fig. 121 et 155).

Rhopalodia (Epithémiacées) très étroit en vue valvaire et très large en vue connective ; la vue valvaire est en croissant et le canal raphéen est rejeté sur le bord convexe de la valve (fig. 156).

Nitzschia (Nitzschiacées) avec des valves de formes variables, linéaires ou elliptiques, droites ou sigmoïdes, rétrécies ou renflées au centre, à pôles arrondis ou capités. Le canal raphéen est creusé dans une carène saillante sur la marge de la valve. La section transversale du frustule est losangique, les raphés étant situés à des sommets diamétralement opposés (fig. 122, 157 et 158). Chez *Hantzschia* (Nitzschiacées), genre voisin, la section transversale est rectangulaire et les raphés situés du même côté de la valve sont superposés (fig. 159).

Surirella (Surirellacées) avec des valves elliptiques, lancéolées ou linéaires, parfois rétrécies en leur milieu ou même tordues en hélice. Le canal raphéen porté sur une sorte d'aile, fait le tour complet de la valve. La face valvaire est ornée de côtes rayonnantes et de stries (fig. 123 et 160). Un genre voisin *Cymatopleura* (Surirellacées) diffère de *Surirella* par les ondulations transversales existant sur les valves (fig. 161).

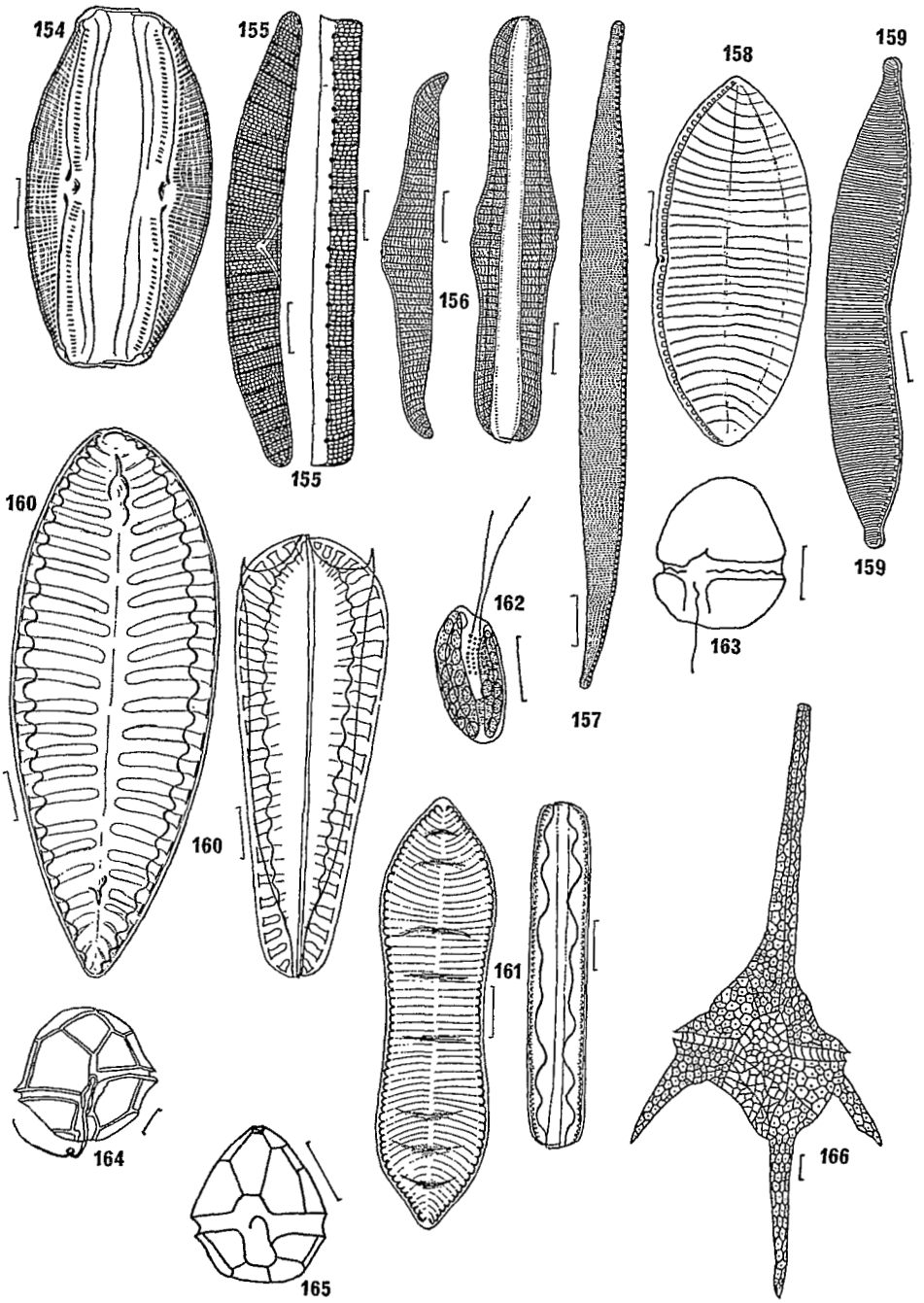


PLANCHE IX. — **154** : *Amphora ovalis*, vue connective. **155** : *Epithemia zebra*, vue valvaire et vue connective. **156** : *Rhopalodia gibba*, vue valvaire et vue connective. **157** : *Nitzschia sigma*, vue valvaire. **158** : *Nitzschia tryblionella var. victoriae*. **159** : *Hantzschia amphioxys*. **160** : *Surirella capronii*, vue valvaire et vue connective. **161** : *Cymatopleura solea*, vue valvaire et vue connective. **162** : *Cryptomonas erosa*. **163** : *Gymnodinium rotundatum*. **164** : *Peridinium cinctum*. **165** : *Peridinium pusillum*. **166** : *Ceratium hirundinella* (d'après BOURRELLY, sauf 162, 163, 165, 166 d'après COMPÈRE et 164 d'après LEFÈVRE).

RHODOPHYTES

Les Rhodophytes ne comprennent qu'une seule classe, les Rhodophycées ; ce sont pour la majorité des algues marines macroscopiques ; elles sont rares ou absentes dans les eaux douces soudaniennes.

PYRROPHYTES

Les Pyrrhophytes comprennent des algues unicellulaires presque toujours mobiles et biflagellées. Les réserves de la cellule sont constituées par de l'amidon extraplastidial. Les pigments contenus dans les plastes sont la chlorophylle a, la chlorophylle c, du carotène, des xanthophylles et parfois des biliprotéines : phycoérythrine et phycocyanine. Ils ne sont représentés que par quelques genres dans les eaux soudaniennes. L'embranchement des Pyrrhophytes comprend deux classes :

1. LES CRYPTOPHYCÉES

A deux fouets à insertion latérale sortant d'une dépression profonde : le cytopharynx. Nous ne citerons dans ce groupe que le genre *Cryptomonas* (Cryptomonadacées) avec des cellules libres, solitaires à contour réniforme ou elliptique, souvent plus large à l'apex qu'à la partie inférieure qui est parfois pointue ou recourbée. Dans l'apex, une échancrure se prolonge en un cytopharynx bien développé entouré de gros trichocystes en nombreuses séries régulières ; les deux flagelles de la cellule sont légèrement inégaux. Le plaste est unique, brun, rouge, bleu-vert ou jaune, il est pariétal et formé de deux grands lobes réunis par un pont étroit, d'où souvent l'aspect de deux plastes pariétaux. L'amidon est présent sous forme de grains arrondis ou polygonaux à la face interne du plaste (fig. 162). Les *Cryptomonas* sont abondants dans la région soudanienne ; les déterminations spécifiques doivent être faites sur du matériel frais.

2. LES DINOPHYCÉES

Les trois genres rencontrés couramment dans les eaux soudaniennes appartiennent à la sous-classe des Dinophycidées, ordre des Péridiniales. Cet ordre groupe les formes unicellulaires mobiles possédant deux fouets, l'un ondulant dans un sillon équatorial (cingulum) l'autre dans un sillon longitudinal (sulcus) perpendiculaire au précédent. Le genre *Gymnodinium* (Gymnodiniacées) comprend des cellules solitaires, mobiles, de forme ellipsoïdale, ne possédant pas de thèque mais une simple membrane. Le cingulum médian plan ou légèrement hélicoïdal fait le tour complet de la cellule, le sulcus est bien marqué. Les plastes bruns sont pariétaux discoïdes ou rubannés (fig. 163). Le genre *Peridinium* (Peridiniacées) a des cellules solitaires, mobiles, globuleuses ou ellipsoïdales, recouvertes d'une thèque cellulosique formée de plaques polygonales. Le cingulum divise la cellule en deux parties ; épithèque (ou épivalve) à treize ou quatorze plaques et hypothèque (ou hypovalve) à sept plaques, souvent égales mais l'hypothèque est parfois de taille plus réduite que l'épithèque (fig. 164 et 165). Ce genre est surtout riche en espèces marines mais plusieurs espèces existent en eau

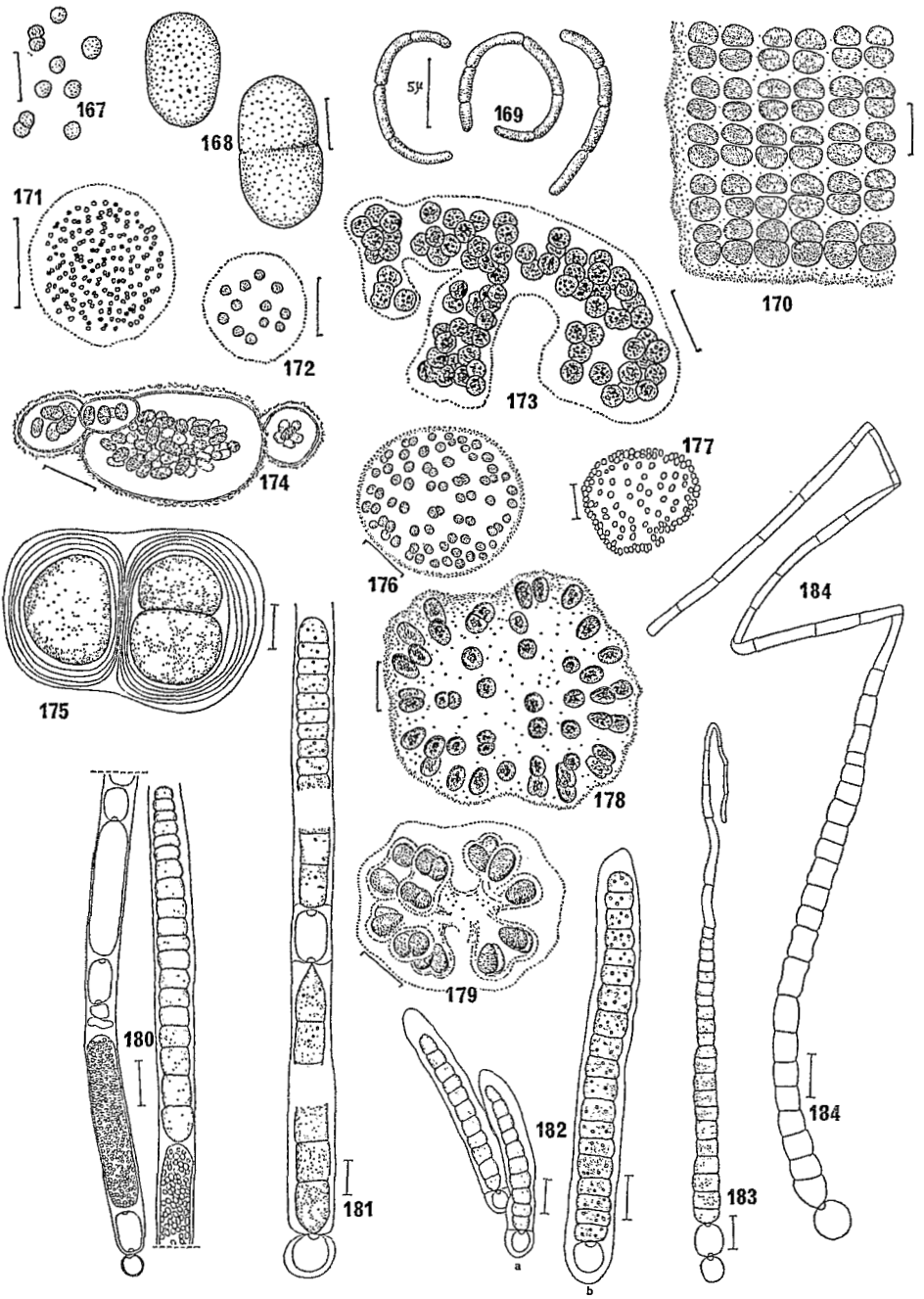


PLANCHE X. — **167** : *Synechocystis aquatilis*. **168** : *Synechococcus aeruginosus*. **169** : *Synechococcus leopoliensis*. **170** : *Merismopedia elegans*, morceau de colonie. **171** : *Microcystis delicatissima*. **172** : *Microcystis elachista*. **173** : *Microcystis aeruginosa*. **174** : *Aphanothece elabens*. **175** : *Chroococcus turgidus*. **176** : *Coelosphaerium kuetzingianum*. **177** : *Coelosphaerium conferium*. **178** : *Gomphosphaeria naegeliana*. **179** : *Gomphosphaeria aponina*. **180** : *Microchaete investiens*. **181** : *Microchaete uberrima*. **182** : *Calothrix brevissima* ; a : forme typique ; b : grande forme. **183** : *Calothrix scytonemicola*. **184** : *Rivularia aquatica* (167, 168, 169, 170, 174, 176, 178, 179 d'après BOURRELLY ; 171, 172 d'après WEST ; 173 d'après SMITH ; 175, 177, 180, 181, 182, 183, 184 d'après COMPÈRE).

douce. Quelques-unes, jamais très abondantes mais toujours facilement reconnaissables grâce à leur aspect particulier, ont été inventoriées dans les eaux soudaniennes.

Le genre *Ceratium* (Cératiacées) avec une longue corne sur l'épivalve et trois sur l'hypovalve n'est représenté que par l'espèce *Ceratium hirundinella* (fig. 166) d'ailleurs assez rarement rencontrée.

CYANOPHYTES

Les Cyanophytes ou algues bleues sont des algues Procaryotes. Plusieurs caractères négatifs permettent de définir ce groupe : absence de noyau véritable, absence de plastes, de mitochondries, d'appareil de Golgi, de vacuoles, absence de reproduction sexuée.

La structure des Cyanophytes est très variée, on rencontre des formes unicellulaires coccoïdes, des colonies, des filaments, des trichomes, des protothalles avec filaments rampants et filaments dressés, des cladomes, etc.

Les Cyanophytes ou Cyanophycées sont divisées en deux sous-classes : Les Coccogonophycidées qui groupent des formes solitaires ou coloniales, parfois filamenteuses mais sans hormogonies et à multiplication exclusivement par spores unicellulaires et les Hormogonophycidées qui groupent les formes filamenteuses se multipliant par hormogonies pluricellulaires.

LES COCCOGONOPHYCIDÉES comprennent trois ordres :

a) Les Chroococcales comprennent des Cyanophycées unicellulaires ou groupées en colonies de formes variées (cubique, sphérique, tabulaire) ou en archéthalles (paquets de cellules sans différenciation). Les genres les plus fréquemment rencontrés dans les eaux soudaniennes sont les suivants :

Synechocystis (Chroococcacées) à cellules sphériques solitaires libres dépourvues de gaine gélatineuse (fig. 167).

Synechococcus (Chroococcacées) à cellules allongées, cylindriques ou ellipsoïdales, solitaires ou groupées par deux après division transversale ; elles sont dépourvues de gaine gélatineuse abondante. Ces deux genres sont abondants dans les eaux riches en sels dissous (fig. 168 et 169).

Merismopedia (Chroococcacées) forme des colonies tabulaires monostromatiques flottantes de cellules globuleuses, ellipsoïdales ou cylindriques, dans une gelée homogène (fig. 170).

Microcystis (Chroococcacées) où les cellules sphériques sont groupées en colonies dans une gelée homogène le plus souvent incolore. Les cellules des espèces planctoniques possèdent souvent des peudovacuoles. Les colonies sont de formes variées : sphériques, cylindriques, lobées. *Microcystis* est très fréquent dans les eaux douces africaines, surtout dans les eaux stagnantes (mares, bassins, lacs) ; *M. elachista*, *M. delicatissima* pour les petites formes, *M. aeruginosa* pour les formes plus grandes sont les espèces les plus communément rencontrées (fig. 171 à 173).

Aphanothece (Chroococcacées) comprend des cellules allongées, ellipsoïdales ou cylindriques, droites ou courbes, réunies dans une gelée homogène incolore (fig. 174).

Chroococcus (Chroococcacées) avec des cellules sphériques groupées

par 2, 4 ou 8, rarement 16, chaque cellule étant entourée d'une gaine gélatineuse homogène ou stratifiée (fig. 9 et 175).

Coelosphaerium (Chroococcacées) forme des colonies sphériques creuses flottant librement où les cellules globuleuses sont disposées en une seule couche à la périphérie d'une gelée hyaline et homogène (fig. 176 et 177).

Gomphosphaeria où les cellules ellipsoïdales, sphériques ou ovoïdes sont réunies par des tractus dichotomiques (souvent peu visibles sans coloration) partant du centre de la colonie, le tout dans une gelée homogène (fig. 178 et 179). Parmi les espèces observées en zone soudanienne, *G. aponina* supporte des concentrations en sels dissous de l'ordre de 30 grammes par litre.

b) Les Pleurocapsales sont des Cyanophycées fixées sur les rochers et formant des protothales à filaments rampants portant des filaments dressés ramifiés. Elles sont absentes ou rares dans les eaux soudaniennes.

c) Les Chamaesiphonales comprennent des formes filamenteuses simples et des formes unicellulaires présentant le plus souvent une base fixée et au sommet différencié. Elles sont absentes ou rares dans les eaux soudaniennes.

LES HORMOGONOPHYCIDÉES comprennent deux ordres, les Stigonématales et les Nostocales.

a) Les Stigonématales forment des protothalles, comprenant un ensemble de filaments rampants et le plus souvent des filaments dressés croissant par division végétative. Cet ordre est peu ou pas représenté dans les eaux soudaniennes.

b) Les Nostocales (ou Oscillatoriales) comprennent les Cyanophycées filamenteuses, unisériées, avec ou sans hétérocystes, se multipliant par hormogonies ou akinètes. Les ramifications lorsqu'elles existent sont toujours de fausses ramifications. Chez certaines espèces (famille des Rivulariacées), une extrémité du trichome est effilée en poil pluricellulaire. Dans la plupart des familles, on note la présence de gaines gélatineuses entourant un ou plusieurs trichomes.

L'ordre renferme six familles, les genres les plus communs dans les eaux soudaniennes étant les suivants :

Microchaete (Microchaetacées) avec des trichomes unisériés présentant toujours un hétérocyste basal et une nette polarité, l'apex étant toujours plus étroit ou plus large que la base. Il y a un seul trichome par gaine avec éventuellement, en plus de l'hétérocyste basal, des hétérocystes intercalaires. Les filaments sont souvent groupés en bouquets radiaux ; les filaments sont alors soudés à leur base en une partie fixée, tandis que l'autre extrémité est dressée (fig. 180 et 181).

Calothrix (Rivulariacées) avec des filaments solitaires ou en touffes renflés à leur base qui présente un hétérocyste et effilés au sommet en poil articulé plus ou moins allongé. La gaine entourant le trichome est toujours visible, homogène ou stratifiée, hyaline ou colorée. Les fausses ramifications portent le plus souvent un hétérocyste à leur base, elles sont latérales, plus ou moins abondantes, elles sont parfois absentes. Certaines espèces possèdent à la base du trichome des akinètes cylindriques. Plusieurs espèces ont été signalées dans les eaux soudaniennes, 14 ont été inventoriées dans le lac Tchad (fig. 182 et 183).

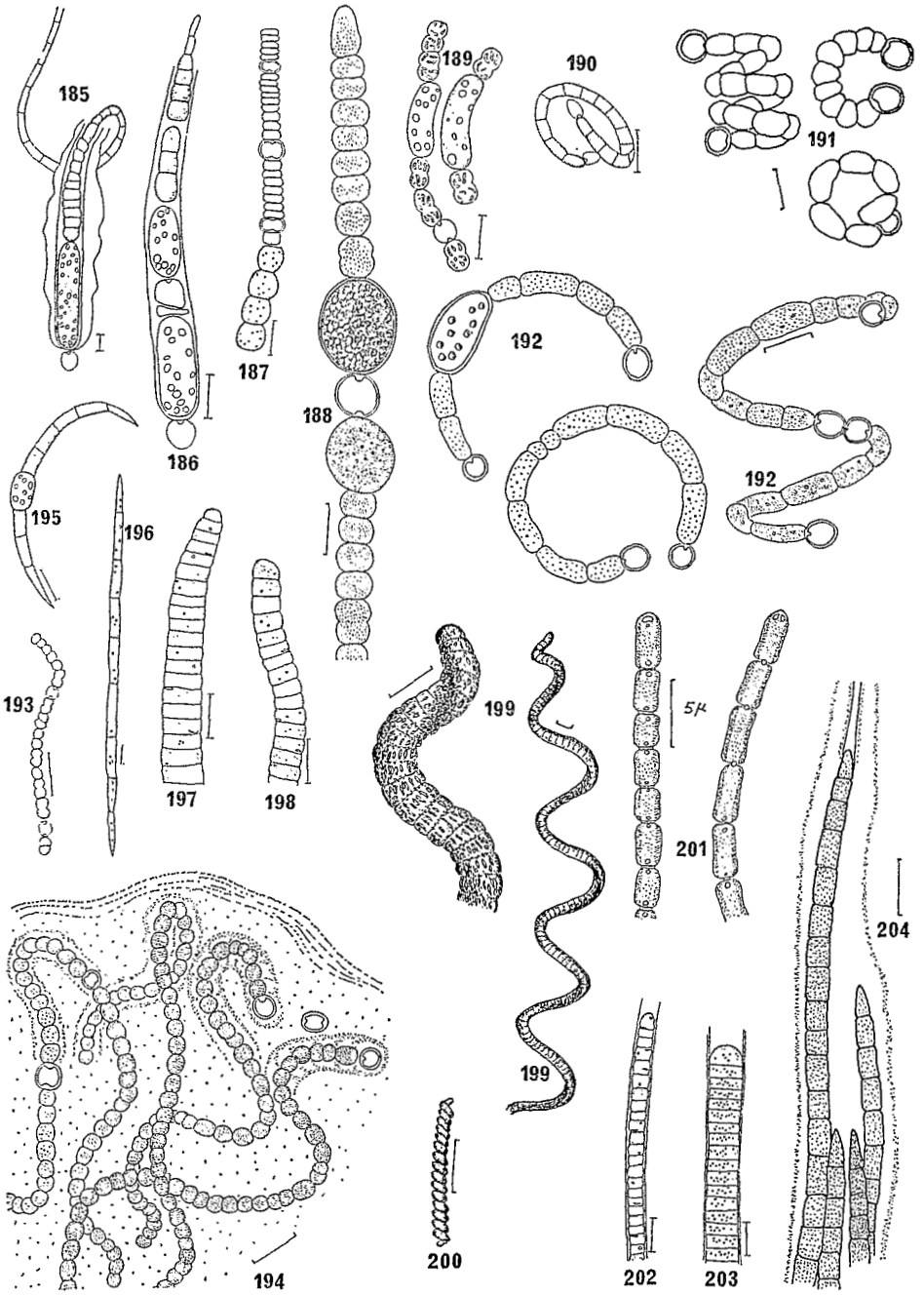


PLANCHE XI. — **185** : *Gloeotrichia natans*. **186** : *Gloeotrichia pilgeri*. **187** : *Nodularia harveyana*. **188** : *Anabaena sphaerica*. **189** : *Anabaena flos-aquae*. **190** : *Anabaenopsis tanganyikae*. **191** : *Anabaenopsis arnoldii*. **192** : *Anabaenopsis circularis*. **193** : *Nostoc entophytum*. **194** : *Nostoc piscinale*, détail du thalle. **195** : *Raphidiopsis curvata*. **196** : *Raphidiopsis mediterranea*. **197** : *Oscillatoria chalybea*. **198** : *Oscillatoria borgana*. **199** : *Oscillatoria platensis*. **200** : *Oscillatoria pseudolabyrinthiformis*. **201** : *Pseudanabaena catenata*. **202** : *Lyngbya mariensiana*. **204** : *Microcoleus lacustris* (185, 186, 187, 189, 190, 193, 195, 196, 197, 198, 202, 203, d'après COMPÈRE ; 188, 192, 194, 199, 200, 201, 204 d'après BOURRELLY).

Rivularia (Rivulariacées) forme des colonies gélatineuses sur les végétaux et les débris immergés. Les thalles globuleux, hémisphériques, fixés, sont constitués de filaments disposés radialement. Chaque filament possède une gaine avec un trichome à hétérocyste basal ; à l'apex, le trichome s'effile en poil articulé.

R. aquatica est abondant sur la végétation immergée du lac Tchad (fig. 184). Un genre voisin, *Gloeotrichia*, se distingue de *Rivularia* par la présence d'akinètes basaux (fig. 185 et 186).

Nodularia (Nostocacées) avec des filaments libres unisériés non ramifiés, à gaine plus ou moins épaisse ; les trichomes non différenciés aux extrémités sont formés de cellules cylindriques ou discoïdales le plus souvent plus courtes que larges. Des akinètes souvent disposés en séries et des hétérocystes sont intercalés dans le trichome (fig. 187).

Anabaena (Nostocacées) avec des filaments libres isolés, à cellules en grains de chapelet (moniliformes) ; des hétérocystes intercalaires sont présents, plus ou moins nombreux ; les akinètes, indispensables pour la détermination spécifique, sont solitaires ou en chaînes, contigus ou proches des hétérocystes.

Anabaena et plus spécialement *A. flos-aquae* forme souvent des fleurs d'eau sur les lacs sahéliens, en particulier sur le lac Tchad au cours de la saison chaude (fig. 188 et 189).

Anabaenopsis (Nostocacées) avec des trichomes droits ou spiralés présentant un hétérocyste terminal à chacune de leurs extrémités. Des hétérocystes intercalaires groupés par paire et des akinètes peuvent aussi se trouver au centre du filament. C'est un genre fréquent dans les eaux tropicales, et *A. circularis*, *A. arnoldii*, *A. tanganyikae* sont signalés dans de nombreux points de la région soudanienne (fig. 190 à 192).

Nostoc (Nostocacées) forme des thalles de grande taille (plusieurs centimètres) très gélatineux, renfermant de nombreux filaments enchevêtrés, moniliformes, non ramifiés. Hétérocystes et akinètes sont intercalaires. *N. entophytum* est l'une des espèces les plus communément trouvées dans les eaux soudaniennes (fig. 193 et 194).

Raphidiopsis (Nostocacées) avec des trichomes courts, solitaires, courbés en S ou en croissant, se terminant par une pointe aiguë à leurs deux extrémités. Il n'y a ni gaine, ni hétérocyste mais on peut observer des akinètes dans la partie centrale du trichome. *R. curvata* et *R. mediterranea* sont les espèces présentes dans le lac Tchad (fig. 195 et 196).

Oscillatoria (Oscillatoriacées) avec des trichomes libres, solitaires, non ramifiés, dépourvus de gaine et d'hétérocystes. Le trichome est cylindrique et l'apex présente parfois une forme particulière (courbé, capité, atténué... etc.). Les filaments sont mobiles et ces mouvements pendulaires hélicoïdaux sont caractéristiques du genre. Les Oscillaires forment des feutrages sur le fond ; elles peuvent être aussi très abondantes dans le plancton et former des fleurs d'eau.

Le genre *Oscillatoria* est divisé en deux :

— le sous-genre *Oscillatoria* qui groupe les espèces à trichome droit, soit environ 150 espèces dans toutes les eaux douces. Plus de 50 espèces existent rien que dans la région du lac Tchad (fig. 197 et 198) ;

— le sous-genre *Spirulina* qui groupe les espèces à trichome régulièrement enroulé en hélice plus ou moins serrée, soit une trentaine d'espèces dans les eaux douces en général. Leur déplacement s'effectue en se vrillant dans l'eau à la façon d'une vis (fig. 199 et 200). Les Spirulines sont abondantes dans les eaux salées et natronées sahéliennes, et une espèce *O. platensis* forme des fleurs d'eau particulièrement denses ; dans certaines régions du Tchad (Kanem), elle est récoltée, vendue sur les marchés sous forme de galettes et utilisée dans l'alimentation.

Pseudanabaena (Oscillatoriacées) avec des trichomes solitaires, mobiles, sans gaine. Les cellules, plus ou moins cylindriques, sont distantes les unes des autres mais réunies par un pont gélatineux. Il n'y a ni akinètes, ni hétérocystes chez la plupart des espèces. La cellule apicale conique ou arrondie est souvent différente de celles du trichome. *P. catenata* est l'espèce trouvée le plus souvent dans les eaux soudaniennes (fig. 201).

Lyngbya (Oscillatoriacées) peut être défini comme une *Oscillatoria* à trichome entouré d'une gaine ferme. Les filaments sont solitaires, libres ou fixés ou réunis en masses flottantes, les trichomes sont droits ou irrégulièrement enroulés (fig. 202 et 203).

Microcoleus (Oscillatoriacées) avec des trichomes très nombreux agglutinés les uns aux autres en un faisceau serré entouré d'une gaine gélatineuse ; l'ensemble forme des thalles cylindriques ou fusiformes laissant passer à leurs extrémités les pointes des trichomes (fig. 204).

Rôle des algues

L'importance des algues dans le milieu aquatique est due à leur situation à la base du cycle biologique existant dans l'eau. Elles constituent le point de départ de la chaîne alimentaire qui aboutit aux peuplements piscicoles exploités par l'homme. Utilisant l'énergie lumineuse, elles sont, quelques bactéries mises à part, les seuls organismes qui synthétisent des hydrates de carbone et de la matière organique à partir des éléments minéraux dissous dans le milieu. Une bonne connaissance du plancton végétal existant permet donc une appréciation sur la qualité de l'eau et sa valeur pour la production piscicole. Deux éléments doivent pour cela être pris en considération : la biomasse algale présente et sa vitesse de formation. La biomasse peut être estimée par comptages au microscope (ou à l'aide de compteurs de particules) ou par dosages de la quantité de chlorophylle présente par unité de volume du milieu. La formation de matière organique par le plancton végétal constitue la production primaire, elle est évaluée de façon indirecte par dosage des quantités d'oxygène dissous produites dans le milieu par le peuplement algal ou en mesurant, après addition d'éléments radioactifs (carbone 14 généralement) dans l'eau, la quantité de ces éléments assimilée dans le phytoplancton par unité de temps.

Une partie des algues est consommée par les phytoplanctophages : zooplanctontes, vers, crustacés, alevins et certaines espèces de poissons adultes ; quant aux algues non consommées, les substances qui les composent redeviennent, dans la plupart des cas, disponibles dans le cycle biologique de l'eau.

En dehors de ce rôle primordial dans la biologie des eaux, il faut citer les multiples utilisations directes dont font l'objet les algues d'eau douce ou marines.

En Asie, Rhodophytes et Phéophytes sont utilisées dans l'alimentation et entrent dans la composition de nombreux plats, principalement au Japon où les algues marines du genre *Porphyra* (Rhodophycée) sont très largement cultivées le long du littoral. Sur les autres continents, l'utilisation des algues comme nourriture pour l'homme est peu répandue. Au Tchad, *Oscillatoria platensis*, une Cyanophyte, est récoltée dans les mares natronées situées au nord du lac Tchad où elle se développe en masse ; elle est consommée par une partie des habitants de cette région. En Europe, des cultures semi-industrielles ont été tentées avec les algues des genres *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Oscillatoria* en vue d'obtenir des produits riches en protéines utilisables soit directement pour l'alimentation humaine, soit pour le nourrissage de la volaille ou du bétail.

Certaines algues marines sont récoltées pour l'extraction de colloïdes (agar-agar, carragahénine) employés pour les cultures de bactéries et de champignons en laboratoire et dans les industries pharmaceutique, photographique et alimentaire. Les accumulations d'algues calcaires sont utilisées dans certaines régions comme engrais.

Les algues sont à l'origine de nombreux dépôts calcaires ou siliceux, les thèques des organismes s'accumulant sur les fonds. Les dépôts de Diatomées fossiles constituent ainsi des couches géologiques d'une épaisseur pouvant atteindre plusieurs dizaines de mètres d'un matériau léger, friable et poreux : la diatomite. Les couches de diatomite, lorsqu'elles existent permettent de retracer l'évolution géologique d'une région, elles permettent en particulier de repérer les anciens niveaux des zones lacustres existant dans la zone soudanienne. Les diatomites ont, de plus, de nombreuses utilisations industrielles (absorbant, abrasif, isolant, etc.) et leurs gisements sont exploités, par exemple en France, dans le Massif Central et dans le Bassin Parisien.

Selon certains auteurs aussi, l'accumulation des algues dans les dépôts marins aurait contribué à la naissance de certains gisements pétroliers.

Signalons enfin que le phytoplancton constitue un très bon indicateur biologique de pollution des eaux douces. Dans les régions tempérées, les eaux les plus pures sont peuplées par des Rhodophycées, mais sont envahies par des Cyanophytes, puis des Euglénophytes lorsque le milieu devient plus eutrophe. Lorsque la pollution atteint son maximum, les algues disparaissent presque entièrement et sont remplacées par des bactéries des genres *Beggiatoa* et *Sphaerotilus*. On peut ainsi relier certaines algues ou certains groupes d'espèces à différents niveaux de pollution du milieu.

Biogéographie

Les inventaires algologiques portant sur les eaux soudaniennes sont encore rares ou très incomplets : la flore du lac Tchad peut seule être considérée comme bien connue. Des données assez complètes existent de plus sur la flore du fleuve Niger et quelques milieux spéciaux tels que les

mares natronées et les gueltas présahariennes ; pour la plupart des autres régions, on ne possède au mieux que des inventaires partiels.

Il apparaît donc difficile de définir dans l'état actuel de nos connaissances les caractéristiques générales propres aux peuplements d'algues de ces eaux ; on ne pourra donc qu'examiner et comparer quelques aspects, les proportions des différents groupes d'algues et l'abondance ou la rareté des formes tropicales par exemple, des florules connues jusqu'à présent.

La flore algale soudanienne est constituée au point de vue nombre de taxons par une forte proportion de Diatomophycées, de Chlorophytes et de Cyanophytes ; les Euglenophytes sont aussi en nombre relativement important tandis que Xanthophycées, Chrysophycées, Phéophycées, Rhodophycés et Pyrrhophytes sont absentes ou en nombre très réduit.

Une grande partie des taxons observés dans les eaux soudaniennes sont connus des régions tempérées et d'autres régions du globe. Une partie d'entre eux n'ont toutefois été observés que dans les régions chaudes d'Afrique, d'Asie ou d'Amérique et constituent, autant que les connaissances actuelles sur leur répartition permettent de l'établir, des formes tropicales exclusives ou préférentielles. La proportion de ces espèces sur l'ensemble des taxons inventoriés permet une première estimation approximative sur le caractère plus ou moins tropical d'une florule locale. On a ainsi observé dans des échantillons du Niger moyen 53 % (Bourrelly, 1957) et 45 % (Couté et Rousselin, 1975) de formes tropicales, toutefois les Diatomées n'étaient pas prises en compte dans cette étude ; au Tchad, 13 % de formes tropicales ont été inventoriées dans les pièces d'eau natronées à des degrés divers de la région du Kanem au nord-est du lac Tchad (Iltis, 1973) et 18 % dans les gueltas du massif de l'Ennedi (Compère, 1970).

Outre le pourcentage de ces formes dans l'ensemble de la flore, les Desmidiées sont considérées comme de bons indicateurs de répartition géographique et à partir de cette famille des indices empiriques ont été proposés par Bourelly (1957). Les proportions des espèces de chaque genre sur l'ensemble des espèces de cette famille présentes dans le milieu peuvent être calculés ; on évalue principalement le pourcentage de l'ensemble des taxons des genres *Pleurotaenium* plus *Euastrum* plus Demidiées filamenteuses et celui de *Pleurotaenium* plus Desmidiées filamenteuses sur le total des taxons appartenant aux Desmidiées. Ce dernier chiffre paraît donner les meilleures indications sur le caractère biogéographique des flores algales : il est d'au moins 10 % dans des échantillons provenant de régions comme le Brésil, l'Insulinde, Burma et Ceylan ; dans la zone soudanienne, il est de 14,5 % et 5,4 % pour le Niger au Mali, 11,2 % pour le Soudan, 4,4 % pour les eaux natronées du Kanem du Tchad, 8,5 % pour le lac Tchad (Compère 1967), 7 et 0 % respectivement pour les gueltas du Tibesti et de l'Ennedi. Le pourcentage *Pleurotaenium* plus *Euastrum* plus Desmidiées filamenteuses qui dépasse généralement 20 % dans les eaux tropicales est de 28,5 % et 17 % pour le Niger ou Mali, 23,6 % pour le Soudan, 19,2 % pour le lac Tchad, 16,7 % pour le Tibesti, 6,6 % pour le Kanem et 5,5 % pour l'Ennedi.

On peut donc conclure que la flore algale des fleuves et lacs soudaniens présente un caractère tropical dans l'ensemble moyennement marqué ; les flores des milieux particuliers tels que, au Tchad, les eaux natronées du Kanem ou les mares et gueltas du Tibesti et de l'Ennedi, possèdent des caractéristiques spéciales et les formes tropicales y apparaissent en plus faible proportion.

Références bibliographiques

A. Ouvrages généraux

A review of methods used for quantitative phytoplankton studies, 1974. *UNESCO technical papers in marine science*, n° 18, 27 p., multigr.

Bourrelly (P.), 1966-1968-1970. — Les algues d'eau douce. 1, algues vertes ; 2, algues jaunes et brunes ; 3, algues bleues et rouges. *N. Boubée et Cie, Paris*, 511 p., 438 p. 438 p. et 512 p.

Dussart (B.), 1966. — Limnologie. *Gauthier-Villars*, Paris, 677 p.

Feldmann (J.), 1963. — Les algues *in* Botanique (P. P. Grassé), *Masson et Cie*, Paris, p. 83-249.

Gayral (P.), 1975. — Les algues. Morphologie. Cytologie. Reproduction. Écologie. *Doin*, Paris, 166 p.

Grasse (P. P.), 1952. — Traité de Zoologie - I. Phylogénie. Protozaires. Généralités, Flagellés. *Masson et Cie*, Paris, 1071 p.

Lund (J. W. G.), Kipling (C.), Le Cren (E. D.), 1958. — The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia*, 11,2 : 143-170.

Round (F. E.), 1965. — The biology of the Algae. *Edward Arnold*, London, 278 p.

Schwoerbel (J.), 1966. — Methoden der Hydrobiologie. *Kosmos*, Stuttgart, 208 p.

Smith (G. M.), 1938. — Cryptogamic botany — I, Algae and Fungi. *Mc Graw Hill*, New York and London, 545 p.

Utermohl (H.), 1958. — Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik — *Mitt. int. Verein theor. angew. Limnol.*, 9, 38 p.

Welch (P. S.), 1948. — Limnological methods. *Blackiston Cy*, Philadelphie Toronto, 381 p.

B. Systématique de la région soudanienne

Abdin (G.), 1947. — Communities of Sessile Algae in Aswan Reservoir. *Palest. J. Bot. hort. Sci.*, 4 : 105-106.

Abdin (G.), 1948. — Seasonal distribution of phytoplankton and Sessile Algae in the River Nile, Cairo. *Bull. Inst. Egypt.*, 29 (1946-47) : 369-382.

Abdin (G.), 1948. — A few notes on the little known Algal species observed in Aswan Reservoir. *Proc. Egypt. Acad. Sci.*, 3 : 53-55.

Abdin (G.), 1949. — Benthic Algal flora of Aswan Reservoir (Egypt). *Hydrobiologica*, 2 : 118-133.

Abdin (G.), 1954. — Algal Lithophytes of the Aswan Reservoir Area. *Bull. Inst. Egypt.*, 35 (1952-53) : 93-102.

Amosse (M.), 1934. — Diatomées du Tibesti et du Djourab. *C. R. Acad. Sci.*, 142 : 143-153.

Amosse (M.), 1935. — Note sur un dépôt de Diatomées provenant de la région nord du Niger. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 2, 7 : 275-278.

AMOSSE (M.), 1941. — Diatomées du Sahara septentrional et central. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.*, 32 : 126-152.

AMOSSE (M.), 1970. — Diatomées marines et saumâtres du Sénégal et de la Côte d'Ivoire. *Bull. I.F.A.N.*, ser. A., 32, 2 : 289-311.

BACHMANN (H.), 1933. — Phytoplankton von Victoria Nyanza, Albert Nyanza und Kiogasee. *Ber. Schweiz bot. ges.*, 42 : 705-717.

BACHMANN (H.), 1936. — Phytoplankton from the Nile. Ministry of Commerce and Industry, Egypt. Fisheries Research Directorate. Notes & mémoirs 22.

BASTOW (R.), 1960. — The diatom-flora of the Sudan. *J. Quecketl micr. club.* 5, 9 : 236-246.

BEHRE (K.), 1958. — Cyanophyceen aus den Gebirge von Tibesti. Gesammelt von Hern Quezel *in* Mission Botanique au Tibesti. *Mem. Inst. Rech. Sahar.*, 4 : 13-22.

BORGE (O.), 1899. — Uber tropische und subtropische Süsswasserchlorophyceen. *Bih. svensk vetens. Akad. Handl.*, 24 (3, 12) : 1-33.

BOURRELLY (P.), 1957. — Algues d'eau douce du Soudan français, région du Macina. *Bull. I.F.A.N.*, ser. A, 19 : 1047-1102, 2 pl.

BROOK (A. J.), 1954. — A systematic account of the phytoplankton of the Blue and White Nile. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 12, 7 : 648-656.

BROOK (A. J.), *et al.*, 1957. — A bibliography of African freshwater Algae. *Rev. Alg.*, 2, 4 : 207-238.

CHEVALIER (A.), 1920. — Exploration botanique de l'Afrique Occidentale Française. 1) Énumération des plantes récoltées. *Algae:* 785-789 (dét. P. Hariot) Paris.

COMPÈRE (P.), 1967. — Algues du Sahara et de la région du lac Tchad. *Bull. jard. Bot. Nat. Belg.*, 37 (2) : 109-288.

COMPÈRE (P.), 1970. — Contribution à l'étude des eaux douces de l'Ennedi. III : Algues. *Bull. I.F.A.N.*, 32, ser. A, 1 : 18-64.

COMPÈRE (P.), 1974. — Cyanophycées de la région du lac Tchad ; taxons, combinaisons et noms nouveaux. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 44 : 17-21.

COMPÈRE (P.), 1974. — *Mallomonas bronchartiana*, Chrysophycée nouvelle du lac Tchad. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 44 : 61-63.

COMPÈRE (P.), 1974. — Algues de la région du lac Tchad. II Cyanophycées. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol.*, VIII, 3-4 : 165-198.

COMPÈRE (P.), 1975. — Algues de la région du lac Tchad. III. Rhodophycées, Euglénophycées, Cryptophycées, Dinophycées, Chrysophycées, Xanthophycées. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol.*, IX, 3 : 167-192.

COMPÈRE (P.), 1975. — Algues de la région du lac Tchad. IV. Diatomophycées. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, IX, 4 : 203-290.

COMPÈRE (P.), 1975. — Diatomées de la région du lac Tchad ; taxons, combinaisons et noms nouveaux. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 45 : 373-382.

COMPÈRE (P.), 1976. — Algues de la région du lac Tchad. V. Chlorophycophytes (1re partie). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, X, 2 : 77-118.

COMPÈRE (P.), 1976. — Algues de la région du lac Tchad. VI. Chlorophycophytes (2e partie : Ulotrichophycées, Zygnématacées). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, X, 3 : 135-200.

COMPÈRE (P.), 1977. — Algues de la région du lac Tchad. VII. Chlorophycophytes (3e partie : Desmidiées) *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, XI, 2 : 77-177.

CORILLION (R.), GUERLESQUIN (M.), 1973. — Remarques sur les Characées d'Afrique intertropicale. *Vehr. Int. Verein. theor. angew. Limnol.*, 18, 3 : 1380-1384.

COUTE (A.) ROUSSELIN (G.), 1975. — Contribution à l'étude des algues d'eau douce du Moyen Niger (Mali). *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, 3e série, 277, Botanique 21 : 73-175.

DADAY (E. von), 1910. — Beitrage zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils. *S. Akad. Wiss. Wien*, 119 : 537-589.

EHRENBERG (C. G.), 1856. — Uber das mikroscopische Leben der centralen Landlächen Mittel-Afrika's nach Dr Vogels Materialen. *Monatsber. K. preuss Akad. Wiss. Berlin.* : 323-338.

EHRLICH (A.), MANGUIN (E.), 1970. — Examen de quelques Diatomites du Tibesti et du Bahr el Ghazal (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géologie*, 2, 1 : 153-157.

FAURE (H.), MANGUIN (E.), NYDAL (R.), 1963. — Formations lacustres du Quaternaire supérieur du Niger oriental : Diatomites et âge absolu. *Bull. B.R.G.M.*, 3 : 41-63.

FOGED (N.), 1966. — Freshwater diatoms from Ghana. *Biol. ser. Danske Vid. Selsk.*, 15, 169 p.

FOTT (B.), KARIM (A. G. A.), 1973. — *Spirulina* plankton community in a lake in Jebel Marra, Sudan. *Arch. Protistenk.*, 115 : 408-418.

FREMY (P.), 1930. — Les Myxophycées de l'Afrique Équatoriale Française. *Arch. Bot.* (Caen), Mem. 3, 2, 508 p.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1941. — Algues des eaux continentales africaines. I Algues du Sahara septentrional et central. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 32 : 79-152.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1949. — Liste des algues provenant de contenus intestinaux de poissons du Niger moyen, *in* : Données statistiques et biologiques sur quelques poissons du Niger Moyen (Th. Monod). *Cybium*, 4 : 55-61, annexe.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1958. — Algues *in* Mission Botanique au Tibesti par P. QUEZEL. Mem. Inst. Rech. Sahar., 4 : 27-43.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1963-1964. — Oedogoniacées africaines. *Nova Hedwigia* VI et VII, 153 et 481 p.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1965. — Zygnémacées africaines. *Beih. Z. Nova Hedwigia* 20, 210 p.

GIGOT-PINARD (C.), 1966. — Formations récentes du Tchad. Étude systématique des Diatomées. *B.R.G.M.* 66/8, 31 p., 2 pl., multigr.

GRÖNBLAD (R.), 1962. — Sudanese Desmids. II. *Act. Bot. Fenn*, 63 : 1-19.

GRÖNBLAD (R.), PROWSE (G. A.), SCOTT (A. M.), 1958. — Sudanese Desmids. *Act. Bot. Feun.*, 58 : 1-82.

GUERMEUR (P.), 1954. — Diatomées de l'A.O.F. (Première liste = Sénégal) *I.F.A.N.*, catalogue, 12, 137 p.

GUTWINSKI (R.), CHMIELEWSKI (Z.), 1906. — Contribution à l'étude des algues du Cameroun. *Ann. Biol. Lacust.*, 1 : 168-179.

HAMMERTON (D.), 1968. — Recent discoveries in the caldera of Jebel Marra. *Sudan Notes and Records*, 49 : 136-148.

ILTIS (A.), 1970. — Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad) IV. Note sur les espèces du genre *Oscillatoria*, sous-genre *Spirulina* (Cyanophyta). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, IV, 314 : 129-134.

ILTIS (A.), 1971. — Algues nouvelles des mares du Kanem (Tchad). *Rev. Alg.*, nouv. ser., 10, 2 : 172-176.

ILTIS (A.), 1971. — Note sur *Oscillatoria* (sous-genre *Spirulina*) *platensis* (Nordst.) Bourrelly (Cyanophyta) au Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, V, 1 : 53-72.

ILTIS (A.), 1972. — Remarques taxinomiques sur les algues des mares du Kanem (Tchad). *Rev. Alg.*, nouv. ser., 10, 4 : 334.

ILTIS (A.), 1972. — Algues des eaux natronées du Kanem (Tchad) 1re partie. *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Hydrobiol.*, VI, 3-4 : 173-346.

ILTIS (A.), 1973. — Algues des eaux natronées du Kanem (Tchad) 2e partie. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VII, 1 : 25-54.

ILTIS (A.), COMPÈRE (P.), 1974. — Algues de la région du lac Tched. I. Caractéristiques générales du milieu. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VIII ; 3-4.

KARIM (A. G. A.), 1968. — Studies on the freshwater algae of the Sudan I. On the ecology of the algae of Wadi Galol - Jebel Marra. *Hydrobiologia*, 32, 1-2 : 33-46.

KARIM (A. G. A.), 1975. — Studies on the freshwater algae of the Sudan II. The distribution of the Bacillariophyceae of Wadi Galol, Jebel Marra. *Hydrobiologia*, 47, 1 : 31-42.

KAUFMANN (P.), 1897. — Sur le prétendu Nil vert. *Revue d'Égypte*, 4 : 105-113.

LÉONARD (J.), COMPÈRE (P.), 1967. — *Spirulina platensis* (Gom.) Geitler, algue bleue de grande valeur alimentaire par sa richesse en protéines. *Bull. jard. Bot. Nat. Belg.*, 37 (1), suppl., 23 p.

MANGUIN (E.), 1958. — Diatomées du Borkou et du Tibesti *in* Mission Botanique au Tibesti, par P. Quezel. *Mem. Inst. Rech. Sahar.*, 4 : 23-26.

MARCHESONI (V.), 1946. — Il popolamento algologico delle acque del Deserto Libico. *Nuovo G. bot. Ital.*, N.S., 53 : 524-534.

MONOD (T.), 1952. — Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental). Algae. *Bull. I.F.A.N.*, A, 14 : 436-437.

MONOD (T.), 1954. — Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. Notes botaniques sur l'Adrar (Sahara occidental). Algae. *Bull. I.F.A.N.*, A, 16, 30.

MULLER (O.), 1899. — Bacillariaceen aus den Natronthalern von El Kab. (Ober Aegypten). *Hedwigia*, 38 : 274-321.

POUQUES (M. L. de), 1956. — Examen de la flore algale de quelques mares du Sénégal. *Bull. Soc. Sci. Nancy*, n.S., 15, 2 : 77-83.

PROWSE (G. A.), 1954. — Phytoplankton *in* Annual Report Hydrobiological Research Unit, University College Khartoum, 1 : 12-14.

ROSS (R.), 1955. — The algae of the East African Great Lakes. *Verh. Int. Ver. Limnol.* 12 : 320-326.

ROUND (F. E.), 1961. — The composition of some Diatomites from the Southern Sahara. *Journ. R. Microsc. Soc.* 80 : 59-69.

ROUND (F. E.), 1961. — Some algae from the Ennedi mountains of French Equatorial Africa. *Journ. R. Microsc. Soc.* 80 : 71-82.

RZOSKA (J.), BROOK (A. J.), PROWSE (G. A.), 1955. — Seasonal plankton development in the White and Blue Nile near Khartoum. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 12 : 327-334.

SALAH (M.), TAMAS (G.), 1970. — General preliminary contribution to the plankton of Egypt. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. UAR*, 1 : 305-337.

SCHWABE (G. H.), SIMONSEN (R.), 1961. — Cyanophyceen und Diatomeen aus der Krateroase Wau - en - Namus (Fezzan, Zentrale Sahara). *Int. Revue Ges. Hydrobiol.*, 46, 2 : 255-268.

SERPETTE (M.), 1955. — Contribution à l'étude des Cyanophycées de l'Afrique Occidentale. *Bull. I.F.A.N.*, ser. A, 17, 3 : 769-804.

WEST (G. S.), 1909. — Phytoplankton from the Albert Nyanza. *J. Bot Lond.*, 47 : 244-246.

WOODHEAD (N.), TWEED (R. D.), 1958. — A check list of tropical West African algae (Fresh and brackish water) *Hydrobiologia,* 11, 3-4 : 299-395.

WOODHEAD (N.), TWEED (R. D.), 1960. — A second check list of tropical West African algae. *Hydrobiologia,* 15, 3 : 225-286.

Les plantes aquatiques 2

(Plantes à fleurs et Fougères)

ALINE RAYNAL-ROQUES

Dans les eaux douces, les plantes de grande taille (« macrophytes ») sont d'un intérêt particulier aussi bien sur les plans écologique qu'économique ; elles jouent un rôle prépondérant au sein des écosystèmes aquatiques puisque d'une part elles oxygènent l'eau grâce à la photosynthèse, et d'autre part elles contribuent à la purification du milieu par la possibilité qu'elles ont d'absorber et fixer des éléments minéraux dissous : ce sont donc des agents essentiels de régénération de l'eau propre dont il faut souligner l'importance en notre époque de pollution.

Par cette même propriété les plantes contribuent à dessaler les eaux saumâtres près des côtes, accroissant ainsi le volume des eaux douces ; au-delà d'une dessalure, certaines plantes peuvent acidifier le milieu ; par ailleurs, elles favorisent activement la sédimentation dont la progression tend à augmenter la surface des terres émergées. La dynamique des écosystèmes est donc directement liée à l'action biologique des plantes supérieures ; la présence ou l'absence de certaines espèces peut même orienter l'évolution d'un milieu vers différents équilibres biologiques et écologiques. Lorsqu'il est atteint, le maintien d'un tel équilibre est encore le fait de plantes qui assurent la constance de nombreuses caractéristiques du milieu (teneur en oxygène, en sels, pH par exemple).

Les macrophytes offrent à des organismes de toutes sortes des habitats variés, des abris, des supports, et surtout la nourriture de base qui assure, directement ou non, la vie dans les eaux douces. Les plantes aquatiques contribuent largement à l'alimentation humaine, indirectement par leur importance dans la nutrition des animaux (poissons en particulier), et d'une

manière très directe : c'est parmi elles que se trouve le riz dont l'importance n'est pas à souligner ; à un degré moindre mais non négligeable dans les régions que nous étudions ici, diverses plantes sauvages constituent des aliments d'appoint.

Beaucoup d'autres fournissent des pailles (pour les nattes, les toits...), des aliments pour le bétail, des engrais, des remèdes ; on peut citer pour exemple le *Papyrus* aux usages multiples : il est associé intimement à la vie des populations des régions où il pullule, et les nombreuses possibilités techniques qu'il offre ont contribué à l'essor de la civilisation égyptienne.

Cependant, les plantes aquatiques peuvent être nuisibles dans certaines circonstances : elles peuvent proliférer aux dépens des poissons, des cultures (rizières), ou obstruer les voies navigables, les canaux d'irrigation ; elles peuvent héberger des parasites de cultures, favoriser des animaux nuisibles à l'homme, des vecteurs de maladies...

Étant donnée cette variété d'utilités, d'usages, de nuisances et de comportements, il est important de connaître le nom des plantes aquatiques; lui seul permet de réunir les informations concernant telle ou telle espèce ; c'est vers ce but résolument pratique que nous tendrons dans ce chapitre.

Qu'est-ce qu'une plante aquatique? nous trouvons tous les intermédiaires entre les plantes strictement submergées et celles qui subissent quelques brèves semaines d'inondation saisonnière : la limite entre plantes aquatiques et plantes de marécages est difficile à tracer, et c'est pourquoi le choix des genres traités ici peut sembler parfois inconstant. Les plantes qui fleurissent normalement dans l'eau, même si seule leur base est inondée, sont ici considérées comme aquatiques ; beaucoup d'entre elles terminent leur fructification après la disparition de l'eau, pendant l'étiage. Les plantes qui vivent un certain temps en aquatiques mais ne fleurissent qu'après le départ de l'eau sont exclues, sauf quelques-unes jugées utiles à connaître car ce sont de bons indices écologiques, ou de bons repères physionomiques. Enfin, un grand nombre de plantes pourront s'observer dans l'eau, à la suite d'une crue exceptionnelle par exemple, sans que leur biologie normale soit aquatique ; c'est le cas des plantes de marécages, mais éventuellement de plantes de terre ferme, susceptibles de survivre tant bien que mal à une submersion temporaire ; ces aquatiques occasionnelles ne devront pas abuser l'utilisateur de ce travail où elles ne figurent pas.

Morphologie et biologie

GÉNÉRALITÉS

Nous envisageons ici les « plantes supérieures », c'est à dire les Fougères et les plantes à fleurs. Ce sont des organismes chlorophylliens, donc capables d'assimiler le gaz carbonique et de produire de l'oxygène ; leurs diverses parties sont différenciées d'une part en organes spécialisés, d'autre part en tissus particuliers parmi lesquels il faut citer les conducteurs de la sève (vaisseaux entre autres).

Chez les Fougères, les feuilles et les racines sont portées par une tige plus ou moins courte (fig. 194, 197) ; elles ne fleurissent pas mais produisent des « fructifications » (sur des feuilles ou directement sur la tige) qui contiennent des spores (fig. 196, 197, 201) ; après dissémination, celles-ci donnent naissance à des plantes minuscules, éphémères, qui portent des organes sexuels microscopiques : après fécondation, ils produisent de jeunes fougères.

Les plantes à fleurs comportent typiquement des racines, des feuilles, des tiges et des fleurs (fig. 1). Les fleurs (fig. 5, 6) sont le siège de la reproduction sexuée de la plante : on y trouve des étamines qui produisent du pollen (organes mâles), et un pistil qui contient des ovules (organe femelle). Certaines plantes ont des fleurs bisexuées, chez d'autres les fleurs mâles et femelles sont distinctes. Le pollen se disperse, et va féconder les organes femelles : chaque ovule fécondé deviendra une graine, et le pistil un fruit ; les graines donneront ultérieurement de jeunes plantes.

Rappel de quelques structures végétales et vocabulaire

Les définitions sont surtout rappelées sous la forme de schémas synthétiques (pl. I, II, III).

Vocabulaire très succinct :

Akène : petit fruit sec ne contenant qu'une seule graine.

Bractée : pièce parfois semblable à une feuille, dont l'aisselle contient une fleur ou un rameau inflorescentiel (fig. 2).

Calice : ensemble des sépales (fig. 5, 6).

Capsule : fruit sec ou membraneux contenant des graines nombreuses.

Carpelle : élément du pistil contenant les ovules qui, après fécondation, deviendront les graines (fig. 7, 8).

Cléistogame : se dit d'une fleur dont le périanthe ne s'ouvre pas : la fécondation se fait sans qu'il y ait épanouissement (pl. XVII, fig. 2, 3, 4).

Corolle : ensemble des pétales (fig. 5, 6).

Étamine : unité mâle de la fleur (fig. 5, 6) ; dans son anthère s'élabore le pollen.

Ovaire : partie du pistil qui contient les ovules ; il peut être supère (les 2 cycles du périanthe sont insérés autour de sa base) ou infère (le périanthe est inséré à son sommet) (fig. 5, 6).

Périanthe : les deux enveloppes de la fleur, calice et corolle.

Pistil : Unité femelle de la fleur ; typiquement constitué de carpelles, unis et indiscernables à première vue, ou indépendants (fig. 7, 8).

Scape : tige nue ne portant qu'une inflorescence à son sommet (fig. 1, 13).

Spathe : pièce non foliacée qui enveloppe les fleurs (fig. 185).

Le vocabulaire spécialisé, propre à certaines familles (Graminées et Cypéracées par exemple) est explicité au chapitre correspondant, dans l'énumération systématique.

Quelques termes ont été écartés (de la clé en particulier) lorsqu'ils ont semblé peu communs, et qu'il était facile de leur substituer des mots à signification morphologique peut-être moins précise, mais plus accessibles au non-spécialiste ; on a par exemple appelé « pétales » les pièces florales

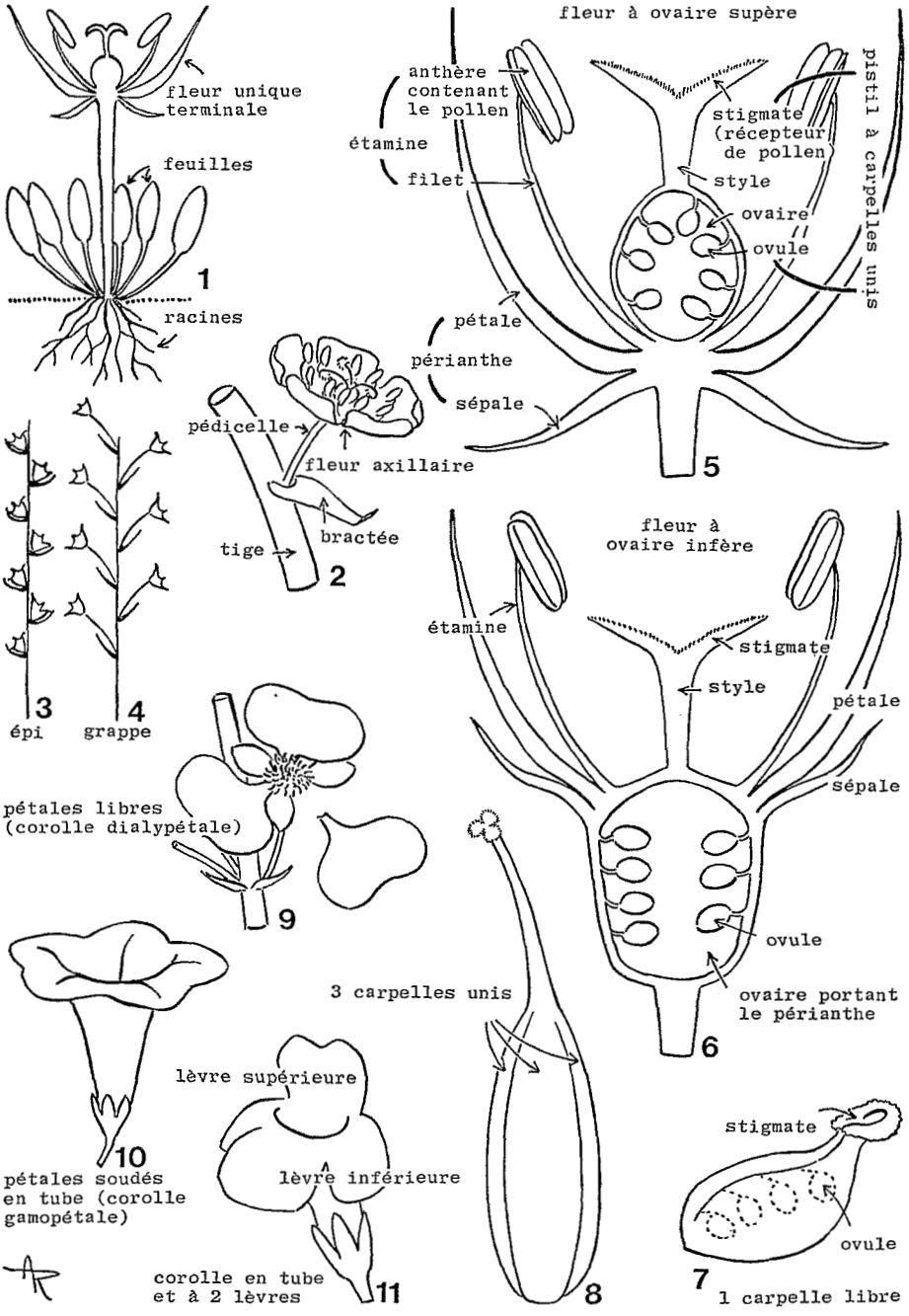


PLANCHE I. — **1**, schéma d'une plante à fleurs ; **2**, **3** et **4**, fleurs axillaires et inflorescences ; **5**, fleur à ovaire supère ; **6**, fleur à ovaire infère ; **7**, carpelle indépendant *(Aponogeton)* ; **8**, 3 carpelles unis en un pistil *(Heteranthera)* ; **9**, fleur à pétales libres *(Sagittaria guyanensis)* ; **10**, fleur à corolle tubuleuse et régulière *(Ipomoea aquatica)* ; **11**, fleur à corolle tubuleuse et bilabiée *(Dopatrium junceum)*.

colorées, même lorsqu'elles représentent les 2 enveloppes du périanthe et qu'on devrait alors les appeler « tépales ».

PARTICULARITÉS DES PLANTES AQUATIQUES

Elles sont plus ou moins modifiées dans leur forme et leur structure par l'adaptation à ce mode de vie : la distinction des organes classiques (racines, feuilles, tiges) peut parfois s'estomper chez des plantes constituées de lames ou de filaments verts ; les fleurs elles-mêmes sont souvent réduites aux seuls organes sexuels, minuscules (fig. 40, 41).

La spécialisation des tissus peut tendre à s'atténuer ; les éléments vasculaires conducteurs de la sève, pourtant caractéristiques des plantes à fleurs, sont peu nombreux, à peine différenciés, et certains groupes strictement adaptés à cette biologie n'en contiennent pratiquement pas. Des concrétions minérales se trouvent souvent dans les tissus des plantes aquatiques, et les productions mucilagineuses ne sont pas rares (*Brasenia* par ex., fig. 79).

Les cellules épidermiques contiennent de la chlorophylle et jouent un rôle essentiel dans l'assimilation du gaz carbonique, tandis que dans les organes aériens les épidermes sont dépourvus de chlorophylle ; ces derniers sont par ailleurs parsemés de stomates (pores) permettant la circulation de l'air, nuls ou presque dans les organes submergés qui, par la fonction chlorophyllienne, utilisent le gaz carbonique dissous.

L'importance des tissus aérifères est l'un des caractères remarquables des plantes aquatiques ; ces éléments spongieux, lacuneux, pleins d'air, ont un rôle de flotteurs évident qui assure soit le port dressé d'organes submergés, soit le flottement entre deux eaux ou en surface. Les organes submergés sont toujours plus ou moins affectés par la présence de lacunes aérifères ; ils peuvent en être profondément modifiés, et même transformés en flotteurs spécialisés. On rencontre ainsi des pétioles renflés (fig. 36, 43), des tiges aux entre-nœuds gonflés d'air (fig. 82) ; chez certaines espèces, des racines spongieuses (distinctes des racines « normales ») servent de flotteurs (fig. 37) ; chez d'autres, ce rôle est tenu par de petites feuilles (fig. 38).

PARTICULARITÉS BIOLOGIQUES

Il est des plantes qui effectuent leur cycle entier sous l'eau (fig. 40) : à la rigueur, leurs fleurs seules émergent (fig. 41, 44) ; parmi elles, certaines sont enracinées au fond (fig. 44), et d'autres flottent librement entre deux eaux (fig. 41) : ces dernières sont en général dépourvues de racines. Les racines lorsqu'elles existent (la plupart du temps) peuvent s'insérer dans le sol comme celles des plantes terrestres ; mais en outre, des racines différenciées peuvent exister et flotter dans l'eau, gonflées d'air ou non ; certaines plantes ont deux ou trois types de racines bien distincts (fig. 37).

Les feuilles peuvent être submergées, flotter étalées à la surface, ou se dresser au-dessus ; une même espèce peut produire 2 ou 3 types de feuilles, éventuellement sur le même rameau : leurs formes sont alors souvent différentes (fig. 39, 42, 70). Parallèlement à leur situation dans ou hors de l'eau, les feuilles ont des formes, des textures et des structures anatomiques différentes. Submergées, elles sont soit formées de segments très fins (fig. 41,

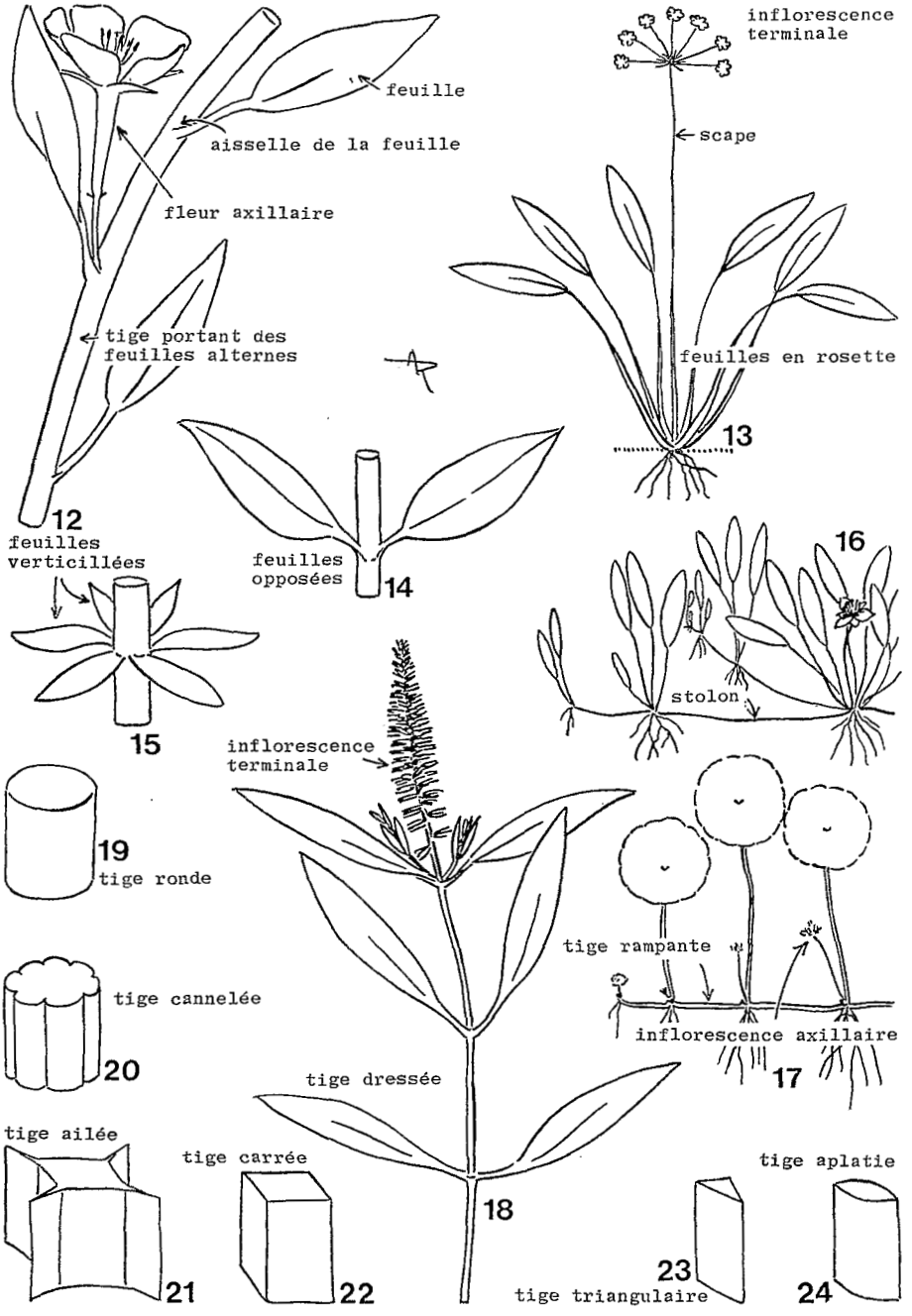


PLANCHE II. — **12**, *Ludwigia adscendens* ; **13**, *Tenagocharis latifolia* ; **14** et **15**, feuilles groupées, par 2 ou plus, au même niveau sur la tige ; **16**, *Ranalisma humile* ; **17** : *Hydrocotyle ranunculoides* ; **18**, *Centrostachys aquatica* ; **19**, à **24**, différentes formes de sections des tiges.

55 ; pl. XV) branchus ou non, soit planes (fig. 42, 44, 66) et alors membraneuses, minces, légèrement translucides ; il n'y a généralement pas de différenciation entre faces supérieure et inférieure, le tissu chlorophyllien est réparti sur les deux faces. Les feuilles aériennes ont un épiderme inférieur muni de stomates par lesquels l'air circule jusqu'aux tissus chlorophylliens sous-épidermiques. Les feuilles flottantes étalées en surface (fig. 39, 69, 70, 180) montrent également une différenciation entre les deux faces, mais selon des modalités différentes : les stomates se trouvent dans l'épiderme supérieur, l'épiderme inférieur, au contact de l'eau, ne permettant pas la circulation de l'air ; cette face inférieure est souvent rougeâtre.

Même chez les plantes strictement aquatiques, la floraison est souvent aérienne (fig. 39, 42, 44) : les fleurs s'épanouissent hors de l'eau et sont fécondées comme celles des plantes terrestres ; leur pollen est transporté par le vent, par des insectes (souvent des Diptères), plus rarement par la surface de l'eau sur laquelle, difficilement mouillable, il glisse ; il faut préciser qu'un pollen aérien est tué par phénomène osmotique lorsqu'il est mouillé ; certaines de ces plantes fleurissent parfois dans l'eau, mais alors les fleurs ne s'ouvrent pas, et la fécondation se fait à l'abri du périanthe clos (phénomène de cléistogamie) (voir comparativement les pl. XVII et XVIII). Les plantes à floraison subaquatique présentent des particularités remarquables puisque la fécondation se fait dans l'eau, et que leur pollen est adapté à cette dispersion : libéré dans l'eau, il y circule jusqu'à rencontrer le stigmate récepteur d'une fleur femelle (fig. 40, 41). Dans ce cas, le grain de pollen n'a aucune des enveloppes propres aux pollens aériens.

Après la fécondation, la fructification s'effectue souvent dans l'eau même après une floraison aérienne : les rameaux s'inclinent et enfoncent dans l'eau le jeune fruit (fig. 176, pl. XVI). Ces fruits subaquatiques sont plutôt charnus, et leurs graines se libèrent généralement par un processus de gélification où les composés pectiques jouent un rôle important. Les graines flottent dans ou sur l'eau qui les disperse.

Si la reproduction sexuée assure fondamentalement aussi bien le maintien que la diversité des espèces végétales, la multiplication végétative par fractionnement des individus prend chez les plantes aquatiques une importance remarquable ; elle accroît considérablement leur pouvoir de dispersion, d'envahissement et de survie (*Ceratopteris*, *Eichhornia*, *Nymphoides*, Lemnacées par ex.). La pullulation de certaines espèces est généralement due à un phénomène de multiplication végétative ; lorsqu'une espèce pullule jusqu'à envahir toute une nappe d'eau, c'est souvent l'indice d'une perturbation du milieu par une action humaine.

Étude et récolte

Méthodes

Les plantes africaines, et les aquatiques particulièrement, ne sont pas encore connues de manière toujours satisfaisante ; le grand nombre d'espèces, leur distribution géographique inégale, la fréquente brièveté de leur floraison et surtout l'immensité du continent ne facilitent pas la tâche des botanistes. Leur étude commence par une première approche sur le terrain, lors de la

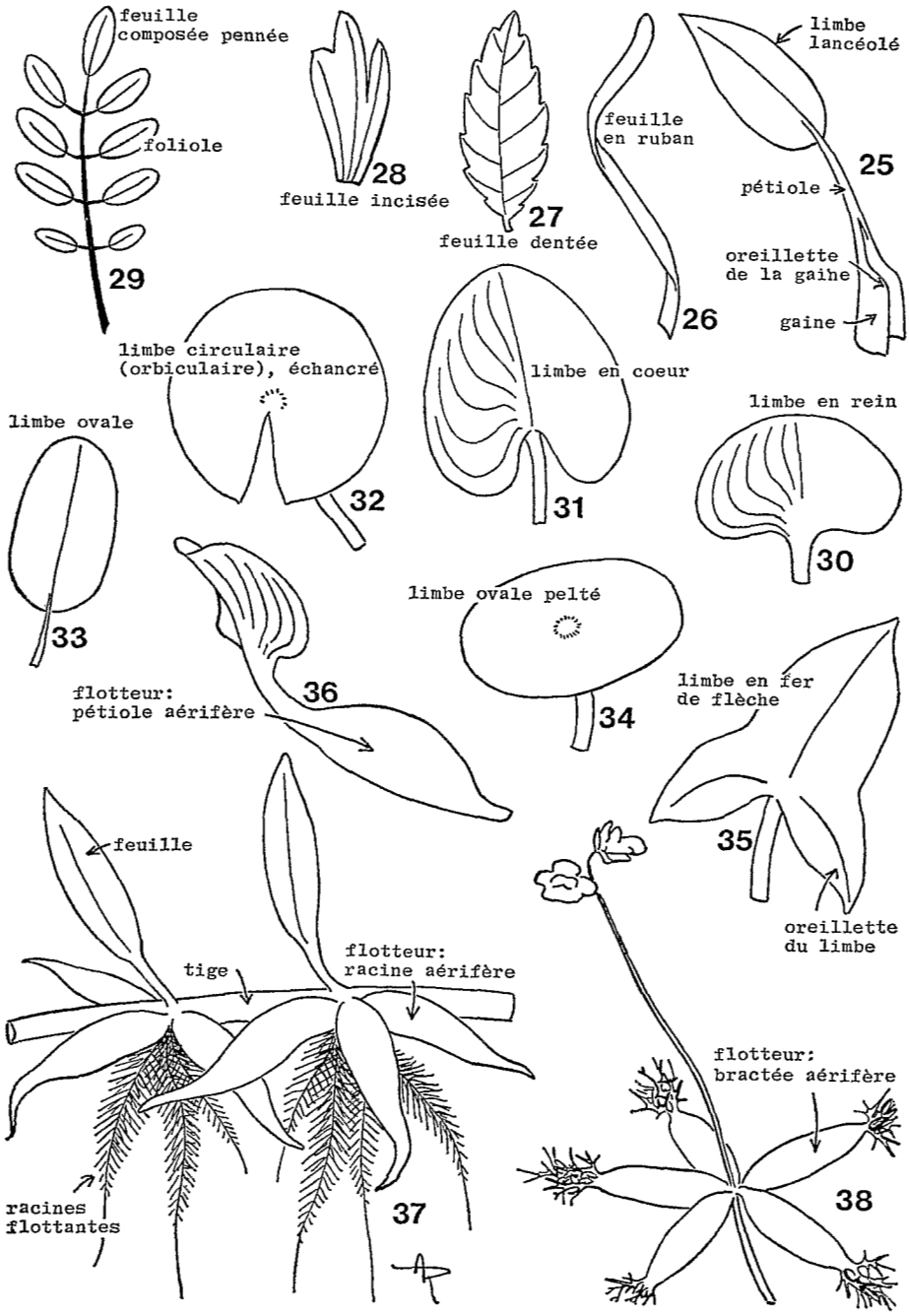


Planche III. — 25 à 29, quelques types de feuilles ; **30 à 35**, quelques formes de limbes foliaires ; **36 à 38**, flotteurs gonflés d'air issus de la transformation de différents organes : **36**, *Eichhornia crassipes* ; **37**, *Ludwigia adscendens* ; **38**, *Utricularia inflexa*.

récolte, où des observations précieuses peuvent être faites ; mais le nom de la plante ne peut bien souvent lui être attribué qu'à l'issue d'une étude taxonomique au cours de laquelle la plante *conservée* sera observée et comparée aux données bibliographiques et à d'autres échantillons de collection: fondamentalement, l'identification se fait par comparaison.

La classification des plantes est basée surtout sur la structure des fleurs et des fruits : les organes qui les constituent, pétales, étamines, pistil, graines ou stigmates, sont généralement de petite taille, fugaces et de texture délicate : la conservation tend à les garder en état tel que leur étude demeure possible des mois, éventuellement des années, plus tard.

Difficultés d'étude des plantes aquatiques

Les plantes aquatiques ne constituent pas un ensemble systématique homogène ; cette spécialisation biologique apparaît dans les groupes les plus divers, mais certains d'entre eux montrent une remarquable diversification qui permet aux taxonomistes de reconnaître des familles strictement aquatiques : l'adaptation y atteint souvent un degré extrême, et affecte toutes les parties du végétal. Les espèces qui nous concernent ici sont donc à la fois nombreuses et très diversifiées.

La variabilité à l'intérieur d'une espèce est souvent grande chez les plantes d'eau : nous avons vu qu'une même espèce peut porter différents types de feuilles ou de fleurs selon qu'elles sont aériennes ou submergées ; la variation du niveau de l'eau, en particulier en cas d'émersion, peut modifier une plante au point de la rendre presque méconnaissable.

Les fleurs sont souvent petites, simplifiées à l'extrême, unisexuées ; les pétales, lorsqu'ils existent, tombent ou se gélifient rapidement ; la floraison ne dure que quelques heures par jour ; la fructification, si souvent immergée, passe inaperçue ; les plantes elles-mêmes, dissimulées dans l'eau en grande partie ou en totalité sont difficiles à apercevoir, et leur récolte pose les problèmes pratiques et sanitaires que l'ont peut imaginer. En outre, leurs tissus tendres, gorgés d'eau, supportent mal les manipulations et la dessiccation : leur conservation est plus difficile que celle des plantes terrestres, et les possibilités d'étude ultérieure plus aléatoires.

Pour toutes ces raisons, les plantes aquatiques devront être l'objet d'études destinées à préciser leur structure, leur biologie, leur écologie, et leur systématique.

Collections

Pourquoi conserver des échantillons de plantes?

D'une part, nous venons de le voir, c'est souvent le seul moyen de les déterminer précisément. Par ailleurs, si un travail est fiable, il doit être contrôlable ; les spécimens doivent donc être conservés, les déterminations pourront être revues en fonction de la progression ultérieure des connaissances (entraînant de nouvelles définitions des unités taxonomiques par exemple). La plus grande précision est souhaitable au niveau de la détermination : l'écologie d'une plante, ou encore certaines propriétés médicinales ou toxiques par exemple, sont généralement très spécifiques.

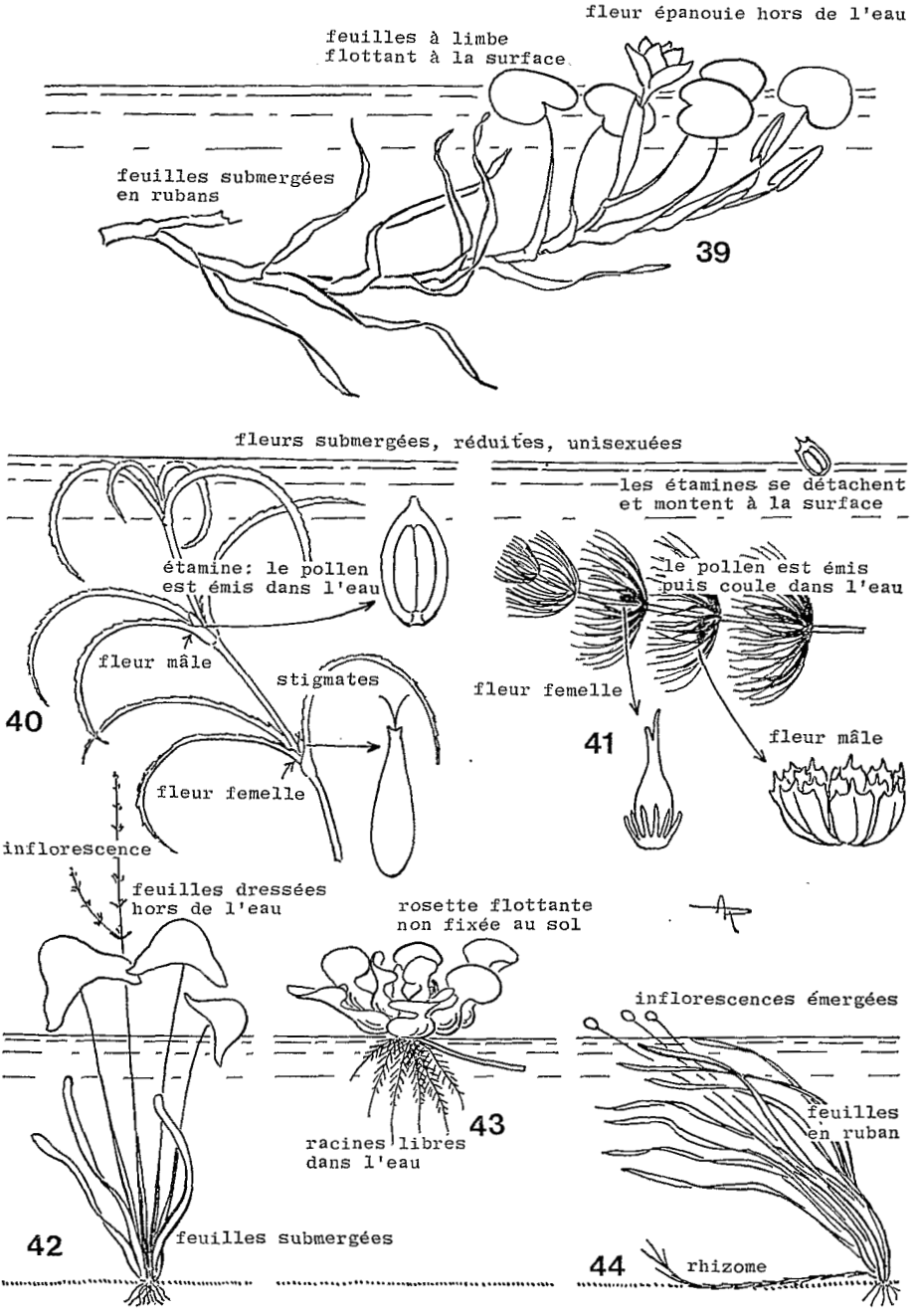


PLANCHE IV. — **39**, *Eichhornia natans* ; **40**, *Najas pectinata* ; **41**, *Ceratophyllum submersum* ; **42**, *Limnophytum obtusifolium* ; **43**, *Eichhornia crassipes* ; **44**, *Eriocaulon latifolium*.

D'autre part, les collections permettent de faire évoluer nos connaissances à divers points de vue. N'oublions pas que la plante, même après séchage, peut être étudiée grâce à des méthodes simples et rapides qui « restituent » aux organes leur souplesse et une grande partie de leurs volumes. On peut, par les collections, réunir un grand nombre d'échantillons récoltés en toutes saisons et provenant de toutes les régions où une espèce existe : on définira les variations de l'espèce en fonction du niveau de l'eau ou de sa répartition géographique... On peut encore réunir et comparer des espèces qui ne croissent pas ensemble, et préciser leurs relations taxonomiques, ou étudier leurs structures morphologiques en corrélation avec leur écologie... L'extension géographique des espèces, connue par les localités de récolte des nombreux échantillons conservés, permet de définir des régions écologiques et leurs éventuelles potentialités. Enfin, les indications diverses portées sur les étiquettes des échantillons sont une mine d'informations de tous ordres.

Comment récolter et conserver les plantes ?

On doit recueillir la plante dans le meilleur état possible en vue de son étude ultérieure : elle sera ramassée avec ses fleurs épanouies, et autant que possible ses fruits ; on la récoltera entière, racines comprises, s'il s'agit d'une herbe, sinon on choisira un grand rameau feuillé et fleuri, représentatif de la plante. L'échantillon est placé dans une chemise de papier absorbant (une feuille de journal pliée en deux fait l'affaire, et correspond à peu près au format international des herbiers), et mis à sécher aussi vite que possible sous légère pression ; en climat humide, le séchage ne peut se faire qu'à proximité d'une source de chaleur.

Une fois sec, l'échantillon se conservera sans problème si l'air est suffisamment sec (en climat tropical, une ambiance climatisée est presque toujours nécessaire) et si les insectes n'y ont pas accès : la collection ne se conserve qu'en présence de produits insecticides.

Il est souvent utile, surtout pour des plantes fragiles comme les aquatiques, de préserver des « compléments » d'échantillons en liquide, afin de conserver au mieux les structures les plus fines ; ce liquide peut être de l'alcool à 70°, seul ou mieux encore additionné d'un peu de formol (5 %) et d'acide acétique (5 %) ; l'eau formolée est à éviter.

Un échantillon de plante n'a d'utilité que dans la mesure où il est accompagné d'une étiquette rédigée lors de sa récolte et portant le nom de son collecteur, un numéro (si ce collecteur numérote ses récoltes en ordre chronologique, échantillon par échantillon), le lieu et la date de récolte, et toutes les indications accessibles sur son écologie, sur les caractères qui risquent de disparaître au séchage (couleur des fleurs par exemple), usages, propriétés connus...

L'échantillon séché est finalement fixé ainsi que son étiquette à une feuille de papier fort, et c'est ainsi qu'il sera conservé.

Il est utile de récolter chaque échantillon en quantité suffisante pour faire plusieurs « parts » que l'on répartira en plusieurs chemises de séchage : toutes ces parts porteront le même numéro, sur des étiquettes identiques. Le collecteur conservera une part, les autres seront distribuées à des institutions botaniques où des spécialistes en feront éventuellement l'étude taxonomique.

SYSTÉMATIQUE

Clé pratique de détermination

La clé menant à la détermination des plantes supérieures aquatiques que nous proposons est *a priori* indépendante de toute considération taxonomique : c'est une clé dans laquelle les « arborescences » dichotomes établissent des groupements de genres selon des critères pratiques, valables seulement dans le contexte floristique et géographique où nous nous trouvons. L'autre possibilité, délibérément écartée, aurait regroupé les espèces selon des critères systématiques : les dichotomies auraient fait appel à des caractères structuraux, fondamentaux mais d'observation difficile ; elles auraient d'abord conduit à des groupes de familles affines, puis aux familles elles-mêmes, enfin aux genres.

Les unités taxonomiques sont peut-être spécialement difficiles à appréhender dans les plantes aquatiques, et ce pour des raisons diverses dont on peut citer quelques exemples :

— on rencontre souvent des plantes aquatiques stériles : on ne peut les identifier selon les méthodes taxonomiques strictes, seule l'expérience permet d'approcher de leur détermination ;

— des plantes à très petites fleurs submergées peuvent sembler stériles au premier abord ;

— une même plante peut revêtir des aspects très divers (polymorphisme) ;

— des plantes sans relation taxonomique mais partageant le même type d'écologie peuvent se ressembler extérieurement de façon troublante (convergences). C'est pourquoi la volonté d'utiliser autant que possible des caractères aisément accessibles lors de la détermination a mené au choix d'une clé pratique.

Dans la hiérarchie de la clé, on a accordé une prépondérance aux caractères végétatifs : port des tiges, feuilles par exemple ; on n'a recours aux organes de petite taille, aux fleurs minuscules, qu'en dernière nécessité. Par contre, on n'hésite pas à utiliser des caractères évidents sur la plante vivante, même si, difficiles d'observation sur la plante sèche, les ouvrages classiques les négligent un peu ; c'est le cas de la couleur des grandes fleurs par exemple.

Tenant compte des variations des espèces, de leurs différents états, de la fluctuation de certains caractères, beaucoup de genres apparaissent à divers endroits de la clé ; on a préféré y multiplier les rappels, les répétitions, au risque d'être taxé de redondance, en souhaitant qu'une plante puisse être nommée même si elle revêt une forme assez exceptionnelle.

Les issues de la clé ont généralement rang de genres, mais ce n'est pas absolu : des considérations diverses ont amené à retenir parfois des unités de rangs différents. Cette hétérogénéité résulte d'un compromis : il fallait proposer, sous une forme maniable et concise, un instrument de travail menant aux plantes écologiquement, biologiquement, physionomiquement significatives.

Dans quelques cas, la clé aboutit à des groupes d'espèces distincts par leur morphologie et leur écologie qui sont autant d'unités à l'intérieur du genre (*Utricularia* par exemple). Mais la clé peut ne parvenir qu'à la famille : tous les représentants des *Podostémacées* ont le même type d'écologie, de spécialisations biologiques et morphologiques, et la dissociation des genres aurait alourdi ce travail sans apporter beaucoup de précisions à l'utilisateur.

1. Des feuilles vertes échelonnées le long d'une tige allongée, dressée ou rampante. 2
— Pas de tige feuillée : des feuilles isolées ou groupées, mais non réparties sur une tige (fig. 13) ; ou des tiges nues sans feuilles vertes (pl. XX), ou encore ni tiges ni feuilles (fig. 154, 162, 163)..... 136
2. Des feuilles, pas nécessairement toutes, formées de filaments filiformes (fig. 55, pl. XV), capillaires (ne pas confondre feuilles capillaires et feuilles en rubans, même étroits)..... 3
— Pas de feuilles en filaments capillaires..... 21

[Des feuilles en filaments]

3. Feuilles capillaires composées (en filaments ramifiés)..... 4
— Feuilles capillaires simples (ni fourchues ni ramifiées)..... 14
4. Feuilles opposées ou verticillées..... 5
— Feuilles éparses, isolées le long de la tige..... 11
5. Feuilles toutes submergées et toutes semblables entre elles..... 6
— Feuilles de 2 sortes, les aériennes différentes des submergées..... 9
6. Feuilles portant à leur sommet 4 ou 6 segments capillaires et un « piège » bilobé ; plante flottant librement entre 2 eaux (fig. 45, 134) (p. 104)..... *Aldrovanda*
— Feuilles différentes..... 7
7. Feuilles pennées (à segments disposés « en arête de poisson ») (fig. 46) ; herbe enracinée au fond ; fleurs normalement portées en épis, au-dessus de l'eau (pl. XV, p. 110) (p. 111)..... *Myriophyllum*
— Feuilles à segments fourchus, non pennées..... 8
8. Feuilles divisées en fourches dichotomes très régulières (fig. 48) ; ultimes segments denticulés ; herbes sans racines, flottant librement entre 2 eaux (fig. 41) ; petits fruits à 3 cornes (p. 103)..... *Ceratophyllum*
— Feuilles divisées en fourches non régulièrement dichotomes (fig. 49, pl. XVII, p. 120) ; segments non denticulés ; herbes enracinées au fond ; petites fleurs entourées d'un calice membraneux (p. 118)..... *Limnophila*
9. Feuilles aériennes en rosette flottante, à pétiole renflé et limbe losangique étalé sur l'eau ; feuilles submergées finement divisées, portées par une tige épaisse (fig. 51) ; plante enracinée ou non (p. 109)..... *Trapa*
— Feuilles aériennes ne formant pas une rosette flottante, sessiles, de moins en moins découpées vers le haut de la tige ; plantes enracinées..... 10
10. Fleurs visibles, blanches, roses ou jaunes, longues de 4 à 12 mm (fig. 50, pl. XVIII, p. 121) ; fruit : petite capsule entourée du calice, graines nombreuses et minuscules (p. 118)..... *Limnophila*
— Fleurs verdâtres, longues de 2 à 3 mm ; fruit à 4 lobes qui se séparent en 4 semences (fig. 47, pl. XV, p. 110) (p. 111)..... *Myriophyllum*
11. Fleurs n'excédant pas 1 cm de long, fruits n'atteignant pas 5 mm ; feuilles toutes submergées, plantes flottantes enracinées ou non..... 12
— Fleurs tubuleuses grandes (2,5 à 4 cm de long) (fig. 52) fruit : capsule longue de 1 cm, à bec aplati ; plante dressée buissonnante, inondée à sa base seulement ; parfois quelques feuilles opposées vers le bas de la tige (p. 119)..... *Rhamphicarpa*
12. Feuilles portant des « utricules » translucides, grosses de 0,5 à 4 mm, en forme d'urne (fig. 53) ; herbes flottant librement entre 2 eaux ; fleur à 2 lèvres, prolongée par un éperon (fig. 54) ; corolle jaune ou mauve (p. 122).... *Utricularia*

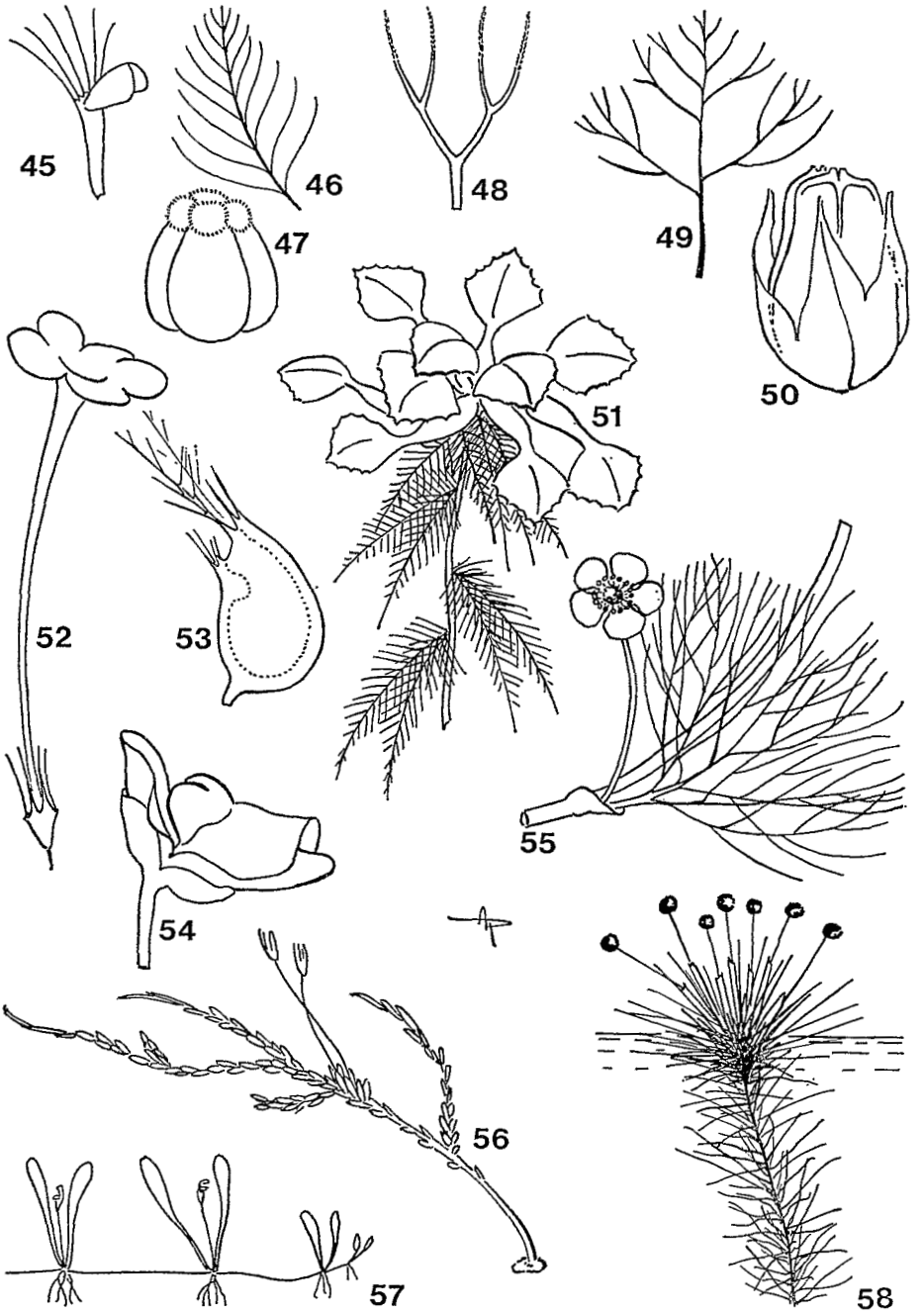


PLANCHE V. — **45**, *Aldrovanda vesiculosa*, feuille ; **46**, *Myriophyllum spicatum*, feuille ; **47**, *id.*, fruit ; **48**, *Ceratophyllum submersum*, feuille ; **49**, *Limnophila ceratophylloides*, feuille ; **50**, *id.*, fruit ; **51**, *Trapa natans* ; **52**, *Rhamphicarpa fistulosa*, fleur ; **53**, *Utricularia gibba*, utricule ; **54**, *id.*, fleur ; **55**, *Ranunculus aquatilis* ; **56**, *Tristicha trifaria* ; **57**, *Glossostigma diandra* ; **58**, *Eriocaulon setaceum*.

— Feuilles sans utricules ; fleurs sans éperon prolongeant la corolle..... 13
13. Fleurs visibles, isolées, larges de 1 cm, à pétales blancs, dressées hors de l'eau ; feuilles à segments disposés en éventail (fig. 55) ; eaux calmes (p. 102).. *Ranunculus*
— Fleurs minuscules, très réduites ; feuilles en filaments ramifiés (non en éventail) issus d'une lame verte appliquée au rocher (fig. 56) ; eaux à fort courant (p. 105)..... *Podostémacées*
14. Herbe buissonnante dressée hors de l'eau ; fleurs en tube longues de 2,5 à 4 cm (fig. 52) (p. 119)..... *Rhamphicarpa*
— Herbes rampantes ou flottantes, à fleurs discrètes..... 15
15. Très petite herbe rampante ; feuilles opposées ; fleurs isolées, minuscules, portées par un pédicelle de 2 cm (fig. 57) (p. 118)..... *Glossostigma*
— Herbes grêles flottant dans l'eau, enracinées au fond ; feuilles isolées, en groupes ou en bouquet..... 16
16. Fleurs isolées, minuscules, sessiles, submergées ; tige portant des groupes de 2 ou 3 feuilles régulièrement espacés ; limbes souvent arqués, plus ou moins denticulés sur le bord (fig. 40) (p. 129)..... *Najas*
— Fleurs groupées en têtes ou en épillets comportant plusieurs pièces membraneuses, et portés par des pédicelles qui les amènent à la surface de l'eau ; feuilles *isolées ou en bouquets*, mais jamais denticulées au bord..... 17
17. Fleurs en têtes arrondies, gris-noirâtre, veloutées ; feuilles toutes submergées, *nombreuses*, couvrant densément la tige (fig. 58) (p. 130)..... *Eriocaulon*
— Fleurs en épillets allongés ; glumes (écailles membraneuses) sans poils..... 18
18. Épillet *contenant* quelques fleurs susceptibles de fructifier, à glumes régulièrement échelonnées (fig. 59), chacune laissant apparaître le sommet de la suivante ; petit akène (graine) sans soies à sa base..... 20
— Épillet à glumes peu nombreuses : on n'en voit que 2, qui contiennent les (ou l') *autres plus petites (fig. 60) ; petit akène entouré généralement de soies* à sa base..... 19
19. Akène *prolongé* en bec pointu (fig. 61) ; épillet n'ayant jamais que 2 fleurs, dont 1 seule donne un fruit (p. 141)..... *Websteria*
— Akène *surmonté* par un petit mamelon (fig. 62) ; épillet de composition variable, mais souvent réduit à 1 fleur (p. 137)..... *Eleocharis*
20. Épillet plat, *glumes* disposées en 2 rangs (fig. 59) (p. 140)..... *Pycreus*
— Épillet ovoïde, glumes disposées en une spirale (fig. 63) (p. 139)..... *Eleogiton*
21. Deux sortes de feuilles, de *formes différentes*, le long de la même tige (voir aussi nos 9 et 10)..... 22
— Feuilles toutes de même forme, à la taille près, le long de la tige..... 28
[Deux sortes de feuilles, voir aussi 9 et 10]
22. Fougère ; feuilles fructifères à *folioles plus étroites* que celles des feuilles végétatives (fig. 199, 200, 201) ; rochers battus par le courant (p. 102).... *Bolbitis*
— Plantes à fleurs ; feuilles *submergées différentes* des aériennes (dressées hors de l'eau ou flottantes en surface)..... 23
23. Feuilles inférieures submergées *composées-pennées*, à segments en rubans (fig. 64) ; feuilles supérieures simples, étroites, aiguës (fig. 65) ; fleurs pourpres, longues de 1,5 cm, à *corolle en tube, groupées en épi discontinu* (p. 123). *Hygrophila*
— Feuilles inférieures submergées simples, à marge entière..... 24
24. Tiges entièrement submergées ; feuilles *inférieures submergées, sessiles, étroites-allongées ou en ruban* ; feuilles supérieures pétiolées, à limbe coriace étalé à la surface de l'eau..... 26
— Tiges dressées au-dessus de l'eau ; les feuilles submergées peuvent passer graduellement aux émergées..... 25
25. Fleurs petites, sessiles, discrètes ; petites plantes plus ou moins rampantes à leur base ; feuilles submergées (fig. 66) *membraneuses, élargies ou étroites* et allongées ; feuilles émergées arrondies ou ovales (fig. 67), plus petites (p. 107). *Rotala*
— Fleurs grandes (1 à 3 cm), vivement colorées, pédicellées ; plantes dressées dès

leur base (fig. 68) ; feuilles de la base submergées (souvent), lancéolées, sessiles, un peu charnues ; feuilles émergées très petites, courtement triangulaires (p. 118)..... *Dopatrium*

26. Inflorescences en épis verdâtres dressés au-dessus de l'eau ; feuilles de surface lancéolées (fig. 69), feuilles submergées souvent gaufrées au bord (p. 127)..... *Potamogeton*

— Fleurs isolées, colorées, épanouies au ras de l'eau ; feuilles de surface rondes ou ovales, feuilles submergées en rubans étroits..... 27

27. Feuilles de surface rondes ; fleurs bleu-mauve, à 6 pétales (p. 131) (fig. 39)..... *Eichhornia*

— Feuilles de surface ovales (fig. 70) ; fleurs jaunes, à 3 ou 4 pétales (p. 132)..... *Scholleropsis*

28. Feuilles composées de folioles (ou d'appendices)..... 29

— Feuilles simples, dentées ou non (parfois quelques-unes digitées-incisées)..... 36

[Feuilles composées, toutes semblables]

29. Feuilles toutes submergées, longues en tout de 1,5 cm ; plante flottant entre 2 eaux ; feuille portant au sommet quelques soies et, à sa face supérieure, un appendice bilobé (« piège ») pouvant se refermer sur de petites proies (fig. 45) (p. 104)..... *Aldrovanda*

— Feuilles normalement émergées, plantes enracinées ; feuilles dépassant 2 cm de long (souvent beaucoup plus grandes), ne portant pas de « pièges »..... 30

30. 4 folioles groupées en croix au sommet du pétiole (en « trèfle à 4 feuilles ») ; tige rampante (ou flottante, les 4 folioles sont alors étalées en surface) ; fructifications ovoïdes, brunes, au bas du pétiole (fig. 71) (p. 100)..... *Marsilea*

— Feuilles pennées : folioles en 2 rangs, de part et d'autre de la nervure médiane de la feuille..... 31

31. Folioles très nombreuses..... 32

— Folioles peu nombreuses (jusqu'à 7 ou 9), irrégulièrement arrondies, de taille souvent inégale dans une même feuille ; petites fleurs blanches en grappes dressées (fig. 204, 205) (p. 104)..... *Rorippa*

32. Palmier formant des touffes impénétrables ; feuilles longues de plusieurs mètres, folioles dépassant 10 cm de long ; inflorescences volumineuses, fruit couvert d'écailles (évoquant un fruit de conifère) (fig. 72) (p. 134)..... *Raphia*

— Feuilles n'atteignant pas 1,5 m de longueur..... 33

33. Fougère, à longues feuilles dressées ; folioles denticulées, portant des amas de granulations brunes (sporanges) à leur face inférieure lorsqu'elles fructifient (fig. 194, 195, 196) (p. 102)..... *Cyclosorus*

— Herbes ou arbustes à fleurs jaunes ; folioles non denticulées au bord [« Légumineuses »]..... 34

34. Herbe (ou sous-arbrisseau) rampante-traînante à la surface de l'eau ; fleurs en pompons ; petits fruits membraneux atteignant 2,5 cm de longueur, contenant quelques graines (fig. 73) (p. 111)..... *Neptunia*

— Arbustes dressés à fleurs « papilionacées » (fig. 75) ; fruits longs, droits ou contournés, contenant des graines nombreuses..... 35

35. Fruit velu, enroulé en hélice, se brisant en autant de segments qu'il contient de graines (fig. 74). Fleur grande (4 cm) (fig. 75) ; feuilles longues de 10 cm ; port de petit arbre, à tronc spongieux-tendre (p. 112)..... *Aeschynomene*

— Fruit glabre, droit et raide, s'ouvrant longitudinalement (fig. 76). Fleurs longues de 1,5 cm ; feuilles atteignant 40 cm ; arbustes (p. 112)..... *Sesbania*

[Feuilles simples]

36. Arbustes dressés, rameux, fleurissant à la baisse des eaux dans le lit des fleuves..... 37

— Herbes parfois un peu ligneuses à la base mais ne formant jamais d'arbustes dressés..... 38

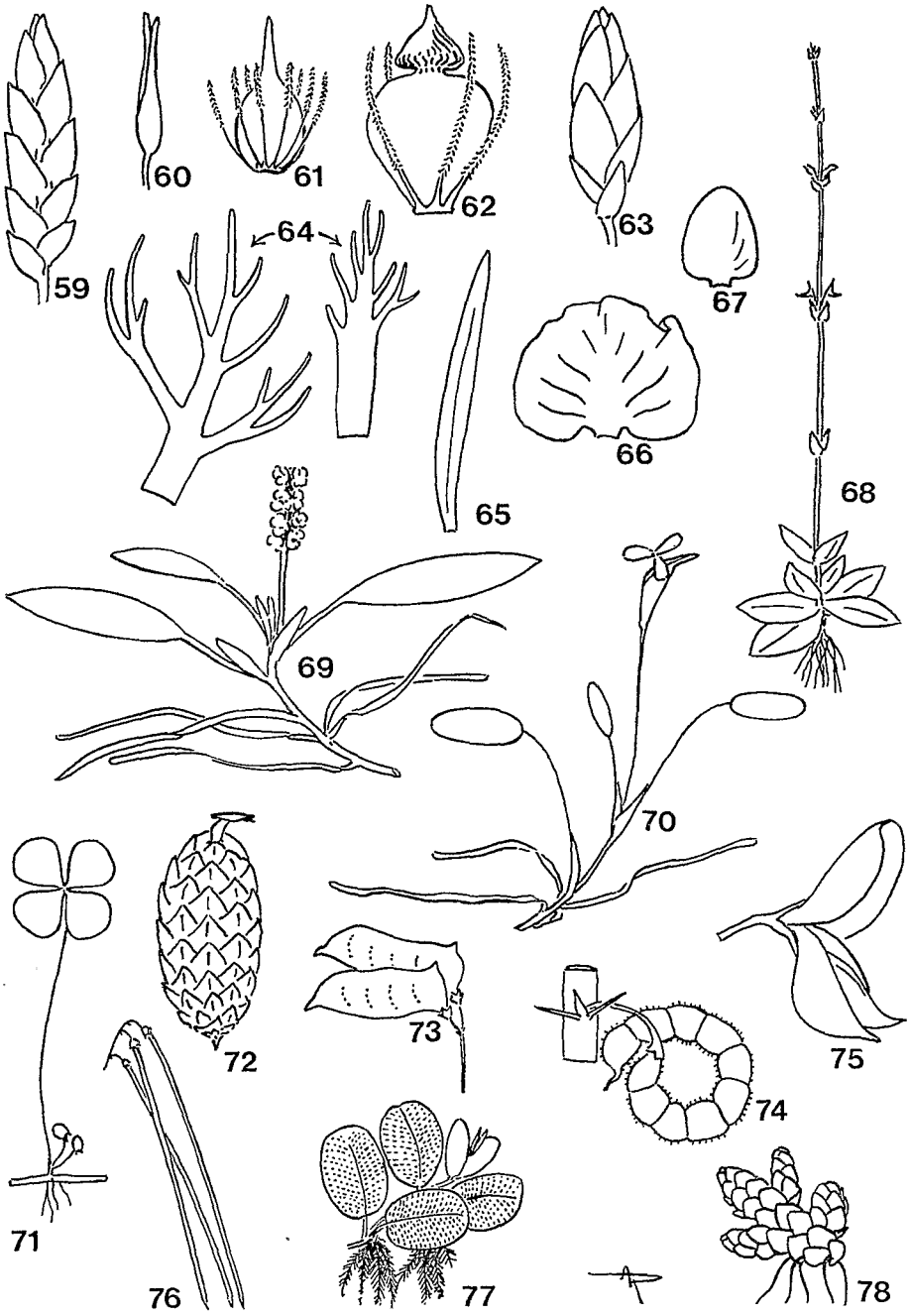


PLANCHE VI. — **59**, *Pycreus demangei*, épillet ; **60**, *Websteria confervoides*, épillet ; **61**, *id.*, akène entouré de soies (fruit) ; **62**, *Eleocharis dulcis*, akène entouré de soies ; **63**, *Eleogiton fluitans*, épillet ; **64**, *Hygrophila senegalensis*, feuilles submergées ; **65**, *id.*, feuille émergée ; **66**, *Rotala stagnina*, feuille submergée ; **67**, *id.*, feuille émergée ; **68**, *Dopatrium junceum* ; **69**, *Potamogeton octandrus* ; **70**, *Schelleropsis lutea* ; **71**, *Marsilea crenulata* ; **72**, *Raphia palma-pinus*, fruit ; **73**, *Neptunia oleracea*, fruits ; **74**, *AEschynomene elaphroxylon*, fruit ; **75**, *id.*, fleur ; **76**, *Sesbania bispinosa*, fruits ; **77**, *Salvinia nymphellula* ; **78**, *Azolla africana*.

37. Rameaux en zigzag, épineux ; petites fleurs jaunâtres ; feuilles ovales à 5 nervures (p. 112)..... *Ziziphus*
— Rameaux droits ; fleurs rose vif, presque rouges, longues de 1 cm environ ; feuilles lancéolées à 1 seule nervure longitudinale (fig. 206) (p. 117)..... *Rotula*
38. Très petites plantes (longues de quelques cm au maximum), flottant librement, étalées à la surface de l'eau..... 39
— Herbes enracinées, normalement amarrées au sol ; tiges dressées, rampantes ou flottantes..... 40
39. Petites feuilles opposées, ovales, poilues, longues de 1 cm environ, étalées sur l'eau (fig. 77) (p. 101)..... *Salvinia*
— Feuilles longues de 1 mm, imbriquées, couvrant de petits rameaux branchus étalés sur l'eau (fig. 78) (p. 101)..... *Azolla*
40. Feuilles alternes, éparses le long de la tige..... 41
— Feuilles opposées, verticillées ou groupées en bouquets..... 105
41. Feuilles à limbe porté par une gaine cylindrique ou fendue, à nervures parallèles, entourant la tige (fig. 91 à 94)..... 64
— Feuilles sessiles ou pétiolées, mais insérées directement sur la tige, sans l'intermédiaire d'une gaine..... 42
42. Tiges courant à la surface de l'eau, et portant des feuilles émergées ; à la baisse des eaux, les tiges peuvent courir sur la vase, mais ne sont jamais dressées..... 43
— Tiges aériennes ou submergées, dressées ou redressées, mais non rampantes-couchées à la surface de l'eau ; si les tiges sont submergées, les feuilles le sont aussi..... 52
43. Limbe des feuilles à contour circulaire, en rein ou ovale, toujours trop arrondi pour qu'on reconnaisse facilement son sommet ; parfois une échancrure lui donne une forme en cœur ; ces limbes flottent généralement sur l'eau..... 44
— Feuilles à limbe allongé, dont on reconnaît immédiatement la base et le sommet..... 48

[Feuilles à limbe flottant, arrondi ou ovale]

44. Limbe circulaire ou ovale, non échancré en cœur..... 45
— Limbe arrondi, échancré en cœur (fig. 32) ; pétiole inséré au milieu du limbe, au sommet de l'échancrure..... 47
45. Pétiole inséré au milieu du limbe ; nervures rayonnantes autour de son insertion (fig. 17, 34)..... 46
— Pétiole inséré au bas du limbe ; nervures ascendantes depuis le pétiole (voir aussi *Eichhornia natans*) (fig. 70) (p. 132)..... *Schlleropsis*
46. Limbe circulaire à marges un peu crénelées ; fleurs blanchâtres petites, groupées en glomérules ; plante non visqueuse (fig. 17) (p. 115)..... *Hydrocotyle*
— Limbe ovale à marges entières (fig. 34) ; fleurs brun-rouge, isolées, larges de 1,5 à 2 cm ; plante couverte d'une couche mucilagineuse sur toutes ses parties submergées (fig. 79) (p. 104)..... *Brasenia*
47. Limbe à nervures droites, rayonnantes autour du pétiole, se réunissant en arceaux près des marges ; corolle tubuleuse à 5 pétales, ornée de poils ou de membranes ; fleurs groupées en bouquets qui semblent portés par les pétioles (fig. 80, pl. XVI, p. 114) (voir *Nymphaea*, qui a des feuilles semblables) (p. 115)..... *Nymphoides*
— Limbe à nervures parallèles arquées, confluant vers le sommet ; corolle à 3 pétales libres (fig. 81) (p. 124)..... *Hydrocharis*

[Feuilles à limbe allongé]

48. Très petites feuilles (longues de 1 mm), sessiles, imbriquées, couvrant les rameaux ; plantes minuscules (fig. 78) (p. 101)..... *Azolla*
— Feuilles grandes de plusieurs cm, portées au-dessus de l'eau..... 49
49. Chaque feuille est accompagnée d'une membrane tubuleuse qui entoure la tige ; fleurs nombreuses, groupées..... 51
— Pas de membrane tubuleuse entourant la tige à la base de chaque feuille ; fleurs isolées à l'aisselle des feuilles..... 50

50. Grandes fleurs rose-pourpre à corolle en entonnoir (fig. 10) ; feuilles en fer de flèche nettement plus longues que larges; très longues tiges souples et creuses portant des racines adventives (fig. 82) (p. 117)..... *Ipomoea*
— Fleurs jaunes à 5 pétales libres (fig. 12) ; feuilles lancéolées plus ou moins larges ; tige charnue-creuse redressée au sommet, portant souvent des flotteurs spongieux blanc-rosé longs de quelques cm (p. 109) (fig. 37)..... *Ludwigia*
51. Une gaine cylindrique entoure la tige au-dessus de l'insertion de la feuille : elle ne porte pas le limbe (fig. 83) (p. 106)..... *Polygonum*
— Le limbe est porté par une courte gaine (fig. 84) (voir aussi nos 67 et 68) (p. 129). ..... *Floscopa*

[Tiges dressées, ou submergées ainsi que leurs feuilles]

52. Feuilles dentées ou denticulées au bord..... 53
— Feuilles à marges entières..... 55
53. Feuilles très finement denticulées (loupe !), de texture membraneuse, toujours toutes submergées, couvrant densément la tige souple ; fleurs minuscules, épanouies au ras de l'eau, au sommet de pédicelles filiformes (fig. 85) (p. 124)... ..... *Lagarosiphon*
— Feuilles plus grossièrement dentées, non membraneuses, les inférieures seules étant submergées ; tiges assez fermes pour se soutenir elles-mêmes..... 54
54. Petite herbe gazonnante ; tiges dures, rampantes-redressées; feuilles de moins de 2 cm, irrégulièrement dentées au sommet ; minuscules fleurs vertes, sessiles, en glomérules axillaires (fig. 86) (p. 109)..... *Laurembergia*
— Herbe dressée ; tige aqueuse, renflée et creuse à la base ; feuilles lancéolées longues de plusieurs cm, régulièrement dentées en scie, fleurs en épis grêles dans l'aisselle des feuilles (fig. 87) (p. 110)..... *Caperonia*
55. Plantes entièrement submergées (sauf les fleurs) ; feuilles membraneuses, vertes, translucides, ne tolérant pas l'émersion..... 56
— Plantes émergées au moins au sommet, et souvent sur une grande partie de leur hauteur ; feuilles opaques..... 57
56. Fleurs groupées en un épi verdâtre, un peu charnu, dressé au-dessus de l'eau ; feuilles sans aucune denticulation, mais à marge souvent gaufrée-ondulée (fig. 88) (p. 127)..... *Potamogeton*
— Fleurs isolées, très petites, portées par des pédicelles ténus ; feuilles souvent arquées-récurvées vers le bas (fig. 85) (p. 124)..... *Lagarosiphon*
57. Fleurs groupées en inflorescences qui terminent les tiges feuillées..... 58
— Fleurs dans l'aisselle des feuilles, où elles peuvent être isolées ou groupées..... 62
58. Fleurs groupées en épis dressés, compacts, cylindriques, à la surface desquels les fleurs apparaissent comme des écussons (fig. 89) (p. 116)..... *Sphenoclea*
— Inflorescences rameuses plus ou moins lâches, pas d'épis compacts..... 59
59. Une membrane tubuleuse (ochréa) entoure la tige au-dessus de l'insertion de chaque feuille (fig. 83) ; feuilles lancéolées, étroites, pointues aux 2 extrémités ; petites fleurs blanches ou rosées, en grappes effilées rameuses (p. 106)... *Polygonum*
— Pas de membrane tubuleuse autour de la tige au-dessus de l'insertion de chaque feuille..... 60
60. Tige portant des feuilles peu nombreuses, souvent 1 seule ; feuilles longues de quelques dm, ovales, coriaces ; inflorescence à rameaux en zigzag ; fleurs mauves, larges de 2 cm (p. 130)..... *Thalia*
— Tige portant des feuilles nombreuses et plus petites..... 61
61. Feuilles ovales, sessiles, embrassant la tige par leur base élargie ; inflorescence à rameaux poilus, arqués ; petites fleurs blanc-mauve à 3 pétales fugaces ; tige rampante à la base, redressée ensuite (p. 129)..... *Floscopa*
— Feuilles non élargies à la base, n'embrassant pas la tige ; plantes glabres ; fleurs bleu intense, à 5 pétales (fig. 90) ; tige dressée dès la base (p. 116)... *Hydrolea*
62. Fleurs grandes (3 cm de diamètre) isolées dans l'aisselle des feuilles ; 5 pétales jaunes ; ovaire infère long et cylindrique prolongeant le pédicelle floral (fig. 12), (p. 109)..... *Ludwigia*

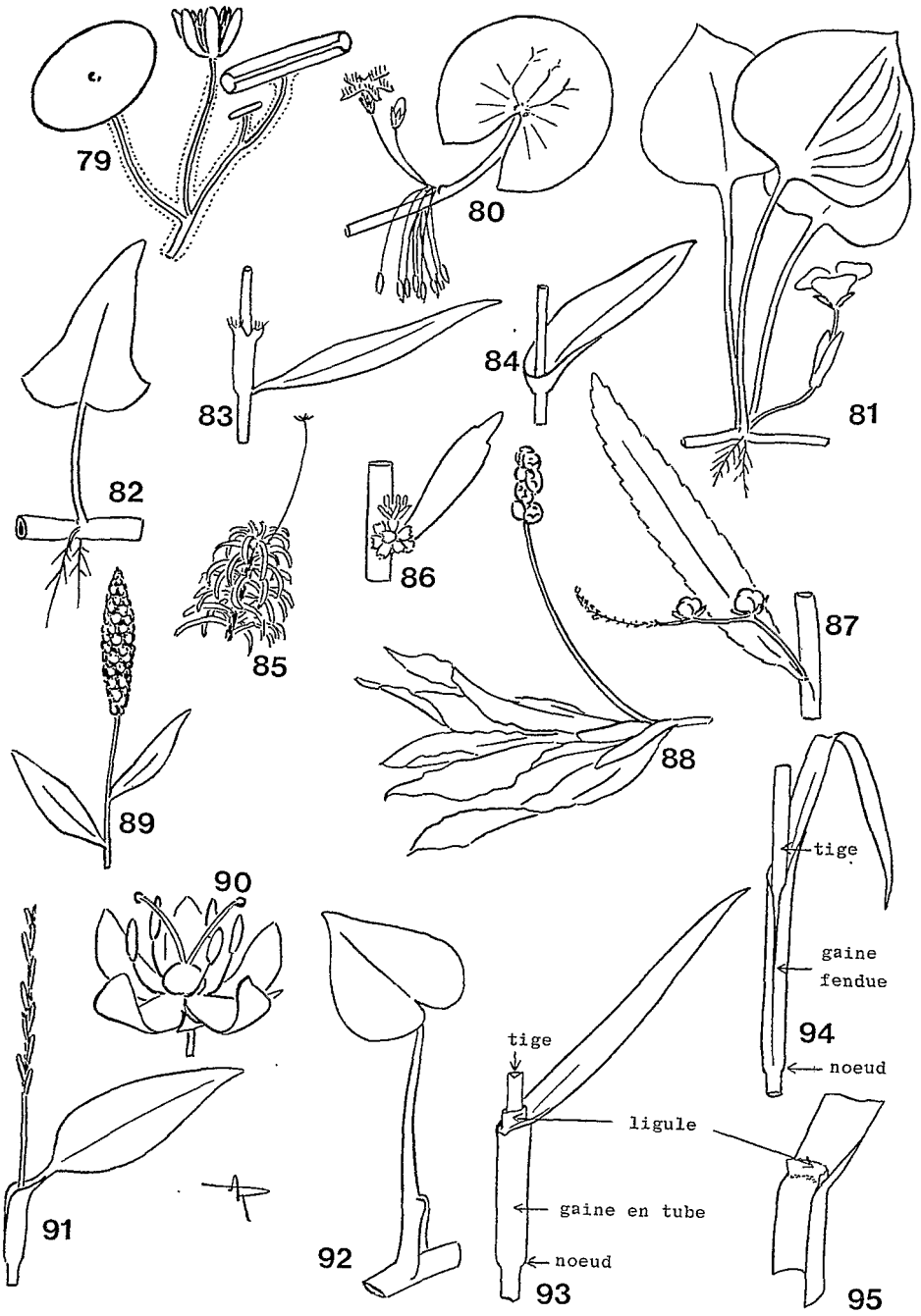


PLANCHE VII. — **79**, *Brasenia schreberi* ; **80**, *Nymphoides indica* ; **81**, *Hydrocharis chevalieri* ; **82**, *Ipomoea aquatica*, feuille ; **83**, *Polygonum limbatum*, feuille et ochréa (gaine entourant la tige) ; **84**, *Floscopa aquatica*, feuille ; **85**, *Lagarosiphon schweinfurthii* ; **86**, *Laurembergia tetrandra* ; **87**, *Caperonia senegalensis* ; **88**, *Potamogeton schweinfurthii* ; **89**, *Sphenoclea zeylanica* ; **90**, *Hydrolea floribunda*, fleur ; **91**, *Monochoria brevipetiolata*, inflorescence ; **92**, *Heteranthera callifolia*, feuille ; **93**, *Fuirena glomerata*, feuille ; **94**, *Leersia hexandra*, feuille ; **95**, *id.*, sommet de la gaine foliaire.

— Fleurs n'excédant pas 1,5 cm de diamètre, groupées en glomérules ; fleurs sessiles ou presque 63

63. Fleurs verdâtres très petites (2 mm) (fig. 86) ; petite plante gazonnante (p. 109) ..... *Laurembergia*

— Fleurs bleues, larges de 1 à 1,5 cm ; 5 pétales ; ovaire supère (p. 116) .... *Hydrolea*

[Limbe porté par une gaine entourant la tige]

64. Gaine tubuleuse ne portant pas la feuille, elle s'élève au-dessus de son insertion (fig. 83) (p. 106) ..... *Polygonum*

— La feuille est portée par la gaine (fig. 91 à 94) 65

65. Fleurs non écailleuses, munies de pétales fragiles ; feuilles à limbe plus ou moins élargi, souvent porté par un pétiole qui sert d'intermédiaire entre lui et la gaine. 66

— Fleurs réduites, entourées de pièces écailleuses, sans aucun organe semblable à des pétales ; feuilles étroitement linéaires : ce sont des « herbes », Graminées et Cypéracées 69

66. Pas de pétiole ; le limbe prolonge directement une gaine tubuleuse, courte et large (fig. 84) ; inflorescence rameuse (p. 129) ..... *Floscopa*

— Feuilles pétiolées : le pétiole prolonge une gaine fendue longitudinalement 67

67. Fleurs en épis dressés, non ramifiés 68

— Fleurs isolées épanouies au ras de l'eau (fig. 70) (voir aussi *Eichhornia*) (p. 132) ..... *Scholleropsis*

68. 1 seule feuille, à pétiole court, sur la tige dressée (fig. 91) (les autres forment une rosette à sa base) (p. 131) ..... *Monochoria*

— Feuilles longuement pétiolées, échelonnées sur la tige rampante (fig. 92) (p. 131) ..... *Heteranthera*

69. Gaine fendue *longitudinalement* ; tige creuse, articulée par les nœuds renflés qui la cloisonnent et où sont insérées les gaines foliaires (fig. 94) ; feuilles disposées en 2 rangées verticales (plus ou moins visibles). Graminées 70

— Gaine tubuleuse, non fendue ; tige pleine (où à moelle lacuneuse), différente du « chaume » des Graminées, souvent triangulaire en section (fig. 93) ; feuilles disposées en 3 rangées verticales (ou plus). Cypéracées 94

[Graminées]

70. Inflorescence en épi unique terminant la tige 71

— Inflorescence rameuse, en panicule, ou constituée de plusieurs épis 77

71. Épi à axe aplati, couvert d'épillets sur une face seulement (fig. 96) ; épillets ovoïdes un peu aplatis, à fortes nervures longitudinales (p. 146) ..... *Paspalum*

— Épi couvert d'épillets sur toutes ses faces 72

72. Épi barbu : épillets accompagnés d'arêtes rugueuses longues de 1,5 à 3 cm ; tiges ramifiées 73

— Épi non barbu, pas d'arêtes dans les épillets : tout au plus des glumes pointues mais dont le sommet reste aplati 74

73. Gaines foliaires renflées, plus larges que la tige (fig. 97) ; ligule membraneuse ; épi cylindrique relativement épais et dense (p. 145) ..... *Odontelytrum*

— Gaines foliaires étroites, appliquées à la tige ; ligule de poils (fig. 98) ; épi grêle et peu dense (p. 146) ..... *Paratheria*

74. Épillets par paires, l'un des deux étant pédicellé ; les épillets sessiles sont encastrés dans des alvéoles de l'axe où ils sont enfermés par une glume coriace (comme par un couvercle) ; l'axe de l'épi se désarticule à maturité (fig. 99) 75

— Épillets tous courtement pédicellés ; pas d'épillets encastrés dans des cavités de l'axe 76

75. Glumes coriaces longuement triangulaires, pointues longues de 2 à 3 cm (fig. 99) ; grande plante robuste (p. 148) ..... *Vossia*

— Glumes coriaces, petites (3 à 4 mm), arrondies au sommet ; herbe dressée, de taille moyenne (p. 143) ..... *Coelorhachis*

76. Épillet ovoïde, entouré d'une écaille à fortes nervures longitudinales (fig. 100) (p. 147) ..... *Sacciolepis*

— Épillet allongé-pointu ; l'écaille inférieure n'a pas de fortes nervures (fig. 101) (p. 148) ..... *Thyridachne*

77. Rameaux de la panicule couverts d'épillets sessiles ou presque, tous disposés d'un seul côté : l'axe apparaît nu sur l'autre face ; épillets ovoïdes..... 78

— Panicule à rameaux portant des épillets tout autour : ils n'ont pas de face bien évidente dépourvue d'épillets..... 82

78. Face supérieure du rameau nue et plate ; face inférieure couverte d'épillets qui s'y logent dans des alvéoles..... 79

— Rameau peu différencié ayant simplement sa face supérieure dépourvue d'épillets..... 81

79. Rameau en zigzag où les épillets s'encastrent dans les creux ; épillet généralement prolongé par une arête, toujours nettement pointu (fig. 102) (p. 143).... ..... *Echinochloa*

— Vu par la face nue, le rameau apparaît droit ; épillets ovoïdes sans arêtes..... 80

80. Rameau aplati en une lame plus large qu'un épillet, long de 3 à 5 cm en général ; un épillet au sommet du rameau (fig. 96) ; ligule membraneuse ; panicule à rameaux peu nombreux, souvent 2 (p. 146)..... *Paspalum*

— Rameau non élargi en lame, moins large qu'un épillet, long de moins de 2 cm, et portant au sommet un petit filament (fig. 103) ; ligule de poils ; panicule à rameaux redressés (p. 146)..... *Paspalidium*

81. Épillets sessiles, peu nombreux, ne cachant pas entièrement la face supérieure du rameau ; glumes sans fortes nervures, terminées par un petit mamelon (fig. 104) ; panicule à rameaux peu nombreux (p. 142)..... *Acroceras*

— Épillets pédicellés, nombreux, disposés en groupes le long du rameau ; glumes sans épaississement au sommet, fortement nervées (fig. 105) (p. 142)... *Brachiaria*

82. Panicule formée d'épis cylindriques échelonnés ou groupés dans la partie supérieure de la tige ; pas de rameaux inflorescentiels grêles apparents entre les épillets..... 83

— Panicule formée de nombreux rameaux grêles, ramifiés eux-mêmes ou non, lui donnant un aspect diffus ; son contour général est élargi à la base et effilé au sommet..... 87

83. Épillet portant une arête tordue longue de quelques mm ; épis peu nombreux, d'aspect hirsute, longs de quelques cm (fig. 106) (p. 144)..... *Ischaemum*

— Épillet sans arête (tout au plus une glume pointue) ; épi compact à surface lisse, au moins avant la floraison (fig. 109) ; à maturité, l'axe de l'épi se brise en fragments emportant chacun un épillet..... 84

84. Épis longs (plus de 20 cm), en un bouquet au sommet de la tige ; glumes longuement triangulaires, pointues au sommet ; épillets par 2, un sessile et un pédicellé (fig. 99)..... 85

— Épis longs de quelques cm, groupés en fascicules à l'aisselle des feuilles vers le sommet de la tige ; pas d'épillets pédicellés : tous sont encastrés dans des cavités de l'axe de l'épi..... 86

85. Glume dépassant 2 cm de longueur, coriace, lisse (fig. 99) ; herbe puissante à grosses tiges spongieuses souvent traînantes à la base (p. 148)..... *Vossia*

— Glume moins longue, portant de petites épines alignées sur ses nervures (fig. 107) ; herbe de taille moyenne, à tiges dressées ; axe de l'épi aplati, sinueux (p. 144)..... *Jardinea*

86. Glumes triangulaires, pointues, longues de 5 à 7 mm (fig. 108) (p. 144).. *Hemarthria*

— Glumes arrondies au sommet, longues de 3 à 4 mm (fig. 109) (p. 143)... *Coelorhachis*

87. Épillet comprenant 5 à 10 écailles régulièrement échelonnées, ne se recouvrant qu'à la base (fig. 110) ; épillets disposés en 2 rangs sur les rameaux de la panicule (p. 143)..... *Diplachne*

— Épillet contenu dans 2 grandes écailles..... 88

88. Grande panicule plumeuse : épillets mêlés de poils soyeux blancs ; grandes

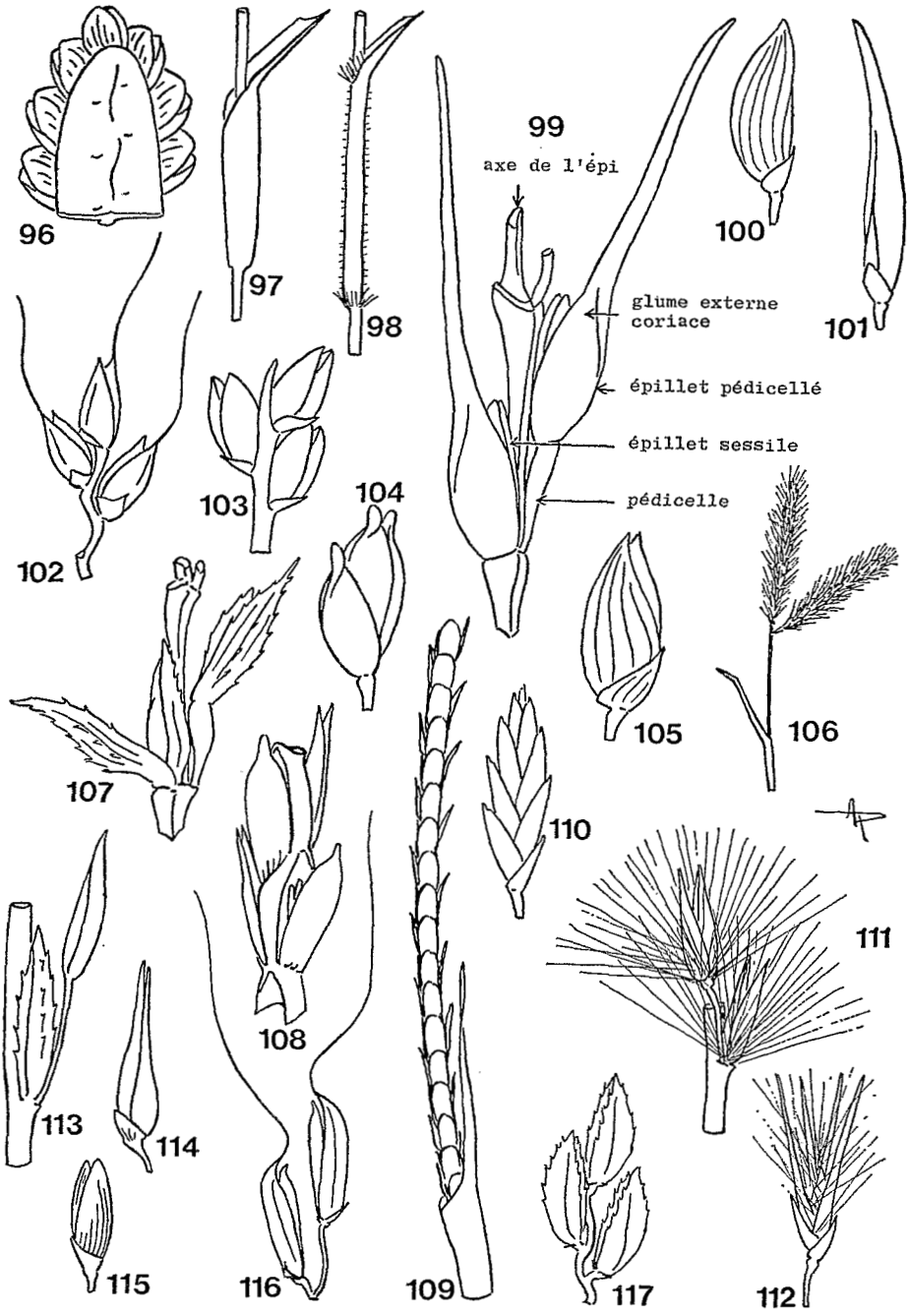


PLANCHE VIII. — **96**, *Paspalum orbiculare*, sommet de l'épi vu par-dessus : les épillets sont insérés à sa face inférieure ; **97**, *Odontelytrum abyssinicum*, gaine foliaire ; **98**, *Paratheria prostrata*, gaine foliaire ; **99**, *Vossia cuspidata*, épillets sessile et pédicellé ; **100**, *Sacciolepis africana*, épillet ; **101**, *Thyridachne tisserantii*, épillet ; **102**, *Echinochloa stagnina*, sommet d'épi vu par-dessus ; **103**, *Paspalidium geminatum*, sommet d'épi vu par-dessus ; **104**, *Acroceras zizanioides*, épillet ; **105**, *Brachiaria mutica*, épillet ; **106**, *Ischaemum rugosum*, épis au sommet d'une tige ; **107**, *Jardinea congoensis*, épillets sessile et pédicellé ; **108**, *Hemarthria altissima*, fragment d'épi : épillets opposés et encastrés ; **109**, *Coelorhachis afraurita*, épi ; **110**, *Diplachne fusca*, épillet ; **111**, *Saccharum spontaneum*, épillets sessile et pédicellé ; **112**, *Phragmites australis*, épillet ; **113**, *Vetiveria nigritana*, épillets sessile et pédicellé ; **114**, *Louisiella fluitans*, épillet ; **115**, *Panicum anabaptistum*, épillet ; **116**, *Oryza longistaminata*, 2 épillets ; **117**, *Leersia hexandra*, 3 épillets.

herbes (hautes normalement de plusieurs m) 89
— Panicule non plumeuse, sans poils soyeux blancs mêlés aux épillets ; herbes de tailles diverses 90
89. Épillets par 2, l'un sessile, l'autre pédicellé, entourés de longs poils blancs (fig. 111) ; grande ligule (p. 147) ..... *Saccharum*
— Épillets tous pédicellés ; les poils blancs, contenus à l'intérieur de l'épillet, apparaissent à la floraison quand les glumes s'écartent (fig. 112) ; ligule membraneuse courte (p. 147) ..... *Phragmites*
90. Herbe en grosses touffes ; épillets étroits, pointus, appliqués au rameau, disposés par 2 : l'un sessile à glumes épineuses, l'autre pédicellé à glumes lisses (fig. 113) (p. 148) ..... *Vetiveria*
— Herbes moins puissantes ; épillets tous semblables, plus ou moins ovoïdes 91
91. Épillet entouré de glumes à nervures longitudinales parallèles 92
— Épillet entouré de 2 pièces sans fortes nervures longitudinales, prolongées en courtes arêtes formant un bec (fig. 114) ; tige traînant dans l'eau (p. 145) .. *Louisiella*
92. Épillets plus ou moins aplatis latéralement, portant des poils, des cils ou de petites épines 93
— Épillets un peu aplatis d'avant en arrière, sans poils ni épines ni arêtes (fig. 115) (p. 146) ..... *Panicum*
93. Épillet souvent prolongé par une arête et contenant, outre les pièces florales, de petites écailles ; épillet dépassant généralement 5 mm de long, arête non comprise (fig. 116) (p. 145) ..... *Oryza*
— Épillet rarement prolongé par une arête, ne contenant pas de petites écailles ; épillet long de 3-4 mm en général (fig. 117) (p. 144) ..... *Leersia*

[Cypéracées, voir aussi n^{os} 116-117, 145-147, 164-165]

94. Épillets plats, allongés ; glumes en 2 rangs, régulièrement échelonnées le long d'un axe en zigzag (fig. 59) 95
— Épillets ovoïdes ; glumes disposées en spirale au moins au sommet de l'épillet (fig. 63, 124) 98
95. Feuilles surtout groupées vers le bas de la tige qui est nue dans sa partie supérieure ; 3 ou quelques « feuilles » (bractées) groupées au sommet de la tige entourent l'inflorescence (fig. 118) 96
— Feuilles échelonnées le long de la tige (fig. 119) 97
96. Akène (graine) aplati latéralement ; 2 stigmates, alignés dans le plan d'aplatissement de l'épillet (p. 140) ..... *Pycreus*
— Akène triangulaire ou aplati d'avant en arrière ; stigmates 3 ou 2, et alors alignés transversalement au plan de l'épillet (p. 135) ..... *Cyperus*
97. Tiges dressées, hautes de plus de 1 m à feuilles longues ; gaine foliaire fendue longitudinalement (Graminée) (fig. 110) (p. 143) ..... *Diplachne*
— Tiges rampantes ou flottantes sur l'eau ; limbe long de quelques cm (fig. 119, 120) (p. 140) ..... *Pycreus*
98. Tige terminée par 1 seul épillet, déjeté latéralement par une bractée raide qui prolonge la tige ; petite plante en touffe (fig. 121) (p. 138) ..... *Isolepis*
— Épillets nombreux, groupés en bouquets ou en têtes 99
99. Tige prolongée par une grande bractée raide : l'inflorescence semble rejetée sur le côté (fig. 122) (p. 141) ..... *Schoenoplectus*
— Pas de bractée raide qui prolonge la tige au-delà de l'inflorescence 100
100. Inflorescence en un bouquet de têtes d'épillets, au sommet de la tige, entourée de quelques bractées semblables à des feuilles ; feuilles surtout groupées au bas de la tige (fig. 123-125) (p. 140) ..... *Oxycaryum*
— Inflorescences en bouquets ou en têtes, au sommet de la tige et dans l'aisselle des feuilles supérieures ; des feuilles tout le long de la tige (fig. 127) 101
101. Très petites plantes (hautes de quelques cm) ; épillets groupés en têtes sessiles ou presque (fig. 126) (p. 137) ..... *Diplacrum*
— Grandes herbes dressées ; éléments de l'inflorescence portés par des pédicelles .. 102

102. Plantes poilues ; feuilles un peu molles (fig. 93) ; glumes verdâtres ; akène entouré de soies ou d'écailles (fig. 129) (p. 139)..... *Fuirena*
— Plantes glabres ; feuilles souvent coriaces, coupantes ; glumes brunâtres ou roussâtres..... 103
103. Akène (fig. 130) surmonté d'un bec allongé et pointu qui lui semble surajouté, souvent entouré de soies à sa base, caché dans les glumes ; épillet aigu, étroit, long d'environ 5 mm (fig. 131) (p. 140)..... *Rhynchospora*
— Akène arrondi, ovoïde ou mucroné, mais ne portant pas de bec semblant surajouté ; pas de longues soies à sa base ; épillet ovoïde, renflé, à glumes supérieures écartées laissant apparaître l'akène (fig. 132, 133)..... 104
104. Akènes colorés, blancs, verts, noirs ou violacés, très apparents dans l'inflorescence (fig. 128, 132) ; glumes généralement plus longues que l'akène ; épillets groupés sur des rameaux allongés ; peu ou pas de feuilles à la base de la tige (fig. 127) (p. 141)..... *Scleria*
— Akènes brunâtres, discrets ; glumes plus courtes que l'akène (fig. 133) ; épillets groupés en petites têtes ; tige feuillée dès la base, feuilles nombreuses longues et tranchantes (p. 135)..... *Cladium*

[Feuilles groupées, opposées ou verticillées sur la tige]

105. Tiges entièrement submergées, amarrées ou libres dans l'eau, jamais dressées au-dessus de l'eau, ni rampantes-enracinées..... 106
— Tiges dressées ou redressées au-dessus de l'eau, ou rampantes-enracinées..... 112
106. Feuilles verticillées : plusieurs feuilles insérées au même niveau, en une couronne ; feuilles étroites à bords parallèles, parfois ciliées ou denticulées (fig. 134). 107
— Feuilles opposées : insérées 2 par 2, face à face ; feuilles à marges entières ; petites fleurs sessiles ou presque, généralement isolées dans l'aisselle des feuilles..... 110
107. Feuilles portant à leur sommet quelques cils raides et un « piège » bilobé (fig. 45, 134) (p. 104)..... *Aldrovanda*
— Feuilles ne portant ni cils ni « piège » bilobé, ayant tout au plus leurs marges denticulées..... 108
108. Feuilles 3 par 3, ne dépassant pas 15 mm de longueur, larges de 1 mm, à marges entières ; très petites plantes (hautes de quelques cm) ; fleurs axillaires sessiles, petites mais hermaphrodites (p. 107)..... *Rotala*
— Feuilles généralement plus nombreuses dans chaque verticille ; plantes beaucoup plus grandes ; feuilles à marges denticulées ; fleurs minuscules, à peine visibles, unisexuées..... 109
109. Feuilles en groupes ou en bouquets plutôt qu'en couronnes régulières, longues de plus de 3 cm, munies de petites oreillettes translucides à leur base ; fleurs sans calice ni corolle, sessiles dans l'aisselle des feuilles, toujours submergées (fig. 40) (p. 129)..... *Najas*
— Feuilles en verticilles réguliers, longues de moins de 3 cm ; fleurs à 3 sépales et 3 pétales, portées par des pédicelles filiformes (fig. 85) (p. 124)..... *Lagarosiphon*
110. Feuilles portant une petite échancrure à leur sommet (fig. 135), souvent tassées au sommet des tiges en une fausse rosette qui affleure au ras de l'eau ; fleurs unisexuées, minuscules, sans sépales ni pétales ; fruit arrondi à 4 côtes contenant 4 graines (fig. 136) (p. 113)..... *Callitriche*
— Feuilles non échancrées, arrondies au sommet, ne formant pas de fausses rosettes ; fleurs hermaphrodites, à 3-5 sépales et parfois 3-5 pétales ; graines minuscules, nombreuses..... 111
111. Calice en tube terminé par 3 à 5 dents triangulaires, portant parfois 3 à 5 pétales pourpres (fig. 137, 138) ; ovaire prolongé par un petit style unique (fig. 139) (p. 107)..... *Rotala*
— Calice à 3 sépales membraneux, arrondis au sommet, alternant avec 3 pétales blanchâtres ; ovaire surmonté par 3 petits styles (fig. 140) (p. 106)..... *Elatine*

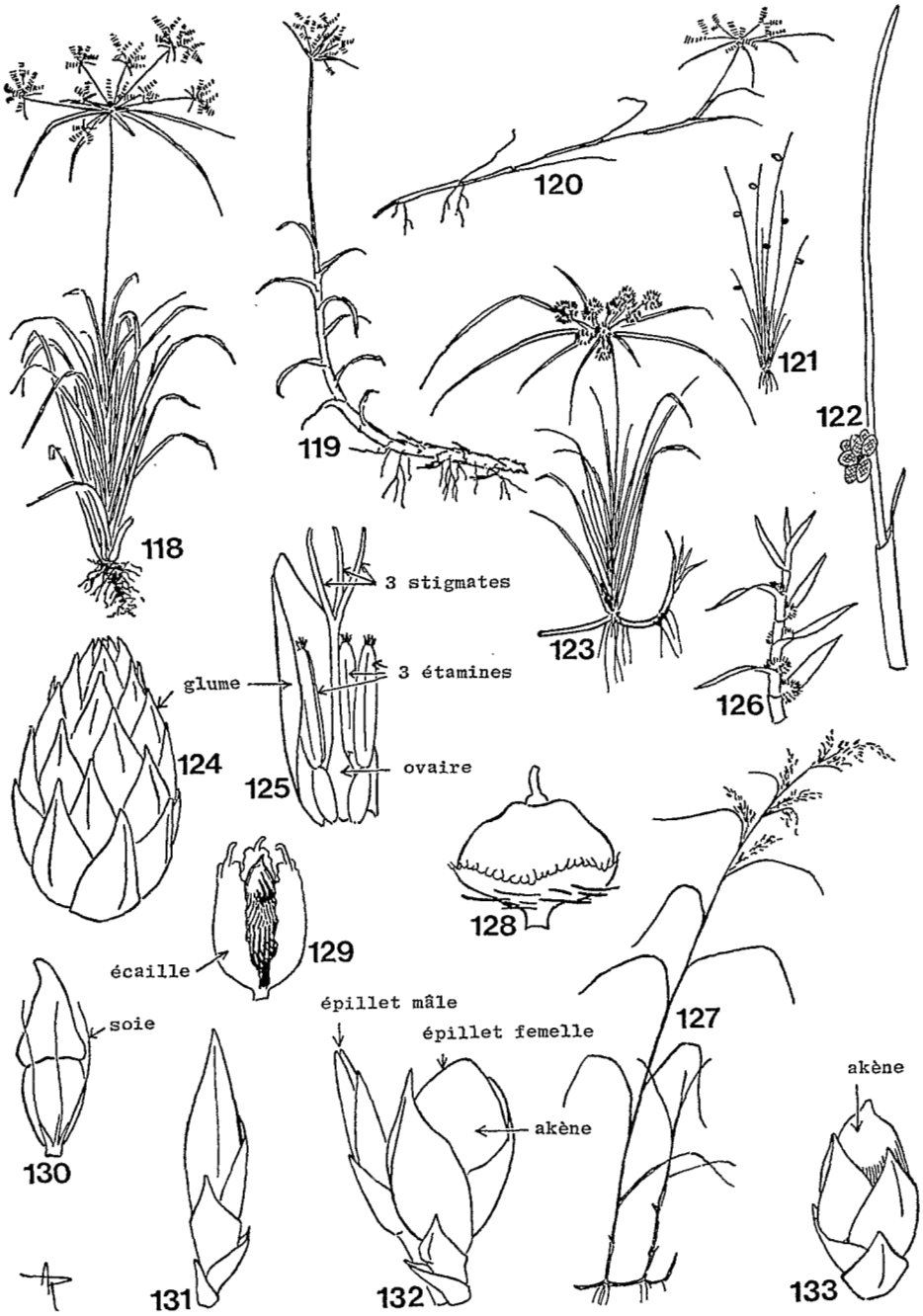


PLANCHE IX. — **118**, *Cyperus exaltatus* ; **119**, *Pycreus mundtii* ; **120**, *Pycreus demangei* ; **121**, *Isolepis setacea* ; **122**, *Schoenoplectus supinus* ; **123**, *Oxycaryum cubense* ; **124**, *id.*, épillet ; **125**, *id.*, une fleur (hermaphrodite) contenue dans une glume ; **126**, *Diplacrum africanum* ; **127**, *Scleria depressa* ; **128**, *id.*, akène ; **129**, *Fuirena umbellata*, akène entouré de ses écailles ; **130**, *Rhynchospora corymbosa*, akène entouré de ses soies ; **131**, *id.*, épillet ; **132**, *Scleria canaliculato-triquetra*, 2 épillets, l'un mâle, l'autre femelle ; **133**, *Cladium mariscus*, épillet.

112. Petite herbe flottant librement à la surface de l'eau ; feuilles ovales longues de 1 cm, poilues à leur face supérieure (*fig.* 77) (p. 101)..... *Salvinia*
— Herbes ne flottant pas librement en surface..... 113
113. Feuilles par 2, insérées face à face au même niveau sur la tige (opposées)..... 118
— Feuilles groupées en bouquets, en nombre variable dans chaque bouquet... 114
114. Feuilles pétiolées à limbe arrondi..... 115
— Feuilles sans pétiole, étroitement linéaires ; fleurs contenues dans des épillets à glumes membraneuses..... 116
115. Limbe échancré en cœur, à marges entières ; fleurs à 3 pétales, dressées au-dessus de l'eau (fig. 81) (p. 124)..... *Hydrocharis*
— Limbe en demi-cercle, denté au bord ; fleurs minuscules, groupées au sommet d'un petit pédicelle, cachées parmi les feuilles (fig. 141) (p. 113)..... *Centella*
116. Une seule fleur susceptible de fructifier dans chaque épillet ; 2 glumes pointues contiennent tout le reste de l'épillet ; akène entouré de soies (fig. 60, 61) (p. 141)..... *Websteria*
— Plusieurs fleurs fertiles dans chaque épillet ; les glumes basales ne cachent pas entièrement les autres ; akène sans soies..... 117
117. Épillet plat, glumes disposées en 2 rangs (*fig.* 59) (p. 140)..... *Pycreus*
— Épillet ovoïde, glumes disposées en une hélice (fig. 63) (p. 139)..... *Eleogiton*
118. Feuilles très étroites (larges de 1 à 2 mm), élargies-arrondies au sommet, longues de 1 à 2 cm ; fleurs longues de 2 mm, pédicellées, isolées dans l'aisselle des feuilles ; tiges grêles, rampantes sur le sol, enracinées à chaque nœud, jamais redressées (fig. 57) (p. 118)..... *Glossostigma*
— Feuilles différentes ; fleurs groupées en inflorescences, ou grandes ; tiges dressées ou redressées au sommet..... 119
119. Chaque paire de feuilles portant une couronne de fleurs est accompagnée de 6 longues épines acérées ; grandes fleurs violettes, corolle tubuleuse à 2 lèvres (fig. 142) (p. 123)..... *Hygrophila*
— Pas de longues épines parmi les fleurs, dans l'aisselle des feuilles ; fleurs plus petites..... 120
120. Fleurs groupées en capitules axillaires, sessiles, larges de 1 cm, entourés de 3 ou 4 bractées vertes semblables à de petites feuilles ; fleurons blanc-jaunâtre, en languettes, à la périphérie du capitule (fig. 143) (p. 115)..... *Enydra*
— Fleurs individuellement distinctes, non groupées en capitules entourés d'une collerette de bractées..... 121
121. Fleurs isolées dans l'aisselle des feuilles..... 122
— Fleurs groupées en inflorescences..... 125
122. Pétales lorsqu'ils existent, petits, indépendants, pourpres, insérés sur le calice (*fig.* 137) ; calice soudé en tube terminé par 3 à 5 dents triangulaires ; étamines fixées à la face interne du calice (fig. 138) ; fleurs sessiles (p. 107)..... *Rotala*
— Corolle tubuleuse, à 2 lèvres, non portée par le calice (*fig.* 144) ; calice en tube, ou à 5 lobes libres ; 2 ou 4 étamines fixées à la face interne du tube de la corolle ; fleurs sessiles ou pédicellées..... 123
123. 5 sépales inégaux : 2 grands cachent les 3 autres plus petits (fig. 144) ; ces 2 grands sépales s'accroissent au cours de la fructification et cachent le fruit (*fig.* 145) ; plantes plus ou moins charnues-aqueuses (p. 117)..... *Bacopa*
— 5 sépales égaux, qui ne s'accroissent pas sensiblement au cours de la fructification..... 124
124. Les étamines inférieures (parfois démunies d'anthères) ont un filet abruptement plié, portant un appendice ou un épaississement bien visible, près de son insertion, sur la lèvre inférieure de la corolle (fig. 146, 147) (p. 119)..... *Lindernia*
— 4 étamines à filets ni genouillés ni appendiculés (pl. XVIII, p. 121) (p. 118)..... *Limnophila*
125. Fleurs disposées en inflorescences grêles et allongées, épis ou grappes à contour longuement aigu ; ces inflorescences peuvent être au sommet des tiges ou dans l'aisselle des feuilles..... 126

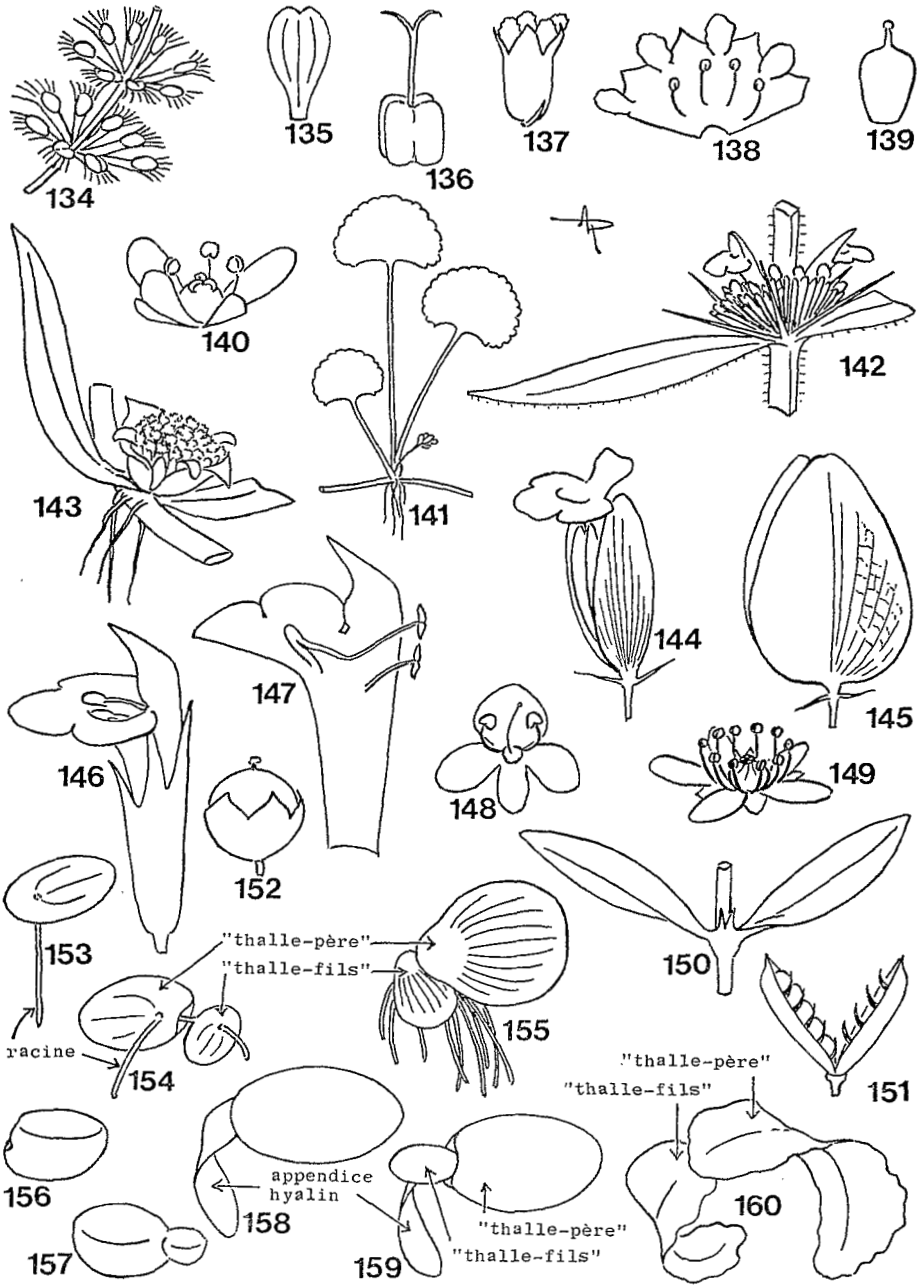


PLANCHE X. — **134**, *Aldrovanda vesiculosa*, verticilles de feuilles ; **135**, *Callitriche stagnalis*, feuille ; **136**, *id.*, fruit ; **137**, *Rotala tenella*, fleur ; **138**, *id.*, le calice ouvert ; **139**, *Rotala stagnina*, ovaire ; **140**, *Elatine triandra*, fleur ; **141**, *Centella asiatica* ; **142**, *Hygrophila auriculata*, groupe de fleurs ; **143**, *Enydra fluctuans*, capitule ; **144**, *Bacopa crenata*, fleur ; **145**, *id.*, calice entourant un fruit ; **146**, *Lindernia diffusa*, fleur ; **147**, *id.*, étamines à l'intérieur de la corolle ; **148**, *Veronica anagallis-aquatica*, fleur ; **149**, *Bergia capensis*, fleur ; **150**, *Pentodon pentandrus*, paire de feuilles ; **151**, *Hygrophila auriculata*, fruit ouvert ; **152**, *Ammania baccifera*, fruit ; **153**, *Lemna paucicostata*, vue de dessus ; **154**, *id.*, plante en cours de bourgeonnement, vue de dessous ; **155**, *Spirodela polyrhiza*, en cours de bourgeonnement, vue de dessus ; **156**, *Wolffia arrhiza*, vue de profil ; **157**, *id.*, en cours de bourgeonnement ; **158**, *Pseudowolffia hyalina*, vue de dessus ; **159**, *id.*, en cours de bourgeonnement ; **160**, *Wolffiopsis welwitschii*, en cours de bourgeonnement.

— Fleurs groupées en glomérules, en fascicules ou en grappes rameuses non allongées, placés dans l'aisselle des feuilles..... 128

126. Grande herbe traînante à la surface de l'eau ; tige cannelée, longue parfois de plus de 2 m ; fleurs coriaces, verdâtres, en épis terminant la tige ; 5 sépales inégaux atteignant 8 mm de longueur, terminés par une pointe dure ; pas de pétales (fig. 18) (p. 107)..... *Centrostachys*

— Herbes plus petites ; tiges rondes ou carrées, mais non cannelées ; fleurs non coriaces, à sépales non épineux ; pétales colorés, soudés entre eux au moins à leur base ; feuilles charnues, aqueuses, sessiles..... 127

127. Fleurs grandes (1 à 3 cm), en grappe lâche, dressée au-dessus de l'eau ; corolle tubuleuse vivement colorée ; feuilles non dentées, tassées vers le bas de la tige, normalement submergées (fig. 68) (p. 118)..... *Dopatrium*

— Fleurs petites (moins de 1 cm), en grappes pédonculées à l'aisselle des feuilles ; corolle bleue ou mauve à 4 lobes unis seulement à leur base (fig. 148) ; feuilles finement dentées réparties tout le long de la tige (p. 119)..... *Veronica*

128. Feuilles finement denticulées au bord..... 129

— Feuilles à marge entière ; 4 ou 5 sépales..... 131

129. 2 grands sépales cachant les 3 autres, plus petits (fig. 144, 145) ; tiges charnues, aqueuses ; corolle tubuleuse contenant 4 petites étamines (p. 117)..... *Bacopa*

— 5 sépales égaux..... 130

130. Sépales et pétales libres entre eux ; 10 petites étamines bien dégagées de la corolle épanouie (fig. 149) ; feuilles rétrécies à la base, presque pétiolées ; tige épaisse, charnue-aqueuse ; feuilles dentées en scie (fig. 202) (p. 105)..... *Bergia*

— Pétales unis en tube, corolle à 2 lèvres contenant 4 petites étamines qui y demeurent cachées (fig. 11) ; feuilles vraiment sessiles, portant quelques dents irrégulières (pl. XVIII, p. 121) (p. 118)..... *Limnophila*

131. Corolle en tube, insérée indépendamment du calice et non sur lui ; fruits variés mais non sphériques..... 132

— Corolle formée de petits pétales libres, quand elle existe ; pétales rouge-pourpre, insérés au sommet du tube du calice, entre ses lobes triangulaires (fig. 137, 138) ; petits fruits sphériques (fig. 152)..... 135

132. Des languettes aiguës (stipules) appliquées à la tige de part et d'autre de l'insertion de la feuille (fig. 150) ; corolle en entonnoir, à lobes égaux, blanc-mauve ; sépales et corolle portés au sommet de l'ovaire (ovaire infère) ; fleurs groupées en petites grappes plus ou moins ramifiées (p. 115)..... *Peplodon*

— Pas de stipules à la base des feuilles ; corolle à 2 lèvres lobées, contenant 4 étamines et l'ovaire ; fleurs en glomérules..... 133

133. Calice à 5 dents aiguës, égales ou à peu près (fig. 11)..... 134

— Calice à 2 grands lobes qui cachent les 3 autres plus petits (fig. 144) ; tige charnue-aqueuse (p. 117)..... *Bacopa*

134. Grandes corolles violet-pourpre ; le fruit fusiforme, pointu, contient des graines portées chacune par un crochet (fig. 151) ; fleurs groupées en une couronne autour de la tige, à chaque paire de feuilles vers le haut de la plante (fig. 142) (p. 123)..... *Hygrophila*

— Corolles petites, blanches, roses ou jaunes ; les graines, minuscules, ne sont pas portées par des crochets ; fleurs peu nombreuses dans l'aisselle des feuilles (p. 118)..... *Limnophila*

135. Tige épaisse, spongieuse-aqueuse, traînante, redressée au sommet ; pétales bien visibles, fragiles, froissés dans le bouton ; feuilles ovales, arrondies au sommet (fig. 203) (p. 107)..... *Nesaea*

— Tige mince, non spongieuse, dressée dès la base, portant souvent des rameaux régulièrement opposés ; pétales petits, peu visibles ; feuilles pointues au sommet, parfois élargies à la base (p. 107)..... *Ammania*

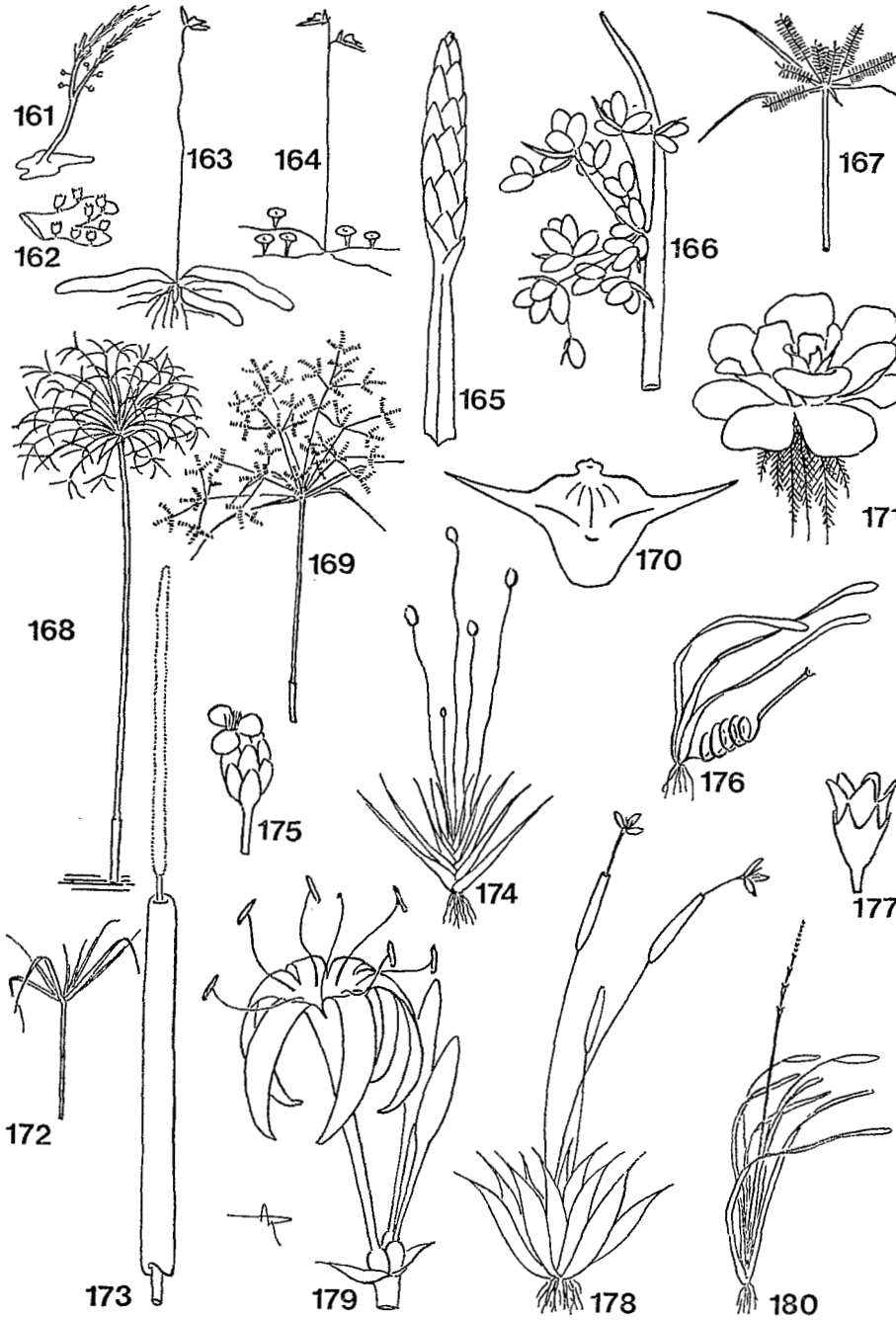


PLANCHE XI. — **161**, *Stonesia gracilis* ; **162**, *Butumia marginalis* ; **163**, *Utricularia andongensis* ; **164**, *Utricularia pubescens* ; **165**, *Eleocharis fistulosa*, inflorescence ; **166**, *Schoenoplectus lacustris*, inflorescence ; **167**, *Mariscus socialis*, inflorescence ; **168**, *Cyperus papyrus* ; **169**, *Cyperus haspan* ; **170**, *Trapa natans*, fruit ; **171**, *Pistia stratiotes* ; **172**, *Cyperus sp.*, inflorescence stérile ; **173**, *Typha australis*, inflorescence ; **174**, *Xyris straminea* ; **175**, *id.*, inflorescence ; **176**, *Vallisneria aethiopica*, plante femelle ; **177**, *Limosella africana*, fleur ; **178**, *Blyxa senegalensis*, plante mâle ; **179**, *Crinum natans*, inflorescence ; **180**, *Wiesneria schweinfurthii*.

[Pas de tige feuillée]

136. Plantes réduites à des structures vertes où on ne reconnaît guère ni feuilles ni tiges, à aspect de thalles, de lamelles, de corpuscules ou de filaments, mais susceptibles de porter des fleurs contenant étamines et (ou) pistil..... 137
— Plantes ayant des feuilles distinctes et reconnaissables, ou des tiges d'aspect normal et portant des fleurs, ou les 2 ensemble..... 145

[Plantes à aspect de thalles ou de filaments, sans architectures de tiges et feuilles reconnaissables]

137. Plantes en filaments ou en arbuscules (très petits) vert bronze ou rougeâtres... 138
— Plantes réduites à des lames ou à des petits corpuscules verts..... 139
138. Filaments plus ou moins ramifiés, fragiles, portant des « utricules » hyalines, petites urnes longues de 0,5 à 4 mm (fig. 53) ; fleurs voyantes, colorées, à corolle tubuleuse à 2 lèvres, prolongée à la base en un éperon (fig. 54) (p. 122)... *Utricularia*
— Filaments et arbuscules (hauts de 1 à quelques cm) sans utricules, portant de minuscules appendices ; plantes des rapides et des cascades ; fleurs à peine visibles, réduites à une ou quelques étamines et un pistil contenus dans une membrane hyaline (fig. 56) (p. 105)..... *Podostémacées*
139. Très petits organes libres, vert vif, flottant à la surface de l'eau ; ils sont en forme de petites lames ou de corpuscules, isolés ou groupés ; fleurs minuscules, rares et difficiles à observer..... 140
— Lames vertes étalées sur le sol mouillé ou sur les rochers..... 144
140. Chaque petite lame porte 1 ou plusieurs racines cylindriques plongeant dans l'eau..... 141
— Petites lames ou corpuscules sans aucune racine..... 142
141. Lame ovale-arrondie, atteignant 8 mm de longueur, et portant un faisceau de racines insérées sur une petite verrue à sa face inférieure (fig. 155) (p. 133)... ..... *Spirodela*
— Lame ovale-lenticulaire, longue de 2 à 3,5 mm portant 1 seule racine à sa face inférieure (fig. 153, 154) (p. 133)..... *Lemna*
142. Corpuscules ovoïdes charnus, longs de 1 à 1,5 mm, épais (0,5 mm environ), vert-opaque, sans aucun appendice, généralement libres les uns des autres (fig. 156, 157) (p. 133)..... *Wolffia*
— Lames vertes, membraneuses, longues de 2,5 à 6 mm, souvent cohérentes en groupes..... 143
143. Lame vert clair, étalée sur l'eau ; elle porte généralement un appendice incolore, translucide, plongeant dans l'eau (fig. 158, 159) (p. 133)..... *Pseudowolffia*
— Lame vert bronze, recourbée, flottant plus ou moins entre deux eaux (fig. 160) (p. 134)..... *Wolffiopsis*
144. Lames vertes fortement adhérentes aux rochers battus par l'eau courante, et pouvant porter des filaments ramifiés (fig. 161) et (ou) des fleurs minuscules pédicellées (fig. 162) (p. 105)..... *Podostémacées*
— Lames vertes étalées sur le sol, reliées à des filaments ténus qui portent des inflorescences dressées (fig. 163, 164) ; fleurs visibles, corolle à 2 lèvres prolongée à la base en éperon (fig. 54) (p. 122)..... *Utricularia*
145. Feuilles groupées en rosette ou en touffe, jamais échelonnées sur une tige ; les tiges, lorsqu'elles existent, ne portent que des fleurs..... 149
— Pas de feuilles reconnaissables, ni en rosette ni échelonnées sur une tige ; plantes réduites à des tiges portant des fleurs et éventuellement des bractées florales vertes ; parfois des tiges nues, non florifères ; fleurs groupées en épillets, enveloppés de glumes membraneuses..... 146

[Plantes réduites à des tiges florifères]

146. Un seul épi termine la tige nue (fig. 165) ; pas de grande bractée à la base de l'épi (fig. 62) (p. 137)..... *Eleocharis*
— Inflorescence rameuse au sommet d'une tige nue ; tout au plus quelques bractées en forme de feuilles groupées à la base de l'inflorescence..... 147
147. La tige semble se prolonger au-delà de l'inflorescence par une bractée raide,

dressée ; inflorescence déjetée sur le côté (fig. 166) ; épillets ovoïdes, glumes disposées en spirale (p. 141)..... *Schoenoplectus*

— Pas de bractée dressée prolongeant la tige au-delà de l'inflorescence ; inflorescence rameuse formant une gerbe au sommet de la tige ; épillets plats, glumes disposées en 2 rangées..... 148

148. Épillets courts, brunâtres, groupés en épis cylindriques (fig. 167) (p. 139).. *Mariscus*

— Épillets plus ou moins allongés, non disposés en épis cylindriques (fig. 169) ; parfois les épillets manquent, l'inflorescence est stérile, réduite à une gerbe de rameaux fins terminant la tige (cas fréquent chez *C. papyrus*) (fig. 168) (p. 135)..... *Cyperus*

[Feuilles groupées en rosettes]

149. Feuilles en une rosette qui flotte librement à la surface de l'eau, non fixée au sol, émergée (fig. 43, 51) (si les eaux sont basses, voir aussi n° 154)..... 150

— Plantes fixées au sol par leurs racines ; la rosette de feuilles est submergée ou non..... 154

150. Feuilles pétiolées ; pétiole épaissi-aérifère..... 151

— Feuilles sessiles..... 153

151. Feuilles simples, à limbe tout au plus denté au bord ; pétiole renflé en ampoule fusiforme aérifère ; plantes à fleurs..... 152

— Fleurs composées de segments plus ou moins inégaux ; pétiole épais, spongieux mais non renflé en ampoule ; fougère ; 2 sortes de feuilles : les stériles ont des lobes arrondis portant souvent de jeunes plants sur leurs marges ; les feuilles fertiles, toujours dressées hors de l'eau, ont des lobes étroits, à marges enroulées sur les fructifications de la face inférieure (fig. 197, 198) (p. 101)..... *Ceratopteris*

152. Limbe ovale arrondi, non denté, à nervures parallèles arquées ; pétiole glabre, gonflé (fig. 36, 43) ; fleurs bleu-mauve en grappe dressée, à 6 pétales inégaux (p. 131)..... *Eichhornia*

— Limbe losangique grossièrement denté, à nervures en réseau ; pétiole poilu, modérément gonflé (fig. 51) ; petites fleurs blanches, isolées, à 4 pétales égaux ; fruit à 2 grosses épines (fig. 170) (p. 109)..... *Trapa*

153. Feuilles dressées, longues de plusieurs cm, largement ovales, velues (fig. 171) ; inflorescence minuscule enveloppée d'une petite spathe blanche sessile (p. 132).. ..... *Pistia*

— Feuilles étalées à la surface de l'eau, longues de quelques mm, glabres (fig. 153 à 160) ; inflorescences rares (p. 132)..... *Lemnacées*

154. Un bouquet de « feuilles » au sommet d'une tige nue (en fait, inflorescence stérile) (fig. 172) (p. 135)..... *Cyperus*

— La rosette de feuilles est fixée au sol, elle n'est pas portée par une tige..... 155

155. Feuilles à bords parallèles, en rubans ou en lames dressées, ne s'élargissant pas vers leur sommet ; parfois des feuilles de forme différente leur sont juxtaposées dans la même rosette..... 156

— Pas de feuilles en rubans à bords parallèles..... 171

156. Feuilles dressées, en 2 rangs, formant un éventail plat à la base (fig. 174) ; inflorescences en têtes ou massues brunes, au sommet d'un scape dressé plus ou moins raide..... 157

— Plantes n'ayant pas à la fois des feuilles et scapes dressés, et une rosette en éventail à la base..... 158

157. Herbes robustes atteignant 3 à 4 m de haut ; inflorescences en longs épis bruns terminant un scape rigide ; feuilles un peu coriaces à nervures en échelles ; fleurs minuscules entourées de poils, les mâles au sommet, les femelles à la base de l'épi (fig. 173) (p. 134)..... *Typha*

— Petites herbes à feuilles pointues (fig. 174) ; inflorescences en têtes brunes portées par des scapes dressés ; fleur à 3 pétales jaunes, fragiles (fig. 175) (p. 129)..... *Xyris*

158. Fleurs isolées venant s'épanouir au ras de l'eau ; parfois des fleurs mâles, fugaces, groupées, mais fleurs femelles (et fruits) toujours seules 159
— Fleurs groupées en inflorescences de formes variées 162
159. Feuilles courtes (moins de 10 cm de longueur) ; pédicelle du fruit non enroulé en spirale 160
— Feuilles molles, longues de 10 à 30 cm ; fleur femelle portée par un long pédicelle souple qui s'enroule en spirale : le fruit est ainsi ramené au fond de l'eau (fig. 176) (p. 125) ..... *Vallisneria*
160. Fruit en tête sphérique couverte de petits akènes ; feuilles de 2 sortes : outre les submergées en rubans, des feuilles dressées hors de l'eau, pétiolées à limbe lancéolé ; fleurs à 3 pétales blancs (parfois groupées par 2) (fig. 16) (p. 126) ..... *Ranalisma*
— Fruit non en tête sphérique couverte d'akènes ; feuilles toutes semblables, étroites et pointues 161
161. Fleur hermaphrodite, pédicellée, longue de 2 mm ; corolle en tube, à 5 lobes (fig. 177) ; petit fruit ovoïde contenu dans le calice à 5 dents ; fleurs non contenues dans un sac membraneux ; feuilles sans longue pointe au sommet (p. 119) ..... *Limosella*
— Fleurs unisexuées ; fleur femelle sessile, prolongée par un long bec dressé jusqu'à la surface de l'eau ; fruit membraneux, long et étroit ; fleur ♂ sortant d'un sac membraneux, au ras de l'eau ; feuilles prolongées par une pointe longue (fig. 178) (p. 123) ..... *Blyxa*
162. Fleurs cachées entre des pièces membraneuses ou coriaces et formant avec elles des épis, épillets ou têtes dense ; chaque fleur est très petite et sessile 163
— Fleurs bien visibles, apparentes individuellement, ne restant pas cachées entre des pièces membraneuses 167
163. Inflorescence en capitule velu-laineux, blanc ou noir, ou lisse et jaune, isolé au sommet d'un scape raide ; fleurs unisexuées, minuscules (fig. 44, 58) (p. 130) ..... *Eriocaulon*
— Inflorescence non en capitule isolé 164
164. Inflorescence formée d'épillets, dressée au-dessus de l'eau ; feuilles toutes semblables ; fleurs sans pétales, ayant 1 à 3 étamines ; fruit à 1 seule graine (akène) 165
— Inflorescence formée de 1 ou 2 épis flottants couchés sur l'eau, portés par une tige molle ; feuilles de 2 sortes : en ruban submergées, et à limbe lancéolé flottant en surface ; fleurs à 1-3 pétales, et au moins 6 étamines ; chaque fleur contient 3 à 6 carpelles à plusieurs graines (fig. 7) (p. 127) ..... *Aponogeton*
165. Épillets plats, glumes disposées en 2 rangs (fig. 59) 166
— Épillets ovoïdes, glumes disposées en spirale (fig. 123 à 125) (p. 140) ... *Oxycaryum*
166. Akène à section triangulaire, ou aplati ; dans ce dernier cas, il est aplati transversalement au plan de l'épillet (p. 135) ..... *Cyperus*
— Akène aplati dans le plan de l'épillet (p. 140) ..... *Pycreus*
167. Fleurs grandes (longues de 15 à 20 cm), blanches, groupées au sommet d'un scape épais ; corolle en tube à 6 lobes, insérée sur un gros ovaire (fig. 179) ; longues feuilles rubannées, submergées, molles et gaufrées ; la souche est un oignon (p. 134) ..... *Crinum*
— Fleurs plus petites, groupées en verticilles le long de la tige ; corolle à 3 pétales libres (parfois absents) insérés à la base de l'ovaire 168
168. Fleurs très petites, sessiles ou presque, formant un épi grêle qui sort seul de l'eau ; scape souple ; chaque verticille contient des fleurs nombreuses, et est entouré d'une courte gaine ou d'une collerette ; pétales petits ou nuls ; fleurs mâles au sommet, femelles à la base de l'épi (fig. 180) (p. 127) ..... *Wiesneria*
— Fleurs pédicellées ; chaque verticille est entouré de 3 bractées libres et non d'une collerette ; inflorescence dressée, raide 169

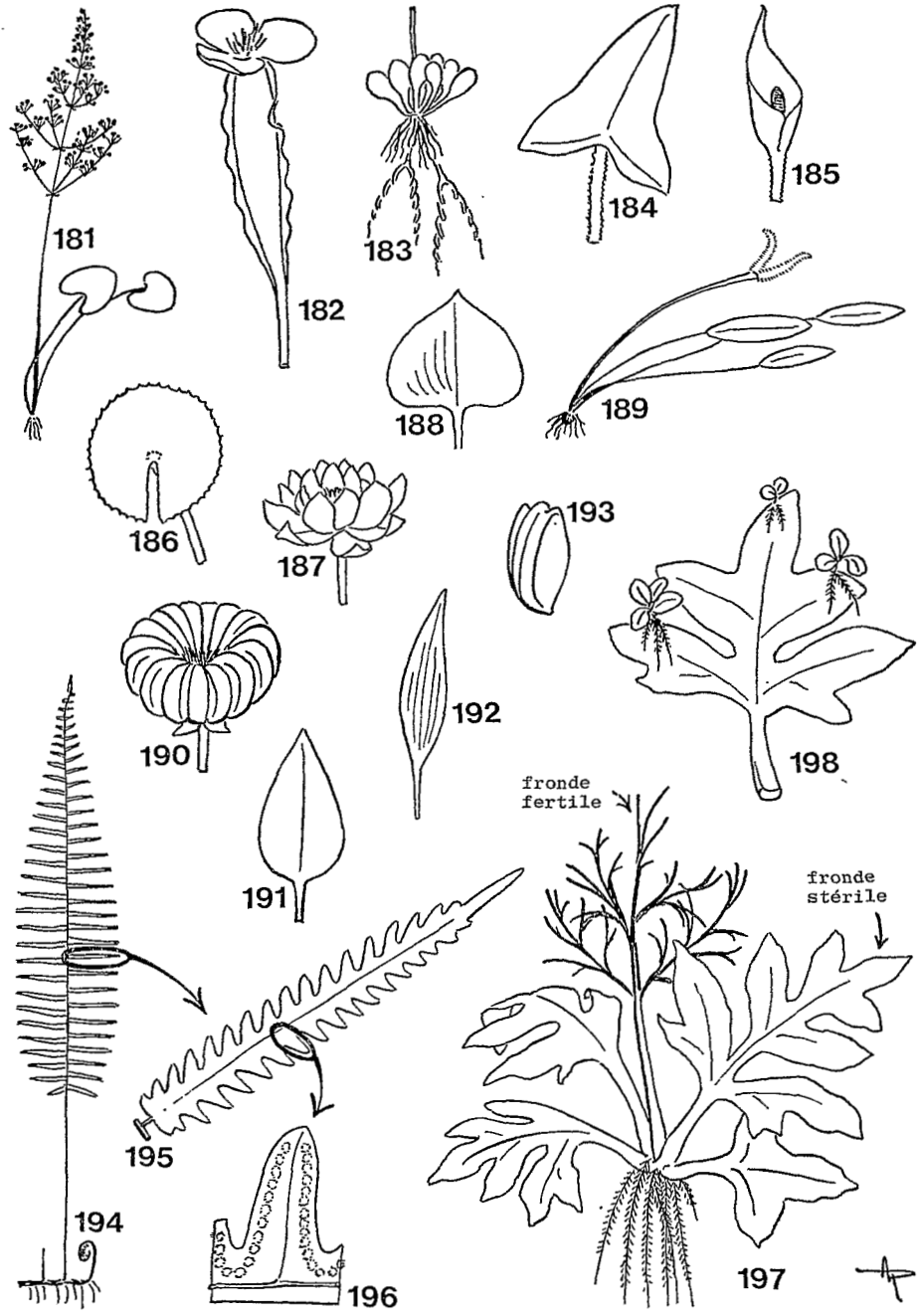


PLANCHE XII. — **181**, *Caldesia reniformis* ; **182**, *Ottelia ulvifolia*, fleur sortant de la spathe ; **183**, *Genlisea africana*, rosette de feuilles portant les racines et les appendices fourchus ; **184**, *Cyrtosperma senegalensis*, feuille ; **185**, *id.*, inflorescence dans sa spathe ; **186**, *Nymphaea lotus*, feuille ; **187**, *id.*, fleur ; **188**, *Ottelia alismoides*, feuille ; **189**, *Aponogeton subconjugatus* ; **190**, *Alisma plantago-aquatica*, fruit (carpelles groupés) ; **191**, *id.*, feuille ; **192**, *Burnatia enneandra*, feuille ; **193**, *id.*, un carpelle du fruit ; **194**, *Cyclosorus striatus*, une « feuille » (fronde) ; **195**, *id.*, une « foliole » (pinnule) ; **196**, *id.*, un lobe de pinnule, face inférieure montrant les fructifications : les spores sont produites dans les sporanges groupés en amas ronds alignés ; **197**, *Ceratopteris cornuta*, rosette flottante ; **198**, *id.*, fronde stérile produisant de jeunes plantules par bourgeonnement.

169. 3 fleurs (*en général*) dans chaque verticille ; inflorescence non ramifiée ; fleur grande (3 cm environ) (fig. 9) ; souvent quelques feuilles dressées hors de l'eau à limbe en fer de flèche, aigu au sommet (p. 126)..... *Sagittaria*
— De nombreuses fleurs dans chaque verticille..... 170
170. Inflorescence très rameuse ; fleurs larges de 5 à 8 *mm* ; des feuilles à limbe flottant, arrondi en cœur ou en rein (fig. 181) (p. 126)..... *Caldesia*
— Inflorescence peu ou non rameuse ; fleurs larges de 1 à 2 *cm* ; des feuilles dressées au-dessus de l'eau, à limbe en fer de flèche, arrondi au sommet (fig. 42) (p. 126)..... *Limnophyton*
171. Feuilles à limbe entier, parfois légèrement denté, jamais composé..... 172
— Feuilles à limbe composé ou au moins profondément incisé (Fougères)..... 194
172. Feuilles sans pétiole..... 173
— Feuilles pétiolées, ou au moins rétrécies-atténuées à la base..... 175
173. Feuilles poilues, largement ovales (fig. 171) ; petites inflorescences sessiles enveloppées de spathes blanches (p. 132)..... *Pistia*
— Feuilles glabres ; fleurs bien dégagées des feuilles..... 174
174. Grandes feuilles molles, membraneuses, vert bronze, ressemblant à une Algue ; grande fleur à 3 pétales sortant d'une spathe longue de 2 à 6 *cm*, ornée d'ailes longitudinales, et portée par un pédicelle souple (fig. 182) (p. 124)..... *Ottelia*
— Petites feuilles lancéolées, charnues-aqueuses ; fleurs vivement colorées, disposées en une grappe dressée (fig. 68) ; corolle tubuleuse à 2 lèvres largement étalées (fig. 11) (p. 118)..... *Dopatrium*
175. Feuilles n'atteignant pas 10 cm de hauteur ; plantes très petites ; limbe entier, lancéolé ou arrondi, graduellement rétréci en pétiole..... 176
— Feuilles dépassant 10 cm de hauteur ; plantes plus grandes ; limbe passant au pétiole abruptement..... 179
176. Fleurs en grappe dressée ; corolle à 2 lèvres inégales, prolongée par un éperon recourbé (fig. 54)..... 177
— Fleurs isolées (ou par 2 à 3 en fascicules)..... 178
177. Fleurs violettes ; tige portant des poils dans l'inflorescence ; des organes fourchus, spiralés, translucides, s'enfoncent dans la vase (fig. 183) (p. 122).. *Genlisea*
— Fleurs blanches, jaunes ou mauve pâle ; tige glabre en général ; de petites « utricules » translucides attachées aux filaments qui circulent dans la vase (*fig.* 53) (*p.* 122)..... *Utricularia*
178. Fleurs larges de 1 cm, à 3 pétales (fig. 16) ; fruit : une tête de petits akènes (p. 126)..... *Ranalisma*
— Fleurs minuscules, longues de 2 mm ; corolle en tube à 5 lobes (fig. 177) ; fruit : une petite capsule contenant de petites graines (*p.* 119)..... *Limosella*
179. Pétiole épineux, épais-charnu ; feuilles hautes de 1 à 2 m ; limbe en fer de flèche atteignant 80 cm de long (fig. 184) ; inflorescence en épi cylindrique entouré d'une spathe en cornet longue de 25 à 50 cm (fig. 185) (p. 132)..... *Cyriosperma*
— Pétiole non épineux ; feuilles beaucoup moins grandes ; pas de spathe en cornet entourant l'inflorescence..... 180
180. Feuilles à limbe en demi-cercle, denté au bord ; quelques fleurs groupées au sommet d'un petit pédicelle (fig. 141) (p. 113)..... *Centella*
— Plantes n'ayant jamais simultanément des feuilles dentées et des fleurs groupées..... 181
181. Fleurs isolées (ou le paraissant), portées par des pédicelles issus de la souche ; feuilles pouvant être grossièrement dentées..... 182
— Fleurs groupées, nombreuses, en inflorescences portées hors de l'eau ; feuilles non dentées au bord..... 184
182. Pétiole poilu, renflé, aérifère, rosette émergée, flottant librement à la surface (p. 109) (fig. 51)..... *Trapa*

— Pétiole glabre, non renflé ; souche enracinée au fond de l'eau : les limbes foliaires et les fleurs viennent seuls flotter en surface..... 183

183. Limbe flottant circulaire, profondément échancré, parfois denté au bord (fig. 186) ; souvent des feuilles submergées membraneuses, translucides ; grandes fleurs à pétales nombreux, ne sortant pas d'un « sac » membraneux (fig. 187) (p. 103)..... *Nymphaea*

— Limbe ovale-triangulaire un peu en cœur à la base (fig. 188) ; fleur à 3 pétales sortant d'un « sac » membraneux (spathe) long et plat, contenant la partie inférieure de la fleur (fig. 182) (p. 124)..... *Ottelia*

184. Scape souple ; inflorescence en épi simple ou fourchu, long de 2 à 3 cm, incliné au ras de l'eau (fig. 189, pl. XIX, p. 128) ; petites fleurs parfois disposées d'un seul côté de l'épi ; feuilles à limbe lancéolé flottant en surface (p. 127). *Aponogeton*

— Scape raide, dressé..... 185

185. Feuilles pétiolées à limbe lancéolé, atténué en pointe aux 2 extrémités..... 186

— Limbe en cœur, en fer de flèche, ou arrondi, mais non en pointe à sa base..... 190

186. Fleurs bleues ou mauves, à 6 « pétales » colorés, groupées en un épi portant une petite feuille à sa base (fig. 91) ; petit ovaire à 3 loges (p. 131)..... *Monochoria*

— Fleurs à 3 sépales et 3 pétales blancs ou rosés (fig. 9), groupées en un bouquet terminant la tige ou en verticilles le long des rameaux de l'inflorescence ; pas de feuille (où pétiole et limbe sont reconnaissables) à la base de l'inflorescence ; l'ovaire est un groupe de carpelles indépendants..... 187

187. Fleurs groupées au sommet du scape en une ombelle (fig. 13) ; feuilles et tiges contiennent un latex blanc quand on les brise ; à la fructification, calice et corolle persistent autour des carpelles qui contiennent chacun de nombreuses graines (p. 123)..... *Tenagocharis*

— Fleurs en verticilles successifs ; inflorescences rameuses (fig. 181) ; plantes sans latex blanc ; à la fructification, le calice seul entoure les carpelles qui contiennent chacun 1 seule graine..... 188

188. Fleurs hermaphrodites à pétales voyants (longs de plus de 1 cm) ; 6 étamines ; carpelles aplatis latéralement, disposés en une couronne (fig. 190) (p. 125)... *Alisma*

— Fleurs unisexuées, petites ; pétales longs de 1 mm environ (ou nuls), toujours plus courts que les sépales ; carpelles disposés en une spirale, et formant une tête arrondie..... 189

189. Inflorescences branchues ; inflorescences mâles et femelles séparées, les femelles plus courtes et moins rameuses que les mâles ; feuilles à limbe dressé (fig. 192) ; fleur mâle à 9 étamines ; carpelles aplatis latéralement, portant 2 ailes sur leur dos (fig. 193) (p. 125)..... *Burnatia*

— Inflorescences non branchues (fig. 180) ; fleurs femelles à la base de l'inflorescence, mâles au sommet ; feuilles à limbe étalé-flottant ; fleur mâle à 3 étamines ; carpelles ovoïdes, renflés (p. 127)..... *Wiesneria*

190. 3 sépales verdâtres et 3 pétales égaux, blancs ou rosés ; fleurs pédicellées, en verticilles ; carpelles libres, nombreux..... 191

— 6 « pétales » blancs ou mauves, inégaux, l'un d'eux portant une tache jaune ; fleurs groupées en une grappe ; un petit ovaire à 3 loges..... 193

191. Fleurs nombreuses dans chaque verticille ; inflorescences rameuses ; carpelles renflés ; limbe arrondi au sommet..... 192

— 3 fleurs dans chaque verticille (fig. 9) ; inflorescence non ramifiée ; carpelles plats ; limbe aigu au sommet (p. 126)..... *Sagittaria*

192. Limbe en cœur ou en rein, flottant sur l'eau (fig. 181) ; en fruits, les carpelles, nervés longitudinalement, sont prolongés par un bec dressé (p. 126)..... *Caldesia*

— Limbe prolongé vers le bas en oreillettes, dressé au-dessus de l'eau (fig. 42) ; inflorescence peu rameuse ; carpelles en fruits arrondis au sommet ; plante charnue à sève laiteuse (p. 126)..... *Limnophyton*

193. Pétioles renflés, aérifères ; plante flottant librement en surface (fig. 36, 43) ; fleurs mauves (p. 131)..... *Eichhornia*

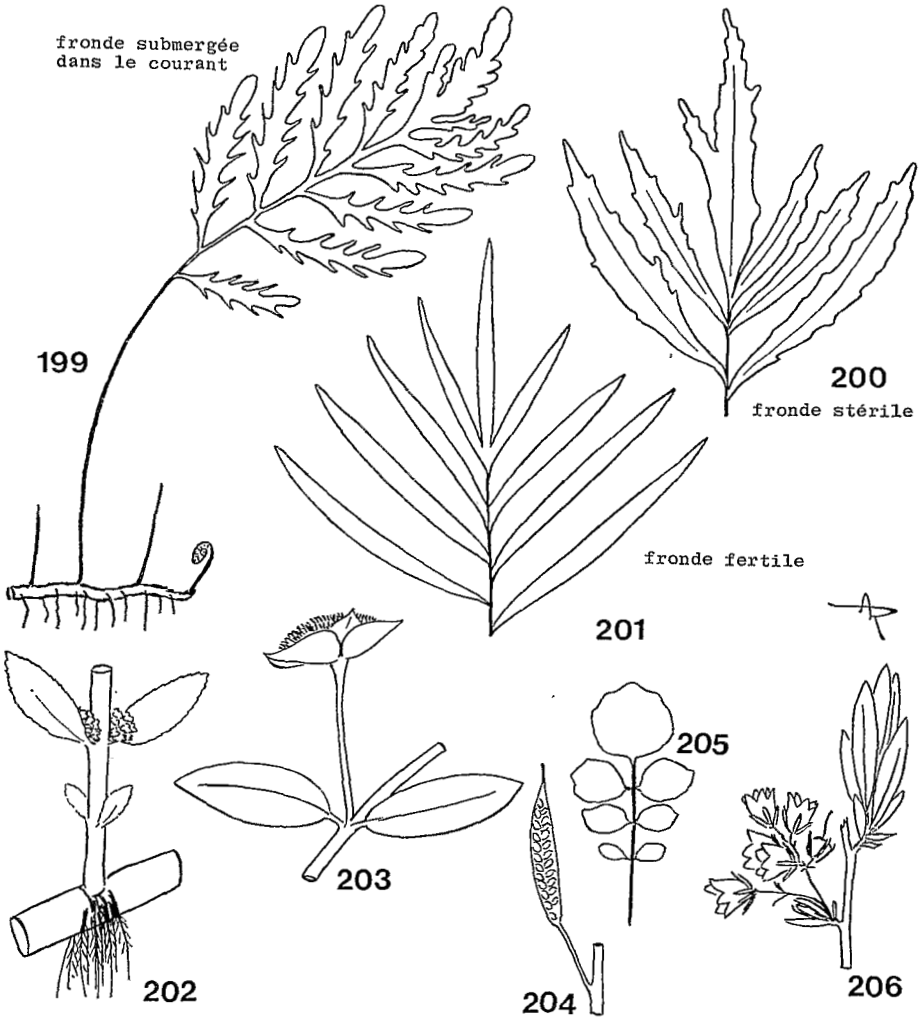


PLANCHE XIII. — **199**, *Bolbitis heudelotii*, fronde très découpée ; **200**, *id.*, sommet de fronde stérile ; **201**, *id.*, sommet de fronde fertile ; la face inférieure est entièrement couverte de sporanges bruns ; **202**, *Bergia capensis*, base de rameau fleuri ; **203**, *Nesaea radicans*, inflorescence ; **204**, *Rorippa nasturtium-aquaticum*, fruit ; **205**, *Rorippa madagascariensis*, feuille ; **206**, *Rotula aquatica*, rameau fleuri.

— Pétioles non renflés (fig. 92) ; rosette enracinée au fond, à feuilles et fleurs dressées hors de l'eau ; fleurs blanches (p. 131)..... *Heteranthera*

194. Une seule sorte de feuilles allongées, un peu coriaces ; nombreuses folioles égales, dentées (fig. 194, 196) (p. 102)..... *Cyclosorus*

— Deux sortes de feuilles ; limbes tendres, membraneux ; folioles souvent inégales. 195

195. Plante des rochers battus par le courant ; pétioles coriaces, non spongieux ; folioles grandes, lancéolées ; parfois une jeune plante issue d'un bulbille au sommet de la feuille (fig. 199, 200, 201) (p. 102)..... *Bolbitis*

— Plante des eaux calmes ; pétiole spongieux, tendre ; folioles plus petites, produisant de jeunes plantes à leur périphérie (fig. 197, 198) (p. 101)..... *Ceratopteris*

Énumération systématique

Les familles des plantes aquatiques retenues dans ce travail sont énumérées dans l'ordre systématique (classification de HUTCHINSON) ; à l'intérieur de la famille, les genres sont cités dans l'ordre alphabétique.

Chaque unité taxonomique traitée fait l'objet d'une brève description, simple rappel destiné à préciser la détermination obtenue par la clef. Puis on donne une idée de l'importance du genre, dans le monde et dans l'Afrique soudanienne. Une ou quelques espèces, choisies pour leur fréquence dans la nature ou leur signification écologique par exemple, sont citées ; mais il n'a pas été possible, faute d'espace, d'indiquer quelques critères permettant leur détermination.

Les biotopes les plus caractéristiques sont signalés à titre indicatif ; mais il sera toujours possible qu'une plante trouve en d'autres circonstances les facteurs écologiques qui lui sont nécessaires. Enfin, il est fait mention de possibles utilisations des plantes, souvent négligées actuellement ; il a semblé utile de ne pas laisser dans l'oubli quelques potentialités, si faibles soient-elles, d'amélioration de la condition humaine dans l'Afrique des savanes soudaniennes.

FOUGÈRES (PTÉRIDOPHYTES)

Les plantes que l'on connaît sous ce nom produisent des « spores » généralement microscopiques, contenues dans des sporanges. Les spores se dispersent, germent à l'humidité et produisent des lames vertes minuscules (« prothalles ») qui portent les organes sexuels mâles et femelles. Une jeune Fougère, semblable à celles que nous connaissons, croîtra sur place, issue d'un gamète femelle fécondé.

FOUGÈRES AQUATIQUES

Les sporanges sont contenus dans des « sporocarpes », petits organes qui ne sont pas portés par des feuilles de forme habituelle. Deux sortes de spores : des « microspores » qui produiront des prothalles mâles, et des « macrospores » qui produiront des prothalles femelles.

MARSILÉACÉES

— *Marsilea* (clé n° 30)

Herbe à rhizome rampant ou flottant dans l'eau ; feuilles à long pétiole grêle terminé par 4 folioles (ressemblant à un trèfle à 4 feuilles) ; en cas d'inondation, les 4 folioles flottent étalées à la surface de l'eau. A la base du pétiole, 1 ou quelques sporocarpes pédicellés, ovoïdes, un peu aplatis, longs de 2 à 5 mm (fig. 71).

Genre de 65 espèces dont une douzaine se trouvent dans les savanes sèches d'Afrique nord-tropicales ; citons *M. diffusa* Lepr. ex A. Br.

Ruisseaux, mares, fossés, bords des fleuves, étangs des zones d'inondation, rizières ; eaux temporaires peu profondes.

SALVINIACÉES

— *Salvinia* (clé nos 39, 112)

Petite herbe qui flotte librement à la surface de l'eau ; tige horizontale portant des feuilles opposées, ovales, longues de 1 cm environ, émergées, couvertes de poils alignés ; à chaque paire de feuilles, correspond un organe divisé, poilu, plongeant dans l'eau (interprété comme une 3e feuille, différenciée). Les sporocarpes, petits (de 1 à quelques dizièmes de mm), pendent en petites grappes dans l'eau, parmi les organes divisés (fig. 77). Genre d'une douzaine d'espèces dont une seule, *S. nymphellula* Desv. nous concerne.

Étangs, anses calmes des rivières ; la plante peut former d'immenses colonies, grâce à sa croissance très rapide ; eaux souvent eutrophes ou presque saumâtres.

AZOLLACÉES

— *Azolla* (clé nos 39, 48)

Très petites plantes qui flottent librement à la surface de l'eau, fragiles, semblables à des Mousses ; rameaux branchus couverts de petites feuilles imbriquées longues de 1 mm environ, et portant des racines qui plongent dans l'eau. Fructifications minuscules, portées à la face inférieure des rameaux, entres les feuilles (fig. 78).

Genre de 6 espèces dont une seule, *A. africana* Desv., est dans les savanes africaines.

Mares, bras temporaires des rivières ; eaux temporaires souvent boueuses, surtout dans les régions sèches.

Une Algue microscopique spéciale est hébergée dans les feuilles d'*Azolla*, où elle permet une fixation d'azote : c'est pourquoi les *Azolla* peuvent être utilisés comme engrais ou fourrage particulièrement riches.

FOUGÈRES PROPREMENT DITES

Les sporanges sont portés à la face inférieure des feuilles ; parfois la plante porte deux sortes de feuilles, les unes stériles, les autres fructifères. Spores toutes semblables.

ADIANTACÉES

— *Ceratopteris* (clé nos 151, 195)

Fougère d'un vert jaunâtre formant une rosette qui flotte librement en surface (parfois enracinée si le niveau de l'eau s'abaisse) ; pétioles épais, spongieux ; feuilles divisées, de deux sortes : feuilles stériles à lobes membraneux, larges, plus ou moins arrondis, portant souvent de jeunes rosettes sur leurs marges ; feuilles fertiles dressées au-dessus de l'eau, à lobes étroits, pointus, enroulés sur leurs bords, à face inférieure couverte de fructifications brunes (fig. 197, 198).

Genre tropical de 6 espèces ; seule en Afrique nord-tropicale, *C. cornuta* (Pal. Beauv.) Lepr.

Ruisseaux calmes, eaux dormantes peu profondes, milieux eutrophes surtout, parfois légèrement saumâtres.

Les jeunes feuilles sont consommées comme légumes en Asie.

THÉLYPTÉRIDACÉES

— *Cyclosorus* (clé nos 33, 194)

Fougère à rhizome rampant portant des feuilles dressées hautes de 0,50 à 1 m, à contour général étroitement allongé. Feuilles composées de 2 rangs de folioles nombreuses, toutes de même forme, denticulées au bord, qui portent à leur face inférieure des amas de sporanges bruns (fig. 194, 195, 196).

Peu d'espèces de ce grand genre sont aquatiques et se trouvent dans les régions de savanes ; on peut citer *C. striatus* (Schum.) Ching et *C. gongylodes* (Schkuhr) Link.

Bords herbeux d'étangs permanents, eaux peu profondes, souvent parmi les *Typha*.

LOMARIOPSIDACÉES

— *Bolbitis* (clé nos 22, 195)

Herbe à rhizome rampant, solidement enraciné, portant des feuilles dressées, composées de grandes folioles (souvent plus de 10 cm de longueur). 2 sortes de feuilles : feuilles stériles à folioles finement membraneuses, plus ou moins découpées suivant l'inondation et la force du courant, produisant parfois de jeunes plantes à leur sommet ; feuilles fertiles à folioles étroites, entièrement couvertes de sporanges à leur face inférieure, dressées hors de l'eau (fig. 199, 200, 201).

Genre des régions forestières de l'Ancien Monde dont peu d'espèces s'aventurent dans les savanes, à la faveur des forêts galeries ; citons *B. heudelotii* (Bory ex Fée) Alston.

Ruisseaux rocheux permanents ; eaux peu profondes à courant vif, petites cascades ; lieux inondés ou au moins mouillés par les embruns.

PLANTES A FLEURS (Angiospermes)

Les fleurs contiennent les organes de la reproduction sexuée, et sont le siège de la fécondation. Les ovules fécondés deviennent des graines encloses dans le fruit. Chaque graine contient un embryon appelé, après la germination, à devenir plante adulte, portant des fleurs à son tour.

DICOTYLÉDONES

Dans la graine, l'embryon a deux feuilles (cotylédons) opposées entourant le minuscule bourgeon qui produira, après la germination, tous les organes de la plante, sauf les racines (produites, elles, par la radicule de l'embryon).

RENONCULACÉES

— *Ranunculus* (clé no 13)

Herbe entièrement submergée, sauf les fleurs ; feuilles alternes, finement divisées en segments capillaires ; fleurs isolées, blanches, larges de moins de 1 cm. Le fruit est une tête (large de 5 mm) de petits akènes arrondis (fig. 55).

Grand genre tempéré, dont environ 35 espèces sont aquatiques.

R. aquatilis L., seule espèce nous concernant. Eaux calmes des plateaux abyssins.

CÉRATOPHYLLACÉES

— *Ceratophyllum* (clé n° 8)

Herbes cassantes, rameuses, submergées, sans racines, flottant librement ; feuilles verticillées, fourchues, denticulées au sommet. Petites fleurs sessiles, unisexuées, les deux sexes portés sur la même plante. Fruit épineux long de 5 mm environ, contenant une seule graine (fig. 41, 48).

Genre cosmopolite ne contenant probablement que deux espèces, très variables : *C. demersum* L. et *C. submersum* L. En Afrique, surtout dans la zone des savanes.

Eaux calmes, profondes, permanentes : ces plantes ne supportent pas l'exondation ; milieux surtout eutrophes.

La fécondation des fleurs se fait dans l'eau : les fleurs mâles contiennent une dizaine de petites étamines qui, à maturité, se détachent et viennent flotter en surface ; elles s'y ouvrent, et le pollen sombre lentement dans l'eau ; c'est dans l'eau qu'il rencontrera les fleurs femelles.

NYMPHÉACÉES

— *Nymphaea* (clé n° 183)

Herbes à souche charnue enracinée ; feuilles en rosette, à limbe flottant. Fleurs spectaculaires portées par un long pédicelle spongieux ; 4 sépales, nombreux pétales blancs, bleus ou mauves ; nombreuses étamines jaunes ; l'ovaire est coiffé par un disque formé par les stigmates rayonnants. Le fruit mûrit sous l'eau ; spongieux, il contient de nombreuses graines (fig. 186, 187).

Genre répandu dans le monde entier (env. 40 espèces) ; plusieurs espèces en Afrique (en savane surtout), parmi lesquelles :

N. lotus L. à très grandes fleurs blanches (atteignant 20 cm de diamètre) ; *N. micrantha* Guill. et Perr. à fleurs mauves et feuilles portant des bulbilles sur le limbe, au sommet du pétiole.

Eaux calmes ensoleillées pouvant éventuellement s'assécher pendant une brève période (à laquelle la souche enterrée survit) ; profondeur moyenne, mais dépassant parfois 2 m. Mares boueuses, eutrophes (*N. lotus* par exemple), ou à eaux plus ou moins acides, sur rochers ou bowé* (*N. maculata*, *N. rufescens* par exemple).

Fleurs odorantes, nectarifères, épanouies la nuit et le matin.

La souche charnue de *N. lotus* est alimentaire ainsi que les fruits et les graines ; les feuilles, pétioles, pédicelles floraux, racines, ont des utilisations médicinales.

---

* On appelle bowé (un bowal) les plateaux latéritiques dénudés.

CABOMBACÉES

— *Brasenia* (clé n° 46)

Herbe traînant longuement dans l'eau ; tous les organes submergés sont recouverts d'une épaisse couche de mucilages transparente ; feuilles à limbe ovale, à nervures rayonnantes ; fleurs brun-rouge, isolées, épanouies à la surface de l'eau ; sépales et pétales longs de 1,5 cm env., nombreuses étamines entourant quelques carpelles pointus (fig. 34, 79).

Une seule espèce, *B. schreberi* J. F. Gmel., à répartition curieuse (Amérique septentrionale et centrale, Extrême-Orient, Australie, Afrique) et connue également, fossile, du Tertiaire d'Europe ; peu fréquente en Afrique, où on ne la signale que d'Afrique orientale, d'Angola et du Cameroun.

Eaux calmes permanentes ou presque, moyennement profondes (1 à 2 m en général).

Les jeunes feuilles sont mangées en salade (en Asie).

CRUCIFÈRES

— *Rorippa* (clé n° 31)

Petites herbes à feuilles composées de folioles inégales et à contour souvent irrégulièrement sinueux. Petites fleurs à 4 pétales et 6 étamines en grappes dressées ; fruits étroits, cylindriques, long de 1 à 2 cm (fig. 204, 205).

Genre tempéré dont peu d'espèces sont aquatiques ; en Afrique, *R. nasturtium-aquaticum* (L.) Hayek est seul strictement aquatique ; c'est le Cresson, introduit et naturalisé en quelques points du cours du Niger, en des régions de maraîchage par exemple (alimentaire et médicinal). *R. madagascariensis* (D.C.) (Hara) pousse parfois dans l'eau.

Eaux claires, rarement stagnantes, généralement eutrophes, peu profondes.

DROSÉRACÉES

Le genre *Drosera*, des marais peu inondables, est exclu de ce travail ; pour mémoire, disons qu'il est lié à des biotopes très acides (pH de l'ordre de 3,5 à 5 le plus souvent) et que ses feuilles portent des appendices visqueux-collants susceptibles de capturer et digérer de minuscules insectes.

— *Aldrovanda* (clé nos 6, 29, 107)

Herbe submergée, libre, sans racines ; feuilles verticillées par 6 à 9, longues de 10 à 15 mm, chacune portant à son sommet 4 à 6 segments et un « piège » qui peut se refermer sur de petites proies et les digérer. Petites fleurs épanouies au ras de l'eau, ou qui restent submergées et alors ne s'ouvrent pas ; 5 pétales libres, blanc-sale, longs de 5 mm ; fruits submergés (fig. 45, 134).

Une seule espèce, *A. vesiculosa* L., rare et disséminée dans l'ancien Monde et l'Australie. Çà et là dans l'Afrique des savanes.

Eaux calmes, claires, oligotrophes, permanentes, moyennement profondes.

PODOSTÉMACÉES (clé nos 13, 138, 144)

Étant données l'homogénéité biologique et la complexité systématique de la famille, les genres ne seront pas traités individuellement ici afin de conserver à ce travail un aspect pratique.

Herbes pouvant ressembler à des Mousses, des Algues ou des Lichens accrochés aux rochers. Racines, tiges et feuilles sont à peu près indiscernables : un « thalle » aplati, souvent petit, fixé au rocher, porte des filaments souples flottants, ou des arbuscules dressés, ou encore des lames en rubans ou en petits « limbes » divisés ou non ; tous ces organes sont chlorophylliens. Les fleurs apparaissent sur des thalles plats ou sur des rameaux portant de petites feuilles. La fleur, longue de 1 à quelques mm, est entourée d'une « spathelle », sac membraneux translucide, dans tous les genres africains sauf *Tristicha* ; la spathelle contient quelques écailles, une ou quelques étamines, et un petit ovaire. Le fruit contient des graines minuscules (fig. 56, 161, 162).

Famille très spécialisée, propre aux rapides et chutes d'eau tropicaux. La diversification taxonomique est grande (plus de 250 espèces dans le monde, réparties en 45 ou 50 genres) et beaucoup de ces espèces (ou de ces genres) ont une aire géographique limitée au bassin d'une seule rivière ou même à une seule chute d'eau. Une quinzaine de genres se trouvent en Afrique ; deux d'entre eux seulement sortent des limites géographiques du continent : *Tristicha* (presque pantropical) et *Polypleurum* (Afrique et Asie) ; beaucoup sont limités à des régions restreintes, et on peut citer : *Butumia* (1 espèce, Sud-Nigéria), *Stonesia* (4 espèces, Guinée), *Ledermanniella*, *Winklerella* (1 espèce chacun, Cameroun), ou encore *Pohliella* (2 espèces) ou *Letestuella* (2 espèces) dont chaque espèce est limitée à un point précis.

Toutes les Podostémacées, et elles seules parmi les plantes supérieures, sont adaptées à cette biologie particulière. Elles vivent exclusivement accrochées à des rochers battus par un fort courant d'eau claire ; submergées, elles croissent dans ce milieu inhospitalier où le plus souvent aucun autre végétal ne peut s'installer ; lorsque s'amorce la décrue, elles fleurissent très brièvement, dès l'émersion, encore battues par les embruns ; la fructification est rapide, puis les plantes meurent ou disparaissent à l'assèchement du rocher. A la crue suivante, les graines germeront et les jeunes plantes s'installeront sur le rocher submergé.

Ce mode de vie s'accompagne d'une grande variabilité morphologique qui peut être fonction de la profondeur, de la vitesse de l'eau, de la nature du courant (flux d'eau, jaillissement d'écume...), de la rapidité de la décrue par exemple. Si on considère en outre que l'étude sur le terrain des Podostémacées présente des difficultés pratiques évidentes, on conçoit que la systématique du groupe soit chose malaisée ; il ne faut pas oublier que ces plantes sont encore peu connues, et l'on aura, en cas de récolte, intérêt à consulter un spécialiste.

Certaines espèces (du genre *Dicraeanthus*) sont alimentaires.

ÉLATINACÉES

— *Bergia* (clé no 130)

Herbe à tiges rampantes ou traînantes, épaisses, charnues-aqueuses,

rosées ; deux sortes de racines adventives le long des tiges : les unes, épaisses, peu ramifiées, blanches, se fixent dans la boue, les autres, fines, rameuses, plumeuses même, verdâtres, flottent librement dans l'eau. Feuilles lancéolées longues de 1 à 5 cm, denticulées. Petites fleurs rosées-jaunâtres sessiles ; 5 sépales à marges translucides, 5 pétales, 10 étamines, petit ovaire à 5 loges. Fruit à graines nombreuses (fig. 149, 202).

Genre tropical comprenant près d'une dizaine d'espèces aquatiques ; dans la région qui nous concerne, une seule espèce est aquatique : *B. capensis* L., que l'on trouve du Sénégal à l'Afrique orientale, mais pas en Afrique du Sud, malgré son nom.

Mares souvent boueuses ; eaux±temporaires, eutrophes ; rizières.

— *Elatine* (clé n° 111)

Très petites plantes à tige rampante enracinée aux nœuds ; feuilles opposées, arrondies. Fleurs minuscules, isolées et sessiles dans l'aisselle des feuilles ; 3 sépales, 3 pétales, 3 étamines, un petit ovaire à 3 loges. Le fruit, capsule sphérique large de 1 mm, contient des graines nombreuses (fig. 140).

Une douzaine d'espèces dans le monde, ayant toutes le même type d'écologie ; beaucoup sont géographiquement très étendues bien que peu communes. *E. triandra* Schkur se trouve dans presque toute l'Afrique, l'Europe et l'Amérique, mais elle est rare.

Eaux pures, temporaires, peu profondes ; lit des fleuves, bras en cours d'assèchement saisonnier ; rizières ; sur sol nu. Plantes à vie brève qui s'installent pendant l'inondation, fleurissent et fructifient rapidement à la décrue, puis meurent ; en certaines régions, on considère qu'elles limitent l'érosion par la crue des sols nus.

POLYGONACÉES

— *Polygonum* (clé nos 51, 59, 64)

Grandes herbes à tiges épaisses, traînantes, pouvant dépasser 2 m de long, portant des racines adventives, et redressées au sommet au-dessus de l'eau. Grandes feuilles étroites, pointues, atteignant 30 cm de long ; une membrane tubuleuse (ochréa) entoure la tige au-dessus de l'insertion de chaque feuille. Fleurs rosées ou verdâtres, en longs épis grêles ; 5 sépales, 5 ou 10 étamines, petit ovaire à 2 ou 3 styles (pas de pétales). Le fruit est un petit akène triangulaire ou aplati, entouré du calice (fig. 83).

Grand genre contenant une vingtaine d'espèces aquatiques dans le monde, et une demi-douzaine en Afrique, plantes assez communes, à grande répartition ; on peut citer *P. salicifolium* Brouss. ex Willd. (tropiques du monde entier et Europe méridionale), *P. acuminatum* H.B. & K. (Afrique et Amérique tropicales), *P. lanigerum* R. Br. (Afrique, Australie), *P. limbatum* (toute l'Afrique et jusqu'à l'Inde).

Eaux permanentes ou presque, milieux eutrophes ; mares, fossés, rizières. Plantes des zones peu profondes, mais qui peuvent former des radeaux flottants ancrés près des rives et qui avancent au-dessus des eaux profondes.

Plantes médicinales.

AMARANTHACÉES

— *Centrostachys* (clé n° 126)

Grande herbe puissante à tige épaisse, cannelée, longue parfois de plus de 2 m ; feuilles opposées, pointues, atteignant 20 cm de long. Longs épis (jusqu'à 30 cm) de petites fleurs verdâtres, coriaces, papyracées ; 5 sépales inégaux (les plus grands longs de 8 mm) terminés en pointe dure ; 5 étamines ; petit pistil. Petit fruit membraneux contenant une seule graine, entouré du calice (fig. 18).

Une seule espèce, *C. aquatica* (R. Br.) Wall., Afrique et Asie. Zones sèches de l'Afrique, du Nigéria septentrional à l'Éthiopie.

Eaux temporaires surtout, peu profondes, eutrophes, souvent boueuses. La plante traîne généralement à la surface de l'eau, et participe à des radeaux flottants au-dessus de profondeurs plus grandes.

LYTHRACÉES

Petites plantes à feuilles opposées, arrondies souvent, elles se distinguent des Élatinacées par leurs étamines recourbées dans le bouton.

— *Ammania* (clé n° 135)

Herbes à tiges carrées en section, dressées, rameuses ; feuilles allongées, sessiles ; petites fleurs groupées. Calice en cloche à 4 dents, 4 pétales pourpres, 4 ou 8 étamines, un petit ovaire ; petite capsule sphérique à graines nombreuses (fig. 152).

Une trentaine d'espèces tropicales ou subtropicales. Assez semblables entre elles, les espèces africaines occupent surtout la zone des savanes ; *A. baccifera* L. est largement réparti en Afrique, Asie et Australie ; *A. auriculata* Willd., *A. prieureana* Guill. & Perr., *A. senegalensis* Lam. sont des espèces fréquentes du Sénégal à l'Afrique orientale.

Eaux peu profondes, temporaires, souvent boueuses ; rizières.

— *Nesaea* (clé n° 135)

Herbe charnue-aqueuse, souvent rougeâtre ; tiges traînantes et redressées au sommet, épaisses, spongieuses, lisses. Feuilles glabres ovales, atteignant 4 cm de long. Fleurs en fascicules lâches, ou entourés de deux grandes bractées ; calice en cloche à 4 dents ; 4 pétales fragiles, pourpre vif, froissés dans le bouton. Petite capsule sphérique large de 2,5 mm (fig. 203).

Genre tropical dont quelques espèces seulement sont aquatiques, dont *N. crassicaulis* (Guill. & Perr.) Koehne, *N. radicans* Guill. & Perr., qui s'étendent du Sénégal à Madagascar, surtout dans les régions sèches.

Mares d'inondation, eaux temporaires peu profondes, souvent boueuses ; fossés, rizières.

— *Rotala* (clé nos 25, 108, 111, 122)

Très petites plantes submergées ou non. Fleurs sessiles ou presque, isolées ; sur les rameaux submergés, elles fructifient sous l'eau sans s'épanouir (fleurs cléistogames). Calice long de 1 à 2 mm, en cloche ou en tube à 4 ou 5 dents ; pétales pourpres minuscules ou absents ; 2 ou 3 étamines, petit

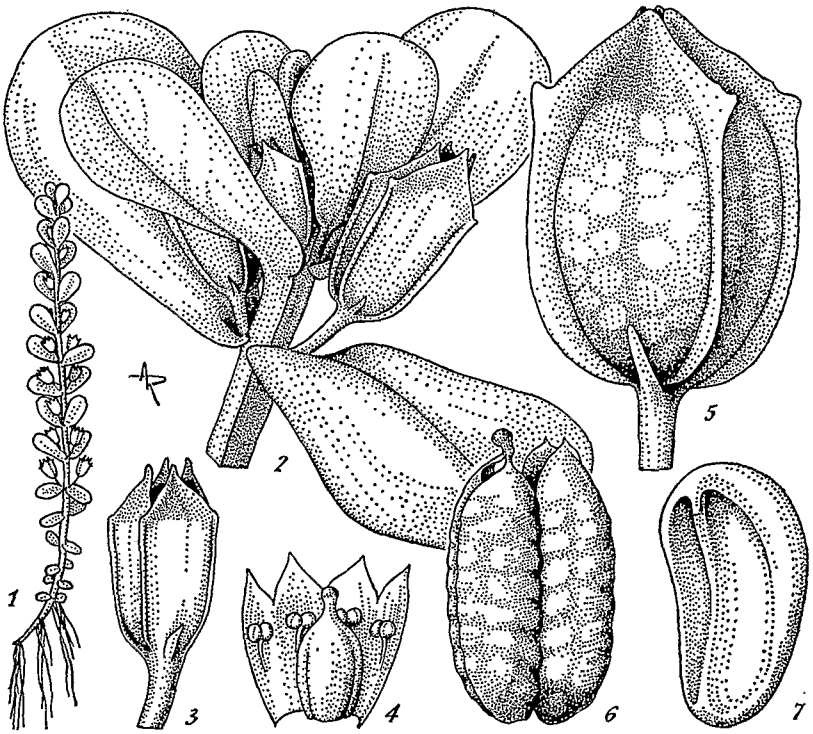


PLANCHE XIV. — *Rotala pterocalyx* A. Rayn. : **1**, plante entière dont les 2/3 supérieurs émergent ×1 ; **2**, sommet du rameau fleuri ×15 ; **3**, fleur épanouie ×20 ; **4**, fleur dont on a fendu le tube du calice ; noter l'absence de pétales dans cette espèce ; **5**, calice contenant un fruit ×20 ; **6**, fruit : capsule s'ouvrant en valves ; **7**, graine ×100. (Repris de Adansonia, ser. 2, 7 (3) : 338 (1967).

ovaire globuleux. Le fruit est une capsule de 1 à 2 mm contenant des graines nombreuses (fig. 66, 67, 137, 138, 139 et pl. XIV).

Une cinquantaine d'espèces, tropicales et subtropicales, toutes aquatiques. Une quinzaine d'espèces dans la région qui nous concerne dont beaucoup, encore mal connues, semblent avoir des répartitions restreintes.

Plantes très variables en fonction de l'écologie : les feuilles submergées larges, membraneuses, souvent rougeâtres, passent aux feuilles émergées petites et ovales chez *R. stagnina* Hiern et *R. tenella* (Guill. & Perr.) Hiern ; les feuilles submergées étroites passent aux émergées ovales chez *R. urundiensis* A. Fern. Citons encore *R. mexicana* Cham. & Schl., espèce exceptionnelle par sa répartition pantropicale, à feuilles étroites opposées ou par 3, qui forme de petits matelas submergés ou non rappelant une Mousse.

Mares plus ou moins temporaires, éventuellement sur sables, rochers ou bowé, ruisseaux, suintements ; eaux claires peu profondes ; rizières peu boueuses.

ONAGRACÉES

— *Ludwigia* (Jussiæa) (clé nos 50, 62)

Herbes à fleurs isolées dans l'aisselle des feuilles ; l'ovaire, infère, ressemble à un pédicelle et porte la fleur à son sommet ; 4 ou 5 sépales pointus, 4 ou 5 pétales jaunes. Le fruit, cylindrique, long de quelques cm, couronné par les sépales (fig. 12, 37).

Grand genre cosmopolite comprenant une quinzaine d'espèces aquatiques, dont 5 ou 6 en Afrique ; la plupart des espèces ont une répartition pluricontinentale.

L. adscendens subsp. *diffusa* (Forsk.) P. Rav. habite tout le continent africain, Madagascar et le Moyen-Orient ; espèce strictement aquatique, à tiges aqueuses portant des racines peu ramifiées qui ancrent la plante au sol, des racines fines ramifiées-plumeuses qui flottent dans l'eau, et des racines transformées en flotteurs fusiformes, blanc-rosé, gonflés d'air atteignant 6 cm de long et qui maintiennent les tiges flottantes en surface. *L. leptocarpa* (Nutt.) Hara voit ses tiges rampantes flotter en surface grâce à leur écorce qui peut être renflée, aérifère, fissurée et blanchâtre ; par ailleurs, cette espèce développe, outre ses racines fixées au sol, des racines longues, fines, molles, spongieuses, rosées, qui sortent du sol et flottent verticalement dans l'eau.

La participation des *Ludwigia* à l'édification de radeaux flottants est évidente en ce qui concerne les espèces précédentes, mais *L. octovalvis* (Jacq.) P. Rav. par exemple, dénué de flotteurs, peut s'installer dans les radeaux graminéens, au-dessus des eaux profondes.

Mares, zones d'inondation, rivières calmes, eaux temporaires souvent boueuses ; milieux généralement eutrophes, mais éventuellement un peu saumâtres, ou oligotrophes. Mauvaise herbe des rizières et fossés. *L. adscendens* est récolté et séché comme fourrage de réserve.

TRAPACÉES

— *Trapa* (clé nos 9, 152, 182)

Herbe normalement non fixée au sol : la rosette dérive librement à la surface de l'eau ; tige portant des paires de « feuilles » finement divisées submergées, et une rosette émergée de feuilles à pétiole gonflé d'air. Fleur isolée, large de 1,5 à 3 cm ; 4 sépales, 4 pétales blancs ; le fruit mûrit sous l'eau, et est dur, noirâtre, orné de 2 ou 4 grandes épines (fig. 51, 170).

Une (ou quelques) espèce systématiquement difficile à définir, originaire de tout l'Ancien Monde (introduite en Amérique du Nord et en Australie) ; on considère, en Afrique, avoir *T. natans* var. *bispinosa* (Roxb.) Makino, plante variable et peu commune.

Eaux calmes, permanentes, pouvant être profondes. Le fruit est comestible (châtaigne d'eau), et la plante a été, surtout autrefois, très cultivée dans ce but.

HALORAGACÉES

— *Laurembergia* (clé nos 54, 63)

Herbe rampante à rameaux dressés ; fleurs minuscules, vertes, sessiles,

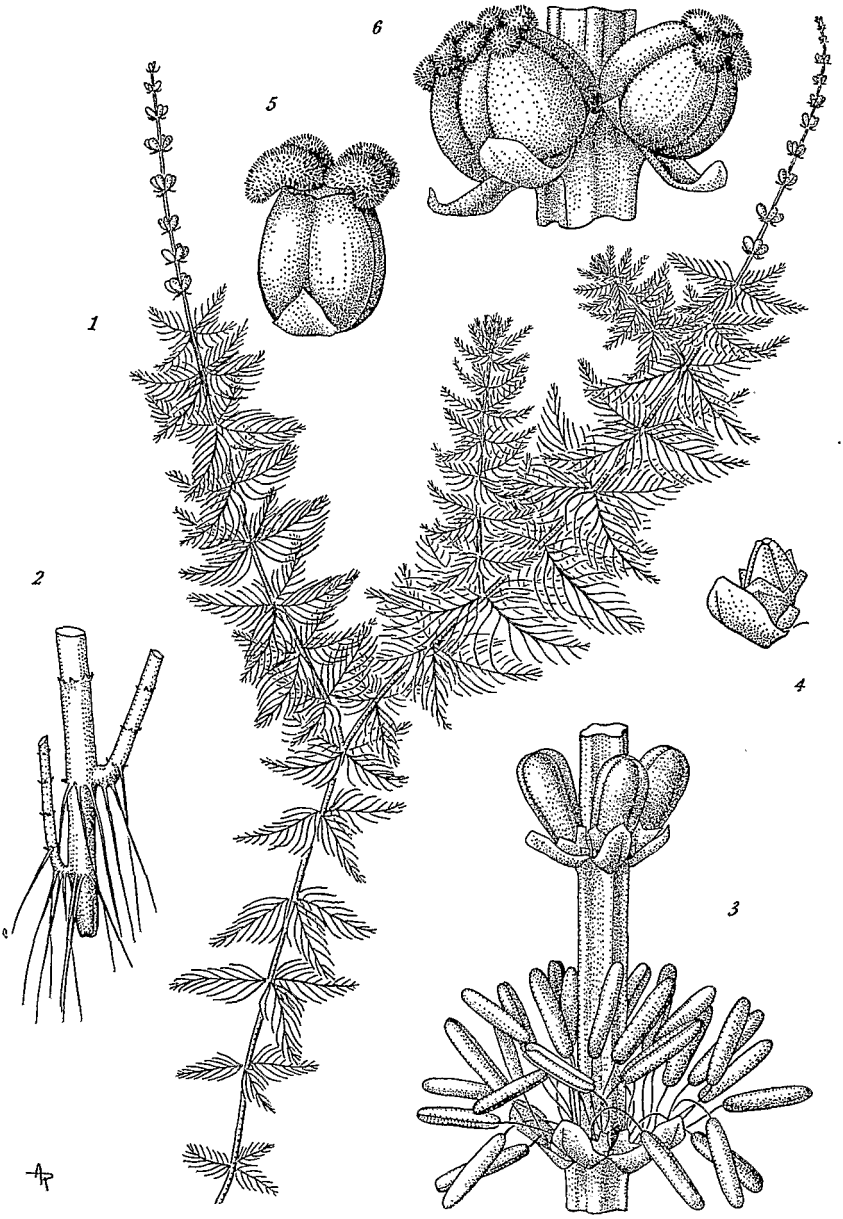


PLANCHE XV. — *Myriophyllum spicatum* L. : **1**, plante entière (seuls les épis de fleurs émergent) ×1 ; **2**, souche enracinée au fond de l'eau ×2 ; **3**, deux verticilles de fleurs ×5 — celles du haut sont encore en boutons ; les fleurs du bas viennent de s'épanouir : les pétales sont tombés et les étamines dispersent le pollen ; les fleurs sont à un stade mâle ; **4**, fleur après la chute des étamines flétries ×10 — les stigmates ne sont pas encore épanouis, la fleur est à un stade de repos succédant au stade mâle et précédent le stade femelle ; **5**, fleur âgée montrant ses stigmates épanouis ×10 ; **6**, verticille de fruits ×10.
(Repris de Flore du Cameroun 5 : 133 (1966.))

groupées dans l'aisselle des feuilles ; chaque groupe de fleurs comprend 1 ou 2 fleurs hermaphrodites (l'ovaire infère porte 4 sépales, 4 pétales et 4 étamines) et de nombreuses fleurs femelles (réduites à l'ovaire couronné de 4 petits sépales). Fruits longs de 1 mm, ornés de côtes bosselées blanches (fig. 86).

Environ 4 espèces ayant toutes à peu près la même écologie ; seul *L. tetrandra* subsp. *brachypoda* (Welw. ex Hiern) A. Rayn. nous concerne ici ; l'espèce est afro-américaine, la sous-espèce est africaine.

Plantes très variables ; marais temporairement inondés, eaux très pures, acides, peu profondes.

— *Myriophyllum* (clé nos 7, 10)

Herbe submergée, enracinée au fond ; feuilles submergées divisées. Les épis de fleurs émergent seuls ; les petites fleurs sessiles sont groupées à l'aisselle de petites feuilles entières ou presque. Le petit ovaire infère haut de 0,5 mm est couronné par 4 sépales, 4 pétales rougeâtres et 8 étamines. Petit fruit à 4 sillons contenant 4 graines (fig. 46, 47 et pl. XV).

Genre d'une quarantaine d'espèces, toutes aquatiques ; seul *M. spicatum* L., espèce cosmopolite, nous concerne ; il est d'ailleurs rare en Afrique tropicale, connu de quelques stations en Afrique orientale et au Cameroun.

Eaux calmes, pures, permanentes, assez profondes.

Euphorbiacées

— *Caperonia* (clé no 54)

Herbe à tige spongieuse à la base, poilue vers le sommet ; feuilles lancéolées, dentées. Inflorescences en épis grêles portant des fleurs femelles à la base, mâles au sommet ; fleurs petites, verdâtres. Fruit à 3 loges contenant chacune une graine (fig. 87).

Genre afro-américain comptant plusieurs dizaines d'espèces dont beaucoup sont plus ou moins aquatiques ; en Afrique, quelques espèces. *C. senegalensis* Müll. Arg. est commun en Afrique occidentale et centrale ; *C. palustris* (L.) St Hil. est fréquent sur une grande part des continents africain et sud-américain.

Eaux±temporaires, souvent boueuses ; mares d'inondation, rizières. On utilisait les fibres de la tige (ficelles, textiles).

Mimosacées

— *Neptunia* (clé no 34)

Herbe robuste à tiges spongieuses, renflées quand elles flottent, et rameaux dressés au-dessus de l'eau. Feuilles deux fois divisées, à folioles petites (1,5 cm de long) et nombreuses, sensitives (elles se referment après un choc, à la nuit...). Fleurs groupées en têtes semblables à des pompons jaunes ; les fleurs inférieures sont stériles (réduites à des filaments colorés). Le fruit est une gousse plate, membraneuse, pointue, atteignant 2,5 cm de long, contenant quelques grains (fig. 73).

Petit genre tropical dont peu d'espèces sont vraiment aquatiques.

N. oleracea Lour., exclusivement aquatique, pantropical, est largement répandu en Afrique.

Mares permanentes ou presque, souvent boueuses, eutrophes ; eaux parfois un peu saumâtres, peu profondes ; rizières.

Jeunes feuilles et sommets de rameaux sont alimentaires : on cultive la plante, en Asie, comme légume.

PAPILIONACÉES

— *Æschynomene* (clé n° 35)

Herbes ou arbustes à tiges gonflées, aérifères même quand elles sont ligneuses ; feuilles une fois composées, généralement sensitives au toucher ; fleurs en petites grappes, pétales jaunes. Le fruit est une gousse allongée, cloisonnée, marquée d'autant de bosses qu'elle contient de graines ; à maturité, elle se brise transversalement en articles contenant chacun une graine (fig. 74, 75).

Grand genre tropical dont plusieurs dizaines d'espèces sont aquatiques ; une vingtaine d'espèces nous concernent. *AE. sensitiva* Sw. afro-américain à petites fleurs ; *AE. crassicaulis* Harms limité aux savanes africaines, à tige flottante charnue ; *AE. elaphroxylon* (Guill. & Perr.) Taub. grand arbuste à tronc atteignant plusieurs dm de diamètre, mais à « bois » tendre, aqueux, contenant une moelle aérifère, qui participe, avec d'autres espèces, aux radeaux herbeux flottants.

Zones inondées au moins une grande partie de l'année ; eaux moyennement profondes, souvent boueuses et encombrées d'herbes, rizières. Milieux eutrophes.

Le bois, très léger, est utilisé pour faire des flotteurs de filets de pêche.

— *Sesbania*. (clé n° 35)

Grandes herbes ou petits arbustes à tiges tendres, épaisses, à moelle spongieuse et écorce fibreuse ; feuilles une fois pennées, longues jusqu'à 40 cm environ, à petites folioles. Fleurs jaunes marquées de rouge. Les fruits sont de longues gousses étroites contenant des graines nombreuses ; elles s'ouvrent longitudinalement en deux valves (fig. 76).

Genre tropical habitant les lieux humides, dont beaucoup d'espèces vivent en aquatiques au moins à la saison de la crue. Dans la dizaine d'espèces qui nous concernent, plusieurs vivent dans l'eau ; certaines comme *S. sesban* (L.) Merr. ou *S. bispinosa* (Jacq.) W. F. Wight existent dans une grande part du monde tropical ; d'autres comme *S. leptocarpa* DC. (du Sénégal au Nigéria) occupent une aire restreinte de la zone des savanes africaines.

Mares temporaires boueuses, zones inondées du lit des fleuves, fossés, rizières ; eaux peu profondes, eutrophes.

Beaucoup d'espèces sont fourragères, et peuvent constituer un excellent engrais vert ; certaines sont dites médicinales.

RHAMNACÉES

— *Ziziphus* (clé n° 37)

Arbustes broussailleux très épineux à rameaux en zigzag. Feuilles

ovales à 5 nervures issues de la base du limbe ; petites fleurs jaunâtres. Fruit charnu rouge, gros de 1 cm, contenant un noyau.

Genre tropical des régions sèches ; parmi les espèces africaines, nous citons ici *Z. spina-christi* Willd. var. *microphylla* Hochst. ex A. Rich. en raison de sa biologie particulière, bien que ce ne soit pas une plante aquatique à proprement parler : l'arbuste forme de vastes peuplements dans le lit majeur des fleuves à forte inondation annuelle ; totalement submergé pendant la crue (phase de repos pour la plante), l'arbuste reprend son activité dès l'émersion et produit feuilles, fleurs et fruits quand son biotope n'est qu'une plaine sèche.

Zones très temporairement inondées, éventuellement balayées par un fort courant ; substrat sableux ou rocheux surtout.

Le fruit n'est guère savoureux dans ces biotopes ; des variétés cultivées donnent un fruit recherché. Les feuilles sont médicinales et utilisées comme fourrage.

CALLITRICHACÉES

— *Callitriche* (clé n° 110)

Petites plantes délicates à feuilles opposées, groupées au sommet des tiges en fausses rosettes flottantes à la surface de l'eau ; si l'eau est peu profonde, les feuilles sont tassées le long de la tige courte. Les feuilles, à marges entières, sont échancrées au sommet. Petites fleurs unisexuées (mâles et femelles portées par la même plante), solitaires dans l'aisselle des feuilles ; fleurs très simples, les mâles réduites à une seule étamine, les femelles à un petit ovaire à 4 loges. Le fruit à 4 lobes saillants se sépare à maturité en 4 semences (fig. 135, 136).

Plantes discrètes, d'aspect très variable en fonction de la profondeur de l'eau, et dont la floraison passe aisément inaperçue.

Genre d'une vingtaine d'espèces surtout diversifiées dans les zones tempérées des deux hémisphères et dont peu s'aventurent sous les tropiques. Les espèces africaines sont en cours de révision (H. SCHOTSMAN) ; classiquement, on cite *C. stagnalis* Scop., espèce cosmopolite, qui se trouve dans les montagnes d'Afrique orientale au Cameroun.

Ruisseaux calmes, mares d'eau claire.

OMBELLIFÈRES (APIACÉES)

— *Centella* (clé nos 115, 180)

Petite herbe à tiges rampantes ou flottantes portant des feuilles groupées en rosettes ; feuilles pétiolées à limbe semi-circulaire grossièrement denté. Quelques petites fleurs vert-rougeâtre groupées au sommet de pédicelles courts. Fruit circulaire aplati latéralement se séparant en deux éléments à maturité (fig. 141).

Petit genre dont une seule espèce, *C. asiatica* (L.) Urb., pantropicale largement répartie en Afrique, est souvent aquatique.

Eaux peu profondes, parfois un peu saumâtres ; mares, fossés, citernes, rizières ; lieux herbeux temporairement inondés.

Les feuilles sont mangées en salade (en Asie).

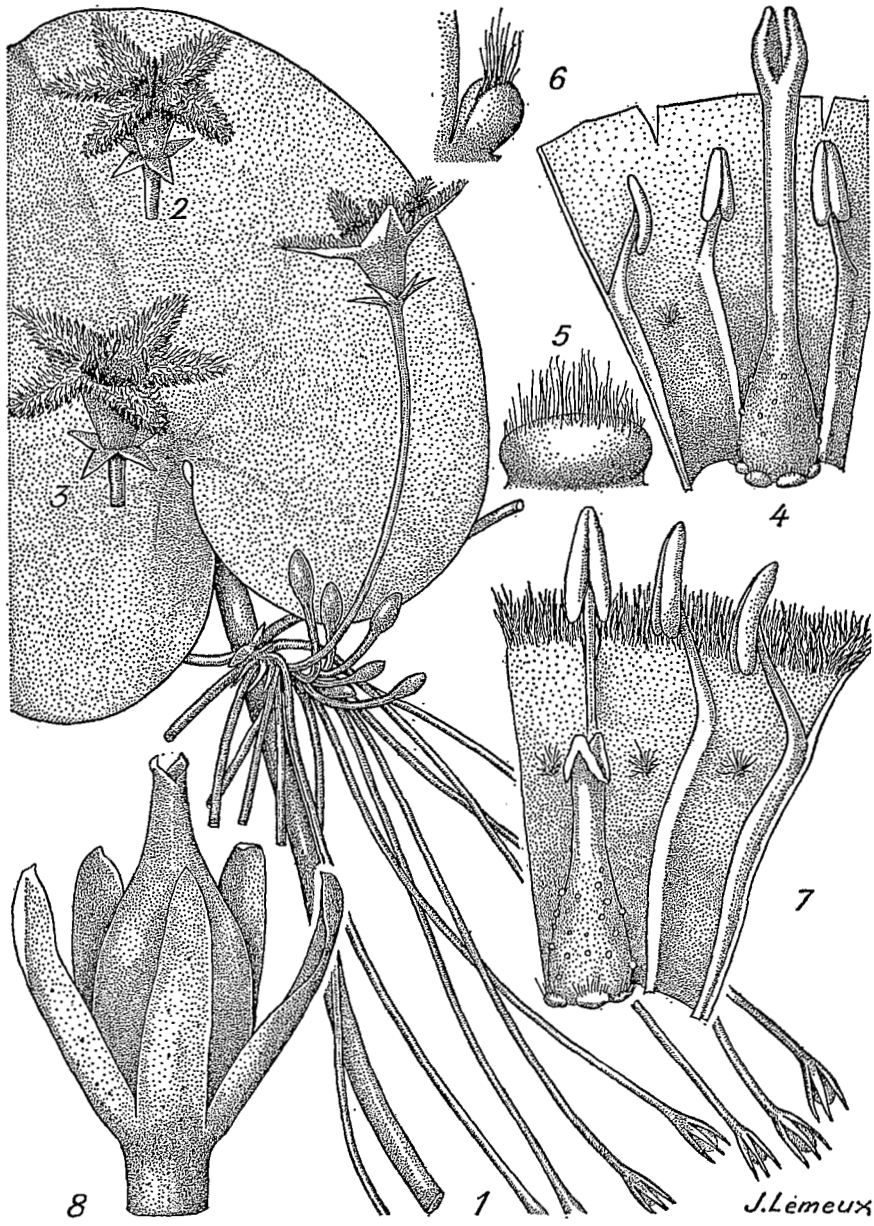


PLANCHE XVI. — *Nymphoides indica* L. subsp. *occidentalis* A. Raynal : **1**, inflorescence qui semble portée par le pétiole de la feuille ×1 ; 2 et 3, deux sortes de fleurs (hétérostylie) : **2**, fleur à style long et étamines courtes, cachées dans le tube de la corolle ×1 ; **3**, fleur à étamines longues et style court caché dans la corolle ×1 ; **4**, pistil et étamines d'une fleur à style long ×5 ; **5** et **6**, glande de la base de l'ovaire, de face et de profil ×20 ; **7**, pistil et étamine d'une fleur à style court ; **8**, fruit entouré du calice ×5. (Repris de Adansonia, ser. 2, 14 (3) : 419 (1974).)

— *Hydrocotyle* (clé n° 46)

Petite herbe à tige rampante ou flottante ; feuilles à limbe circulaire attaché au pétiole en son milieu. Petites fleurs blanchâtres groupées au sommet d'un pédicelle dressé. Fruit arrondi, aplati latéralement, dont les deux moitiés tombent séparément à maturité (fig. 17).

Une centaine d'espèces dans le monde, presque toutes des lieux humides ; peu de représentants en Afrique. *H. ranunculoides* L. f., afro-américain, se trouve du Soudan à l'Afrique Orientale.

Eaux permanentes ou presque, eutrophes ; profondeur indifférente : la plante participe aux radeaux flottants sur eau profonde.

Rubiacées

— *Pentodon* (Oldenlandia) (clé n° 132)

Herbe à tiges aqueuses, traînantes ou flottantes, rougeâtres. Les 2 feuilles de chaque paire sont reliées à la base par une collerette stipulaire portant 2 dents de chaque côté ; feuilles un peu charnues, vert pâle à la face inférieure. Petites fleurs en grappes ; l'ovaire infère porte 5 sépales et une corolle blanche ou mauve en entonnoir à 5 lobes (fig. 150).

Petit genre de 2 espèces dont une, *P. pentandrus* (Schum. & Thonn.) Vatke est largement répartie en Afrique.

Eaux peu profondes, temporaires souvent, éventuellement saumâtres ou ombragées ; participe parfois à des radeaux flottants herbeux.

Les feuilles seraient comestibles et médicinales.

Composées (Astéracées)

— *Enydra* (clé n° 120)

Herbe à tige charnue, spongieuse, traînante ou flottante sur l'eau ; feuilles sessiles, étroites, entières au bord ou un peu dentées. Fleurs blanchâtres groupées en petits capitules larges de 1 cm, sessiles à la base des feuilles, entourés de 3 ou 4 bractées foliacées ; quelques fleurs en languettes entourant de petits fleurons centraux (fig. 143).

Genre d'une dizaine d'espèces dont une seule nous concerne ; *E. fluctuans* Lour., pantropicale, est surtout près des côtes en Afrique Occidentale.

Eaux temporaires dormantes, parfois un peu saumâtres.

Feuilles condimentaires et médicinales (en Asie).

Ményanthacées

— *Nymphoides* (Limnanthemum) (clé n° 47)

Herbes à longues tiges flottantes et feuilles ressemblant à celles des *Nymphaea.* Chaque feuille semble porter une inflorescence sur son pétiole. Fleurs larges de 1 à 2 cm, émergées seulement pour fleurir ; 5 sépales ; corolle blanche, jaune ou blanche et jaune, en entonnoir à 5 lobes, ornée de poils ou de crêtes. Le fruit mûrit dans l'eau et contient de nombreuses graines (fig. 80, pl. XVI).

Genre cosmopolite comprenant plus de 20 espèces ; une demi-douzaine d'entre elles nous concernent ici : *N. indica* (L.) O. Ktze. est pantropicale,

d'autres espèces comme *N. brevipedicellata* (Vatke) A. Rayn. (qui s'avance vers l'ouest jusqu'au Cameroun) ont une aire vaste mais bien définie sur le continent africain, d'autres encore comme *N. guineensis* A. Rayn. (Guinée) sont endémiques d'une petite région.

Certaines espèces ont 2 types de fleurs portés par des individus différents : fleurs à étamines plus longues que le style, ou inversement ; ce phénomène d'hétérostylie est lié à la biologie florale (la fécondation ne peut se faire qu'entre fleurs de types différents, donc entre individus différents).

Eaux libres pouvant parfois s'assécher très brièvement ; profondeur moyenne (guère plus de 1,50 m) là où la plante est enracinée, mais les tiges flottantes peuvent s'avancer sur des eaux profondes. Malgré ces tiges qui courent en surface, ces plantes ne participent jamais aux radeaux flottants herbeux. Mares eutrophes, zones d'inondation des fleuves, rivières calmes (*N. indica*, *N. ezannoi* Berh. ...) ; mares oligotrophes sur rochers *(N. guineensis)*.

SPHÉNOCLÉACÉES

— *Sphenoclea* (clé n° 58)

Herbe dressée à tige spongieuse à la base ; feuilles non dentées au bord. Épis cylindriques, compacts, terminant les tiges. Fleurs densément tassées, apparaissant comme des écussons sur l'épi ; petites corolles blanchâtres en tube. Les petits fruits pressés les uns contre les autres s'ouvrent par leur partie supérieure qui se soulève comme un couvercle ; petites graines très nombreuses (fig. 89).

Petit genre dont les 2 seules espèces sont en Afrique : *S. zeylanica* Gaertn., presque pantropicale, et *S. dalziellii* N. E. Br. des savanes d'Afrique occidentale et centrale.

Eaux peu profondes, s'asséchant rapidement, souvent boueuses, eutrophes, parfois un peu saumâtres ; zones d'inondation des fleuves, rizières.

Les jeunes feuilles peuvent se consommer en salade.

HYDROPHYLLACÉES

— *Hydrolea* (clé nos 61, 63)

Herbes à tiges spongieuses aqueuses ; feuilles non dentées. Fleurs larges de 1 à 1,5 cm, bleu intense, groupées ; 5 sépales pointus, 5 pétales unis seulement à leur base, 5 étamines, petit ovaire sphérique à 2 styles. Le fruit contient de nombreuses graines (fig. 90).

Genre pantropical, d'une vingtaine d'espèces, dont 3 nous concernent. *H. glabra* Schum. & Thonn. et *H. floribunda* Kotsch. & Peyr. sont communes du Sénégal à l'Afrique orientale ; *H. macrosepala* A. W. Bennett ne dépasse pas le Soudan vers l'est.

Eaux peu profondes, généralement temporaires ; mares boueuses, zones d'inondation des lits fluviaux, rizières *(H. glabra, H. floribunda)* ; mares sur bowés, suintements en savane, eaux plutôt oligotrophes *(H. macrosepala)*.

BORAGINACÉES

— *Rotula* (clé n° 37)

Petit arbuste à rameaux dressés ; feuilles un peu poilues, atteignant 4 cm de long et 1 cm de large. Fleurs rose vif longues de 1 cm, en petits groupes le long des rameaux ; corolle en cloche. Petit fruit charnu ovoïde (fig. 206).

Une seule espèce, *R. aquatica* Lour., pantropicale ; en Afrique, se trouve du Sénégal au Nigéria.

Lit des fleuves, zones subissant une importante inondation temporaire ; sol surtout sableux ou rocheux, eaux claires. Entièrement submergé pendant la crue, l'arbuste fleurit dès que ses rameaux supérieurs émergent.

CONVOLVULACÉES

— *Ipomoea* (clé n° 50)

Grande herbe à longues tiges souples, creuses, flottantes ou rampantes. Feuilles en fer de flèche, à limbe nettement plus long que large, vert rougeâtre, dressé au-dessus de l'eau. Fleurs grandes (env. 10 cm de haut) ; corolle en entonnoir à peine lobé sur les marges, variant de rose vif à rouge-pourpre, portant 5 bandes longitudinales pourpres. Fruit globuleux sec contenant 3 ou 4 graines (fig. 10, 82).

Ce grand genre (500 espèces) n'a qu'un représentant vraiment aquatique, *I. aquatica* Forsk. ; espèce pantropicale, commune dans toute l'Afrique.

Eaux calmes eutrophes, mares temporaires souvent boueuses, zones inondables ; fossés, rizières.

Les jeunes feuilles et les racines sont comestibles, la plante est cultivée comme potagère en Asie ; les feuilles sont médicinales.

SCROPHULARIACÉES

Famille bien représentée parmi les aquatiques, mais qui l'est encore mieux parmi les plantes de marais temporairement inondés. Les représentants de plusieurs genres, bien qu'exclus de ce travail, peuvent supporter une submersion et éventuellement se rencontrer en situation aquatique ; on pourra ainsi trouver, dans des zones inondables, des fossés, des rizières, les genres *Scoparia*, *Torenia*, *Buchnera*, *Micrargeria* par exemple ; outre ces derniers, des genres tels que *Artanema*, *Craterostigma* pourront se rencontrer dans les marais de savane, de bowé.

— *Bacopa* (clé nos 123, 129, 133)

Herbes un peu charnues, à tiges dressées ou rampantes portant souvent des racines adventives. 5 sépales inégaux : les deux plus grands cachent les 3 petits ; petite corolle blanche ou mauve, tubuleuse, à deux lèvres, contenant 4 petites étamines. Les 2 grands sépales s'accroissent au cours de la fructification et enveloppent le fruit (capsule) qui contient de nombreuses graines (fig. 144, 145).

Genre d'une centaine d'espèces, toutes plus ou moins aquatiques ; une huitaine d'entre elle nous concernent. *B. crenata* (Pal. Beauv.) Hepper, *B. floribunda* (R. Br.) Wettst., *B. decumbens* (Fern.) Williams sont largement

répandus en Afrique et même sur d'autres continents. Eaux peu profondes, généralement temporaires ; milieux herbeux, surtout eutrophes, parfois un peu saumâtres. Mares, ruisseaux, zones d'inondation, fossés, rizières.

— *Dopatrium* (clé nos 25, 127, 174)

Les feuilles, presque charnues, forment une fausse rosette à la base de la tige dressée, carrée en section, qui ne porte, plus haut, que des feuilles très réduites et des fleurs. La corolle, tubuleuse, à 2 lèvres, contient 2 petites étamines contournées et poilues. Petites capsules globuleuses à nombreuses graines (fig. 11, 68).

Genre afro-asiatique d'une vingtaine d'espèces, toutes des eaux peu profondes, généralement temporaires. 5 espèces nous concernent, parmi lesquelles *D. longidens* Skan et *D. macranthum* Oliv. (corolle pourpre ou jaune à tube étroit brusquement étalé en roue large de 2 à 3 cm) sont des savanes africaines ; *D. junceum* Buch.-Ham. ex Benth. (à petites fleurs mauves, les supérieures seules s'épanouissant) d'Afrique et d'Asie, tend à se naturaliser en Amérique tropicale.

Mares peu profondes, souvent sur rochers ou bowé, eaux pures surtout oligotrophes, peu encombrées d'herbes ; eaux claires, rizières *(D. junceum)*.

— *Glossostigma* (clé nos 15, 118)

Très petite herbe formant souvent de minuscules tapis submergés ; tiges grêles rampantes portant des paires de feuilles dressées ; fleurs isolées, blanchâtres, longues de 2 mm, portées par des pédicelles dressés longs de 2 cm ; calice à 3 ou 4 dents, corolle en tube à 5 lobes contenant 2 étamines. Graines nombreuses dans le petit fruit (fig. 57).

Petit genre d'Afrique, Asie, Australie et Nouvelle-Zélande ; seule espèce en Afrique, *G. diandra* (L.) O. Ktze. s'étend jusqu'à l'Inde.

Eaux temporaires peu profondes ; bords de mares, rizières, sur le sol nu, entre des plantes plus hautes parfois. Le *Glossostigma* croît dans l'eau, et fleurit à la décrue, quand la lame d'eau n'atteint plus que peu de cm de hauteur.

— *Limnophila* (clé nos 8, 10, 124, 130, 134)

Herbes pouvant revêtir des faciès très différents en fonction de la profondeur de l'eau. Entièrement submergées, les tiges portent des feuilles divisées et des fleurs qui ne s'épanouissent pas ; calice membraneux, corolle formant un capuchon qui protège les 4 (ou 2) étamines et le pistil. Les parties émergées portent des feuilles pouvant être entières, et des fleurs épanouies à corolle en tube évasé, à 5 lobes, blanche, jaune ou rose ; 4 étamines. Fruit à graines nombreuses (fig. 49, 50, pl. XVII-XVIII).

Genre de l'Ancien Monde dont environ 13 espèces sont aquatiques ; on en trouve une demi-douzaine dans les savanes africaines. *L. indica* (L.) Druce, commun en Afrique, s'étend à l'Asie et à l'Australie ; *L. barteri* Skan et *L. fluviatilis* A. Chev., bien que largement répartis, ne sortent pas du continent africain.

Eaux peu ou moyennement profondes, souvent temporaires ; annexes des fleuves, mares saisonnières, bras temporaires, rizières, fossés *(L. fluviatilis, L. indica)*, marais de savane, ruisseaux, bowé, eaux±oligotrophes (*L. barteri* par exemple).

Plantes aromatiques, parfois dites médicinales.

— *Limosella* (clé nos 161, 178)

Petites herbes pouvant former des petits tapis submergés ; elles se distinguent de *Glossostigma* par leurs feuilles en rosettes et non en paires échelonnées le long de tiges rampantes. Feuilles dressées ; fleurs isolées, longues de 2 mm, portées par des pédicelles de 1 (à 2) cm ; calice à 5 dents, corolle blanc-mauve à 5 lobes, contenant 4 étamines. De nombreuses graines dans la capsule longue de 3 mm environ (fig. 177).

Genre cosmopolite d'une dizaine d'espèces, toutes aquatiques ou amphibies. *L. africana* Glück est seule largement répandue dans toute l'Afrique.

Eaux calmes temporaires, sur le sol nu, éventuellement entre des plantes plus grandes formant un couvert discontinu ; ruisseaux, bras des fleuves, mares, rizières. La plante fleurit à la baisse des eaux, et meurt dès l'assèchement du sol.

— *Lindernia* (incl. *Ilysanthes*) (clé no 124)

Petites herbes à petites fleurs. Calice à 5 sépales±unis ; corolle en tube à 2 lèvres inégales ; 4 étamines : les 2 antérieures, parfois démunies d'anthères (caractère des *Ilysanthes*), ont leur filet plié, orné d'un appendice coloré. Le fruit est une capsule ovoïde ou allongée en bec, contenant des graines nombreuses (fig. 146, 147).

Grand genre surtout tropical, des lieux±humides, dont la systématique est difficile. Au moins une quinzaine d'espèces dans l'Afrique des savanes, certaines pantropicales, d'autres localisées ; beaucoup d'entre elles peuvent se trouver dans l'eau, normalement ou occasionnellement.

Eaux temporaires ; fossés, bords de routes inondés, rizières (*L. diffusa* (L.) Wettst., *L. crustacea* (L.) F. Müll., *L. parviflora* (Roxb.) Haines) ; eaux oligotrophes sur rochers ou bowé, suintements en savane (*L. oliveriana* Dandy, *L. schweinfurthii* (Engl.) Dandy).

— *Rhamphicarpa* (clé nos 11, 14)

Herbe dressée rameuse à feuilles filiformes se confondant avec les tiges. Corolle blanche à tube long de 2,5 à 4 cm contenant les 4 étamines. Le fruit est une capsule haute de 1 cm, dissymétrique, terminée en bec aplati ; graines nombreuses (fig. 52).

Genre de l'Ancien Monde dont peu d'espèces ont une biologie aquatique ou amphibie. Deux d'entre elles nous concernent, la plus commune étant *R. fistulosa* (Hochst.) Benth., banale en Afrique et s'étendant hors du continent.

Eaux temporaires calmes, surtout eutrophes, peu profondes ; zones d'inondation, bords de mares, rizières ; milieux parfois saumâtres.

— *Veronica* (clé no 127)

Herbes à tiges charnues-aqueuses portant des grappes axillaires de petites fleurs. Calice à 4 lobes ; corolle bleu-mauve pâle à 4 lobes soudés entre eux par leur base seulement ; 2 étamines dressées hors de la corolle. Le fruit est une petite capsule aplatie latéralement, échancrée au sommet, en forme de cœur (fig. 148).

Grand genre tempéré dont peu d'espèces sont aquatiques ; 2 d'entre elles

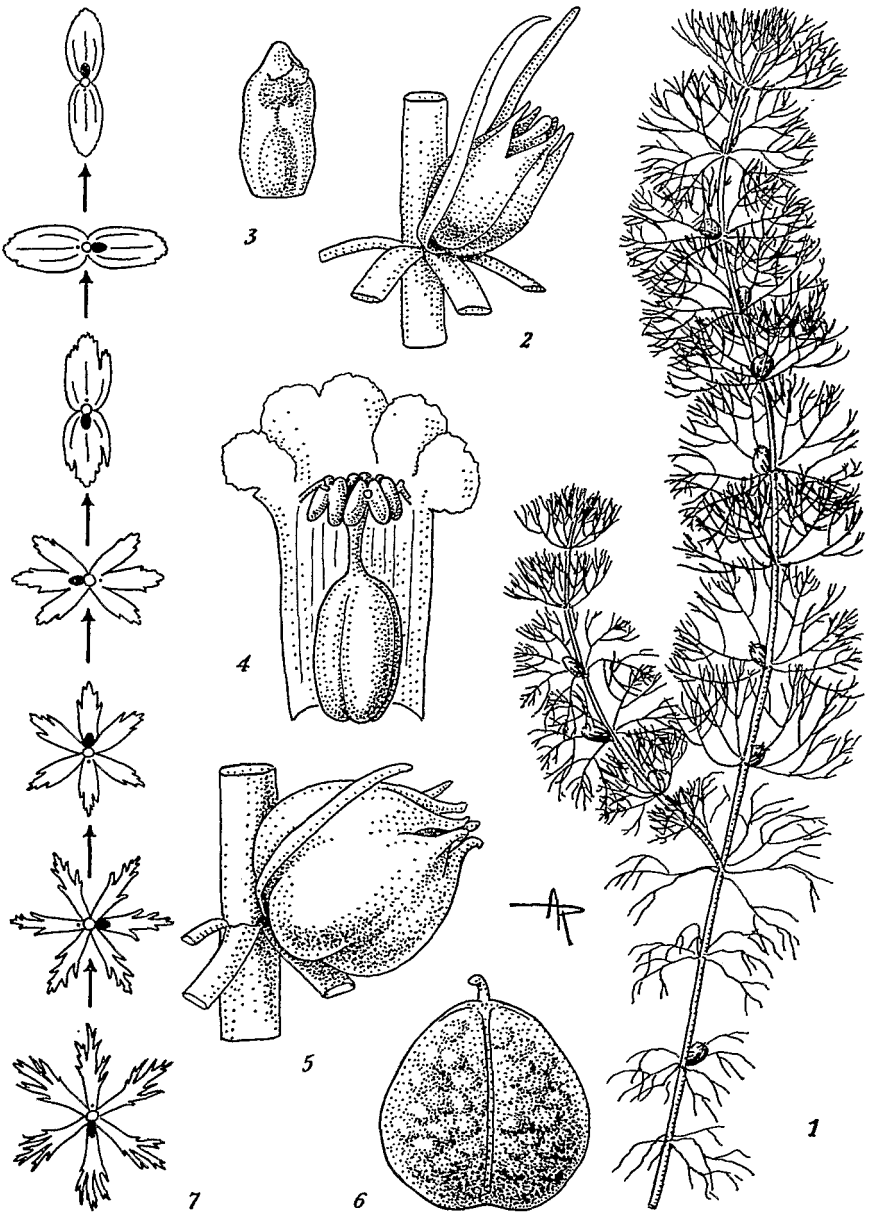


PLANCHE XVII. — *Limnophila fluviatilis* A. Chev., plante submergée : **1**, tige entièrement submergée ×1 ; **2**, fleur submergée cléistogame ×10 — elle ne s'épanouit jamais, mais produit un fruit sans jamais être sortie de l'eau ; **3**, corolle cléistogame ×10 — elle reste fermée en capuchon ; **4**, la même corolle dont le tube a été fendu ×20 ; **5**, calice contenant un fruit issu d'une fleur cléistogame ×10 ; **6**, le même fruit — membraneux, il ne s'ouvre pas en valves ; **7**, passage graduel des feuilles submergées aux feuilles émergées ×1.
(Repris de Adansonia, ser. 2, 15 (2) : 233 (1975).)

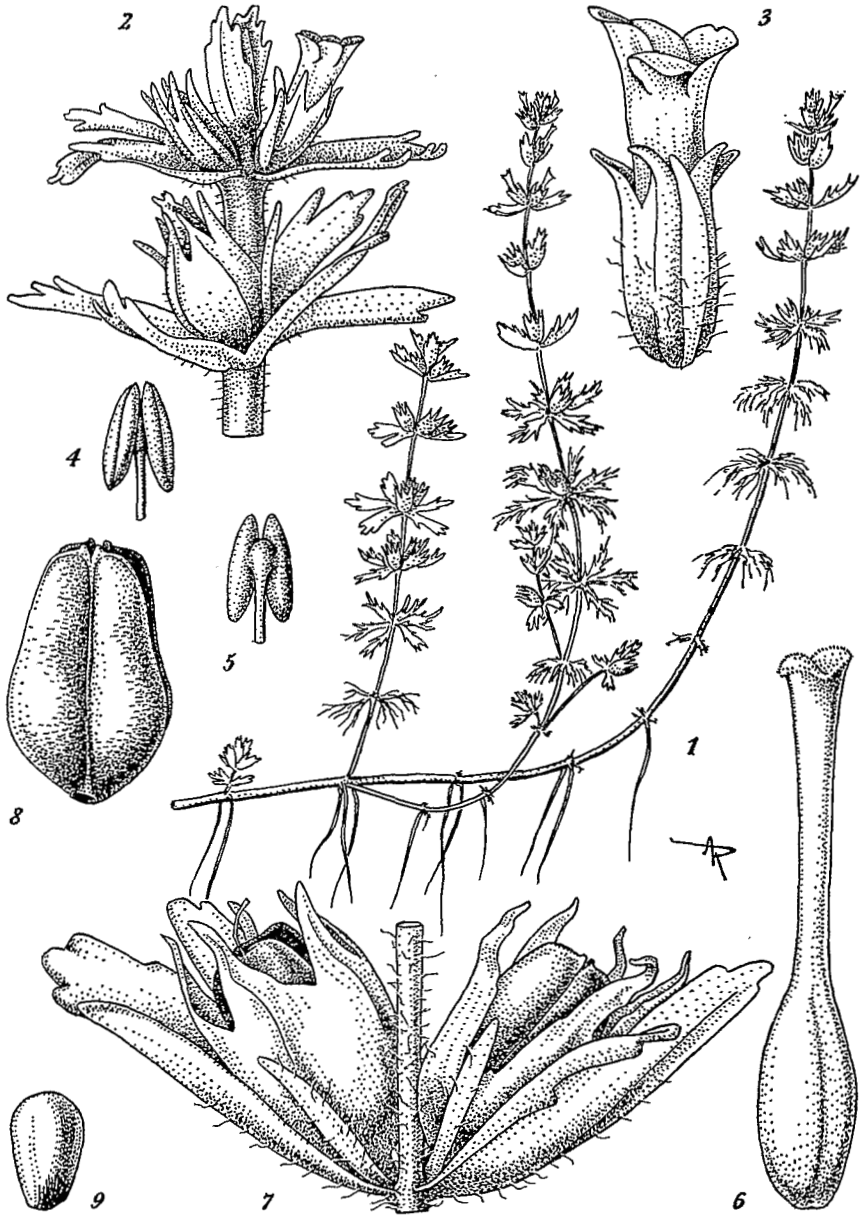


PLANCHE XVIII. — *Limnophila fluviatilis* A. Chev., plante émergée : **1**, plante dont la base seule est inondée ×1 ; **2**, sommet fleuri d'un rameau émargé × 5 ; **3**, fleur épanouie ×10 ; **4** et **5**, étamine vue de face et de dos ×30 ; **6**, pistil ×30 ; **7**, fruits issus de fleurs aériennes, qui s'étaient épanouies lors de la floraison ; **8**, fruit ×10—il s'ouvre en valves à maturité ; **9**, graine ×30. (Repris de Adansonia, ser. 2, 15 (2) : 231 (1975).)

se trouvent dans la région étudiée ici, *V. beccabunga* L. et *V. anagallis-aquatica* L., cosmopolites, et toutes deux réparties dans l'Afrique sèche.

Eaux peu profondes, souvent temporaires ; mares, ruisseaux.

Feuilles comestibles en salade.

LENTIBULARIACÉES

— *Genlisea* (clé n° 177)

Herbes à petites feuilles en rosette submergées ; des organes translucides, longs de 2 à 3 cm, terminés en 2 bras spiralés, s'enfoncent dans le sol : ils sont considérés comme des pièges capturant de très petits insectes. Tige filiforme dressée portant les fleurs au-dessus de l'eau. Calice à 5 sépales ; corolle violette, large de 1 cm, prolongée en éperon nectarifère ; la lèvre inférieure, renflée en bosses, ferme l'orifice de la corolle ; 2 petites étamines contenues dans la corolle. Le fruit (capsule) haut de 3 mm, s'ouvre par une fente spiralée ; graines nombreuses (fig. 183).

Genre afro-américain d'une quinzaine d'espèces ; 2 espèces dans la zone des savanes soudaniennes africaines. *G. africana* Oliv. se trouve dans toute l'Afrique.

Eaux pures±acides, oligotrophes ; mares peu profondes, temporaires, sur rochers ou bowé ; suintements en savane.

— *Utricularia* (clé nos 12, 138, 144, 177)

Herbes dont l'appareil végétatif est souvent très modifié : les notions de tiges et de feuilles s'appliquent mal aux organes verts de nombreuses espèces. Toutes portent, sur leurs organes végétatifs, des « utricules » translucides grosses de 0,5 à 4 mm, en forme d'urnes dont l'ouverture porte des poils et des structures complexes ; ces utricules capturent et digèrent de très petits organismes. Calice à 2 lobes ; corolle prolongée en éperon nectarifère ; la lèvre inférieure est renflée en bosses qui ferment l'orifice de la corolle ; 2 petites étamines. Le fruit (petite capsule) sphérique s'ouvre par une fente circulaire : le sommet se détache comme un couvercle. Graines souvent peu nombreuses.

2 groupes d'espèces biologiquement et morphologiquement distincts :

— Espèces libres, flottant entre deux eaux : les inflorescences seules émergent ; appareil végétatif en filaments ramifiés. Les inflorescences sont parfois portées par un verticille de flotteurs blancs spongieux (*U. inflexa* Forsk.). Plantes des eaux calmes, souvent abondantes et à grande répartition : *U. gibba* L. (pantropicale), *U. foliosa* L. (afro-américaine), *U. reflexa* Oliv. (toute l'Afrique) (fig. 38, 53, 54).

— Espèces fixées à appareil végétatif grêle, translucide, portant parfois de petits organes verts pouvant ressembler à des feuilles. Plantes de petite taille. *U. rigida* Benj. vit cramponnée aux rochers battus dans les rapides d'Afrique occidentale. Espèces nombreuses des eaux calmes peu profondes, temporaires ; *U. subulata* (pantropicale), *U. pubescens* Sm. (afro-américaine). Zones inondables, marais acides (fig. 163, 164).

Genre d'environ 150 espèces dont beaucoup sont plus ou moins aquatiques ; une vingtaine d'espèces, très diversifiées et difficiles à déterminer, dans les savanes africaines.

ACANTHACÉES

— *Hygrophila* (clé nos 23, 119, 134)

Herbes dressées à tiges carrées en section ; fleurs violettes ou pourpres, corolle en tube s'ouvrant en 2 lèvres ; 4 étamines contenues dans la lèvre supérieure. Le fruit est une capsule allongée, pointue au sommet, s'ouvrant en 2 valves dans lesquelles chaque graine est portée par un crochet recourbé.

2 groupes d'espèces :

— Tiges souvent spongieuses, portant 2 sortes de feuilles : des submergées divisées, et des émergées entières. Mares temporaires soudaniennes d'Afrique occidentale : *H. senegalensis* (Nees) T. Anders., *H. africana* T. Anders (fig. 64, 65).

— Herbes à tiges raides et feuilles toutes semblables ; vers le haut des tiges, chaque paire de feuilles est accompagnée de 6 grandes épines (jusqu'à 4 cm de long) et d'une couronne de fleurs violettes. *H. auriculata* (Schum.) Heine, des tropiques de l'Ancien Monde, est commune dans les zones inondables ; eaux peu profondes, souvent boueuses ; mauvaise herbe des endroits temporairement humides. La plante peut former des peuplements dans des régions arides dont, en saison sèche, on ne soupçonne pas la nature inondable et c'est en tant qu'« indicateur » que nous citons ici cette espèce qui n'est pourtant pas aquatique au sens strict (fig. 142, 151).

On extrayait un substitut du sel des cendres d'*Hygrophila auriculata* ; la plante est en outre médicinale.

MONOCOTYLÉDONES

L'embryon contenu dans la graine n'a qu'un seul cotylédon, opposé à une ébauche racinaire ; au bas du cotylédon se trouve un bourgeon latéral. Les différentes parties de l'embryon ne sont pas aussi directement comparables aux organes de la plante adulte que chez les Dicotylédones.

BUTOMACÉES

— *Tenagocharis* (clé no 187)

Herbe à latex blanc ; feuilles dressées atteignant 50 cm de haut ; pétiole long, limbe lancéolé. Fleurs blanches larges de 1 à 1,5 cm ; 3 sépales, 3 pétales, 6 étamines, quelques petits carpelles indépendants. Le fruit est un groupe de follicules entouré par le périanthe persistant ; chaque follicule contient de nombreuses graines (fig. 13).

T. latifolia (D. Don) Buchenau, seule espèce du genre, se trouve en Afrique, en Asie et en Australie ; inégalement commune dans la zone des savanes.

Eaux temporaires peu profondes, mares d'inondation, fossés, rizières.

HYDROCHARITACÉES

— *Blyxa* (clé no 161)

Petite herbe submergée formée d'une rosette de feuilles longues de 4 cm env. Fleurs unisexuées portées par des individus différents : une même

rosette ne porte qu'une sorte de fleurs. Fleurs mâles blanches, groupées par 2 dans une spathe qui s'épanouit sur l'eau, au sommet d'un pédicelle filiforme ; fleurs femelles isolées, sessiles entre les feuilles de la rosette, prolongées au sommet en un bec qui atteint le niveau de l'eau : la fécondation est aérienne. Fruit submergé entouré d'une spathe longue de 3 cm ; nombreuses graines (fig. 178).

Une dizaine d'espèces dans l'Ancien Monde, toutes aquatiques ; une seule nous concerne, *B. senegalensis* Dandy, peu commune, en Afrique occidentale.

Mares temporaires peu profondes sur rochers ou bowé ; eaux pures, acides.

— *Hydrocharis* (clé nos 47, 115)

Tige flottante (parfois rampante) portant des groupes de feuilles à long pétiole (jusqu'à 50 cm) et limbe arrondi en cœur (atteignant 25 cm de long), flottantes ou dressées. Quelques fleurs s'épanouissant successivement contenues entre 2 bractées, au sommet d'un pédicelle long de quelques cm. Fleurs unisexuées, 3 sépales verdâtres, 3 pétales blanchâtres ondulés sur leurs marges, jaunes à leur base ; entre 10 et 20 étamines (fleur mâle), un ovaire à environ 6 loges (fleur femelle). Graines nombreuses (fig. 81).

Une demi-douzaine d'espèces dans l'Ancien Monde. *H. chevalieri* Dandy seule espèce africaine, est limité à l'Afrique centrale, du Cameroun au Zaïre. Plante de la zone climatique humide, elle ne s'avance pas dans les savanes sèches.

Eaux faiblement courantes, mares permanentes ou presque ; assez indifférente à la profondeur, peut former à elle seule de petits radeaux flottants.

— *Lagarosiphon* (clé nos 53, 56, 109)

Herbes submergées enracinées au fond ; feuilles nombreuses, étroites, pointues, longues de 1 à 3 cm. Fleurs unisexuées très petites, groupées entre 2 bractées au sommet d'un pédicelle grêle qui atteint la surface de l'eau ; larges de 2 mm environ, les fleurs ont 3 sépales et 3 pétales à peu près égaux. Petites capsules à graines nombreuses (fig. 85).

Genre comprenant environ 16 espèces, toutes d'Afrique et Madagascar. Près d'une demi-douzaine d'entre elles nous concernent, mais ce sont souvent des plantes peu communes et géographiquement restreintes à l'Afrique orientale comme *L. steudneri* Casp. d'Éthiopie. *L. schweinfurthii* Casp., *L. hydrilloides* Rendle atteignent respectivement le Mali et le Ghana vers l'ouest.

Eaux permanentes moyennement profondes, claires de préférence ; mares, ruisseaux.

— *Ottelia* (clé nos 174, 183)

Herbe submergée à feuilles largement lancéolées, molles, membraneuses. Fleurs groupées (mais s'épanouissant l'une après l'autre) dans une spathe membraneuse longue de 2 à 6 cm, portant 2 ailes longitudinales, venant à la surface de l'eau au sommet d'un pédicelle. 3 sépales verts, 3 grands pétales arrondis, blancs ou jaunes ; étamines (6 à 15 env.) et ovaire à 6 loges se trouvent dans une même fleur ou dans des fleurs distinctes. Fruit allongé à graines nombreuses (fig. 182, 188).

Genre d'une quarantaine d'espèces, pantropical mais surtout diversifié dans l'Ancien Monde ; variables et difficiles à étudier en herbier, les espèces sont encore insuffisamment connues. Au moins une demi-douzaine d'espèces dans les savanes africaines, la plus commune, seule à être répartie dans toute l'Afrique, est *O. ulvifolia* (Planch.) Walp.

Mares boueuses, permanentes ou non ; rizières ; eaux libres peu profondes et calmes, eutrophes.

Feuilles comestibles ; les fruits le seraient également.

— *Vallisneria* (clé n° 159)

Herbe submergée à feuilles en rubans atteignant 30 cm de long ; fleurs mâles et femelles portées par des individus distincts. Fleurs mâles petites, nombreuses dans une spathe translucide courtement pédicellée qui se déchire à maturité : les fleurs se détachent, montent à la surface, s'y épanouissent, et flottent librement. Les fleurs femelles, isolées, sont portées par de longs pédicelles filiformes qui les amènent au ras de l'eau ; les sépales et pétales, longs de 2 mm, s'épanouissent au sommet d'une spathe étroite longue de 2 à 4 cm. Après la fécondation, le pédicelle s'enroule en spirale, ramenant le fruit au fond de l'eau ; fruit étroit, long de 5 cm, graines nombreuses (fig. 176).

Une dizaine d'espèces cosmopolites, dont les répartitions sont d'autant plus mal connues que certaines changent rapidement : *V. spiralis* L. s'étend depuis quelques décades, particulièrement en Europe, parallèlement à un mouvement de recul que la pollution lui impose en bien des endroits. *V. aethiopica* Fenzl se trouve du Sénégal à l'Afrique orientale.

Mares, ruisseaux, rizières ; eaux parfois boueuses ou un peu saumâtres, peu ou moyennement profondes.

ALISMATACÉES

— *Alisma* (clé n° 188)

Feuilles dressées, longuement pétiolées à limbe ovale lancéolé. Grande inflorescence rameuse, pyramidale, dépassant les feuilles. Fleurs hermaphrodites larges de 1 cm env., 3 sépales, 3 pétales blanc-rosé, 6 étamines, une couronne de petits carpelles (fig. 190, 191).

9 espèces, parmi elles *A. plantago-aquatica* L., cosmopolite de l'hémisphère nord, s'étend à l'Afrique orientale où on le trouve çà et là.

Eaux peu profondes, souvent boueuses ; mares, ruisseaux calmes.

Malgré la toxicité de la plante, la souche est parfois consommée après ébullition (en Asie) ; les feuilles sont médicinales.

— *Burnatia* (clé n° 189)

Herbe à souche un peu charnue, portant de grandes feuilles dressées, à long pétiole et limbe lancéolé. Grandes inflorescences rameuses, pyramidales, dépassant les feuilles, unisexuées, les mâles et les femelles portées par des individus différents ; inflorescences femelles plus contractées que les mâles. Fleurs petites (3 à 5 mm), blanc-rosé, groupées par 3 le long des rameaux ; 3 sépales, 3 pétales (parfois absents), 9 étamines (dans les fleurs

mâles), une tête de petits carpelles (dans les fleurs femelles). Dans le fruit, les carpelles sont aplatis, à 3 ailes sur le dos (fig. 192, 193).

B. enneandra Micheli, seule espèce du genre, se trouve dans toute l'Afrique tropicale.

Eaux boueuses peu profondes, mares, zones d'inondation submergées une grande partie de l'année.

La souche charnue est consommée comme aliment de disette.

— *Caldesia* (clé nos 170, 192)

Feuilles pétiolées, à limbe en cœur ou en rein, flottantes à la surface ou submergées ; parfois en outre des feuilles submergées rubannées. Inflorescences dressées hors de l'eau, hautes de 50 cm env., rameuses, pyramidales. Fleurs hermaphrodites, blanches, larges de 5 à 8 mm, 3 sépales, 3 pétales, 6 à 12 étamines, petits carpelles en tête. A maturité, carpelles gonflés, épineux chez *C. oligococca* (fig. 181).

4 espèces, dans l'Ancien Monde ; en Afrique, *C. oligococca* (F. von Müll.) Buchen. et *C. reniformis* (D. Don) Makino, largement réparties mais peu communes.

Eaux permanentes ou presque, pures ; bords de mares, parfois herbeux ; profondeur assez faible, 50 cm env.

— *Limnophyton* (clé nos 170, 192)

Herbes charnues à sève laiteuse ; feuilles submergées en larges rubans, ou dressées au-dessus de l'eau, pétiolées à limbe ovale-sagitté. Inflorescence dressée dépassant les feuilles, en grappe portant parfois 1 ou 2 branches ; fleurs groupées en couronnes échelonnées sur la tige, hermaphrodites ou femelles à la base, mâles au sommet, larges de 1 cm env. ; 3 sépales, 3 pétales blancs, 6 étamines, une tête de petits carpelles (fig. 42).

3 espèces, toutes africaines : *L. obtusifolium* (L.) Miq. fréquent dans les savanes, *L. angolense* Buchen. des régions plus humides, *L. fluitans* Graebn. sans feuilles émergées, rare.

Eaux peu profondes, eutrophes ; mares temporaires boueuses, zones inondables, rizières.

La plante, calcinée, produit un substitut du sel.

— *Ranalisma* (clé nos 160, 178)

Très petite herbe à feuilles longues de 8 à 10 cm au maximum, submergées, étroites, rubannées, ou dressées, émergées, pétiolées, à limbe lancéolé. Fleurs blanches larges de 1 cm, isolées ou par 2 ou 3, portées par des pédicelles longs de quelques cm : 3 sépales, 3 pétales, étamines et carpelles nombreux (fig. 16).

2 espèces, de l'Ancien Monde, une seule africaine : *R. humile* (Kunth) Hutch. répandue dans toute l'Afrique des savanes.

Zones inondables des grands fleuves, mares, rizières ; eaux temporaires boueuses ; la plante croît submergée, et fleurit pendant la décrue dans quelques cm d'eau.

— *Sagittaria* (clé nos 169, 191)

Grande herbe pouvant avoir 3 sortes de feuilles simultanément : feuilles

submergées rubannées, feuilles à limbe flottant ou dressé au-dessus de l'eau, dont le pétiole porte un limbe ovale-sagitté plus arrondi dans les feuilles flottantes. Inflorescence dressée, dépassant les feuilles, en grappe non branchue ; fleurs groupées par 3 le long de la tige, les inférieures hermaphrodites ou femelles, les supérieures mâles. 3 sépales, 3 pétales blancs, 9 à 15 étamines, carpelles nombreux. Dans le fruit, les akènes aplatis sont bordés d'une aile finement épineuse (fig. 9).

Une vingtaine d'espèces dans le genre, surtout diversifiées en Amérique ; seule en Afrique, *S. guayanensis* subsp. *lappula* (D. Don) Bogin est pantropicale.

Eaux boueuses peu profondes ; mares plus ou moins temporaires, rizières.

— *Wiesneria* (clé nos 168, 189)

Feuilles submergées étroitement rubannées, ou élargies au sommet en un limbe lancéolé long de 10 cm env. qui flotte en surface. Inflorescence en épi grêle dont seule la sommité fleurie émerge, portée par un pédicelle souple. Fleurs très petites, groupées en couronnes espacées le long de l'épi, unisexuées, les mâles au sommet, les femelles à la base ; chaque couronne est entourée de petites bractées membraneuses formant une coupelle. Fleurs larges de 5 mm env., 3 sépales, 3 pétales minuscules ou nuls, 3 étamines (fleurs mâles), 3 à 6 carpelles (fleurs femelles) (fig. 180).

Genre africano-malgache s'étendant à l'Inde et comptant 3 espèces. *W. schweinfurthii* Hook. f. est seule dans la zone étudiée ici, et n'est jamais fréquente.

Eaux peu profondes, pures, temporaires ; milieux oligotrophes peu herbeux ; mares et ruisseaux sur rochers et bowé.

APONOGÉTONACÉES

— *Aponogeton* (clé nos 164, 184)

Herbes à souche charnue, le tubercule étant coiffé par les racines fixées dans la vase. Feuilles étroitement linéaires ou pétiolées à limbe lancéolé flottant. Épis simples ou fourchus flottant à la surface de l'eau, portés par des tiges souples. Fleurs petites, sessiles, blanches, jaunâtres ou mauves, généralement hermaphrodites ; 1 à 3 pièces périanthaires, au moins 6 étamines, 3 à 6 carpelles munis d'un bec ; ils hérissent l'épi de pointes aiguës lors de la fructification (fig. 7, 189, pl. XIX).

Genre d'environ 45 espèces, la plupart africaines, quelques-unes seulement se trouvent dans notre région. *A. subconjugatus* Schum. & Thonn. se trouve en Afrique occidentale et centrale, *A. vallisnerioides* Bak. atteint l'Afrique orientale.

Mares peu profondes longuement inondées, boueuses, zones d'inondation des fleuves *(A. subconjugatus)* ; mares sur bowé ou rochers, oligotrophes *(A. vallisnerioides)*.

Le tubercule est comestible.

POTAMOGETONACÉES

— *Potamogeton* (clé nos 26, 56)

Tiges feuillées, submergées, parfois très longues, souples ; feuilles submergées

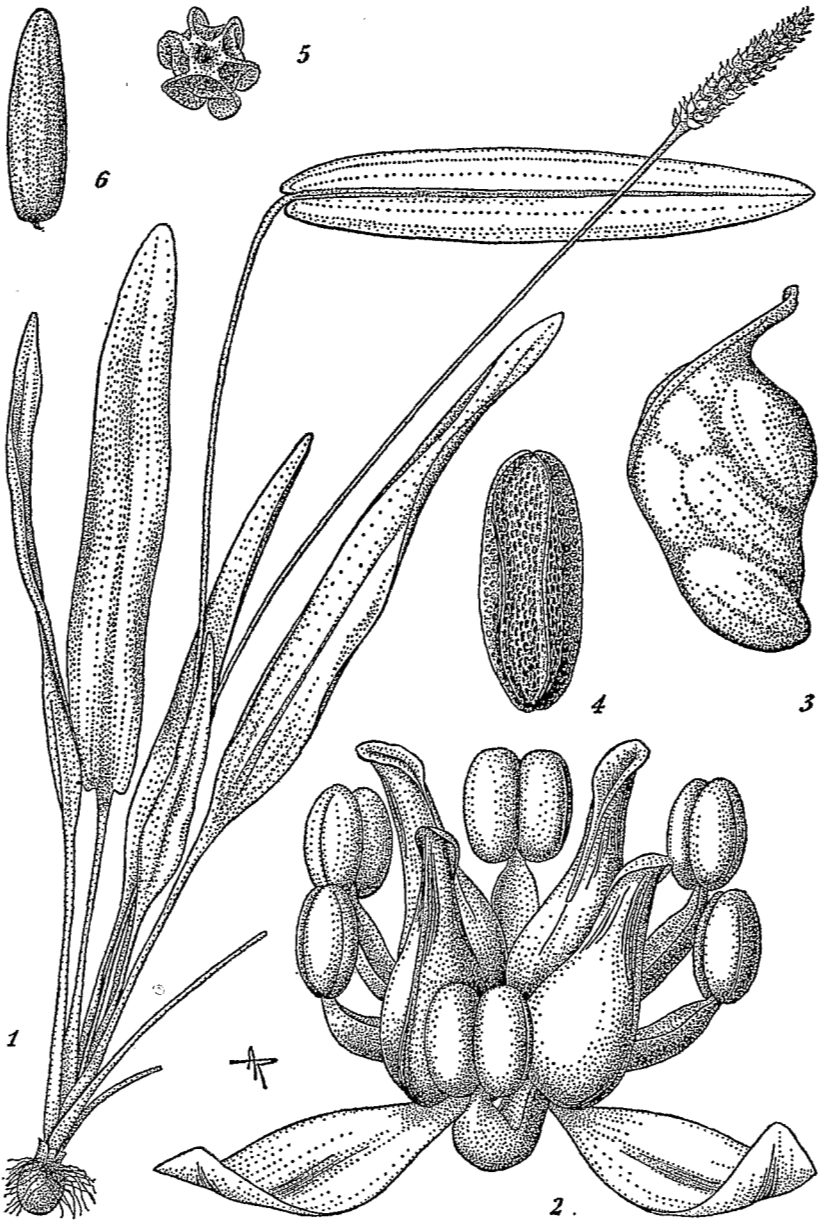


PLANCHE XIX. — *Aponogeton fotianus* J. Raynal : **1**, plante entière ×1/2 — montrant des feuilles à limbe submergé et une feuille à limbe flottant en surface ; **2**, une fleur sur l'épi ×30 — 2 pétales, 6 étamines et 4 carpelles indépendants ; **3**, carpelle mûr (fruit) ×10 ; **4**, graine ×20 — elle est entourée d'un tégument externe spongieux qui lui permet de flotter ; **5**, la même graine vue par son point d'attache ; **6**, la même graine débarrassée de son enveloppe spongieuse. (Repris de Adansonia, ser. 2, 9 (4) : 550 (1969).)

membraneuses translucides ; le sommet des tiges peut porter des feuilles flottantes, pétiolées, à limbe lancéolé coriace étalé sur l'eau. Fleurs en épis longs de 1 à quelques cm, pédicellés, dressés au-dessus de l'eau ; petites fleurs verdâtres, sessiles ; périanthe à 4 lobes, 4 étamines, 4 carpelles ; 1 graine dans chaque carpelle (fig. 69, 88).

Genre d'une centaine d'espèces, réparties dans le monde entier ; environ une dizaine d'entre elles se trouve dans l'Afrique des savanes ; certaines sont largement répandues, comme *P. octandrus* Poir. (tropiques de l'Ancien Monde), d'autres sont géographiquement plus limitées, comme *P. schweinfurthii* A. Benn. (toute l'Afrique tropicale) ; la plupart se trouvent dans les régions climatiques sèches.

Eaux profondes permanentes, lacs, ruisseaux calmes.

Najadacées

— *Najas* (clé nos 16, 109)

Herbes grêles submergées, à tiges fines, cassantes, fixées au fond ou flottant librement entre deux eaux. Feuilles étroites, longues de 1 à quelques cm, ±denticulées au bord, groupées par 2 ou 3. Fleurs minuscules, unisexuées, sessiles, les 2 sexes portés par la même tige ; la fleur mâle est réduite à une anthère, la femelle à un carpelle ; le fruit est un petit akène long de 2 à 3 mm. Le pollen est libéré dans l'eau où il circule jusqu'à rencontrer un stigmate récepteur (fig. 40).

Genre cosmopolite d'une cinquantaine d'espèces, dont une dizaine nous concernent ici ; certaines ont une aire étendue (*N. pectinata* (Parl.) Magn., tropiques de l'Ancien Monde), d'autres ont une aire restreinte (*N. hagerupii* H. af Rantz., *N. meiklei* H. af Rantz., Afrique occidentale).

Eaux peu ou très profondes, temporaires ou non ; les espèces sont écologiquement très diversifiées, certaines croissent en eau saumâtre, d'autres en eau très pure sur bowé ou rochers, ou encore dans des mares temporaires boueuses, des rizières.

Commelinacées

— *Floscopa* (clé nos 51, 61, 66)

Herbe à tiges renflées aux nœuds, flottant sur l'eau, ou rampantes ; feuilles ovales longues de 2 à 5 cm, sessiles, à base arrondie entourant la tige, à marges un peu ondulées. L'inflorescence est un groupe dense de petites grappes arquées terminant la tige. Fleurs petites, blanc-mauve ; 3 sépales, 3 pétales ténus et fugaces, 6 étamines, 1 petit ovaire. Le fruit, large de 2 à 3 mm, surbaissé, contient 2 graines (fig. 84).

Grand genre tropical habitant les lieux humides ; une seule espèce, *F. aquatica* Hua (Afrique, du Sénégal au Zaïre) est vraiment aquatique.

Eaux peu profondes, temporaires ou non ; ruisseaux calmes, mares herbeuses, rizières ; prend part à des radeaux flottants herbeux.

Xyridacées

— *Xyris* (clé no 157)

Herbes dressées à feuilles étroites, aiguës, souvent rougeâtres. Inflores-

cences en petites têtes brunes terminant les tiges nues issues de la souche. Fleurs jaune vif ; 3 (ou 2) sépales, 3 pétales unis en tube, fugaces, 3 étamines, 1 ovaire. Le fruit, caché entre les bractées brunes de l'inflorescence, contient de nombreuses graines (fig. 174, 175).

Grand genre tropical dont 12 ou 15 espèces se trouvent dans la région étudiée ici ; toutes se ressemblent et leur détermination est délicate. On peut citer *X. anceps* Lam., *X. straminea* Nilss., largement réparties en Afrique.

Eaux temporaires peu profondes, bords de mares, rizières ; milieux parfois saumâtres *(X. anceps)* ; milieux oligotrophes sur rochers ou bowé *(X. straminea)*.

ERIOCAULONACÉES

— *Eriocaulon* (clé nos 17, 163)

Herbes enracinées à feuilles simples filiformes ou en rubans ; les fleurs sont groupées en têtes à peu près sphériques, blanches ou noires, souvent velues-laineuses, terminant une tige nue ; les fleurs, unisexuées, sont cachées entre les bractées d'une même inflorescence. Fleur mâle tubuleuse à la base, 3 sépales, 3 pétales, 6 étamines ; fleur femelle portée par un petit pédicelle, 3 sépales, 3 pétales (non en tube), 1 ovaire. Petit fruit à 3 graines (fig. 44, 58).

Grand genre (env. 400 espèces), surtout tropical ; les 20 ou 25 espèces de la zone étudiée sont toutes des marais temporairement inondés, mais un petit nombre d'entre elles sont de vraies aquatiques, diversement adaptées à cette biologie :

E. latifolium Sm., à feuilles en rosette, larges de 1 cm, molles, toutes submergées, flottant dans le courant et inflorescences larges de 1 à 1,5 cm portées par des scapes raides issus de la souche enracinée ; plante puissante des ruisseaux d'eau claire d'Afrique tropicale, eaux peu profondes permanentes, souvent à courant vif.

E. setaceum L., à tige submergée couverte de petites feuilles filiformes, les supérieures formant une fausse rosette émergée, flottante à la surface de l'eau ; cette « rosette » porte de petites tiges dressées terminées chacune par un capitule gris ou noir large de 2 à 3 mm ; eaux claires souvent oligotrophes, ruisseaux, marais, mares ; espèce pantropicale.

Les autres espèces (*E. bongense* Engl. & Ruhland ex Ruhland par exemple) ont de petites rosettes de feuilles susceptibles d'être temporairement et faiblement inondées.

MARANTACÉES

— *Thalia* (clé no 60)

Herbe dressée dépassant souvent 1 m de haut ; tige spongieuse portant 1 ou quelques feuilles, celles-ci ovales, pointues, longues jusqu'à 40 cm, coriaces mais souples. Un groupe de grappes en zig zag termine la tige. Fleurs mauves longues de 2 cm, fragiles, sans symétrie ; structure florale complexe, 3 sépales, de nombreuses pièces irrégulières évoquant des pétales, 1 étamine, le tout porté par l'ovaire infère. Le fruit contient 1 graine ovale marbrée.

Petit genre (8 espèces) américain ayant un seul représentant en Afrique, *T. welwitschii* Ridl., commun sur tout le continent.

Eaux boueuses, peu profondes, permanentes ou non ; milieux eutrophes, envahis par la végétation ; mares herbeuses, marais à *Typha* ou *Phragmites*, rizières.

Les feuilles sont utilisées pour empaqueter la nourriture et les noix de cola.

PONTÉDÉRIACÉES

— *Eichhornia* (clé nos 27, 152, 193)

Petit genre (7 espèces) surtout américain ; les deux espèces que l'on trouve en Afrique sont végétativement très dissemblables, mais la structure de leur fleur est celle de toutes les espèces du genre : périanthe bleu à 6 lobes unis en tube à la base ; le lobe supérieur, un peu plus grand que les autres, porte une tache jaune ; 6 étamines ; ovaire à 3 loges ; fruit à graines nombreuses.

E. natans (Pal. Beauv.) Solms-Laub., herbe enracinée à tige allongée, portant des feuilles submergées en rubans étroits longs de quelques cm, et vers le sommet des feuilles pétiolées à limbe arrondi en cœur, long de 1,5 à 2,5 cm, qui flotte en surface. Fleurs isolées, larges de 1 cm environ, s'épanouissant au ras de l'eau. Plante commune en Afrique et en Amérique tropicales. Eaux claires, moyennement profondes, permanentes ou presque ; mares, lacs, ruisseaux, rizières (fig. 39).

E. crassipes (Mart.) Solms-Laub., herbe en rosette flottant librement à la surface de l'eau ; des racines finement ramifiées, rose-mauve, plongent dans l'eau ; feuilles à pétioles renflés aérifères et limbes ovales, coriaces. Fleurs larges de 2 à 3 cm, nombreuses, en grappe dressée. Espèce américaine qui tend à se naturaliser en certaines régions d'Afrique centrale et orientale ; elle se répand dans tous les pays tropicaux où elle est souvent nuisible : formant des populations flottantes très denses, elle obstrue rivières et canaux. Parfois cultivée comme plante ornementale (« jacinthe d'eau »). Elle peut constituer un aliment du bétail (fig. 36, 43).

— *Heteranthera* (clé nos 68, 193)

Feuilles pétiolées dressées, les unes en rosette les autres le long de la tige ; pétiole élargi à la base en gaine membraneuse ouverte ; limbe ovale, arrondi ou en cœur à la base. Fleurs blanches larges de 8 mm environ, en épi dressé ; périanthe à 6 lobes, 3 étamines (1 grande et 2 petites), 1 petit ovaire ; parfois des fleurs qui ne s'épanouissent pas et ne contiennent qu'une étamine (fig. 8, 92).

Genre d'une dizaine d'espèces, surtout américain ; une espèce, *H. callifolia* Reichenb. ex Kunth, dans les savanes africaines.

Eaux peu profondes, ruisseaux calmes, mares ± boueuses, rizières.

— *Monochoria* (clé nos 68, 186)

Feuilles en rosette, longuement pétiolées, à limbe ovale ou en cœur à la base, pointu au sommet ; une feuille unique sur la tige florifère, à pétiole court élargi à la base en gaine fendue. Fleurs mauves, larges de 2 cm,

en grappe dressée ; périanthe à 6 lobes, 6 étamines (1 grande bleue et 5 petites jaunes), 1 petit ovaire (fig. 91).

Petit genre (5 espèces) des tropiques de l'Ancien Monde ; 2 espèces se trouvent dans la région étudiée ici, l'une d'Afrique occidentale (*M. brevipetiolata* Verdc.), l'autre d'Afrique orientale (*M. africana* (Solms-Laub.) N. E. Br.).

Eaux±acides, mares temporaires sur rochers ou bowé.

— *Schlleropsis* (clé nos 27, 45, 67)

Herbe enracinée à tige grêle, allongée, portant des feuilles submergées rubannées étroites (parfois absentes), et vers le sommet des feuilles pétiolées à limbe ovale flottant en surface. Fleurs isolées, jaunes, longues de 1 cm, venant s'épanouir à la surface (certaines ne s'ouvrent pas et restent submergées) ; périanthe à 4 (ou 3) lobes ; 3 étamines (1 grande et 2 petites), 1 petit ovaire (fig. 70).

Une seule espèce, *S. lutea* H. Perr., connue de Madagascar et du Cameroun : elle sera peut-être découverte en d'autres régions d'Afrique.

Mares temporaires.

Aracées

— *Cyrtosperma* (clé no 179)

Herbe puissante à gros rhizome enraciné ; feuilles dressées hautes de 1 à 2 m, à pétiole épais, charnu, épineux et limbe en fer de lance atteignant 80 cm de long. L'inflorescence est un épi de fleurs indistinctes enveloppé d'une spathe en cornet longue de 25 à 50 cm, verte à l'extérieur, jaune pâle strié de violet ou de pourpre à l'intérieur (fig. 184, 185).

Genre tropical de 18 espèces environ, dont peu sont vraiment aquatiques ; parmi ces dernières, *C. senegalense* (Schott) Engl. est commun dans les savanes humides d'Afrique.

Eaux peu profondes, permanentes ou non, milieux eutrophes, souvent encombrés de végétation herbeuse ; mares, fossés.

On aurait autrefois extrait de la plante un substitut du sel. Le fruit était considéré comme médicinal.

— *Pistia* (clé nos 153, 173)

Herbe en rosette flottant librement à la surface et assez semblable à une salade ; des racines finement ramifiées plongent dans l'eau ; feuilles vert amande, poilues, sessiles, largement ovales, longues de 10 à 15 cm. Inflorescence minuscule, cachée entre les feuilles, entourée d'une spathe blanche longue de 2 à 4 cm (fig. 171).

Une seule espèce, *P. stratiotes* L., répandue dans tout le monde tropical et subtropical, commune en Afrique.

Eaux calmes permanentes ou non, de profondeur indifférente ; milieux eutrophes. La plante peut entièrement couvrir des étendues d'eau, et ainsi devenir nuisible.

Médicinale ; la plante fut parfois utilisée comme aliment de disette ; on extrayait de ses cendres un substitut du sel.

LEMNACÉES (clé n° 153)

Plantes réduites à des lames vertes appelées « thalles », très petites, flottant librement à la surface de l'eau ; ce sont les « lentilles d'eau », dont la floraison, rare, est presque indiscernable ; elles se multiplient par bourgeonnement végétatif des petits thalles.

— *Lemna* (clé n° 141)

« Thalle » ovale, lenticulaire, long de 2 à 3,5 mm, portant une seule racine au milieu de sa face inférieure ; par multiplication végétative, des « thalles-fils » apparaissent dans une fente latérale ouverte dans l'épaisseur du thalle initial, et peuvent rester ainsi temporairement accrochés (fig. 153, 154).

Genre cosmopolite d'environ 9 espèces, délicates à déterminer ; citons *L. paucicostata* Hegelm. ex Hegelm., pantropicale.

Eaux dormantes, temporaires ou non, eutrophes, souvent boueuses ; mares, citernes. Généralement très abondante, la plante forme un film vert à la surface de l'eau ; beaucoup d'animaux (oiseaux en particulier) s'en nourrissent.

— *Pseudowolffia (Wolffia)* (clé n° 143)

« Thalle » ovale long de 3 à 6 mm, vert clair, un peu bombé à sa face inférieure, sans aucune racine ; il flotte étalé à la surface de l'eau. Son extrémité la plus large produit les « thalles-fils », et porte un appendice en lame hyaline qui plonge dans l'eau (fig. 158, 159).

Genre tropical de 3 espèces dont une seule se trouve dans la région qui nous concerne : *P. hyalina* (Delile) Hartog & Plas (zones sèches d'Afrique).

Mares temporaires ou non, parfois boueuses.

— *Spirodela (Lemna)* (clé n° 141)

« Thalle » arrondi, foliacé, vert clair rosé, long de 4 à 8 mm, portant des nervures divergentes ; à la face inférieure, près d'une extrémité du « thalle », une verrue produit un faisceau de racines blanches ; c'est près de cette verrue qu'apparaissent les « thalles-fils » qui, s'ils y restent accrochés, peuvent former une sorte de petite rosette (fig. 155).

Environ 4 espèces, dont une seule, *S. polyrhiza* (L.) Schleid. (cosmopolite) est en Afrique.

Mares permanentes ou non ; souvent en eau claire et pure.

— *Wolffia* (clé n° 142)

« Thalle » minuscule long de 1 à 1,5 mm, ovale, bombé, épais de 0,5 mm, vert vif dessus, plus pâle dessous, sans aucune racine. Par multiplication végétative, les « thalles-fils » apparaissent comme des bourgeons sur l'épaisseur du « thalle-père », près de son extrémité la plus large (fig. 156, 157).

Genre cosmopolite d'environ 7 espèces ; l'une d'entre elles, *W. arrhiza* (L.) Horkel ex Wimm., est en Afrique.

Mares eutrophes, permanentes ou presque, parfois presque saumâtres. Malgré sa petite taille (c'est pratiquement la plus petite des plantes à fleurs) la plante peut former des peuplements denses couvrant des nappes d'eau.

— *Wolffiopsis (Wolffia)* (clé n° 143)

« Thalle » ovale, vert sombre, finement membraneux, sans racine ni appendice, généralement arqué en demi-cercle ; il flotte librement, submergé ou presque : une de ses extrémités affleure parfois à la surface de l'eau (fig. 160).

Une espèce (peut-être 2?), afro-américaine, *W. welwitschii* (Hegelm.) Hartog & Plas, de la zone des savanes sèches.

Mares.

TYPHACÉES

— *Typha* (clé n° 157)

Herbes robustes à longues feuilles linéaires larges de 1 à 1,5 mm, épaisses, spongieuses, dressées, raides. Épis bruns, terminant un long scape nu ; fleurs unisexuées, petites, densément serrées, les mâles au sommet de l'épi, les femelles à la base ; 3 étamines entourées de poils (fleur mâle), 1 carpelle minuscule entouré de poils (fleur femelle). Les fruits, semblables à des touffes cotonneuses contenant les petits akènes, sont dispersés par le vent (fig. 173).

Genre cosmopolite d'une dizaine d'espèces ou un peu plus ; 3 espèces nous concernent, dont *T. australis* Schum. & Thonn., commun dans l'Afrique des savanes, est pantropical.

Eaux permanentes, moyennement profondes, parfois légèrement saumâtres. Mares, lacs, grandes étendues d'eau ; la plante peut participer aux radeaux flottants herbeux sur les eaux profondes.

Les très jeunes inflorescences sont comestibles ; les rhizomes constituent un aliment de disette. De la plante calcinée, on extrayait un substitut du sel.

AMARYLLIDACÉES

— *Crinum* (clé n° 167)

Herbe submergée à souche bulbeuse enracinée et feuilles en rubans, atteignant 1 m de long, molles, gaufrées, flottant dans le courant. Un scape épais, raide, dresse un groupe de grandes fleurs blanches, odorantes, au-dessus de l'eau ; périanthe à tube étroit, long de 15 cm, porté par l'ovaire infère et terminé par 6 lobes étroits longs de 8 cm environ ; 6 étamines, 1 style (fig. 179).

Grand genre pantropical dont une dizaine d'espèces sont aquatiques ; parmi elles, une seule est africaine, *C. natans* Bak.

Eaux claires moyennement profondes ; ruisseaux permanents, souvent à courant vif.

PALMÉES

— *Raphia* (clé n° 32)

Palmier à tronc haut seulement de quelques m, généralement caché par les feuilles, inondé à sa base ; ses nombreux rejets de souche forment des bouquets denses, impénétrables. Feuilles longues de plusieurs mètres,

pennées, à pétioles épineux. Grosses inflorescences en grappes rameuses pendantes, dont les rameaux sont cachés par des écailles tubuleuses imbriquées ; fleurs mâles et femelles dans la même inflorescence. Fruit couvert d'écailles ligneuses, luisantes, ressemblant à des pommes de pin (fig. 72).

Genre des marécages africains, dont quelques espèces se trouvent dans les savanes ; parmi elles, *R. palma-pinus* (Gaertn.) Hutch., d'Afrique occidentale, est peut-être la plus aquatique.

Zones inondées des marais herbeux, eaux parfois un peu saumâtres.

Les feuilles sont utilisées comme chaume pour les toits.

CYPÉRACÉES

Plantes ayant un peu la physionomie des Graminées (ce sont des « herbes »); feuilles, quand elles existent, longues et étroites, à bords et nervures parallèles ; fleurs très réduites, unisexuées (les deux sexes sont alors sur la même plante) ou hermaphrodites, constituées d'étamines et d'un ovaire. Les fleurs sont contenues dans des écailles scarieuses (à texture rappelant celle du papier de soie) appelées « glumes » qui, plus ou moins nombreuses, forment des « épillets » ; les inflorescences sont des arrangements plus ou moins complexes d'épillets. Le fruit est un petit akène contenant une seule graine. Ces caractères floraux, malgré leur finesse, sont nécessaires à la détermination.

Famille numériquement importante, systématiquement difficile, parfaitement cosmopolite ; beaucoup de ses membres croissent dans les lieux humides ; les espèces à vaste répartition géographique sont nombreuses.

— *Cladium* (clé n° 104)

Grande herbe puissante à rhizome rampant ; feuilles coupantes, souvent très longues et larges de 2 cm, en forme de ruban plié longitudinalement. Tiges dressées, feuillées, pouvant dépasser 2 m de haut ; elle porte, dans sa partie supérieure, des rameaux terminés par des bouquets de glomérules floraux brun-roux. Épillet à glumes disposées en spirale, comportant 2 ou 3 glumes vides à sa base puis 1 (à 3) fleurs hermaphrodites au sommet ; 2 étamines, ovaire à 3 stigmates (fig. 133).

Petit genre (3 espèces) ; *C. mariscus* (L.) Pohl, cosmopolite, a une sous-espèce tropicale, *C. mariscus* subsp. *jamaicensis* (Crantz) Kük., largement répartie dans le monde, mais peu fréquente en Afrique (Sénégal, Zaïre, Afrique orientale et méridionale).

Eaux peu profondes, souvent temporaires ; selon les stations, la plante se trouve dans des conditions très variées (eau un peu saumâtre, ou pure).

Utilisé comme chaume pour les toits.

— *Cyperus* (clé nos 96, 148, 154, 166)

Genre très diversifié comptant plusieurs centaines d'espèces, dont environ 70 se trouvent dans la zone des savanes africaines ; beaucoup d'entre elles sont, sinon aquatiques, au moins inondables une partie de l'année.

Nous verrons deux types d'appareil végétatif, mais l'inflorescence fondamentale est la même dans tout le genre ; elle termine la tige, et est entourée de quelques bractées semblables à des feuilles de taille décroissante, parfois courtes. Épillets groupés en une ombelle rameuse lâche, ou en une

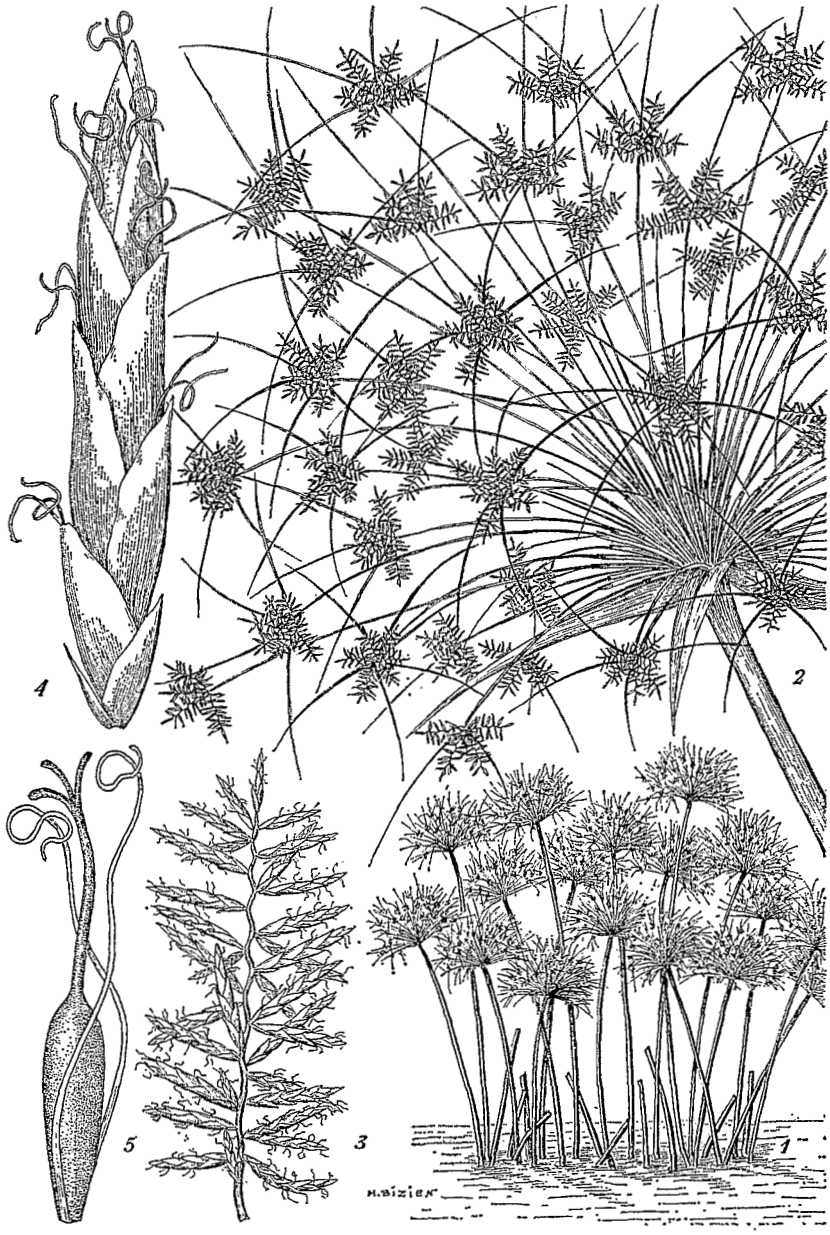


PLANCHE XX. — *Cyperus papyrus* L. : **1**, port de la plante ×1/30 — noter l'absence de feuilles développées ; **2**, inflorescence ×1/3 ; **3**, un épi d'épillets ×2 ; **4**, un épillet ×15 ; **5**, fleur, contenue dans l'une des glumes de l'épillet ×30 — les deux étamines sont déjà flétries, leurs anthères sont tombées ; les 3 stigmates par contre sont épanouis.

tête, plats, formés de nombreuses glumes disposées en 2 rangs opposés. Fleurs hermaphrodites, 1 à 3 étamines, ovaire à 1 à 3 stigmates (chez les espèces à 2 stigmates, ils sont dans un plan perpendiculaire à celui de l'épillet) (fig. 118, 168, 169, 172, pl. XX).

— Espèces à feuilles développées, vertes, à la base des tiges ; ce sont les plus nombreuses ; citons *C. exaltatus* Retz., *C. digitatus* subsp. *auricomus* (Speng.) Kük., de grande taille, vivant dans les eaux permanentes ou presque, peu profondes. *C. difformis* L., commun dans les rizières ainsi que *C. esculentus* L. ; ce dernier a une variété à souche charnue comestible.

— Espèces sans feuilles développées : elles sont réduites à des gaines brunâtres à la base des tiges. Ce sont surtout des plantes aquatiques. Une mention spéciale doit être faite de *C. papyrus* L. : herbe haute de plusieurs mètres, à gros rhizome rampant ; les tiges épaisses, spongieuses, se terminent par une gerbe de rameaux fins et souples, eux-mêmes portant un bouquet de rameaux ténus au milieu desquels se développent les inflorescences (qui sont souvent avortées : ce système de rameaux inflorescentiels assure la fonction chlorophyllienne, il se développe donc même quand la plante ne « fleurit » pas). Espèce africaine, introduite et parfois naturalisée ailleurs. Marais permanents, eutrophes, souvent en eau profonde à la surface de laquelle la plante forme des radeaux flottants ; elle tient une place prépondérante dans l'écologie des vastes marais (lac Tchad, « sudd » du Nil).

Parmi les petites espèces sans feuilles, citons *C. haspan* L. à tige triangulaire en section, *C. articulatus* L., à tige ronde ; toutes deux, mauvaises herbes des rizières, ont de larges répartitions.

Le papyrus, célèbre pour avoir permis aux anciens égyptiens de faire un papier, est encore très utilisé : on peut en faire des huttes, des canots, des nattes, et il sert de combustible. *Cyperus haspan* peut produire un substitut du sel.

— *Diplacrum* (clé n° 101)

Petites herbes à feuilles échelonnées sur la tige ; inflorescences en petites têtes sessiles ou presque, groupées dans l'aisselle des feuilles. Épillets à glumes peu nombreuses, disposées en spirale ; 1 ou 2 fleurs mâles (3 étamines) à la base, une seule fleur femelle (ovaire à 3 stigmates) au sommet de l'épillet (fig. 126).

Genre d'une demi-douzaine d'espèces, dont 2 sont en Afrique. *D. africanum* C. B. Cl., plante haute de 10 cm à peine, se trouve dans les marais temporairement inondés, ±acides, dans les rizières.

— *Eleocharis* (clé n^{os} 19, 146)

Plantes sans feuilles développées, ni bractées foliacées autour de l'inflorescences ; les tiges nues sont terminées par un épi unique, et portent quelques gaines membraneuses à leur base. Glumes disposées en spirale, nombreuses ou non, contenant des fleurs hermaphrodites ; 2 ou 3 étamines ; ovaire à 2 ou 3 stigmates entouré de soies de longueur variable. Akène surmonté d'un mamelon (base du style) et entouré des soies (fig. 62, 165).

Genre d'environ 200 espèces ; la plupart vivent au moins temporairement dans l'eau. Une quinzaine d'espèces dans la région qui nous concerne, dont beaucoup croissent dans les mares ou les rizières du monde entier.



PLANCHE XXI. — *Pycreus demangei* J. Raynal : **1**, plante entière ×1 — seules les inflorescences sortent de l'eau ; **2**, deux épillets ×10 ; **3**, petite écaille (préfeuille) à la base d'un épillet axillaire ×20 ; **4**, une glume détachée du rhachis (axe) de l'épillet ×20 ; **5**, la même, vue de profil, contenant encore son fruit (akène) ×20 ; **6**, rhachis de l'épillet, dont on a enlevé les glumes ×20 — chaque glume contient une fleur logée dans une alvéole du rhachis ; en haut, jeune fleur ; en bas, fleur âgée, les anthères des étamines sont tombées après épanouissement ; **7**, akène ×30.

Parmi les espèces à tiges dressées, inondées à la base seulement, citons *E. mutata* (L.) Roem. & Schult., *E. dulcis* (Burm. f.) Henschel ; *E. naumanniana* Boeck., minuscule, forme de petits tapis denses, parfois submergés et ±flottants ; les épillets peuvent être réduits à 1 seule fleur. Certaines espèces (*E. caillei* Hutch. & Nelmes) sont le plus souvent submergées, flottantes ; les petits épis, réduits à quelques glumes, émergent seuls.

Les espèces se répartissent dans les habitats aquatiques les plus variés : eaux saumâtres *(E. mutata)*, ou plutôt acides (*E. setifolia* (A. Rich.) J. Raynal) ...

Les tubercules de *E. dulcis* seraient comestibles.

— *Eleogiton (Scirpus)* (clé nos 20, 117)

Petite herbe grêle, submergée, évoquant une algue filamenteuse ; les feuilles capillaires, groupées en bouquets le long de la tige, flottent dans l'eau. Épillets isolés, pédicellés, émergeant seuls ; glumes peu nombreuses disposées en spirale ; 3 à 5 fleurs hermaphrodites par épillet ; 3 étamines, ovaire à 2 ou 3 stigmates (fig. 63).

Genre d'une dizaine d'espèces dont une seule est en Afrique : *E. fluitans* (L.) Link, de l'Ancien Monde tempéré et tropical.

Eaux claires, généralement temporaires ; mares, ruisseaux.

— *Fuirena* (clé no 102)

Longues tiges dressées portant des feuilles à limbe plat ; inflorescences en petites têtes groupées sur des rameaux vers le haut des tiges. Glumes disposées en spirale, ±poilues, contenant des fleurs hermaphrodites ; 3 étamines ; ovaire à 3 stigmates entouré à sa base de 6 pièces en forme de soies ou d'écailles (fig. 93, 129).

Genre comptant une quarantaine d'espèces ; environ 5 nous concernent, la plus commune, *F. umbellata* Rottb. est pantropicale.

Eaux permanentes ou non, peu ou moyennement profondes ; mares, fossés, rizières.

On extrayait un substitut du sel de la plante calcinée.

— *Isolepis (Scirpus)* (clé no 98)

Petites plantes en touffes ; feuilles courtes et peu nombreuses, basales ; au sommet de la tige, un petit épi formé de quelques épillets porte à sa base une bractée raide qui semble la prolonger. Glumes disposées en spirale ; fleurs hermaphrodites, 3 étamines, ovaire à 2 ou 3 stigmates (fig. 121).

Genre d'une soixantaine d'espèces dont deux seulement se trouvent dans la zone des savanes africaines ; *I. setacea* (L.) R. Br. (Afrique, Europe, Australie) croît dans les mares de montagne, temporairement inondées.

— *Mariscus (Cyperus)* (clé no 148)

Herbes ressemblant aux *Cyperus*. Épillets nombreux, généralement courts et groupés en épis cylindriques ; glumes disposées en 2 rangs opposés. Fleurs hermaphrodites, 1 à 3 étamines, ovaire à 2 ou 3 stigmates. A maturité, les épillets tombent entiers sans se désarticuler ni libérer les akènes séparément (fig. 167).

La plupart des espèces ont des tiges feuillées à leur base, c'est le cas

de *M. alternifolius* Vahl par exemple. D'autres, comme *M. pseudopilosus*, n'ont que des gaines brunâtres à la base des tiges, les seules « feuilles » sont les 3 bractées entourant l'inflorescence.

Grand genre tropical, placé dans le genre *Cyperus* par certains systématiciens ; au moins une douzaine d'espèces, souvent à vaste répartition, se trouvent dans la région étudiée ici.

Zones temporairement inondables, fossés, rizières.

— *Oxycaryum (Scirpus)* (clé nos 100, 165)

Grandes feuilles plates pouvant dépasser 1 m de long ; une tige, triangulaire en section, plus courte que les feuilles, part du centre de la rosette. Au sommet de la tige, quelques grandes bractées semblables aux feuilles entourent l'inflorescence ; les épillets sont densément serrés en petites têtes groupées en un bouquet ; glumes nombreuses, disposées en spirale, ciliées au bord. Fleurs hermaphrodites, 3 étamines, ovaire à 3 stigmates. Akène étroit, prolongé en bec au sommet (fig. 123, 124, 125).

Une seule espèce, *O. cubense* (Poepp. & Kunth) K. Lye (= *Scirpus cubensis*), afro-américaine.

Marais permanents, souvent profonds : la plante forme alors un radeau flottant en surface ; fossés, rizières.

— *Pycreus (Cyperus)* (clé nos 20, 96, 97, 117, 166)

Herbes ressemblant aux *Cyperus*. Inflorescence en ombelles lâches portant des épillets plats : glumes disposées en 2 rangs. Fleurs hermaphrodites ; 2 étamines ; ovaire à 2 stigmates, alignés dans le plan d'aplatissement de l'épillet (chez les *Cyperus* à 2 stigmates, ils sont dans un plan perpendiculaire). Akène lenticulaire, comprimé latéralement (fig. 59, 119, 120, pl. XXI).

— Espèces à tiges dressées et feuilles groupées vers leur base : ce sont les plus nombreuses. Outre *P. nitidus* (Lam.) J. Raynal (grande plante à base inondée en permanence ou presque), beaucoup d'espèces peuvent se rencontrer occasionnellement dans l'eau (*P. polystachyos* (Rottb.) P. Beauv. par exemple).

— *P. mundtii* Nees, à tiges traînantes couvertes de feuilles courtes, croît dans les mares, les lacs, en eau claire permanente, ±acide, où elle forme des radeaux flottants.

— Espèces submergées, semblables à des algues filamenteuses : les inflorescences, réduites à 1 ou quelques épillets, émergent seules ; glumes et fleurs peu nombreuses, épillets courts ; citons *P. demangei* J. Raynal, du Mali et du Tchad.

Grand genre (parfois classé parmi les *Cyperus*) dont environ 25 espèces se trouvent dans la région étudiée ; beaucoup sont largement répandues sur le continent africain.

— *Rhynchospora* (clé no 103)

Feuilles coupantes, réparties le long de la tige ; les supérieures portent à leur aisselle des rameaux inflorescentiels terminés par des bouquets de petits glomérules. Épillet pointu, à glumes disposées en spirale (sauf les inférieures, face à face), composé de quelques glumes vides à la base, puis

1 fleur hermaphrodite, puis quelques fleurs mâles (ou glumes vides). 1 à 3 étamines ; ovaire à 2 stigmates. L'akène est prolongé en long bec aigu (fig. 130, 131).

Genre d'environ 200 espèces diversifiées surtout en Amérique ; une dizaine nous concernent. *R. corymbosa* (L.) Britt., très commune, est pantropicale.

Marais inondés en permanence ou non.

— *Schoenoplectus* *(Scirpus)* (clé nos 99, 147)

Herbe en touffes à feuilles réduites à des gaines portant parfois un limbe minuscule. Les tiges, nues, se dressent hors de l'eau ; elles semblent prolongées au-delà de l'inflorescence par une bractée cylindrique dressée. L'inflorescence est un fascicule d'épillets sessiles ou presque. Glumes nombreuses, disposées en spirale ; fleurs hermaphrodites ; 3 étamines ; ovaire à 2 ou 3 stigmates, parfois entouré de quelques soies (fig. 122, 166).

Genre comptant une cinquantaine d'espèces, presque toutes aquatiques ; On peut citer *S. supinus* (L.) Palla, *S. lacustris* (L.) Palla.

Eaux temporaires.

— *Scleria* (clé no 104)

Tiges dressées, portant des feuilles coupantes. Inflorescences en bouquets de fascicules pédicellés dans l'aisselle des feuilles supérieures. Épillets isolés ou non, hermaphrodites ou unisexués, fleurs toujours unisexuées ; épillet hermaphrodite : 1 ou quelques fleurs mâles à la base, 1 fleur femelle au sommet ; épillet femelle : 1 fleur femelle plus quelques glumes vides ; épillet mâle : quelques fleurs mâles. 1 à 3 étamines, ovaire à 3 stigmates. Akène ovoïde ou arrondi, saillant hors de l'épillet, à coque dure blanche ou colorée, lisse ou cannelée-verruqueuse, toujours remarquable (fig. 127, 128, 132).

Genre tropical d'environ 200 espèces, la plupart aquatiques ; une trentaine se trouvent dans la zone des savanes d'Afrique ; citons *S. depressa* (C.B.Cl.) Nelmes, très commune en Afrique occidentale, *S. lacustris* Wright ex Sauvelle, afro-américaine.

Mares, fossés, zones inondables ; rizières.

— *Websteria* *(Scirpus)* (clé nos 19, 116)

Avec ses tiges feuillées submergées, la plante ressemble à une algue filamenteuse ; feuilles et bractées capillaires, groupées en bouquets. Épillets ténus, longs de 5 mm, isolés à l'extrémité de pédicelles. Les 2 glumes inférieures, membraneuses, renferment l'épillet entier ; il est composé d'une glume vide, puis 1 fleur hermaphrodite, enfin 1 fleur mâle (ou 1 glume vide) ; 3 étamines ; ovaire à 2 stigmates, entouré de soies (fig. 60, 61).

Une seule espèce, *W. confervoides* (Poir.) Hooper, pantropicale mais jamais commune ; çà et là en Afrique.

Eau claire courante ou dormante, généralement oligotrophe.

GRAMINÉES (POACÉES)

Ce sont les « herbes », immédiatement reconnaissables comme telles, mais de détermination délicate. Les tiges portent des nœuds renflés où

sont insérées les feuilles dont les longues gaines cachent les entre-nœuds ; le sommet de la gaine, où le limbe s'individualise, porte souvent une « ligule », membrane ou frange de poils dressés ; les feuilles sont disposées en 2 rangées verticales. Les inflorescences résultent d'arrangements variés et ± complexes d'épillets ; on parle d'« épi » quand les épillets, sessiles, sont portés par la tige principale ; mais nous étendrons ici cette définition aux inflorescences à physionomie d'épi, c'est-à-dire non rameuses, à épillets sessiles ou non mais formant un ensemble dense et étroit. On appelle « panicules » les inflorescences rameuses, ± diffuses.

La fleur, généralement hermaphrodite, est contenue, seule ou non, dans l'épillet (constitué de pièces écailleuses imbriquées). Les 2 pièces les plus externes de l'épillet sont les « glumes » qui ne contiennent pas de fleurs, et sont parfois prolongées en « arêtes », filaments durs et aigus. Dans les glumes, les « glumelles » correspondent chacune à une fleur, réalisée ou avortée ; le nombre des fleurs contenues dans l'épillet est celui des glumelles, même si elles sont vides (elles représentent alors des fleurs avortées) ; les glumelles peuvent se prolonger en arêtes. Les fleurs comprennent les étamines (1 à 6, le plus souvent 3), un ovaire surmonté de 1 à 3 stigmates plumeux, et parfois des écailles minuscules, les « lodicules ». La graine, unique, contient des réserves riches en amidon qui entourent le petit embryon, et sont exploitées dans les Graminées céréalières.

Très grande famille, absolument cosmopolite, dont des représentants se trouvent dans à peu près tous les milieux ; beaucoup vivent au moins saisonnièrement dans l'eau.

— *Acroceras* (clé n° 81)

Herbe à tige rampante redressée au sommet, souvent flottante à la surface de l'eau. Feuilles à limbe élargi à sa base ; ligule réduite à une courte frange de poils. Inflorescence : panicule formée de quelques rameaux grêles ; épillets ovoïdes, longs de 5 mm environ, presque sessiles, disposés d'un seul côté du rameau. Glumes terminées par un mamelon épaissi ; glumelles semblables aux glumes (fig. 104).

Petit genre tropical dont 2 espèces sont communes dans la région des savanes humides africaines, *A. zizanioides* (Kunth) Dandy et *A. amplectens* Stapf.

Eaux permanentes ou temporaires, peu profondes.

Forme de bons paturages ; peut faire un bon foin.

— *Brachiaria* (clé n° 81)

Tiges rampantes (ou flottantes sur l'eau) redressées au sommet, ou dressées dès la base. Limbe des feuilles élargi à la base, effilé au sommet ; ligule réduite à une frange de poils. Inflorescence : panicule formée de rameaux nombreux portés par l'axe principal souvent sinueux ; épillets nombreux, disposés sur un seul côté des rameaux, ovoïdes, longs de 2-4 mm, contenant 2 fleurs, une mâle ou avortée à la base, une hermaphrodite au sommet ; glumes inégales portant quelques fortes nervures longitudinales (fig. 105).

Environ 18 espèces de ce grand genre se trouvent dans les savanes afri-

caines, souvent dans les régions sèches ; citons *B. mutica* (Forsk.) Stapf, pantropical.

Zones plus ou moins longuement inondées.

Bons pâturages.

— *Coelorhachis* (clé nos 75, 86)

Tiges dressées atteignant 2 m de haut ; feuilles à limbe plié en 2 longitudinalement à la base, à gaine aplatie ; ligule membraneuse. Inflorescence : épis longs de 5 à 7 cm formant une panicule au sommet de la tige, et épis axillaires, isolés ou groupés, dans l'aisselle des feuilles (parfois 1 seul épi terminant la tige). Épillets encastrés dans des alvéoles de l'axe, protégés par une glume coriace longue de 3 à 4 mm, arrondie au sommet, portant 5 nervures (fig. 109).

Petit genre dont une seule espèce nous concerne, *C. afraurita* (Stapf) Stapf, d'Afrique tropicale.

Zones inondables, mares.

— *Diplachne* (clé nos 87, 97)

Herbe en touffe à tiges dressées hautes de plus d'1 m ; feuilles étroites, à ligule membraneuse. Inflorescence en panicule, chaque rameau portant des épillets sessiles disposés en 2 rangs ; épillets longs de 10-15 mm, pointus, comprenant 5 à 10 glumelles échelonnées, placées sur 2 rangs ; glumes scarieuses, aiguës au sommet, fleurs hermaphrodites, ou avortées au sommet des épillets (fig. 110).

Une vingtaine d'espèces dans le genre dont une seule nous concerne, *D. fusca* (L.) Pal. Beauv., largement répandue dans l'Ancien Monde.

Zones plus ou moins longuement inondées, prairies inondables. Eaux parfois légèrement saumâtres.

— *Echinochloa* (clé no 79)

Grandes herbes à souche plus ou moins rampante ; tiges un peu charnues, juteuses, souvent très longues, parfois flottantes et portant des racines adventives. Feuilles à limbe plan ; ligule réduite à une frange de poils, quand elle existe. Inflorescence : panicule ; rameaux en forme d'épis, portant des épillets sessiles groupés sur une face du rameau. Épillets ovoïdes, longs de 3 à 5 mm, à 2 fleurs : l'inférieure avortée ou mâle, la supérieure hermaphrodite ; glumes inégales ; première glumelle portant souvent une longue arête (fig. 102).

Genre d'une trentaine d'espèces, cosmopolite des régions chaudes ; dans les savanes africaines, seules 3 espèces sont vraiment aquatiques, parmi lesquelles *E. stagnina* (Retz.) Pal. Beauv.

Eaux permanentes ou temporaires ; certaines espèces édifient des radeaux flottants (*E. stagnina* par exemple, le célèbre « Bourgou ») ; d'autres sont de mauvaises herbes des rizières et canaux d'irrigations. Plantes formant d'excellents pâturages et dont on peut faire du foin ; quelques espèces sont cultivées pour leurs graines alimentaires (céréales de disette) ; après calcination, ces plantes produisent un substitut du sel. On les utilise comme chaume pour les toits.

— *Hemarthria* (clé n° 86)

Herbe à tiges dressées ou flottantes, aplaties, rameuses. Feuilles à limbe n'atteignant pas 1 cm de large, souvent plié en long ; courte ligule membraneuse, ciliée. Inflorescences : épis longs de quelques cm, isolés ou groupés dans l'aisselle des feuilles vers le sommet des tiges ; leur base reste généralement prise dans la gaine foliaire. Épillets opposés 2 par 2, de structure complexe, l'un des deux appartenant à la paire immédiatement inférieure ; la glume inférieure, coriace, pointue, longue de 5 à 7 mm, referme comme un couvercle une cavité de l'axe contenant les fleurs. Épillet à 2 fleurs, l'inférieure stérile, la supérieure hermaphrodite, à 3 étamines (fig. 108).

Petit genre afro-américain, une seule espèce dans les marais des savanes africaines : *H. altissima* (Poir.) Stapf. & C. E. Hubb.

Zones inondées, en permanence ou non.

— *Ischaemum* (clé n° 83)

Tiges plus ou moins rampantes puis redressées. Feuilles à limbe plan et ligule membraneuse ; gaine élargie en oreillettes au sommet. Inflorescence formée d'épis peu nombreux, souvent 2 ou 3 ; épillets poilus couvrant densément chaque rameau, groupés par 2 côte à côte, l'un sessile, l'autre pédicellé ; épillets à 2 fleurs, l'inférieure mâle ou avortée, la supérieure hermaphrodite, à 3 étamines. Glumes coriaces ; glumelle supérieure prolongée en arête tordue (fig. 106).

Genre surtout afro-asiatique dont plusieurs espèces sont aquatiques, mais peu d'entre elles nous concernent ; citons *I. rugosum* Salisb.

Marais généralement temporaires, lit des fleuves, bords de ruisseaux.

— *Jardinea* (clé n° 85)

Grande herbe à tiges dressées pouvant dépasser 3,50 m de haut. Ligule très réduite, portant des cils blancs sur les bords. Inflorescence : panicule d'épis ; épis dépassant souvent 20 cm, grêles à axe aplati sinueux ; épillets sans arêtes, appliqués à l'axe, groupés par 2, l'un sessile et l'autre pédicellé ; 2 fleurs par épillet, la supérieure hermaphrodite. Glumes effilées en pointe, fortement nervées longitudinalement, ornées de petites épines sur les nervures (fig. 107).

Petit genre dont une seule espèce est en Afrique, *J. congoensis* (Hack.) Franch.

Marais permanents, zones inondables.

Les tiges sont utilisées en vannerie.

— *Leersia* (clé n° 93)

Herbes à tiges rampantes ou flottantes ; feuilles à limbe long et plat ; ligule membraneuse. Inflorescence : panicule à rameaux souples souvent pendants. Épillets ovoïdes, à une seule fleur, hermaphrodite ; glumes portant des rangs de cils sur les nervures ; glumelle rarement prolongée en une courte arête ; jusqu'à 6 étamines, selon les espèces (fig. 94, 95, 117).

Très proche du genre *Oryza*, le genre *Leersia* se reconnaît difficilement ; le meilleur caractère distinctif entre eux est la présence de petites écailles stériles (sans fleur axillaire) dans l'épillet d'*Oryza*, mais on peut dire que tous deux ont la physionomie des « Riz ».

Genre de 17 espèces, la plupart aquatiques, dont 4 sont dans l'Afrique nord-tropicale ; *L. hexandra* Sw. est pantropicale, les autres espèces sont africaines.

Eaux permanentes ou brièvement temporaires. Marais, ruisseaux, canaux ; rizières spontanées ; mauvaises herbes des rizières.

Formes d'excellents pâturages.

— *Louisiellia* (clé n° 91)

Herbe rampante et flottante, le sommet des tiges étant seul redressé. Limbe des feuilles longuement aigu ; ligule réduite à une frange de poils. Inflorescence : panicule dont la base ne se dégage pas des gaines foliaires ; épillets courtement pédicellés, ovoïdes-aigus, à 2 fleurs, l'inférieure avortée, la supérieure hermaphrodite. Glume inférieure très petite ; glume supérieure et première glumelle semblables, portant 7 à 9 nervures et terminées par une courte arête. 3 étamines (fig. 114).

Une seule espèce, *L. fluitans* Hubb. & Léonard, d'Afrique Centrale.

Eaux permanentes ou presque ; plante édifiant des radeaux flottants.

— *Odontelytrum* (clé n° 73)

Souche submergée, tiges ramifiées, flottantes. Feuilles à gaine renflée, et courte ligule membraneuse. Inflorescence : épi, incomplètement dégagé à sa base de la gaine foliaire. Épillet entouré à sa base de petites pièces irrégulièrement lobées-frangées, poilues, rougeâtres, l'une d'elles allongée en arête rugueuse longue de 2 à 3 cm. 2 fleurs dans l'épillet, l'inférieure mâle, la supérieure hermaphrodite ; glumes inégales, l'inférieure courte et pointue, la supérieure atteignant 8,5 mm de long. 3 étamines (fig. 97).

Seule espèce du genre, *O. abyssinicum* Hackel est limitée à l'Afrique orientale.

Eaux calmes permanentes ou presque.

— *Oryza* (clé n° 93)

Herbes à tiges dressées ou flottantes ; limbe des feuilles plan, allongé ; ligule membraneuse. Inflorescence : panicule plus ou moins penchée, à rameaux souples. Épillets pédicellés, ovoïdes, aplatis, un peu poilus, à 3 fleurs, les 2 inférieures avortées, la supérieure hermaphrodite. Glumes très petites, souvent réduites à un bourrelet ; glumelles stériles petites ; glumelle fertile ovale, à 5 nervures, prolongée en longue arête. 6 étamines (fig. 116).

Le Riz, *O. sativa* L., est la céréale la plus cultivée au monde ; d'autres espèces, sauvages en Afrique, souvent récoltées pour l'alimentation humaine, sont parfois cultivées ; l'une d'elles, *O. glaberrima* Steud. est une culture importante du Sénégal au Tchad. Toutes les espèces sont un excellent fourrage.

Genre de 19 espèces, presque toutes aquatiques, dont une demi-douzaine se trouvent dans les savanes d'Afrique ; *O. barthii* A. Chev., *O. longistaminata* A. Chev. & Roehr. sont largement répandues en Afrique.

Plantes des eaux permanentes ou non ; marais, zones inondables, fossés, rizières naturelles, mauvaises herbes des rizières cultivées. Certaines espèces (dont certaines sont cultivées) tolèrent une eau légèrement saumâtre.

— *Panicum* (clé n° 92)

Tiges dressées en touffes, ou rampantes, ou flottantes. Ligule des feuilles membraneuse ou réduite à une frange de poils. Inflorescence : panicule rameuse ; épillets pédicellés, ovoïdes-aigus, nervés longitudinalement, généralement à 2 fleurs, l'inférieure avortée, la supérieure hermaphrodite. Glumes inégales, la supérieure aussi longue que la première glumelle. 3 étamines (fig. 115).

Grand genre presque cosmopolite (500 espèces) ayant relativement peu de représentants aquatiques ; cependant près d'une vingtaine se trouvent dans les savanes inondées africaines.

Zones d'inondation des fleuves (*P. anabaptistum* Steud.), mares temporaires sur rochers ou bowé (*P. lindleyanum* Nees ex Steud.), mauvaises herbes des rizières, fossés.

Bon fourrage (à l'état jeune). Les feuilles sont utilisées comme chaume pour les toits, et pour faire des nattes.

— *Paratheria* (clé n° 73)

Tiges plus ou moins ramifiées. Petites feuilles étroites, à ligule réduite à un rang de poils. Inflorescence : épi grêle à peine dégagé de la gaine foliaire ; épillet pédicellé, étroit, accompagné d'une arête de 2 à 3 cm, contenant 2 fleurs : l'inférieure avortée, la supérieure hermaphrodite. Glumes très petites ; glumelles longues de 5 à 9 mm, à 7 à 11 nervures longitudinales. 3 étamines (fig. 98).

Genre de 2 espèces, africaines ; *P. prostata* Griseb. s'étend cependant à l'Amérique tropicale.

Zones inondées longuement, mares ; mauvaises herbes de rizières.

— *Paspalidium* (clé n° 80)

Tiges redressées, souvent spongieuses et flottantes dans l'eau. Ligule réduite à un rang de poils courts. Inflorescence : panicule d'épis courts disposés alternativement sur 2 rangs ; chaque épi, sessile, terminé par un petit filament, porte 2 rangs d'épillets sur sa face inférieure. Épillets longs de 2 à 3 mm, ovoïdes, appliqués dans de petites cavités du rameau, à 2 fleurs : l'inférieure mâle, la supérieure hermaphrodite ; 3 étamines. Glumes inégales, toujours plus courtes que la glumelle (fig. 103).

Une douzaine d'espèces, dont une seule, *P. geminatum* (Forsk.). Stapf, nous concerne ; elle s'étend de l'Inde à Madagascar et à l'Amérique tropicale.

Marais, zones temporairement inondées. Participe parfois à des prairies flottantes.

— *Paspalum* (clé nos 71, 80)

Tiges redressées ou flottantes. Ligules membraneuses. Inflorescence formée de 2 ou quelques épis (rarement un seul) ; épi à axe aplati en lame, densément couvert à sa face inférieure d'épillets sessiles disposés en 2 rangs ; épillets ovoïdes ou arrondis, plus ou moins aplatis, longs de 1,5 à 4 mm, à 2 fleurs : l'inférieure avortée, la supérieure hermaphrodite ; 3 étamines. La glume inférieure est souvent disparue, la supérieure est aussi longue que l'épillet (fig. 96).

Genre pantropical de 200 espèces dont peu sont aquatiques ; parmi

elles, *P. auriculatum* J. S. Presl et *P. orbiculare* Forst. sont dans les marais africains.

Zones temporairement inondées. Plantes parfois flottantes à la surface de l'eau ; mauvaises herbes des rizières.

Bon fourrage.

— *Phragmites* (clé n° 89)

Grande herbe à tiges dures, creuses, dressées jusqu'à 4 m de haut, issues de rhizomes ou de stolons rampants. Feuilles à limbe grand (30 à 60 cm de long) ; ligule courte, membraneuse, frangée de poils. Inflorescence : une grande panicule souple, plumeuse, brun-rouge ; épillets pédicellés, longs de 10-15 mm, étroitement aigus, comprenant 3 à 7 fleurs, l'inférieure généralement avortée, les supérieures hermaphrodites. Glumes grêles et courtes, glumelles longues de plus d'1 cm et prolongées en arête. L'axe de l'épillet porte de longs poils soyeux blancs qui apparaissent quand les glumelles s'écartent (fig. 112).

Genre cosmopolite de 3 espèces très proches les unes des autres, dont 2 sont en Afrique ; *P. australis* (Cav.) Trin ex Steud. (= *P. communis* Trin.) est répandue dans le monde entier.

Eaux permanentes, douces ou saumâtres. Bordure des eaux calmes, jusqu'à 1 m de profondeur environ ; la plante peut également faire partie de radeaux flottants.

Les tiges servent à faire des nattes et des clôtures. Les jeunes pousses sont consommées en Asie.

— *Saccharum* (clé n° 89)

Grande herbe dressée jusqu'à 5 m ; feuilles à limbe long et étroit, portant une forte nervure médiane ; ligule grande. Inflorescence : grande panicule dressée, plumeuse, atteignant 80 cm de haut ; épillets par 2, l'un sessile, l'autre pédicellé, entourés de longs poils soyeux blancs. 2 fleurs dans l'épillet : l'inférieure avortée, la supérieure hermaphrodite. Les 2 glumes, longues de 3,5 à 5,5 mm, renferment l'épillet (fig. 111).

Genre d'une dizaine d'espèces dont une seule, *S. spontaneum* L. (tropiques de l'Ancien Monde), est aquatique ; la Canne à Sucre (principalement *S. officinarum* L.) ne l'est pas.

Zones temporairement inondables ou eaux permanentes, surtout dans les marais du Nil Supérieur.

Bon fourrage quand la plante est jeune. On mange les jeunes pousses comme légumes en Asie.

— *Sacciolepis* (clé n° 76)

Herbes à tiges spongieuses, traînantes-flottantes, redressées au sommet. Ligules très courtes. Inflorescence : long épi cylindrique, dense ; épillets pédicellés, longs de 2 à 3 mm environ, ovoïdes, globuleux, contenant 2 fleurs : l'inférieure mâle ou avortée, la supérieure hermaphrodite ; 3 étamines. Glumes inégales, fortement nervées (fig. 100).

Une trentaine d'espèces, généralement aquatiques ; environ 7, toutes propres au continent africain, dans la région qui nous concerne ; citons *S. africana* C. E. Hubb. & Snowden, commun dans les eaux permanentes ou presque. Plantes pouvant faire partie de radeaux flottants.

— *Thyridachne* (clé n° 76)

Herbe ressemblant à un *Sacciolepis* ; l'inflorescence en long épi est formée d'épillets pédicellés longs de 3 à 4 mm, allongés-pointus et aplatis ; la glume inférieure, très courte, ne porte pas de nervures longitudinales (fig. 101).

Une seule espèce, *T. tisserantii* Hubb., d'Afrique centrale.

Zones longuement inondées ; plante pouvant être flottante.

— *Vetiveria* (clé n° 90)

Herbe puissante en fortes touffes ; tiges dressées atteignant 3 m ; feuilles à limbe très long (pouvant dépasser 1 m) mais n'excédant pas 1,5 cm de large ; gaine foliaire pliée-aplatie ; ligule très courte, souvent réduite à un rang de poils. Inflorescence : grande panicule atteignant 40 cm, comprenant de nombreux rameaux grêles, longs, groupés en verticilles. Épillets par 2, l'un sessile, l'autre pédicellé, étroits et aigus, appliqués à l'axe du rameau, entourés à leur base de petits poils courts ; ils sont composés de 2 fleurs, l'inférieure avortée, la supérieure mâle dans l'épillet pédicellé, hermaphrodite dans l'épillet sessile ; 3 étamines. Glumes de l'épillet sessile portant des rangs de petites épines ; celles de l'épillet pédicellé, plus courtes, sont presque lisses (fig. 113).

Environ 6 espèces, des tropiques de l'Ancien Monde ; 2 espèces aquatiques dans les savanes africaines dont la plus commune est *V. nigritana* (Benth.) Stapf.

Zones inondables.

Les feuilles sont utilisées pour les toits, les nattes et pour les vanneries fines. Les racines sont utilisées pour leur parfum.

— *Vossia* (clé n^{os} 75, 85)

Très grande herbe puissante, à stolons traînants ou flottants ; grosses tiges spongieuses, redressées. Grandes feuilles à limbe atteignant 1 m de long et 3 cm de large, longuement effilé au sommet ; petite ligule poilue. Inflorescence : épis peu nombreux, longs de 20-30 cm, insérés au même point au sommet de la tige. Épillets disposés par 2, l'un sessile, l'autre pédicellé, longuement pointus, presque prolongés en arête ; glume inférieure coriace, longue de 3 cm ; l'épillet sessile est enfermé par cette glume dans une cavité de l'axe. Glume supérieure plus petite et membraneuse. 2 fleurs dans l'épillet, l'inférieure mâle, la supérieure hermaphrodite ; 3 étamines (fig. 99).

Seule espèce, *V. cuspidata* (Roxb.) Griff. (Afrique et jusqu'à l'Inde).

Eaux calmes permanentes, parfois profondes. Forme des radeaux flottants qui peuvent entraver la circulation des eaux.

La plante est un bon fourrage quand elle est jeune. On l'utilise aussi pour faire des nattes.

Répartition géographique des plantes aquatiques

On considère généralement que les plantes aquatiques ont de larges répartitions géographiques ; les exemples d'espèces à vaste extension, voire répandues dans le monde entier, ne manquent pas. En effet, le milieu aquatique amortit bien des variations écologiques majeures (éléments du climat par exemple) et on peut considérer qu'il présente à certains

points de vue une relative homogénéité. Par ailleurs la dispersion des plantes aquatiques semble particulièrement aisée, puisque les semences peuvent être entraînées au loin par les eaux, et trouver, le moment venu, des conditions d'humidité favorables à l'installation des jeunes plantules ; on a souvent évoqué la dissémination des graines par les animaux, les oiseaux d'eau en particulier, qui transportent dans des particules boueuses de petites graines accrochantes : la plante peut se propager de point d'eau en point d'eau, souvent à très longues distances dans le cas des migrateurs. Enfin, les vents jouent un certain rôle sur les vastes surfaces occupées par les eaux, où ne se dresse aucun obstacle ; les espèces à graines légères, plumeuses, se répandent ainsi au loin.

Malgré ces faits, bien des espèces aquatiques sont limitées à des aires restreintes, sans que le facteur écologique déterminant soit toujours apparent. Le climat général influe directement sur l'extension des plantes temporairement émergées, de même que les conditions édaphiques et que — corollaire des précédents — le régime hydrologique. C'est ainsi que certaines plantes habitent les eaux sahéliennes, d'autres celles des savanes humides, comme il y a des espèces des plateaux rocheux et d'autres des lits majeurs fluviaux.

Mais que dire des espèces soudaniennes, largement répandues jusqu'en Afrique Centrale et qui ne s'avancent pas en Afrique Occidentale, pourtant jalonnée de biotopes apparemment semblables? Que dire de ces Podostémacées limitées à une seule chute d'eau? Il semble que certaines plantes n'occupent pas tous les biotopes possibles, et que la concurrence entre espèces, ou le jeu (difficile à apprécier) de facteurs écologiques de remplacement, soient insuffisants à expliquer leur limite géographique. Leur aire actuelle, tronquée par rapport à une aire potentielle, résulterait de l'histoire récente du peuplement végétal, et démontrerait, en certains cas au moins, l'inefficacité relative des moyens de dispersion, pourtant remarquables, dont disposent les plantes aquatiques ; même dans ce cas, la dispersion des plantes demande un temps important.

Quelques exemples d'aires géographiques de plantes aquatiques :

Phragmites australis, *Spirodela polyrrhiza*, sont fréquents dans le monde entier ou presque, des régions tempérées-froides à l'équateur. *Brasenia schreberi*, espèce ancienne (connue à l'état fossile), semble avoir eu une immense répartition dont ne subsistent que quelques vestiges disjoints mais épars dans toute la zone tropicale et subtropicale.

Polygonum senegalense, *Ammania auriculata*, occupent toute l'Afrique tropicale et l'Égypte, mais ne sortent pas du continent. *Aponogeton subconjugatus*, des savanes sèches presque sahéliennes, s'étend du Sénégal à l'Afrique Centrale, qu'il ne dépasse pas vers l'est. Inversement, *Centrostachys aquatica* habite la même zone climatique en Afrique Orientale, et ne dépasse pas le Nigeria vers l'ouest : les deux espèces ne sont sympatriques que dans une bande de quelques centaines de km. Toujours dans la même bande climatique, *Nymphoides ezannoi* traverse le continent d'est en ouest.

Dans les savanes soudaniennes plus humides, *Monochoria brevipetiolata* a une aire occidentale, du Sénégal à la Côte d'Ivoire. *Nymphoides forbesiana*, commun dans une grande partie de l'Afrique humide, ne dépasse cependant pas la Côte d'Ivoire vers l'ouest. Dans cette bande climatique, *Wiesneria schweinfurthii* est répandu d'est en ouest à travers le continent, bien qu'il

n'habite que les mares sur rochers ; par contre, *Nymphoides guineensis*, habitant le même type de mares, est endémique des plateaux de Guinée.

Parmi les plantes à aire très restreinte, certaines sont peut-être des espèces récemment différenciées : ce serait le cas, éventuellement, de *Paratheria glaberrima*, de Sierra Leone, proche de *P. prostrata*, afro-américaine. Mais lorsque la différenciation a permis la création d'un genre, on peut moins aisément la supposer récente ; c'est le cas de *Thyridachne tisseranti*, de R.C.A. Que peut-on penser de la distribution du genre *Letestuella* (Podostémacées) dont les deux espèces sont limitées chacune à une seule chute d'eau, l'une au Mali, l'autre en R.C.A.?

Il semble que la distribution géographique des aquatiques suive les règles habituelles de la chorologie des plantes en général ; elles se dispersent selon les potentialités écologiques, selon leurs propres possibilités de dissémination des semences ; mais la répartition que nous observons effectivement résulte en outre de l'histoire bio-géo-climatologique du continent, et de l'évolution des plantes menant à la spéciation. Enfin, il faut rappeler qu'il est question ici de l'aire géographique *connue* des espèces, et que de nouvelles prospections, en découvrant les plantes au-delà de leurs limites supposées, permettront une meilleure compréhension de la phytogéographie.

Biologie et écologie des milieux aquatiques

La végétation des milieux aquatiques s'organise en groupements végétaux dans lesquels cohabitent des espèces qui y trouvent des conditions favorables ; les facteurs écologiques prépondérants ne sont pas les mêmes pour toutes les espèces réunies, le groupement végétal résulte en quelque sorte de la juxtaposition de groupes d'espèces liés chacun à la variation de certaines données écologiques.

Des facteurs comme la permanence et la profondeur de l'eau, ses caractéristiques chimiques (teneur en sels et pH surtout) peuvent être considérés comme essentiels quant à leur influence sur la végétation ; dans la mesure où ils résultent eux-mêmes du jeu de nombreux éléments édaphiques, climatologiques et même biologiques, la différenciation de la végétation intègre de façon complexe et précise les variations des facteurs essentiels de l'écologie générale.

Voyons brièvement quelques aspects de la végétation dans divers types de biotopes.

Les eaux un peu saumâtres sont surtout localisées aux lagunes dépendant du littoral, en arrière des mangroves ; des groupements submergés à *Najas* ou *Potamogeton* se trouvent dans les eaux libres tandis qu'à leur périphérie des prairies à *Diplachne* ou *Paspalum vaginatum* subissent une inondation saisonnière plus ou moins prolongée.

Les eaux douces à charge en sels totaux relativement importante correspondent généralement à des milieux eutrophes, étant donné leur équilibre chimique. Si la profondeur est suffisante, les *Ceratophyllum* forment un groupement flottant ; les *Nymphaea* dessinent une ceinture en eau moins

profonde, elle-même entourée d'une zone à *Typha*, encore moins profonde ; divers types de végétation peuvent occuper ces marges faiblement mais constamment (ou presque) inondées : à *Cyperus papyrus* ou à *Cladium* par exemple. Si la variation annuelle du niveau de l'eau est plus grande, on trouvera des « bourgoutières » (à *Echinochloa stagnina*) pouvant passer à des rizières spontanées.

La végétation de ces groupements de faible profondeur peut présenter des variantes flottantes, grâce auxquelles elle tend à coloniser les eaux plus profondes ; la prairie de Bourgou s'élève avec le niveau de l'eau, formant un enchevêtrement lâche de tiges flottantes plus ou moins amarrées au sol ; de nombreuses espèces de bordure, appartenant à la papyraie ou la typhaie par exemple, allongent des tiges flottantes au-dessus des eaux plus profondes, et étendent leur groupement aux dépens de la zone à *Nymphaea*. Dans certains cas, la végétation flottante de ces marges prend un développement considérable, des lambeaux peuvent se détacher, se déchirer, tandis que les tiges flottantes entremêlées de racines forment un feutrage dense, suffisamment cohérent pour que des débris végétaux y demeurent accrochés, et que des graines puissent y germer : c'est donc un véritable substrat, constitué par la végétation vivante, qui s'édifie ; les plantes, enracinées sur elles-mêmes peu au-dessous de la surface, ont réellement une écologie de zone périphérique peu profonde, mais inondée en permanence. Lorsque les milieux marginaux occupent ainsi des surfaces considérables, c'est au détriment des groupements végétaux d'eau profonde dont les espèces sont éliminées dès que la surface n'est plus libre. Pour des raisons multiples, comme leur action sur la biologie des eaux profondes ou sur la sédimentation, les milieux de bordure tiennent une place souvent prépondérante dans la dynamique des biocénoses aquatiques.

Les eaux peu chargées en sels, plus ou moins acides et que l'on peut qualifier d'oligotrophes, peuvent héberger par exemple des espèces spéciales de *Najas*, ou de *Nymphaea* si la profondeur n'est pas trop grande ; sur les marges à niveau peu variable, se trouve *Pycreus mundtii*, qui peut s'étendre sur l'eau en radeaux. Les mares rocheuses, temporaires ou non, présentent une végétation riche et variée ; citons pour mémoire les mares fugaces de bowé, à petites Utriculaires et *Eriocaulon*, les mares à niveau variable mais permanentes ou presque, à Riz sauvages, les mares de savane, alimentées en saison sèche par des suintements, riches en Cypéracées.

La végétation des eaux courantes est moins riche peut-être, moins diversifiée que celle des eaux calmes, qu'elles soient dormantes ou non, permanentes ou non. Seules les Podostémacées se trouvent dans les cascades, sur les rochers fortement battus ; dans les ruisseaux à courant vif, le substrat surtout définira la présence (ou la possibilité) soit de *Utricularia rigida* ou *Bolbitis heudelotii*, soit encore de *Crinum natans* ou *Eriocaulon latifolium*. Les ruisseaux à *Rotala* ou *Limnophila* par exemple ont un courant plus calme, et l'écoulement du flot est résolument lent si la surface porte des espèces flottantes telles que *Ceratopteris*, *Pistia*, *Azolla*.

Références bibliographiques

Andrews (F. W.), 1950-1956. — The flowering plants of the Sudan, 3 vol., Arbroath.

Bruggen (H. W. E. van), 1973. — Revision of the genus *Aponogeton*. VI. The species of Africa. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 43, 1-2 : 193-233.

Cook (C. D. K.), 1974. — Water plants of the World, 561 p., The Hague.

Cook (C. D. K.), 1979. — A revision of the genus *Rotala (Lythiraceae)*. *Boissiera*, 29 : 6-156.

Cufodontis (G.), 1953-1974. — Enumeratio Plantarum Ethiopiae, Spermatophyta. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.* (Bull. Jard. Bot. de l'État), Bruxelles.

Dandy (J. E.), 1937. — The genus *Potamogeton in* tropical Africa. *Journ. Linn. Soc. London*, 50 : 507-540.

Deuerling (O.), 1910. — Die Pflanzenbarren der afrikanischen Flüsse, 253 p., München.

Engler (A.). — Das Pflanzenreich, nombreuses familles de plantes aquatiques traitées par divers auteurs.

Flora of Tropical East Africa, diverses familles de plantes aquatiques publiées à ce jour par différents auteurs.

Hartog (C.) Den and Plas F. Van der. — A synopsis of the *Lemnaceae*. *Blumea*, 18, 2 : 355-368.

Hope (C. W.), 1902. — The « Saad » of the Upper Nile : its botany compared with that of similar obstructions in Bengal and american waters. *Annals of Botany*, 16 : 495-516.

Hutchinson (J.) and Dalziel (J. M.), 1954-1972. — Flora of West Tropical Africa, 2nd ed., 3 vol., London.

Raynal (A.), 1967. — Les *Rotala (Lythraceae)* d'Afrique occidentale et centrale dans l'herbier de Paris. *Adansonia*, sér. 2, 7, 4 : 535-545.

Raynal (A.), 1974. — Le genre *Nymphoides (Menyanthaceae)* en Afrique et à Madagascar. 1re partie : Morphologie. *Adansonia*, sér. 2, 14, 2 : 227-270. 2e partie : Taxonomie. l. c., 14, 3 : 405-458.

Sculthorpe (C. D.), 1967. — The biology of aquatic vascular plants, 1 vol. London.

Taylor (P.), 1964. — The genus *Utricularia* L. *in* Africa (South of the Sahara) and Madagascar. *Kew Bull.*, 18, 1 : 1-245.

Wild (H.), 1961. — Harmful aquatic plants *in* Africa and Madagascar. *Kirkia*, 2 : 1-66.

Les protozoaires 3

JEAN DRAGESCO

Dans l'ensemble du Règne Animal les Protozoaires sont considérés comme représentant un véritable sous-règne, à égalité avec le sous-règne des Métazoaires.

Pourtant, à cause de leur petite taille et de la difficulté de leur étude les Protozoaires sont trop souvent négligés ou déconsidérés, aussi bien par le grand public que par certains zoologistes.

En fait, et en dépit de leurs dimensions microscopiques, les Protozoaires jouent un rôle fondamental dans la Nature Vivante. Grâce surtout aux Flagellés chlorophylliens, les êtres unicellulaires représentent un chaînon de base dans les chaînes alimentaires des eaux douces et marines.

D'énormes dépôts géologiques sont entièrement constitués par des tests, coquilles ou carapaces minérales de Protozoaires.

Leur valeur est tout aussi grande sur le plan de la Recherche Scientifique fondamentale car de nombreux problèmes biologiques sont plus facile à étudier sur des cellules isolées plutôt que sur des organismes multicellulaires. Facile à obtenir et à cultiver les Protozoaires sont des cellules hautement organisées sur lesquelles on peut expérimenter aisément.

On estime qu'on aurait déjà décrit environ 20 000 espèces de Protozoaires fossiles et plus de 18 000 espèces de monocellulaires vivants et libres. Bien entendu seulement un faible pourcentage des espèces existantes a pu être décrit et nommé.

Il devient donc évident que les quelques pages que nous avons pu consacrer aux Protozoaires dans l'ouvrage présent, ne peuvent constituer qu'une petite introduction à ce monde prodigieux.

Les lecteurs intéressés et désireux d'approfondir le sujet, devront faire largement appel à la bibliographie qui clôt ce chapitre.

Méthodes de récolte, d'étude et de préparation des protozoaires

Les Protozoaires sont généralement cosmopolites et peuplent les milieux les plus divers : eaux douces stagnantes ou courantes, eaux saumâtres, salées et sursalées, tourbières, mousses et sphaignes (dans la mince couche d'eau qui entoure la plante) et même la terre humide, voire sèche.

Le procédé classique pour obtenir facilement les formes enkystées consiste dans l'infusion de végétaux secs. En plongeant dans de l'eau douce des débris végétaux, de la mousse sèche ou de la terre, on obtient immanquablement, au bout de quelques jours, des amibes nues, des Thécamoebiens, des petits flagellés incolores, des Ciliés variés (des genres *Colpoda* et *Bresslaua* et des Hypotriches).

Lorsqu'on prospecte plutôt les eaux libres (stagnantes : mares, lacs ou courantes : rivières, fleuves) les Protozoaires peuvent être récoltés de plusieurs manières :

Les formes sessiles ou vagiles (les plus abondantes) s'obtiennent en exprimant, dans un récipient en plastique, l'eau dans laquelle baignent les algues et autres plantes aquatiques ; il faut aussi récolter le mucus gluant qui entoure les tiges de papyrus et de roseaux.

Les espèces interstitielles peuvent être facilement obtenues en prélevant la partie supérieure (sur quelques mm seulement) des sédiments meubles. D'autres formes (et notamment les espèces du « sulphuretum ») sont obtenues en exprimant l'eau qui entoure les feuilles mortes et les débris végétaux en décomposition.

Les espèces planctoniques ou flottantes ne peuvent être récoltées que par l'emploi d'un filet à plancton à mailles assez fines (de l'ordre de 25 μ).

Pour trouver des Protozoaires intéressants ou nouveaux il est indispensable de procéder à d'innombrables pêches, dans des conditions diverses, à des heures différentes du jour et de la nuit.

Les récoltes seront conservées dans des cristallisoirs fermés à l'aide de plaques de verre (prévoir une importante quantité d'air entre le niveau liquide et le couvercle). Il est bon d'étudier les récoltes aussitôt après le prélèvement, certaines espèces fragiles mourant assez rapidement. Par contre, on a intérêt à conserver longtemps certains échantillons car la faunule se modifie sans cesse.

Les récoltes sont examinées sous le binoculaire stéréoscopique (dans des boîtes de Pétri) et les Protozoaires intéressants sont prélevés avec des micropipettes (étirées à la flamme). Avec un peu d'adresse on peut prélever, individuellement, des Protistes de 20 μ de long (l'ouverture de la pipette doit être calibrée en fonction de la taille de l'organisme ; c'est pourquoi il faut posséder de nombreuses pipettes). L'aspiration se fait, suivant les habitudes prises, soit par l'intermédiaire de tétines en caoutchouc, soit à la bouche.

Pour l'observation au microscope on isole les individus prélevés sur une lame propre et on prévoit des cales en vaseline, de manière à ne pas écraser

les gros échantillons. Pour les Ciliés, qui se déplacent sans cesse, une immobilisation relative peut être obtenue par compression ménagée (en appuyant délicatement sur les cales en vaseline).

Des préparations extemporanées peuvent être obtenues en ajoutant une gouttelette de vert de méthyle acétique (glycériné) qui tue le Protozoaire tout en colorant en vert-bleu le noyau (l'ADN).

Mais il ne faut pas se faire d'illusions : toute étude sérieuse (même en vue d'une simple diagnose) exige des préparations complexes qui touchent à la cytologie et qui sortent du cadre de cet ouvrage.

La technique de base est simple lorsqu'il s'agit de Rhizopodes.

Les amibes nues doivent être observées sur le vivant ; des préparations nucléaires peuvent être obtenues par des procédés classiques : fixation sur lame et coloration par l'hématoxyline ferrique.

La systématique des Técamoebiens est basée sur l'étude morphologique et biométrique des Thèques. Leur préparation est des plus simples : on dispose le sédiment contenant les Thécamoebiens sur une lame. Cette dernière est desséchée complètement (à l'étuve ou au-dessus d'une flamme) puis plongée dans le xylol pour y chasser l'air. On recouvre ensuite d'une lamelle portant une goutte de Baume du Canada.

Dans le cas des Héliozoaires le travail de détermination ne peut être fait que sur le vivant. Des préparations cytologiques peuvent être réalisées accessoirement.

Tout autre est le problème de l'identification précise des Ciliés. Autrefois on se contentait d'observations sur le vivant, précisées par des dessins (c'est ainsi que travaillaient KAHL, PÉNARD, etc.).

Aujourd'hui, la systématique de ce groupe étant basée sur l'infraciliature somatique et buccale et la stomatogenèse, on ne peut rien faire de sérieux sans l'aide des techniques difficiles et complexes (nécessitant un laboratoire bien équipé). Dans certains cas il faut même faire intervenir l'électronographie.

La description des techniques utilisées couramment sort du cadre de cet ouvrage. Nous nous contenterons de les indiquer (le lecteur trouvera la description des techniques adéquates dans la bibliographie).

Les méthodes fondamentales reposent sur les imprégnations à l'argent (suivant CHATTON et LWOFF, BODIAN, KLEIN ou FERNANDEZ-GALIANO). Suivant les espèces c'est l'une ou l'autre de ces variantes qui se montrera la plus appropriée. L'étude du noyau exige l'emploi des réactions nucléales de Feulgen.

SUPER CLASSE DES SARCODINA (RHIZOPODES)

Ce sont des Protozoaires qui ne possèdent pas des organelles de locomotion permanents. Ils se caractérisent par la présence de pseudopodes, expansions protoplasmiques assurant aussi bien la locomotion que l'alimentation (hétérotrophique).

En fait il n'existe pas de classe naturelle des Rhizopodes car on ne peut y opposer Rhizopodes et Flagellés. Tout au contraire nous connaissons

aussi bien des Flagellés à pseudopodes que des amibes flagellées. Toutefois la majorité des Rhizopodes ont perdu le flagelle et même le centrosome.

Suivant les divers types de pseudopodes connus on distingue les *Lobosa* qui sont digités, arrondis endo- ou ectoplasmatiques, les *Filosa*, toujours effilés, divisés et anastomosés (ectoplasmatiques) et les *Granulo-reticulosa* fins et anastomosés en réticulum mais parcourus de courants de granules dans leurs parties extérieures.

La classification des Rhizopodes est difficile. En 1953 (DEFLANDRE, dans GRASSÉ) on distinguait la Super-Classe des Rhizopodes avec l'ordre des Amibiens nus puis celui des Thécamoebiens. Aujourd'hui (HONIGBERG et al., 1964) la classification adoptée est la suivante (nous citons uniquement les Taxons d'eau douce) :

Phylum Protozoa Goldfuss 1818, em end. von Siebold, 1845

SUPER-CLASSE III : Sarcodina Hartwig et Lesser, 1879.

Pseudopodes toujours présents (flagelles parfois présents durant le développement), zone corticale du cytoplasme peu différenciée.

CLASSE I : Rhizopodea von Siebold, 1845.

Locomotion assurée par la formation de pseudopodes, nutrition phagotropique.

SOUS-CLASSE Lobosia Carpenter, 1861.

Pseudopodes typiquement lobés, rarement filiformes ou s'anastomosant.

Ordre 1 : Amoebida Kent 1880.

Organismes nus, généralement uninucléés, libres ou parasites.

Ordre 2 : Arcellinida Kent, 1880 (anciens Thécamoebiens : Testaceae).

Corps enfermé dans un test ou une membrane externe rigide.

SOUS-CLASSE Filosia Leidy, 1879.

Pseudopodes filopodes (minces et pointus, se subdivisant).

Ordre 1 : Aconchulinida de Saedeleer, 1934.

Cellules nues.

Ordre 2 : Gromiida Claparède et Lachmann, 1859.

Test avec ouverture distincte ; parfois gamètes uniflagellés.

CLASSE III : Actinopodea Calkins, 1909.

Formes flottantes, sphériques, pseudopodes délicats (radiosa), axopodes. Nus ou à test membranaire, chitineux ou siliceux.

SOUS-CLASSE III : Heliozoa Haeckel, 1866.

Cellules nues. Pas de capsule centrale. Axopodes et filopodes.

LES AMOEBIENS NUS (AMOEBIDA) (pl. I et II)

Appelés aussi Gymnomoebiens, ce sont des Amibes toujours dépourvues de « test ». Ces Rhizopodes ne présentent pas de forme définie, quoiqu'une polarité puisse être souvent reconnue. Leur cytoplasme est constitué d'un endoplasme riche en inclusions et un ectoplasme hyalin. Il existe un ou plusieurs noyaux pourvus d'un nucléole central. Peuvent s'enkyster lorsque les conditions deviennent défavorables.

Structure des Amibes

De forme indéfinie et essentiellement variable, les Amibes se montrent soit inactives (contractées en boule) soit en déplacement, projetant des pseudopodes digitiformes. Souvent l'amibe se polarise et ne forme que quelques pseudopodes dont l'un devient prédominant et s'étale (forme limax). A l'extrémité postérieure (opposée à la direction de déplacement) se différencie un collopode papillaire.

Suivant les espèces on distingue divers types d'Amibes : type radiaire *(Amoeba proteus)* ou rameaux et type limax, lorsque la progression se fait par une seule pseudopode (progression polarisée). En fait la plupart des amibes passent, suivant le moment, par l'un ou l'autre de ces stades. Lorsqu'une amibe se déplace, on observe presque toujours des collopodes, masse de cytoplasme visqueux, adhésif, qui adhère au substrat et entraîne des particules du milieu *(urosphère)*.

Toutes les amibes présentent la différenciation : *ectoplasme-endoplasme.* L'endoplasme est assez richement pourvu en enclaves variées, certaines de nature cristalline : granules béta, granules alpha, cristaux, corps refringents, vacuoles aqueuses, lipides, bactéries (symbiontes). Le microscope électronique met en évidence les mitochondries, les dictyosomes (Corps de Golgi). Il existe souvent une vacuole pulsatile.

Le noyau des Amibes est généralement sphérique et assez peu colorable (car il n'y a que peu de chromocentres riches en ADN) et presque toujours pourvu d'un gros nucléole central (riche en ARN). Des chromosomes ont pu être mis en évidence chez plusieurs espèces d'Amibes.

Les Amibes se divisent et leur noyau subit une mitose particulière (promitose, méro-mitose ou méta-mitose). Le plus souvent le nucléole garde son individualité et se divise avant les chromosomes. Dans quelques cas le nucléole se désagrège au moment de la mitose. Parfois encore il se développe un centre cellulaire extra-nucléaire (le fuseau pouvant donc être du type habituel ou d'origine anastrale).

Biologie des Amibes

Les Amibes se nourrissent à l'aide de leurs pseudopodes. Les modalités de capture des proies sont très variées mais il en résulte toujours une gastriole (qui prend parfois les apparences d'une véritable bouche ; on a même parlé

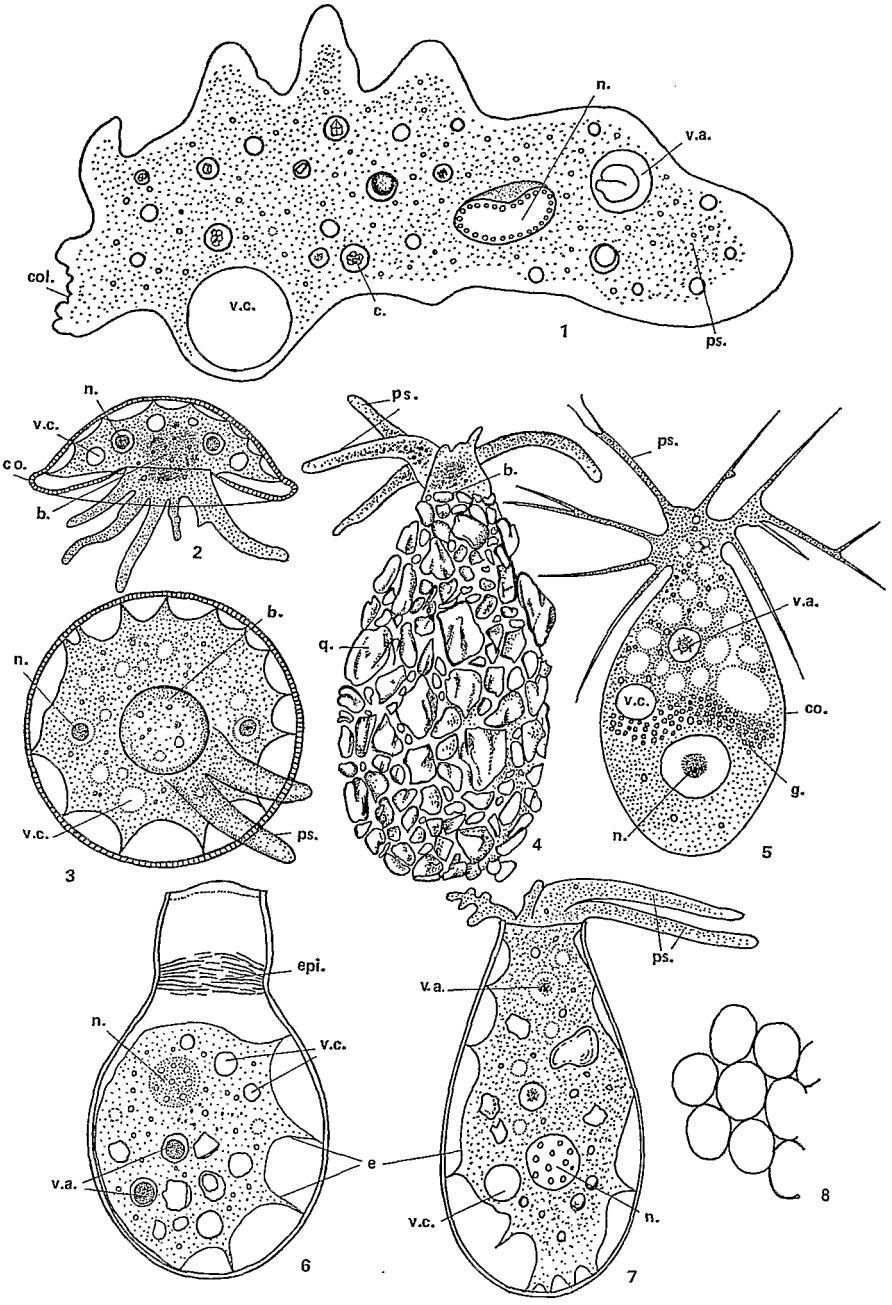


PLANCHE I. — Fig. **1** : Structure de l'Amibe géante *Chaos diffluens* (inspiré de S. O. MAST). **2** : Thecamoebien *Arcella vulgaris* en vue latérale (d'après DEFLANDRE). **3** : Thecamoebien *Arcella vulgaris* en vue apicale (d'après DEFLANDRE). **4** : Thecamoebien *Difflugia oblonga* en vue latérale. **5** : Thecamoebien *Chlamydophrys minor* en vue latérale (d'après BÈLAR). **6** : Thecamoebien *Nebela lageniformis* : individu en voie d'enkystement (d'après DEFLANDRE). **7** : Thecamoebien *Nebela collaris* (d'après DEFLANDRE). **8** : Thecamoebien *Nebela galeata* (d'après DEFLANDRE). B : pseudostome (bouche) ; C : cristaux ; Co : coque organique ; Col : collopode ; E : épipode ; Épi : épiphragme ; G : grains d'excrétion ; N : noyaux ; Ps : pseudopode ; Q : grains de quartz constituant la coque (test) ; V. A. : vacuole alimentaire ; V. C. : vésicule contractile.

de « cytostomes »). La phagocytose intéresse aussi bien des petites proies d'origine végétale (bactéries, levures) que des protistes (Ciliés, Flagellés), des amibes (cannibalisme) ou même des petits métazoaires (préadation macrophage). Les déchets sont rassemblés dans une vacuole et rejetés à l'extérieur.

La vacuole contractile (ou pulselle) existe chez la plupart des Protozoaires d'eau douce. Son rôle est avant tout osmo-régulateur (auquel s'ajoute peut-être un faible rôle excréteur).

Les Amoebiens comme la plupart des Protozoaires forment des Kystes de divers types : kystes de digestion (rares) mais surtout des kystes de multiplication et de repos (ou latence).

Les Amoebida en Afrique

Les amibes nues sont parmi les Protistes les plus communs et les plus cosmopolites. Difficiles à déterminer et nécessitant une étude soignée sur le vivant, peu d'entre eux ont été décrits en Afrique.

Nous devons donc admettre que la plupart des amibes connues dans les pays tempérés seront trouvées tôt ou tard en Afrique.

La systématique de ces Protozoaires est tout à fait chaotique. Nous ne pouvons donc que citer les formes les plus connues :

Les Mastigamoebida sont des amibes de taille moyenne portant un flagelle (permanent ou transitoire). Le corps est déformable. Ce sont des formes d'eau douce.

Les *Vahlkampfia* sont assez petites et comportent aussi des stades flagellés. Elles présentent le type limax et leurs kystes sont particulièrement résistants (certains les classent parmi les Zooflagellés).

Les Amibes du genre *Chaos* (Ex. : *Chaos diffluens* (fig. 1, 9, 10), *Amoebo proteus*) sont de grande taille (uni ou plurinucléés), riches en cristaux.

Le genre *Pelomyxa* (fig. 12) comprend de nombreuses amibes de très grande taille (jusqu'à 3 mm de long) de forme souvent sphéroïdale (mais pouvant aussi prendre des aspects dendriformes). Les noyaux sont nombreux. La polarité est fixe (unique pseudopode antérieur). Le cytoplasme est souvent rempli de débris végétaux capturés et emprisonne aussi des bactéries symbiotiques et des sphérules glycogéniques (Glänzkörper). Urosphère postérieur.

Les *Thécamoeba* sont des amibes subaériennes recouvertes d'une pellicule à double contour imperméable.

La famille des Hartmannellidae comprend de petites amibes dont les genres se distinguent d'après la morphologie de la paroi du kyste : *Acanthamoeba* (fig. 11), de type limax, uninucléé et présentant un kyste à paroi double (et des ostioles) et les *Hartmanella* dont le kyste serait lisse et sans ostioles (mais ce dernier genre semble douteux).

Il existe aussi de nombreux genres parasites (Endamoebinae) qui sortent évidemment de notre cadre.

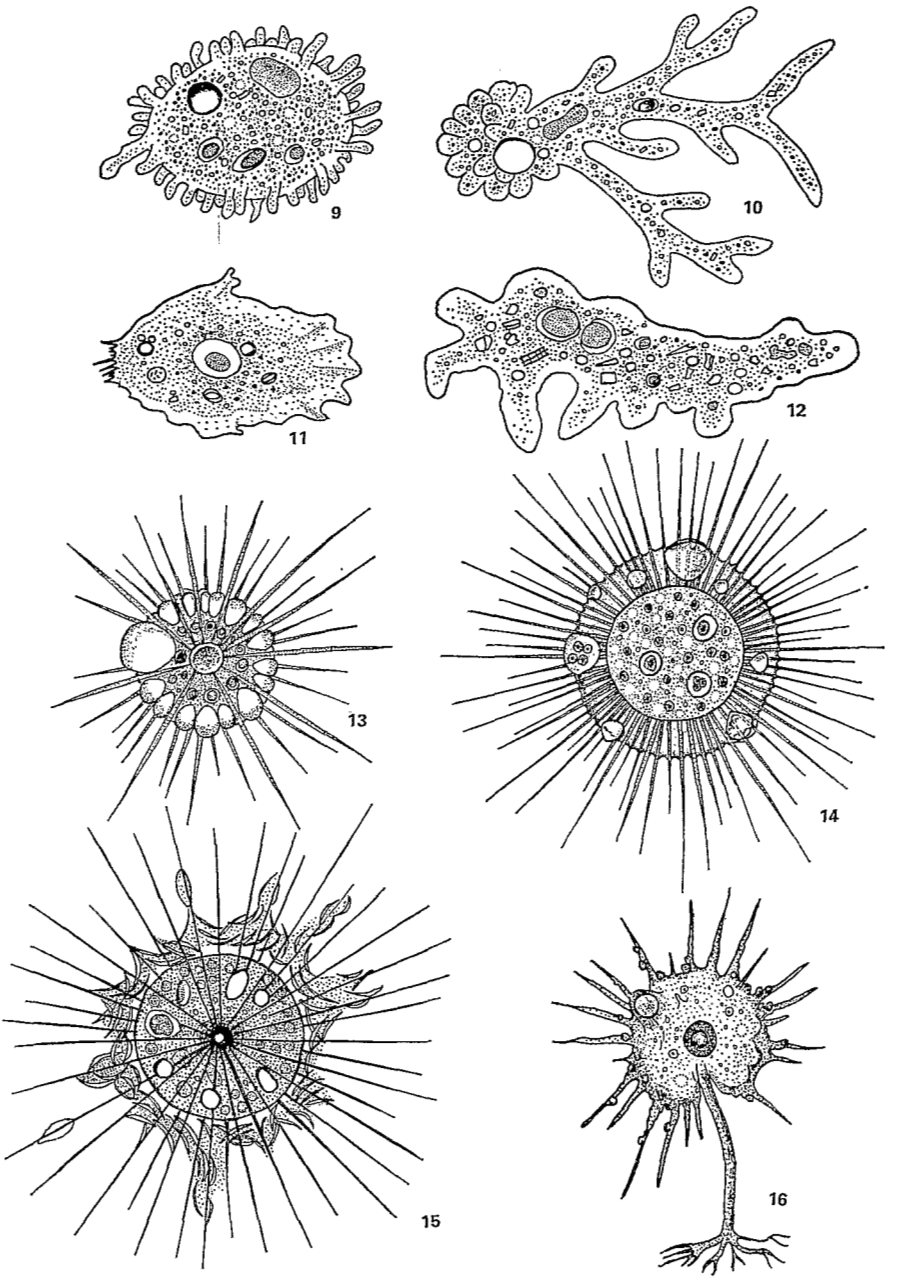


PLANCHE II. — Fig. **9** et **10** : *Chaos diffluens* : individu rétracté et rameux (d'après LEIDY). **11** : *Acanthamoeba terricola* en mouvement (d'après PUSARD). **12** : *Pelomyxa carolinensis* : individu venant de capturer une proie (d'après KUDO). **13** : Heliozoaire *Actinophrys sol* en culture (d'après DOFLEIN). **14** : Heliozoaire *Actinosphaerium eichorni* « in vivo » (d'après BÜTSCHLI). **15** : Heliozoaire *Raphidiophrys pallida* sur le vivant (d'après SCHULZE). **16** : Heliozoaire *Clathrulina elegans* « in vivo » (d'après VALKANOV).

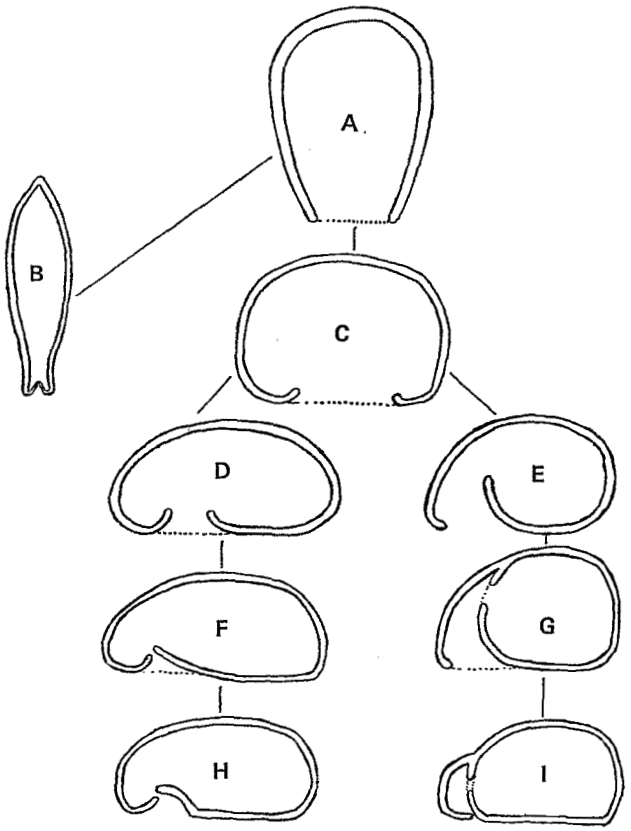


Fig. 17 : Principaux types morphologiques de thèques de Thecamoebiens. A : acrostome simple ; B : acrostome aplati ; C : axial ; D : plagiostome simple ; E : plagiostome à visière ; F et H : cryptostome simple ; G : plagiostome à lumière avec nette séparation des deux chambres ; I : cryptostome à visière (d'après BONNET, 1974).

LES THÉCAMOEBIENS (ARCELLINIDA) (pl. III-IV-V)

Ce groupe comprend un ensemble hétérogène d'Amibes pourvues d'une thèque ou coquille (Rhizopodes Testacés) vivant soit dans les eaux douces libres, soit dans la pellicule d'eau qui recouvre les feuilles de mousses et sphaignes ou les particules du sol.

On connaît de 1 000 à 1 800 espèces environ.

Structure des Thécamoebiens

La coque ou thèque joue un rôle très important en systématique. La thèque présente une ouverture fixe : le pseudostome.

Des pseudopodes sortent par cette ouverture. La plupart des espèces présentent des pseudopodes du type lobosa. Quelques genres toutefois possèdent des filopodes.

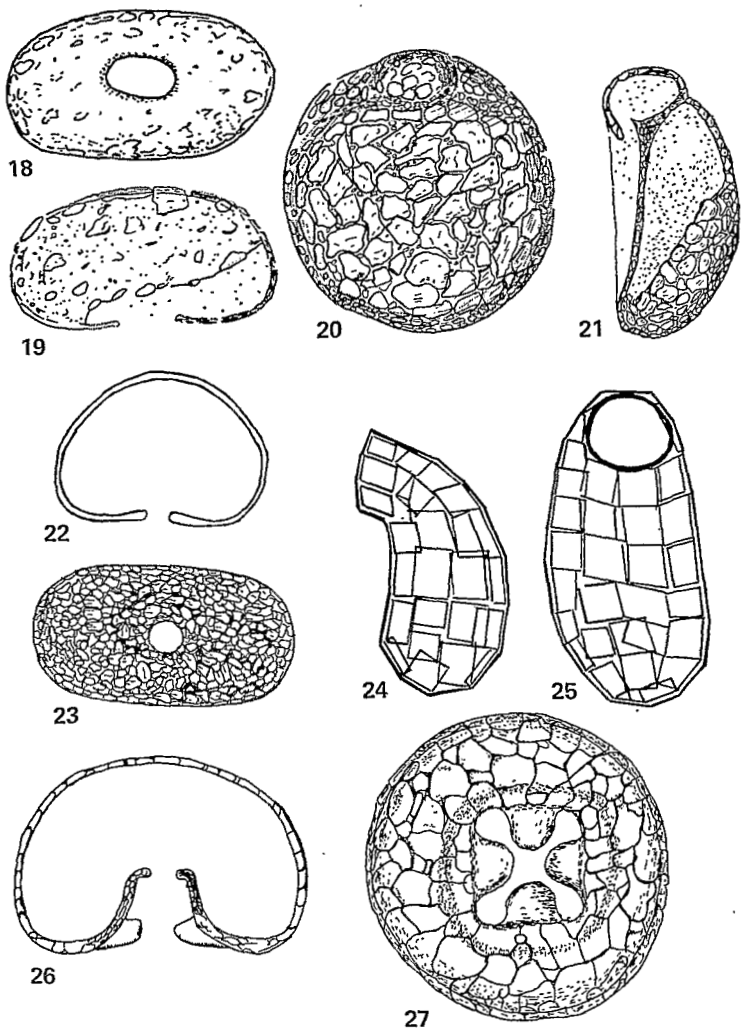


PLANCHE III. — Thecamoebiens des sols africains (genres nouveaux). Fig. **18** et **19** : *Ellipsopyxis pauliani*, Bonnet, 1965. **20** et **21** : *Paracentropyxis mimetica*, Bonnet, 1960. **22** et **23** : *Ellipsopyxella regularis*, Bonnet, 1975. **24** et **25** : *Lamtoquadrula deflandrei*, Bonnet, 1975. **26** et **27** : *Lamtopyxis callistoma*, Bonnet, 1974.

La fixation de l'amibe à la coque n'est point continue mais se fait par l'intermédiaire de pseudopodes spéciaux : épipodes.

Le cytoplasme des Thécamoebiens (anciens Testacea) possède les organites et inclusions connues chez les Amibes nues : vacuoles, pulselle (vésicule pulsatile), chromidies (glycogène), phéosomes (grain d'excrétion), mitochondries, cristaux variés, etc.

Le noyau est du type habituel chez les amibiens et la mitose présente les mêmes aspects.

La thèque est l'élément caractéristique primordial des Thécamoebiens. Ce test est généralement de nature muco-polysaccharidique plus ou moins chitinoïde et incorpore, le plus souvent, des particules siliceuses ou même calcaires. La forme de la thèque est très variable mais tend à se rapprocher d'un sphéroïde. Le type le plus simple est représenté donc par une sphère. Les variations, à partir de ce type primordial, sont innombrables et fournissent d'excellents caractères taxonomiques. Suivant les cas la coque subira un aplatissement polaire, un allongement général ou partiel, une compression latérale, une torsion ou un enroulement. Il s'y ajoute des formations ornementales : sillons, carènes, cornes, épines. Tout ceci est encore compliqué par des structures internes : brides, ponts, diaphragmes. Le pseudostome, à son tour, peut être circulaire, elliptique, polygonal, ondulé, lobé et montrer aussi un bord structuré. On distingue (BONNET) les principaux types morphologiques suivants :

1) Le type acrostome présente un pseudostome terminal et une symétrie axiale ou bilatérale (acrostome aplati).

2) Le type axial présente une surface circulaire de glissement et d'adhésion (la sole ventrale) au centre de laquelle s'ouvre le pseudostome.

3) Le type plagiostome comprend, outre la sole ventrale bien différenciée, un pseudostome excentré (d'où symétrie bilatérale de la thèque). On distingue deux variétés : le type plagiostome simple (à cavité interne indivisée) et le type plagiostome à visière dont la cavité interne est séparée en deux chambres (panse et visière).

4) Le type cryptostome possède un pseudostome excentré et réduit, situé sur une sole ventrale bien différenciée ; une avancée de la lèvre dorsale le recouvre et le dissimule complètement. (On y distingue encore deux variantes : cryptostome simple et cryptostome à visière).

La nature de la coque peut être aussi fort variable : organique ou minéralisée, constituée de matériaux endogènes ou exogènes. La plupart des coques organiques contiennent de la silice et le plus souvent il s'y ajoute une sécrétion d'écailles endogènes de nature siliceuse (très rarement aussi calcaire) auxquelles peuvent s'ajouter des matériaux exogènes (grains de quartz, diatomées, etc.). Les écailles endogènes siliceuses sont transparentes et de formes variées : circulaires, elliptiques, carrées, polygonales, etc. Mais d'avantage de Testacés utilisent aussi des éléments étrangers pour la construction de leur test. Les coques sont parfois colorées : les teintes varient du jaune au brun rougeâtre (voire au noir violacé).

Les *Paraquadrula* (et autres genres voisins) sont les seuls Thécamoebiens à élaborer des écailles quadrangulaires de nature calcaire).

Biologie des Thécamoebiens

En période de repos les cellules sont enkystées à l'intérieur de la thèque. (le kyste est souvent protégé par un épiphragme obturant). Dans des conditions favorables les kystes s'hydratent et l'amibe reprend son activité.

Durant la phase trophique les pseudopodes sortent par le pseudostome et assurent le déplacement, le contact avec le milieu ambiant et la capture

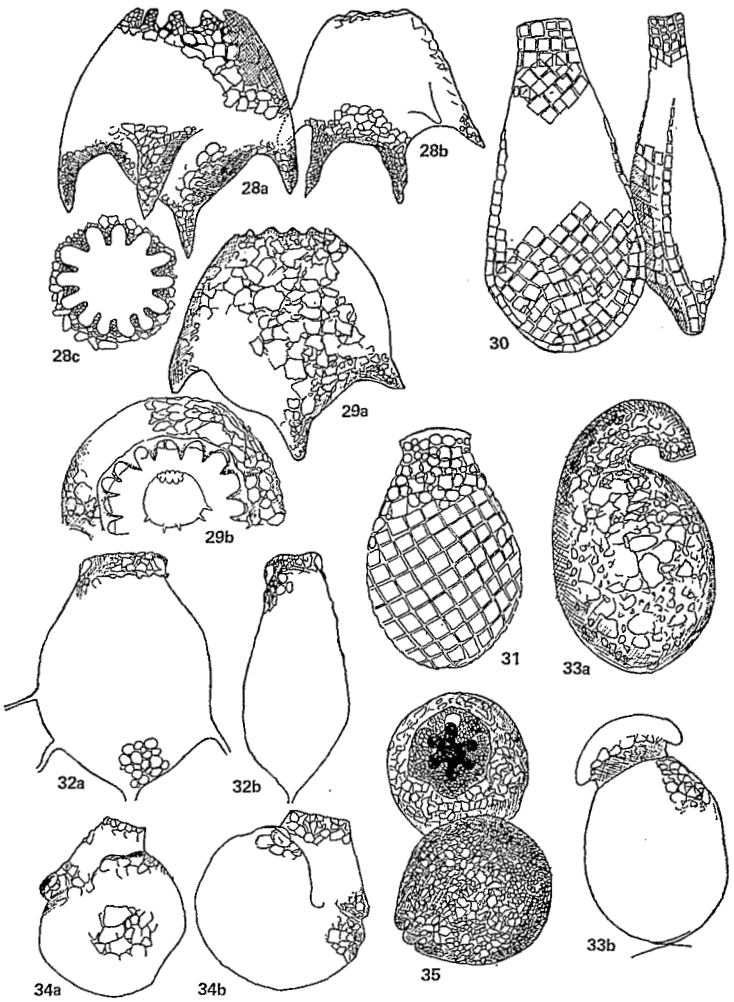


PLANCHE IV : Thecamoebiens des eaux douces africaines (d'après GAUTHIER-LIÈVRE et THOMAS). Fig. **28** : *Difflugia corona*, Wallich. **29** : *Protocucurbitella coroniformis*, Gauthier-Lièvre et Thomas. **30** : *Quadrulella subcarinata*, Gauthier-Lièvre. **31** : *Quadrulella tropica*, Wailes. **32** : *Nebela latekensis*, Gauthier-Lièvre. **33** : *Hoogeuraadia africana*, Gauthier-Lièvre et Thomas. **34** : *Lesqueresia gibbosa*, Thomas et Gauthier-Lièvre. **35** : *Cucurbitella dentata* ; Gauthier-Lièvre et Thomas.

des proies (les formes à sole ventrale doivent extravaser leur cellule, formant une lame cytoplasmique à la périphérie de laquelle naissent les pseudopodes).

Les Thécamoebiens sont polyphages et ingèrent souvent de très grosses proies. On connaît aussi des cannibales et même des microphages. La grande majorité des espèces se nourrissent de bactéries, de spores et de débris végétaux.

Quelques rares espèces ont leur cytoplasme bourré de Zoochlorelles.

On a décrit des cas de conjugaison entre deux cellules.

Lorsque les conditions de vie deviennent défavorables les cellules s'enkystent (entrant ainsi en vie ralentie).

Grâce aux kystes ces Rhizopodes ont pu peupler tout le domaine continental : sol, mousses, sphaignes, tourbières, étangs, lacs. La plupart des espèces sont des catharobes stricts et montrent une préférence marquée pour les milieux acides (pH : 4-6,5). Les Thécamoebiens sont des Protistes particulièrement cosmopolites. Certaines espèces semblent toutefois présenter une distribution géographique nettement limitée. Par suite de la résistance de leur thèque siliceuse les Thécamoebiens sont relativement faciles à récolter et on a donc pu décrire plus de 1 800 espèces et variétés (toutes ne sont certainement pas valables).

Classification des Thécamoebiens (Arcellinida)

Quoique maintes fois remaniée, la classification des Testacea n'est pas encore satisfaisante (à cause de l'hétérogénéité de ce groupe). Elle est basée encore sur la structure des pseudopodes.

Sous-classe des Lobosia.

Ordre des Arcellinida.

Thécamoebiens à pseudopodes lobés et réticulo-lobés.

Principales familles (d'après Bonnet) :

Arcellidae : symétrie axiale, thèque chitinoïde ; ex : *Arcella* (fig. 2-3).

Centropyxidae : symétrie axiale ou bilatérale (plagiostome). Sole ventrale. Revêtement exogène ; ex : *Centropyxis, Cyclopyxis ; Lamtopyxis* (fig. 26-27).

Plagiopyxidae : thèque cryptostome. Sole ventrale. Revêtement exogène, un seul noyau ; ex : *Plagiopyxis.*

Hyalospheniidae : Thèque acrostome aplatie avec revêtement siliceux remanié ; ex : *Heleopora, Hyalosphenia, Nebela* (fig. 6 à 8).

Paraquadruliidae : Thèque acrostome à revêtement endogène (cristaux de calcite) ; ex : *Paraquadrula.*

Difflugiidae : Thèque acrostome avec revêtement exogène siliceux d'origine détritique (quartz) ; ex : *Difflugia* (fig. 4 et 28).

Cryptodifflugiidae : Thèque chitinoïde acrostome, en général très petite ; ex : *Difflugiella, Pseudodifflugia.*

Phryganellidae : Thèque de type axial avec revêtement siliceux plus ou moins remanié. Sole peu différenciée. Pseudopodes réticulo-lobés ; ex : *Phryganella.*

Sous-classe des Filosia :

Ordre des Gromida.
Thécamoebiens à pseudopodes filamenteux.

Principales familles (d'après Bonnet) :

Amphitremidae : Thèque chitinoïde à deux ouvertures opposées ; ex : *Amphitrema.*

Euglyphidae : Thèque à écailles siliceuses (régulières, arrondies, imbriquées), d'origine endogène. Acrostome et plagiostome. Un seul noyau ; ex : *Euglypha, Assulina, Trinema,* etc.

Cyphoderiidae : Thèque acrostome plus ou moins recourbée en corne. Revêtement siliceux régulier (endogène) ; ex : *Cyphoderia.*

Thécamoebiens des sols d'Afrique

Les travaux récents de BONNET, de GAUTHIER-LIÈVRE et de THOMAS ont montré la grande richesse des sols africains (Côte d'Ivoire, Gabon, Angola, etc.) en Thécamoebiens (plus de 130 espèces ont pu être recensées). Un pourcentage relativement élevé est constitué par des espèces apparemment endémiques (de l'Afrique ou des régions pan-tropicales sud). En Côte d'Ivoire (BONNET, 1975) sur 120 espèces recensées, 14 espèces nouvelles ont pu être décrites (ce qui donne un pourcentage de près de 12 %, sans tenir compte des autres espèces africaines du prélèvement). Ceci est d'autant plus étonnant que les Protozoaires édaphiques sont particulièrement cosmopolites (certaines de ces formes ont été aussi trouvées en Amérique du Sud ; ce seraient donc des reliques de la faunule du bloc afro-sud-américain). D'après BONNET cet endémisme est surtout dû à des facteurs écologiques : disponibilité hydrique et complexe stationnel, ensemble de facteurs pédologiques liés (notamment le pH, le taux de matière organique et le rapport C/N).

On pourrait penser qu'il est vain de citer ici ces formes terricoles, souvent fort différentes des espèces que l'on trouve dans les eaux douces libres. Nous pensons toutefois qu'il n'est pas impossible de rencontrer l'une ou l'autre de ces formes endémiques édaphiques dans quelqu'autre biotope dulcaquicole africain.

Nous citerons donc, très brièvement, les *nouveaux genres* trouvés par BONNET en Afrique centrale :

Ellipsopyxis (BONNET, 1965) (fig. 18, 19) ressemble à un *Cyclopyxis* mais présente une symétrie bilatérale. *E. pauliani* présente une thèque petite et jaunâtre, elliptique en vue dorsale. Pseudostome elliptique aussi à bourrelet faiblement épaissi. Revêtement chitinoïde avec des éléments quartzeux. L = 64-70 µ. (Angola, Congo, Gabon).

Paracentropyxis (fig. 20, 21) (BONNET, 1960) ressemble à un *Centropyxis* mais sa cryptostomie fait penser à *Plagiopyxis.* Un abaissement de la visière détermine la formation d'un pseudostome en fente étroite, rapporté assez loin de l'ouverture du test. La coque est de nature chitinoïde-siliceuse avec revêtement exogène. Espèce type : *P. mimetica* Bonnet. L = 55-60 µ.

Ellipsopyxella (BONNET, 1975) (fig. 22, 23) est comparable à une *Geopyxella* mais à symétrie axiale binaire. *E. regularis* Bonnet présente une thèque incolore (ou jaunâtre) à contours réguliers, elliptique (en vue dorsale). La sole ventrale est sans concavité notable. Le Pseudostome est circulaire. Épiphragme muqueux. L = 75-90 µ (Savanes de Lamto).

Lamtoquadrula (BONNET, 1975) (fig. 24, 25) montre une véritable structure plagiostome : pseudostome situé à l'extrémité d'un col recourbé bien individualisé. Nette symétrie bilatérale. *L. deflandrei* présente une section transversale circulaire, la thèque est allongée et le revêtement est constitué de cristaux de calcite. L = 38 µ.

Lamptopyxis callistoma (BONNET, 1974) (fig. 26, 27) présente une thèque globuleuse avec vestibule pseudostomien limité extérieurement par quatre lobes (structure proplyostome). Ce genre représente la famille nouvelle des *Lamptopyxidae* (se caractérisant par un vestibule précédant le pseudostome) qui existe également en Amérique du Sud et pourrait constituer un fossile vivant de l'ancienne forêt de Cycadales.

Outre ces cinq genres nouveaux BONNET a décrit au moins 16 espèces nouvelles dont : *Centropyxis capucina*, *C. lithostoma*, *C. mimetica*, *Plagiopyxis rostrata*, *P. uncinata*, *P. coiffaiti*, *P. barrosi*, *P. vuattouxi*, *Hoogenraadia humicola*, *H. ovata*, *Bullimularia lithophora*, *Corythrion nebeloides*, *Euglypha anodonta*, *Cyclopyxis machadoi*, *Ellipsopyxis pauliani*. *Protoplagiopyxis aperta*, etc.

Thécamoebiens des eaux douces africaines

De nombreux auteurs (VAN OYE, VIRIEUX, STEPANEK, PÉNARD, DECLOITRE, CHARDEZ, GOLEMANSKY et, surtout GAUTHIER-LIÈVRE et THOMAS) ont étudié les Thécamoebiens des eaux douces africaines. Plus de 684 espèces ont été recensées par DECLOITRE. Il s'agit surtout d'espèces cosmopolites.

Sur le plan biogéographique VAN OYE avait pensé autrefois que la zone tropicale présenterait une barrière infranchissable. En fait DECLOITRE distingue des Thécamoebiens boréalo-biontes et australo-biontes. La faune africaine montre un endémisme assez faible (par rapport à celui des thécamoebiens édaphiques, par exemple). Mais le nombre d'espèces, de variétés et de formes propres à l'Afrique reste encore bien trop grand pour qu'on puisse en donner ici la liste complète (et encore moins la description). Nous nous contenterons donc de signaler quelques espèces plus ou moins endémiques ; fréquentes en Afrique intertropicale (choisies avec le concours de M. BONNET) :

FAMILLE DES DIFFLUGIIDAE

Difflugia corona Wallich (fig. 28) présente une thèque subsphérique portant des cornes coniques. Le pseudostome présente de nombreux lobes. Diamètre = 150 µ.

Cucurbitella dentata Gauthier-Lièvre et Thomas (fig. 35) montre une thèque ovoïde à pseudostome lobé. Chambre pseudo-stomienne (vestibule) séparée de la panse par un étranglement peu net. D. = 125 µ.

Protocucurbitella coroniformis Gauthier-Lièvre et Thomas (fig. 29). La thèque ressemble à celle de *Difflugia corona* mais possède une ébauche de vestibule séparée de la panse par un étranglement à peine marqué. D. = 250 µ.

Famille des Nebelidae

Nebela batekensis Gauthier-Lièvre (fig. 32) présente une thèque ovoïde comprimée, munie de 1 à 4 cornes creuses. L = 100 µ. *Quadrulella subcarinata* Gauthier-Lièvre (fig. 30) est une belle espèce de forme régulière, pourvue d'une carène et recouverte de petites plaquettes siliceuses carrées L = 180 µ. *Quadrulella tropica* Wailer (fig. 31) largement répandue dans les régions intertropicales présente une thèque comprimée portant des plaques siliceuses de forme généralement carrée L = 70 µ.

Lesqueresia gibbosa Thomas et Gauthier-Lièvre (fig. 34) est très caractéristique par sa thèque munie d'un vestibule distinct de la panse et replié sur celle-ci L = 130 µ.

Famille centropyxidae

Hoogenraadia africana Gauthier-Lièvre et Thomas (fig. 33) présente une thèque à section transversale circulaire. Pseudostome recouvert d'une visière débordante. L = 100 µ.

Les Héliozoaires (Héliozoa)

Ce sont des Rhizopodes ayant un corps sphérique soit nu soit pourvu d'un squelette externe, entouré par des pseudopodes dressés comme des rayons (les *axopodes*). Il s'agit, en fait, d'un groupe très hétérogène.

Structure

Les Héliozoaires « sensu stricto » sont constitués d'un corps plasmatique (ectoplasme et endoplasme) différenciant, à sa périphérie, une enveloppe mucilagineuse ou gélatineuse non différenciée. Certaines espèces sont entourées par un squelette hétérogène de nature exogène ou autogène (dans ce dernier cas il s'agit de spicules isolées de forme variable et de nature siliceuse ou chitinoïde).

Les pseudopodes qui rayonnent autour du corps sont de deux sortes : les filopodes de structure simple et les axopodes qui sont pourvus d'un axe ou filament central (plus rigide que son enveloppe ectoplasmique).

La cellule des Héliozoaires présente les organites habituels des Rhizopodes : vésicules pulsatiles, un ou plusieurs noyaux, des mitochondries et des vacuoles. Lorsque le noyau est excentrique, le centre du corps plasmatique est occupé par une structure propre aux Héliozoaires : le corps central ou centroplaste.

Biologie

Les Héliozoaires sont généralement libres (vagiles) mais quelques formes sont fixées (sessiles) sur divers substrats.

Les caractères essentiels des Héliozoaires vrais restent donc : la symétrie rayonnante de leur corps, la présence des axopodes et l'existence du centroplaste (qui n'est toutefois pas constante).

Les Héliozoaires se déplacent grâce à leurs axopodes (qui s'allongent et se raccourcissent) et leur nourriture est holozoïque. La capture des proies se fait à l'aide de lobopodes adventifs. Pour l'absorption d'une proie trop volumineuse plusieurs individus peuvent former une association « de consommation » (sorte de plasmogamie superficielle).

Les Héliozoaires produisent trois sortes de kystes : des kystes de protection, des kystes digestifs et des kystes de reproduction.

La reproduction de ces Rhizopodes se fait soit par division binaire (reproduction agame) soit par bourgeonnement (par l'intermédiaire de zoospores flagellés chez *Acanthocystis*).

La reproduction sexuée est plus rare et se fait suivant le processus de l'autogamie (pédogamie).

*Classification des Héliozoaires (Héliozoia, Haeckel, 1879)**

Troisième sous-classe des Actinopodea (CALKINS 1909), les Heliozoia sont des formes dépourvues de capsule centrale, généralement nues, au squelette constitué surtout de petites écailles siliceuses, pourvus d'axopodes et filipodes, généralement d'eau douce.

Ordre des Actinophryida Hartmann, 1913.

Dépourvus de squelette, centroplaste absent. Ex : *Actinophrys sol* (fig. 13).

Ordre des Centrohelida Kühn, 1926.

Généralement pourvus d'un squelette constitué de plaques ou épines (écailles). Centroplaste présent : Ex : *Raphidiophrys* (fig. 15), *Acanthocystis*.

Ordre des Desmothoracida Hertwig et Lesser, 1874.

Squelette réticulé, constitué de substance chitinoïde imprégnée de silice. Le centroplaste est absent. Ex : *Clathrulina* (fig. 16).

Les Pseudo-Héliozoaires comprennent les *Protéomyxées* dont certains ont un double aspect : Flagellés de type Protomonadine et Heliozoaire à axopodes et centroplasme mais aussi avec des flagelles *(Dimorpha)*. On y rattache aussi les familles des *Zoosporidae* et des Azoosporidae *(Vampyrella)*.

Héliozoaires d'Afrique

Aucun travail systématique n'a encore été entrepris sur les Héliozoaires du continent noir. Dans des travaux d'ordre général des espèces cosmopolites ont pu être citées occasionnellement. DRAGESCO (1966) a signalé *Acanthocystis testacea* dans le fleuve Ivindo au Gabon. Il est vraisemblable que la plupart des espèces communes en Europe devraient être retrouvées en Afrique. Malheureusement ces Rhizopodes sont délicats et ne peuvent être

* D'après HONIGBERG *et col.*, 1944 (*Journ. Protozool.*, 11, 7-20).

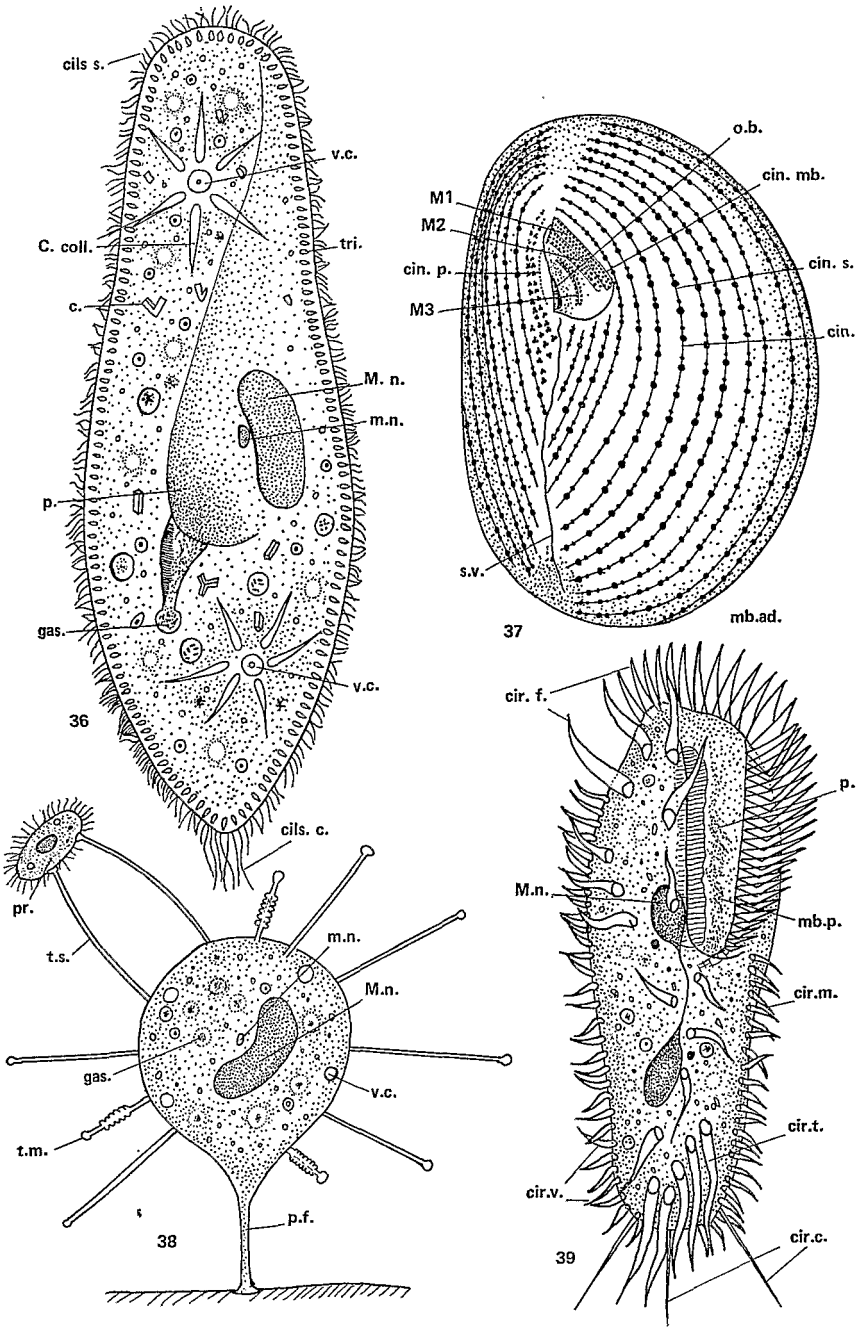


PLANCHE V. — Structure générale des infusoires ciliés (d'après DRAGESCO). Fig. **36** : Structure générale d'une Paramécie (semi-schématique). **37** : Infraciliature d'une *Frontonia* (imprégnation à l'argent). **38** : Structure d'un Infusoire Tentaculifère. **39** : Structure d'un Hypotriche *(Stylonychia mytilus)* (imprégnation par le Protargol). C : cristaux ; c. col. : canaux collecteurs ; cils c. : cils caudaux ; cils s. : cils somatiques ; cin. : cinétosome ; cin. mb. : cinétosome des membranelles adorales ; cin. p. : cinétie parorale ; cin. s. : cinétie somatique ; cir. C. : cirres caudaux ; cir. f. : cirres frontaux ; cir. m. : cirres marginaux ; cir. t. : cirres transversaux ; cir. v. : cirres ventraux ; cy. : cytopharynx avec ciliature buccale ; gas. : gastriole ; mb. ad. : membranelles adorales ; mb. p. : membrane parorale ; Mn. : macro noyau ; m. n. : micro noyau ; O. b. : ouverture buccale ; p. : péristome ; p. f. : pédoncule de fixation ; pr : proie ; S. v. : suture ventrale ; t. r. : tentacule retracte ; t. s. : tentacule suceur ; tri : trichocystes ; v. c. : vésicule contractile.

étudiés que sur le vivant et aucun Protistologue moderne ne s'est donné la peine de les étudier en Afrique.

Nous figurons, un peu plus loin, quelques Héliozoaires cosmopolites et bien connus, afin d'illustrer ces quelques lignes. Pour plus de détails le lecteur devra se référer à notre bibliographie.

LES CILIÉS (CILIATA, INFUSORIA)

Le phylum des Ciliés constitue un ensemble homogène, très différencié et nettement séparé des autres Protistes.

Les Ciliés se définissent surtout par la possession de cils vibratiles durant au moins une partie de leur cycle biologique. Ils possèdent aussi un appareil nucléaire particulier, constitué par deux noyaux : l'un volumineux, appelé macronoyau et l'autre petit, le micronoyau. Les Ciliés se définissent encore par leur division homothétique transversale et par leur sexualité, basée sur la recombinaison du patrimoine génétique, durant la conjugaison et l'autogamie.

Structure

En rapport avec la double fonction ciliaire (locomotion et alimentation), on peut distinguer une ciliature somatique et une ciliature buccale. De structure uniforme chez les Ciliés de la classe des *Kinétophragmophora* les cils peuvent fusionner pour constituer des membranelles *(Oligohymenophora)* ou des cirres *(Polyhymenophora)*.

Tous les cils sont issus des cinétosomes ou granules basaux ; ils ne sont pas isolés mais réunis les uns aux autres par le cinétodesme, ensemble fibrillaire à orientation antéro-postérieure (infraciliature). Souvent les cinétosomes sont disposés en files longitudinales ; chaque rangée portera le nom de cinétie.

L'ultrastructure du cil est désormais bien connue : chaque élément vibratile est constitué par neuf paires de fibrilles périphériques emprisonnant une paire de fibrilles centrales. Les cils sont ancrés dans le cytoplasme grâce à des racines ciliaires ; diverses fibres protéiques annexes les relient entre eux ou sont à l'origine de formations variées (némadesmes, rideaux de tubules, etc.). L'argyrome est un réseau superficiel, colorable par imprégnation argentique, dont la signification exacte reste controversée (mais dont la disposition présente une valeur taxonomique).

Les cils peuvent se résorber et disparaître à certains stades de la vie du Cilié. Les nouveaux cinétosomes proviennent toujours de la néoformation (par induction) de granules basaux préexistants. Les cils qui entourent l'aire buccale sont presque toujours spécialisés et constituent un ensemble particulier : la ciliature orale qui présente une grande diversification structurale et joue donc un rôle très important en taxonomie.

L'ectoplasme des Ciliés comprend divers organites sous-cuticulaires : les trichocystes sont des navettes fusiformes de nature protéique, pouvant

éjecter dans le milieu extérieur des longs filaments rigides dont l'ultrastructure est proche de celle du collagène. Les mucocystes sont des éléments souvent plus petits, sortes de poches secrétant une substance muqueuse, non structurée, qui contribue à la formation des kystes.

Les formes prédatrices présentent des toxicystes, éléments fibreux (sorte de nématocystes simplifiés) projetant vers l'extérieur un filament protéique, vecteur d'un puissant toxique dont l'action entraîne la paralysie ou même la cytolyse de la proie.

La plupart des Ciliés présentent des armatures fibrillaires protéiques péripharyngiennes que l'on appelle némadesmes, lorsqu'elles se présentent sous un aspect fortement organisé.

Dans l'ectoplasme des Ciliés on a aussi décrit divers éléments fibrillaires de soutien ainsi que des myonèmes ou fibres contractiles.

C'est encore dans l'ectoplasme que se concentrent les mitochondries dont la structure reste du type classique chez les Protozoaires.

La plupart des Ciliés se nourrissent par phagotropie ; il existe donc des organites complexes assurant l'ingestion des aliments.

Il s'agit d'abord du péristome, invagination de la surface du corps, au fond duquel se trouve l'ouverture buccale ou cytostome, qui se prolonge par un canal : le cytopharynx.

Les battements des cils du péristome et du cytopharynx entraînent les proies au niveau des gastrioles, vacuoles où se fera la digestion, tandis que les déchets seront éliminés ultérieurement, au niveau d'une plage déterminée de la paroi : le cytoprocte.

L'appareil nucléaire des Ciliés est très caractéristique et comprend deux noyaux de taille, structure et fonction différentes ; l'ensemble constitue un système dit hétérocaryote.

Le macronoyau est généralement volumineux et de forme très variée. Noyau essentiellement somatique il est indispensable à la vie cellulaire. Ce noyau végétatif est hautement plyploïde et se divise par ségrégation de génomes.

Le micronoyau est petit et seulement diploïde. Il n'est pas indispensable à la vie somatique de la cellule : il peut être supprimé sans inconvénients (il existe même des races de Ciliés amicronuclées). Le micronoyau se divise par mitose acentrique, son rôle est purement sexuel (c'est une gamète qui entrera en jeu au moment de la conjugaison).

On observe dans l'endoplasme d'autres organites cellulaires importants et caractéristiques : les vacuoles pulsatiles (appelées aussi vésicules contractiles). Ces formations présentent un emplacement fixe et une activité rythmique : ils se remplissent d'eau puis ils la déversent à l'extérieur par une ouverture préexistante. Parfois des canaux collecteurs entourent les vacuoles contractiles afin de puiser l'eau dans le cytoplasme environnant. La vésicule pulsatile est avant tout une pompe osmotique mais il n'est pas impossible qu'elle puisse aussi jouer un rôle excréteur.

On observe encore dans l'endoplasme les Corps de Golgi, ou dictyosomes, les lysosomes (appareil de protéolyse), les vacuoles lipidiques, les enclaves de glycogène, des concrétions calcaires, des cristaux divers, etc.

Biologie des Ciliés

Les Infusoires vivent dans les biotopes les plus divers, aussi bien dans les eaux douces, salées ou saumâtres que dans le corps de nombreux animaux. Les formes libres sont soit pélagiques et planctoniques soit littoraux. Ils peuvent être aussi bien sessiles, fixés sur des algues ou des petits métazoaires, que vagiles, nageant sur les fonds de feuilles mortes ou au milieu des algues. Certains sont catharobes, ils aiment l'eau claire et bien oxygénée, d'autres sont plus ou moins saprobes et préfèrent les eaux chargées en composés organiques. Il existe aussi une riche faunule interstitielle, vivant dans les espaces lacunaires entre les grains de sable des plages marines.

La plupart des Ciliés se déplacent à l'aide de leurs cils vibratiles. On trouve cependant des adaptations particulières : l'apparition de puissants cirres chez les Hypotriches entraîne soit une véritable marche sur le substrat soit de puissants sauts en arrière (Ciliés rétrocursifs).

Sur le plan de l'alimentation on distingue, outre les formes qui se nourrissent uniquement par osmose aussi bien des carnassiers : histophages, mangeurs de tissus, véritables nettoyeurs des biocénoses microscopiques ou prédateurs chassant d'autres Ciliés qui sont immobilisés par l'action paralysante ou lytique des toxicystes (les Ciliés tentaculifères ou Acinétiens sucent leurs proies à l'aide de leurs tentacules, après les avoir immobilisées) que des Végétivores qui se nourrissent de Flagelles, Diatomées, Cyanophycées et autres algues unicellulaires ou filamenteuses.

Outre les macrophages que nous venons de passer en revue, de nombreuses autres espèces sont plutôt microphages et ingèrent des bactéries, qui sont entraînées dans le cytopharynx par les tourbillons produits par l'action des cils vibratiles.

Lorsque les conditions de vie deviennent nettement défavorables beaucoup de Ciliés s'enkystent (ils cessent leurs déplacements, prennent une forme sphérique, perdent leurs cils, dédifférencient souvent leurs structures orales et s'enferment dans une double ou triple pellicule résistante et plus ou moins imperméable). Le kyste est une forme de résistance qui assure la dissémination des espèces (la vie ralentie dans les kystes peut durer fort longtemps). Lorsque les kystes se trouvent placés dans des conditions favorables les Ciliés sortent des kystes et se redifférencient (phénomène du dékystement).

Les Ciliés se multiplient surtout par voie asexuée : division binaire homothétique transversale. Cette division débute par celle de l'appareil nucléaire : le macronoyau se sépare en deux (par segrégation de génomes) et le micronoyau subit une orthomitose (avec fuseau achromatique intranucléaire et individualisation de petits chromosomes). Ensuite le cytoplasme s'étrangle et les deux moitiés se séparent. (C'est la cytodiérèse ou plasmatomie).

Il existe chez beaucoup de Ciliés une reproduction sexuée, la *conjugaison* dont le but est le brassage du patrimoine héréditaire : deux ciliés s'accolent par leur péristome puis échangent des noyaux sexuels. Le macronoyau des deux conjugants dégénère et est éliminé tandis que les micronoyaux

se divisent plusieurs fois de suite. Une des dernières mitoses est réductionnelle. Un seul micronoyau haploïde subsiste. Une mitose équationnelle donnera, dans chaque individu, deux noyaux sexuels, véritables gamètes : un *pronucleus* ♂ migrateur et un pronucleus ♀ sédentaire. Le pronucleus ♂ de chaque cellule va fusionner avec le pronucleus ♀ de son partenaire. Après la copulation les conjugants seront en possession d'un noyau diploïde (syncaryon) qui se divisera plusieurs fois. Un des produits de la division du syncaryon subit une hyperploïdisation et deviendra macronoyau.

Ciliés d'Afrique

Aussi étonnant que cela puisse paraître les Ciliés libres du grand continent noir n'ont jamais fait l'objet d'études faunistiques poussées. Seul SONDHEIM (1929) avait signalé quelques ciliés ubiquistes d'Afrique de l'Est. Les courtes notes de NILSSON (1962 et 1967) et de THURSTON (1964) ne concernent que 2 espèces et celle de DIETZ (1965) deux autres.

DRAGESCO (1965, 1966, 1967, 1968, 1970, 1972 a et b) et DRAGESCO et NJINE (1971) sont les seuls à avoir poursuivi une prospection systématique de la faunule infusorienne d'Afrique Centrale (aussi bien au Gabon, qu'au Cameroun, au Tchad et en Ouganda).

Généralement les pays équatoriaux présentent une richesse faunistique exceptionnelle. Pourtant la faunule infusorienne reste peu diversifiée.

Une prospection portant sur 7 ans (et de nombreux mois de recherche effective) nous a permis de rencontrer environ 150 espèces de Ciliés tandis qu'une même prospection aurait pu définir en Europe plus de 300 espèces. Il semble donc acquis que la diversification spécifique reste faible au niveau des Ciliés (comme probablement au niveau de tous les Protistes). Cette pauvreté relative devrait pouvoir s'expliquer par une barrière thermique (la température moyenne est élevée, et la température maxima dans de nombreux points assez défavorables à une grande variété d'espèces, de nombreux protistes étant plutôt psychrophiles). En dépit de l'ubiquisme potentiel des Ciliés, il semblerait que nombre d'espèces ont été incapables de s'adapter aux températures des eaux douces africaines. D'autres raisons, moins importantes peuvent être encore invoquées : la rareté de vraies mares dans les régions sèches, la trop faible quantité de matières organiques dans les eaux douces des régions forestières, l'excès de tanins dans certaines eaux de ruissellement, etc.

En revanche sur les 130 espèces identifiées par nous, 38 étaient nouvelles, soit une moyenne d'environ 26 %!! Parmi ces espèces nouvelles un certain nombre sont assez communes et se retrouvent souvent *(Paramaecium africanum, Stentor multimicronucleatum, Euplotes amieli, Loxodes rex)*. Deux espèces, fort caractéristiques, semblent présenter une distribution australe *(Neobursaridium gigas* et *Frontonia vesiculosa)*.

Fait curieux nous n'avons guère trouvé de genres nouveaux, ce qui laisserait à penser que cette spéciation soit d'origine assez récente (dans de nombreux cas, on peut rattacher les espèces africaines à l'espèce cosmopolite primordiale dont ils dérivent).

De tout temps les Ciliés ont été considérés comme étant essentiellement ubiquistes. Rejoignant AGAMALIEV (avec la mer Caspienne et le lac Baikal) nous pensons avoir prouvé l'existence d'un endémisme certain en Afrique.

Classification des Ciliés

Durant de nombreuses années la classification en vigueur, quoique boiteuse, est restée celle adoptée par A. KAHL (1930-1935). Par la suite certaines modifications lui ont été apportées par FAURE-FREMIET et J. O. CORLISS (1961).

Tout dernièrement une classification entièrement nouvelle a été proposée par l'ensemble des Ciliologues français. C'est donc celle qui figurera ici, même si quelques autres spécialistes (et notamment CORLISS et JANKOWSKI) sont susceptibles d'apporter des propositions nouvelles.

PHYLUM CILIOPHORA Doflein, 1901.

CLASSE I : Kinetophragmophora Puytorac et all. 1974.

La ciliature buccale est peu distincte de la ciliature somatique. Elle est différenciée à partir de portions antérieures des cinéties.

SOUS-CLASSE I : Gymnostomata Bütschli 1889.

Aire buccale superficielle et généralement apicale. Ciliature orale sans différenciation cinétosomienne importante.

Ordre 1 : Prostomatida Schewiakoff 1895.

Le cytostome est apical.

Sous-ordre 1 : Archistomatina Puytorac et all. 1974.

Sous-ordre 2 : Prostomatina Schewiakoff, 1896.

Différenciation de la ciliature péribuccale avec possibilité d'étirement localisé de l'aire cytostomienne.

Ordre 2 : Pleurostomatida Schewiakoff, 1896.

Allongement du cytostome avec différenciation d'une ciliature buccale droite et d'une ciliature buccale gauche.

SOUS-CLASSE II : Vestibulifera Puytorac et all., 1974.

Présence d'un vestibule (invagination de l'aire buccale entraînant l'extrémité de cinéties somatiques) sans ou avec une réorganisation préalable de l'infraciliature.

Ordre 1 : Trichostomatida Bütschli, 1889.

Faible réorganisation des cinétosomes au niveau du vestibule.

Ordre 2 : Colpodida Puytorac et all., 1974.

Sensible réorganisation des cinéties somatiques vestibulaires.

Ordre 3 : Entodiniomorpha Reichenow, 1929.

Endocommenseaux de tube digestif de Mammifères. Très particuliers.

SOUS-CLASSE III : Hypostomata Schewiakoff, 1896.

Aire buccale non apicale (déterminant une face ventrale).

Super-ordre 1 : Nassulida Jankowski, 1967.

Ciliature buccale constituée d'organelles différenciés, situés sur le parcours des cinéties somatiques (frange hypostomienne). Nasse cytopharyngienne.

Ordre 1 : Synphymenida Puytorac et all., 1974.

Frange hypostomienne non différenciée en organelles ciliaires individualisées.

Sous-ordre 1 : Nassulopsina Puytorac et all., 1974.

La suture pré-orale n'atteint pas l'aire buccale.

Sous-ordre 2 : Synhymenina Puytorac et all., 1974.

Réunion des éléments de la frange hypostomienne en un ensemble ininterrompu (synhymenium).

Ordre 2 : Nassulida Jankowski, 1967.

Organelles hypostomiens individualisés. Suture pré-orale.

Deux sous-ordres : Nassulina Jankowsky 1967 et Microthoracina Jankowsky, 1967.

Super-ordre II : Phyllopharyngidae Puytorac et all., 1974.

Ciliature orale formée d'un maximum de 3 rangées de cinétosomes appariés. Réduction de la ciliature somatique à la face ventrale. Suture préorale. Pharynx feuilleté. Macronoyau souvent hétéromère.

Ordre 1 : Cyrtophorida Fauré-Fremiet, 1956.

Trois rangées de cinétosomes péri-oraux. Némadesmes péripharyngiens. Fixation temporaire par thigmotoctisme et sécrétion glandulaire.

Ordre 2 : Chonotrichida Wallengren, 1895.

Souvent une seule rangée ciliaire circumorale. Fixation permanente de l'adulte. Ectocommensaux de Crustacés. Bourgeonnement.

Sous-ordre 1 : Exogemmina Jankowski.

Sous-ordre 2 : Endogemmina Jankowski.

Super-ordre III : Suctoridea Claparède et Lachmann, 1858.

Adulte immobile et dépourvu de cils. Bouche remplacée par des tentacules (suçoirs). Reproduction asexuée par bourgeonnement (bourgeon migrateur cilié, infraciliature de type du Super-ordre).

Ordre 1 : Suctorida Claparède et Lachmann, 1858.

Super-ordre IV : Rynchodea Chatton et Lwoff, 1939.

Adulte fixé par un suçoir antérieur. Ciliature somatique réduite (en 2 champs). Commensaux de Mollusques.

Ordre 1 : Rhynchodida Chatton et Lwoff, 1939.

Super-ordre V : Apostomatidea Chatton et Lwoff, 1928.

Ciliature orale de 3 rangées de cinéties. Parasites marins à cycles complexes. Divisions palintomiques. Ciliature spiralée (trophonte).

Ordre 1 : Apostomatida Chatton et Lwoff, 1928.

Classe II : Oligohymenophora Puytorac et all., 1974.

Une cavité buccale bien définie contient une ciliature orale constituée de 3 organelles adoraux à gauche et 1 organelle pororale à droite.

Sous-classe I : Hymenostomata Delage et Hérouard, 1896.

Cavité buccale ventrale, pouvant faire défaut.

Ordre 1 : Hymenostomatida Delage et Hérouard, 1896.

Ciliature buccale ventrale. Pas de scuticus.

Sous-ordre 1 : Tetrahymenina Fauré Fremiet, 1956.

Sous-ordre 2 : Ophryoglenina Canella et Rocchi-Canella 1964.

Sous-ordre 3 : Peniculina Fauré-Frémiet, 1956.

Ordre 2 : Scuticociliatida Small, 1967.

Existence de membranoïdes et d'un scuticus.

Sous-ordre 1 : Philasterina Small, 1967.

Sous-ordre 2 : Pleuronematina Fauré-Frémiet, 1967.

Ordre 3 : Astomatida Schewiakoff, 1896.

Pas de cytostome ni de ciliature buccale. Nutrition osmotique. Endocommensaux d'oligochètes.

Sous-classe II : Peritricha Stein, 1859.

Cavité buccale au pôle apical. *Ciliature somatique souvent absente.* Fixation par pédoncule ou disque adhésif. Formes larvaires migratrices.

Ordre 1 : Peritrichida Stein, 1859.

Sous-ordre 1 : Sessilina Kahl, 1933.

Sous-ordre 2 : Mobilina Kahl, 1933.

CLASSE III : Polyhymenophora Jankowski 1967.

Une cavité buccale nette contient une ciliature spécialisée : frange adorale de membranelles et une ou plusieurs cinéties parorales.

Sous-classe III : Spirotricha Bütschli, 1889.

Ordre 1 : Heterotrichida, Stein, 1859.

Ciliature somatique *généralement* uniforme, parfois réduite. Pas de cirres.

Sous-ordre 1 : Heterotrichina Corliss, 1957.

Sous-ordre 2 : Armophorina Jankowski, 1964.

Sous-ordre 3 : Caliphorina Jankowski, 1967.

Sous-ordre 4 : Licnophorina Corliss, 1957.

Sous-ordre 5 : Plagiotomina Albaret, 1974.

Ordre 2 : Odontostomatina Sawaya, 1940.

Seulement quelques membranelles adorales. Ciliature somatique réduite.

Ordre 3 : Hypotrichida Stein, 1859.

Ciliature somatique ventrale constituée de cirres et ciliature somatique dorsale de cils ou soies. Aplatissement dorso-ventral du corps.

Sous-ordre 1 : Stichotrichina Fauré-Frémiet, 1961.

Sous-ordre 2 : Sporadotrichina Fauré-Frémiet, 1961.

Ordre 4 : Oligotrichida Bütschli, 1887.

Ciliature somatique réduite. Membranelles adorales apicales. Une seule parorale.

Sous-ordre 1 : Oligotrichina Bütschli, 1887.

Sous-ordre 2 : Tintinnina Kofoid et Campbell, 1929.

Quelques Ciliés typiquement africains

On connaît environ 6 000 espèces de Ciliés dans le monde. On peut estimer à environ 1 000 les espèces que l'on pourrait rencontrer dans les eaux douces. Il est évidemment absurde donc de prétendre évoquer ici un

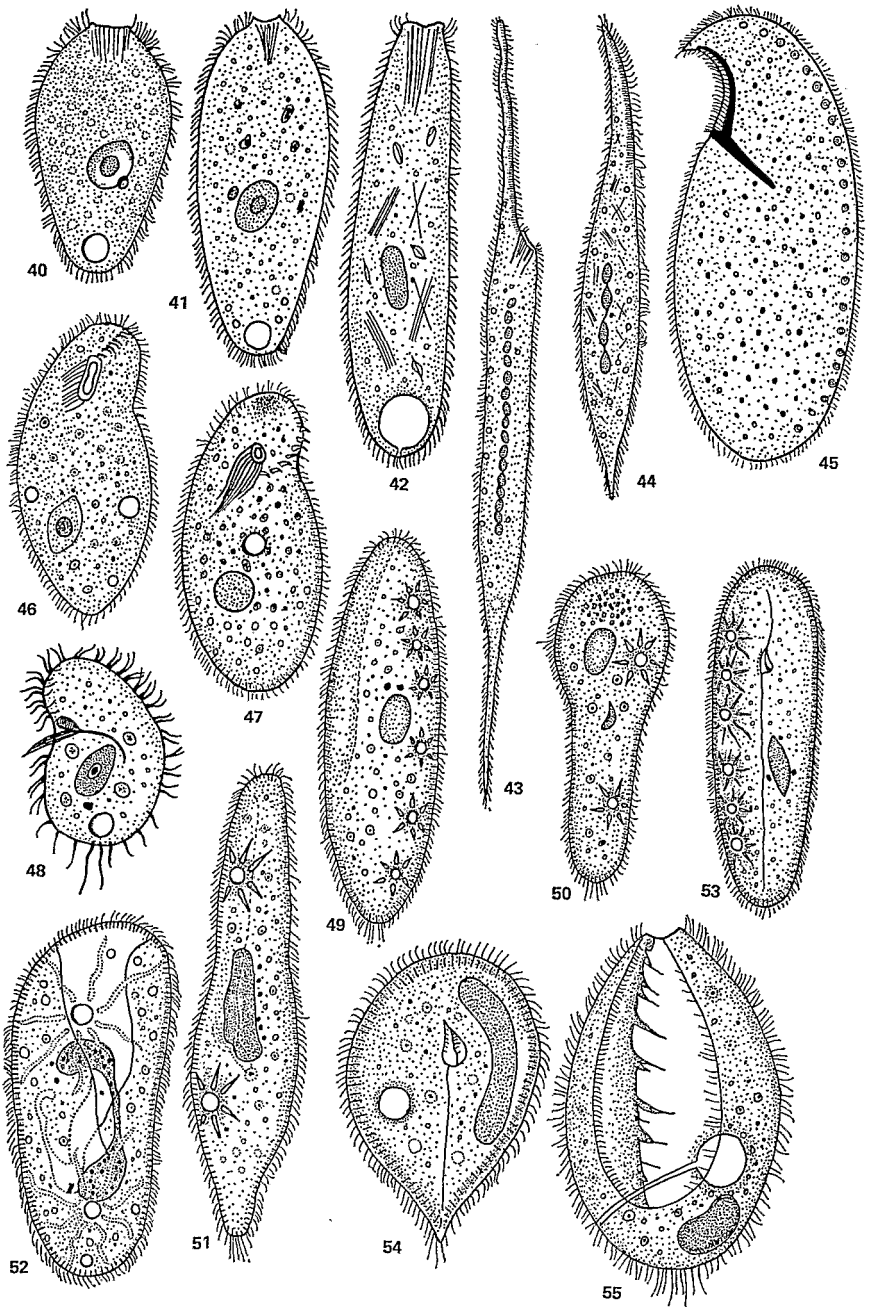


PLANCHE VI. — Quelques Infusoires Ciliés d'Afrique (d'après DRAGESCO, 1966-1972). Fig. **40** : *Prorodon africanus*, Dragesco. **41** : *Prorodon nucleolatus*, Pénard. **42** : *Encheliodon vermiformis*, Dragesco. **43** : *Dileptus monilatus*, Stokes. **44** : *Litonotus quadrinucleatus*, Dragesco et Njine. **45** : *Loxodes rex*, Dragesco. **46** : *Nassula ougandae*, Dragesco. **47** : *Nassula georgiana*, Dragesco. **48** : *Colpoda steini*, Maupas. **49** : *Paramecium ougandae*, Dragesco. **50** : *Paramecium jankowski*, Dragesco. **51** : *Paramecium africanum*, Dragesco. **52** : *Neobursaridium gigas*, Balech. **53** : *Frontonia vesiculosa*, da Cunha. **54** : *Disematostoma gyrans*, Dragesco. **55** : *Lembadion magnum*, Stokes.

échantillonnage représentatif des Infusoires que l'on pourrait rencontrer dans les eaux continentales centrafricaines. Il nous paraît tout aussi illusoire de décrire ou représenter des espèces cosmopolites banales, que l'on trouve partout (*Paramecium caudatum*, *P. aurelia*, Les *Colpodes*, *Tetrahymena*, etc.).

Il nous semble plus logique d'évoquer, dans les pages qui vont suivre, les espèces plus ou moins endémiques que nous avons pu rencontrer :

KINÉTOPHRAGMOPHORA :

Gymnostomata:

Prorodon nucleolatus Pénard, 1930 (fig. 41).

Trouvé en grande quantité au Gabon (DRAGESCO, 1966), il s'agit très probablement d'une espèce nouvelle. De taille variable, ce Cilié peut présenter des formes fort diverses. Ciliature très dense (135 cinéties, en moyenne). Pseudo-masse de 80 à 90 némadesmes. Mucocystes. Macronoyau à corps central (Feulgen positif). L = 100-180 μ.

Prorodon africanus Dragesco, 1970 (fig. 40).

Trouvé à Yaoundé, ce grand Cilié (L = 200-400 μ) est de forme plus globulaire et son cytoplasme est très vacuolaire. Environ 170 cinéties bi-polaires. Pseudo-nasse de 80 némadesmes. Macronoyau pourvu de corps central et micronoyau adjacent. Proche de *P. nucleolatus*.

Encheliodon vermiformis Dragesco, 1970 (fig. 42).

Seule espèce allongée du genre. Assez grande taille (220-300 μ). Longs toxicystes péribucaux. Grand macronoyau ovalaire allongé. Grande vésicule contractile postérieure à canal évacuateur terminal.

Dileptus monilatus (Stokes) Kahl, 1931 (fig. 43).

Quoique cosmopolite ce Cilié est très typique des eaux douces d'Afrique Centrale (Gabon, Cameroun, Ouganda, Tchad). Ce long Cilié (500-800 μ) se caractérise par sa pointe caudale presqu'aussi longue que la trompe (proboscis).

Litonotus quadrinucleatus Dragesco et Njiné, 1971 (fig. 44).

Cette espèce des environs de Yaoundé serait plutôt un *Amphileptus* (suivant les idées de Canella). De très grande taille (L = 400-650 μ) la nouvelle espèce présente 4 macronoyaux et de nombreuses vacuoles pulsatiles.

Vestibulifera:

Loxodes rex Dragesco, 1970 (fig. 45).

Ce magnifique Cilié est très typique, tout à fait endémique et assez largement répandu en Afrique Centrale (Cameroun, Ouganda). Taille gigantesque (500-1 200 μ), forme élargie, couleur brune, grand nombre de noyaux (150 macronoyaux et 70 micronoyaux, en moyenne).

Hypostomata:

Nassula ougandae Dragesco, 1972 (fig. 46).

Il s'agit probablement d'un genre nouveau. Cette jolie espèce du Parc Ruwenzori mesure 140 µ de longueur, présente un « bec » antérieur assez net et se caractérise par une frange de différenciations ciliaires adorale (en fait pré-orales à direction nettement apicale). Puissante nasse.

Nassula georgiana Dragesco, 1972 (fig. 47).

Plus proche des *Nassula* typiques il s'agit peut-être encore d'un genre nouveau. Rappelle *N. aurea* par sa couleur orangée mais présente une tache pigmentaire antérieure de couleur noirâtre et des ensembles ciliaires suboraux (hypostomiens) dessinant un S (34 à 39 éléments).

N. georgiana présente des trichocystes et une nasse très apparente. Ouganda.

OLYGOHYMENOPHORA

Hymenostomata:

Neobursaridium gigas Balech, 1941 (fig. 52).

Quoique découvert en Argentine, ce Cilié est l'un des plus caractéristique de l'Afrique Centrale (R.C.A., Gabon, Cameroun, Tchad, Ouganda, etc.). En dépit de son nom et de son apparence *N. gigas* est bien un Cilié proche des Paramécies. Sa forme caractéristique (fig. 13, pl. VIII) et sa grande taille (L = 300-700 µ) le rendent facile à identifier.

Paramecium africanum Dragesco, 1970 (fig. 51).

Cette grosse Paramécie du Cameroun ressemble beaucoup à la cosmopolite *P. multimicronucleatum*. De grande taille (L = 250-420 µ) sa forme rappelle *P. caudatum* et présente une sorte de pointe caudale. C'est au niveau de l'infraciliature buccale (péniculus et quadrulus) que la nouvelle Paramécie se distingue des autres espèces du genre (elle présente aussi une réorganisation nucléaire différente).

Paramecium jankowskii Dragesco, 1972 (fig. 50).

Ce Cilié de l'Ouganda est caractérisé par sa forme, renflée en massue (rappelant *Faurella thermalis*). Long de 160 à 240 µ *P. jankowskii* présente deux micronoyaux et une touffe de cils caudaux.

Paramecium ugandae Dragesco, 1972 (fig. 49).

Encore un Cilié de l'Ouganda qui mesure de 250 à 400 µ et qui reste assez proche de *P. jeningsi* et *P. wichtermani* (mais l'on ne connaît pas l'infraciliature buccale de ces deux dernières espèces). Sur le vivant l'espèce africaine se distingue surtout par ses quatre vésicules contractiles.

Frontonia vesiculosa de Cunha, 1914 (fig. 53).

Comme *Neobursaridium gigas*, *F. vesiculosa* semble être une espèce australe (découverte au Brésil). De taille gigantesque (L = 400-1 200 μ) *F. vesiculosa* présente une forme allongée et se caractérise surtout par ses cinq à huit vésicules contractiles. Important macronoyau allongé.

Disematostoma gyrans Dragesco, 1972 (fig. 54).

Trouvée aussi bien à Yaoundé, au Tchad qu'en Ouganda *D. gyrans* est proche de *D. buetschlii*. Mais il s'en distingue par sa forme plus pointue, son macronoyau plus grand, l'absence de tache pigmentaire et un « peigne » dorsal oblique, en arc de cercle. Il nage en rotation rapide (comme une toupie). Sa forme et sa nage le rendent très caractéristique.

POLYHYMENOPHORA

Heterotrichida:

Stentor multimicronucleatus Dragesco, 1970 (fig. 59).

Trouvé en quantité énorme, dès 1968, ce Stentor semble commun en Afrique centrale. A première vue il ressemble au banal *S. polymorphus* de grande taille (L. max = 800 μ). *S. multimicronucleatus* se caractérise avant tout par son appareil nucléaire : énorme macronoyau unique et plus de *100* petits micronoyaux. Il n'y a pas de zoochlorelles.

Stentor caudatus Dragesco, 1970 (fig. 60).

Espèce non pigmentée, *S. caudatus* est assez fréquent au Cameroun. Il est caractérisé par sa forme pointue postérieurement (en entonnoir). De grande taille (L = 450-1 000 μ) il présente un cytoplasme lacunaire, des mucocystes incolores de deux types et relativement peu de cinéties.

Blapharisma japonicum Suzuki, 1954 (fig. 58).

Encore un Cilié qui semble abondant en Afrique centrale (décrit par NILSSON en 1964 de l'Ouganda et trouvé par nous deux fois au Cameroun). De grande taille (L = 400-650 μ) le péristome est assez allongé et le macronoyau moniliforme.

Bursaria caudata Dragesco, 1972 (fig. 57).

Trouvée en Ouganda cette nouvelle espèce géante (L = 1 000-1 500 μ) reste proche de la cosmopolite *B. truncatella* dont elle présente la plupart des caractéristiques générales. Elle s'en distingue toutefois très nettement par une pointe caudale très apparente.

Hypotrichida:

Uroleptopsis multiseta Dragesco, 1970 (fig. 61).

Trouvée au Cameroun, la nouvelle espèce représente un Hypotriche primitif typique, tous les cirres sont identiques. D'assez petite taille (L = 80 μ).

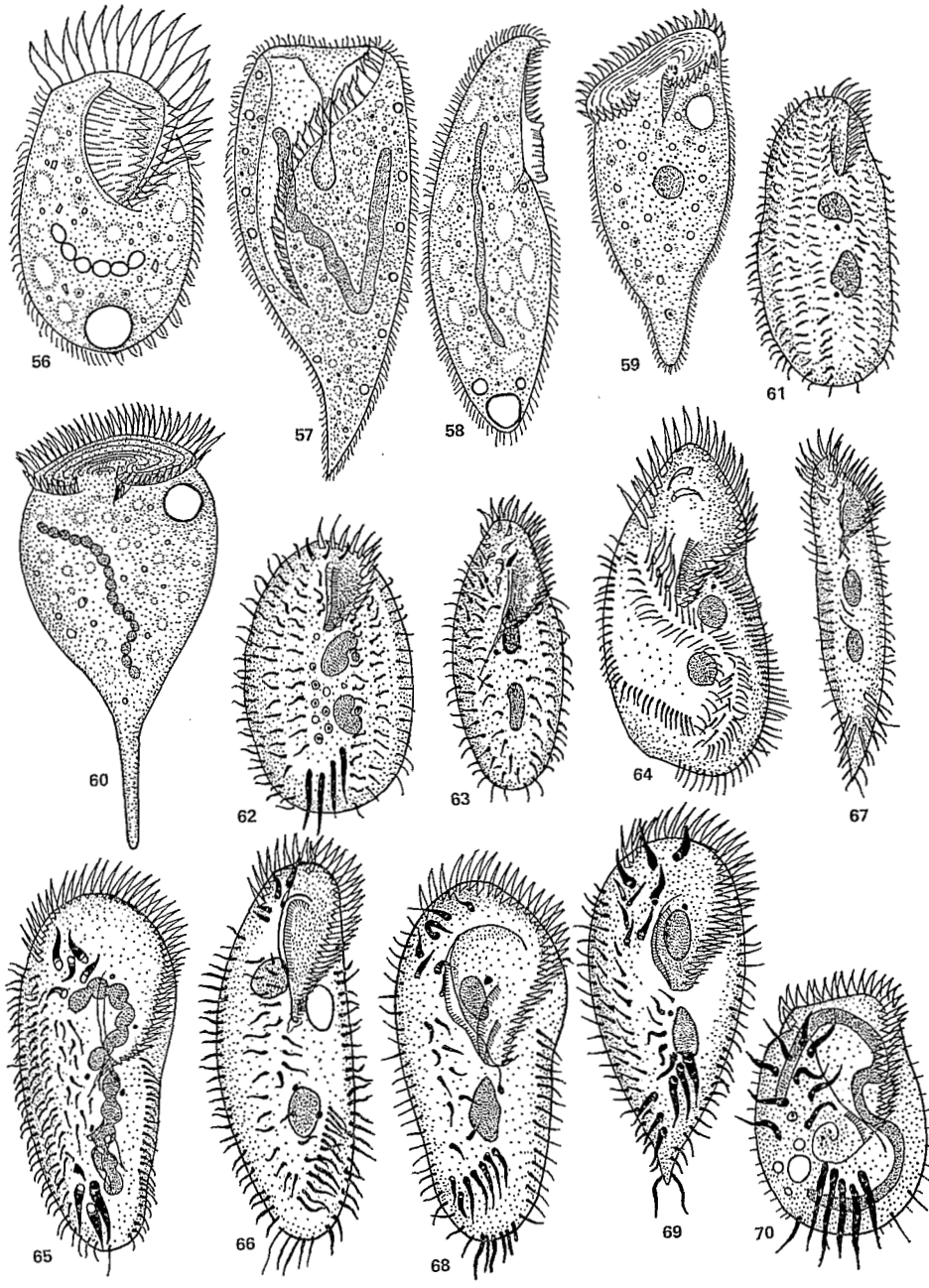


PLANCHE VII. — Infusoires ciliés d'Afrique (d'après DRAGESCO, 1966-1972). Fig. **56** : *Condylostoma vorticella*, Ehrenberg. **57** : *Bursaria caudata*, Dragesco. **58** : *Blapharisma japonicum*, Suzuki. **59** : *Stentor multimicronucleatus*, Dragesco. **60** : *Stentor caudatus*, Dragesco. **61** : *Uroletapsis multiseta*, Dragesco. **62** : *Urostyla latissima*, Dragesco. **63** : *Kahliella multiseta*, Dragesco. **64** : *Holosticha contractilis*, Dragesco. **65** : *Laurentia monilata*, Dragesco. **66** : *Holosticha camerounensis*, Dragesco. **67** : *Urosoma acuta*, Dragesco. **68** : *Pleurotricha macrostoma*, Dragesco. **69** : *Pleurotricha lanceolata*, Stein. **70** : *Euplotes* amiéti Dragesco.

U. multiseta se caractérise par sept cinéties ventrales (au lieu de quatre qui caractérisent les autres espèces du genre). Peut-être genre nouveau (*Plesiotricha*?).

Kahliella multiseta Dragesco, 1970 (fig. 63).

Autre Hypotriche primitif du Cameroun. Ce n'est peut-être pas une *Kahliella*. Sept à 10 cinéties (la disposition de l'infraciliature est variable).

Holosticha contractilis Dragesco, 1970 (fig. 64).

Cet Hypotriche, trouvé dans les environs de Yaoundé, se caractérise surtout par une grande contractilité. De taille moyenne (L = 122-130 μ) la nouvelle espèce se définit aussi par la disposition de ces cirres frontaux, la densité de la ciliature générale et le grand nombre de cirres transverses (ces caractères s'ajoutant à la contractilité).

Pleurotricha macrostoma Dragesco, 1970 (fig. 68).

Découvert au Cameroun ce Cilié se caractérise surtout par un péristome large refermé sur lui-même, de cirres ventraux disposés en rangées parallèles et la présence de 3 membranes ondulantes (L = 130-170 μ).

Pleurotricha lanceolata (Ehrenberg, 1838) (fig. 69).

Nous citons cette espèce cosmopolite parce qu'elle est une des Ciliés les plus communes d'Afrique Centrale. Elle se caractérise par sa forme lancéolée et la disposition particulière des cirres transversaux (L = 140-190 μ).

Pleurotricha tchadensis Dragesco, 1972.

Quoique très proche de *P. lanceolata* elle s'en distingue par une forme plus élargie et un nombre de cils fronto-ventraux plus grands. Trouvée dans la réserve de Waza, sa taille est moyenne (L = 130-185 μ).

Urosoma acuta Dragesco, 1972 (fig. 67).

Cet Hypotriche du Tchad est assez typique par sa forme allongée et sa pointe caudale. (L = 120-170 μ). Elle se distingue des autres espèces voisines par le nombre et la disposition des cirres fronto-ventraux.

Laurentia monilata Dragesco et Njiné, 1971 (fig. 65).

Encore un Cilié caractéristique et largement distribué (du Cameroun à l'Ouganda). Quoiqu'ayant le large péristome en entonnoir des *Laurentia* la détermination générique n'est pas certaine. C'est le seul Hypotriche à noyau moniliforme. Sa ciliature est riche et complexe (L = 300 μ env.).

Euplotes amieti Dragesco, 1970 (fig. 70).

Ce cilié est un des plus caractéristique du centre africain. Le plus grand des *Euplotes* cet hypotriche (L = 140-250 μ) reste assez proche de *E. eurysto-*

mus mais possède 14 cinéties dorsales (contre 8 à 10 chez les espèces les plus proches). Le péristome montre une forte invagination. *E. amieti* serait une forme géographique dérivée du groupe *E. eurystomus-E. plumipes*.

Références bibliographiques

1° *TECHNIQUES D'ÉTUDE DES PROTISTES*

Borror (A. C.), 1969. — Application of the stain-fixation Nigrosin-Hg Cl_2 — Formalin to fragile or contractile ciliates. *Trans. Amer. Microsc.* Soc., 88, 3 : 454-458.

Corliss (J. O.), 1953. — Silver impregnation of Ciliated protozoa by the Chatton-Lwoff technic. *Stain Technol.*, 28 : 97-100.

Corliss (J. O.), Lacy (D.), Palay (S. O.), 1961. — Fixing and staining of Protozoa in the Microtomist's Vade-Mecum (Bolles-Lee). London, *XII*e ed.

Chatton (E.), Lwoff (A.), 1936. — Technique pour l'étude des Protozoaires, spécialement de leurs structures superficielles (cinétome et argyrome). *Bull. Soc. Fr. Micr.*, 5 : 25-39.

Deroux (G.), Tuffrau (M.), 1965. — *Aspidisca orthopogon* n. sp., révision de certains mécanismes de la morphogenèse à l'aide d'une modification de la technique au Protargol. *Cah. Biol. Mar.*, 6 : 293-310.

Deroux (G.), Faidy (C.), 1966. — Imprégnations rapides à la Nigrosine applicables à la Micro-écologie des surfaces. *Hydrobiologie*, XXVII : 39-64.

Dragesco (J.), 1962. — L'orientation actuelle de la systématique des Ciliés et la technique d'imprégnation au protéïnate d'argent. *Bull. Microsc. Appl.*, 11 : 49-58.

Faure-Frémiet (E.), 1931. — Quelques résultats obtenus avec la méthode des lames immergées. *Bull. Soc. Zool.* Fr., LVI : 479-482.

Faure-Frémiet (E.), 1958. — Matériel pour la récolte du microplancton dans les mares et étangs. *Hydrobiologie*, XII : 142-148.

Fernandez-Galiano (D.), 1966. — Une nouvelle méthode pour la mise en évidence de l'infraciliature des Ciliés. *Protistologica*, II : 35-38.

Fernandez-Galiano (D.), 1966. — Algunas modificaciones y nuevas precisiones sobre el metodo de impregnacion en masa de los Ciliados por el Carbonato de plata. *Biol. R. Soc. Espanola, Hist. Nat.*, 64 : 95-98.

Foissner (W.), 1967. — Wimpertiere im Silberlinienprepärat. *Mikrokosmos*, 4 : 122-126.

Frankel (J.), Heckmann (K.), 1968. — A simplified Chatton-Lwoff silver impression procedure for use in experimental studies with Ciliates. *Trans. Amer. Microsc.* Soc., 87, 3 : 317-321.

Kirby (H.), 1950. — Materials and methods in the study of Protozoa. *Univ. Calif. Press, Berkeley*, 72 p.

Klein (B.), 1958. — The « Dry » silver method and its proper use. *Jour. Protozoology*, 5, 2 : 99-103.

Penard (E.), 1935. — Rhizopodes d'eau douce. Récoltes, préparations et souvenirs. *Bull. Soc. Fr. Microsc.*, IV : 57-73.

Romeis (B.), 1968. — Mikroskopische Technik 16 aufl. Oldenburg, München.

TUFFRAU (M.), 1967. — Perfectionnement et pratique de la technique d'imprégnation au Protargol des Infusoires ciliés. *Protistologica*, 3, 1 : 91-98.

TUFFRAU (M.), 1967. — Dispositif pour l'étude expérimentale du peuplement des surfaces solides immergées. *Vie et Milieu*, XVIII : 71-83.

TZE-TUAN-CHEN, 1944. — Staining nuclei and chromosomes in Protozoa. *Stain Technology*, 19 : 83-90.

WILBERT (N.), 1975. — Eine Verbesserte Technik der Protargol-Imprägnation für Ciliaten. *Mikroskosmos*, 12 : 171-179.

2° *GÉNÉRALITÉS SUR LES PROTOZOAIRES*

CALKINS (G. N.), SUMMERS (F. N.), 1941. — Protozoa in biological research. *Columbia Univ. Press, New York*, 1148 p.

CHEN (T. T.). — Research in Protozoology —1-4 — *New York, Pergamon Press*, 1967-68.

DOGIEL (V. A.) rev. POLJANSKIJ (J. I.), CHEJSIN (E. M.), 1965. — General Protozoology. *Zed. Oxford, Clarendon Press.*

GRASSE (P. P.) ed., 1952. — Traité de zoologie. Anatomie, systématique, Biologie. Vol. I, fasc. 1. Protozoaires : Généralités, Flagellés. *Masson et Cie*, 1071 p.

GRASSE (P. P.), 1953. — Protozoaires : Rhizopodes, Actinopodes, Sporozoaires, Cnidosporidies. *Masson et Cie*, 1160 p.

GRELL (K. G.), 1973. — Protozoology. *Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, New York*, 554 p.

HALL (R. P.), 1953. — Protozoology. *New York, Prentice Hall.*

JAHN (T. L.), JAHN (F. F.), 1949. — How to know the Protozoa. *Brown, Dubuque, Iowa*, 234 p.

KUDO (R. R.), 1966. — Protozoology. 5e ed. *Springfield (III.), Thomas.*

MACKINNON (D. L.), HAWES (R. S. J.), 1961. — An introduction to the study of Protozoa. *Oxford, Clarendon Press.*

MANWELL (R. D.), 1961. — Introduction in Protozoology. *London, Edward Arnold.*

3° *PROTOZOAIRES EN AFRIQUE*

DADAY, 1907. — Plankton Tiere dem Victoria Nyanza. *Zool. Jahr.* XXV : 245-262.

DADAY, 1910. — Beitrage zur Kenntnis der Mikrofauna von Deutsch Ost-Afrika. *Matn, Termesz, erles*, XXV : 402-420.

DADAY, 1910. — Beitrage zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils. *Sitzb. Akad. Wiss. Wien*, CXIX : 537-580.

DADAY, 1910. — Untersuchungen über die Süsswasser Mikrofauna Deutsch. *Osi-Afrika Zoologika*, XXIII, 314 p.

FANTHAM (H. B.), TAYLOR (C. V.), 1922. — Some Protozoa found in certains South African Soils. *South Afr. Journ. Sci.*, 18 : 373-393 : 340-371.

FANTHAM (H. B.), PATERSON (N. F.), 1924. — Some Protozoa found in certains South African soils. *South Afr. Journ.*, 20 : 437-492.

FANTHAM (H. B.), ROBERTSON (K. G.), 1928. — Some Protozoa found in certains soils in South Africa. *South Afr. Journ. Sci*, 25 : 402-422.

FANTHAM (H. B.), 1930. — Some remarks on Protozoa in South African soils. *Rep. Brit. Assoc. Adv. Sci. London,* 97th meating : 334-335.

KUFFERATH (H.), 1918. — Potamoplancton du fleuve Congo, prélevé près de la Nouvelle-Anvers. *Bull. Mus. R. Hist. Nat. Belg.*, 24, 18 p.

SONDHEIM (M.), 1929. — Protozoen am dem Ausbentos der Voltzkowschen Reisen in Madagascar und Ostafrika. *Abhand.-Senkenberg. Naturw. Ges.*, 41 : 285-313.

VAN OYE (P.), 1926. — Potamoplancton de la Ruki au Congo belge. *Rev. d'Hydrobiol.*, XV : 1-50.

VIRIEUX, 1913. — Plancton du Victoria Nyanza. *Voyage de Ch. Alluard et R. Jeannel en Afrique Orientale.*

4° *TRAVAUX DE BASE SUR LES RHIZOPODES*

ARNDT (A.), 1924. — Rhizopodenstudien I. *Arch. Protistenk.*, 49 : 1-83.

BONNET (L.), THOMAS (R.), 1960. — Faune terrestre et d'eau douce des Pyrénées-Orientales. Vol. 5 : Thécamoebiens du sol. *Masson et Cie,* Paris, 103 p.

BONNET (L.), 1964. — Le peuplement thécamoebien des sols. *Rev. Ecol. Biol. Sol,* I. 2 : 123-408.

CASH (J.), WAILES (G. H.), 1919. — The British fresh-water Rhizopode and Heliozoa. *Roy. Soc. London.*

CHARDEZ (D.), 1967. — Histoire naturelle des Protozoaires Thécamoebiens. 100 p., *Les Naturalistes Belges.*

CHARDEZ (D.), 1974. — Sur les Thécamoebiens des rhizosphères et des feuilles d'arbres. *Bull. Rech. Agr. Gembloux,* IX : 3-12.

CHATTON (E.), 1953. — Ordre des Amoebiens nus dans Traité de Zoologie des P. P. Grassé, I, fasc. 1 : 5-91 (Masson et Cie, Paris).

DECLOITRE (L.), 1951. — Matériaux pour une faune rhizopodique d'A.O.F. Faune du lac Tanna (Sénégal. *Bull. Inst. Fr. Afr. noire,* XIII : 87-108.

DECLOITRE (L.), 1961. — Le genre *Paraquadrula* (Thekamoebina). *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 46 : 321-33.

DECLOITRE (L.), 1962. — Le genre *Euglypha. Arch. Protistenk,* 106 : 51-100.

DEFLANDRE (G.), 1928. — Le genre *Arcella* Ehrenberg. Morphologie-Biologie. Essai phylogénétique et systématique. *Arch. Protistenk.*, 64 : 152-287.

DEFLANDRE (G.), 1929. — Le genre *Centropyxis. Arch. Protistenk.*, LXVII : 323-375.

DEFLANDRE (G.), 1935. — Étude monographique sur le genre *Nebela* Leidy (Rhizopoda-Testacea). *Ann. Protist.*, V : 201-323.

DE SAEDELEER (H.), 1934. — Beitrage zur Kenntnis des Rhizopoden : Morphologische und systematische Untersuchungen und ein Klassifikationversuch. *Mem. Mus. Roy. Hist. Nat. Belgique,* 60 : 1-112.

HOLLANDE (A.), 1945. — Biologie et reproduction des Rhizopodes des genres *Pelomyxa* et *Amoeba* et cycle évolutif de l'*Amoebophilus destructor* nov. gen. ; nov. spec. Chrytidinée (?) parasite de *Pelomyxa palustris* Greeff. *Bull. Biol. Fr. Belgique,* 79 : 31-66.

JEON (A. L.), (Ed.), 1972. — The biology of Amoeba. *New York, London, Academic Press.*

LEIDY (J.), 1879. — Freshwater Rhizopods of North-America. *U. S. Geol. Surv.* vol. 12, 324 p., 48 pl.

MAST (S. O.), 1926. — Structure, movement, locomotion and stimulation in *Amoeba*. *Journ. Morph.*, 41 : 347-425.

OYE (P. VAN), 1933. — Rhizopodes du district sub-alpin de la Belgique. *Arch. f. Naturgesch.*, Abt B.N.F. : II, 538-573.

PENARD (E.), 1890. — Étude sur les Rhizopodes d'eau douce. *Mem. Soc. Phy. Hist. Nat.* Genève, vol. 31, 230 p.

PENARD (E.), 1902. — Faune rhizopodique du Bassin du Léman. *Genève, Henri Künding.*

PENARD (E.), 1904. — Les Héliozoaires d'eau douce. *Genève, Henri Künding.*

PENARD (E.), 1905. — Les Sarcodinés des Grands Lacs. *Genève, Henry Künding*, 135 p.

PUSSARD (M.), 1966. — Le genre *Acanthamoeba* Volkonsky, 1931 (Hartmannellidae-Amoebida). *Protistologica*, II, 4 : 71-93.

SCHOUTEDEN (H.), 1906. — Les Rhizopodes testacés d'eau douce. *Ann. Biol. Lacustre*, 1.

5° *RHIZOPODES D'AFRIQUE*

BONNET (L.), 1960. — Thécamoebiens des sols d'Angola. *Comp. Diamantes.* Angola *(Subs. Est. Biol. Lunda) (Angola)*, *51* : 79-86.

BONNET (L.), 1965. — Nouveaux Thécamoebiens du Sol. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 100 : 300-332.

BONNET (L.), 1966. — Le peuplement Thécamoebien des sols du Gabon. *Biologia gabonica*, II : 183-214.

BONNET (L.), 1967. — Le peuplement Thécamoebien de quelques sols de la République du Congo-Brazzaville. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Biol.*, 3 : 43-53.

BONNET (L.), 1969. — Thécamoebiens des sols d'Angola. *Comp. Diamantes. Angola (Subs. Est. Biol. Lunda) (Angola)*, 81 : 115-136.

BONNET (L.), 1969. — Aspects généraux du peuplement thécamoebien édaphique de l'Afrique intertropicale. *Comp. Diamantes Angola (Subs. estud. Biol. Lunda)* Angola, 81 : 137-176.

BONNET (L.), 1974. — Nouveaux Thécamoebiens du sol (VII). *Bull. Soc. Hist. Nat.* Toulouse, 110 : 283-290.

BONNET (L.), 1974. — Les *Lamiopyxidae* fam. nov. et la structure propylostome chez les Thécamoebiens. *C. R. Acad. Sci.* (Paris), 278 : 2935-2937.

BONNET (L.), sous-presse. — Le peuplement thécamoebien édaphique de la Côte d'Ivoire (sols de la région de Lamto).

BONNET (L.), 1975. — Nouveaux Thécamoebiens du sol (VIII). *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 111 : 300-302.

BONNET (L.), 1975. — *Lamioquadrula* gen. nov., et la structure plagiostome chez les Thécamoebiens nébéliformes. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 111 : 297-299.

CHARDEZ (D.), 1957. — Quelques Thécamoebiens d'une station muscicole du Congo. Chez l'auteur, 6 p.

CHARDEZ (D.), 1964. — Exploration hydrobiologique du Bassin du lac Bangwelo et du Luapula. *Centre Hydrobiol. (Bruxelles)*, 10, 78 p.

CHARDEZ (D.), 1974. — Thécamoebiens du Djebel Mara, massif volcanique du Soudan. *Rev. Verviétoise d'Hist. Nat.*, 31 : 1-8.

CHARDEZ (D.), 1975. — Quelques Thécamoebiens de la région de Butare (Ruw). *Rev. Verviétoise d'Hist. Nat.*, 32, 2 p.

DECLOITRE (L.), 1947. — Faune rhizopodique des marécages de Tiaroye. *Feuill. Natural.* II, 4 : 38.

DECLOITRE (L.), 1947. — Rhizopodes de la Station de Tanaf. *Feuill. Natural.*, II, 9-10 : 91-94.

DECLOITRE (L.), 1948. — Matériaux pour une faune rhizopodique d'A.O.F. *Bull. Inst. Afr. Noire*, X : 235-284.

DECLOITRE (L.), 1949. — Matériaux pour une faune rhizopodique d'A.O.F. *Bull. Inst. Afr. Noire*, XI : 281-308.

DECLOITRE (L.), 1949. — Faune rhizopodique des marécages de M'Baouar. *Feuill. Natural.*, IV : 32-36.

DECLOITRE (L.), 1951. — Matériaux pour une faune rhizopodique d'A.O.F. *Bull. Inst. Afr. Noire*, XIII : 87-108.

DECLOITRE (L.), 1953. — Recherches sur les Rhizopodes Thécamoebiens d'A.O.F. *Mém. Inst. Fr. Afr. Noire*, 31 : 1-249.

DECLOITRE (L.), 1953. — Rhizopodes de l'Afrique Orientale Anglaise. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XV : 1432-1436.

DECLOITRE (L.), 1953. — Recherches sur les Rhizopodes d'A.O.F. *Thèse Univ. Marseille*, 249 p.

DECLOITRE (L.), 1954. — Contribution à l'étude du peuplement de la Mauritanie. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XVI : 398-413.

DECLOITRE (L.), 1954. — Biostatistique, biogéographie et thécamoebiens d'A.O.F. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XVI : 414-437.

DECLOITRE (L.), 1954. — Thécamoebiens d'une source d'eau chaude de Guinée. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XVI : 829-833.

DECLOITRE (L.), 1955. — Thécamoebiens des grottes de Guinée. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XVIII : 989-1019.

DECLOITRE (L.), 1956. — Thécamoebiens du Nikolo-Koba, parc et réserve en A.O.F. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XIX : 233-258.

DECLOITRE (L.), 1957. — Matériaux pour une faune rhizopodique d'A.O.F. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XIX : 367-372.

DECLOITRE (L.), 1958. — Thécamoebiens du Cameroun. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, 20 : 1139-1144.

DECLOITRE (L.), 1959. — Mission Villiers Descarpentries au Congo. *Bull. Inst. Fr. Afr. Noire*, XXVII : 165-184.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1953. — Les genres *Nebela*, *Paraquadrula* et *Pseudonebela* (Rhizopodes testacés) en Afrique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 44 : 324-326.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1957. — Additions aux *Nebela* d'Afrique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 48 : 494-523.

GAUTHIER-LIÈVRE (L.), THOMAS (R.), 1958. — Les genres *Difflugia*, *Pentagonia*, *Maghrebia* et *Hoogenraadia* (Rhizopodes testacés) en Afrique. *Arch. Protistenk.*, 103 : 241-370.

GOLEMANSKY (V.), 1964. — Thécamoebiens nouveaux et peu connus. *Acta Protozool.* (Varsovie), 2 : 197-199.

GOLEMANSKY (V.), 1963. — Matériaux sur la faune rhizopodique de Guinée (Thécamoebiens du massif du Fouta Djalon). Recherches africaines N.S., 1 : 39-54.

GREEN (J.), 1963. — Zooplankton of the River Sokoto, The Rhizopoda Testacea. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 141 : 497-514.

KUFFERATH (H.), 1932. — Rhizopodes du Congo Belge. *Rev. Zool. Botan. afric.*, XXIII : 52-60.

MAES (G.), PAULUS (J.), CHARDEZ (D.), 1972. — Thécamoebiens d'un sol forestier Zaïrois. *Bull. Rech. Agron. Gembloux*, VII : 230-232.

OYE (van P.), 1927. — Rhizopoden und Heliozoen von Belgish Kongo. *Natuurw. Tijdschr.*, 9 : 4-18.

OYE (van P.), 1931. — Rhizopoda from South-Africa. *Rev. Zool. Bot. Afr. Tervueren*, 21 : 54-73.

OYE (van P.), 1932. — Neue Rhizopoden aus Africa. *Zool. Anzeiger*, 99 : 323-328.

OYE (van P.), 1936. — Six Rhizopodes nouveaux du Congo Belge. *Arch. Zool. Exp. Gén.*, 65 : 64-74.

OYE (van P.), 1948. — Rhizopodes. Exploration du Parc National Albert. *Institut des Parcs Nationaux du Congo Belge (Mission J. Lebrun 1937-1938)*, gasc. 9, 47 p.

OYE (van P.), 1958. — Étude sur les Rhizopodes des marais du Sud-Ouest d'Uvire (Congo Belge). *Hydrobiologia*, 10 : 35-137.

OYE (van P.), 1959. — Faune rhizopodique du plateau de Kundulungu (Congo-Belge). *Hydrobiologia*, XIII : 239-286.

PENARD (E.), 1911. — On some rhizopods from Sierra Leone. *London J. Queck, Microsc. cl.*, ser. 2 : 299-306.

STEPANEK (M.), 1963. — Die Rhizopoden aus Katanga. *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr. (ser. C. Zool.)*, 117, 91 p.

THOMAS (R.), 1958. — Sur quelques *Euglypha* nouvelles ou peu connues observées en Afrique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 49 : 83-92.

THOMAS (R.), GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1959. — Notes sur quelques Euglyphidae d'Afrique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 50 : 34-86.

THOMAS (R.), GAUTHIER-LIÈVRE (L.), 1959. — Le genre *Lesqueresia* Schlumberger 1845 (Rhizopodes Testacés). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 50 : 34-86.

6° *HÉLIOZOAIRES*

DRAGESCO (J.), 1964. — Capture et ingestion des proies chez *Actinosphaerium eichorni*. *Arch. Zool. Exper. et Gen. (Protistiologica N° CXIX)*, 104, 2 : 163-175.

LEIDY (J.), 1879. — Freshwater Rhizopods of Nord-America. *United States Geology Survey*, vol. XII.

PENARD (E.), 1889. — Études sur quelques Héliozoaires d'eau douce. *Arch. Biol.*, IX : 122-183.

PENARD (E.), 1904. — Les Héliozoaires d'eau douce. Genève, 341 p.

ROSKIN (A.), 1929. — Neue Heliozoen-Arten. *Arch. Protistenk.*, 52 : 207-216.

SCHAUDIN (F.), 1896. — Heliozoa im Tierreich Berlin.

SCHEWIAKOFF (W.), 1926. — Acantharia in Fauna et Flora Golfo Napoli. *Monograph.*, 37.

TREGOUBOFF (G.), 1953. — Classe des Héliozoaires dans *Traité de Zoologie de P. P. Grassé*, Tome 1 (fasc. II), Masson & Cie.

VALKANOV (A.), 1940. — Die Heliozoen und Protomyxien, Arthestand und sonstige Kritische Bemerkungen. *Arch. Protistenk.*, 93 : 225-254.

WAILES (G. H.), 1921. — Heliozoa, in « *British Freshwater Rhizopoda and Heliozoa.* » Vol. V, Roy. Soc. Edit.

7° *TRAVAUX DE BASE SUR LES CILIÉS LIBRES*

BICK (H.), 1972. — Ciliated Protozoa. *World Health Organisation, Genève,* 198 p.

BORROR (A. C.), 1972. — Ciliates of New-Hampshire tidal marshes. *Acta Protozoal.,* 10 : 29-71.

BORROR (A. C.), 1972. — Revision of the order Hypotrichida (Ciliophora, Protozoa). *J. Protozool.,* 19 : 1-23.

BORROR (A. C.), 1973. — Marine Flora and Fauna of the Northeastern United States *Protozoa-Ciliophora. NOAA. Technical report,* NMFS Circ.- 378, 62 p.

CANELLA (M. F.), 1954. — Ricerche sulla microfauna della acque interne Ferraresi. Introduzione allo studio dei Ciliati e dei Rotiferi. *Pub. Civ. Mus. St. Nat. Ferrara,* 4 : 1-154.

COLLIN (B.), 1911-1912. — Études monographiques sur les Acinétiens. I et II. *Arch. Zool.* exp. Gén., 48-51.

CORLISS (J. O.), 1953. — Comparative study on Holotrichous Ciliates in the *Colpidium-Glaucoma-Leucophrys-Tétrahymens* group. II. Morphology, life-cycles and systematic status of strains in pure culture. *Parasitology,* 43 : 49-87.

CORLISS (J. O.), 1959. — An illustrated key to the higher groups of the ciliated Protozoa, with definition of terms. *J. Protozool.,* 6 : 265-281.

CORLISS (J. O.), 1961. — The Ciliated Protozoa. *Oxford Pergamon Press,* 310 p.

CURDS (C. R.), 1969. — An illustrated key to the British Freshwater Ciliated Protozoa commonly found in Activated sludge. *Ministry of Technology, H.M.S.O., London,* 90 p.

CZAPIK (A.), 1968. — La famille Tetrahymenidae et son importance dans la systématique et l'évolution des Ciliés. Acta Protozool., V : 315-357.

DINGFELDER (J. H.), 1962. — Die Ciliaten Vorübergehender Gewässer. *Arch. Protistenk.,* 165 : 509-658.

DRAGESCO (J.), 1960. — Ciliés mésopsammiques littoraux. *Trav. Stat. Biol. Roscoff (N.S.),* XII : 1-356.

DRAGESCO (J.), 1966. — Observations sur quelques Ciliés libres. *Arch. Protistenk.,* 109 : 155-206.

DRAGESCO (J.), 1966. — Ciliés libres de Thonon et de ses environs. *Protistologica,* II : 59-95.

FAURE-FRÉMIET (E.), 1924. — Contribution à la connaissance des infusoires planctoniques. *Bull. Biol. Fr. Belg., suppl.* 6 : 1-171.

GAJEWSKAJA (N.), 1933. — Zur Okologie, Morphologie und systematik der Infusorien des Baikalsees. *Zoologica,* 83 : 1-298.

GELEI (J.), 1954. — Uber die Lebensgemeinschaft einiger temporärer Tümpel auf einer Bergwiese im Börzsonygebirge (Oberungarn). III. Ciliaten. *Acta biol. Ac. Sci. Hung.,* 5 : 259-343.

GROLIÈRE (C. A.), 1974-75. — Étude de quelques Ciliés Hyménostomes des eaux acides de la région de Besse-en-Chandesse. *Ann. Stat. Biol. Besse-en-Candesse,* 9 : 79-109.

GROLIÈRE (C. A.), 1975. — Description de quelques Ciliés Hypotriches des tourbières à Sphaignes et des étendues d'eau acides. *Protistologica,* XI : 481-499.

GUILCHER (Y.), 1948. — Contribution à l'étude des Ciliés gemmipares Chonotriches et Tentaculifères. *Ann. Sci. Nat. (Zool),* 13 : 33-130.

JANKOWSKI (A. W.), 1964. — Morphology and evolution of Ciliophora. III. Diagnoses and Phylogenesis of 53 Sapropelbiontes mainly of the order Heterotrichida. *Arch. Protistenk.*, 107 : 185-294.

JANKOWSKI (A. W.), 1973. — [Fauna of the U.S.S.R. : Infusoria subclass Chonotricha], vol. 2, 1. *Akad. Nauk SSSR, Nauka, Leningrad*, 355 p. (en russe).

JONES (A. R.), 1974. — The Ciliates. *Hutchinson (London)*, 207 p.

KAHL (A.), 1930-1935. — Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria) *in: Dahl Tierwelt Deutschlands Jena. G. Fischer* (19, 21, 25, 26).

LEPSI (I.), 1927. — Studii faunistice, morfologice si fiziologice asupra Infuzoriilor din Romania. *Academia Romana*, XII, 174 p.

MATTHES (D.), WENZEL (F.), 1966. — Wimpertiere (Ciliaten). *Kosmos Verlag (Stuttgart)*, 111 p.

MUGARD (H.), 1948. — Contribution à l'étude des Infusoires hyménostomes histiophages. *Ann. Sci. Nat. (Zool. Biol. Anim.)*, 10 : 173-268.

NOLAND (L. E.), FINLEY (E. H.), 1931. — Studies on the Taxonomy of the Genus *Vorticella*. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, 50 : 81-121.

NOLAND (L. E.), 1959. — *Ciliophora in Edmonson W.T. ed. Word and Whipple's Freshwater biology 2° ed., New York, London*, Wiley.

PÄTSCH (B.), 1974. — Die Aufwuchsciliaten des Naturlehrparks Hans Wildenrath. *Thèse (Univ. Bonn)*, 80 p.

PENARD (E.), 1922. — Études sur les Infusoires d'eau douce. *Genève, Georg. et Cie*, 331 p.

PUYTORAC (P. de) et all., 1974. — Proposition d'une classification du phylum *Ciliophora* Doflein, 1901. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 278 : 2799-2802.

ROQUE (M.), 1961. — Recherches sur les Infusoires Ciliés : Les Hyménostomes péniculiens. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, XCV : 431-519.

SRAMEK-HUSEK (R.), 1954. — Neue und Wenig bekante Ciliaten aus der Tchechoslowakei und inhre Stellung in Saprobiensystem. *Ark. Protistenk.*, 100 : 246-267.

STILLER (J.), 1938. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Pertitrichenfauna des Teiches Belsö-tö bei Tihany. *Arch. ung. biol. Forsch. Inst.*, 10 : 147-253.

STILLER (J.), 1971. — Szajkoszorus csillosok-Peritricha. *Fauna Hung.*, 105, 254 p.

TARTAR (V.), 1961. — The biology of Stentor. *Pergamon Press, Oxford, London*, New York.

TUFFRAU (M.), 1960. — Révision du genre *Euplotes*, fondée sur la comparaison des structures superficielles. *Hydrobiologia*, 15 : 1-77.

VILLENEUVE-BRACHON (S.), 1940. — Recherches sur les Ciliés Hétérotriches. *Arc. Zool. Exper.*, 82 : 2-180.

WANG (C. C.), NIE (D.), 1932-33. — Report on the rare and new species of freshwater Infusoria I et II. 1) *Contr. Biol. Lab. Sci. Soc. China*, 8 : 285-385. 2) *Sinensia*, 6 : 399-524.

WANG (C. C.), 1940. — Notes on some freshwater Infusoria. *Sinensia*, 11 : 11-32.

WENRICH (D. H.), 1928. — Eight well defined species of *Paramecium*. *Trans. Amer. Micr. Soc.*, 47 : 274-282.

WETZEL (A.), 1928. — Die Fachschlamm und seine Zilisten Leitformen. *Z. Mörph. Okol. Tiere*, 13 : 179-328.

WICHTERMANN (R.), 1953. — The Biology of *Paramecium. Blakiston* (Pa), 527 p.

8° *CILIÉS D'AFRIQUE*

DIETZ (G.), 1965. — Uber zweie neue Ciliaten aus einem ostofrikanischen Sodasee, *Uroleptus natronophilus* n. sp. und *Spathidium elmenteitanum* n. sp. *Arc. Protistenk.*, 108 : 25-28.

DRAGESCO (J.), 1966. — Quelques ciliés libres du Gabon. *Biologia Gabonica*, II, 1 : 91-117.

DRAGESCO (J.), 1966. — Ciliés mésopsammiques d'Afrique noire. *Cah. Biol. Marine*, VI : 357-399.

DRAGESCO (J.), TUFFRAU (M.), 1967. — *Neobursaridium* gigas Balech, 1941 Cilié Holotriche Hyménostome pan-tropical. *Protistologica*, III : 133-145.

DRAGESCO (J.), 1968. — A propos de *Neobursaridium gigas* Balech, 1941 : Sténothermie, inclusions, ultrastructure, trichocystes. *Protistologica*, IV : 157-166.

DRAGESCO (J.), 1970. — Ciliés libres du Cameroun. *Ann. Fac. Sci. Cameroun* (HS), 140 p.

DRAGESCO (J.), NJINE (T.), 1971. — Compléments à la connaissance des ciliés libres du Cameroun. *Ann. Fac. Sci. Cameroun*, 7-8 : 97-140.

DRAGESCO (J.), 1972. — Ciliés libres de la cuvette tchadienne. *Ann. Fac. Sci. Cameroun*, 11 : 71-91.

DRAGESCO (J.), 1972. — Ciliés libres de l'Ouganda. *Ann. Fac. Sci. Cameroun*, 9 : 87-126.

DRAGESCO (J.), 1973. — Quelques données écologiques sur les ciliés libres de l'Afrique. *Amer. Zool.*, 13 : 231-232.

NILSSON (J. R.), 1962. — Observations on *Neobursaridium gigas* Balech, 1941 (Ciliata Heterotrichida). *J. Protozool.*, 9 : 273-276.

NILSSON (J.), 1967. — An african strain of *Bepharisma japonicum* Suzuki. *C. R. Trav. Lab. Carlsberg*, 36 : 1-24.

NJINE (T.), 1972. — La transformation microstome-macrostome et macrostome-microstome chez *Tetrahymena paravorax* Corlin 1957. *Ann. Fac. Sci. Cameroun*, 10 : 69-84.

THURSTON (J. P.), 1964. — The Biology of *Neobursaridium gigas* Balech, 1941 (Ciliata Heterotrichida). *J. Protozool.*, 11 : 307-309.

Cnidaires 4

JACQUELINE GOY

Les espèces rencontrées dans les eaux douces africaines appartiennent au même genre *Limnocnida*. En ce qui concerne la région délimitée pour cette étude, l'Afrique soudanienne, les méduses se rapportent aux deux espèces *L. tanganyicae* GÜNTHER, 1893 et *L. indica* ANNANDALE, 1912.

Les méduses ne représentent, en fait, qu'un stade temporaire libre et sexué d'un animal dont le stade fixé est l'hydraire, souvent encore appelé polype. Méduses et polypes ont une organisation très simplifiée constituée par deux assises de cellules séparées par une gelée : *la mésoglée*. L'assise interne ou endoderme tapisse *le coelentéron* ou *cavité gastrique* ; l'assise externe ou ectoderme est constituée de nombreuses cellules différenciées dont certaines ont un rôle dans la capture de la nourriture ou la défense de l'organisme : ce sont les *cnidoblastes* ou cellules urticantes (cnidos = ortie). Ces cellules sont si particulières qu'elles ont donné son nom à l'embranchement : les Cnidaires, Métazoaires diploblastiques ayant deux feuillets cellulaires seulement, les Cnidaires sont classés au bas de l'échelle zoologique, juste après les Spongiaires.

Description schématique des Cnidaires

Le polype est une sorte de sac fixé au substrat par une sole pédieuse. L'ouverture du sac, dirigée vers le haut, correspond à la bouche et l'intérieur du sac à l'estomac. La bouche est entourée de verticilles de tentacules, fines digitations ornées de cnidoblastes.

Certains genres ont des polypes isolés, ce sont des formes solitaires ; mais la plupart sont rassemblés le long d'un axe ou stolon, ce sont des

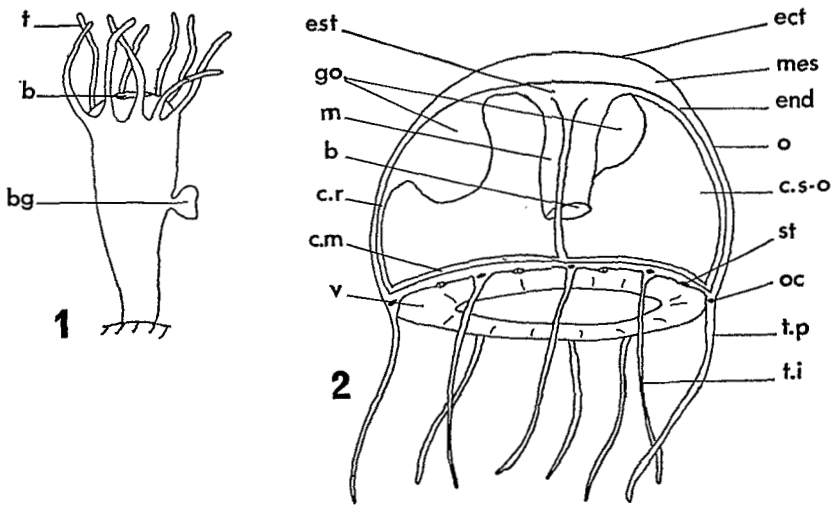


PLANCHE I. — **1** : Schéma d'un polype ; **2** : Schéma d'une méduse ; b : bouche, bg : bourgeon, c.m. : canal marginal, c.r. : canal radiaire, c.s.o. : cavité sous-ombrellaire, ect : ectoderme, end : endoderme, est : estomac, go : gonade sur les canaux ou sur l'estomac, m : manubrium, mes : mésoglée, o : ombrelle, oc : ocelle, st : statocyste, t : tentacule, t.i. : tentacule interradiaire, t.p. : tentacule perradiaire, v : velum.

formes coloniales qui sont produites par bourgeonnement à partir du premier polype issu de l'œuf. Un autre type de bourgeonnement donne naissance aux méduses.

La méduse a la forme d'un cloche transparente, ou ombrelle, dont le battant est le manubrium et dont le pourtour porte des tentacules au nombre de 4, 8, 16, ... n, n étant presque toujours un multiple de 4. Un voile ou velum retrécit l'ouverture de l'ombrelle et délimite une cavité sous-ombrellaire dans laquelle pend le manubrium.

La cavité interne ou gastrique débute à l'extrémité du manubrium par l'orifice buccal, se poursuit par un œsophage formant l'axe du manubrium et s'élargit ensuite en un large estomac situé dans la zone apicale. De l'estomac partent des canaux radiaires (4 ou un multiple de 4), ils rejoignent un canal circulaire marginal envoyant lui-même des ramifications dans les tentacules. Les canaux radiaires déterminent les plans de symétrie : deux perradiaires, deux interradiaires et quatre adradiaires, ces canaux sont reliés par une très fine pellicule, la lame cathamnale.

Les cnidoblastes sont concentrés sur les tentacules ; les organes des sens, ocelles pour la vision (ou micro-œil réduit à quatre ou cinq cellules visuelles sensitives abritées par un cristallin) et statocystes pour l'équilibration (constitués par un ou plusieurs micro-cailloux, les statolithes, emprisonnés dans une sphérule tapissée par des cellules ciliées sensitives) sont dispersés entre les tentacules ou à leur base ; ils sont reliés à deux anneaux nerveux entourant le canal marginal.

Les gonades caractérisent le stade méduse. Elles apparaissent peu après l'émission sur les parois de l'estomac ou le long des canaux radiaires ; les sexes sont en général séparés et la fécondation externe a lieu dans l'eau.

Le cycle de vie des Cnidaires peut se résumer ainsi : de l'œuf éclôt une larve ovale et ciliée, la planule, qui nage puis se fixe sur un substrat adéquat. Elle se transforme ensuite en polype qui émet des méduses, en général une fois par an, à périodes fixes dépendant des conditions du milieu. Les méduses disséminent les produits génitaux et, après fécondation, le cycle recommence. Le stade fixé polype est le stade perrénant alors que le stade méduse a une durée de vie courte. Cette succession peut ne pas se produire certains genres n'ont pas de polype, donc n'existe que sous la forme méduse, et d'autres n'ont pas de méduse, les gonades se différencient alors dans des polypes transformés ou gonozoïdes.

Tous ces caractères : position des gonades, nombre de tentacules, possession des différents stades dans le cycle de vie... servent en Systématique.

Le classification des Cnidaires, très complexe, débute par les HYDROZOAIRES dans lesquels sont rangées les méduses d'Afrique. Ceux-ci se subdivisent en :

— *Athécates*, les gonades des méduses, Anthoméduses, sont sur le manubrium ;

— *Thécates*, les gonades des méduses, Leptoméduses, sont sur les canaux radiaires ;

— *Limnoméduses*, les gonades sont sur le manubrium ou sur les canaux radiaires et les polypes sont minuscules. C'est dans cet ordre que se trouve *Limnocnida* ;

— *Trachyméduses* les gonades sont sur les canaux radiaires ;

— *Narcoméduses* les gonades sont dans des poches autour de l'estomac ; ces deux derniers ordres n'ont pas de stades polypes.

Description de Limnocnida (Limnoméduse)

— POLYPE : taille inférieure à 0,5 mm, bouche entourée de boutons urticants formés par la concentration des cnidoblastes, pas de véritables tentacules.

— MÉDUSE : ombrelle aplatie et légèrement bombée, diamètre maximal de 25 mm, bouche circulaire très largement ouverte donnant accès directement dans l'estomac, manubrium court, quatre canaux radiaires larges, un canal marginal peu visible, lentille de mésoglée au-dessus de l'estomac, très nombreux tentacules, statocystes enchassés à la base des tentacules ; ombrelle ourlée d'un bourrelet urticant correspondant à la zone de formation des cnidoblastes ; gonades sur les parois de l'estomac, festonnées chez les ♂, plus régulières avec ovules bien visibles chez les ♀.

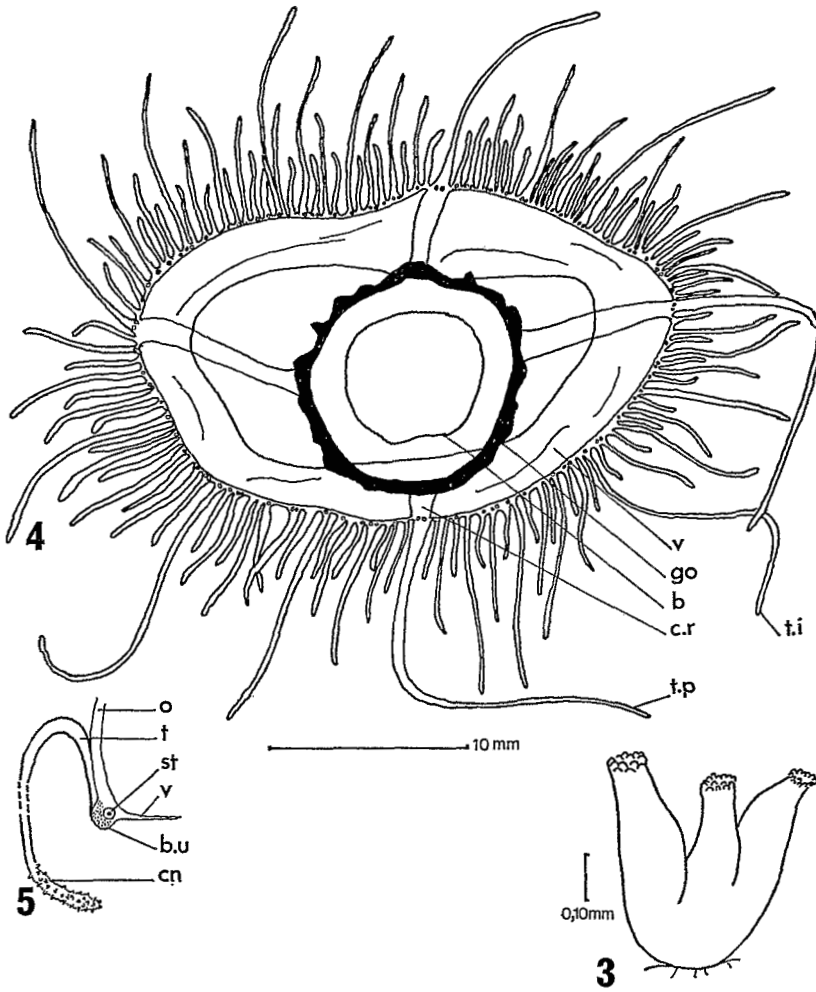


PLANCHE II. — **3** : polype de *Limnocnida* (d'après BOUILLON, 1957). **4** : méduse de *Limnocnida tanganyicae* ; **5** : détail de l'insertion du tentacule de *Limnocnida*. b : bouche, b.u. : bourrelet urticant, cn : cnidoblaste, c.r. : canal radiaire, go : gonade, o : ombrelle, st : statocyste, t : tentacule, t.i. : tentacule interradiaire, t.p. : tentacule perradiaire, v : velum.

Les tentacules, dont la longueur dépend de l'âge, s'insèrent au bord de l'ombrelle, au niveau du bourrelet urticant, mais adhèrent à l'exombrelle par la face abaxiale de leur partie proximale avant de se détacher. Le point de libération se situe d'autant plus haut sur l'exombrelle que les tentacules sont plus anciens, d'où l'apparence de rangées successives et l'âge de la méduse se lit au nombre de ces rangées. Les cnidoblastes sont groupés dans des boutons urticants faisant saillie à la surface de la partie distale des tentacules.

SYSTÉMATIQUE

Une certaine confusion persiste au niveau de la détermination des espèces africaines. THIEL (1973) essaie d'utiliser les données biométriques (nombre de tentacules, nombre de statocystes, rapport de ces deux valeurs, diamètre de la méduse, longueur des tentacules) mais dans les publications peu de précisions apparaissent sur ces caractères. En simplifiant les données de THIEL (1973), on peut résumer les caractères spécifiques des méduses de la zone sahelo-soudanienne :

Limnocnida indica:

rapport statocystes/tentacules <0,5 ;
diamètre de l'ombrelle : 15 mm ;
récolte : Lac Tana, Éthiopie (THIEL, 1973).

Limnocnida tanganyicae:

rapport statocystes/tentacules > 0,5 ;
diamètre : 25 mm ;
bourgeonnement apparaissant parfois sur le manubrium ;
récolte : Mauritanie, Niger, Sokoto, Côte d'Ivoire (N'zi), Lac Tchad, Ennedi, Tibesti (GREEN, 1960, GOY, 1977).

CONSERVATION : dans l'eau formolée à 5 %

Biologie et écologie

CYCLE DE VIE

Les *Limnocnida* possèdent les deux stades, cependant ici le stade polype est très régressé. Le cycle de vie est classique, l'originalité réside dans le bourgeonnement du polype qui engendre :

— soit de nouvelles larves analogues à des planules, les frustules, qui se différencient en polype après fixation ou qui, si les conditions externes sont mauvaises, s'enkystent et permettent ainsi à l'espèce de subsister ; ce sont les « bourgeons de résistance » (BOUILLON, 1957) correspondant aux œufs de durée de certains crustacés ;

— soit un autre polype, réalisant une colonie très réduite ;

— soit une jeune méduse, d'un diamètre de 1 mm, ressemblant plus à une Anthoméduse par son ombrelle en cloche, ses huit tentacules tous semblables (4 perradiaires et 4 interradiaires qui seront donc les plus longs chez l'adulte) et son manubrium pendant nettement dans la cavité sous-ombrellaire.

— NUTRITION : les deux stades sont très carnassiers et dévorent des larves d'insectes, de petits crustacés, des œufs et des alevins de poissons.

— HABITAT : zones d'eau calme et peu profonde pour le polype, en pleine eau pour la méduse avec nage par contractions brusques de l'ombrelle entrecoupées de repos ombrelle déployée. En période défavorable, l'espèce se maintient grâce aux bourgeons de résistance puis le cycle démarre dès l'arrivée de la saison des pluies, mais dans les lacs les *Limnocnida* sont présentes toute l'année.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUILLON (J.), 1957. — Étude monographique du genre *Limnocnida* (Limnoméduse). *Annales de la Société Royale Zoologique de Belgique*, 87, 2 : 252-500.

GREEN (J.), 1960. — Zooplankton of the River Sokoto. The freshwater medusa *Limnocnida*. *Proceedings of the zoological society of London*, 135, 4 : 613-618.

GOY (J.), 1977. — Sur les *Limnocnida* africaines (Cnidaires, Limnoméduses). *Bull. Inst. fond. Afr. noire*, 39, ser. A (3) : 563-582.

THIEL (H.), 1973. — *Limnocnida indica* in Africa. *Publications of the Seto marine biological laboratory*. Proceedings of the Second International Symposium on Cnidaria, Shirahama and Kushimoto, Japan october 16-19, 1972, 20 : 73-79.

Spongiaires 5

NICOLE BOURY-ESNAULT

Généralités sur les éponges

Les éponges sont des animaux aquatiques (marins ou d'eau douce), fixés à l'état adulte, de formes, de dimensions et de couleurs très variées. Ce sont des métazoaires, mais les plus primitifs et sans doute les plus anciens.

Les éponges ne possèdent pas d'organes, ni de système nerveux, les cellules ne forment pas à proprement parler de tissus, les liaisons intercellulaires sont labiles. Leur organisation est donc restée à un niveau de relations cellulaires ; le fonctionnement de l'animal résulte de l'activité de cellules plus ou moins différenciées agissant avec un faible niveau de coordination.

ANATOMIE

L'éponge est constituée de deux populations cellulaires fondamentales, dont la répartition n'est pas au hasard, mais répond à un certain nombre d'exigences fonctionnelles liées en particulier à ce qui fait la grande originalité des éponges dans l'ensemble du règne animal : leur système aquifère.

Le corps de l'éponge est en effet parcouru par un courant aquifère en circuit ouvert (fig. 1). L'eau extérieure (flèches) pénètre dans l'éponge par de petits orifices inhalants (± 50 μm), puis par un réseau de canaux inhalants atteint le moteur, la pompe du système : les *chambres choanocytaires*. En forme de sphères creuses, ces chambres sont tapissées de cellules munies d'une collerette et d'un flagelle : les *choanocytes*. Le battement des flagelles assure le mouvement de l'eau. L'eau sort de l'éponge par un réseau de canaux exhalants qui confluent vers des ouvertures relativement larges : les *oscules*

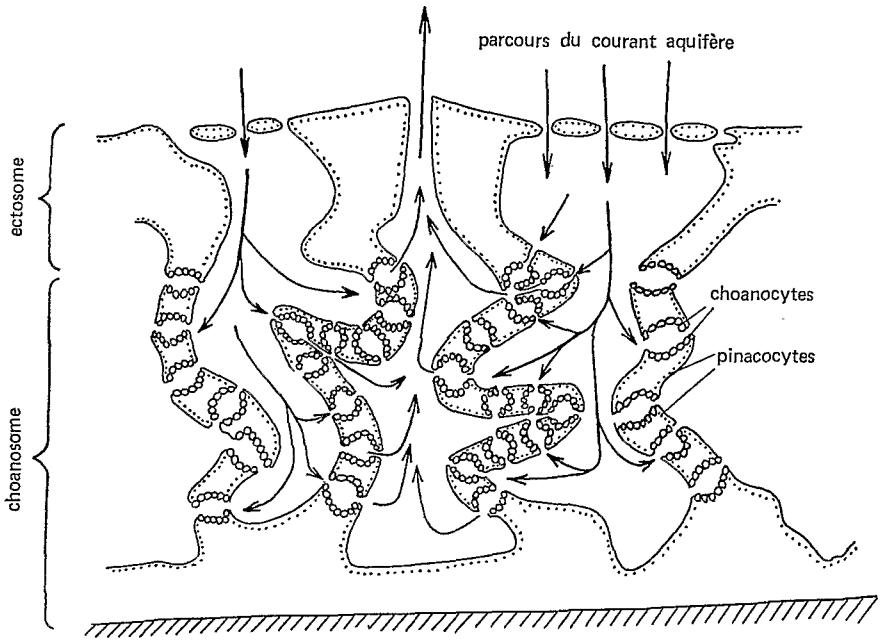


Fig. 1. — Schéma d'une éponge.

(1 à 5 mm de diamètre environ). Dans cette eau circulante l'éponge prélève ce qui lui est nécessaire pour couvrir ses besoins nutritionnels et respiratoires, et rejette les produits de déchets de son métabolisme.

L'ensemble de la surface de l'éponge et des canaux est tapissé par des cellules appelées *pinacocytes*. Pinacocytes et choanocytes sont les deux éléments essentiels d'une éponge (il existe des espèces qui ne possèdent que ces deux types cellulaires) ; ils forment deux assises cellulaires continues qui isolent totalement l'éponge de l'eau extérieure et de l'eau circulante ; ces assises délimitent le milieu intérieur de l'éponge et assurent son intégrité.

Entre ces deux assises cellulaires, on trouve des cellules mobiles qui constituent le *mésohyle*. Ce sont :

- les cellules qui élaborent les éléments de soutien du corps de l'éponge :
  - *collencytes* et *lophocytes* synthétisant le collagène,
  - *sclérocytes* synthétisant les éléments figurés du squelette : les spicules,
  - *spongocytes* synthétisant les fibres de spongine
- les cellules qui contrôlent le diamètre des orifices aquifères :
  - *cellules contractiles*
- les cellules qui participent aux échanges métaboliques :
  - *glycocytes* synthétisant et stockant le glycogène,
  - *cellules sphéruleuses* qui sont impliquées dans l'excrétion
- les cellules qui assurent un équilibre entre les différentes populations cellulaires :
  - *archéocytes* : ils ont à la fois un rôle de macrophages éliminant les cellules en excès ou les déchets, et d'autre part ils sont capables de se différencier en n'importe quelle catégorie cellulaire en fonction des besoins.

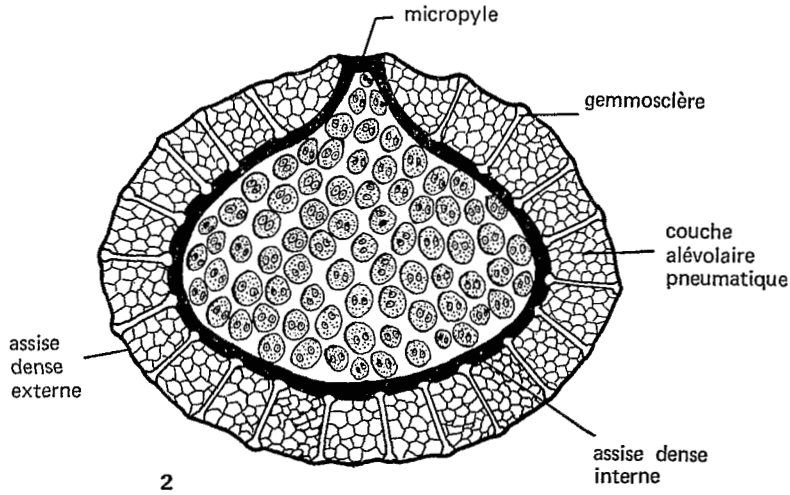
La plupart des éponges possèdent un squelette interne composé soit d'éléments siliceux ou calcaires, les *spicules*, soit de *fibres de spongine*, soit des deux à la fois. Les spicules et les fibres de spongine occupent une position caractéristique dans l'éponge et leur arrangement spatial constitue la charpente squelettique différente pour chaque espèce d'éponges. Cette charpente squelettique, la forme, les dimensions des spicules ou des fibres de spongine sont les critères essentiels sur lesquels est basée la systématique.

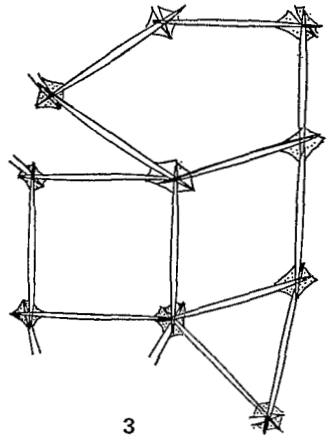
Reproduction

Une éponge peut se reproduire de manière soit sexuée soit asexuée. La reproduction sexuée suit le schéma général de la reproduction dans le règne animal : un spermatozoïde féconde un ovocyte qui devient un œuf qui se divise pour donner une larve flagellée. Cette larve généralement de forme ovoïde est libre et a une nage active ; cette période de vie libre dure 24 à 48 heures au-delà desquelles la larve se fixe à un substrat (roches, algues, branchages, coquilles, etc.) et se métamorphose pour donner une nouvelle éponge. Les éponges sont soit ovipares — les produits sexuels mâles et femelles sont émis dans l'eau, la fécondation puis la division de l'œuf aboutissant à la formation de la larve ont donc lieu dans le milieu extérieur — soit vivipares — la fécondation a lieu dans les tissus maternels, seuls les produits sexuels mâles sont émis à l'extérieur, et les spermatozoïdes pénètrent dans l'éponge mère à la faveur du courant aquifère ; c'est une larve nageante qui est émise par la mère.

La reproduction asexuée se fait selon deux modalités : soit par bourgeonnement externe soit par gemmulation interne. Le bourgeonnement se produit par migration ou prolifération des cellules de type archéocytaire se concentrant en amas sous le pinacoderme superficiel qui est soulevé. Puis ces bourgeons se détachent, tombent sur le fond et reforment une éponge fonctionnelle.

La gemmulation bien que présente chez certaines éponges marines est surtout caractéristique des éponges d'eau douce. Elle a lieu avant l'hiver pour les espèces vivant en zone tempérée ou avant la saison sèche pour les espèces de régions tropicales. Elle se manifeste d'abord par la formation de petits amas cellulaires dans le mésohyle (Brien, 1932, Rasmont, 1956, De Vos, 1974). Ces amas sont constitués d'un mélange d'archéocytes et de trophocytes (cellules nourricières). Pendant que l'agrégat augmente de taille par arrivée de nouvelles cellules, les archéocytes phagocytent très activement les trophocytes ; il se produit une augmentation importante du volume du cytoplasme des archéocytes et une disparition progressive des trophocytes. Le cytoplasme des archéocytes se trouve alors rempli de phagosomes constitués de lambeaux de cytoplasme trophocytaire. Ces phagosomes vont subir une série de transformations importantes et former des plaquettes vitellines présentant un aspect morphologique bien défini (De Vos, 1971). La constitution d'un épithélium de spongocytes autour de l'amas cellulaire arrête l'arrivée de nouvelles cellules. Cet épithélium va secréter la coque gemmulaire. Cette coque est formée d'une couche dense interne de spongine, d'une assise alvéolaire formée d'un réseau lâche de travées de spongine délimitant des alvéoles et d'une assise externe dense





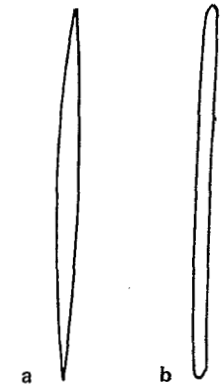


PLANCHE I. — **2.** Schéma d'une gemmule ; **3.** Réseau réticulé isodictyal ; **4.** *a)* oxe ; *b)* strongyle.

de spongine identique à l'assise interne. Des sclérocytes secrétant les *gemmosclères* (spicules caractéristiques des gemmules) viennent se mettre en place en même temps que se forme l'assise alvéolaire en se glissant entre les spongocytes. Les gemmosclères sont ancrés par leurs extrémités dans les deux couches interne et externe (fig. 2). La structure de cette coque gemmulaire est l'un des critères importants de la systématique des éponges d'eau douce.

Les caractères d'importance systématique chez les éponges d'eau douce (d'après Penney et Racek, 1968)

Forme et consistance

La morphologie générale des éponges en fin de croissance est variable : croûtes fines ou épaisses, coussins, formes massive ou sphérique, buissonnante ou branchue. La consistance est surtout déterminée par la quantité de spongine présente dans le réseau squelettique et qui procure une certaine élasticité.

Couleur

La coloration des éponges d'eau douce est généralement déterminée par la présence ou l'absence de zoochlorelles dans les tissus de l'éponge, rarement par la présence d'un pigment spécifique (vert ou rouge). A part quelques cas bien établis, la coloration a une signification taxinomique accessoire.

Ectosome et choanosome

ectosome : région périphérique de l'éponge dépourvue de chambres choanocytaires.

choanosome : région de l'éponge comprenant les chambres choanocytaires (Borojević et *al.*, 1967).

Mégasclères

Ce sont des spicules généralement de longueur supérieure à 100 µm et formant la charpente squelettique. Dans les conditions normales, la forme et la structure des spicules du squelette restent intraspécifiquement constant ; cependant des altérations écomorphiques peuvent être occasionnées par des conditions d'environnement défavorables ; une différenciation claire entre oxes (spicules pointus aux deux extrémités) et strongyles (spicules arrondis aux deux extrémités) (fig. 4) est souvent difficile chez les spécimens dont les oxes ont une pointe obtuse ; et des séries transitionnelles sont fréquemment produites par un même individu.

Microsclères

Spicules généralement de longueur inférieure ou égale à 100 µm, et seulement additionnels. Les microsclères (ectosomiques et choanosomiques) représentent un critère très important et constant intragénériquement ;

ils peuvent souvent être aussi utilisés pour la détermination spécifique. Ces spicules sont des oxes lisses, ou uniformément épineux, ou avec des épines centrales plus prononcées, ressemblant à de larges rayons, ou encore ont une forme d'étoiles. De petits microsclères birotulés sont caractéristiques de 2 genres de Spongillidae, ceci sans rapport avec la présence ou l'absence de gemmosclères birotulés.

Gemmosclères

Spicules entourant les gemmules. Les gemmosclères représentent le critère taxinomique le plus important, en particulier pour ceux des Spongillidae qui manquent de vrais microsclères et sans leur présence une réelle identification est généralement impossible. Il y a une transition importante dans la forme et la structure de ces spicules conduisant de l'oxe ou du strongyle lisse ou épineux, aux spicules avec agrégation unilatérale ou concentrique d'épines terminales, spicules birotulés avec incision marginale variable, spicules birotulés avec rotules à marge entière, et finalement spicules tubelliformes ou parmuliformes (1). Des malformations écomorphiques sont fréquentes dans les environnements défavorables, provoquant des spicules tératologiques.

Gemmules (fig. 2)

Les critères systématiques les plus utiles de ces corps de reproduction sont la structure et la largeur de la couche pneumatique, la structure de leur micropyle, la forme et la courbure du foramen, et l'arrangement spécifique des gemmosclères. Leur taille, leur forme et leur relative abondance sont des faits de seconde importance puisqu'ils sont l'objet de variations saisonnières ; cependant la position, la fixation et l'agrégation des gemmules sont souvent des critères additionnels utiles, particulièrement dans les genres et espèces où elles adhèrent fortement au substrat.

Récolte et préparation des échantillons

La plupart des éponges signalées dans la région soudanienne sont fixées sur des coquilles d'*Aetheria*. On peut en trouver également sur des branchages ou des pierres. Il faut noter sur le vivant la forme, la couleur et l'aspect de la surface.

La fixation la meilleure pour conserver les spécimens est le formol à 4 % neutralisé. Au bout de 8 jours on peut transférer, après lavage rapide à l'eau, dans l'alcool à 70°. Mais les échantillons peuvent être conservés plusieurs semaines dans le formol.

L'étude des échantillons demande obligatoirement deux types de préparation :

1) préparation de spicules isolés ;
2) préparation de charpentes squelettiques.

---

(1) Du latin parma : petit bouclier rond. Terme utilisé dans les descriptions des systématiciens.

Préparation des spicules

Mettre un fragment d'éponge (1/2 cm³ environ) dans un tube à essai. Ajouter 4-5 cm³ d'acide nitrique fumant et faire bouillir sur le bec Bunsen jusqu'à ce qu'il ne reste plus que les spicules parfaitement dissociés, et que l'acide nitrique soit presque complètement évaporé. Remplir le tube à essai d'eau distillée et laisser sédimenter les spicules (1/2 heure environ). Vider l'eau lentement en conservant 1-2 cm³ avec les spicules et remplacer par de l'alcool à 95°. Laisser sédimenter. Vider le surnageant d'alcool et laisser 1-2 cm³. Bien mélanger alors spicules et alcool restant et déposer sur une lame quelques gouttes de suspension de spicules dans l'alcool. Faire flamber à la flamme du bec Bunsen et monter immédiatement soit au Baume du Canada soit dans une résine synthétique. Faire des préparations peu épaisses de manière à pouvoir observer l'ornementation des spicules à un grossissement élevé du microscope.

Préparation des charpentes

Inclure un morceau comportant la surface, et des gemmules dans la paraffine.

Faire ensuite des coupes les plus fines possible à main levée avec une lame de rasoir ; déparaffiner dans une salière avec du toluène (3 bains), disposer les coupes déparaffinées sur une lame et monter dans une résine. Il est souvent nécessaire de faire des coupes perpendiculaires et parallèles à la surface.

SYSTÉMATIQUE

Place des éponges d'eau douce dans la classification des Spongiaires

Les Spongiaires comportent trois classes :

Les Calcisponges éponges à spicules calcaires.
Les Hexactinellides éponges à spicules siliceux à 6 rayons.
Les Démosponges éponges à spicules siliceux à 1 ou 4 rayons.

Les éponges d'eau douce appartiennent à la classe des Démosponges. Dans cette classe elles sont toutes réunies dans l'ordre des Haplosclerida (Lévi, 1973) :

Céractinomorphes à squelette réticulé (fig. 3) en tout ou en partie isodictyal, souvent associée à des fibres multispiculées. Les mégasclères sont des oxes ou des strongyles (fig. 4) de longueur peu variable. Parfois des microsclères : oxes, microxes, sigmas. La spongine toujours présente, souvent en quantité très importante forme des fibres qui peuvent enrober complètement le squelette de silice.

Les éponges d'eau douce appartiennent à trois familles :

les Spongillidae avec 18 genres ;
les Potamolepidae avec 2 genres ;
les Lubomirskiidae avec 1 genre.

Spongillidae Gray, 1867

Brien (1969 et 1970) définit les Spongillidae comme des éponges à grandes cavités sous-ectosomiques dont la charpente squelettique réticulée est formée d'oxes ou de strongyles lisses ou épineux associés en fibres ou faisceaux par de la spongine. Elles produisent d'abondantes gemmules sphériques dont l'enveloppe comporte une couche alvéolaire (dite souvent pneumatique) qui se renforce de spicules particuliers les *gemmosclères*. Les gemmules se forment en tout point du choanosome.

Potamolepidae Brien, 1967

Éponges d'eau douce à charpente squelettique réticulée, rigide, formée essentiellement de strongyles courbes, auxquels peuvent s'ajouter des oxes ectosomiques ou intermédiaires. La multiplication asexuée a lieu par statoblastes recouvrant le substrat à la base de l'éponge. Ces statoblastes sans couche pneumatique sont couverts de macrosclères normaux et de microsclères particuliers.

Lubomirskiidae Brien, 1969

Cette famille a été créée pour y ranger le genre *Lubomirskia* Dybowski 1880, éponge très particulière du lac Baïkal. Mais les affinités de ce genre et de cette famille sont encore douteuses.

Les éponges d'eau douce de l'Afrique sahélo-soudanienne

Il faut souligner la pauvreté des renseignements concernant la faune spongologique de cette région de l'Afrique. Autant la faune équatoriale de l'Afrique a été bien étudiée grâce aux travaux de Weltner et de Brien, autant pour la faune soudanienne la littérature est éparse et ancienne.

D'après le travail exhaustif de Penney (1955) et Penney et Racek (1968) qui nous a servi d'ouvrage de référence, des éponges d'eau douce n'ont été signalées dans ces régions que du bassin du Niger et du bassin du Nil. La plupart des spécimens ont été récoltés sur des coquilles d'*Aetheria*. Dans la littérature sont signalées de l'Afrique soudanienne 11 espèces appartenant à 7 genres et 2 familles.

L'espèce qui semble répandue dans toute la région est *Eunapius nitens*, puisqu'elle est signalée du bassin du Niger, du bassin du Tchad, et du bassin du Nil.

Étant donné les difficultés de la systématique des éponges, et plus particulièrement des éponges d'eau douce, du manque de travaux détaillés sur les éponges de cette région, nous nous contenterons ici de donner une définition des genres déjà signalés dans la région, et la liste des espèces avec leur distribution et les références des auteurs les citant.

DÉFINITION DES GENRES DE SPONGILLIDAE SIGNALÉS EN AFRIQUE SOUDANIENNE (d'après PENNEY et RACEK, 1968)

Genre Corvospongilla Annandale, 1911

PENNEY et RACEK, 1968, p. 51

DÉFINITION

Éponge encroûtante aplatie; coloration noire à gris foncé. Consistance extrêmement dure et ferme.

mégasclères : généralement strongyles robustes, souvent renflés à leurs extrémités, lisses à granuleux, légèrement courbes, occasionnellement oxes, exceptionnellement présents en 2 séries distinctes.

microsclères : représentent des microbirotules presque droits à légèrement courbes avec une tige lisse ou épineuse et un petit nombre d'épines terminales récurvées de différentes longueurs.

gemmosclères : strongyles épineux, distinctement courbés et de tailles inégales.

gemmules : de taille moyenne à très grande, sphériques, avec base aplatie ou ovale. Généralement trouvées en groupes à la base de l'éponge et aplaties sur le support par les mégasclères formant ou pas une enveloppe externe. Couche pneumatique mal définie ou absente. Gemmosclères enrobés dans la membrane gemmulaire externe, très étroitement assemblés comme pour former une mosaïque ; le foramen est tubulaire et latéral. Parfois des gemmules libres sont aussi présentes, généralement différentes dans la forme et la structure de la couche pneumatique.

DISTRIBUTION

Apparemment restreinte aux régions tropicales d'Afrique et d'Asie.

— *Corvospongilla böhmii* (Hilgendorf, 1883) (fig. 5). PENNEY, 1960, p. 35. PENNEY et RACEK, 1968, p. 56. ARNDT, 1936, p. 16.
Région soudanienne (Niger : Banni, Djenné. TOPSENT, 1932 a, b) ; lac Tanganyika ; Afrique de l'est.

— *Corvospongilla scrabispiculis* Annandale, 1913 (fig. 6). ANNANDALE, 1913, p. 239. PENNEY, 1960, p. 37. PENNEY et RACEK, 1968, p. 58.
Région soudanienne (décrite du bassin du Nil) ; non signalée ailleurs.

Genre Dosilia Gray, 1867

redéfini PENNEY et RACEK, 1968 p. 126

DÉFINITION

Éponges souvent larges et sphériques avec une surface inégale et lobée, leur donnant une apparence plumeuse ; oscules petits, mais visibles, ectosome bien développé. La coloration varie du vert au brun, et la consistance est modérément molle.

Le squelette est formé de fibres de spicules radiaires bien définies et d'un arrangement irrégulier de fibres transverses minces.

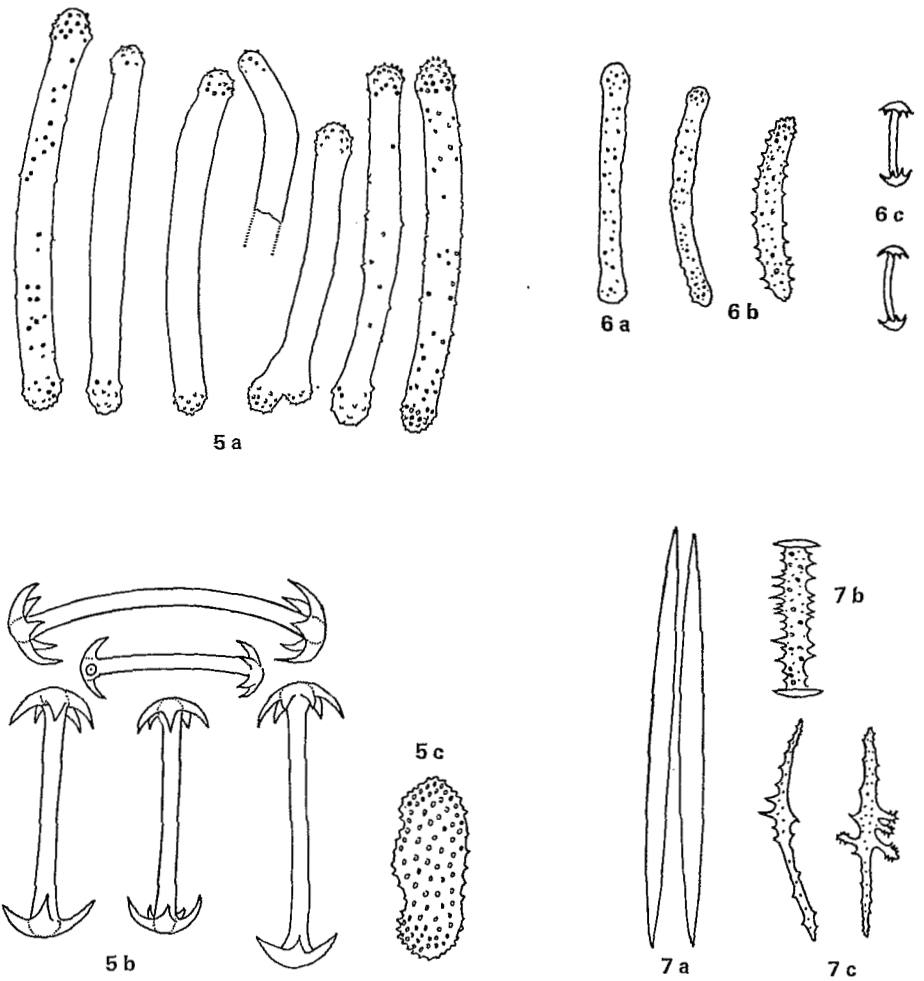


PLANCHE II. — **5.** *Corvospongilla böhmii* (Hilgendorf) : a : strongyles (160-185 μ) ; b : microsclères birotulés (20 à 27 μ) (d'après BRIEN, 1970) ; c : gemmosclère (d'après TOPSENT, 1932). — **6.** *Corvospongilla scrabispiculus* Annandale : a : strongyles (≃ 100 μ) ; b : gemmosclères (≃ 40 μ) ; c : microsclères birotulés (≃ 20 μ) (d'après PENNEY et RACEK, 1968). — **7.** *Dosilia brouni* (Kirkpatrick) : a : oxes (≃ 280 μ) ; b : gemmosclère (≃ 50 μ) ; c : microsclère (≃ 70 μ) (d'après PENNEY et RACEK, 1968).

mégasclères : oxes minces et distinctement fusiformes, entièrement lisses ou couverts d'épines minces et éparses excepté à leur extrémité.

microsclères : présents en abondance variée dans l'ectosome et le choanosome, ce sont des asters à rayons issus d'un nodule central sphérique, ou des oxes rugueux avec dans la partie centrale un nombre de longs rayons perpendiculaires radiés ou une combinaison des deux types.

gemmosclères : ce sont des birotules forts avec tige fortement épineuse et terminée par des protubérances en forme de rotules bien distinctes et d'égal diamètre, et des marges

incisées en un nombre de dents récurvées. D'une ou de deux classes de taille bien distinctes.

gemmules : sont généralement très abondantes, éparses dans le réseau du squelette, larges et toujours subsphériques, souvent distinctement ovoïdes ; couche pneumatique avec alvéoles petites et sphériques. Les gemmosclères font souvent saillie à l'extérieur de la surface de cette couche par leur extrémité supérieure. Foramen formé d'un tubule court et étroit.

DISTRIBUTION

Beaucoup d'espèces apparemment préférantes des climats tropicaux et sub-tropicaux.

— *Dosilia brouni* (Kirkpatrick, 1906) (fig. 7). KIRKPATRICK, 1907, p. 226. ANNANDALE 1914, p. 245. PENNEY, 1960, p. 39. PENNEY et RACEK, 1968, p. 130.

Région soudanienne (localité type : rives du Nil blanc 200 miles au sud de Karthoum) ; Zaïre (ARNDT, 1936).

Genre Eunapius Gray, 1867

redéfini PENNEY et RACEK, 1968, p. 21

DÉFINITION

Éponges généralement formant des coussins plats, rarement massives, généralement sans projections notables ; association avec des zoochlorelles rares et, de ce fait, coloration généralement gris sombre. Consistance varie de très fragile à très dure.

mégasclères : oxes ou strongyles modérément forts à très forts, généralement lisses, parfois fortement épineux.

microsclères : absents.

gemmosclères : strongyles ou oxes minces à robustes, généralement très épineux et légèrement courbés.

gemmules : modérement abondantes, petites et souvent un peu aplaties ; elles sont soit dispersées à travers l'éponge (seules ou en groupe cohérent) soit formant une couche pavimenteuse distincte à la base. La couche pneumatique est bien développée, formée de plusieurs rangées d'alvéoles polygonales bien marquées ressemblant à un tissu de plante. Cette couche peut être commune à un groupe de gemmules ou à la couche pavimenteuse entière. Les gemmosclères enrobés dans cette couche sont strictement tangentiels aux gemmules ou disposés irrégulièrement dans les espaces entre les gemmules. Foramen invariablement tubulaire.

DISTRIBUTION

Largement distribuées à travers le monde, du cercle Arctique aux régions tempérées froides de l'hémisphère sud.

— *Eunapius carteri* (Bowerbank, 1863) (fig. 8). PENNEY et RACEK, 1968, p. 23 sous le nom *Spongilla aetheriae* ANNANDALE 1913, p. 238. PENNEY, 1960, p. 11.

Région soudanienne (localité type : Nil sur coquille d'*Aetheria callaudi* ; Niger : Bourem (BURTON, 1929) ; Ouganda ; Tanganyika ; (aussi île Maurice, Java, Bombay)

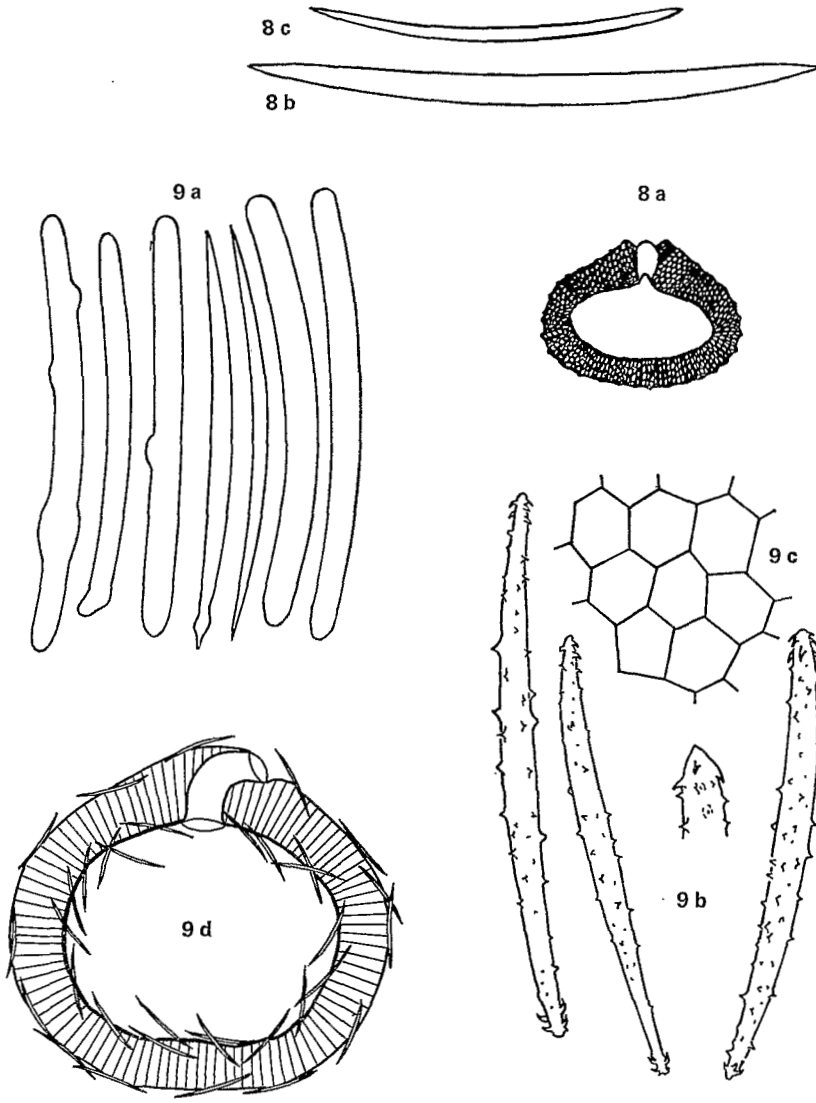


PLANCHE III. — **8.** *Eunapius carteri* (Bowerbank) : a : section de gemmule (⌀ ≃ 80 μ) ; b : oxe (≃ 250 μ) ; c : gemmosclère (≃ 160 μ) (d'après PENNEY et RACEK, 1968) ; **9.** *Eunapius nitens* (Carter) : a : mégasclères, strongyles et oxes (≃ 300 μ) ; b : gemmosclères (80 μ) ; c : aspect des ouvertures, en surface, des alvéoles prismatiques à base généralement hexagonale, d : coupe d'une gemmule (⌀ 330 μ) : enveloppe interne se continuant par le micropyle tubuleux ; couche pneumatique ; deux stratifications de gemmosclères (d'après BRIEN, 1970).

— *Eunapius nitens* (Carter, 1881) (fig. 9). CARTER, 1881, p. 89. ARNDT, 1933, p. 302-309. PENNEY, 1960, p. 25. PENNEY et RACEK, 1968, p. 35.

Région soudanienne (zone d'inondation entre Bana et Tombouctou, Bani, marigot de Goudam. TOPSENT, 1932 a, b. ; « Weiser Nil ». WELTNER, 1895. MARSHALL, 1883 ; El Beid, cours d'eau du nord Cameroun drainant plaines inondées en saison des pluies et se jetant dans le lac Tchad. BRIEN, 1970) ; Tanganyika ; Angola ; Rhodésie du sud ; Zaïre.

Genre Radiospongilla Penney et Racek, 1968

DÉFINITION

Éponges soit en forme de coussin mince, soit de croûte large et plate, avec ou sans branches délicates et cylindriques, rarement massives. Elles sont souvent d'une couleur vert émeraude due à la présence d'un pigment spécifique, rarement associées à des zoochlorelles. La consistance est modérément ferme et généralement élastique.

mégasclères : oxes modérement forts à minces, rarement strongyles, couverts d'épines fines à bien marquées en nombre variable, exceptionnellement lisses chez une espèce.

microsclères : absents.

gemmosclères : oxes ou strongyles plutôt minces, très épineux, modérement longs à très longs, droits ou courbes ; les épines souvent bien nettement agrégées et plus larges au voisinage du sommet des spicules, forment des structures terminales en forme de « club » ou de sceptres ou de pseudo-rotules d'un degré varié de perfection. Des gemmosclères immatures peuvent être abondants dans l'ectosome et le choanosome et confondus avec des microsclères.

gemmules : souvent abondantes, mais rares ou absentes chez les formes perennantes. Elles sont larges et sphériques, généralement éparpillées à travers l'éponge, parfois groupées ensemble à la base, mais ne formant jamais une couche pavimenteuse distincte. La couche pneumatique est forte, épaisse et formée d'alvéoles de petites tailles et de contours légèrement irréguliers. Les gemmosclères sont ancrés dans cette couche plus ou moins radiairement.

DISTRIBUTION

Largement distribuée dans les régions tropicales et subtropicales de tous les continents, rarement dans les climats tempérés froids des deux hémisphères.

— *Radiospongilla cerebellata* (Bowerbank, 1863) (fig. 10). PENNEY, 1960, p. 13. PENNEY et RACEK, 1968, p. 73.

Région soudanienne (« timpel bei Cairo hinter Bulak-Dakrur, Stuhlman leg. » WELTNER, 1895) ; largement distribuée dans les régions tropicales et sub-tropicales de l'Afrique, du sub-continent Indo-Pakistanais, Indonésie, Philippines, Nouvelle-Guinée et Chine.

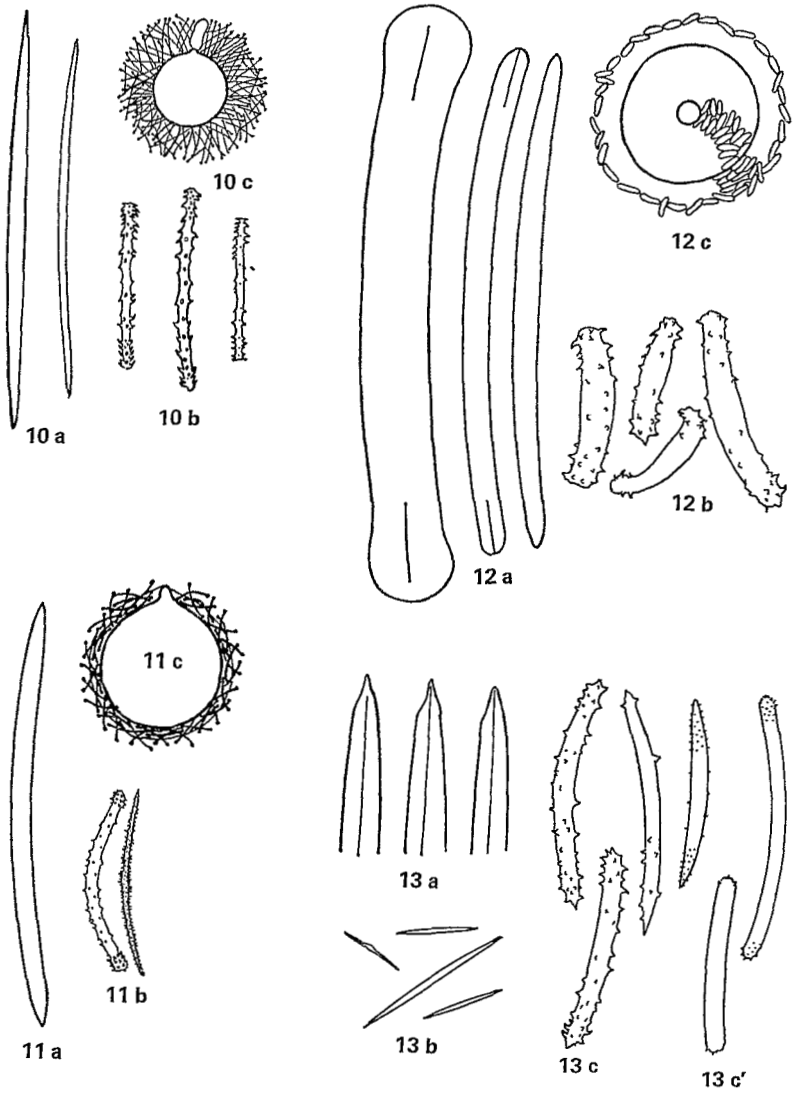


PLANCHE IV. — **10.** *Radiospongilla cerebellata* (Bowerbank) : a : mégasclères (150-180 μ) ; b : gemmosclères (60-90 μ) ; c : section de gemmule (⌀ 60 μ) (d'après PENNEY et RACEK, 1968) ; **11.** *Spongilla alba* Carter : a : mégasclère (≃ 300 μ) ; b : gemmosclère (≃ 130 μ) et microsclère (≃ 100 μ) ; d : section de gemmule (d'après PENNEY et RACEK, 1968) ; **12.** *Spongilla macrospiculata* Stephens : a : mégasclères (240-290 μ) ; b : gemmosclères (60-90 μ) ; c : section de gemmule (⌀ 50 μ) (d'après TOPSENT, 1932) ; **13.** *Spongilla mucronata* Topsent : a : détail des oxes de la charpente ; b : microsclères (40-80 μ) ; c et c' deux types de gemmosclères (80-110 μ) (d'après TOPSENT, 1932).

Genre Spongilla, Lamarck, 1816

redéfini PENNEY et RACEK, 1968, p. 7

DÉFINITION

Éponges généralement massives ou produisant des branches cylindriques se dressant à partir d'une base irrégulière. La couleur varie du vert sombre au vert brillant en présence de zoochlorelles ; sans coloration particulière quand elles sont absentes. La consistance est modérément ferme, souvent fragile.

mégasclères : oxes minces à épais et complètement lisses.

microsclères : toujours présents dans l'ectosome, généralement aussi dans le choanosome. Oxes minces entièrement épineux.

gemmosclères : oxes à strongyles forts et très épineux avec une courbure variable. Parfois absents.

gemmules : abondantes dans les éponges matures. Elles sont larges, sphériques et réparties dans toute l'éponge. La couche pneumatique est granulaire, avec de petites alvéoles polygonales ; les gemmosclères sont plus ou moins tangentiels à cette couche. Parfois il n'y a aucune trace de couche pneumatique ni d'armature de gemmosclères ; les gemmules sont alors soit totalement non protégées, soit entourées par des groupes de mégasclères normaux ou peu modifiés. Foramen simple, parfois en forme de coupe.

DISTRIBUTION

Cosmopolite.

— *Spongilla alba* Carter 1849 (fig. 11). CARTER 1849, p. 83. KIRKPATRICK, 1907, p. 523. PENNEY, 1960, p. 12. PENNEY et RACEK, 1968, p. 16.

Région soudanienne (« Teich bei Cairo » Nil, Embouchure du Bani et Djenné ; Mali. TOPSENT, 1932 a, b) ; Rhodésie du sud ; Angola ; Madagascar ; Inde ; Indonésie.

— *Spongilla macrospiculata* Stephens 1919 (fig. 12). STEPHENS, 1919, p. 95. TOPSENT, 1932 a, p. 574.

Région soudanienne (Niger-Bani, Djenné. TOPSENT, 1932) ; Angola.

— *Spongilla mucronata* Topsent 1932 (fig. 13). TOPSENT, 1932 a, p. 572, 1932 b, p. 1002.

Région soudanienne (localité type : sur *Aetheria* du Bani, Djenné. TOPSENT, 1932) ; pas trouvé ailleurs.

Genre Stratospongilla Annandale, 1909

redéfini PENNEY et RACEK, 1968, p. 40

DÉFINITION

Ces éponges forment généralement des coussins minces de dimensions modérées. La coloration est le plus souvent d'un vert brillant. La consistance est dure à très dure.

mégasclères : oxes ou strongyles forts, lisses ou rugueux.

microsclères : présents dans l'ectosome et à proximité des gemmules. Ce sont des oxes courts et minces, presque droits couverts d'épines relativement longues et irrégulières.

gemmosclères : strongyles plus ou moins fortement courbés, couverts d'épines fines de taille inégale, ou oxes épineux légèrement courbés ou la combinaison des deux.

gemmules : larges et sphériques, elles ont toujours une base aplatie, et sont agrégées au basopinacoderme de l'éponge, et très adhérentes au substrat. La couche pneumatique ne possède pas d'alvéole notable ; elle est souvent peu développée ou absente. La couche de gemmosclères est ancrée tangentiellement dans la membrane gemmulaire externe en une ou plusieurs couches compactes. Foramen toujours tubulaire.

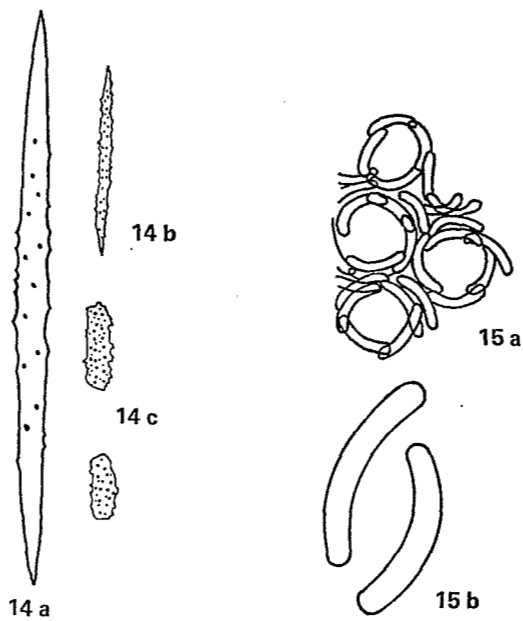


PLANCHE V. — **14.** *Stratospongilla sumatrana* (Weber) : a : mégasclère (— 250 μ) ; b : microsclère (— 80 μ) ; c : gemmosclères (20-30 μ) (d'après PENNEY et RACEK, 1968) ; **15.** *Potamolepis leubnitziae* Marshall : a : charpente réticulée ; b : mégasclère : strongyle courbe (d'après MARSHALL, 1883).

DISTRIBUTION

Apparemment restreinte à la zone tropicale, plus particulièrement d'Asie et d'Afrique.

— *Stratospongilla sumatrana* (Weber, 1890) (fig. 14). PENNEY, 1960, p. 29. PENNEY et RACEK, 1968, p. 42.

Région soudanienne (Bassin du Nil. WELTNER 1897, 1898, Djenné, Niger. TOPSENT, 1932 a, b) ; Afrique de l'est ; Indonésie et Inde.

Genre Potamolepis Marshall, 1883

BRIEN, 1969, p. 528

DÉFINITION

Éponges encroûtantes minces, à surface unie, sur laquelle les oscules sont régulièrement disposés. Consistance fragile.

mégasclères : strongyles incurvés le plus souvent lisses constituant un squelette réticulé à mailles très serrées. Les spicules sont soudés entre eux par de la spongine.

microsclères : microxes fins disposés tangentiellement dans l'ectosome.

gemmules : Absentes.

DISTRIBUTION

Zones tropicale et équatoriale de l'Afrique.

— *Potamolepis leubnitziae* Marshall, 1883 (fig. 15). MARSHALL, 1883, p. 391.
Région soudanienne (Niger (Burton, 1929), zone d'inondation du Niger entre Bana et Tombouctou (TOPSENT, 1932)) ; jamais signalée ailleurs.

Distribution et répartition des éponges d'eau douce

(d'après SARÀ et VACELET, 1973)

Elles sont présentes sur les 6 continents. La distribution géographique est variée. Les genres *Spongilla* et *Ephydatia* ont une distribution cosmopolite. Les genres *Stratospongilla* et *Radiospongilla* sont caractéristiques des régions tropicales. D'autres sont restreintes à une province biogéographique.

Les éponges d'eau douce sont réparties dans une grande variété de milieu : étangs, lacs, eaux courantes. Le plus souvent à faible profondeur (moins de 2 m), certaines espèces lacustres peuvent atteindre de beaucoup plus grande profondeur (lac Tanganyika, EVANS, 1899).

Leur répartition est étroitement liée aux conditions physico-chimiques de l'environnement (JEWELL, 1935, 1939). Ce sont les espèces les moins exigeantes vis-à-vis de facteurs tels le gaz carbonique dissout ou lié, le pH, l'oxygène, la matière organique en suspension, la luminosité, etc., qui ont la plus vaste distribution. Ainsi les trois espèces *Spongilla lacustris*, *Eunapius fragilis* et *Ephydatia mulleri* qui présentent la tolérance la plus élevée vis-à-vis de ces facteurs ont une répartition tant écologique que géographique très grande.

Références bibliographiques

Annandale (N.), 1913. — Notes on freshwater sponges. XV. Sponges from shells of the genus *Aetheria*. *Rec. Indian Mus.*, 9 : 237-240.

Annandale (N.), 1914. — Spongillidae. *Beitr. Kennt. Land. Süsswasserfauna Deutsch. Südwestafrikas*, Lief 2, Hamburg : 239-249.

Arndt (W.), 1933. — Die von Dr. Fritz Haas auf der Schomburgk. Afrika. Expedition 1931/32. Gesammelten Süsswasserschwämme. *Senckenbergiana*, 15 : 302-309.

Arndt (W.), 1936. — Die von Dr. A. Monnard in Angola gesammllten Süsswasserschwämme. Mit einen Uberblick über die Spongilliden fauna Afrikas nach dem gegenwartigenstrand unserer Kentnisse. *Arq. Mus. Bocage*, 7 : 7-35.

Borojević (R.), Fry (W. G.), Jones (W. C.), Lévi (C.), Rasmont (R.), Sarà (M.), Vacelet (J.), 1967. — Mise au point de la terminologie actuelle des éponges. *Bull. Mus. natn Hist. nat.*, 39, 6 : 1224-1235.

Bowerbank (J. S.), 1863. — A monograph of the Spongillidae. *Proc. Zoll. Soc.*, London, 1863 : 440-472.

Brien (P.), 1932. — Contribution à l'étude de la régénération naturelle chez les Spongillidae. *Archs Zool. exp. gén.*, 74 : 451-506.

Brien (P.), 1967. — L'embryogenèse d'une éponge d'eau douce africaine : *Potamolepis stendelli* (Jaffé). Larves des Potamolepides et des Spongillides. Polyphylétisme des éponges d'eau douce. *Bull. Acad. R. Belgique*, 53 : 752-757.

Brien (P.), 1969a. — Les Potamolépides africains. Polyphylétisme des éponges d'eau douce. *Archs Zool. exp. gén.*, 110, 4 : 527-562.

Brien (P.), 1969b. — A propos de 2 éponges du Cameroun appartenant au genre *Corvospongilla* Annandale. Embryogenèse, Parenchymula, Gemmule. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 80 : 121-156.

Brien (P.), 1970. — Les Potamolepides africains nouveaux du Luapula et du lac Moero. *Symp. Zool. Soc.*, London, 25 : 163-187.

Brien (P.), 1970. — Deux éponges du Cameroun : *Corvospongilla böhmii* (Hilgendorf), *Eunapius nitens* (Carter). *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 81, 1-2 : 51-61.

Burton (M.), 1929. — Mission saharienne Augieras-Draper, 1927-1928. *Bull. Mus. natn Hist. Nat.*, Paris, 2 : 157-158.

Carter (H. J.), 1849. — A descriptive account of the freshwater sponges, genus *Spongilla* in the Island of Bombay with observations on their structure and development. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 4 : 81-100.

Carter (H. J.), 1881. — History and classification of the known species of *Spongilla*. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 7, 5 : 77-107.

De Vos (L.), 1971. — Étude ultrastructurale de la gemmulogenèse chez *Ephydatia fluviatilis*. I. Le vitellus, formation, teneur en ARN et glycogène. *J. Microscopie*, 10, 3 : 283-304.

De Vos (L.), 1974. — Étude ultrastructurale de la formation et de l'éclosion des gemmules d'*Ephydatia fluviatilis*. Thèse Doctorat es Sciences. Université libre de Bruxelles.

Dybowski (W.), 1880. — Studien über die Spongien des rissischen reiches mit besonderen berucksichtigung der Spongien fauna des Baikal sees. *Mem. Acad. Imp. Sci.*, St. Petersbourg, 27, 6 : 1-71.

EVANS (R.), 1899. — A description of two new species of *Spongilla* from Lake Tanganyika. *Quart. J. Microsc. Sci.*, 41 : 471-488.

HILGENDORF (F.), 1883. — Süsswasser-schwämme aus Central Afrika gesammelt von Dr. Böhm im Vgalla Fluss beim Tanganyika-See. *Sitz. ber. Ges. Naturf. Freunde* Berlin, 1 : 87-90.

JEWELL (M. F.), 1935. — An ecological study of the fresh-water sponges of Northeastern Wisconsin. *Ecol. Monogr.*, 5, 4 : 462-501.

JEWELL (M. F.), 1939. — An ecological study of the fresh-water sponges of Wisconsin. II. The influence of calcium. *Ecology*, 20 : 11-28.

KIRKPATRICK (R.), 1907. — Report on the Porifera, with notes on species from the Nile and Zambesi. Zoological results of the third Tanganyika Expedition. *Proc. Zool. Soc.*, London, 1 : 218-227.

LEIDY (J.), 1851. — On *Spongilla*. *Proc. Acad. Nat. Sci.*, Philadelphia, 5 : 1-278.

LÉVI (C.), 1973. — Systématique des Démosponges. Traité Zoologie Ed. Grassé, 3, 1 : 575-631.

MARSHALL (W.), 1883. — On some new siliceous sponges collected by M. Pechael Losche in the Congo. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 5, 12 : 391-412.

PENNEY (J. T.), 1960. — Distribution and bibliography (1892-1957) of the fresh-water sponges. *Univ. South Carolina Publ.*, 3, 1 : 1-97.

PENNEY (J. T.), RACEK (A. A.), 1968. — Conprehensive revision of a worldwide collection of freshwater sponges (Porifera : Spongillidae). *Smiths. Inst. Press*, Washington, 272 : 1-184.

RASMONT (R.), 1956. — La gemmulation des Spongillides. IV. Morphologie de la gemmulation chez *Ephydatia fluviatilis* et *Spongilla fragilis*. *Ann. Soc. r. Zool.* Belgique, 86, 2 : 349-387.

SARÀ (M.), VACELET (J.), 1973. — Écologie des Démosponges *in* Traité de Zoologie Ed. Grassé, 3, 1 : 462-576.

STEPHENS (J.), 1919. — Two new african freshwater sponges. *Ann. Mag. Nat. Hist.* (9), 3 : 94-100.

TOPSENT (E.), 1932a. — Spongillides du Niger. *Bull. Mus. natn Hist. Nat.*, 4 : 568-582.

TOPSENT (E.), 1932b. — Documents sur les Spongillides d'Afrique. *Bull. Mus. natn. Hist. Nat.*, 4 : 1001-1007.

WELTNER (W.), 1895. — Spongillenstudien. III. Katalog und Verbreitung der bekannten Süsswasserschwämme. *Arch. f. Naturg.*, 61, 1 : 114-144.

WELTNER (W.), 1897. — Der Bau des Süsswasserschwämmes. *Deutsch. Ostafrika*, 4 : 1-8.

WELTNER (W.), 1898. — Ostafrikanische Süsswasserschwämme. Gesammelt von Hern Dr. F. Stuhlmann 1888 und 1889. *Mitth. Naturh. Mus.* Hambourg, 15 : 119-131.

Rotifères 6

ROGER POURRIOT

Les Rotifères sont des Métazoaires dont la taille est le plus fréquemment comprise entre 100 et 600 μ et atteint au plus 1 mm. Le nombre des cellules, ou plutôt des noyaux car certains tissus sont syncitiaux, qui les constituent est fixé dès l'éclosion (environ un millier). Il ne peut donc pas y avoir de régénération tissulaire et toute lésion entraîne la mort de l'individu.

Les sexes sont séparés et le développement est du type spiral. Souvent rapprochés des Nématodes, les Rotifères présentent cependant certaines affinités avec les Turbellariés.

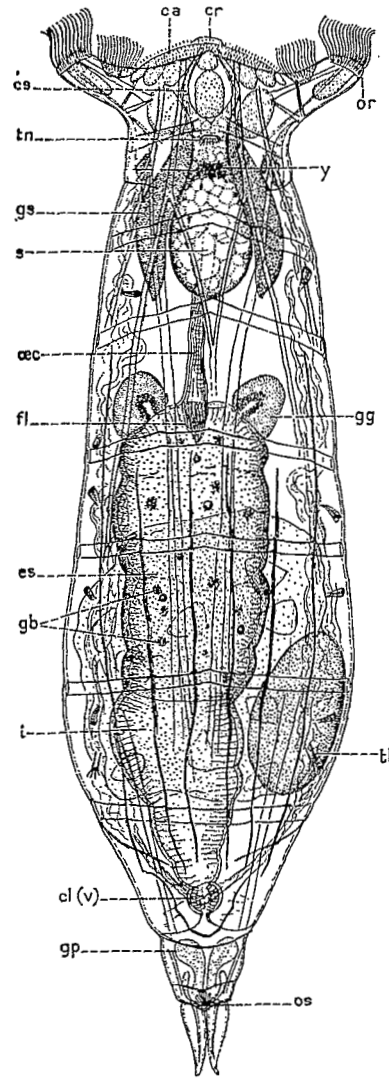
Peu importants dans le milieu marin, les Rotifères sont très largement représentés dans les eaux douces où ils constituent, avec les Cladocères et les Copépodes, l'essentiel du zooplancton. Ils sont également abondants dans le benthos (interface vase-eau) et le périphyton (herbiers).

Seule sera prise en considération dans ce chapitre la faunule rotiférienne strictement aquatique, c.-à-d. vivant dans les bassins ou cuvettes liquides, naturels ou artificiels. Pour être complète, l'étude des Rotifères devrait également s'étendre aux microfaunes rotifériennes édaphique (muscicole et humicole, essentiellement composées de Bdelloïdes) et psammique, toutes deux mal connues dans les zones tropicales africaines.

Des renseignements complémentaires pourront être trouvés dans les récents ouvrages de VOIGT (1957) pour la systématique, de DE BEAUCHAMP (1965), KUTIKOVA (1970) et RUTTNER-KOLISKO (1972).

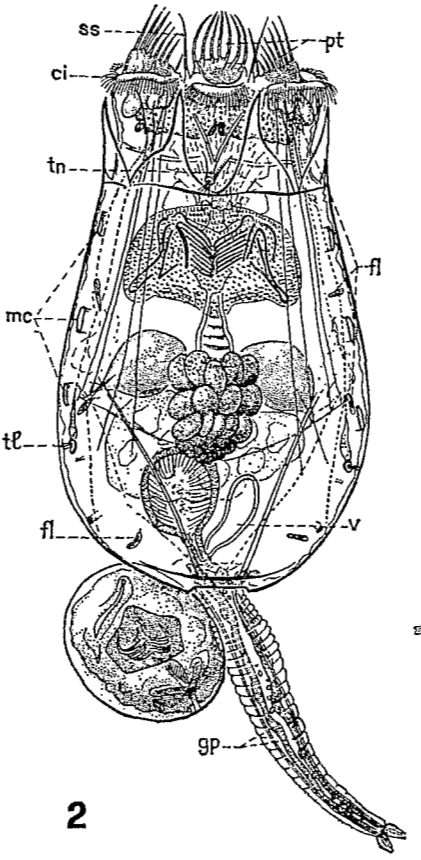
Morphologie et anatomie

Dans ce paragraphe seuls seront retenus les éléments utiles à la compréhension de la systématique et de l'écologie du groupe. Le lecteur trouvera des détails complémentaires dans la récente révision faite par DE BEAUCHAMP (1965).



1

Fig. 1. — *Notommata pseudocerberus*, femelle vue dorsale, ×300 ; b, bouche ; ca, ceinture circumapicale ; cl (v), vessie cloacale ; cr, rostre cuticulaire ; cs, conduit du sac ; es, estomac ; fl, flamme vibratile de l'œsophage et de la néphridie ; g, cerveau ; gb, grains bruns de l'estomac ; gg, glande gastrique ; gmv, gl. ventrale du mastax ; gp, glande du pied ; gs, glande subcérébrale ; i, intestin ; m, mastax ; or, oreillettes ; os, organe sensoriel du pied ; pl, plaque buccale ; œc, œsophage ; s, sac rétrocérébral ; tl, tentacule lombaire ; tn, tentacule nucal ; y, œil (d'après DE BEAUCHAMP).



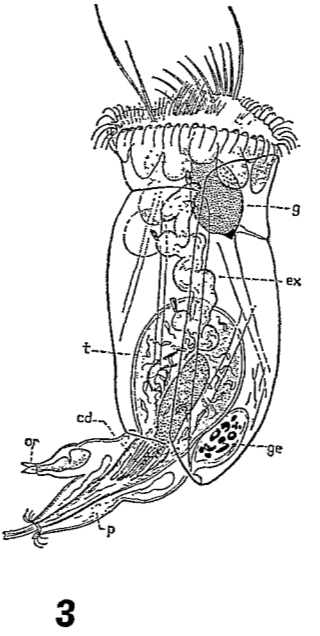


Fig. 2. — *Brachionus calyciflorus* femelle, vue dorsale avec un œuf immédiat femelle ; ci, cingulum ; fl, flammes des néphridies ; gp, glande du pied ; mc, muscles circulaires ; pt, pseudotrochus ; ss, soies sensorielles ; tl, tentacule lombaire ; tn, tentacule nucal ; v, vessie (d'après DE BEAUCHAMP), ×300.

Fig. 3. — *Brachionus calyciflorus* mâle, vue de profil ; cd, canal déférent ; ex, néphridie ; g, cerveau ; ge, grains d'excrétion ; or, orteils ; p, pénis ; t, testicule (d'après DE BEAUCHAMP), ×800.

TÉGUMENTS ET ORGANES TÉGUMENTAIRES

L'un des caractères propres aux Rotifères est l'existence d'une structure ciliaire localisée à la partie antérieure du corps. Cet appareil rotateur, d'importance extrêmement variable selon les genres, se compose le plus souvent d'une plaque buccale et d'une ceinture circumapicale. Il sert à la locomotion et/ou à la récolte de nourriture.

La plaque buccale existe seule chez les formes primitives (*Notommata*, fig. 1). La couronne ciliaire circumapicale est soit un pseudotrochus (ordre des Pseudotroques ; ex. *Brachionus*, fig. 2), soit un trochus vrai (ordre des

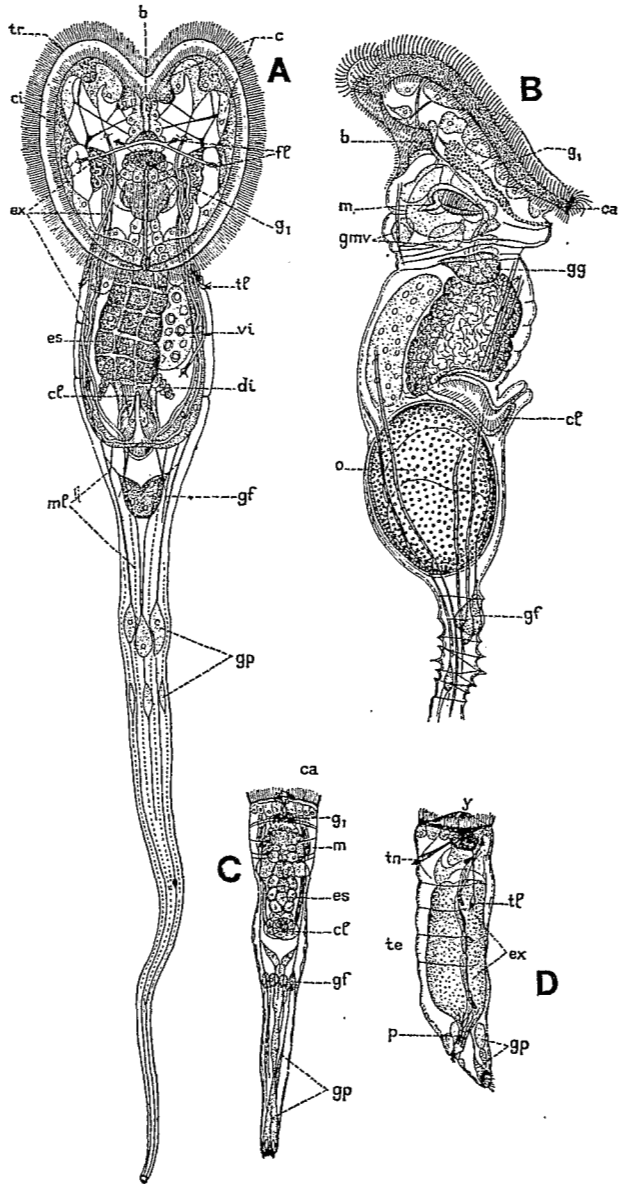


Fig. 4. — *Lacinularia flosculosa*. A, femelle en vue dorsale ×110. B, vue de profil gauche. C, larve nageant ×100. D, mâle de profil ×200 ; b, bouche ; c, plasmodes de la couronne ; ca, bande circumapicale ; ci, cingulum ; cl, cloaque ; di, diverticule intestinal ; es, estomac ; ex, néphridie ; fl, flammes vibratiles ; g, cerveau ; gf, glandes du fourreau ; gg, glandes gastriques ; gmv, glandes salivaires ; gp, glandes du pied ; m, mastax ; ml, muscles longitudinaux ; o, œuf durable ; p, pénis ; te, testicule ; tl, tentacule latéral ; tn, tentacule nucal ; tr, trochus ; vi, vitellogène ; y, yeux (d'après DE BEAUCHAMP, 1965).

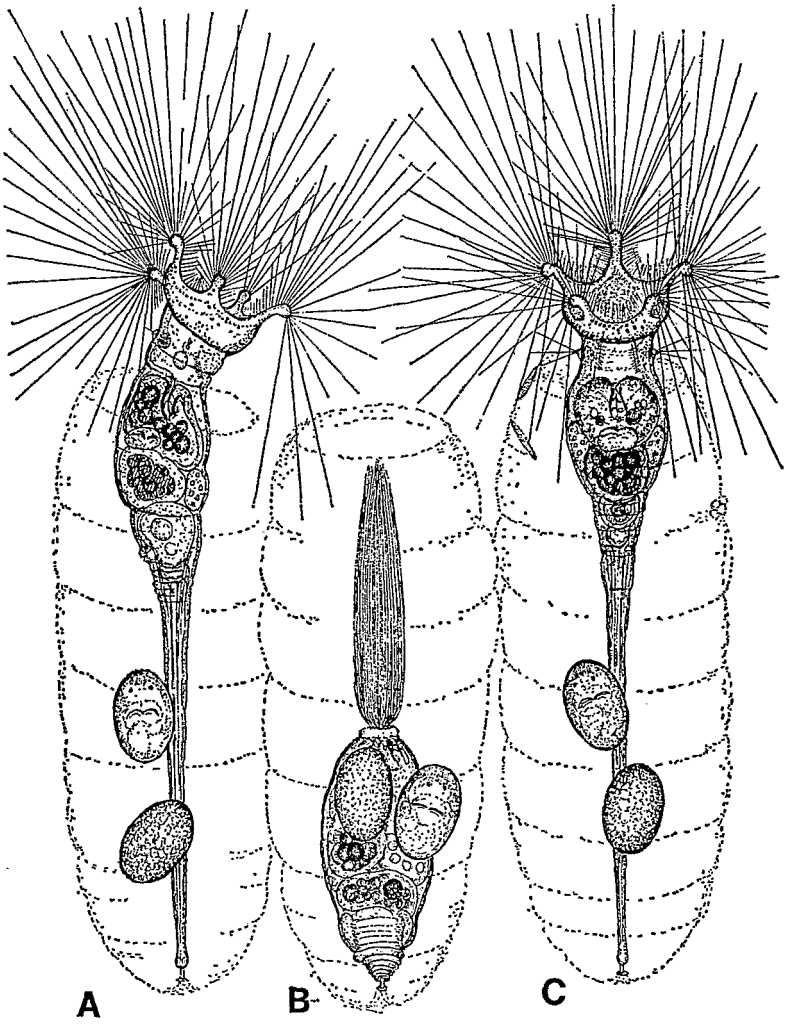


Fig. 5. — *Collotheca coronetta.* A, femelle de profil avec 2 œufs. B, individu contracté. C, femelle vue de face (d'après KOSTE).

Gnesiotroques ; ex. *Lacinularia*, fig. 4), donnant l'illusion d'une roue tournante.

Chez les Paedotroques (*Collotheca*, fig. 5), l'appareil rotateur n'existe qu'à l'état larvaire libre et se transforme chez l'adulte (fixé, généralement) en une nasse destinée à la capture des proies.

La cuticule, de nature protéinique et non chitineuse, reste souvent mince et souple. Chez quelques genres, elle peut s'épaissir jusqu'à former une carapace indéformable ou lorica *(Brachionus, Keratella)*. Pourvue ou non d'expensions (épines, soies natatoires), la lorica présente parfois des ornementations spécifiques (stries, facettes, points).

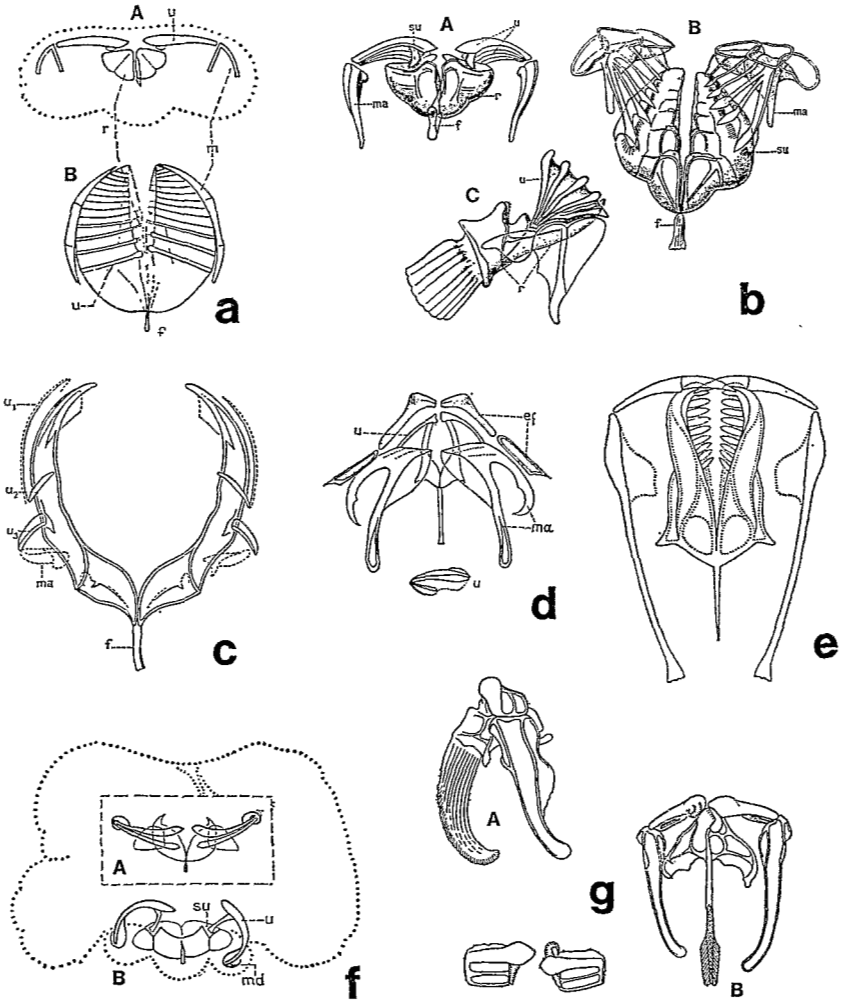


Fig. 6. — Types de mastax. a. Schéma du mastax ramé en vue antérieure, A et supérieure, B (d'après DE BEAUCHAMP). b. Mastax mallée : Trophi d'*Epiphanes senta*. A, vue antérieure ; B, vue supérieure ; C, profil gauche (d'après DE BEAUCHAMP). c. Mastax incudé d'*Asplanchna girodi* (d'après DE BEAUCHAMP). d. Mastax virgé de *Lindia* (d'après WISZNIEWSKI). e. Mastax forcipé de *Dicranophorus epicharis* (d'après HARRING & MYERS). f. Schéma de mastax unciné. A, vue supérieure ; B, vue ventrale avec le contour du jabot (d'après DE BEAUCHAMP). g. Mastax virgé de *Notommata collaris*. A, profil gauche, B, vue supérieure (d'après HARRING & MYERS). ep, epipharynx ; f, fulcrum ; m, manubrium ; r, ramus ; su, subuncus ; u, uncus.

Le corps se prolonge par un pied terminé le plus souvent par deux orteils. Deux glandes pédieuses sécrètent une substance adhésive permettant à l'animal de s'attacher temporairement (ou définitivement) à un substrat. Chez les espèces franchement pélagiques (*Asplanchna*, *Filinia*, *Keratella*, *Polyarthra*, etc.) le pied a complètement disparu.

Dorsalement au cerveau existe un appareil rétrocérébral rudimentaire chez de nombreuses espèces mais bien développé chez quelques Notommatidae et Dicranophoridae. Il est constitué d'un sac rétrocérébal prolongé par deux canaux venant s'ouvrir apicalement et de deux glandes subcérébrales situées de chaque côté du sac (fig. 1). La fonction de cet ensemble glandulaire est totalement inconnue.

— Mode de déplacement des espèces libres :

Les espèces périphytes et benthiques se déplacent en rampant le long du substrat. Les espèces planctoniques nagent en tournant autour de leur axe, sauf exceptions *(Asplanchna)*. Certaines espèces *(Epiphanes)* ont une trajectoire droite ; d'autres décrivent une spire helicoïdale *(Brachionus, Filinia)*.

Les Bdelloïdes se déplacent soit en nageant, soit en rampant à la manière des sangsues.

TUBE DIGESTIF

L'appareil digestif comprend classiquement une bouche, un pharynx, un œsophage, un estomac flanqué de deux glandes gastriques, et un intestin qui débouche à l'extérieur par l'intermédiaire d'un cloaque (parfois absent, ex. *Asplanchna*).

Le *pharynx ou mastax*, musculeux, glandulaire et armé de pièces dures (trophi) de formes très variables est un organe caractéristique des Rotifères. Les divers types de mastax dérivent, par réduction ou hypertrophie de différentes pièces, d'un type moyen dit mallée.

Le mastax mallée (fig. 6 a) est constitué d'une lame impaire, le fulcrum, sur laquelle s'articulent deux rami. Sur ces derniers auxquels ils sont rattachés par un repli cuticulaire reposent deux unci dentés prolongés chacun par un manubrium. Grâce à une musculature complexe, l'ensemble peut se mouvoir dans deux plans, vertical et horizontal, ce qui lui permet de saisir et broyer les aliments. Le type ramé (fig. 6 b) accentue ce caractère broyeur par les développements des unci en deux plaques semi-circulaires et la réduction du fulcrum et des manubriums. Le type virgé (fig. 6 c) représente une adaptation à la sucion réalisée par l'allongement du fulcrum et des manubriums.

L'adaptation à la préhension est réalisée selon deux modes :

— le type forcipé (fig. 6 d), aplati dorso-ventralement, composé d'une double pince ou les manubriums sont bien développés et allongés.

— le type incudé (fig. 6 e) où la pince est constituée essentiellement par l'allongement des rami, en forme de serpe, attachés à un fulcrum court et doublés par des unci et des manubriums réduits.

Les deux types préhenseurs sont protractiles.

Enfin le type unciné (fig. 6 f) aux unci très mobiles, fulcrum et manubriums réduits, est adapté à la dilacération.

Système excréteur, système nerveux et organes des sens, appareil génital

Tous les Rotifères sont pourvus d'un système excréteur du type protonéphridien et d'un système nerveux primitif comprenant un glanglion cérébroïde. Les organes sensoriels se composent — d'un ou de plusieurs ocelles soit cérébraux soit apicaux ou latéraux, parfois absents, d'un tentacule nucal et de deux tentacules latéraux (absents chez les Bdelloïdes), de fossettes ciliées et soies tactiles.

L'appareil génital est surtout visible par son vitellogène à gros noyaux (huit le plus souvent). Les glandes génitales sont paires dans deux sous-classes dont l'une est entièrement marine (Seisoniens) et l'autre (Digonontes, un seul ordre : Bdelloïdes) est faiblement représentée dans le milieu strictement aquatique. La gonade est impaire dans la sous-classe des Monogonontes largement répandus en milieu dulçaquicole.

Méthodes de récolte et d'étude

Les Rotifères planctoniques sont récoltés soit à la bouteille à plancton de type classique soit au filet (vides de mailles = 80 μ maximum). Pour récupérer les stades jeunes, de petite taille, des espèces planctoniques et donc éviter de fausser l'échantillonnage, il est nécessaire d'utiliser lors de la filtration des récoltes une soie dont les vides de mailles soient au plus de 35 μ (Likens et Gilbert, 1970).

La récolte des espèces périphytes peut se faire de façon analogue ou par simple expression des plantes immergées au sein desquelles vivent ces Rotifères. Les espèces fixées sont récoltées sur leur support, naturel ou artificiel (lames immergées pendant un laps de temps connu).

La fréquence des récoltes est un élément important dans toute étude de dynamique de population. Étant donnée leur vitesse d'évolution, une fréquence insuffisante (tous les 15 jours) peut fausser la représentation de cette dynamique (Hillbricht-Ilkowska, 1965).

Les Rotifères sont couramment fixés au formol ou au lugol et conservés au formol. Ce procédé modifie peu la forme des espèces loriquées *(Brachionus, Keratella)* ou à tégument rigide *(Polyarthra)*, mais rend méconnaissable celle des espèces à tégument souple (*Synchaeta*, Notommatidés, Dicramophorides, etc.). La structure du mastax permet de reconnaître un certain nombre de ces dernières, même après fixation, mais d'autres *(Synchaeta)* ne peuvent guère être étudiées sérieusement que sur des individus vivants.

Avec du temps et de la patience, il est cependant possible de fixer en extension les formes molles après anesthésie progressive avec une solution de novocaïne à 2 p. cent.

Après fixation, les Rotifères peuvent être montés entre lame et lamelle dans une goutte d'eau formolée, ou de glycérine, et la préparation ainsi obtenue doit être soigneusement luttée (au caedax par exemple).

L'isolement du mastax pour l'identification est facilitée par l'emploi d'une solution d'hypochlorite de sodium ou de potassium qui dissout les chairs molles et laisse les parties dures du mastax en évidence.

SYSTÉMATIQUE

Les classifications suivies par les différents manuels de systématique varient légèrement en fonction de l'éclatement (ou non) de certaines familles (ex. Brachionidae). Nous adapterons ici la classification proposée par DE BEAUCHAMP (1965).

Clé dichotomique des familles

1. Vitellogène pair. Corps fusiforme constitué de segments télescopiques (fig. 39). Déplacement par nage ou reptation à la manière des sangsues..... DIGONONTES (Bdelloides) 2

— Vitellogène impair. Formes variées. Nage ou reptation simple pour les espèces libres..... MONOGONONTES 5

2. Appareil ciliaire consistant en 2 disques pédonculés..... 3

— Appareil ciliaire réduit à une plaque buccale..... 4

3. Mastax non protractile..... ADINETIDAE

— Mastax protractile..... PHILODINAVIDAE

4. Estomac sans lumière : digestion intracellulaire..... HABROTROCHIDAE

— Estomac avec un canal tubuleux (fig. 39)..... PHILODINIDAE

5. Appareil rotateur transformé en entonnoir de capture à cils rigides. Adultes généralement fixés (fig. 5)..... COLLOTHECIDAE

— Appareil rotateur non transformé en nasse ; cils mobiles..... 6

6. Femelle adulte libre et isolée..... 7

— Femelle adulte libre et coloniale..... 15 ou 16

— Femelle adulte fixée..... 16

7. Mastax malléé (fig. 6b). Appareil rotateur généralement bien développé..... 13

— Mastax non malléé. Appareil rotateur réduit à des touffes ciliaires et/ou à une plaque ventrale..... 8

8. Mastax incudé (fig. 6c). Espèces sacciformes de grande taille (fig. 8)..... ASPLANCHNIDAE

— Mastax forcipé (fig. 6e, 12)..... DICRANOPHORIDAE

— Mastax de type virgé (fig. 6d ou 6g)..... 9

9. Formes globuleuses. Trophi réduits. Estomac coloré avec des culs de sacs (fig. 18)..... GASTROPODIDAE

— Corps en forme de clochette arquée. Trophi réduits. Un orteil..... MICROCODONIDAE

— Formes ne présentant pas les précédents caractères..... 10

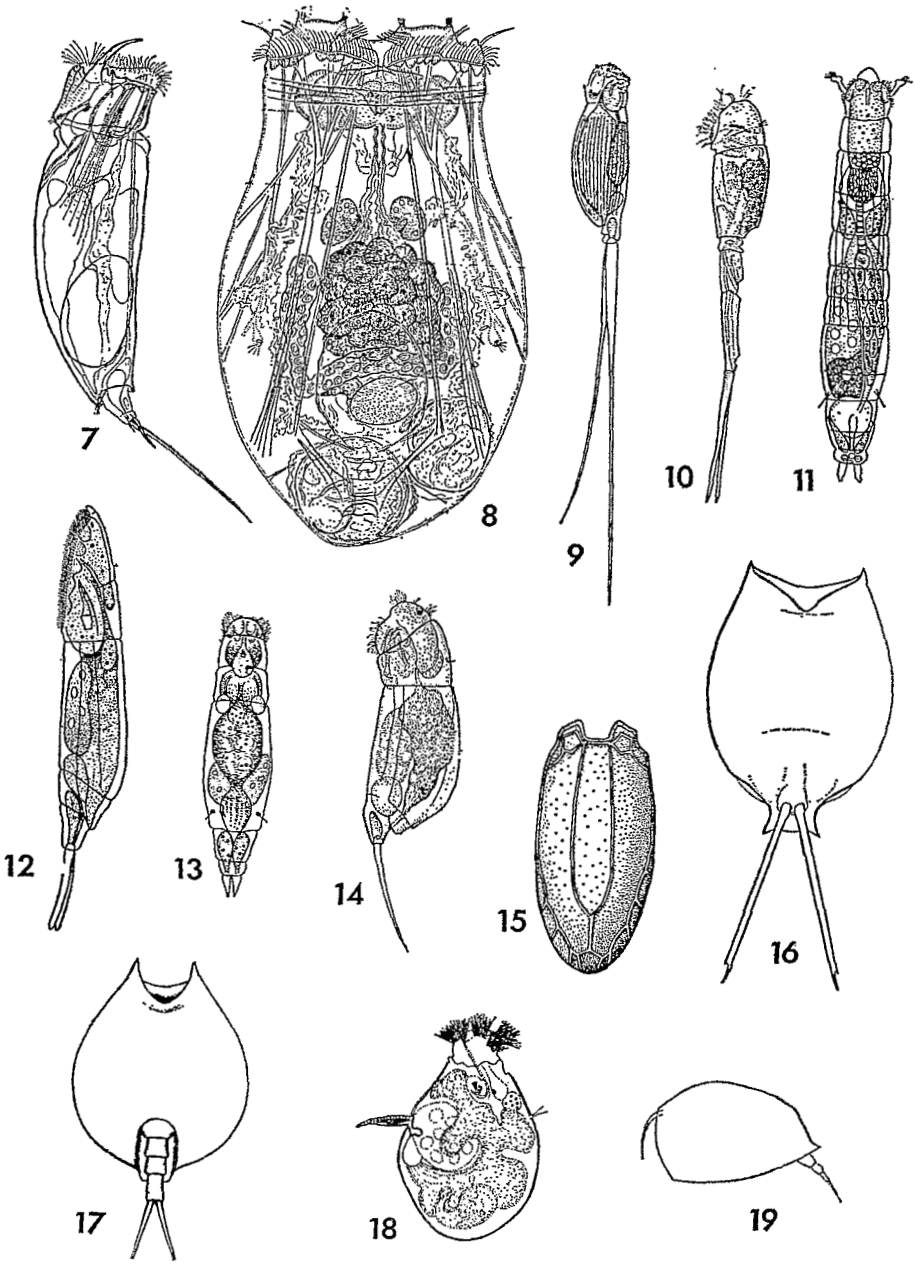


PLANCHE I. — **7**, *Trichocerca chattoni* (d'après DE BEAUCHAMP) ; **8**, *Asplanchna girodi* (d'après DE BEAUCHAMP) ; **9**, *Monommata maculata* (d'après HARRING et MYERS) ; **10**, *Scaridium longicaudum* (d'après DONNER) ; **11**, *Lindia torulosa* (d'après WULFERT) ; **12**, *Dicranophorus prionacis* (d'après HARRING & MYERS) ; **13**, *Proales decipiens* (d'après HARRING & MYERS) ; **14**, *Cephalodella gibba* (d'après WULFERT) ; **15**, *Anuraeopsis navicula* (d'après GREEN) ; **16**, *Lecane leontina* (d'après HARRING & MYERS) ; **17**, *Lepadella patella* (d'après HARRING) ; **18**, *Gastropus minor* (d'après WESENBERG-LUND) ; **19**, *Colurella uncinata* (d'après HOFSTEN).

10. Lorica cylindrique et mastax asymétriques, orteils souvent inégaux (fig. 74)..... TRICHOCERCIDAE
— Pas d'asymétrie..... 11

11. Mastax globuleux et musculeux en forme de V trois types principaux (fig. 40, 41, 42)..... SYNCHAETIDAE
— Mastax caractérisé par des manubriums à 2 branches (fig. 6d, 11)..... LINDIIDAE
— Mastax virgé à fulcrum plus ou moins long..... 12

12. Mastax virgé à fulcrum court. Deux types : 1) corps nu et vermiforme (fig. 13), 2) lorica ovoïde (fig. 16)..... LECANIDAE
— Mastax virgé à fulcrum long (fig. 6g). Formes variées (fig. 1, 9, 10, 14)..... NOTOMMATIDAE

13. Pied à 2 orteils, quand il existe. Appareil rotateur généralement composé d'une ceinture circumapicale et de touffes ciliaires buccales. Formes le plus souvent loriquées..... 14
— Pied sans orteil, quand il existe. Appareil rotateur en forme de couronne (trochus). 15

14. Appareil ciliaire bien développé (fig. 2, 15, 20 à 28, 31 et 32)..... BRACHIONIDAE
— Appareil ciliaire plus réduit (fig. 17, 19, 29, 30 et 33)..... EUCHLANIDAE

15. Couronne en fer à cheval. Adulte libre isolé ou par 2, 3 individus ou coloniaux. Tous planctoniques (fig. 34, 35)..... CONOCHILIDAE
— Couronne elliptique..... 16

16. Espèces généralement fixées (fig. 36 à 38). Parfois libres et coloniales (fig. 4). Fourreau plus ou moins développé..... MELICERTIDAE
— Espèces libres et isolées. Formes variées (fig. 43 à 47). TESTUDINELLIDAE

MONOGONONTES

PSEUDOTROQUES

1. Familles à mastax de type suceur (virgé). Appareil rotateur réduit.

— NOTOMMATIDAE. Lorica absente ou peu développée. Pied à deux orteils courts, formes très variées essentiellement périphytes ou littorales.

— *Notommata.* Plaque buccale et oreillettes ciliées. Appareil rétrocérébral bien développé.

— *Cephalodella.* Corps avec quatre plaques. Deux orteils de longueur variable (fig. 14).

— *Monommata.* Pied court à un segment. Deux orteils inégaux plus longs que le corps (fig. 9).

— *Scaridium.* Pied long à trois segments. Deux longs orteils et de nombreux autres genres (fig. 10).

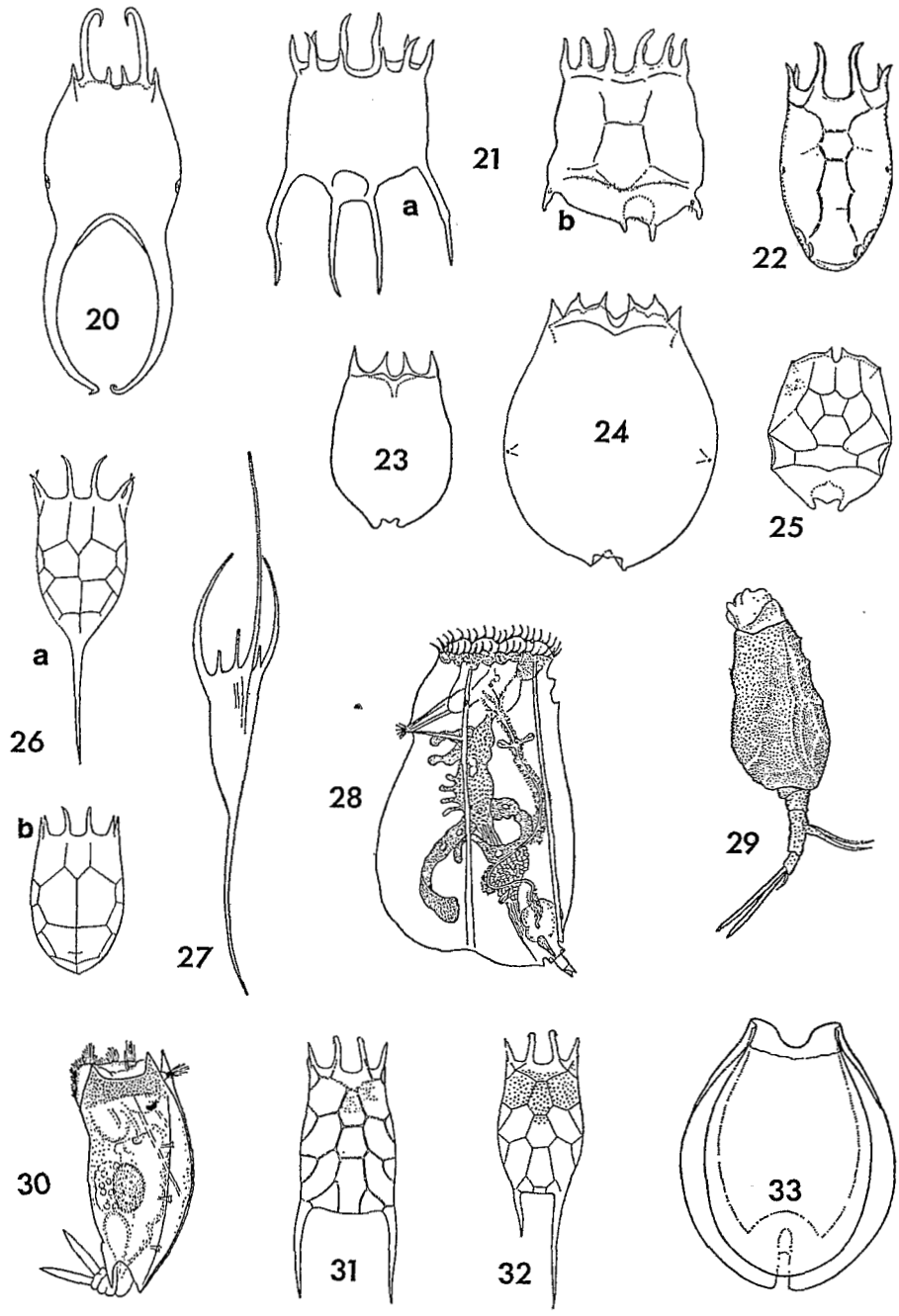


PLANCHE II. — **20**, *Brachionus falcatus* (d'après AHLSTROM) ; **21**, *B. (Platyias) patulus* a, forme *macracantha*, b, forme type (d'après AHLSTROM) ; **22**, *Keratella lenzi* (d'après KOSTE) ; **23**, *Brachionus dimidiatus* (d'après POURRIOT) ; **24**, *B. plicatilis* (d'après AHLSTROM) ; **25**, *B. angularis* (d'après AHLSTROM) ; **26**, *Keratella cochlearis*, a : forme type, b : forme *tecta* (d'après AHLSTROM) ; **27**, *Kellicottia longispina* (d'après HUDSON & GOSSE) ; **28**, *Epiphanes clavulata* (d'après DIEFFENBACH) ; **29**, *Trichotria poecillum* (d'après WULFERT) ; **30**, *Mytilina mucronata* (d'après WEBER) ; **31**, *Keratella quadrata* (d'après AHLSTROM) ; **32**, *K. tropica* (d'après AHLSTROM) ; **33**, *Euchlanis dilatata* (d'après MYERS).

— GASTROPODIDAE. Formes globuleuses à lorica flexible. Trophi fusionnés. Estomac coloré avec des culs de sac. Pied ventral à 1 ou 2 orteils *(Gastropus)* ou absent *(Ascomorpha, Chromogaster)* (fig. 18).

— SYNCHAETIDAE. Mastax musculeux en forme de V. Trois genres planctoniques d'aspects très différents.

- — *Polyarthra.* Pas de pied. Corps cylindrique flanqué latéralement de 2 groupes (dorsaux et ventraux) de 3 longs appendices en formes d'épée (fig. 42).
- — *Synchaeta.* Corps conique prolongé par un pied à deux petits orteils. Deux oreillettes ciliées latérales (fig. 41).
- — *Bipalpus.* Lorica bulleuse. Pied ventral à deux orteils.

— TRICHOCERCIDAE. Lorica cylindrique et mastax asymétriques, orteils styliformes souvent inégaux. Principal genre : *Trichocerca* (fig. 7).

— MICROCODONIDAE. Corps illoriqué en forme de clochette arquée. Un seul orteil *Microcodon.*

— LECANIDAE. Mastax virgé à fulcrum court.

- — *Proales.* Illoriqué, allure de Notommate. Deux orteils courts (fig. 13).
- — *Lecane.* Lorica ovoïde aplatie dorso-ventralement. Pied à un (sous-genre *Monostyla*) ou deux orteils styliformes (fig. 16).

— LINDIIDAE. Corps vermiforme à allure de Notommate. Deux petits orteils. Mastax caractéristique avec des manubriums à 2 branches (fig. 11).

2. Familles à mastax préhenseur.

— DICRANOPHORIDAE. Mastax forcipé. Appareil ciliaire réduit à la plaque buccale. *Dicranophorus, Encentrum.* Benthiques (fig. 12).

— ASPLANCHNIDAE. Mastax incudé. Ciliation réduite. Grandes espèces sacciformes transparentes, dépourvues généralement de pied. Pas d'intestin, ni d'anus. Le plus souvent vivipares et planctoniques : *Asplanchna* (fig. 8).

3. Familles à mastax mallée. Appareil rotateur avec une couronne circumapicale (pseudotrochus) bien développée.

— BRACHIONIDAE. Formes extérieurement variées.

- — *Epiphanes.* Grandes formes vésiculeuses, illoriquées. Pied à 2 orteils (fig. 28).

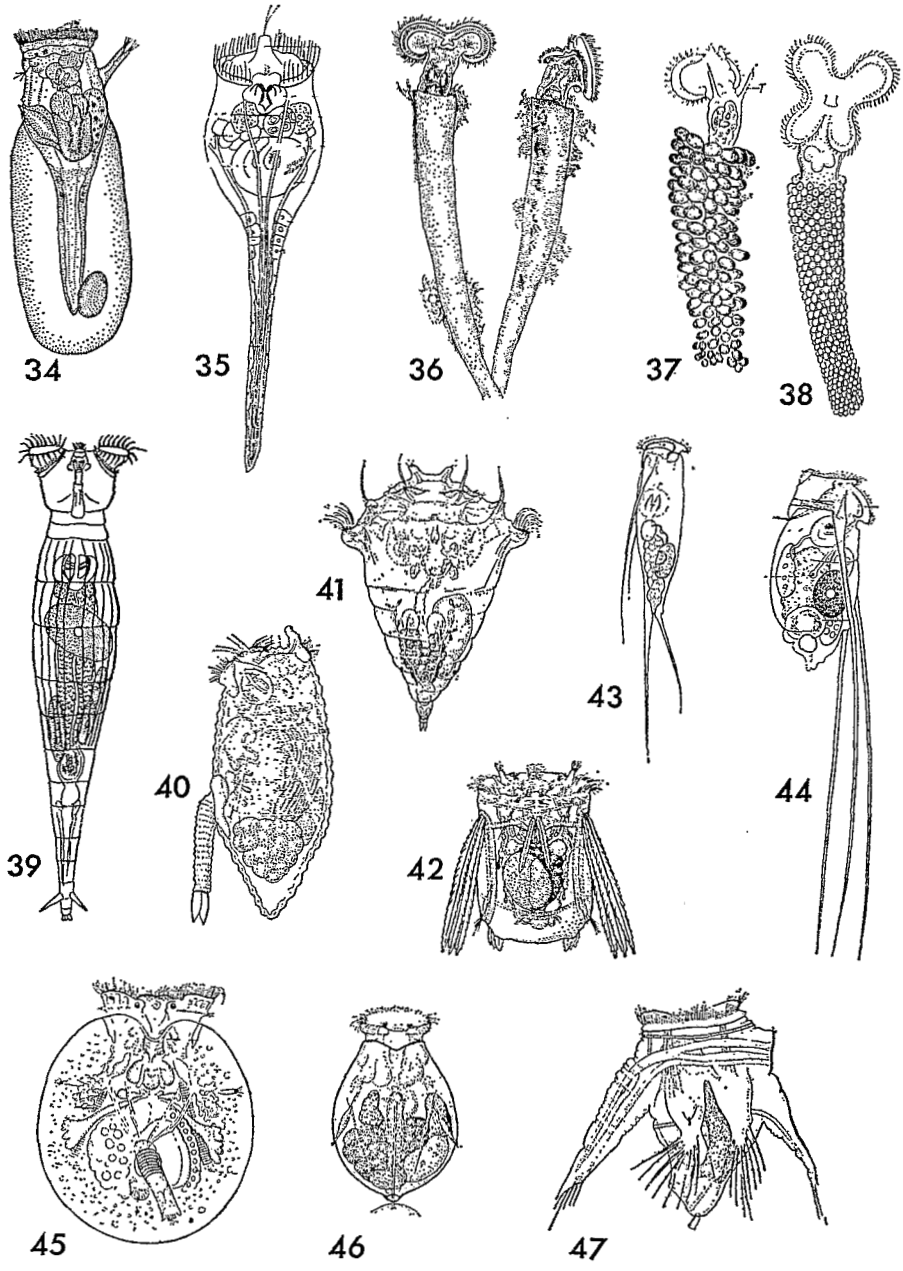


PLANCHE III. — **34**, *Conochiloides dossuarius* (d'après HLAVA) ; **35**, *Conochilus unicornis* (d'après KOLISKO) ; **36**, *Limnias ceratophylli* (d'après HUDSON & GOSSE) ; **37**, *Piygura pillula* (d'après HUDSON & GOSSE) ; **38**, *Melicerta* (= *Floscularia*) ringens (d'après HUDSON & GOSSE) ; **39**, *Rotaria citrina* (d'après WEBER) ; **40**, *Ploesoma hudsoni* (d'après DE BEAUCHAMP) ; **41**, *Synchaeta pectinata* (d'après DE BEAUCHAMP) ; **42**, *Polyarthra vulgaris* (d'après RUTTNER-KOLISKO) ; **43**, *Filinia opoliensis* (d'après REMANE) ; **44**, *Filinia longiseta* (d'après DONNER) ; **45**, *Testudinella patina* (d'après SEEHAUS) ; **46**, *Pompholyx sulcata* (d'après RUTTNER-KOLISKO) ; **47**, *Hexarthra intermedia* (d'après WISZNIEWSKI).

— *Brachionus.* Lorica ovoïde, souvent aplatie dorso-ventralement, plus ou moins échancrée antérieurement et parfois pourvue d'épines. Pied à 2 orteils (fig. 20, 21, 23, 24, 25).

— *Keratella.* Lorica cylindrique, aplatie dorso-ventralement ; présence d'épines et de facettes dorsales dont la disposition est spécifique. Pas de pied (fig. 22, 26, 31, 32).

— *Kellicottia.* Allure voisine des précédentes avec des épines antérieures et postérieure très allongées (fig. 27).

— *Anuraeopsis.* Petites espèces. Lorica ovoïde sans épine. Pas de pied. Œufs portés ventralement (fig. 15).

— EUCHLANIDAE. Appareil rotateur généralement plus simple que celui des Brachionidae.

— *Euchlanis.* Lorica constituée de 2 plaques, une ventrale et une dorsale. Pied avec 2 forts orteils (fig. 33).

— *Mytilina.* Semblable au précédent mais les plaques de la lorica sont fendues longitudinalement (fig. 30).

— *Trichotria.* Espèces loriquées avec un pied articulé pourvu d'ergots (fig. 29).

— *Lepadella.* Petites espèces. Lorica ovoïde aplatie dorso-ventralement. Pied à 2 orteils minces (fig. 17).

— *Colurella.* Petites espèces. Lorica aplatie latéralement. Pied à 2 petits orteils (fig. 19).

MONIMOTROQUES

— TESTUDINELLIDAE. Espèces libres. Formes variées.

— *Testudinella.* Lorica ronde ou ovale aplatie dorso-ventralement. Pied ventral (fig. 45).

— *Pompholyx.* Petites espèces ovoïdes sans pied (fig. 46).

— *Filinia.* Corps ovoïde sans lorica ni pied. Deux longues soies insérées antérieurement et généralement une soie postérieure (fig. 43).

— *Tetramastix.* Semblable à la précédente. Deux soies postérieures inégales.

— *Hexarthra.* Corps conique muni de six appendices épais, en forme de bras et portant des soies (fig. 47).

— MELICERTIDAE. Adultes fixés ou libres et coloniaux. Pied allongé.

Adultes sessiles construisant un fourreau plus ou moins rigide :

— *Ptygura.* Couronne ciliaire entière (fig. 37).

— *Limnias.* Couronne bilobée (fig. 36).

— *Melicerta* (= *Floscularia*). Couronne quadrilobée (fig. 38).

Adultes fixés (pas de fourreau) ou libres, en colonies le plus souvent sphériques : *Lacinularia*, *Synantherina*.

— CONOCHILIDAE. Espèces libres ; couronne ciliaire en forme de fer à cheval.

— *Conochilus*. Colonie sphérique (plus petite que les précédentes). Tentacules ventraux à l'intérieur de la couronne. Vivipares (fig. 35).

— *Conochiloïdes*. Individus isolés ou par 2 ou 3. Tentacules ventraux sous la couronne ciliaire (fig. 34).

PAEDOTROQUES

— COLLOTHECIDAE. Entonnoir de capture profond et entouré de cils rigides. Fourreau mucilagineux. Pied allongé. Deux genres : *Stephanoceros Colletheca* généralement fixés (quelques espèces planctoniques).

— ATROCHIDAE. Formes aberrantes dépourvues de ciliature à l'état adulte *(Atrochus, Cupelopagis)*.

DIGONONTES-BDELLOÏDES

Les Bdelloïdes font preuve d'une grande uniformité aussi bien dans leur morphologie que dans leur anatomie. Leur corps allongé, renflé en son milieu, est divisé en articles pouvant se télescoper les uns dans les autres. Le pied porte des ergots et de 0 à 4 orteils. Le mastax est du type ramé. La reproduction s'effectue par parthénogenèse indéfinie (absence de mâles).

Les quelques espèces franchement aquatiques appartiennent essentiellement aux genres *Rotaria* et *Philodina* de la famille des Philodinidae.

— PHILODINIDAE. Appareil rotateur formant 2 disques plus ou moins pédonculés. Présence d'un canal stomacal (digestion extracellulaire).

— *Philodina*. 2 yeux cérébraux. Quatre orteils. Ovipares.

— *Rotaria*. 2 yeux sur la trompe (parfois absents). Trois orteils. Vivipares (fig. 39).

— *Dissotrocha*. 2 yeux cérébraux ou pas. Quatre orteils. Vivipares. Tronc fortement strié transversalement.

— HABROTROCHIDAE. Appareil rotateur identique à celui des Philodinidae. Pas de lumière stomacale (digestion intracellulaire). *Habrochta*.

— PHILODINAVIDAE. Réduction de l'appareil ciliaire et mastax protractile. Genres rares.

— ADINETIDAE. Appareil ciliaire réduit à une plaque buccale : animal rampant. *Adineta*.

Biogéographie

La répartition des Rotifères est liée essentiellement à la nature des biotopes aquatiques et non à la région géographique. Les Rotifères présentent un cosmopolitisme très large allant jusqu'à l'échelle de l'espèce. A l'exception de quelques rares espèces très localisées (telle *Keratella reducta* connue seulement en Afrique du Sud), la plupart des espèces se retrouvent aussi bien dans des biotopes semblables d'Afrique, d'Amérique, d'Asie ou d'Europe.

Toutefois la comparaison des aires de distribution des espèces les plus communes fait apparaître une zonation latitudinale qui est surtout une zonation de température (GREEN, 1972). Ainsi bon nombre d'espèces du genre *Notholca*, nettement psychrophiles, sont absentes des régions chaudes. A l'inverse, certaines espèces ne sont trouvées que dans les régions pantropicales. Parmi celles-ci, *Anuraeopsis coelata*, *A. navicula*, *Brachionus caudatus*, *Keratella lenzi*, *K. tropica*, *Lecane leontina*, *L. ungulata*, *Trichocerca rattneri*, sont fréquentes en zone soudanienne. L'ensemble des espèces pantropicales ne représente cependant qu'une faible proportion (15 à 20 p. cent au plus) du nombre total d'espèces présentes dans ces régions car les espèces cosmopolites y sont largement représentées.

La connaissance des Rotifères dulçaquicoles de la zone soudanienne est encore trop fragmentaire pour y rechercher d'éventuelles caractéristiques communes. Seules quelques études ont été faites dans la région du Nil (KLIMOWICZ, 1961 ; 1962 ; HAUER, 1963 ; GREEN, 1967), du Nord Nigeria (GREEN, 1960) et du Tchad (POURRIOT, 1968 ; ROBINSON et ROBINSON, 1971).

Éléments de biologie

RÉGIMES ALIMENTAIRES

Ceux-ci sont, bien entendu, liés à la structure de l'appareil ciliaire et à celle du mastax qui définissent le mode d'ingestion des aliments.

A. *Espèces microphages.* Chez les Rotifères à mastax broyeur (mallée ou ramé), la couronne circumapicale bien développée produit un courant apportant les particules alimentaires à la bouche. La plus petite dimension des particules ingérables nécessairement inférieure à celle de la bouche, ne dépasse guère 25 μ. Ce peut être soit des Bactéries, soit des algues microscopiques, soit des éléments inertes (tripton), ou l'ensemble des trois pour les espèces se nourrissant du « toutvenant ».

B. *Espèces macrophages.* Les Rotifères à mastax suceur ou préhenseur se comportent en prédateurs et la taille des aliments ingérés est très variable. La couronne circum-apicale est réduite voire même inexistante.

(a) Espèces phytophages. Bon nombre d'espèces périphytes à mastax virgé (du genre *Notommata*, *Trichocerca* ou *Lindia*) se nourrissent préféren-

tiellement de cellules végétales qu'elles aspirent en totalité ou qu'elles vident par succion. Il en va de même pour les espèces planctoniques. Ainsi *Chromogaster ovalis* s'attaque aux Péridiniens dont il perce la paroi tandis que d'autres espèces appartenant aux genres *Synchaeta*, *Polyarthra* ou *Gastropus* ingèrent en les aspirant les flagellés colorés qui leur servent de proies.

(b) Espèces carnivores. Celles-ci se rencontrent aussi bien chez des espèces périphytes à mastax virgé (du genre *Notommata*) ou forcipé *(Dicranophorus)* que chez les espèces planctoniques à mastax incudé *(Asplanchna)*. Les proies sont le plus souvent d'autres espèces de Rotifères ou des Ciliés.

(c) Rotifères piégeurs. Tels sont tous les Paedotroques où l'appareil ciliaire transformé en nasse sert à la capture de proies (Ciliés, Flagellés ou Rotifères).

Dans chacun de ces types alimentaires existent des espèces plus spécialisées c.-à-d. présentant un éventail alimentaire plus ou moins restreint à un genre ou à un groupe d'espèces apparentées. Elles témoignent de l'existence d'un choix effectué parmi les différentes sources de nourriture disponible (cf. POURRIOT, 1965).

CYCLE DE REPRODUCTION

Les Rotifères dulçaquicoles se reproduisent par parthénogénèse continue chez les Bdelloïdes, cyclique chez les Monogonontes.

Sauf chez quelques genres *(Asplanchna, Rotaria)* où le développement de l'embryon s'effectue dans le corps de la mère (ovoviviparité), l'ovocyte

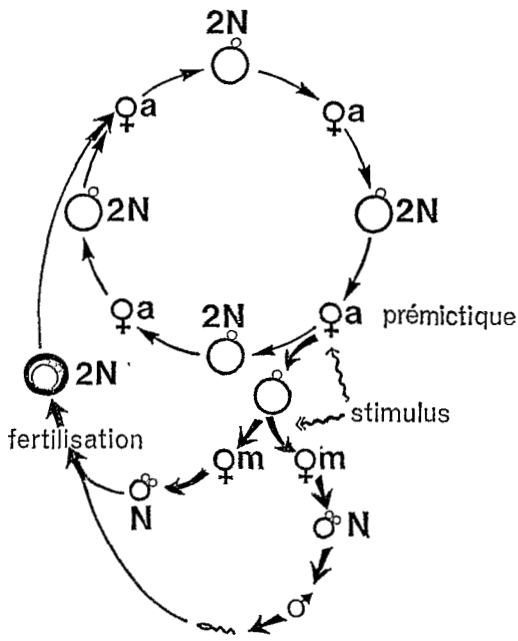


Fig. 48. — Cycle de reproduction de Rotifères Monogonontes (♀ a = femelle amictique, ♀ m = femelle mictique).

mûr est émis à l'extérieur. La plupart des femelles d'espèces planctoniques portent leurs œufs à l'extrémité postérieure du corps jusqu'à l'éclosion du jeune. Quelques espèces *(Synchaeta, Ploesoma = Bibalpus, Trichocerca)* font exception : les œufs sont alors soit flottants soit pondus sur des supports eux-mêmes flottants (autres espèces planctoniques).

Chez les Monogonontes, le cycle de reproduction s'établit généralement (1) selon le schéma suivant (fig. 48) :

Une femelle amictique issue d'un œuf durable pond parthénogénétiquement des œufs à développement immédiat qui donnent naissance à d'autres femelles du même type. Après un nombre indéterminé de générations parthénogénétiques, apparaissent d'autres femelles dites mictiques engendrées par les premières et morphologiquement indistinguables. Ces femelles mictiques pondent parthénogénétiquement des œufs, plus petits que les précédents, à développement immédiat. Ces œufs donnent naissance à des mâles nains, dépourvus de tube digestif (fig. 3), donc condamnés à une vie brève. Lorsqu'elles sont fécondées (fécondation hypodermique), les femelles mictiques pondent des œufs durables, à coque épaisse et à développement différé.

Le passage du type amictique au type mictique s'effectue sous l'action de facteurs internes, génétiques (différences entre les lignées) et de facteurs externes. Ces derniers sont de nature assez variée aussi bien physique que biotique (synthèse in CLÉMENT et al., 1977).

La production des femelles mictiques chez *Asplanchna brightwelli* est déclanchée par la présence d'α-tocophérol (vitamine E) d'origine végétale dans l'alimentation normalement carnivore de cette espèce (voir BIRKY et GILBERT, 1971). Chez *Notommata copeus*, le stimulus déclencheur est la photopériode : les femelles mictiques apparaissent lorsque la durée d'éclairement, naturel ou artificiel, est supérieure à 14 h. Le taux de femelles mictiques produites à 23° est maximum à la photopériode de 17 h : LD = 17/7 (POURRIOT et CLÉMENT, 1973, 1975).

L'influence de la densité de population semble plus complexe quoique indéniable. Dans les conditions induisant la sexualité, la densité de population module le taux de femelles mictiques chez *A. brightwelli* (BIRKY, 1969) comme chez *N. copeus* (CLEMENT et POURRIOT, 1975). Chez *Brachionus calyciflorus* la densité de population influe également sur le taux de femelles mictiques (GILBERT, 1963) mais, chez une espèce voisine, *B. rubens*, RUTTNER-KOLISKO (1964), attribue au choc thermique le rôle de stimulus déclencheur. La température peut également intervenir comme régulateur : les pourcentages de femelles mictiques relevés dans des populations d'*A. brightwelli* (BUCHNER et KIECHLE, 1968) et de *B. calyciflorus* (HALBACH et HALBACH-KEUP, 1972) sont plus forts aux températures élevées.

Hormis quelques cas précis, le rôle des facteurs externes, en particulier de la nourriture, dans l'induction de la sexualité apparaît encore souvent confus ou difficilement interprétable.

---

(1) Certaines espèces coloniales du genre *Synantherina* présentent des caractères particuliers tels que l'existence de femelles pondant successivement des œufs mâles et des œufs femelles à développement immédiat et une synchronisation des éclosions des larves (CHAMP, 1976).

PARAMÈTRES BIOLOGIQUES

Au laboratoire, à 20 °C et dans des conditions d'alimentation optimum, la durée de vie des femelles amictiques d'une espèce planctonique est d'environ 10 à 15 jours. La durée du développement embryonnaire, D_e (de la ponte de l'œuf à l'éclosion du jeune), est voisine de 1 jour (parfois moins), la durée du développement post embryonnaire, D_p (période de croissance et d'acquisition de la maturité sexuelle, allant de l'éclosion du jeune à la ponte du 1er œuf), varie de 1 à 2 jours. Le temps de génération minimum (D_e+D_p) varie donc de 1 à 3 jours à 20° selon les espèces (POURRIOT et DELUZARCHES, 1971). La période de fécondité s'étale sur 8 à 12 jours et est suivie d'une période de sénescence généralement brève. Une femelle amictique pond durant sa vie (taux net de reproduction : Ro) un nombre d'œufs voisin de 30 à un rythme de ponte variant de 1 à 6 œufs par jour, en moyenne (POURRIOT, 1973 et fig. 49).

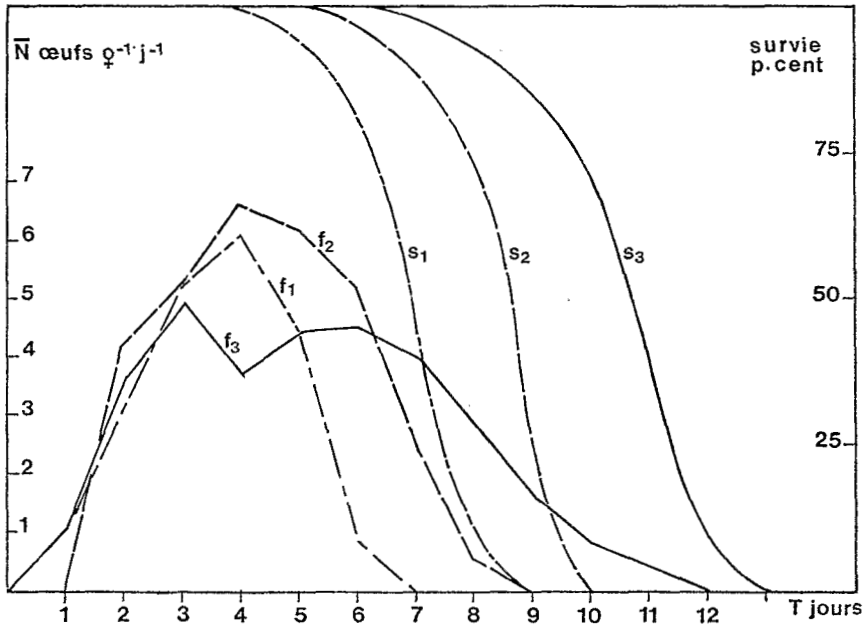


Fig. 49. — Courbes de fécondité et de survie en fonction de l'âge des femelles amictiques chez trois clones de *Brachionus calyciflorus*, à 20 °C (d'après POURRIOT, 1973).

La température, la nourriture et l'âge des femelles influent différemment sur ces paramètres dont dépend finalement le taux de croissance de la population (voir EDMONDSON, 1965, 1974 ; PARISE, 1966 ; KING, 1967, 1969 ; HALBACH, 1970 ; HALBACH et HALBACH-KEUP, 1974).

Le nombre d'œufs mâles pondus par une femelle mictique non fécondée est du même ordre de grandeur que celui des œufs des femelles mictiques

mais leur rythme de ponte est plus rapide. Le nombre d'œufs de durée pondus par une femelle mictique fécondée est bien moindre (maximum 13) et le rythme de leur ponte nettement plus lent.

POLYMORPHISME

De même que chez les Cladocères, certaines espèces de Rotifères planctoniques présentent une variation morphologique intraspécifique portant essentiellement sur la taille des formations tégumentaires (soies, épines, bosses) ainsi que sur celle du corps.

La théorie de la flotabilité de WESENBERG-LUND (1930) admettait que l'allongement des formes assurait une meilleure sustentation en réponse à une diminution de densité de l'eau due à son échauffement. Au mieux applicable à *Asplanchna priodonta*, cette conception est souvent infirmée par des observations contradictoires. Bien que la température exerce une influence certaine (BUCHNER et MULZER, 1960 ; RAUH, 1963 ; POURRIOT, 1973), elle ne suffit pas à expliquer l'amplitude des variations observées qui dépend à la fois de facteurs internes et de facteurs externes autres que la température.

L'influence de facteurs biotiques a été mise en évidence chez quelques espèces. Ainsi l'apparition ou l'allongement des épines ou des soies chez des espèces du genre *Brachionus (B. calyciflorus, B. bidentata)* ou *Filinia (F. mystacina)* est induite par la présence du prédateur *Asplanchna* (litt. in POURRIOT, 1975).

Chez les *Asplanchna (A. brightwelli* et *A. sieboldi)* l'α-tocophérol, présent dans les éléments végétaux ingérés en même temps que les proies, est à l'origine de la formation de protubérances (BIRKY, 1969 ; GILBERT, 1973).

Dans les deux cas, les substances organiques en cause (la première est une protéine non identifiée) n'agissent pas directement sur les femelles mises à leur contact mais sur leur descendance.

Parmi les espèces tropicales, certaines, tel *Brachionus caudatus* (fig. 50) montrent une très grande variabilité morphologique, encore inexpliquée, concernant surtout la longueur des épines postérolatérales.

Éléments d'écologie

Il existe des rapports évidents entre la composition et la densité de la faune rotifèrienne et la nature des eaux définies classiquement en dystrophes, oligotrophes et eutrophes, quoique les limites de cette répartition soient souvent difficiles à définir (voir PEJLER, 1965 ; POURRIOT, 1965). Ces rapports ne sont vraisemblablement pas directs mais liés à la distribution écologique de la nourriture des Rotifères. Ainsi, les espèces se nourrissant de Desmidiées ne se rencontrent que dans les eaux humiques acides (dystrophes), biotopes caractéristiques de ces algues. Le Bdelloïde *Rotaria neptunius* au pied démesurément allongé est une espèce indicatrice des eaux polluées par les substances organiques où il trouve à profusion sa nourriture bactérienne.

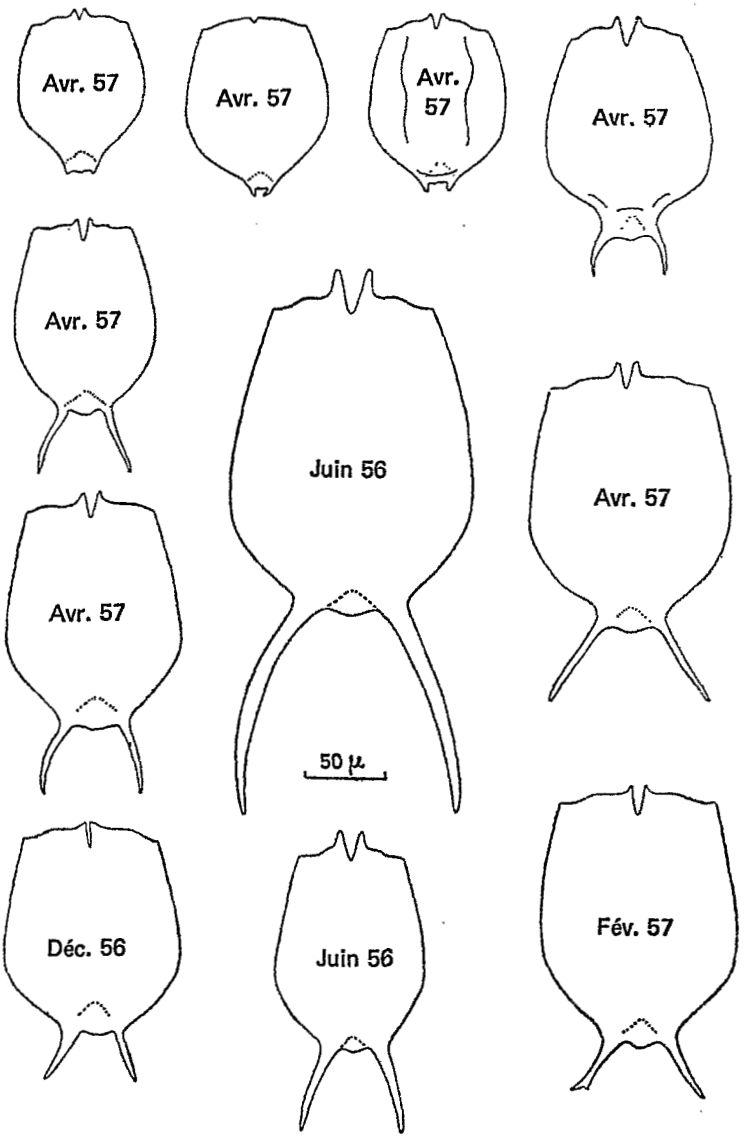


Fig. 50. — Variations de la forme de *Brachionus caudatus*. Tous les spécimens proviennent d'une mare du Nigéria et sont dessinés à la même échelle (d'après GREEN, 1960).

En règle générale les eaux dystrophes sont riches en espèces et pauvres en individus. Dans la série des eaux alcalines, le nombre d'espèces et surtout la densité en individus varient avec le degré de « trophie » des eaux. Le plancton des lacs oligotrophes est composé de peu d'espèces en faible nombre (200 à 500 individus/litre). L'enrichissement du milieu (passage aux lacs eutrophes puis hypereutrophes) s'accompagne d'une augmentation en nombre

d'espèces (du genre *Brachionus* en particulier) et surtout en densité : lac eutrophe 1 000 à 2 000 ind./l, eau hypereutrophe (héléoplancton) : 10 à 15 mille ind./l. Le pullulement d'un nombre limité d'espèces atteint son maximum dans les eaux du type « étang de pisciculture » (engraissés) où la composition spécifique du zooplancton dépend dans une large mesure de la charge en poissons (litt. in POURRIOT, 1975).

L'extrême limite de ces milieux polytrophes très typés est atteinte avec les milieux hypersalins que sont les lacs et mares natronés tels ceux du Kanem (Tchad). Les Rotifères, accompagnés de Protozoaires Ciliés, y sont l'élément dominant du zooplancton. Outre *Brachionus plicatilis*, caractéristique des eaux saumâtres, les lacs natronés sont peuplés par un très petit nombre d'espèces liées à ce type de milieu : *B. dimidiatus*, *Hexarthra jenkinae* et *Cephalodella elmeinteita*, *Brachionus dimidiatus*, le plus fréquent, peut y atteindre des densités records de 600.000 ind./l (ILTIS et RIOU-DUWAT, 1971).

Une distinction classique est effectuée entre plancton et périphyton (ensemble des espèces vivant à proximité ou sur les végétaux immergés). Dans ce dernier se rencontrent toutes les espèces fixées ainsi que bon nombre d'espèces libres mais plus ou moins thigmotactiques, comme par exemple les Notommatidae, Dicranophoridae, Euchlanidae. Les densités maximum relevées sont pour les espèces libres de l'ordre de 5.000 ind./l, pour les espèces fixées d'environ 25.000 ind./l. Pour ces dernières, il apparaît plus logique de les estimer en nombre d'individus par unité de surface : au cours d'une prolifération en eaux chaudes d'un Melicertidae colonial du genre *Lacinularia* une densité maximum de 5 000 ind./cm^2 a été observée (CHAMP, 1974).

Au sein d'un milieu naturel, rarement homogène, les Rotifères se concentrent dans certaines zones et présentent de ce fait des variations dans leur répartition tant horizontale que verticale. De bons exemples de cette distribution spaciale ou de son évolution dans le temps ont été fournis pour les espèces communes de deux petits lacs suédois par BERZINS (1958) et NAUWERCK (1963). Les Rotifères planctoniques effectuent des migrations quotidiennes dont l'amplitude est généralement plus restreinte que chez les Cladocères et les Copépodes. Une amplitude maximale de 4,6 m a été relevée par PENNAK (1944) pour *Conochilus hippocrepis* dans un lac du Colorado. Bien que ces déplacements apparaissent le plus souvent liés à la photopériode (les animaux descendent le jour et remontent la nuit), une même espèce peut, selon le biotope, effectuer des migrations inverses ou ne pas se déplacer (GEORGE et FERNANDO, 1969, 1970 ; LARSSON, 1971 ; SCHINDLER et NOVEN, 1971 ; RUTTNER-KOLISKO, 1975).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BEAUCHAMP (DE) (P.), 1955. — Sur quelques Rotifères de la Côte d'Ivoire. *Acta Trop.*, 12, 1 : 68-72.

BEAUCHAMP (DE) (P.), 1965. — Classe des Rotifères. *Traité de Zoologie*, éd. P. P. Grasse, Paris, IV (III) : 1225-1379.

BERZINS (B.), 1958. — Ein planktologisches Querprofil. *Inst. Freshwat. Res.*, 39 : 5-22.

BIRKY (C. W.), 1969. — The developmental genetics of polymorphism in the Rotifer *Asplanchna* III. Quantitative modification of developmental responses to vitamin E, by the genome, physiological state, and population density of responding females. *J. exp. Zool.*, 170, 4 : 437-448.

BIRKY (C. W.), GILBERT (J. J.), 1971. — Parthenogenesis in Rotifers : the control of sexual and sexual reproduction. *Amer. Zool.*, 11 : 245-266.

BUCHNER (H.), KIECHLE (H.), 1966. — Der Einfluss der Temperatur auf die Bisexualität von *Asplanchna*. *Naturwissenschaften*, 24 : 708-709.

BUCHNER (H.), MULZER (F.), 1961. — Untersuchungen über die Variabilität der Rädertiere. II. der Ablauf der Variation im Freien. *Z. Morph. Ökol. Tiere.*, 50 : 330-374.

CHAMP (P.), 1974. — Étude des pullulations de Rotifères périphytiques dans la Loire à l'aide de supports artificiels. *Bull. franç. Pisc.*, 252 : 119-123.

CHAMP (P.), 1976. — Étude des populations d'un Rotifère épiphyte dans la Loire. Thèse de 3e cycle, Université de Paris VI.

CLÉMENT (P.), POURRIOT (R.), 1975. — Influence du groupement et de la densité de population sur le cycle de reproduction de *Notommata copeus* Ehrb. (Rotifère). I. Mise en évidence et essai d'interprétation. *Arch. Zool. exp. gen.*, 116, 3 : 375-422.

CLÉMENT (P.), ROUGIER (C.) & POURRIOT (R.), 1977. — Les facteurs exogènes et endogènes qui contrôlent l'apparition des mâles chez les Rotifères. *Bull. Soc. Zool.* Fr., 101, supp. 4, 86-95.

DONNER (J.), 1965. — Ordnung Bdelloidea (Rotatoria, Rädertiere). Bestimmungsbücher zur Bodenfauna Europas, 6, *Akademie-Verlag*, Berlin, 297 p.

EDMONDSON (W. T.), 1965. — Reproductive rate of planktonic rotifers as related to food and temperature in nature. *Ecol. Monogr.*, 35 : 61-111.

EDMONDSON (W. T.), 1974. — Secondary production. *Mitt. int. Ver. Limnol.*, 20 : 229-272.

GEORGE (M. G.), FERNANDO (C. H.), 1969. — Seasonal distribution and vertical migration of planktonic rotifers in two lakes in Eastern Canada. *Verh. int. Ver. Limnol.*, 17 : 817-829.

GEORGE (M. G.), FERNANDO (C. H.), 1970. — Diurnal migration in three species of rotifers in sunfish lake, Ontario. *Limnol. Oceanogr.*, 15 : 218-223.

GILBERT (J. J.), 1963. — Mictic female production in the Rotifer *Brachionus calyciflorus*. *J. exp. Zool.*, 153 : 113-123.

GILBERT (J. J.), 1973. — The adaptive significance of polymorphism in the Rotifer *Asplanchna*. Humps in males and females. *Oecologia*, 13, 2 : 135-146.

GILBERT (J. J.), 1974. — Dormancy in Rotifers. *Trans. amer. microsc. Soc.*, 93, 4 : 490-513.

GREEN (J.), 1960. — Zooplankton of the river Sokoto, the Rotifera. *Proc. zool. Soc.* Lond. 135, 4 : 491-523.

GREEN (J.), 1967. — Associations of Rotifera in the zooplankton of the lake sources of the White Nile. *J. Zool.*, 151, 3 : 343-378.

GREEN (J.), 1972. — Latitudinal variation in associations of planktonic Rotifers. *J. Zool.*, Lond., 167 : 31-39.

HALBACH (U.), 1970. — Einfluss der Temperature auf die Populationsdynamik des planktischen Rädertiere *Brachionus calyciflorus*. Pallas. *Oecologia*, 4 : 176-207.

HALBACH (U.) & HALBACH-KEUP (G.), 1972. — Einfluss von Aussenfaktoren auf den Fortpflanzungsmodus heterogoner Rotatorien. *Oecologia*, 9, 3 : 203-214.

HALBACH (U.) & HALBACH-KEUP (G.), 1974. — Quantitative Beziehungen zwischen phytoplankton und der Populationsdynamik des Rotators *Brachionus calyciflorus*

Pallas. Befunde aus Laboratoriums-experimenten und Freilanduntersuchungen. *Arch. Hydrobiol.*, 3 : 273-309.

HAUER (J.), 1963. — Zur Kenntnis Der Rädertiere (Rotatoria) von Ägypten. *Arch. Hydrobiol.*, 59, 2 : 162-195.

HILLBRICHT-ILKOWSKA (A.), 1965. — The effect of the frequency of sampling on the picture of the occurence and dynamics of plankton Rotifers. *Ekol. Pol.*, 13, 8 : 101-112.

HUTCHINSON (G. E.), 1967. — A treatise on Limnology vol. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. *J. Wiley and Sons N.Y.*, 1114 p.

ILTIS (A.), RIOU-DUWAT (S.), 1971. — Variations saisonnières du peuplement en rotifères des eaux natronées du Kanem (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 5, 2 : 101-112.

KING (C. E.), 1967. — Food, age, and the dynamics of a laboratory population of rotifers. *Ecology*, 48, 1 : 111-128.

KING (C. E.), 1969. — Review article experimental studies of ageing in Rotifers. *Exp. Geront.* 4 : 63-79.

KLIMOWICZ (H.), 1961. — Rotifers of the Nile canals in the Cairo environs. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 9 : 203-21.

KLIMOWICZ (H.), 1961. — Differenciation of rotifers in various zones of Nile near Cairo. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 9 : 223-242.

KLIMOWICZ (H.), 1962. — Rotifers of the small water bodies of Cairo botanical gardens. *Pol. Atch. Hydrobiol.*, 10 (23) : 241-270.

KUTIKOVA (L. A.), 1970. — Rotifères de la faune d'U.R.S.S. (en russe). *Léningrad*, 744 p.

LARSSON (P.), 1971. — Vertical distribution of planktonic rotifers in a Meromictic lake, Blankvatn near Oslo, Norway. *Norw. J. Zool.*, 19, 1 : 47-75.

LIKENS (G. E.) et GILBERT (J. J.), 1970. — Notes on quantitative sampling of natural populations of planktonic Rotifers. *Limnol Oceanogr.* 15, 5 : 816-820.

NAUWERCK (A.), 1963. — Die Beziehungen zwischen Zooplankton und Phytoplankton im See Erken. *Symb. Bot. Upsaliens.*, 17, 5 : 1-163.

PARISE (A.), 1966. — Ciclo sessuale e dinamica di popolazioni di *Euchlanis.* (Rotatoria) in condizioni sperimentali. *Arch. Oceanogr. Limnol.* 14, 3 : 387-411.

PEJLER (B.), 1965. — Regional-ecological studies of swedish fresh-water zooplankton. *Zool. Bidr. Upps.*, 36, 4 : 407-515.

PENNAK (R.), 1944. — Diurnal movements of zooplankton in some Colorado Mountain Lakes. Ecology, 25, 4 : 387-403.

POURRIOT (R.), 1965. — Recherches sur l'Écologie des Rotifères (Thèse). *Vie Milieu*, suppl. 21, 224 p.

POURRIOT (R.), 1968. — Rotifères du lac Tchad. *Bull. I.F.A.N.*, 30, 2 : 471-496.

POURRIOT (R.), 1973 a. — Rapport entre la température, la taille des adultes, la longueur des œufs et le taux de développement embryonnaire chez *Brachionus calyciflorus* Pallas (Rotifère). *Annls. Hydrobiol.*, 4, 1 : 103-115.

POURRIOT (R.), 1973 b. — Recherches sur la biologie des Rotifères. III Fécondité et durée de vie comparée chez les femelles amictiques et mictiques, fécondées et non fécondées de quelques espèces. *Annls. Limnol.*, 9, 3 : 241-258.

POURRIOT (R.), 1974. — Relations prédateur-proie chez les Rotifères : influence du prédateur *(Asplanchna brightwelli)* sur la morphologie de la proie *(Brachionus bidentata)*. *Annls. Hydrobiol.*, 5 : 43-55.

POURRIOT (R.), 1975. — Relations prédateur-proie : réactions adaptatives et fluctuations des populations du zooplancton sous l'influence d'une prédation sélective. *Année biol.*, 14, 1/2 : 69-85.

POURRIOT (R.), CLÉMENT (P.), 1973. — Photopériodisme et cycle hétérogonique chez *Notommata copeus* (Rotifère Monogononte). II. Influence de la qualité de la lumière. Spectres d'action. *Arch. Zool. exp. gén.*, 114, 2 : 277-300.

POURRIOT (R.) & CLÉMENT (P.), 1975. — Influence de la durée de l'éclairement quotidien sur le taux de femelles mictiques chez *Notommata copeus* Ehr. (Rotifère). *Oecologia*, 22 : 67-77.

POURRIOT (R.), DELUZARCHES (M.), 1971. — Recherches sur la biologie des rotifères. II. Influence de la température sur la durée du développement embryonnaire et post-embryonnaire. *Annls. Limnol.*, 7, 1 : 25-52.

POURRIOT (R.) & HILLBRICHT-ILKOWSKA (A.), 1969. — Recherches sur la biologie de quelques Rotifères planctoniques. I. Résultats préliminaires. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 94, 1 : 111-118.

POURRIOT (R.), ILTIS & LÉVÊQUE-DUWAT (S.), 1967. — Le plancton des mares natronées du Tchad. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* 52, 4 : 535-543.

RAHM (V.), 1956. — Sur la présence de *Trochosphaera solstitialis* en Afrique. *Bull. I.F.A.N.*, 18 : 708-711.

RAUH (F.), 1963. — Untersuchungen über die Variabilität der Rädertiere. III. Die experimentelle Beeinflussung der Variation von *Brachionus calyciflorus* und *Brachionus capsuliflorus*. *Z. Morph. Okol. Tiere*, 53 : 61-106.

ROBINSON (A. H.), ROBINSON (P. K.), 1971. — Seasonal distribution of zooplankton in the northern basin of Lake Chad. *J. Zool., Lond.*, 163 : 25-61.

RUTTNER-KOLISKO (A.), 1964. — Über die labile Periode im Fortpflanzungszyklus der Rädertiere. *Int. Rev. ges. Hydrobiol.*, 49, 3 : 473-482.

RUTTNER-KOLISKO (A.), 1972. — Rotatoria *in* Das Zooplankton der Binnengewässer. E. Schweizerbart'sche Verlag, Stuttgart : 99-234 (Engl. transl., 1974).

RUTTNER-KOLISKO (A.), 1975. — The vertical distribution of plankton Rotifers in a small alpine lake with a sharp oxygen depletion (Lunzer Obersee). *Verh. int. Ver. Limnol.*, 19 : 1286-1293.

SCHINDLER (D. W.) and NOVEN (B.), 1971. — Vertical distribution and seasonal abundance of zooplankton in two shallow lakes of the E.L.A., Ontario. *J. Fish. Res. Board Can.*, 28 : 245-256.

VOIGT (M.), 1957. — Rotatoria. *Die Rädertiere Mitteleuropas. Berlin.* Gebrüder Borntraeger, 508 p, 115 pl. Nouv. Ed. rev. W. KOSTE, 1978.

WESENBERG-LUND (C.), 1930. — Contributions to the biology of the Rotifera. Part II. The periodicity and sexual periods. *K. danske vidensk. Selsk.*, Ser. 9, 2, 1 : 1-230.

ADDENDUM

Le lecteur pourra trouver des informations récentes sur divers aspects de la biologie et de l'écologie des Rotifères dans les « Proceedings of the First international Rotifer Symposium » parus, après la rédaction de cet article (Arch. Hydrobiol., Ergbn. Limnol., vol. 8, 1977) ainsi que dans les « Proceedings of the Second international Rotifer Symposium » à paraître dans Hydrobiologia 1980).

Turbellariés 7

NICOLE GOURBAULT

Les Turbellariés, groupe primitif de l'embranchement des Plathelminthes, formes à symétrie bilatérale caractérisées par l'absence d'anus, de cavités définies entre ectoderme et endoderme et par l'hermaphroditisme, sont essentiellement libres et carnassiers et présentent un cycle de vie simple avec formes larvaires et métamorphoses exceptionnelles mais possibilité de reproduction asexuée. Ils peuplent tous les milieux, sans être limités aux seules eaux douces et sont trop variés pour qu'un type en soit défini (fig. 1 et 2) ; toutefois certains caractères essentiels peuvent être dégagés.

La taille et la forme des Turbellariés, animaux non segmentés, sont très variables. Dans l'ensemble les espèces microscopiques sont fusiformes, alors que les plus grandes (de 1 à 10 cm) sont aplaties et foliacées, très contractiles et déformables. La partie antérieure où sont localisés les organes sensoriels présente parfois des expansions ou des tentacules.

Les espèces dulçaquicoles, souvent translucides ou blanches, peuvent aussi apparaître colorées en brun plus ou moins foncé allant jusqu'au noir.

Anatomie

Le tégument, lubrifié par du mucus, consiste en un épiderme nucléé, en partie cilié, caractérisé par les rhabdites, petits bâtonnets secrétés par des cellules glandulaires. Au-dessous, la musculature comprend une couche de fibres circulaires puis une couche de fibres longitudinales lisses. Des fibres dorso-ventrales et transversales sont développées au niveau du parenchyme. Ce dernier, adhérent à tous les organes, comporte dans la plupart des cas des cellules libres capables de se mouvoir au sein d'un syncitium nucléé (masse protoplasmique indivise). Les organes adhésifs sont fréquents

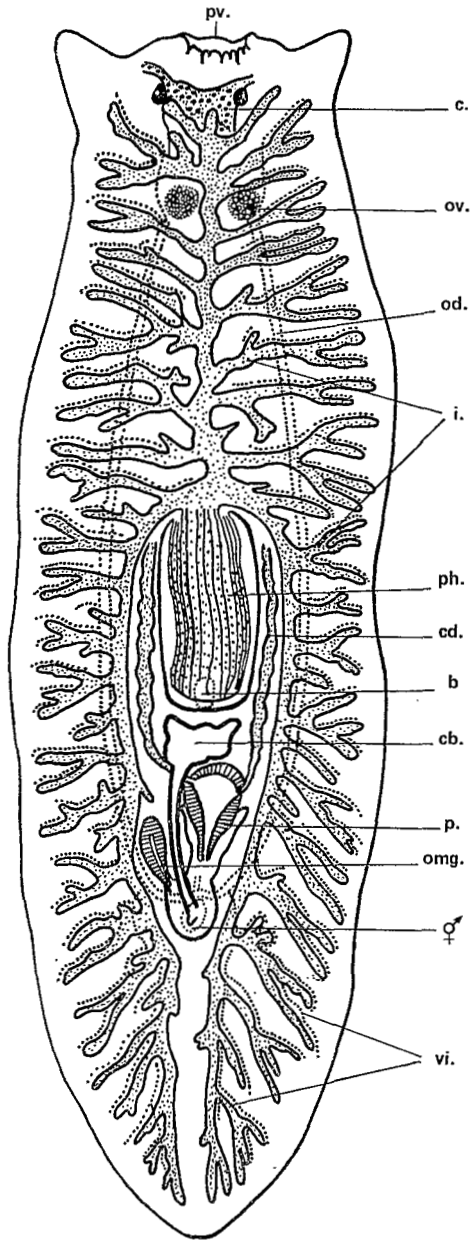


Fig. 1. — Vue d'ensemble, dorsale demi-schématique de l'organisation d'un Turbellarié : *Dendrocoelum*, ordre des Triclades (d'après DE BEAUCHAMP) ; les testicules ne sont pas représentés. *b* : bouche, *c* : cerveau, *cb* : canal de la bourse, *cd* : canaux déférents, *i* : intestin, *od* : oviducte, *omg* : organe musculo glandulaire, *ov* : ovaires, *p* : pénis, *ph* : pharynx, *pv* : organe adhésif, *vi* : vitellogènes, ♂♀ : pores génitaux et copulateur.

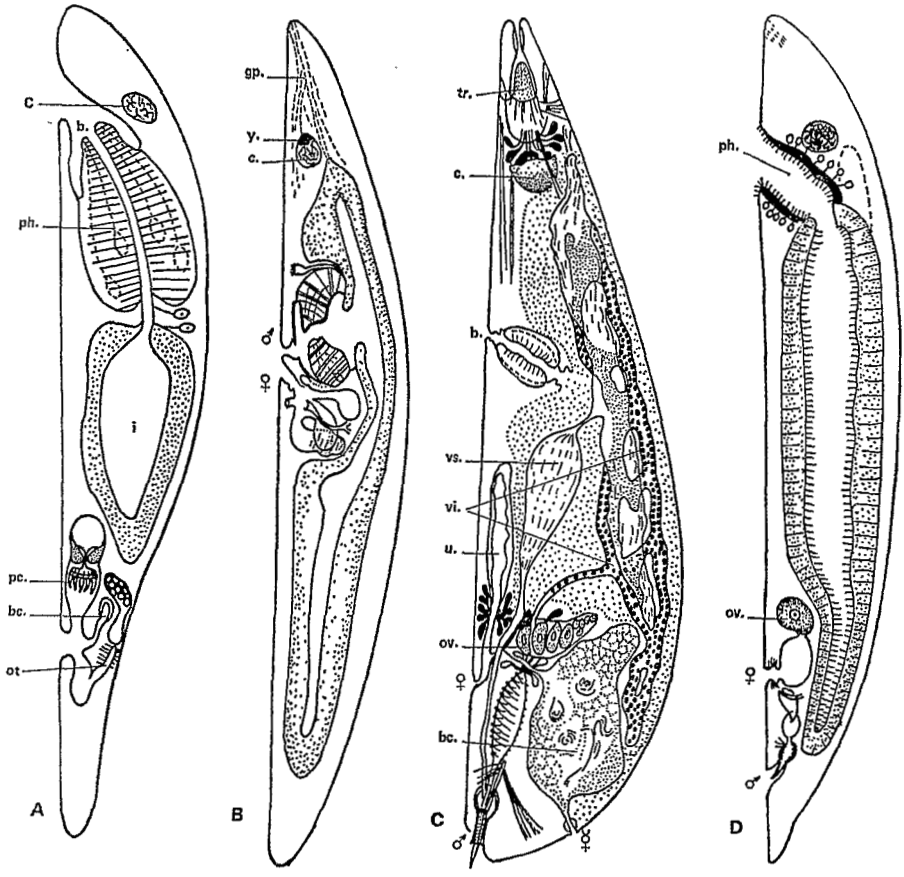


Fig. 2. — Types principaux d'Eulécithophores et d'Archoophores en coupes sagittales très schématisées, A : *Dalyellia*, B : *Mesostoma*, C : *Gyratrix*, D : *Macrostomum*. *b* : bouche, *bc* : bourse copulatrice, *c* : cerveau, *gp* : glandes, *ot* : ootype, *ov* : ovaires, *pc* : armature du pénis, *ph* : pharynx, *tr* : trompe, *u* : utérus, *vi* : vitellogènes, *vs* : vésicule séminale, *y* : œil, ♂ ♀ : pores génitaux.

mais présentent rarement une structure en véritable ventouse à musculature isolée du parenchyme.

Le système nerveux, plus ou moins différencié, forme un plexus général sous l'épiderme dont il dérive. Ce plexus, se concentre vers l'extrémité antérieure chez les Turbellariés les plus primitifs. Généralement un cerveau sous-cutané se situe à ce niveau et dans le réseau général s'individualisent des troncs longitudinaux au nombre de six ou huit, présentant des anastomoses transversales souvent très régulières, avec prédominance de troncs nerveux ventraux.

Les organes des sens, rudimentaires, consistent en cellules sensorielles porteuses de cils épais assurant la sensibilité chimique de l'animal, statocystes associés au cerveau chez les formes inférieures, et yeux. Ceux-ci,

réduits à une coupe pigmentée, où pénètrent les dendrites des cellules photoréceptrices, indiquent la direction de la lumière ; parfois très nombreux ils parsèment l'extrémité céphalique ou bordent le corps, mais peuvent se limiter à un ou deux organes reliés au cerveau.

L'appareil digestif comprend la bouche, ventrale, qui peut se trouver en tout point de la ligne médiane du corps, éventuellement à l'extrémité supérieure ou inférieure, à laquelle fait suite le pharynx, morphologiquement très variable. Simple ou même absent chez les Acoeles, adhérent *(bulbosus)* en forme de tonnelet, rosette ou manchon chez les Eulécithophores, il est généralement libre *(plicatus)* en tube, et montre des cellules glandulaires, des fibres musculaires et nerveuses. Le pharynx, qui peut être parfois suivi d'un court œsophage, communique avec l'intestin, simple chez les très petites espèces, ramifié chez les autres, permettant une meilleure répartition de la nourriture (fig. 3). Le tube digestif est tapissé de cellules glandulaires et absorbantes ; les déchets sont rejetés par la bouche par lavages intestinaux. L'excrétion est assurée par les protonéphridies, ampoules à flamme vibratile reliées par un réseau de canaux qui débouchent à la surface du corps en des points très variables en nombre et en position suivant les groupes.

L'appareil génital est hermaphrodite, à de très rares exceptions, avec parfois décalage du temps de maturité des deux systèmes. L'appareil copulateur dont l'importance est primordiale pour la taxonomie est le plus souvent situé en arrière du pharynx ou de l'intestin mais peut présenter toute autre localisation ; il peut atteindre un haut degré de complexité dans chacun des groupes principaux de sorte qu'il ne donne aucune indication d'ordre phylogénique et ne les caractérise nullement mais permet de définir différents genres dans chacun d'entre eux.

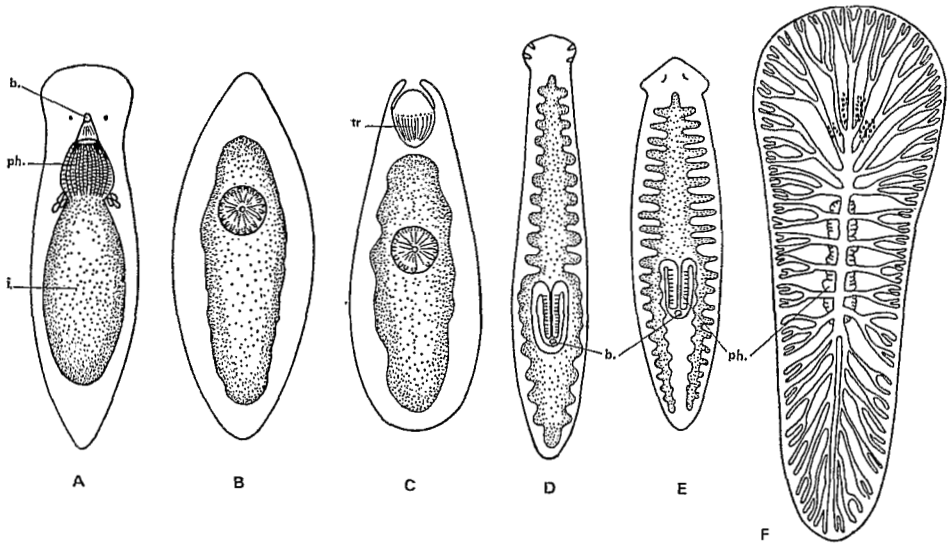


Fig. 3. — Appareil digestif, schémas du tractus digestif de quelques Turbellariés (d'après Hyman), A : *Dalyellia*, B : *Mesostoma*, C : *Gyratrix*, D : *Bothrioplana*, E : Triclades, F : Polyclades. *b* : bouche, *i* : intestin, *ph* : pharynx, *tr* : trompe.

Les gonades des Turbellariés sont constituées de cellules souches évoluant en ovules ou en spermies formant soit des follicules épars soit des glandes plus ou moins compactes (ovaires au nombre de deux ou même unique). Les ovules, dans certains groupes (Polyclades et Archoophores) élaborent leurs réserves et une fois fécondés se segmentent suivant le type spiral ; chez tous les autres se fait la séparation fondamentale entre germigènes et vitellogènes. Ces derniers ne produisent que des cellules vitellines, homologues des ovules, pondues en même temps qu'eux réunis sous une enveloppe commune (capsule ou cocon) et qui seront absorbées après segmentation.

Les conduits génitaux (très rudimentaires ou pouvant manquer chez les formes inférieures) aboutissent à des orifices mâle et femelle en général impairs, pouvant occuper des points très variables du corps. Le pore mâle est constant et présente parfois des multiplications des orifices où aboutissent des organes glandulaires souvent armés. Du côté femelle il arrive que la ponte des œufs s'effectue par l'appareil digestif *(Acoeles)* ; des orifices vaginaux spéciaux peuvent exister ou non.

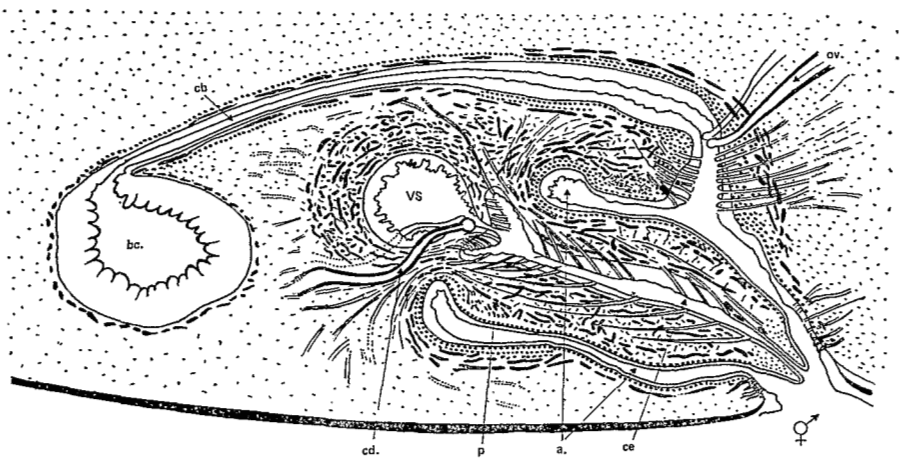


Fig. 4. — *Dugesia gonocephala*, schéma de l'appareil copulateur en coupe sagittale (d'après DE BEAUCHAMP). *a* : atrium, *bc* : bourse copulatrice, *cb* : canal de la bourse, *cd* : canaux déférents, *ce* : canal éjaculateur, *p* : pénis, *vs* : vésicule séminale, ♂♀ : pores génitaux et copulateur.

Dans le système mâle, les spermiductes ou canaux déférents, dilatés par le sperme (fausses vésicules séminales) se réunissent en un canal éjaculateur. Ce dernier, formant vésicule séminale, associé à des couches musculaires et des glandes, représente l'organe copulateur mâle, qui peut être un pénis (fig. 4), papille protactile et bulbe musculeux entourant la vésicule, ou plus rarement un cirrhe dévaginable dont le canal se replie au repos (Plagiostomiens), le tout comportant parfois des parties dures, stylet plein ou canule. Le canal éjaculateur qui peut s'aboucher directement au pore, se termine généralement dans un atrium mâle (séparé ou non de l'atrium commun). Une vésicule prostatique à sécrétion granuleuse et acidophile

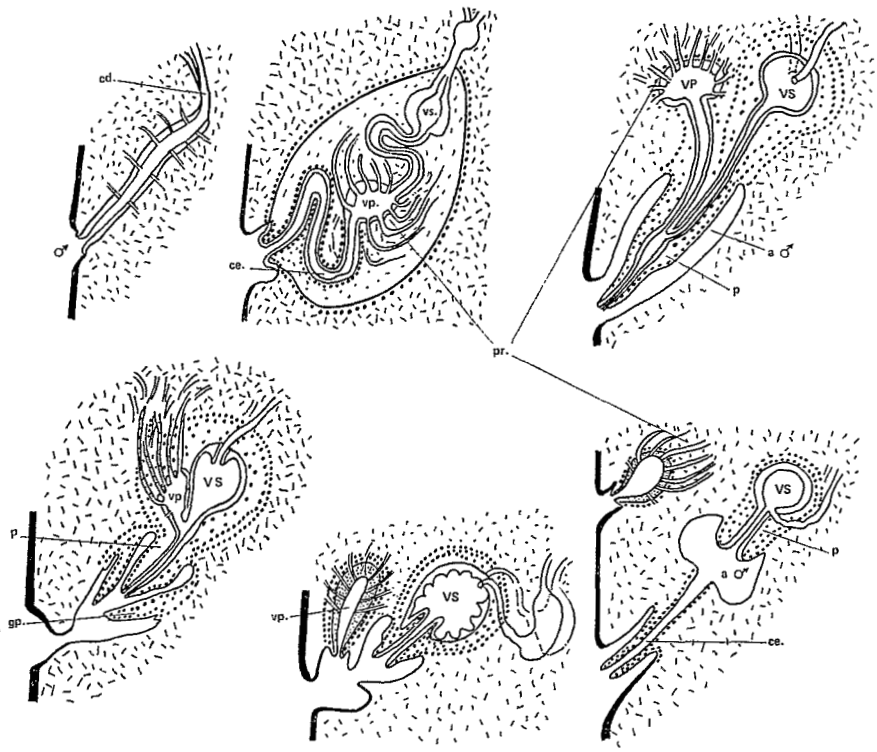


Fig. 5. — Schémas de quelques variations de l'appareil copulateur mâle des Turbellariés, en coupes sagittales (d'après DE BEAUCHAMP). *a* : atrium, *cd* : canaux déférents, *ce* : canal éjaculateur, *gp* : gaine du pénis, *p* : pénis, *vp* : vésicule prostatique, *vs* : vésicule séminale.

s'associant au sperme peut être intercalée sur le canal, s'ouvrir latéralement ou encore directement dans l'atrium (fig. 5).

Enfin, chez certains Triclades, les organes musculo-glandulaires ou adénodactyles semblent jouer un même rôle adhésif ou excitateur.

Au niveau du système femelle les ovaires sont l'origine des oviductes auxquels peuvent se réunir en un ou plusieurs points les vitelloductes. Un ootype musculeux et glandulaire peut marquer le début du canal commun débouchant dans un atrium ; il reçoit les glandes coquillières et, près du pore, des glandes servant à coller les œufs au substratum. Ce canal peut encore se dilater en un utérus où se fait le début du développement et qui diffère totalement de la bourse copulatrice des Triclades, destinée à recevoir le sperme et qui est plus ou moins musculaire et glandulaire, parfois armée de pièces dures. Les spermies en sortent et remontent les conduits jusqu'au réceptacle séminal situé près de l'ovaire où se fait la fécondation. Parfois un canal spermatique relie bourse et réceptacle et la voie femelle est dédoublée. La bourse a aussi le rôle de résorber le sperme superflu soit directement soit à travers une communication génito-intestinale qui peut exister seule (fig. 6).

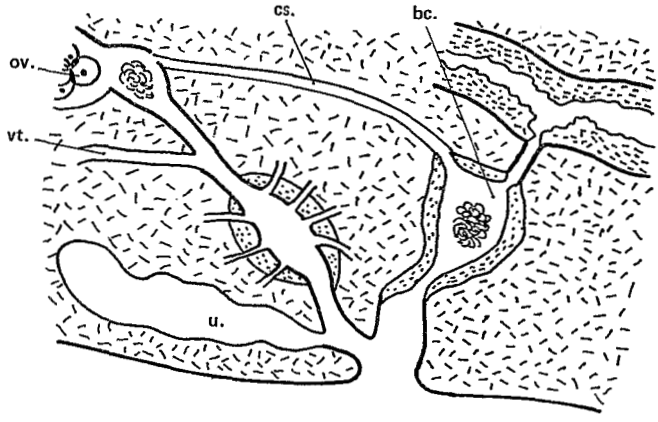


Fig. 6. — Schéma d'un appareil femelle complexe (d'après DE BEAUCHAMP). *bc* : bourse copulatrice, *cs* : canal spermatique, *ov* : ovaire, *u* : utérus, *vt* : vitelloductes.

La copulation est croisée et la fécondation interne ; l'autofécondation est un phénomène très rare chez les Turbellariés pourtant souvent pourvus d'un atrium commun où débouchent les conduits mâles et femelles.

Il convient de souligner que cette extraordinaire complexité de l'appareil génital n'est pas incompatible avec la faculté de multiplication asexuée par division que présentent certains Triclades et Archoophores et qui est liée à la facilité considérable de régénération de ces formes à partir de cellules souches. Une alternance régulière des deux modes de reproduction s'observe chez quelques espèces.

Techniques d'étude

PRÉLÈVEMENTS

Les Triclades se rencontrent sous les pierres et tous autres objets (bois, feuilles mortes) immergés ou peuvent encore ramper sur les plantes aquatiques. Ils doivent être détachés du substratum au moyen d'un pinceau et déposés dans un flacon rempli d'eau du biotope d'origine. Les petites formes sont récoltées au filet. Il convient également parfois de recouvrir d'eau des sédiments prélevés, ou des accumulations de feuilles ou de petits végétaux, placés dans un vaste récipient sur les bords duquel la faune se condense après une nuit environ. De nombreuses espèces de Planaires viennent régulièrement aux appâts (morceaux de rate ou de tout autre organe saignant, oligochètes, etc.) que l'on place directement sous les pierres ou dans une balance lorsque l'eau est profonde.

Les Turbellariés, généralement très sensibles aux fluctuations de la température doivent être transportés au laboratoire, dès qu'ils sont isolés, dans des bouteilles isothermes permettant de maintenir la température du biotope.

CONSERVATION

Il est toujours préférable de bien étudier les animaux vivants avant la fixation ; celle-ci entraîne en effet la disparition ou la modification de nombreux caractères externes (taille, allure générale mais surtout forme de la partie antérieure, pigmentation...). De plus, l'étude caryologique de ces formes souvent asexuées est très significative.

Un certain nombre de fixateurs peuvent être utilisés : Carnoy, liquide de DE BEAUCHAMP (7 vol. alcool 70°, 2 vol. formol, 1 vol. acide acétique glacial), solution saturée de $HgCl_2$ à chaud. Ensuite les animaux doivent être conservés dans l'alcool 70° avant d'être étudiés sur coupe histologique.

Classification

En raison de la complexité de la classification des Turbellariés, nous nous limiterons ici à rappeler les seuls ordres, renvoyant pour plus de détails au traité de DE BEAUCHAMP, 1961.

— Ordre des Polyclades — presque tous marins, à l'exception de quelques *Limnostylochus* indo-malais.

— Ordre des Triclades-marins — d'eau douce, ou terrestres. Le sous-ordre des Paludicoles est représenté par les Dugesiidae, Planariidae, Dendrocoelidae (et Kenkiidae?).

— Ordre des Proticlades — occasionnellement d'eau douce.

— Ordre des Eulécithophores — renferme les très nombreuses espèces des anciens Rhabdocoeles, marins pour la plupart mais quelques-uns d'eau douce.

— Ordre des Périlécithophores — petit groupe d'eaux douces ou saumâtres.

— Ordre des Archoophores — essentiellement océaniques à l'exception des Caténuliens dulçaquicoles ainsi que certains Macrostomiens.

Répartition géographique

Les Turbellariés aquatiques africains sont dans l'ensemble fort mal connus. Une récente mise au point due à YOUNG (1976) reproduit la liste exaustive de toutes les espèces connues. Les données sont pratiquement inexistantes en ce qui concerne la zone soudanienne où il semble qu'aucune recherche n'ait été menée en dehors des quelques récoltes effectuées dans le Massif du Gebel Marra (District de Darfur). *Dugesia sudanica* Dahm, 1971 est le seul Triclade qui peuple les cours d'eau de ce massif volcanique. Plus à l'Est, *Dugesia neumanni* (NEPPI, 1904) se rencontre en Éthiopie et peut-être dans les Monts Kenya (d'où a été décrite *D. lanzai*, BANCHETTI et DEL PAPA, 1971) ; espèce à vaste répartition semble-t-il, elle a encore été signalée en Afrique du Sud (MARCUS, 1955 ; KAWAKATSU, 1972) et au Zaïre (HAPPOLD. 1961). Une autre espèce largement répandue, *D. gonocephala* (DUGÈS, 1830) a été signalée à plusieurs reprises par DE BEAUCHAMP (1913, 1935, 1939, 1951).

Tous les Triclades d'Afrique (et même de l'hémisphère Sud, cf. BALL, 1974) appartiennent à la famille des Dugesiidae et une quinzaine d'espèces y ont été reconnues ; elles se répartissent dans les genres *Dugesia* et *Neppia*. Trois de ces espèces sont situées dans des zones avoisinant la région soudanienne : *D. lamottei* DE BEAUCHAMP, 1952 (Mont Nimba, Guinée), *D. colapha* DAHM, 1967 (Ghana) et *D. congolensis*, DE BEAUCHAMP, 1951 (Kivu, Est-Zaïre). *D. ectophysa* provient du Parc National de l'Upemba (Zaïre) ainsi que *D. astrocheta* et *D. monomyoda* toutes trois décrites par MARCUS, 1953. *D. machadoi*, DE BEAUCHAMP, 1952 est connue du nord de l'Angola et *D. milloti*, DE BEAUCHAMP, 1952 de Madagascar. *Neppia jeanneli* (DE BEAUCHAMP, 1913) a été récoltée au Mont Kilimanjaro ; *N. paeta* (MARCUS, 1955), *N. evelinae* (MARCUS, 1955), *N. tinga* (MARCUS, 1955) et *N. wimbimba* (MARCUS, 1970) en Afrique du Sud.

En ce qui concerne les Turbellariés autres que les Triclades, à ma connaissance aucune donnée n'existe au niveau de la zone soudanienne, en dehors de l'étude des *Macrostomum* égyptiens décrits par BELTAGI, 1972.

Les travaux de DE BEAUCHAMP (1954) et de MARCUS déjà cités, complétés par une étude des Microturbellariés des lacs Kivu, EDOUARD et ALBERT (1957) ont mis en évidence un certain nombre de formes ubiquistes mais également une dizaine d'espèces nouvelles.

Il est certain que l'extrême pauvreté de la région africaine qui nous intéresse n'est peut-être en aucun cas effective mais doit être imputée à l'absence de prospections ; l'étude de ce groupe de Plathelminthes demeure donc à effectuer.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALL (I. R.), 1974. — A contribution to the phylogeny and biogeography of the freshwater triclads (Platyhelminthes : Turbellaria). *In: Riser, N.W., and M. P. Morse: Biology of the Turbellaria. L. H. Hyman Memorial Volume. New York: McGraw-Hill Book Co:* 339-401.

BANCHETTI (R.), PAPA (del R.), 1971. — Descrizione della planaria *Dugesia lanzai* n. sp. del Kenya (Africa). *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem.*, B. 78 : 20-35.

BAYLIS (H. A.), 1927. — Turbellaria from Lake Tanganyika, *Ann. Mag. nat. Hist.* 20, 380-385.

BEAUCHAMP (P. de), 1913. — Turbellariés, Trématodes et Gordiacés. Voyage de Ch. Allaud et R. Jeannel en Afrique Orientale (1911-1912). *Rés. scientif. Librairie Albert Schulz, Paris* : 1-16.

BEAUCHAMP (P. de), 1935. — Turbellariés et Bryozoaires. *Miss. Scient. de l'Omo*, 3, 23 : 141-153.

BEAUCHAMP (P. de), 1939. — Quelques stations d'*Euplanaria gonocephala* au Congo Belge. *Revue Zool. Bot. afr.*, 32 : 120-121.

BEAUCHAMP (P. de), 1951 a. — A propos d'une Planaire du Congo Belge. *Revue Zool. Bot. afr.*, 45 : 90-98.

BEAUCHAMP (P. de), 1951 b. — Turbellariés de l'Angola (récoltes de M. A. Barros Machado). *Publ. Cultur. Comp. Diamantes de Angola, Museo de Dundo, Subsidios para o Estudo da Biologia na Lunda, Lisboa* : 75-84.

BEAUCHAMP (P. de), 1952. — Sur les *Dugesia* (Turbellariés Triclades) d'Afrique tropicale et de Madagascar. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 77 : 362-370.

BEAUCHAMP (P. de), 1954. — Un Rhabdocoele pélagique dans un lac du Ruanda : *Mesostoma inversum* n. sp. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 50 : 157-164.

BEAUCHAMP (P. de), 1961. — Classe des Turbellariés. Turbellaria (Ehrenberg, 1831). *In P. P. Grassé, Traité de Zoologie, Paris, Masson*, 4 : 35-212 et 887-890.

BELTAGI (S.), 1972. — The Turbellaria Fauna of Egypt (New Macrostomida). *Zool. Anz., Leipzig*, 188 : 343-365.

DAHM (A. G.), 1967. — A new *Dugesia* « microspecies » from Ghana belonging to the *Dugesia gonocephala* group Turbellaria, Tricladida Paludicola. *Ark. Zool.*, 2, 19 : 309-321.

DAHM (A. G.), 1971. — *Dugesia sudanica* sp. n. from Africa (Turbellaria, Tricladida, Paludicola). *Zool. Scripta*, 1 : 37-41.

HAPPOLD (D. C. D.), 1961. — Notes on the planarians of the Kivu Province of the Congo. *Revue Zool. Bot. afr.*, 63 : 27-32.

HYMAN (L. H.), 1951. — Platyhelminthes and Rhynchocoela. *In The Invertebrates, New York, McGraw-Hill Book Compagny*, II, 550 p.

KAWAKATSU (M.), 1972. — Report on freshwater planarians from South Africa. *Bull. Fuji Women's College*, 11, 2 : 57-79.

MARCUS (E.), 1953. — Turbellaria Tricladida. *Explor. Parc. Nat. de l'Upemba, Mission G. F. de Witte (1946-1949)*, 21 : 1-62.

MARCUS (E.), 1955 a. — Turbellaria. *Explor. Parc Nat. de la Garamba, Mission H. de Saeger (1942-1959)*, 3 : 1-29.

MARCUS (E.), 1955 b. — Turbellaria. South Africa Animal Life. *Res. Lund. Univ. Exped.* 1950-1951, 1 : 101-151.

MARCUS (E.), 1970. — Turbellaria (addenda). South Africa Animal Life. *Res. Lund. Univ. Exped.* 1910-1951, 14 : 9-18.

MARCUS (E.), MARCUS (E.), 1957. — Turbellaria. *Inst. Royal Sci. Nat. Belge, Explor. Hydrobiol. Lacs Kivu, Edouard et Albert 1952-1954. Rés. Sci.*, 3 : 25-51.

WILLIAMS (T. R.), HYNES (H. B. N.), 1971. — A survey of the fauna of streams on Mount Elgon East Africa, with special reference to the Simuliidae (Diptera). *Freshwat. Biol.* 1 : 227-248.

YOUNG (J. O.), 1976. — The freshwater Turbellaria of the African continent. *Zool. Anz., Jena*, 197 : 419-432.

YOUNG (J.), YOUNG (B. M.), 1974. — The distribution of Freshwater Triclads (Platyhelminthes ; Turbellaria) in Kenya and Tanzania, with Ecological Observations on a Stream-dwelling population. *Zool. Anz., Jena*, 193, 5/6 : 350-361.

Oligochètes 8

LAURENT LAUZANNE

Les annelides Oligochetes sont des animaux typiquement métamérisés, à symétrie bilatérale. Contrairement aux Polychetes, ils possèdent un petit nombre de soies qui ne sont pas portées par des parapodes. Les soies sont groupées en faisceaux au nombre de quatre par segment, deux latéraux — dorsaux et deux latéraux — ventraux. Les Oligochetes sont pourvus d'un vaste coelome divisé en sacs coelomiques, un par segment, par des cloisons issues de la paroi du corps, les septa. Le système nerveux est constitué d'un cerveau dorsal par rapport à la bouche, relié à une chaîne nerveuse ventrale par une paire de commissures péripharyngiennes. Le tube digestif est complet avec une bouche et un anus. Le système excréteur est du type néphridien sans connexion avec l'appareil génital. Ce sont des animaux hermaphrodites qui possèdent des organes génitaux très différenciés. A maturité sexuelle l'épiderme des segments génitaux forme un bourrelet glandulaire, le clitellum, secrétant un cocon qui protège les œufs après la ponte. L'appareil circulatoire est bien différencié et distinct du coelome. La segmentation de l'œuf est du type spiral avec des modifications inhérentes à la présence d'un vitellus volumineux. Le développement est direct, sans la larve trochophore, typique du développement des Polychetes. Les phénomènes de régénération et de multiplication asexuée sont fréquents, surtout chez les Naïdidae.

Morphologie externe

Les annelides Oligochetes d'eau douce sont des vers de petite taille à aspect annelé qui présentent une très grande longueur par rapport à leur diamètre. Leur longueur peut varier de quelques millimètres à quelques centimètres et leur diamètre est généralement compris de 30 à 60 fois dans

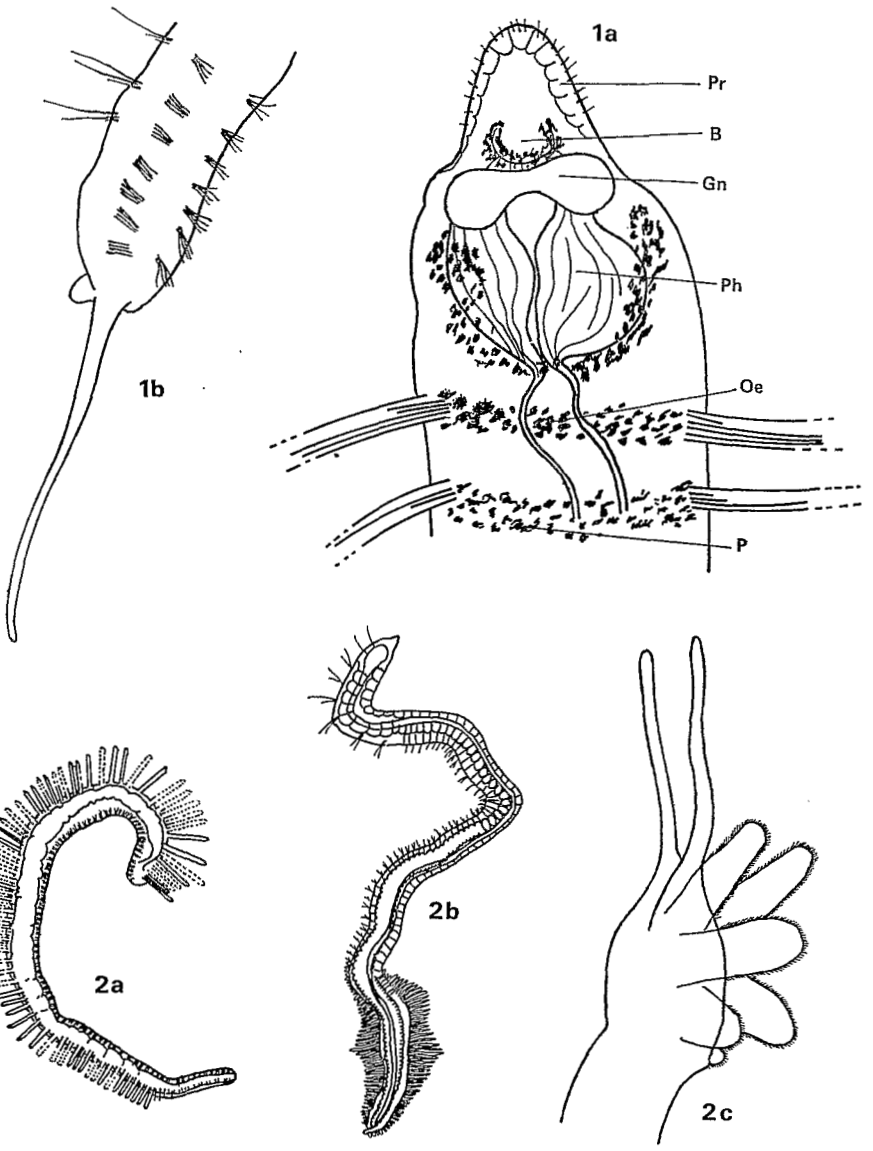


Fig. 1. — **1 a** : Prostomium et partie antérieure de *Branchiodrilus cleistochaeta* (Pr : prostomium ; B : bouche ; Gn : ganglion nerveux ; Ph : pharynx ; Oe : œsophage ; P : pigmentation). **1 b** : Proboscis de *Stylaria lacustris*.

Fig. 2. — Disposition des branchies : **2 a** : *Branchiodrilus cleistochaeta* ; **2 b** : *Branchiura sowerbyi* ; **2 c** : *Aulophorus furcatus*.

leur longueur. Le nombre de segments est très différent selon les espèces, il peut varier de quelques dizaines à quelques centaines. Antérieurement est différencié un lobe, dépourvu de coelome, ou prostomium. Le premier segment ou péristomium porte la bouche et est dépourvu de soies. Les autres segments portent généralement quatre faisceaux de soies. A maturation sexuelle se différencie un épaississement de l'épiderme dans la région génitale, le clitellum. Chez certaines espèces on peut trouver des expansions jouant le rôle de branchies.

Le prostomium (fig. 1)

Cet organe a vraisemblablement un rôle tactile. Il porte souvent des poils sensoriels comme chez *Branchiodrilus* (Naïdidae) (fig. 1 a). Il peut se développer jusqu'à former une sorte de trompe, le proboscis, comme chez *Stylaria* (Naïdidae) (fig. 1 b).

Pigmentation

Les Oligochetes aquatiques sont généralement dépourvus de pigments et de ce fait, transparents. Cependant cette transparence est souvent masquée par une couleur rosée ou jaunâtre due au sang ou aux cellules chloragogènes. Certaines espèces comme *Branchiodrilus cleistochaeta* (fig. 1 a) possédent de véritables pigments qui se condensent dans les segments antérieurs pour former des bandes transversales très nettes.

Le clitellum

C'est une formation glandulaire d'origine épidermique qui se développe à maturité sexuelle au niveau des segments génitaux. Les orifices génitaux s'ouvrent à son niveau, généralement ventralement et sont difficiles à distinguer. La fonction du clitellum est de secréter, lors de la ponte, un cocon qui protège les œufs.

Les branchies (fig. 2)

Ce sont des expansions de la paroi du corps, richement irriguées, qui jouent un rôle respiratoire. Elles sont généralement peu fréquentes. Elles peuvent être disposées sur tout le corps comme chez *Branchiodrilus cleistochaeta* (Naïdidae), circonscrites à la partie postérieure comme chez *Branchiura sowerbyi* (Tubidicidae) ou incluses dans une fossette branchiale terminale comme chez *Aulophorus furcatus*.

Les soies

Ce sont des formations chitineuses d'origine ectodermique, chaque soie est implantée dans la paroi du corps dans un sac sétigère. Elles sont groupées en faisceaux dans chaque segment, excepté le péristomium et quelques segments postérieurs, chaque segment contient le plus souvent quatre faisceaux, deux latéraux-dorsaux et deux latéraux-ventraux.

On distingue essentiellement trois catégories de soies : des soies en forme de S souvent appelées « crochets », des soies plus ou moins droites, les « aiguilles » surtout présentes chez les Naïdidae et des soies « capillaires » longues et fines.

Les crochets (fig. 3) sont pourvus d'un nodule bien marqué plus ou moins médian. L'extrémité proximale implantée dans le corps de l'animal se termine en pointe émoussée. L'extrémité distale est le plus souvent bifide, mais peut présenter des formes très diverses selon deux types d'évolution. Le premier type correspond à une réduction de l'une des dents jusqu'à sa disparition totale. Le second type d'évolution est caractérisé par l'adjonction de dents intermédiaires entre les deux dents principales ; le terme ultime étant une soie « palmée » où les dents intermédiaires ne se distinguent plus.

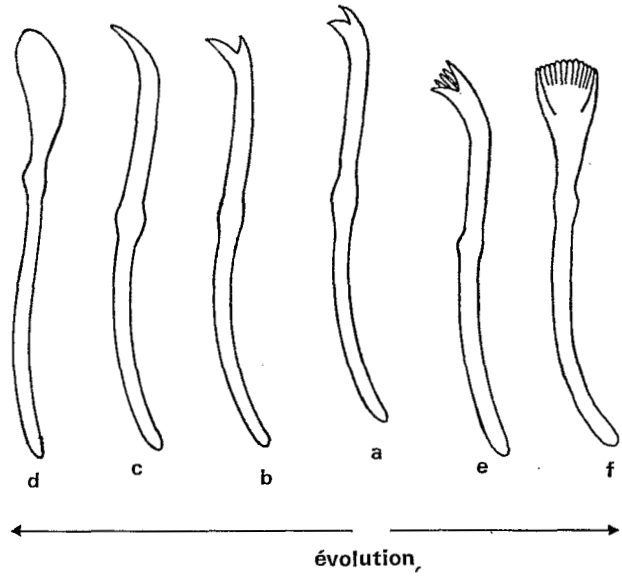


Fig. 3. — Diverses formes de crochets : **a** : *Allonaïs paraguayensis* ; **b** : *Aulodrilus pigueti* ; **c** : *Alluroïdes tanganyikae* ; **d** : *Aulodrilus pigueti* (postérieur) ; **e** : *Tubifex tubifex* ; **f** : *Psammorycles barbatus*.

Les aiguilles sont plus ou moins droites avec un nodule peu marqué. On constate la même évolution que pour les crochets qui aboutit à la même variété de formes (fig. 4 a-e). Les soies capillaires sont longues, fines, généralement lisses et ne possèdent pas de nodule (fig. 4 f).

Chez de nombreuses espèces, à la maturité sexuelle, les soies ventrales au voisinage des pores génitaux peuvent se transformer en soies spéciales qui peuvent être des soies péniales ou des soies spermathécales (fig. 4 g-h).

Les crochets bifides se rencontrent essentiellement dans les faisceaux ventraux. Les faisceaux dorsaux peuvent contenir outre des soies capillaires, une, ou plusieurs des différentes formes décrites.

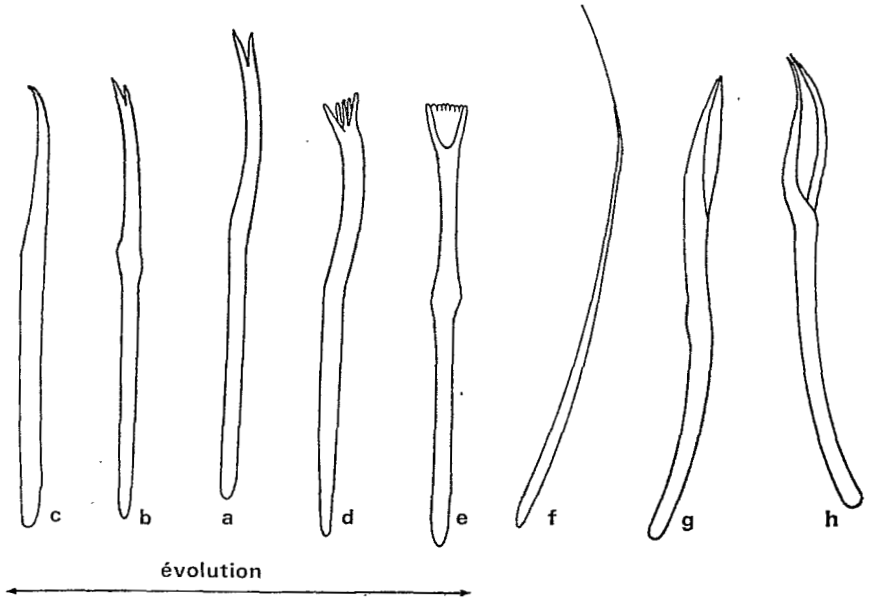


Fig. 4. — Diverses formes d'aiguilles dorsales : **a** : *Pristina synclites* ; **b** : *Allonaïs paraguayensis* ; **c** : *Naïs simplex* ; **d** : *Allonaïs pectinata* ; **e** : *Aulophorus flabelliger.* — Soies diverses : **f** : soie capillaire d'*Aulodrilus pigueti* ; **g** : soie péniale d'*Aulodrilus pigueti* ; **h** : soie spermathecale de *Potamothrix sp.*

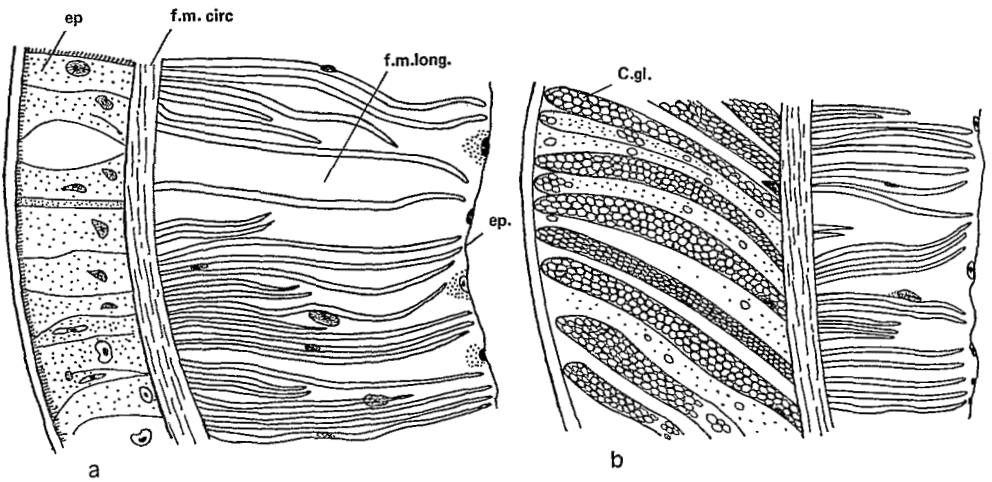


Fig. 5. — Coupe transversale de la paroi du corps de *Eclipidrilus lacustris* (d'après Brinkhurst et Jamieson, 1971) : **5 a** : segment pré-génital ; **5 b** : clitellum ; Cu : Cuticule ; ep : épiderme ; f.m. circ. : fibres musculaires circulaires ; f.m. long. : fibres musculaires longitudinales ; e.p. : epithelium péritonéal ; c. gl. : cellules glandulaires.

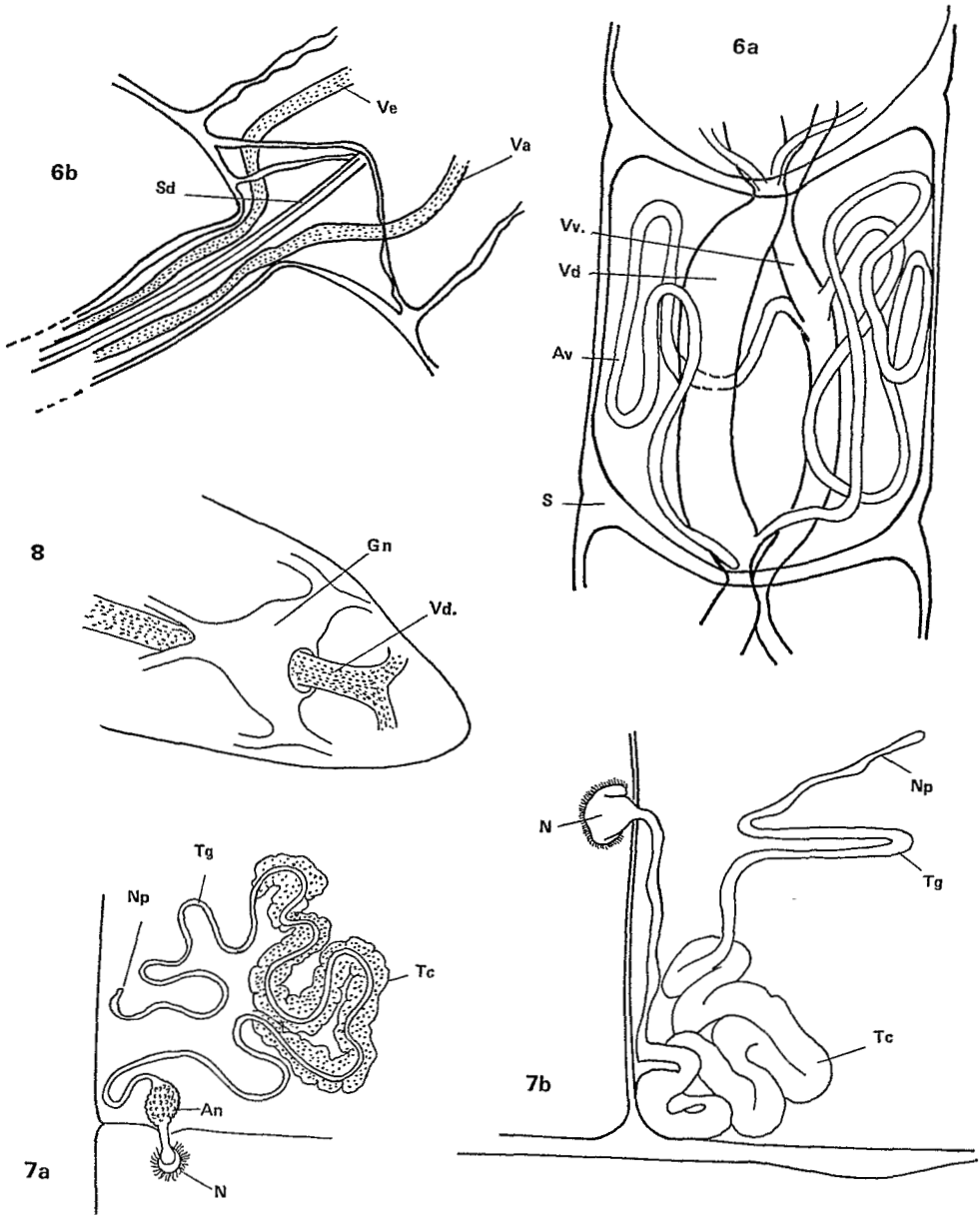


Fig. 6. — **6 a** : Anses vasculaires de *Alluroïdes tanganyikae* ; **6 b** : Branchies de *Branchiodrilus cleistochaeta* ; Vv : vaisseau ventral ; Vd : vaisseau dorsal ; Av : anse vasculaire ; S : septum ; Va : vaisseau afférent ; Ve : vaisseau efférent ; Sd : soies dorsales.

Fig. 7. — Différents types de Néphridies : **7 a** : *Allonaïs paraguayensis* ; **7 b** : *Alluroïdes tanganyikae* ; N : Nephrostome ; Tc : Tube contourné ; Tg : Tube grêle ; Np : Nephridiopore ; A.n. : Ampoule néphridienne.

Fig. 8. — Ganglion nerveux de *Allonaïs paraguayensis* : Gn : ganglion nerveux ; Vd : vaisseau dorsal.

La répartition, la forme, les dimensions, le nombre de soies dans les différents faisceaux ont une grande importance systématique, surtout au niveau spécifique.

Anatomie

La paroi du corps

Une coupe transversale dans la paroi du corps permet d'observer cinq couches bien différenciées (fig. 5 a). Sous une cuticule externe peu épaisse se trouve une assise épidermique constituée de cellules plus ou moins cubiques et de cellules glandulaires qui prennent une grande importance dans la région du clitellum (fig. 5 b). Sous l'épiderme se distinguent deux couches musculaires. L'une vers l'extérieur, est constituée de fibres circulaires, l'autre, vers l'intérieur, de fibres longitudinales. Un épithélium péritonéal tapisse la face interne de la paroi du corps.

Le coelome

C'est une cavité spacieuse qui s'étend tout le long du corps et dans laquelle les différents organes sont soutenus par des cloisons issues de la paroi du corps : les septa. Un septum est constitué d'une couche musculaire centrale et de deux couches épithéliales. Chaque septum est traversé par un vaisseau dorsal et un vaisseau ventral, par le tractus digestif et la corde nerveuse ainsi que par une paire de tubules néphridiens. Les septa divisent la cavité en de nombreux segments qui contiennent le fluide coelomique. Ce fluide joue le rôle d'un squelette hydrostatique qui donne une certaine rigidité à l'animal. Il véhicule des cellules libres, notamment des cellules phagocytaires. Il possède également un rôle excréteur intermédiaire en accumulant les produits d'excrétion qui seront concentrés et éliminés par les néphridies.

La cavité coelomique est tapissée d'un péritoine formé de cellules banales. Cependant, certaines de ces cellules sont modifiées en cellules spéciales dites chloragogènes qui se trouvent surtout autour du vaisseau dorsal et du tractus digestif. Leur rôle serait analogue à celui du foie des vertébrés. Elles interviendraient dans le métabolisme du glycogène et des protéines et auraient peut-être un rôle excréteur.

Le système circulatoire

Il est constitué d'un vaisseau dorsal contractile qui projette le sang d'arrière en avant. Ce vaisseau se divise en deux branches au niveau du cerveau. Ces branches confluent ventralement au niveau des segments III à VII, pour former un vaisseau ventral où le sang circule d'avant en arrière. Ces deux vaisseaux sont reliés dans chaque segment antérieur par deux anses vasculaires (fig. 6 a). Dans la partie postérieure, ils sont connectés par l'intermédiaire d'un plexus intestinal très dense. Chez les espèces possédant des branchies comme *Branchiodrilus cleistochaeta*, celles-ci sont irriguées par un vaisseau afférent provenant du vaisseau dorsal et un vaisseau efférent qui se jette dans le vaisseau ventral (fig. 6 b).

Le système excréteur

Il est constitué de néphridies qui, en plus de leur rôle d'excrétion, ont une fonction d'osmorégulation. Elles sont généralement au nombre de deux par segment, sauf dans les segments les plus antérieurs et dans les segments génitaux. Une néphridie est constituée d'un pavillon cilié, le néphrostome, se prolongeant par un court canal qui traverse le septum et se jette dans une partie glandulaire contournée. Cette partie est suivie d'un tube grêle qui débouche à l'extérieur par un néphridiopore. La néphridie peut posséder une ampoule néphridienne comme chez *Allonaïs paraguayensis* (fig. 7 a), ou en être dépourvue comme chez *Alluroïdes tanganyikae* (fig. 7 b).

Le système digestif

Le tractus digestif est constitué d'une bouche ventrale s'ouvrant dans le premier segment. Elle est suivie d'un pharynx qui peut être dévaginable chez certaines espèces. Le pharynx se prolonge par un intestin très vascularisé qui débouche postérieurement par un anus. Chez certaines familles comme les Naïdidae on peut trouver un estomac entre le pharynx et l'intestin.

Le système nerveux

Il est composé essentiellement d'un ganglion cérébroïde bilobé (fig. 8) placé dorsalement par rapport à la bouche et d'une chaîne ventrale formée de deux nerfs accolés, avec un ganglion dans chaque segment. Ces deux formations sont reliées antérieurement par une paire de connexions entourant le pharynx.

Le cerveau et la corde nerveuse ventrale innervent les organes des sens. Les cils sensoriels du prostomium sont innervés par des nerfs issus du ganglion cérébroïde, ainsi que les yeux rudimentaires chez certains Naïdidae. Chez certains Tubificidae des cellules sensorielles épidermiques ont été mises en évidence. Elles seraient innervées par des fibres nerveuses en provenance de la chaîne ventrale.

Le système génital

Les Oligochetes sont des animaux hermaphrodites à fécondation croisée. Leurs organes génitaux sont constitués d'éléments mâles, d'éléments femelles, ainsi que de réceptacles seminaux ou spermathèques qui reçoivent les spermatozoïdes lors de l'accouplement. La figure 9 représente l'appareil génital typique d'un Tubificidae qui sera pris comme exemple de plan d'organisation. Les testicules au nombre d'une paire dans le segment X fabriquent des spermatozoïdes qui s'accumulent dans des sacs spermatiques, l'un antérieur, l'autre postérieur. Les deux ovaires dans le segment XI produisent des ovules qui termineront leur maturation dans l'ovisac. Sacs spermatiques et ovisac sont des invaginations des septa correspondants aux segments génitaux. A chaque testicule et ovaire correspond un tractus génital spécialisé. L'appareil mâle est composé d'un pavillon cilié qui recueille les spermatozoïdes. Ils sont conduits dans un atrium situé dans le segment XI par l'intermédiaire d'un canal déférent. L'atrium possède souvent une

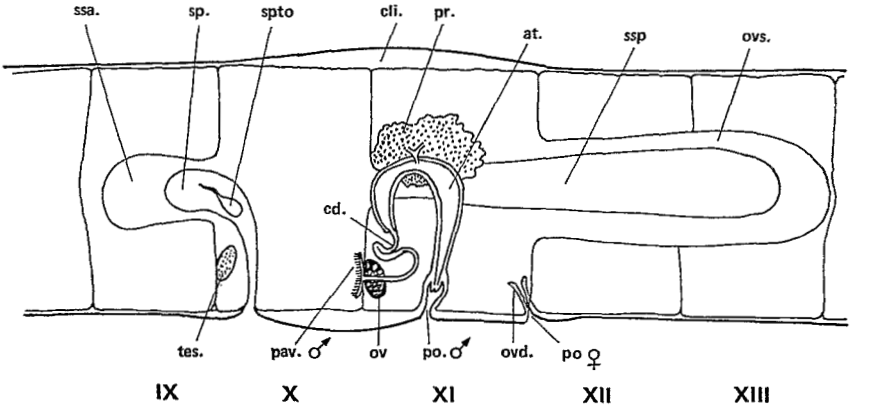


Fig. 9. — Plan d'organisation du système génital d'un *Tubificidae* (d'après Brinkhurst, 1963) : at : atrium ; cd : canal déférent ; cli : clitellum ; ov : ovaire ; ovd : oviduct, ovs : ovisac ; pav ♂ : pavillon ♂ ; po ♂ : pore ♂ ; po ♀ : pore ♀ ; pr : prostate ; sp : spermathèque ; spto : spermatophore ; ssa : sac spermatique antérieur ; ssp : sac spermatique postérieur ; tes : testicule.

formation glandulaire, la prostate. Il s'ouvre à l'extérieur par un pore mâle et son extrémité peut quelquefois se différencier en une sorte de pénis. Les ovules sont recueillis par un pavillon femelle qui se poursuit par un court oviducte débouchant ventralement par un pore femelle. Les spermathèques généralement au nombre d'une paire dans le segment X peuvent quelquefois manquer. Cette organisation assez constante chez les Tubificidae, peut présenter des modifications notamment dans le genre *Aulodrilus* connu de la zone soudanienne. Dans ce genre, testicules et spermathèques se trouvent dans le segment VI, ovaires et atria dans le segment VII.

Chez les Naïdidae la position des organes sexuels est encore plus antérieure, spermathèques et testicules occupant le segment V, ovaires et atria le segment VI.

Chez les Alluroïdidae et notamment *Alluroïdes tanganyikae* les testicules sont dans le segment X, les ovaires dans le segment XII et les atria dans le segment XIII. Ces vers ne possèdent qu'une seule spermathèque dans le segment VIII.

Les soies correspondant aux segments génitaux peuvent être modifiées et prendre une forme particulière. Il peut s'agir de soies spermathécales ou péniales (fig. 4 f-g). La forme du tractus génital mâle a une grande importance comme caractère générique surtout chez les Tubificidae. Chez les Naïdidae la reproduction sexuée n'est pas la règle. Le plus souvent ces vers se reproduisent asexuellement par scissiparité.

Techniques d'étude

Prélèvements

Pour isoler les Naïdidae la meilleure manière est de prélever une touffe d'herbier que l'on agite dans l'eau d'un récipient. Les vers se détachent du support et après retrait des végétaux les Naïdidae peuvent être prélevés à la pipette.

Les Tubificidae et Alluroïdidae doivent être collectés avec le sédiment à l'aide d'une drague ou d'une benne. Les vers sont alors séparés du substrat par tamisage. Un tamis de 375 μ de vide de maille est généralement employé. Les animaux retenus sur le tamis sont transférés avec précaution dans de l'eau à l'aide d'une pince fine. Quand c'est possible les vers sont examinés vivants ce qui permet une bonne observation de certains organes comme les branchies ou l'appareil circulatoire. Ils sont pour cela placés sur une lame dans une goutte d'eau et recouverts d'une lamelle qui, par son seul poids, aplatit l'animal, rendant ainsi l'observation plus aisée.

Conservation

Le plus souvent les animaux doivent être conservés fixés. Ils sont généralement fixés et conservés dans une solution de formol à 4 % ou mieux dans de l'alcool à 70°. La fixation à l'inconvénient d'opacifier la paroi du corps et lors de l'examen, il conviendra par différents procédés de rendre cette paroi transparente.

Préparation et observation

Pour les examiner avec succès une préparation s'impose. Ils sont placés dans de l'alcool à 30° puis dans de l'eau et ensuite montés entre lame et lamelle dans une goutte d « Amman's lactophénol » préparé comme suit :

acide phénique	400 g
acide lactique	400 ml
glycerol	800 ml
eau	400 ml

La préparation s'éclaircit au bout d'un temps variable qui dépend de la grosseur et de la maturité du spécimen. Si l'on prend soin de placer au quatre coins de la lamelle un peu de pâte à modeler on pourra contrôler l'écrasement de l'animal.

Si une préparation permanente est requise l'« Amman's lactophenol » pourra être remplacé par du « polyvinyl-lactophénol » qui est une résine durcissante que l'on trouve dans le commerce.

Une bonne préparation permanente peut être également obtenue par le montage au baume du Canada. Les vers doivent être préalablement déshydratés par passages successifs dans des solutions d'alcool à 95° puis 100° (6 à 12 heures selon le spécimen). Ils sont ensuite placés dans du toluène pur. Dans ce dernier produit il est conseillé de surveiller à la loupe l'éclaircissement de la préparation. Quand celui-ci est atteint, le spécimen est monté entre lame et lamelle dans une goutte de baume du Canada.

L'observation se fait à la loupe binoculaire et au microscope. L'examen des soies demande souvent une observation à l'immersion en utilisant l'objectif le plus puissant.

SYSTÉMATIQUE

Nous donnons, ci-dessous, la classification la plus récente, proposée par BRINKHURST et JAMIESON, 1971. Elle groupe l'ensemble des familles reconnues sauf celle des Aeolosomatidae dont la phyllogénie est incertaine.

Classe : Clitellata	
Sous-classe : Oligochaeta	
Ordre : Lumbriculida	Famille Lumbriculidae
Ordre : Moniligastrida	Famille Moniligastridae
Ordre : Haplotaxida	
Sous-ordre : Haplotaxina	Famille Haplotaxidae
Sous-ordre : Tubificina	
Super-famille : Enchytraeoidea	Famille Enchytraeidae
Super-famille : Tubificidea	Famille Tubificidae
	Famille Naïdidae
	Famille Phréodrilidae
	Famille Opistocystidae
	Famille Dorydrilidae
Sous-ordre : Lumbricina	
Super-famille : Alluroidoidea	Famille Alluroïdidae
Super-famille : Lumbricoïdea	Famille Glossoscolecidae
	Famille Lumbricidae
Super-famille : Megascolecoidea	Famille Megascolecidae
	Famille Eudrilidae

Parmi ces 15 familles, 5 seulement sont connues de la zone soudanienne. Il s'agit des Naïdidae, des Tubificidae des Opistocystidae, des Alluroïdidae et des Aeolosomatidae.

Clé des familles

1. Deux soies à pointe simple par faisceaux..... ALLUROÏDIDAE
— Plus de deux soies par faisceaux..... 2

2. Soies capillaires dans les faisceaux dorsaux et ventraux..... AEOLOSOMATIDAE
— Soies capillaires dans les faisceaux dorsaux ou absentes..... 3

3. Extrémité postérieure possédant deux expansions latérales et une médiane..... ..... OPISTOCYSTIDAE
— Pas d'expansion à l'extrémité postérieure..... 4

4. Reproduction asexuée avec formation de chaîne d'individus, spermathèques dans le segment V, pores ♂ dans le segment VI..... NAÏDIDAE
— Pas de reproduction asexuée, spermathèque dans le segment X, pores ♂ dans le segment XI..... TUBIFICIDAE

Clé des genres

Pour trois des cinq familles connues de la zone soudanienne nous ne connaissons qu'un seul genre représenté par une seule espèce.

ALLUROÏDIDAE	*Alluroïdes tanganyikae*
OPISTOCYSTIDAE	*Opistocysta funiculus*
AEOLOSOMATIDAE	*Aelosoma emprichii*

Pour les deux autres familles nous donnons une clé des genres et nous indiquons l'espèce pour les genres qui n'en comportent qu'une.

NAÏDIDAE

1. Pas de soies dorsales ..... *Chaetogaster*
— Présence de soies dorsales 2
2. Soies dorsales au II ..... *Pristina*
— Soies dorsales commençant postérieurement au II 3
3. Soies dorsales commençant au XVIII ..... *Haemonais waldvogeli*
— Soies dorsales commençant au V ou VI 4
4. Branchies présentes 5
— Branchies absentes 6
5. Branchies lamelliformes ou digitiformes contenues dans une cupule terminale .. *Dero*
— Branchies dorsales sur la plus grande partie du corps ..... *Branchiodrilus*
6. Yeux habituellement présents, les soies ventrales antérieures (II à V) sont différentes des autres, estomac présent ..... *Naïs*
— Yeux absents, soies ventrales toutes semblables, estomac absent ..... *Allonais*

REMARQUE : Le genre *Dero* se subdivise en deux sous-genres.

Le sous-genre *Dero (s. str.)* qui possède des branchies lamelliformes et le sous-genre *Aulophorus* dont les branchies sont digitiformes.

TUBIFICIDAE

1. Branchies filamenteuses présentes à l'extrémité postérieure .... *Branchiura sowerbii*
— Branchies filamenteuses absentes 2
2. Extrémité postérieure dépourvue de soies, présence de soies dorsales en spatules ... . *Aulodrilus*
— Extrémité postérieure pourvue de soies, pas de soies dorsales en spatules. *Potamothrix*

Biogéographie

Les Oligochetes aquatiques africains sont surtout connus depuis le travail synthétique de BRINKHURST (1966). Cet auteur à surtout travaillé sur des collections provenant d'Afrique du Sud, d'Afrique de l'Est, du Soudan

Tableau I, répartition des espèces d'Oligochetes connues de la zone soudanienne

	Soudan Égypte	Lac Tchad	Lac Volta	Omo	Tibesti
Aeolosomatidae					
Aelosoma emprichii Ehrenberg, 1831..	×				
Opistocystidae					
Opistocysta (funiculus?) Cordero, 1948.....	×				
Naïdidae					
Chaetogaster langi Bretscher, 1896....				×	
Chaetogaster sp.....		×			
Naïs communis Piguet, 1906.....				×	
Naïs variabilis Piguet, 1906.....		×	×		
Naïs simplex Piguet, 1906.....		×	×		
Haemonaïs waldvogeli Bretscher, 1900.....		×			
Branchiodrilus cleïstochaeta Dahl, 1957.....		×	×		
Branchiodrilus hortensis (Stephenson), 1910.....	×				
Derodigitata (Müller), 1773.....	×	×	×		
Aulophorus furcatus (Müller), 1773....		×	×		
Aulophorus (ghanensis) flabelliger Stephenson, 1931.....		×	×		
Aulophorus (trideniatus) pectinatus Stephenson, 1931.....			×		
Allonaïs pectinata (Stephenson), 1910.	×	×			×
Allonaïs paraguayensis (Michaelsen), 1905.....	×	×	×	×	
Pristina synclites Stephenson, 1925...		×	×		
Pristina aequiseta Bourne, 1891.....			×		
Pristina sp.....		×		×	
Tubificidae					
Potamothrix sp. (hammoniensis?).....		×			
Aulodrilus pigueti Kowalewski, 1914.	×	×			×
Branchiura sowerbyi Beddard, 1892...	×				
Alluroïdidae					
Alluroïdes tanganyikae Beddard, 1906.		×			

et du lac Volta. Des additions ont été apportées par HRABE (1966) pour le lac Volta et LAUZANNE (1968) pour le lac Tchad. Sur une trentaine de genres inventoriés en Afrique, seulement treize ont été reconnus en Afrique soudanienne. Cependant on ne saurait conclure à la pauvreté de cette zone tant que des prospections plus poussées n'y auront pas été entreprises. La lacune la plus considérable concernant la zone soudanienne se rapporte

à la famille des Tubificidae où seulement 3 genres (représentés par 3 espèces) ont été recensés contre 10 pour l'ensemble de l'Afrique. D'une manière générale la faune des Oligochetes africains ne paraît pas présenter un grand endémisme. La plupart des genres sont cosmopolites, exceptés cependant les genres *Allonaïs*, *Branchiodrilus* et *Alluroïdes* qui semblent inféodés aux régions chaudes du globe. La répartition des Oligochetes connus de la zone soudanienne est résumée dans le tableau I.

Il est bien évident que les données disparates que nous possédons ne permettent pas d'avancer une quelconque hypothèse de distributions des espèces, d'autant que ce groupe animal est connu pour être très cosmopolite. Dans le groupe des Naïdidae ont peut simplement remarquer que les genres de climat chaud, *Allonaïs* et *Branchiodrilus* sont représentés sur toute l'étendue de la zone.

Si la faune des Naïdidae est susceptible de s'enrichir au fur et à mesure de nouvelles prospections il semble bien que celle des Tubificidae doive se limiter à un petit nombre d'espèces, tout au moins pour les formes lacustres.

Éléments de biologie et d'écologie

La biologie et l'écologie des Oligochetes aquatiques sont peu connues d'une manière générale. Les quelques travaux d'écologie effectuée en zone soudanienne sont localisés au lac Tchad. Ce sont eux qui seront résumés dans les lignes qui suivent (Dejoux, Lauzanne, Lévêque, 1969).

Naïdidae

Si l'on excepte *Pristina* et *Naïs* qui peuvent se rencontrer sur fonds de sable, la majorité des Naïdidae sont inféodés aux formations végétales immergées. Les herbiers de *Ceratophyllum* et de *Potamogeton* en abritent souvent de grandes quantités, ainsi que les rhizomes et racines immergés de *Phragmites*, *Vossia* et *Cyperus papyrus*. Certains fabriquent un tube muqueux recouvert de particules étrangères comme *Dero* ou *Aulophorus*, d'autres rampent à la surface des végétaux comme *Branchiodrilus*. Certains sont nageurs comme *Allonaïs paraguayensis* qui se déplace grâce à de lents mouvements transversaux. Le comportement alimentaire est relativement uniforme. A part *Chaetogaster* qui est un prédateur du zooperiphyton ; les autres sont des phytophages qui broutent les algues qui se développent à la surface des végétaux supérieurs.

Les Naïdidae se reproduisent toute l'année, surtout par scissiparité et bourgeonnement, cependant pour certaines espèces comme *Allonaïs paraguayensis* il est extrêmement fréquent de rencontrer des individus sexuellement mûrs.

La densité des Naïdidae peut être extrêmement importante. Dejoux et Saint-Jean (1972), trouvent un maximum de 4.700 vers pour 10 g de poids sec de *Ceratophyllum*.

Tubificidae et Alluroïdidae

Ce sont des animaux benthiques qui vivent enfouis dans le sédiment à l'intérieur d'un tube muqueux. Leur densité peut quelquefois être considérable. Ainsi, dans la partie nord du lac Tchad on a pu trouver jusqu'à 11.000 Tubidicidae par m² ce qui représente une biomasse de 39 kg à l'hectare.

Ce sont des détritivores qui avalent le sédiment et les divers micro-organismes présents et en extraient les matières nutritives.

La répartition de ces deux familles a été étudiée dans le lac Tchad (CARMOUZE et *al.*, 1972). Elle semble être sous la dépendance de deux facteurs principaux, la nature de fonds et la conductivité.

Les fonds du lac Tchad sont constitués de 4 formations principales : la tourbe riche en matière végétale, la vase, l'argile et un sable grossier d'oolithes ferrugineuses. Alluroïdidae et Tubificidae sont absents des zones de tourbe. Les zones de vase sont exclusivement peuplées de Tubificidae et dans les oolithes ferrugineuses, les Alluroïdidae dominent largement. Dans l'argile les deux familles sont bien représentées.

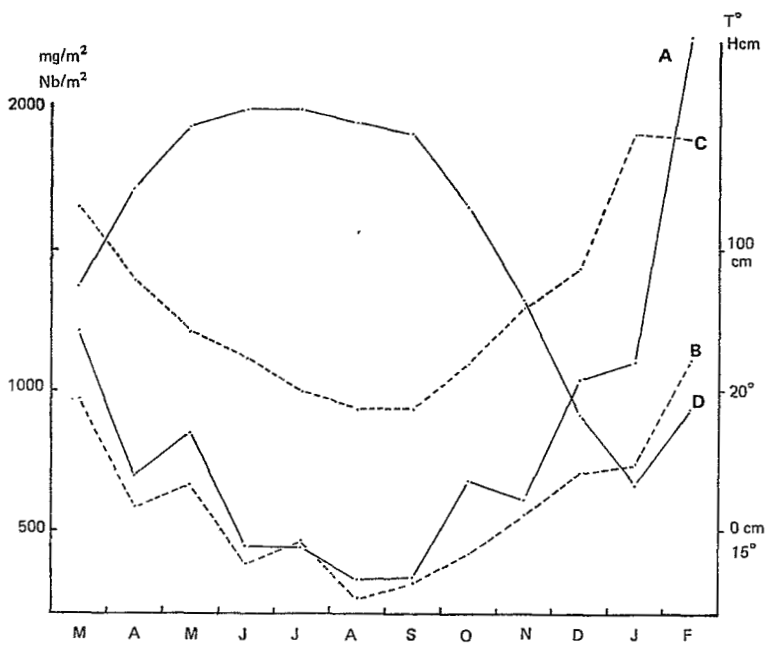


Fig. 10. — Évolution de la biomasse et du nombre d'Oligochètes par mètre carré, dans l'archipel est du lac Tchad : **A** : nombre d'individus par mètre carré ; **B** : biomasse par mètre carré ; **C** : niveau du lac ; **D** : température de l'eau.

Sur l'ensemble du lac Tchad, un même type de fond peut être associé à des eaux de conductivités très différentes, puisque cette dernière augmente, du sud vers le nord dans un rapport de 1 à 15 (de 60 à 900 μ mhos). Sur les fonds de vase, il a été constaté que la densité des Tubificidae était maximale dans l'intervalle 180-420 μ mhos. Sur les fonds d'argile les Alluroïdidae

dominent largement les Tubificidae jusqu'à une conductivité de 420 µ mhos. Au-dessus de cette valeur les Alluroïdidae disparaissent complètement. Il existerait donc pour les Alluroïdidae une « barrière écologique » sous la dépendance de la conductivité. L'abondance des Oligochetes benthiques varie au cours de l'année et il semble que dans le lac Tchad cette variation soit liée aux conditions de température et de niveau du plan d'eau (fig. 10). Le maximum de biomasse est atteint aux hautes eaux et en saison froide, le minimum en basses eaux et température élevée. La reproduction sexuée a lieu toute l'année avec cependant un maximum de formes clitellées en saison froide (fig. 11).

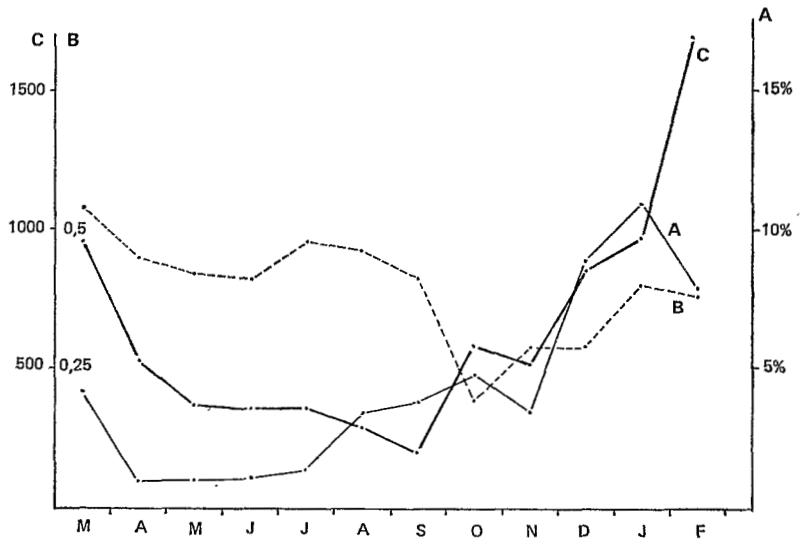


Fig. 11. — Reproduction des Tubificidae dans le lac Tchad : **A** : pourcentage de formes clitellées ; **B** : poids moyen d'un individu en milligrammes ; **C** : évolution du nombre d'individus par mètre carré.

Le rôle des Oligochètes en tant que source de nourriture pour les poissons ne paraît pas très important. L'étude des contenus stomacaux a montré que peu de poissons en consomment, excepté *Mormyrus rume* (Mormyridae) qui en capture grâce à son long museau en forme de trompe.

Références bibliographiques

Beddard (F. E.), 1906. — Oligochaeta *in* Zoological results of the third Tanganyika expedition. *Proc. zool. soc. London.* 27, 15 : 206-218.

Brinkhurst (R. O.), 1966. — A contribution towards a revision of the aquatic Oligochaeta of Africa. *Zool. africana,* 2, 2 : 131-166.

Brinkhurst (R. O.), 1970. — A further contribution towards a study of the aquatic Oligochaeta of Africa. *Rev. zool. bot. afr.*, 81, 1-2 : 101-108.

BRINKHURST (R. O.), JAMIESON (B. G. M.), 1971. — Aquatic Oligochaeta of the world. Oliver and Boyd, Edinburg, 860 p.

CARMOUZE (J. P.) et al, 1972. — Grandes zones écologiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VI, 2 : 103-169.

CERNOSVITOV (L.), 1938 b. — Oligochaeta. *Mission scientifique de l'Omo*, 38 : 255-318.

DAHL (I. O.), 1957. — Results from the danish expedition to the french Cameroons 1944-1950. *Bull. I.F.A.N.*, 19, 1, 4 : 1154-1172.

DEJOUX (C.), SAINT-JEAN (L.), 1972. — Étude des communautés d'invertébrés d'herbiers du lac Tchad : recherches préliminaires. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VI, 1 : 67-83.

DEJOUX (C.), LAUZANNE (L.), LÉVÊQUE (C.), 1969. — Évolution qualitative et quantitative de la faune benthique dans la partie Est du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 1 : 3-58.

GRANDES ZONES ÉCOLOGIQUES DU LAC TCHAD, 1972. — *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 6, 2, 103-169.

HRABE (S.), 1966. — On some Naïdidae from the Volta lake in the Ghana. *Publ. Fac. Sci. Univ. J. E. Purkyne, B.R.N.O., Tchecoslovaquie*, 447 : 373-387.

LAUZANNE (L.), 1968. — Inventaire préliminaire des Oligochètes du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, II, 1 : 83-110.

NAIDU (K. N.), 1962-63. — Studies on the fresh water Oligochaeta of south India. I : Aelosomatidae and Naïdidae. Part. 1-5. *Bom. nat. hist. soc.*, 58, 3 : 639-652 ; 59, 1 : 131-145 ; 59, 2 : 520-546 ; 59, 3 : 897-921 ; 60, 1 : 201-227.

NAIDU (K. N.), 1965. — Studies on the fresh water Oligochaeta of south India. II : Tubificidae. *Hydrobiologia*, 26, 3-4 : 463-483.

SPERBER (C.), 1948. — A taxinomical study of the Naïdidae. *Zoologiska Bidrag fran Uppsala*, 28, 296 p.

Lophophoriens 9
(Bryozoaires et Kamptozoaires)

FRITZ WIEBACH

Il est bien connu des spécialistes que les Bryozoaires d'eau douce sont en général négligés par les explorateurs et il reste encore beaucoup à faire pour la connaissance de cette faune en Afrique, et particulièrement en Afrique du Nord d'où l'on a reçu jusqu'ici bien peu de renseignements.

Une faune soudanienne ne pourra donc comprendre seulement les formes de Bryozoaires récoltées jusqu'à présent, mais devra tenir compte également des espèces dont la présence est probable dans cette zone, et qui sont signalées dans d'autres régions du continent africain.

Morphologie et anatomie

Les Bryozoaires sont des organismes coloniaux. Les individus (ou zoécies) constituant les colonies comprennent une loge ou cystide, et l'animal proprement dit ou polypide (fig. 1 et 2). Alors que le cystide est plus ou moins immobile, le polypide suspendu dans la cavité cystidienne peut faire partiellement saillie à l'extérieur au niveau de l'orifice cystidien.

Le polypide porte une couronne de tentacules (ou lophophore) en forme de fer à cheval chez les Phylactolèmes ou de cercle chez les Gymnolèmes (fig. 3 et 4). Les tentacules entourent la bouche et portent chacun un grand nombre de cils qui créent un courant ininterrompu amenant les particules alimentaires et l'oxygène.

Le corps est constitué d'un tube digestif en forme de V. L'estomac, assez grand, est attaché par un funicule souvent peu visible à la paroi du cystide. L'anus est situé dorsalement, à l'extérieur de la couronne tentaculaire.

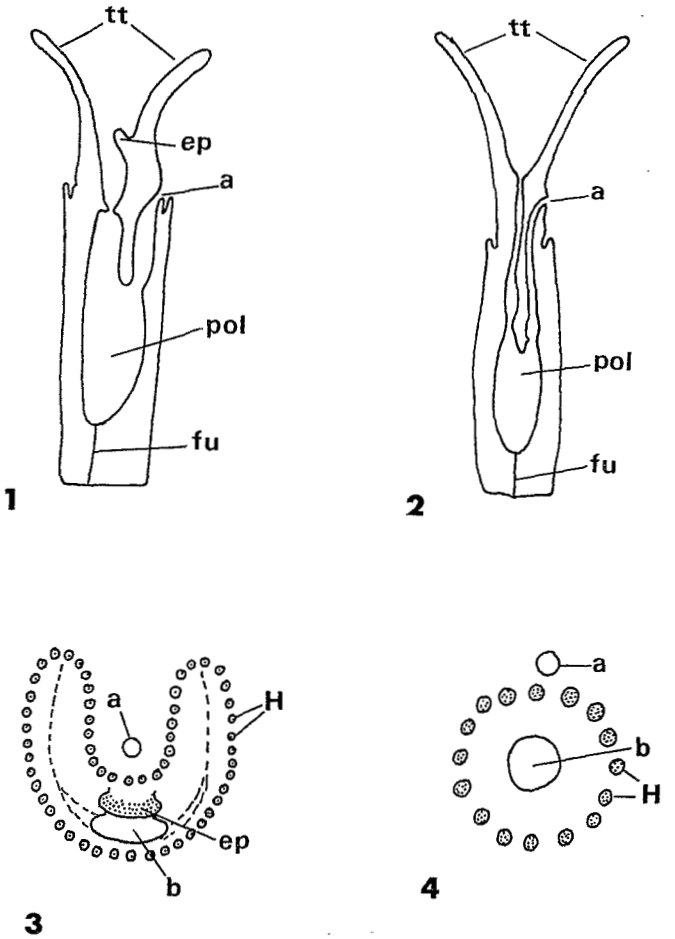


PLANCHE I. — **1**, Coupe sagittale schématique de Bryozoaire Phylactolème. **2**, Coupe sagittale schématique de Bryozoaire Gymnolème. **3**, Lophophore de Phylactolème, coupe horizontale schématique. **4**, Lophophore de Gymnolème, coupe horizgntale schématique. a : anus, b : bouche, ep : épistome, fu : funicule, pol : polypide, tt : tentacules.

Il n'existe pas d'organes sensoriels composés, mais un peu partout des cellules de perception variées. Le ganglion central situé au-dessous de l'épistome se prolonge dans le lophophore et les tentacules sont bien innervés. Il n'y a pas d'appareil circulatoire ni d'appareil respiratoire, les échanges gazeux étant assurés au niveau des tentacules.

Méthodes de récolte et d'étude

Il n'y a pas de biotope d'eau douce dans lequel on ne puisse s'attendre à trouver des Bryozoaires et on peut également en trouver des traces dans les milieux asséchés. Pour un premier inventaire, on recherchera les flotto-

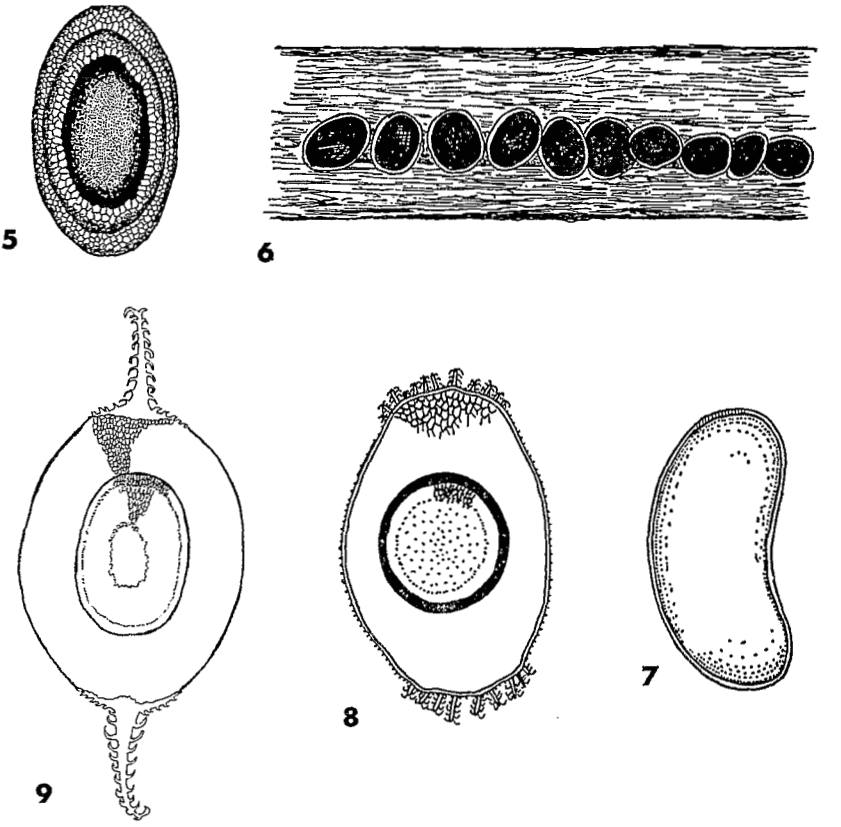


PLANCHE II. — **5**, Flottoblaste de *Plumatella*. **6**, Statoblaste de *Plumatella*. **7**, Statoblaste de *Fredericella*. **8**, Spinoblaste de *Lophopodella carteri*. **9**, Spinoblaste de *Lophopusella capensis*.

blastes (fig. 5) en examinant à la loupe les débris flottants ramassés sur les bords. Souvent, les seules traces de Bryozoaires sont des séries de sessoblastes sur des supports variés (fig. 6). Les colonies, s'il y en a, peuvent être récoltées sur les substrats les plus divers : sur les tiges et sous les feuilles des plantes aquatiques, sur les bois flottants sur les pierres, les mollusques, les insectes aquatiques tels que les Ranatres, etc. On en trouve aussi associés à des Spongilles, en compagnie de Rotifères et de Protozoaires coloniaux. En général, les Bryozoaires préfèrent les eaux tranquilles ou peu courantes des étangs, lacs, bords de rivières et ruisseaux.

Pour fixer les colonies sur le terrain, on utilise l'alcool ou le formol. Si l'on reconnaît des statoblastes, il est préférable de conserver à sec une partie du matériel, afin d'effectuer ultérieurement des essais de germination. Si l'on est à proximité du laboratoire, on peut y transporter les échantillons en milieu bien humide (entre des plantes aquatiques ou enveloppés dans du papier buvard). Dans ce cas, il faut éliminer les mollusques (mangeurs de Bryozoaires) et penser au fait que les Bryozoaires ont un grand besoin d'oxygène.

SYSTÉMATIQUE

On distingue chez les Lophophoriens les principaux groupes suivants :

— classe des Endoproctes (ou Kamptozoaires) : la couronne tentaculaire entoure à la fois la bouche et l'anus ;

— classe des Ectoproctes : la couronne tentaculaire entoure la bouche mais l'anus est en dehors ;

— sous-classe des Phylactolèmes : Bryozoaires munis d'un épistome, sorte de couvercle au-dessus de la bouche. Couronne tentaculaire en forme de fer à cheval ;

— sous-classe des Gymnolèmes : pas d'épistome, couronne tentaculaire en forme de cercle ;

— sous-ordre des Cténostomes : zoécies de forme cylindrique, paroi jamais calcifiée, pas de fermeture operculaire au niveau de l'orifice cystidien ;

— sous-ordre des Chilostomes : zoécies en forme de boîte aplatie, ectocyste toujours calcifiée, fermeture operculaire au niveau de l'orifice cystidien.

ENDOPROCTES

Urnatella gracilis (fig. 10) est la seule forme de Kamptozoaire trouvée jusqu'ici en eau douce. Elle a été récoltée en Afrique centrale (WIEBACH, 1965). Il s'agit sans doute d'une forme assez cosmopolite qui a souvent échappé à l'attention. On la trouve sur les pierres, et les coquilles du fond des rivières.

ECTOPROCTES

La plupart des Bryozoaires d'eau douce appartiennent au groupe des Phylactolèmes. Les Gymnolèmes sont peu représentés.

GYMNOLÈMES

Membranipora (fig. 13) est un genre de Chilostome qui se rencontre assez souvent dans l'eau plus ou moins saumâtre des embouchures. C'est une forme très variable en fonction des conditions environnantes.

Les trois autres formes de Gymnolèmes susceptibles d'être rencontrées, appartiennent au groupe des Cténostomes.

Pour *Paludicella*, JULLIEN (1885) indique : « Zoecies disposées bout à bout... séparées l'une de l'autre par des cloisons complètes ; orifices tubuleux situés en avant de la portion renflée... les zoecies forment des zoaria linéaires... ramifiés, rampants et portant des branches nombreuses disposées en petits buissons... » (fig. 11). Le lophophore avec 16 tentacules forme une cloche régulière. Cette forme fragile, se trouve souvent associée à d'autres Bryozoaires ou avec des plantes aquatiques.

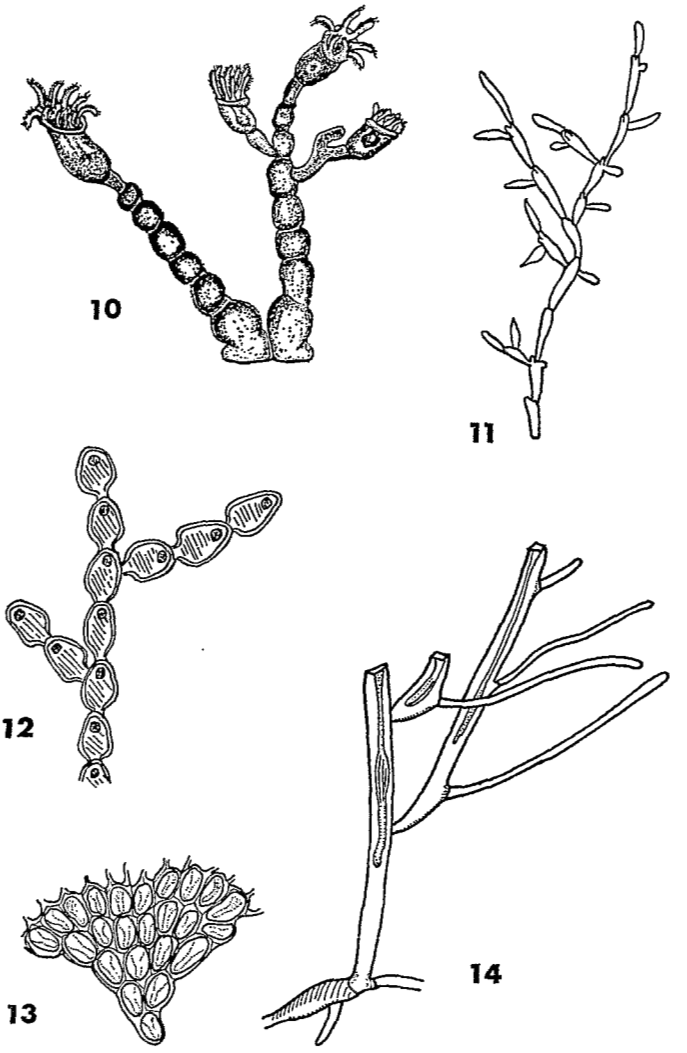


PLANCHE III. — **Kamptozoaire. 10,** *Urnatella gracilis,* deux tiges. **Gymnolèmes. 11,** *Paludicella articulata,* branche ramifiée. **12,** *Hislopia* sp., branche ramifiée. **13,** *Membranipora crustulenta,* partie d'une colonie. **14,** *Victorella pavida,* partie d'une colonie.

Victorella dont une espèce a été trouvée en Afrique, est également une forme délicate, à l'aspect transparent. La partie basale porte des bourgeons. Ceux-ci se forment aussi sur les Zoécies des individus et ces zoécies-filles peuvent produire des bourgeons secondaires, de telle sorte que la colonie présente souvent un aspect irrégulier et désordonné. Ce genre dont le lophophore est constitué de 8 tentacules (fig. 14) se fixe de préférence sur le bois.

D'un troisième genre de Cténostomes d'eau douce, *Hislopia* (fig. 12) qui se trouve en Amérique du Sud, aux Indes et en Indochine, on ne possède

en Afrique qu'une information assez vague et sans illustration qui se rapporte au Haut Nil (ANNANDALE, 1916, p. 34), où il aurait été trouvé sur des coquilles d'*Etheria*. Pensant au continent de Gondwana, je suis sûr qu'on trouvera ce genre en Afrique, c'est pourquoi je n'hésite pas à le mentionner. Le lophophore comprend 16 tentacules et l'orifice est souvent muni d'épines.

On signalera *Arachnoidia ray-lancasteri* ; espèce de Cténostomes qui paraît être endémique au lac Tanganyka.

PHYLACTOLÈMES

1. Genres ramifiés

1.1. Genre primitif qui, à première vue, possède un lophophore apparemment rond, mais qui est en réalité en forme de fer à cheval. Tubes opaques, souvent incrustés, jamais agglutinés. Seulement des statoblastes dépourvus de flotteurs souvent réniformes..... ..... *Fredericella* (fig. 7)

1.2. Lophophore en forme de fer à cheval bien net. Tubes plus ou moins chitinisés, pouvant être agglutinés. Parties antérieures souvent transparentes. Flottoblastes et sessoblastes..... *Plumatella* (fig. 5-6-15)

1.3. Genre qui ressemble beaucoup au précédent, mais dont les orifices sont munis d'une sorte de couvercle. Flottoblastes et sessoblastes..... *Afrindella*

1.4. Genre dont les colonies sont caractérisées par une ramification pseudostoloniale. Les zoecies sont arrangées en petits groupes, les tubes plus ou moins transparents. Flottoblastes et sessoblastes..... *Stolella* (fig. 18)

1.5. Tubes muqueux, gélatineux et transparents, jamais chitinisés. Le milieu des colonies est souvent compact et agglutiné, les parties antérieures sont ramifiées. Flottoblastes et sessoblastes..... *Varunella*

1.6. Comme le genre précédent, mais seulement flottoblastes..... *Hyalinella* (fig. 17)

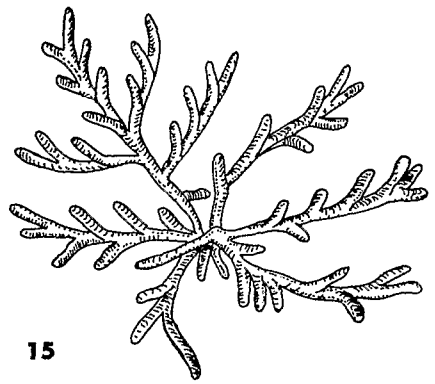
2. Genres globuleux, muqueux, jamais ramifiés. Seulement des spinoblastes.

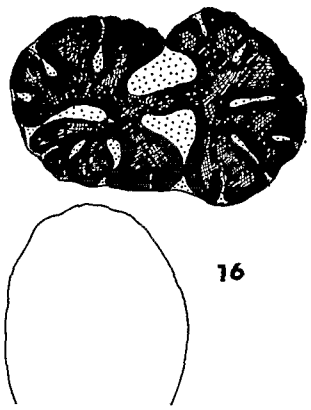
2.1. Colonie en masse compacte, globuleuse. Spinoblastes (1 mm de long) en forme d'ellipse prolongée aux deux pôles par un simple crochet muni d'épines secondaires..... ..... *Lophopusella* (fig. 9)

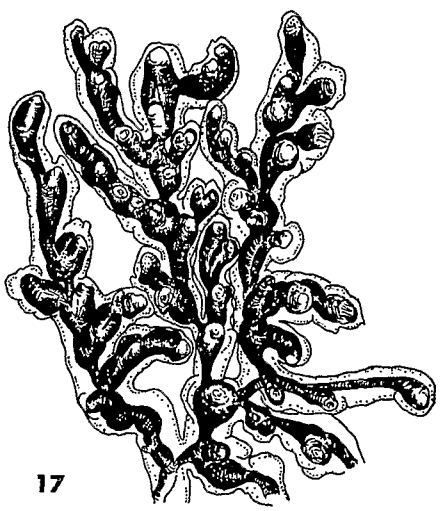
2.2. Colonies identiques au genre précédent. Spinoblastes (1 mm de long) plus ou moins ronds ou ellipsoïdes, terminés aux pôles par des groupes d'épines munies de crochets secondaires. Arrangement et nombre des épines très variables.. *Lophopodella* (fig. 8 et 16)

Biogéographie

Ce que l'on connaît des Bryozoaires dulçaquicoles de la zone soudanienne, remonte aux travaux de MEISSNER et de KRAEPELIN à la fin du siècle dernier. Il s'agit là de statoblastes (probablement de flottoblastes) trouvés dans les lacs Albert, Edward, Victoria, Nyansa, ainsi que de statoblastes (sans doute des sessoblastes) trouvés sur les *Etheria* dans le Nil Blanc, le Haut Nil, le delta du Nil, le Niger, le Sénégal. On en a trouvé également sur des espèces de *Vivipara* et de *Cleopatra* dans le Sénégal et le Nil Blanc. D'après MEISSNER, il s'agissait de *Plumatella princeps* et de *Plumatella polymorpha* qui ne sont autres, d'après ce que l'on sait des Plumatelles africaines, que *P. repens* et *P. emarginata*, formes cosmopolites. KRAEPELIN







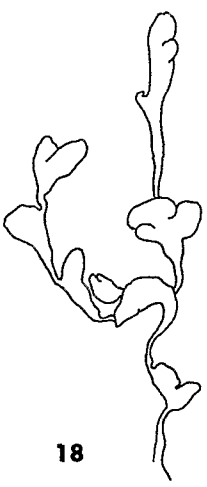


PLANCHE IV. — **Phylactolèmes. 15,** type ramifié : colonie de *Plumatella*. **16,** type globuleux : colonie de *Lophopodella*. **17,** *Hyalinella* sp., colonie. **18,** *Stolella* sp., partie d'une colonie.

mentionne aussi des exemplaires des *Fredericella sultana* dans un fossé près d'Alexandrie et des statoblastes, parmi lesquels des spinoblastes de *Lophopodella carteri* dans un petit étang et un ruisseau asséchés, près de Victoria Nyansa. Les trois nouvelles espèces de *Nitscheïna* établies par F. CANU (1928) et trouvées dans l'oued Bezirk en Tunisie sont des Bryozoaires chilostomes, sans doute d'eau saumâtre ou marine, ayant pénétré par hasard en eau plus ou moins douce. La forme chilostome *Membranipora crustulenta* trouvée par BORG (1936) dans l'Oued Abid en Tunisie, est une espèce d'eau saumâtre qui peut entrer en eau douce et s'y développer. BORG mentionne également *Fredericella* de la rivière Farouda dans le massif du Hoggar, et *Plumatella emarginata* d'un étang (Oued Djir) de Tunisie du Sud.

En conclusion, les formes de Bryozoaires d'eau douce trouvées jusqu'ici dans la zone soudanienne sont *Fredericella sultana*, *Plumatella repens*, *Plumatella emarginata*, *Membranipora crustulenta*. Cette liste, compte tenu du peu d'informations que l'on possède, est certainement loin d'être exhaustive.

Éléments de biologie

Il existe chez les Bryozoaires une reproduction sexuée et une reproduction asexuée, cette dernière étant la plus importante.

Reproduction sexuée

Les Bryozoaires sont hermaphrodites et vivipares. Chez les Gymnolèmes, les œufs sont produits par la paroi cystidiale et les spermatozoïdes par le funicule. Le mode de fertilisation chez les Phylactolèmes est encore inconnu.

L'œuf fécondé se développe dans une poche de la paroi cystidiale et l'embryon est expulsé à travers l'orifice du polypide. La larve dont la vie est limitée à quelques heures, est munie de nombreux cils vibratils qui lui permettent de gagner un endroit où elle puisse se fixer et se développer.

Reproduction asexuée

Elle peut se faire par bourgeonnement ou par statoblastes.

— Le bourgeonnement peut être comparé à une croissance végétative, au niveau de la paroi interne des cystides. Cette paroi ou endocyste est une réserve de cellules polyvalentes qui survivent même à des traumatismes pouvant détruire les polypides.

— Les statoblastes sont formés par le funicule comme les spermatozoïdes. C'est le moyen le plus important de survie et de dissémination des Bryozoaires d'eau douce. Il n'y en a pas chez les Gymnolèmes, sauf pour les formes qui ont pénétré en eau douce. Ils sont alors appelés hibernacules et ont une forme très différente.

Étant donné que la forme et la structure des colonies sont assez variables, les statoblastes sont un critère très important, sinon le seul, pour la détermination, et une colonie dépourvue de statoblastes ne peut souvent être identifiée. Cependant, ces statoblastes sont eux-mêmes suffisamment variables (en raison des facteurs environnants, de la nourriture, de la variation génétique) pour qu'on ne puisse déterminer l'espèce ou même le genre lorsqu'on les trouve isolés. On distingue les flottoblastes (statoblastes flottants), les sessoblastes (statoblastes sessiles) et les spinoblastes (statoblastes pourvus d'épines marginales). On trouve des flottoblastes chez les formes coloniales ramifiées ainsi que des sessoblastes (à l'exception des *Hyalinella*). Chez les formes coloniales globuleuses, on ne trouve que des spinoblastes (fig. 8 et 9). La couleur des statoblastes est brunâtre. Ils sont plus clairs lorsqu'ils sont immatures.

Les statoblastes peuvent germer soit sans diapause, soit après diapause. Les sessoblastes sont souvent disposés bout à bout. Ils germent alors en donnant naissance à des colonies formées de plusieurs germes (fig. 6).

Références bibliographiques

Pour ne pas allonger cette bibliographie outre mesure, on n'a indiqué ici que ce qui concerne la faune Bryozoaire de l'Afrique.

Barnard (K. H.), 1927. — On the Occurence of the Freshwater Bryozoan *Lophopodella thomasi* Rouss. in Ovamboland. *Ann. South. Afr. Mus.*, 25, 169.

Beauchamp (P. de), 1935. — Turbellariés et Bryozoaires. *Mission scientifique de l'Omo*, 3, 152.

Borg (F.), 1936 a. — Über die Süsswasser-Bryozoen Afrikas. *Senckenbergiana*, 18 : 20-36.

Borg (F.), 1936 b. — Sur quelques Bryozoaires d'eau douce Nord-Africains. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 27 : 271-283.

Borg (F.), 1940. — On a Collection of Freshwater Bryozoa from Belgian Congo. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 34 : 33-46.

Canu (F.), 1928. — Trois nouveaux Bryozoaires d'eau douce. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 19 : 262-264.

Cunnington (W. A.), 1920. — The Fauna of the African Lakes : a Study in Comparative Limnology with special reference to Tanganyika. *Zool. Soc. London, Proc. Gen. Meetings...*, 4 : 538-541.

Hastings (A. B.), 1929. — Phylactolaematous Polyzoa from the « Pans » of the Transvaal. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 10, 3 : 129-137.

Kraepelin (K.), 1892. — Die Deutschen Süsswasser-Bryozoen. *Abh. Naturw. Verein Hamburg*, 12 II : 65.

Kraepelin (K.), 1893-94. — Über afrikanische und südamerikanische Süsswasser-Bryozoen. *Verh. Naturw. Verein Hamburg*, 3 : 14-15.

Kraepelin (K.), 1914. — Bryozoa. *Beiträge zur Kenntnis der Land- und Süsserwasserfauna Deutsch Südwestafrikas, Hamburg.*

Lacourt (A. W.), 1948. — On two Freshwater Bryozoa (Phylactolaemata) from Belgian Congo. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 40, 4 : 229-234.

Lacourt (A. W.), 1951. — Bryozoaires. *Exploration Hydrobiologique du lac Tanganika, Inst. Roy. Sci. Nat. Belg., Bruxelles.*

Meissner (M.), 1893. — Beitrag zur Kenntnis der geographischen Verbreitung der Bryozoen-Gattung *Plumatella* in Afrika. *Zool. Anz.*, 430 : 385.

Meissner (M.), 1896. — Die Moostiere Ost-Afrikas. *Deutsch Ost-Afrika, Berlin, Dietrich Reimer*, IV/I, 1-7.

Meissner (M.), 1897. — Weiterer Beitrag zur Kenntnis der geographischen Verbreitung der Süsserwasser-Bryozoengattung *Plumatella. Zool. Anz.*, 531 : 173.

Moore (J. E. S.), 1903. — The Tanganyika Polyzoan. *The Tanganyika Problem*, London : 295-297.

Rousselet (Ch. F.), 1904. — On a new Freshwater Polyzoan from Rhodesia, *Lophopodella thomasi*, gen. et sp. nov. *Journ. Quek. Micr. Club*, II, 54 : 45-56.

Rousselet (Ch. F.), 1907. — Report on the Polyzoa. *Zool. results of Third Tanganyika Expedition, Proc. Zool. Soc. London*, 1907 : 250-257.

SOLLAS (L. B. J.), 1908. — A new Freshwater Polyzoan from South Africa. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, II, 8 : 264-273.

ULMER (G.), 1913. — Süsswasser-Bryozoen von Aequatorial-Afrika. *Wiss. Ergeb. Zentral-Afrika-Exped.*, 4 : 286-290.

WIEBACH (F.), 1964. — Untersuchnungen an Süsswasser-Bryozoen aus Zentral-afrika. *Mus. Roy. Afr. Centr., Tervuren, Ann.*, n° 129.

WIEBACH (F.), 1965. — Studien über *Afrindella tanganyikae* (Rousselet). *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 71, 1-2 : 19-26.

WIEBACH (F.), 1965. — *Urnatella gracilis* Leidy (Bryozoa Entoprocta) in Zentralafrika. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 72, 3-4 : 234-242.

WIEBACH (F.), 1970. — Süsswasser-Bryozoen aus Brasilien und Zentralafrika, *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 81, 1-2 : 62-81.

Mollusques 10

CHRISTIAN LÉVÊQUE

Les mollusques sont présents dans la plupart des milieux d'eau douce africains. Ils se distinguent des autres organismes aquatiques par la présence d'une coquille calcaire constituée d'une seule pièce chez les Gastéropodes et de deux pièces articulées chez les Lamellibranches (appelés également Pélécypodes ou Bivalves).

Les mollusques en général et plus particulièrement les Pulmonés qui jouent un rôle important dans la transmission de parasitoses humaines et animales, ont souvent été mieux étudiés que les autres invertébrés de la zone soudanienne. Il n'en reste pas moins que de nombreux problèmes d'ordre systématique, biologique et écologique sont encore à résoudre.

Morphologie et anatomie

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

Gastéropodes (pl. I, fig. 5, 6, 7, 8)

La coquille est constituée d'une seule pièce qui sert de protection au corps de l'animal. Ce dernier, mou et segmenté, présente trois grandes régions :

— La tête qui porte une paire de tentacules contractiles à la base desquels se trouvent les yeux chez les mollusques aquatiques. La bouche comprend généralement une mâchoire chitineuse sur la face dorsale et une radula (sorte de langue râpeuse) sur la face ventrale.

— Le pied est un organe musculeux souvent bien développé qui sert à la locomotion.

— La masse viscérale enveloppée dans une membrane, le manteau,

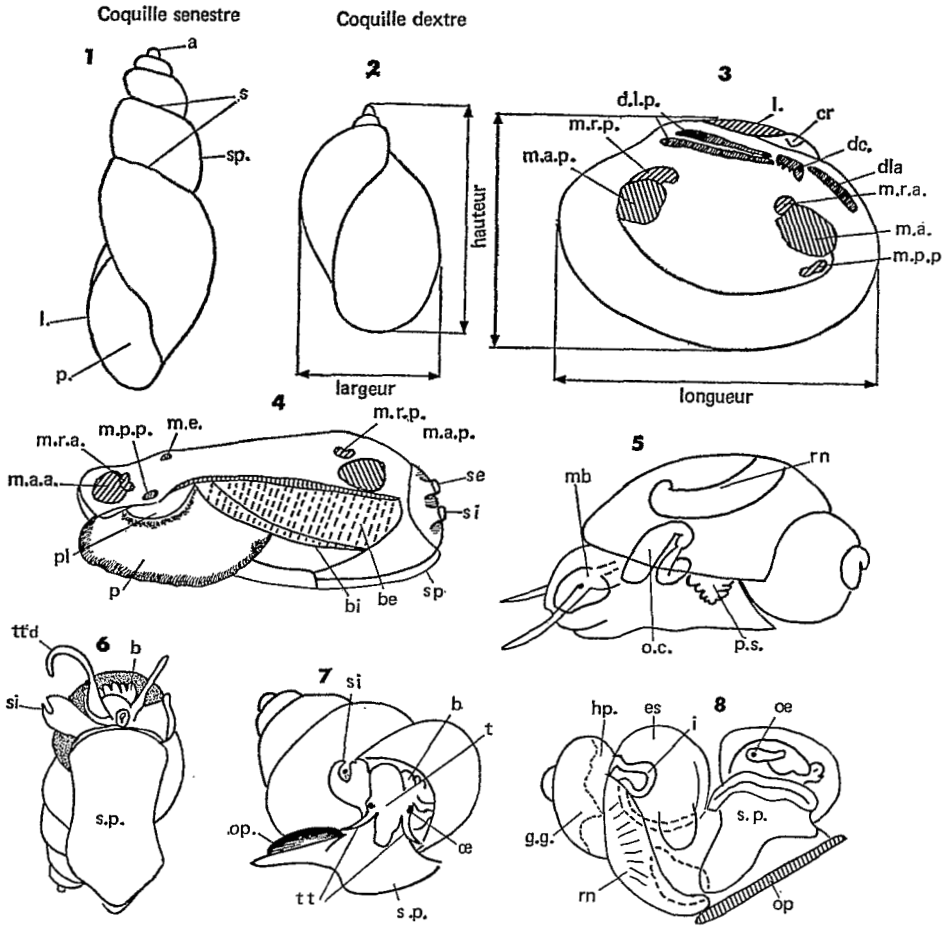


PLANCHE I. — **1**, Coquille senestre *(Bulinus)* de Gastéropode. a : apex ; l : lèvre ; p : péristome ; s : sutures ; sp : spire. **2**, Coquille dextre *(Lymnaea)* de Gastéropode. **3**, Valve gauche de Lamellibranche *(Caelatura)*. cr : crochet ; dc : dents cardinales ; dla : dent latérale antérieure ; dlp : dents latérales postérieures ; l : ligament ; maa : empreinte du muscle adducteur antérieur ; map : empreinte du muscle adducteur postérieur ; mpp : muscle antérieur protracteur du pied ; mra : empreinte du muscle rétracteur antérieur du pied ; mrp : empreinte du muscle rétracteur postérieur du pied. **4**, Disposition des principaux organes chez un Lamellibranche : *Mutela dubia* (d'après DAGET, 1964). Le lobe palléale gauche a été coupé. be : branchie externe ; bi : branchie interne ; maa : muscle adducteur antérieur ; map : muscle adducteur postérieur ; me : muscle élevateur ; mpp : muscle protracteur du pied ; mra : muscle rétracteur antérieur du pied ; mrp : muscle rétracteur postérieur du pied ; p : pied ; pl : palpe ; se : siphon exalant ou anal ; si : siphon inhalant ou branchial ; sp : suture palléale périsiphonale. **5**, Disposition des principaux organes chez un Pulmoné : *Bulinus* (d'après MANDAHL-BARTH, 1962). mb : masse buccale ; oc : organe copulateur ; ps : pseudobranchie ; rn : rein. **6**, *Bellamya unicolor* : mâle vu par-dessous. ttd : tentacule droit transformé en organe copulateur. **7**, *Bellamya unicolor* (Prosobranche) : vue de l'animal sortant de sa coquille. b : branchie ; oe : œil ; op : opercule ; si : siphon ; sp : sole pédieuse ; t : tête ; tt : tentacules. **8**, Disposition des principaux organes chez un Prosobranche : *Cleopatra bulimoïdes* (d'après BINDER, 1959). Animal sorti de sa coquille. es : estomac ; gg : glande génitale ; hp : hepatopancréas ; i : intestin ; oe : œil ; op : opercule ; rn : rein ; sp : sole pédieuse.

qui sécrète la coquille. Cette masse viscérale comprend les principaux organes.

Chez les Gastéropodes, on note l'existence d'une cavité palléale formée par un repli du manteau, dans laquelle débouche l'anus et l'orifice urinaire. Cette cavité palléale abrite une branchie chez les Prosobranches. Les Pulmonés n'ont pas de branchies mais possèdent une cavité pulmonaire à plafond très vascularisé.

Lamellibranches (pl. I, fig. 4)

La coquille est composée de deux valves indépendantes mais articulées entre elles. Ils se distinguent anatomiquement des Gastéropodes par l'absence de tête individualisée d'où le nom d'Acéphales sous lequel on désigne parfois ce groupe. Ils ne possèdent ni mâchoires ni radula, et la bouche entourée de quatre palpes ciliés s'ouvre directement dans l'œsophage.

Le pied musculeux est comprimé en forme de languette et sert surtout à l'animal pour s'enfouir dans le sédiment.

Deux replis du manteau délimitent une cavité palléale à l'intérieur de laquelle sont situées les branchies. A l'extrémité postérieure de l'animal, les bords du manteau peuvent être partiellement soudés et délimiter un orifice exhalant et un orifice inhalant qui se prolongent parfois en tubes ou siphons.

LA COQUILLE (pl I, fig. 1, 2, 3)

La coquille (ou test) des mollusques est constituée de carbonate de calcium (calcite et aragonite). Elle est secrétée par le manteau au fur et à mesure de la croissance de l'animal. Chez les mollusques vivants, la coquille est recouverte d'une fine couche de substance cornée (conchyoline) appelée périostracum qui assure la protection des couches calcaires. L'intérieur de la coquille est recouvert d'une couche de nacre à l'aspect satiné.

Chez les Gastéropodes, la coquille d'une seule pièce résulte schématiquement de l'enroulement d'un cône très allongé autour d'un axe appelé columelle. On parlera de coquille dextre lorsque l'enroulement vu du pôle apical (ou apex) a lieu dans le sens des aiguilles d'une montre, et de coquille senestre dans le cas contraire. A l'exception des Ancylidae, la coquille comporte plusieurs tours de spire séparés par des sutures. L'ouverture ou péristome est bordé par une lèvre (ou labre). Chez les Prosobranches, l'opercule qui est une pièce chitineuse ou calcifiée fixée au pied de l'animal, vient obturer le péristome lorsque l'animal se rétracte. Cette pièce n'existe pas chez les Pulmonés.

La coquille des Lamellibranches est constituée de deux valves souvent symétriques. Sur le bord dit dorsal de chaque valve, on distingue un sommet plus ou moins saillant appelé crochet ou umbo, en dessous duquel on trouve la charnière. Cette dernière qui assure l'articulation des valves, est un dispositif d'engrenage plus ou moins compliqué, avec des dents qui pénètrent dans des cavités de l'autre valve. A côté du sommet, et à l'extérieur de la coquille, on observe le ligament en forme de fuseau constitué de conchyoline. Il maintient les valves solidaires et assure leur écartement en raison de son élasticité propre.

A l'opposé du bord dorsal se trouve le bord ventral, au niveau duquel peut sortir le pied de l'animal. Le bord antérieur est celui qui est situé du côté de la bouche, alors que le bord postérieur, à l'opposé, est proche des siphons. Sur la coquille fermée, le crochet est incliné dans la direction du bord antérieur. La fermeture des valves est assurée par des muscles adducteurs qui sont insérés perpendiculairement sur la face intérieure des valves.

Lors de l'étude des coquilles, on est amené à effectuer certaines mensurations. La plus courante est la hauteur de la coquille chez les Gastéropodes, ou le diamètre lorsque l'enroulement a lieu dans un plan comme chez les Planorbidae. Chez les Lamellibranches, la longueur et la hauteur sont respectivement les plus grandes dimensions dans le sens antéropostérieur et le sens vertical, l'épaisseur étant la plus grande dimension transversale.

LA RADULA (pl. II)

Elle est située sur la face ventrale de la bouche, et se présente sous la forme d'un ruban chitineux portant plusieurs rangées transversales de petites dents sur la face dorsale. Chaque rangée comprend une dent centrale de part et d'autre de laquelle sont disposées symétriquement des dents latérales et marginales dont le nombre peut dépendre de l'âge de l'animal. Chez un *Biomphalaria* adulte (Planorbidae), le nombre de dents d'une rangée peut varier entre 39 et 59, alors qu'il n'est généralement pas supérieur à 7 chez les Prosobranches de la zone étudiée.

La forme des dents et leur disposition, ont une valeur systématique, en particulier chez les Pulmonés. Chez ces derniers, la dent centrale est pourvue de deux cuspides, et les dents latérales de trois cuspides principaux appelés endocone, mesocone et ectocone. Les endocones peuvent eux-mêmes se diviser en deux ou plusieurs cuspides, alors que mesocone et ectocone sont rarement divisés sur les dents latérales. Les dents marginales sont longues et placées obliquement. Les endocones et parfois les ectocones sont divisés en de nombreux cuspides secondaires.

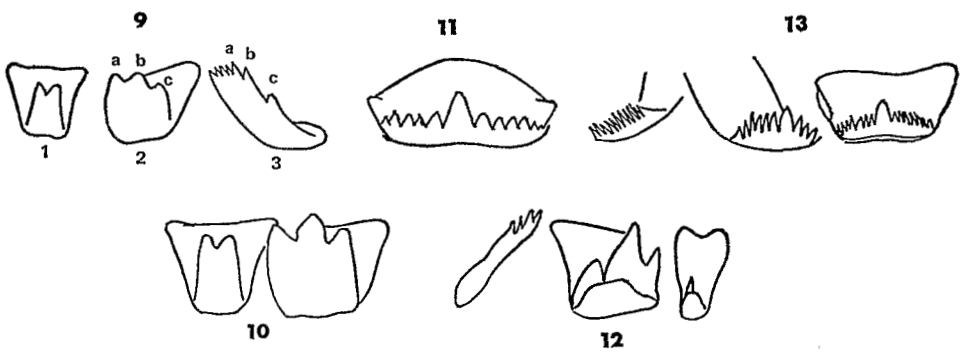


PLANCHE II. — Dents de radulas de quelques Gastéropodes : **9**, *Biomphalaria pfeifferi* (d'après MANDAHL-BARTH, 1966). 1) dent centrale ; 2) dent latérale ; 3) dent marginale. a : endocone ; b : mesocone ; c : ectocone. **10**, *Bulinus truncatus* (d'après MANDHAL-BARTH, 1962). Dent centrale et dent latérale. **11**, *Melania tuberculata* (d'après MANDAHL-BARTH, 1972). Dent centrale. **12**, *Lymnaea natalensis* (d'après WRIGHT, 1965). Dents centrale, latérale et marginale. **13**, *Bellamya unicolor* (d'après WRIGHT, 1963). Dents centrale, latérale et marginale.

APPAREIL GÉNITAL (pl. III)

Chez les Pulmonés, certaines espèces peuvent se distinguer par la morphologie de l'appareil génital et plus particulièrement de l'organe copulatoire. L'appareil génital d'un Planorbidae (fig. 14) comprend une glande génitale hermaphrodite (ovotestis) assez volumineuse qui se prolonge par un canal hermaphrodite comportant plusieurs vésicules séminales dans sa partie supérieure. Ce canal se divise ensuite en une partie mâle (canal spermatique) et une partie femelle formée de l'oviducte et de la glande à albumine. La

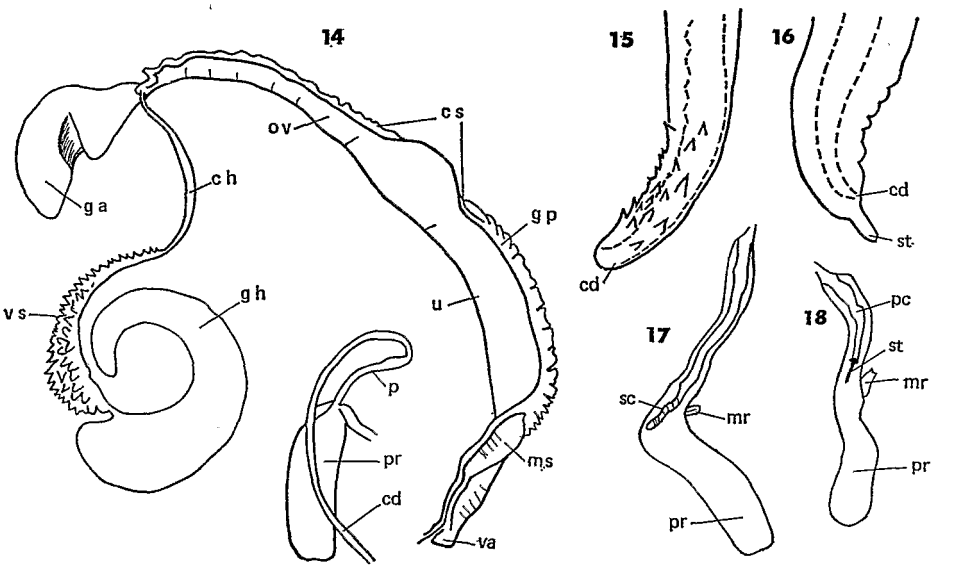


PLANCHE III. — Appareils génitaux de Pulmonés : **14**, Appareil génital de *Biomphalaria pfeifferi* (d'après MANDAHL-BARTH, 1959). c.d. canal déférent ; c.h. : canal hermaphrodite ; c.s. : canal spermatique ; g.a. : glande de l'albumine ; g.h. : glande hermaphrodite ; g.p. : glande prostatique ; ov : oviducte ; p : fourreau du pénis ; pr : prépuce ; r.s. : réceptacle séminal ; u : utérus ; va : vagin ; v.s. : vésicules séminales. **15**, Extrémité du pénis de *Ceratophallus natalensis* (d'après BROWN et MANDAHL-BARTH, 1973). **16**, *Afrogyrus coretus* (d'après BROWN et MANDAHL-BARTH, 1973). c.d. : canal déférent ; st : stylet. **17**, Organe copulateur de *Ceratophallus natalensis* (d'après BROWN et MANDAHL-BARTH, 1973). **18**, *Gyraulus costulatus* (d'après BROWN et MANDAHL-BARTH, 1973). mr : muscle rétracteur ; pe : pénis ; pr : prépuce ; sc : sclérotisation ; st : stylet.

partie distale de l'oviducte (utérus) débouche dans le vagin qui s'ouvre sous le bord du manteau, sur le côté gauche de l'animal. Le canal spermatique se poursuit par un canal déférent qui aboutit à l'organe copulateur. Celui-ci est composé dans sa partie supérieure d'un fourreau entourant le pénis, et dans sa partie inférieure d'un prépuce plus large. L'organe copulateur s'ouvre sous le tentacule gauche des mollusques à coquille senestre, et sous le tentacule droit des mollusques à coquille dextre. La forme de l'organe copulateur, et les proportions relatives du fourreau et du prépuce, sont utilisés en systématique. L'organe copulateur peut être absent chez certaines espèces qui sont alors dites aphalliques.

L'organe copulateur est rétractile chez les Pulmonés et non rétractile chez les Prosobranches. Dans ce dernier groupe, les Thiaridae en sont dépourvus alors qu'il est bien développé chez les Bythinidae. Chez les Viviparidae, le tentacule droit est transformé en organe copulateur.

Méthodes de récolte et d'étude

Il n'est pas recommandé de collecter à la main les mollusques africains d'eau douce, particulièrement les Pulmonés dont certaines espèces transmettent des parasites. Les pinces souples à insectes sont pratiques pour manipuler les animaux sans détériorer la coquille. Sur le terrain, on peut utiliser un filet emmanché pour échantillonner dans la végétation, mais on a également intérêt à inspecter soigneusement les débris végétaux flottants, les feuilles mortes et les pierres, tous ces substrats étant en général colonisés par diverses espèces. Pour les espèces benthiques l'utilisation de la benne (benne d'Ekman par exemple) ou de la drague est généralement indispensable. Le sédiment prélevé est alors passé sur un tamis et lavé de manière à séparer les mollusques du substrat.

Les mollusques sont généralement conservés dans de l'alcool à 70°. Cependant, les animaux se rétractent dans leur coquille lorsqu'ils sont au contact de l'alcool. Pour effectuer des études anatomiques, il est préférable de les fixer en extension. On place alors les mollusques vivants dans un récipient contenant de l'eau à laquelle on ajoute quelques gouttes d'une solution alcoolique saturée de menthol qui agit comme narcotique. Au bout de 24 heures, on les fixe avec une solution de formol à 10 %, durant encore 24 heures, puis on les conserve dans de l'alcool à 70°.

On a souvent intérêt à conserver des spécimens à sec, car les fixateurs altèrent la coquille au bout de quelque temps. Au préalable, il est bon de nettoyer les coquilles, soit avec une brosse pour les grands individus, soit en les plaçant dans une solution aqueuse saturée d'acide oxalique. Cette technique est également utilisée pour nettoyer les opercules des Prosobranches.

Préparation des radula pour les Gastéropodes (MANDAHL-BARTH, 1968).

La masse buccale contenant la radula est disséquée et placée dans une solution de potasse à 7-8 %. Quand les parties molles sont dissoutes au bout de un à quelques jours, la radula est nettoyée soigneusement et transférée dans une solution à 15 % d'acide acétique à laquelle est ajoutée une petite quantité de bleu d'aniline. En une à deux minutes, la potasse est neutralisée et les jeunes dents sont teintées en bleu. Après quoi, la radula est placée dans une solution aqueuse saturée de chrysoidine qui colore en jaune orange les cuspides. La radula est alors nettoyée rapidement dans l'alcool absolu, puis montée dans l'euparal entre lame et lamelle, en prenant la précaution de disposer les dents vers le haut.

SYSTÉMATIQUE

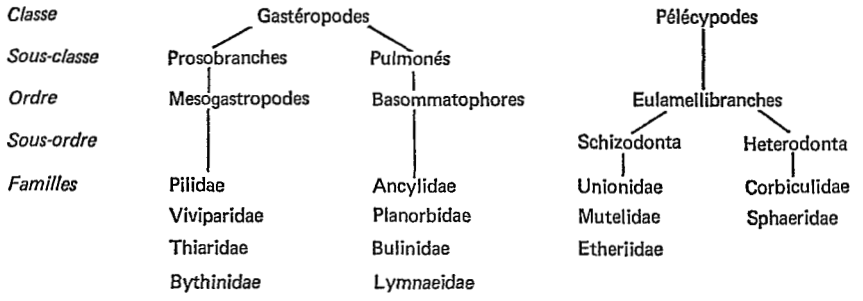
Les mollusques d'eau douce sont représentés en Afrique soudanienne par les Gastéropodes (coquille d'une seule pièce) et les Lamellibranches (coquille formée de deux valves articulées). Seules les espèces franchement aquatiques

ont été traitées dans la clé ci-dessous. On peut cependant rencontrer occasionnellement deux genres non aquatiques (*Succinae* et *Veronicella*) qui vivent à proximité immédiate de l'eau.

Les *Succinae* ont une coquille qui ressemble à celle des *Lymnaea* mais on sépare les deux genres par la position des yeux qui sont au sommet des tentacules postérieurs chez *Succinae* alors qu'ils sont à la base des tentacules chez *Lymnaea* et les Pulmonés aquatiques. Le pied est également plus volumineux chez les *Succinae*. Les *Veronicella*, dépourvus de coquille externe, ont l'allure de Limaces.

La classification des mollusques aquatiques de la zone étudiée peut être schématisée comme suit :

MOLLUSQUES



Il est relativement aisé, d'après la forme de la coquille et de quelques caractères anatomiques simples, de déterminer la famille et le genre de la plupart des mollusques présents dans l'Afrique soudanienne. La distinction des espèces par contre est souvent difficile dans beaucoup de genres. En effet, du fait de leurs possibilités limitées de dispersion et de l'absence de communications entre les bassins ou les collections d'eau, les mollusques peuvent arriver à constituer des populations qui évoluent génétiquement de manière isolée. Plus grande est la période d'isolement, plus forte est la probabilité de voir se constituer une race locale différente génétiquement de la forme typique de l'espèce. Les mollusques sont également sensibles aux conditions du milieu dans lequel ils vivent. Ainsi, selon la teneur des eaux en calcium, la coquille sera plus ou moins épaisse, et si les conditions écologiques sont excellentes, les animaux atteindront des tailles bien plus importantes que dans des milieux moins favorables. Enfin, chez les Lamellibranches Unionidae et Mutelidae par exemple, la forme générale de la coquille peut elle-même varier très sensiblement d'un biotope à un autre, pour un même bassin hydrologique. On comprendra aisément que la multiplication des écophénotypes associée à des évolutions génétiques différentes, rende parfois hasardeuse l'identification spécifique des mollusques. La tâche est encore compliquée par le fait que de nombreuses diagnoses ont été effectuées à partir d'exemplaires uniques, parfois en mauvais état, que les descriptions sont souvent sommaires et que certains types ont disparu ou sont inutilisables (formes atypiques, coquilles érodées, etc.).

Tout ceci explique que sur le plan spécifique, les opinions des spécialistes

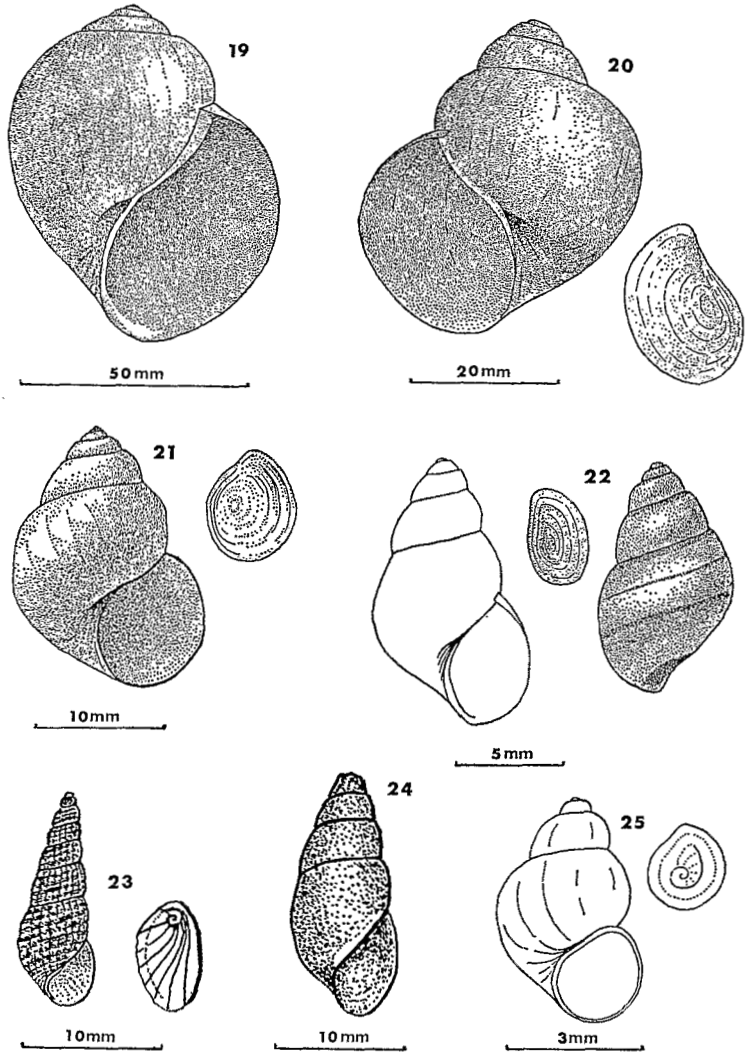


PLANCHE IV. — Principaux genres de Prosobranches : **19**, *Pila wernei*. **20**, *Lanistes adansoni*. **21**, *Bellamya unicolor*. **22**, *Cleopatra bulimoïdes*. **23**, *Melania tuberculata*. **24**, *Potadoma* sp. **25**, *Gabbiella senaariensis*.

peuvent parfois être divergentes. Chez les Pulmonés vecteurs de bilharziose, de loin les mieux étudiés en Afrique, tous les caractères anatomiques utilisables ont été soigneusement observés. Malgré cela, certains doutes subsistent encore. De nouvelles techniques (chromatographie, étude des chromosomes) actuellement utilisées n'ont pas encore résolu les problèmes, et tendent même à les compliquer dans certains cas.

Il reste donc un gros travail à faire en systématique et les travaux synthétiques, sauf pour les Pulmonés, sont encore inexistants. On ne saurait trop insister dans l'immédiat sur l'importance d'études régionales, bassin par bassin par exemple, et la récolte de séries importantes de mollusques de différentes tailles, y compris les stades jeunes, surtout chez les Bivalves. Ces séries permettent en effet une étude statistique des variations individuelles et en fonction de l'âge. Elles sont indispensables pour toutes les études sérieuses des Unionidae et des Mutelidae (*Aspatharia* et *Spathopsis* en particulier).

Clé dichotomique des genres de mollusques d'eau douce de l'Afrique soudanienne

GASTÉROPODES

(pl. IV et V)

— Coquille fermée par un opercule. Présence de vraies branchies dans la cavité palléale. Sexes séparés..... Prosobranches (pl. IV) 1

— Opercule et branchies absents. Hermaphrodites..... Pulmonés (pl. V) 6

1. Coquille de grande taille, dextre ou senestre, forme globuleuse..... PILIDAE 2

— Coquille de taille inférieure à 30 mm, plus haute que large, dextre..... 3

2. Coquille dextre. Opercule épais, recouvert d'une couche calcaire..... *Pila* (= *Ampullaria*) (1) (fig. 19)

— Coquille senestre. Opercule corné sans couche calcaire..... *Lanistes* (fig. 20)

3. Coquille de taille maximum inférieure à 10 mm. Opercule calcifié.... BYTHYNIDAE : *Gabbiella* (= *Gabbia*) (fig. 25)

— Coquille entre 10 et 30 mm. Opercule corné..... 4

4. Pas de bandes longitudinales bien marquées. Le tentacule droit du mâle fonctionne comme un organe copulateur..... VIVIPARIDAE : *Bellamya* (= *Vivipara*) (fig. 21)

— Coquille de forme variée, avec souvent des bandes spiralées plus sombres. Pas d'organe copulateur..... THIARIDAE 5

5. Coquille très allongée, couverte de nombreux tubercules. Opercule spiralé. Radula courte..... *Melania* (= *Melanoïdes*) (fig. 23)

---

(1) Certains noms de genres ont des synonymes qui ont été employés dans le passé et le sont encore parfois actuellement. Ces synonymes sont indiqués entre parenthèses.

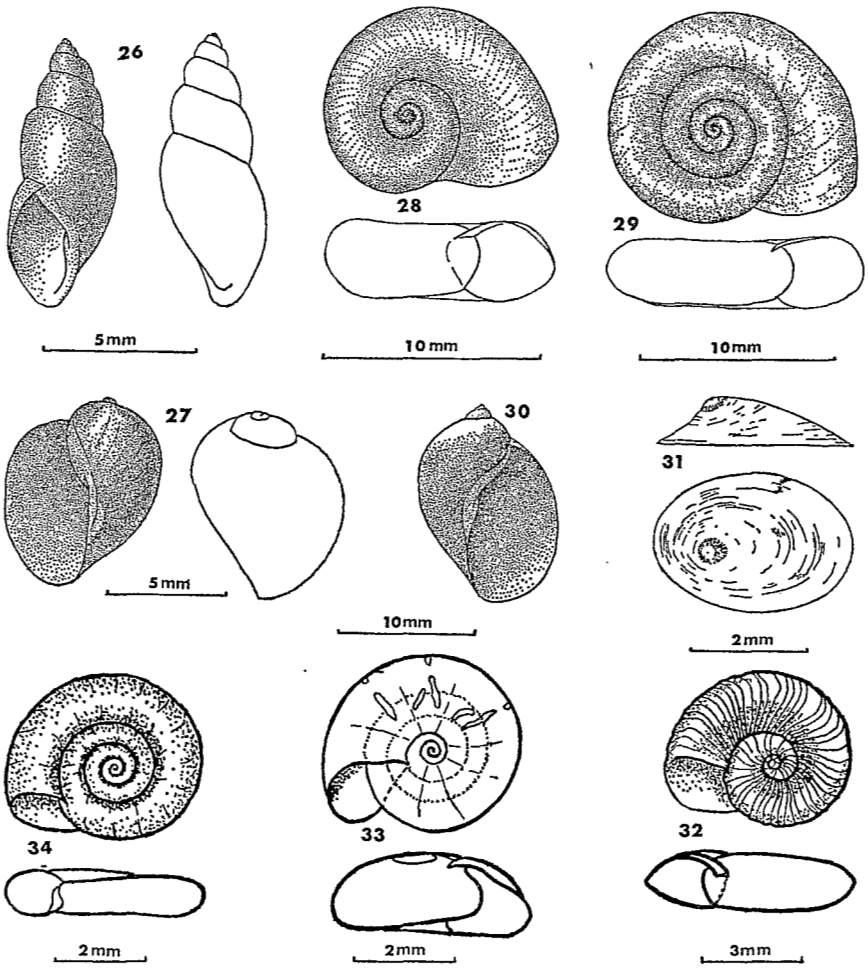


PLANCHE V. — Principaux genres de Pulmonés : **26**, *Bulinus senegalensis*. **27**, *Bulinus jousseaumei*. **28**, *Biomphalaria pfeifferi*. **29**, *Biomphalaria sudanica*. **30**, *Limnaea natalensis*. **31**, *Ferrissia eburneensis*. **32**, *Gyraulus costulatus*. **33**, *Segmentina angustus*. **34**, *Ceratophallus natalensis*.

— Coquille généralement allongée. Longue radula pouvant atteindre la moitié de la hauteur de la coquille..... *Potadoma* (fig. 24)

— Coquille ovalaire, lisse ou parfois carénée. Opercule concentrique avec un nucleus spiralé..... *Cleopatra* (fig. 25)

6. Coquille en forme de cône..... ANCYLIDAE 7

— Coquille enroulée en spirale..... 8

7. Apex strié radialement. Coquille aplatie..... *Ferrissia* (fig. 31)

— Apex ponctué radialement. Coquille assez haute..... *Burnupia*

8. Coquille discoïde aplatie. Prostate formée de plusieurs diverticules le long du canal prostatique..... PLANORBIDAE 9

— Coquille non discoïde à enroulement senestre. La prostate est un organe compact..... BULINIDAE : *Bulinus* (fig. 26-27)

— Coquille non discoïde à enroulement dextre..... LYMNAEIDAE : *Lymnaea* (fig. 30)

9. Coquille de grande taille, assez haute. Pas de canal prostatique séparé..... *Biomphalaria* (fig. 28-29)

— Coquille de petite taille. Un canal prostatique..... 10

10. Coquille plane sur la face inférieure et convexe sur la face supérieure. Tours de spire s'élargissant rapidement et se recouvrant partiellement. Présence de septums dans le dernier tour de spire..... *Segmentina* (= *Segmentorbis*) (fig. 33)

— Coquille plane sur les deux faces..... 11

11. Coquille carénée, formée de trois à quatre tours de spires s'élargissant rapidement et présentant de nombreuses stries transversales. Stylet pénial à base..... *Gyraulus* (fig. 32)

— Coquille non carénée..... 12

12. Pénis progressivement sclérifié distalement..... *Ceratophalus* (= *Anisus*) (fig. 34)

— Pénis avec un petit stylet attaché distalement à l'orifice mâle.. *Afrogyrus* (= *Anisus*)

PELECYPODES

(pl. VI et VII)

1. Coquille de grande taille, supérieure à 20 mm..... 2

— Coquille de petite taille, inférieure à 20 mm..... 5

2. Charnière avec dents cardinales et latérales bien marquées..... UNIONIDAE : *Caelatura* (fig. 38-39)

— Charnière sans dents ou avec de petits tubercules..... MUTELIDAE 3

3. Mollusques fixés au substrat ou en colonies. Valves assymétriques. Forme d'huître..... ETHERIIDAE : *Etheria* (fig. 40)

— Mollusques libres pouvant atteindre de grandes tailles. Valves symétriques..... 4

4. Valves généralement allongées. Longue suture périsiphonale. Coquille ne fermant pas hermétiquement à l'extrémité..... *Mutela* (fig. 35 à 37)

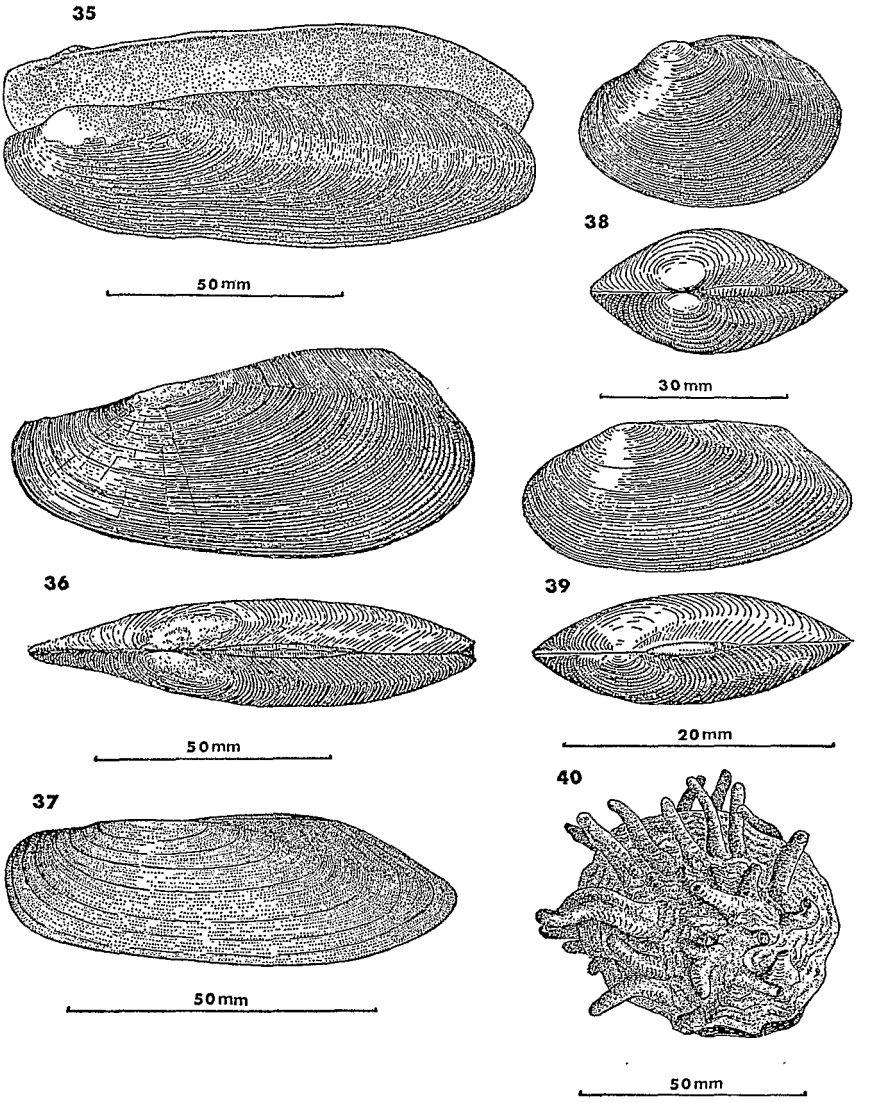


PLANCHE VI. — Principaux genres de Lamellibranches : **35**, *Mutela joubini*. **36**, *Mutela dubia*. **37**, *Mutela rostrata*. **38**, *Caelatura aegyptiaca*. **39**, *Caelatura teretiuscula*. **40**, *Etheria elliptica*.

— Valves fermant hermétiquement, pas de suture périsiphonale (fig. 44 a)..... ..... *Aspatharia* (fig. 41-42)

— Valves fermant hermétiquement, courte suture périsiphonale (fig. 44 b)..... ..... *Spathopsis* (fig. 43)

5. Charnière très développée avec deux-trois dents cardinales et des dents latérales longues et crénulées..... CORBICULIDAE : *Corbicula* (fig. 46)

— Charnière faiblement développée..... SPHAERIDAE 6

6. Valves très petites avec sommet nettement en arrière..... *Pisidium*

— Valves ovales ou triangulaires avec sommets médians ou presque..... *Sphaerium*

— Valves rhomboïdales. Sommets en avant..... *Eupera* (= *Byssanodonta*) (fig. 45)

Répartition géographique

La plupart des mollusques aquatiques de la zone soudanienne ont une vaste répartition géographique qui déborde souvent le cadre de la zone étudiée. Les cas d'endémisme sont rares. On est en réalité souvent gêné, lorsqu'on essaie de dresser la carte de répartition d'une espèce, par les nombreuses synonymies reconnues ou seulement pressenties par les auteurs. Ceci est particulièrement vrai chez certains Lamellibranches pour lesquels la notion d'espèce, en l'absence de critères reconnus, reste parfois subjective.

PROSOBRANCHIES

PILIDAE. Le genre *Pila* a fait l'objet d'une révision de PAIN (1961) et trois espèces peuvent être rencontrées en zone soudanienne : *P. wernei* (fig. 19) (de l'Égypte au Niger, jusqu'au Congo et l'Angola vers le sud), *P. ovata* (Égypte, Soudan, Afrique Orientale et Congo), et *P. africana* (Afrique de l'Ouest).

Quatre espèces de *Lanistes* sont suceptibles d'être récoltées : *L. ovum* (bassin du Nil, bassin tchadien, Nigéria, Angola), *L. guinaicus* (bassins du Niger, des Volta, du Sénégal ; fleuves de Côte d'Ivoire et du Dahomey), *L. adansoni* (fig. 20) (Sénégambie) et *L. lybicus* (Afrique de l'Ouest).

VIVIPARIDAE

Bellamya unicolor (fig. 21) est présent dans toute la zone éthiopienne et beaucoup d'espèces décrites de différentes régions d'Afrique sont probablement synonymes. *B. duponti* est signalé du Sénégal.

THIARIDAE

Melania tuberculata (fig. 23) est présent dans la majeure partie de l'Afrique, à l'exception des bassins du Niger et du Congo. Cette espèce est également présente dans la péninsule arabique et en Asie.

Cleopatra bulimoides (fig. 22) existe dans toute la zone éthiopienne. Comme pour *B. unicolor*, d'autres espèces décrites de cette région sont probablement des synonymes.

Les *Potadoma* (fig. 24) ne sont présents que dans les zones côtières du Golfe de Guinée (du Liberia au Congo) et dans le bassin oriental du Congo.

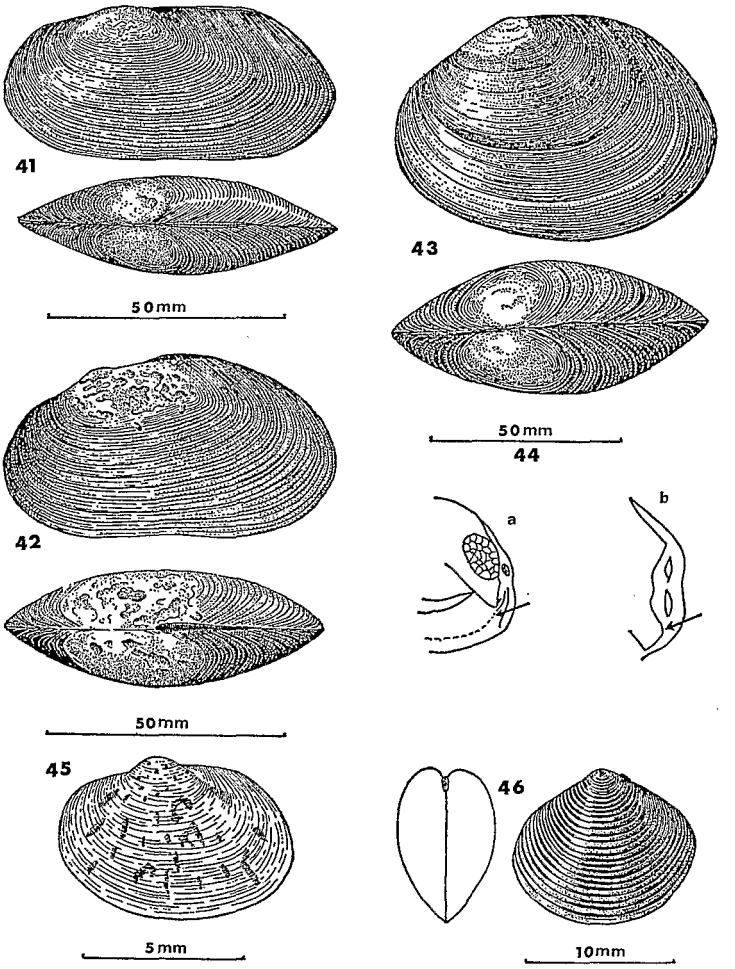


PLANCHE VII. — Principaux genres de Lamellibranches (suite) : **41**, *Aspatharia senegalensis*. **42**, *Aspatharia chaiziana*. **43**, *Spathopsis rubens*. **44**, a : Extrémité postérieure d'*Aspatharia*. Pas de suture périsiphonale. b : Extrémité postérieure de *Spathopsis*. Présence d'une suture périsiphonale. **45**, *Eupera parasitica*. **46**, *Corbicula africana*.

La plupart des espèces habitent des cours d'eau forestiers et leur présence en dehors de ces milieux paraît être accidentelle. Ils peuvent cependant remonter en zone soudanienne dans les rivières sous forêt galerie. MANDAHL-BARTH (1967) a fait une révision du genre.

BITHYNIDAE

Les espèces africaines de cette famille ont fait l'objet d'une révision récente (MANDAHL-BARTH, 1968). Elles ont généralement une répartition géographique plus restreinte que les précédentes. *Gabiella tchadiensis* est signalée du lac Tchad, et *G. senaariensis* (fig. 25) a été récoltée en Égypte, au Soudan et au Tchad. *G. adspersa* et *Jubaïa aethiopica* sont présents en Éthiopie, et *Bithynia tournieri* a été décrit de Côte d'Ivoire.

PULMONES

LYMNAEIDAE : *Lymnaea natalensis*, seule espèce du genre présente dans la zone étudiée (HUBENDICK 1951) est largement distribuée.

BULININAE : *Bulinus globosus*, *B. forskali* et *B. truncatus* sont présents dans toute la zone au sud du Sahara. *B. jousseaumei* (fig. 27) est connu de Sénégambie, du bassin du Niger et bassin tchadien. *B. sericinus* et *B. abyssinicus* ont été décrits d'Éthiopie, *B. obtusus* du Tchad. De l'Afrique de l'Ouest on connaît *B. guernei*, *B. senegalensis* (fig. 26) (Sénégambie, Niger, Tchad), *B. umbilicatus* (Mali, Mauritanie, Soudan).

PLANORBIDAE : de nombreuses espèces et sous-espèces africaines ont été décrites dans le genre *Biomphalaria*. *B. alexandrina* est limitée au Nil, *B. sudanica* (fig. 29) se rencontre en Afrique Orientale et dans le bassin tchadien, et *B. pfeifferi* (fig. 28) comprend plusieurs sous-espèces réparties dans toute l'Afrique au sud du Sahara.

Ceratophalus natalensis (ex. *Anisus natalensis*) (fig. 34), *Afrogyrus coretus* (ex. *Anisus coretus*), *Gyraulus costulatus* (fig. 32) et *Segmentina angustus* (fig. 33) ont une très large répartition en Afrique. *Gyraulus bicarinatus* est connu du lac Tchad, d'Éthiopie et d'Ouganda, et *Afrogyrus oasiensis* est présent en Égypte.

LAMELLIBRANCHES

MUTELIDAE

Mutela dubia (fig. 36) (synonymes : *M. angustata*, etc.) et *M. rostrata* (fig. 37) sont des espèces fréquentes ayant une large répartition géographique qui déborde la zone soudanienne. *M. joubini* (fig. 35) plus rare, est signalée des bassins du Niger et du Tchad. *M. franci* a été décrit du Moyen Niger, *M. nilotica* du bassin du Nil.

Spathopsis rubens (fig. 43) a une vaste distribution dans la zone soudanienne. *S. bellamyi* est connu du Niger et de Côte d'Ivoire, *S. adansoni* du bassin du Sénégal.

Dans le genre *Aspatharia*, plus encore que dans les précédents, la détermination spécifique est loin d'être aisée, et tout essai de répartition géographique est sujet à caution. *A. dahomeyensis* (et formes voisines) paraît largement répandu, ainsi qu'*A. chaiziana* (fig. 41). Plusieurs autres espèces

ont été signalées d'Afrique de l'Ouest *(A. tawaii, rochebrunei, pangallensis, mabillei, tritis, nigeriensis, senegalensis* et *complanata).*

UNIONIDAE

Caelatura teretiuscula (fig. 39) est connu du bassin tchadien et du Nil. *C. aegyptiaca* (fig. 38) et ses différentes formes se rencontre dans toute la zone. *C. aequatoria* a été signalé du Niger et *C. mesafricana* du Sénégal.

CORBICULIDAE

Corbicula africana (fig. 46) paraît être largement distribué du Niger au Nil et sa répartition déborde largement la zone étudiée.

SPHAERIDAE

Pisidium pirothi est connu du Tchad, et c'est apparemment la seule espèce du genre représentée dans cette région.

Sphaerium courteti est présent également au Tchad, en Côte d'Ivoire, dans le bassin du Niger et au Sénégal.

Eupera parasitica (fig. 45) a une large distribution en Afrique.

ETHERIDAE

Etheria elliptica (fig. 40) est présent dans toute la zone étudiée et dans une grande partie de l'Afrique. C'est « l'huitre des rivières ».

Éléments de biologie et d'écologie

SEXUALITÉ ET REPRODUCTION

— PROSOBRANCHES : Les formes signalées en Afrique soudanienne sont à sexes séparés. *Bellamya unicolor* est vivipare, l'extrémité de l'oviducte fonctionnant comme un utérus dans lequel les œufs se développent. Les embryons sont de plus en plus évolués lorsqu'on approche de l'orifice du gonoducte. Ils naissent avec une coquille d'environ 2 à 3 mm de haut et commencent leur vie indépendante. Dans le lac Tchad, la maturité sexuelle est atteinte au troisième mois après la naissance et la reproduction est continue (LÉVÊQUE, 1973).

Melania tuberculata est également vivipare, alors que les *Pila* sont ovipares. Dans ce dernier genre, les œufs recouverts d'une coquille calcaire sont pondus en grappe un peu au-dessus de la surface de l'eau. Les *Cleopatra* sont réputés ovipares également, mais les œufs et le développement ne sont pas connus. La taille adulte est atteinte 3 à 4 mois après la naissance dans le lac Tchad.

— PULMONÉS : Ils sont tous hermaphrodites. Les œufs sont pondus dans des capsules gélatineuses. Celles-ci sont tubulaires et transparentes chez *Lymnaea natalensis*, aplaties, vaguement circulaires et de couleur jaunâtre chez les *Bulinus* et *Biomphalaria.* Le nombre d'œufs à l'intérieur des capsules est variable selon les espèces, mais aussi selon la taille des individus dans une même espèce.

— BIVALVES : Chez les Unionidae, les sexes sont séparés. Les branchies constituent un marsupium pour les œufs et les jeunes. Les œufs éclosent

en donnant une larve (glochidium) avec deux valves rondes, qui diffère beaucoup de l'adulte. Ces larves expulsées par la femelle tombent sur le sol et attendent qu'un poisson passe pour se fixer sur lui et s'enkyster dans l'épithélium. Quand elles atteignent leur maturité au bout de plusieurs semaines, elles se libèrent et tombent sur le fond. Elles ont alors une glande à byssus bien développée qui leur permet de s'attacher au substratum. Cette glande se réduit ensuite progressivement et les petits bivalves commencent alors leur vie d'adulte.

FRYER (1961) a décrit le développement larvaire d'un *Mutela* africain *(Mutela bourguignati)*. Chez la femelle adulte, les œufs sont incubés dans les branchies où ils se développent pour donner de petites larves présentant un corps arrondi portant des crochets et prolongé antérieurement d'un très long tentacule. Ces larves, libérées par le siphon exhalant, viennent se fixer sur un poisson de la famille des Cyprinidae *(Barbus)*, principalement au niveau des nageoires. Elles se modifient alors pour débuter une phase parasite du développement. Au cours de cette phase, la larve acquiert progressivement la morphologie de l'adulte et se détache de son hôte lorsqu'elle a atteint une taille d'un peu plus d'un millimètre. Elle commence alors sa vie indépendante.

La reproduction des Mutelidae paraît avoir lieu pendant les crues.

Chez les *Corbicula*, les œufs et les embryons très nombreux (500 à 1 000) et petits (1/6 de mm) sont incubés dans les branchies. Dans le lac Tchad la reproduction a lieu une fois par an, en saison fraîche. Les Sphaeridae *(Pisidium, Sphaerium, Byssanodonta)* sont hermaphrodites. Les œufs peu nombreux, sont incubés dans les branchies où ils grossissent jusqu'à atteindre le quart de la taille de l'adulte. Ils sont alors émis à travers le siphon anal et sont presque sexuellement matures.

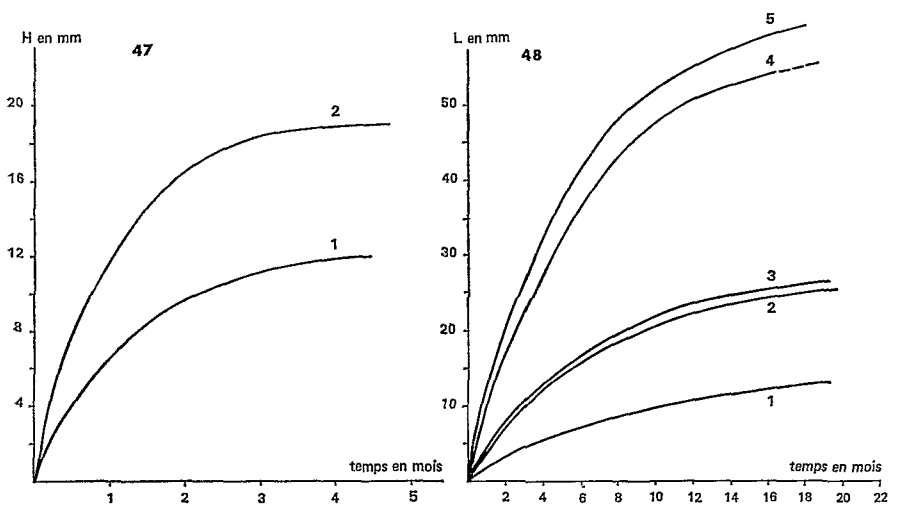


PLANCHE VIII. — Courbes de croissance de quelques espèces de mollusques du lac Tchad : **47**, Prosobranches : *Cleopatra bulimoides* (1) et *Bellamya unicolor* (2). **48**, Lamellibranches : *Caelatura teretiuscula* (1), *Caelatura aegyptiaca* (2), *Corbicula africana* (3), *Mutela rostrata* (4), *Mutela dubia* (5).

CROISSANCE

La croissance de quelques espèces de Prosobranches et de Lamellibranches a été étudiée dans le lac Tchad (LÉVÈQUE, 1971) par des élevages *in situ*. Le principe de ces élevages est le suivant : des caisses de $75 \times 50 \times 30$ cm sont à moitié remplies de sédiment préalablement tamisé et sont immergées sur le fond du lac. Les caisses sont ouvertes ou recouvertes d'un gros grillage pour les élevages de Lamellibranches, d'un grillage moustiquaire pour les Prosobranches. Des individus de taille déterminée sont mis en élevage et plusieurs individus de même taille sont introduits dans une même caisse.

La dimension retenue est la hauteur de la coquille pour les Prosobranches, la longueur pour les Lamellibranches. Les élevages sont visités régulièrement et les individus sont mesurés. Les résultats ainsi obtenus ont permis de calculer les courbes de croissance des principales espèces (fig. 47 et 48).

ÉCOLOGIE

On peut faire grossièrement une distinction entre les peuplements de mollusques d'eau stagnante et d'eau courante, bien que des espèces vivent indifféremment dans l'une comme dans l'autre.

A l'exception des Pulmonés vecteurs de bilharziose, les travaux portant sur l'écologie des mollusques d'eau douce en Afrique soudanienne sont rares. Les traits généraux présentés ici sont en grande partie le résultat des observations personnelles de l'auteur dans le lac Tchad et le bassin du Chari.

En eau stagnante, les Pulmonés sont généralement dominants et souvent très abondants dans la végétation. Ainsi, dans le lac Tchad, les herbiers à *Ceratophyllum* abritent-ils une riche faune à base de *Bulinus*, *Biomphalaria*, *Lymnaea*, *Gyraulus*, *Segmentina*, *Afrogyrus*, *Ceratophallus*, associés aux Prosobranches *Gabbia* et *Pila* (LÉVÈQUE, 1975). Une faune de ce type a été retrouvée sur le lac Volta et le lac Kossou, ainsi que dans diverses petites collections d'eau. Sur le lac Tchad, les herbiers à *Ceratophyllum* paraissent particulièrement convenir aux Pulmonés, les herbiers à *Potamogeton* et à *Valisneria* hébergeant une faune beaucoup moins riche. Les Pulmonés sont également fréquents sur tous les débris végétaux flottant près des berges.

Sur les fonds par contre, les Prosobranches *(Melania, Bellamya, Cleopatra)* sont dominants et sont associés aux bivalves de petite taille *(Corbicula, Pisidium, Eupera)*, et aux Unionidés *(Caelatura)*. La densité et la présence des espèces est souvent fonction des caractéristiques du milieu, dont la salinité et la nature des fonds qui jouent un rôle extrêmement important (LÉVÈQUE, 1972). Les Prosobranches vivent en surface du sédiment, ou légèrement enfouis lorsque le substrat est très meuble.

Dans les collections d'eau temporaire, la malacofaune est toujours assez réduite, et souvent à base de *Bulinus*, parfois de *Biomphalaria*.

Les eaux courantes sont généralement le domaine des grands Lamellibranches (Mutelidae). L'un des plus fréquents est *Etheria elliptica* qui vit fixé aux substrats durs (rochers, troncs d'arbres, etc.) ou en colonies lorsque les substrats font défaut. *Aspatharia Spathopsis* et *Mutela* vivent enfoncés

obliquement dans les sédiments, en ne laissant dépasser que leurs siphons. Ils filtrent l'eau de laquelle ils extraient les algues, les organismes planctoniques et les débris dont ils se nourrissent. Les *Caelatura* sont également fréquents dans ces milieux, ainsi que les *Eupera* qui vivent attachés aux pierres ou aux végétaux.

La faune d'eau stagnante peut se retrouver en milieu courant, soit dans des zones calmes près du bord, soit dans des vasques en période d'étiage. Néanmoins, certains *Biomphalaria* sont susceptibles de vivre en eau courante.

Résistance a l'anhydrobiose

Les milieux aquatiques temporaires sont fréquents dans la zone soudanienne (mares de saison des pluies, plaines d'inondation, etc.) et les mollusques qui les peuplent présentent une résistance particulière à l'assèchement et à la déshydratation.

Daget (1961) a conservé durant six mois des *Spathosis rubens* sur la table de son laboratoire et les a pesés régulièrement. Il a constaté l'existence d'une phase d'adaptation à l'anhydrobiose d'environ 20 jours, durant laquelle la perte en poids est rapide, puis une phase d'anhydrobiose proprement dite au cours de laquelle les pertes de poids sont beaucoup plus lentes. Au bout de 6 mois, les cinq spécimens étudiés ont repris vie, peu de temps après avoir été remis dans l'eau, les coquilles s'entrouvant dans un délai de une demi-heure à une heure. Le même auteur (1962) a constaté d'autre part que chez des *Aspatharia* placés durant 13 mois dans les conditions précédentes, le pourcentage d'individus survivants était de 86 % pour *Aspatharia tritis*, 32 % pour *A. mabillei* et 5 % pour *A. complanata* et *A. rochebrunei*. La résistance à l'anhydrobiose de ces grands Lamellibranches leur permet de coloniser les cours d'eau s'asséchant temporairement.

Chez les Pulmonés, de nombreuses espèces sont également capables d'estiver. Larivière et *al.* (1962) ont montré au laboratoire que les *Bulinus guernei* s'enfouissent dans la terre alors que *Biomphalaria pfeifferi* reste en surface. Au bout d'un mois, 100 % des *B. guernei* survivaient à la dessication contre 50 % seulement des *B. pfeifferi*. Chu et *al.* (1966) ont également observé que les *Bulinus truncatus* s'enfouissaient dans le sol pour résister à la dessication. Chez cette espèce, le taux de survie est plus important chez les jeunes individus que chez les adultes. *Bulinus forskalii* peut vivre plus de 6 mois en anhydrobiose dans la nature.

Chez les Pulmonés ayant subi l'estivation, il semble que la reprise d'activité s'accompagne d'une activité biologique plus importante que chez les individus normaux. Ainsi, Chu et *al.* (1967) ont montré qu'après dessication, la ponte de *B. truncatus* était deux fois plus élevée que la normale. D'autre part, Lévêque (1968) a constaté que les *B. forskalii* sortant d'anhydrobiose avaient une croissance plus rapide et atteignaient une taille plus importante.

Rôle des mollusques dans la transmission des helminthiases

La plupart des mollusques dulçaquicoles sont susceptibles de transmettre une ou plusieurs espèces de parasites de vertébrés. Ils sont nécessairement

le lieu de multiplication des stades larvaires de Trématodes, et éventuellement l'agent de dissémination des Trématodes et des Cestodes.

Dans le cas des Trématodes, les œufs éclosent dans l'eau donnant naissance à une forme infestante, le miracidium qui pénètre chez le mollusque où elle se multiplie au niveau de la glande génitale et de l'hépatopancréas donnant naissance à des rédies. De ces dernières sort une autre forme larvaire libre, la cercaire, qui après libération dans le milieu aquatique, pénètre chez l'hôte définitif pour se transformer en adulte.

En Afrique, *Bulinus* et *Biomphalaria* sont respectivement vecteurs de *Schistosoma haematobium* (bilharziose vésicale) et de *Schistosoma mansoni* (bilharziose intestinale). Les *Lymnaea* transmettent *Fasciola gigantica* (grande Douve).

REMERCIEMENTS : Je tiens à remercier M. J. DAGET qui a réalisé la plupart des figures des planches IV à VII, et me les a aimablement communiquées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES (1)

BINDER (A.), 1957. — Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. 1. Gastéropodes. *Bull. IFAN*, Dakar, 19 : 97-125.

BINDER (A.), 1958. — Mollusques aquatiques de Côte d'Ivoire. 2. Lamellibranches. *Bull. IFAN*, Dakar, 20 : 82-89.

BINDER (A.), 1959. — Anatomie et systématique des Mélaniens d'Afrique occidentale (Moll. Gastropoda). *Rev. Suisse Zool.* Genève, 66 : 735-759.

BOUILLON (J.), 1955. — Sur l'anatomie de *Caelatura aegyptiaca* Caillaud 1827, f. *calathus* Bourguignat 1885. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, L I, 1-2 : 59-64.

BROWN (D. S.), 1965. — Freshwater gastropod mollusca from Ethiopia. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Zool.*, 12 : 37-94.

BROWN (D. S.), 1973. — New species of freshwater pulmonata from Ethiopia. *Proc. Malac. Soc. Lond.*, 40 : 369-378.

BROWN (D. S.), 1974. — A survey of the mollusca of lake Tchad, Central Africa. Appendix A. *Rev. Zool. Afr.*, 88, 2 : 329-343.

BROWN (D. S.), MANDHAL-BARTH (G.), 1973. — Two new genera of planorbidae from Africa and Madagascar. *Proc. Malac. Soc. Lond.*, 40 : 287-302.

CHU (K. Y.), ARFAA (F.), MASSOUD (J.), 1967. — The survival of *Bulinus truncatus* buried in mud under experimental outdoor conditions. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 61 : 6-10.

(1) Cette bibliographie est loin d'être exhaustive. Elle ne comporte que des travaux d'intérêt général ou synthétique. Elle omet volontairement beaucoup de travaux anciens qui ne peuvent intéresser que des spécialistes.

CROWLEY (T. E.), GREEN (J. R.), MCMILLAN (N. F.), 1973. — Some mollusca from Bornu, Northern Nigeria ; with appendix : statistical analyses of two species (*Pila wernei* Philippi and *Aspatharia complanata* Jousseaume). *J. Conch.*, 28 : 21-94.

DAGET (J.), 1961. — Le parc national du Niokolo Koba. II Mollusques d'eau douce. *Mém. IFAN.*, 62, 2 : 13-29.

DAGET (J.), 1961. — Note sur les *Spathopsis* (Mutelidae) de l'Ouest Africain. *J. de Conchyl.*, CI : 63-77.

DAGET (J.), 1962. — Note sur les *Aspatharia* (Mutelidae) de l'Ouest Africain. *J. de Conchyl.*, CII : 16-43.

DAGET (J.), 1964. — Note sur les *Mutela* (Mutelidae) de l'Ouest Africain. *J. de Conchyl.*, CIV : 3-14.

DEMAIN (E. S.), 1962. — *Anisus oasiensis* n. sp. A new planorbid species from Egypt. *Ark. Zool.*, 2, 15 : 149-162.

FRANC (A.), 1949. — Unionidae d'Afrique Occidentale Française recueillis par Th. Monod. *J. de Conchyl.*, LXX-XIX : 157-187.

FRYER (G.), 1959. — Development in a mutelid Lamellibranch. *Nature*, 183 : 1342-1343.

GERMAIN (L.), 1907. — Étude sur les Mollusques recueillis par M. le Lieutenant Laccin dans la région du lac Tchad. *Mém. Soc. Zool. France*, XIX : 219-242, pl. IV.

GERMAIN (L.), 1907. — Mollusques terrestres et fluviatiles de l'Afrique Centrale Française. *In. A. Chevalier, Mission Chari-Lac Tchad, 1902-1904.* A. Chalamel, Paris : 457-617, 2 pl.

GERMAIN (L.), 1911. — Étude sur les mollusques terrestres et fluviatiles recueillis au cours de la mission de délimitation du Niger Tchad (Mission Tilho). *Documents scientifiques Mission Tilho, Paris, Imprimerie Nationale*, II : 165-247, 4 pl.

GERMAIN (L.), 1916. — Seconde notice malacologique. In *Documents scientifiques Mission Tilho*, t. III, *Paris, éd. Larose* ; 282-322. 1, pl.

GERMAIN (L.), 1933. — Mollusques terrestres et fluviatiles de l'A.O.F. (Mission A. Chevalier 1931-1932, 1 pl. *Bull. Comité Études Hist. Scient. A.O.F.*, 16, 2 : 169-236.

GERMAIN (L.), 1935. — La faune malacologique du lac Tchad et des Pays-Bas du Tchad. *Arch. Mus.*, 6e sér., XII, 2 : 389-400.

HAAS (F.), 1936. — Binnen Mollusken aus Inner-Afrika. *Abh. Senckend. naturl. Ges.*, 431 : 1-156.

HUBENDICK (B.), 1951. — Recent Lymnaeidae, their variation, morphology, taxonomy, nomenclature and distribution. *K. Svenska Ventensk. Handl.* 4, 3 : 1-223.

KUIPER (J. G. S.), 1966. — Les espèces africaines du genre *Pisidium*, leur synonomie et leur distribution (Mollusca, Lamellibranchiata, Sphaeriidae). *Ann. Mus. Roy. Afr. Centr., Tervuren, Sc. Zool.*, 151, 77 p.

KUIPER (J. G. S.), 1968. — On *Pisidium pirothi* Jickeli from lake Chad. *J. of Conch.*, 26, 4 : 225-228.

LARIVIÈRE (M.), HOCQUET (P.), RANQUE (P.), 1962. — Étude de la résistance à l'andydrobiose des Gastropodes d'eau douce *Bulinus guernei* Dautzenberg et *Biomphalaria pfeifferi gaudi* Ranson *C. R. Séances Soc. Biologie*, CLVI, 4 : 725-726.

LÉVÊQUE (C.), 1967. — Mollusques aquatiques de la zone est du lac Tchad. *Bull. IFAN*, sér. A. 29, 4 : 1494-1533.

LÉVÊQUE (C.), 1968. — Biologie de *Bulinus forskali* (Mollusque, Gastéropode) de la région de Fort-Lamy (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, II, 2 : 79-90.

LÉVÊQUE (C.), 1971. — Équation de von Bertalanffy et croissance des mollusques benthiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, V, 3-4 : 263-284.

LÉVÊQUE (C.), 1972. — Mollusques benthiques du lac Tchad : écologie, étude des peuplements et estimations des biomasses. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VI, 1 : 3-45.

LÉVÊQUE (C.), 1973. — Dynamique des peuplements, biologie, et estimation de la production des mollusques benthiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VII, 2 : 117-147.

LÉVÊQUE (C.), 1974. — Étude systématique et biométrie des Lamellibranches Unionides et Mutelides du Bassin tchadien. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, VIII, 2 : 105-117.

LÉVÊQUE (C.), 1975. — Mollusques des herbiers à *Ceratophyllum* du lac Tchad : biomasses et variations saisonnières de la densité. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, IX, 1 : 25-31.

LLABADOR (E.), 1962. — Résultats malacologiques de la mission scientifique du Ténéré. *In Mission Berliet Tenere Tchad*, Berliet, Lyon : 235-267.

LONGSTAFF (J.), 1914. — On a collection of non-marine molluscs from the southern Sudan. *Linn. Soc. L. Zool*, 32 : 233-268.

MANDAHL-BARTH(G.), 1962. — The freshwater mollusks of Uganda and adjacent territories. *Ann. Mus. Roy. Congo Belge, 8°, Zool.* 32 : 1-206.

MANDAHL-BARTH (G.), 1958. — Intermediate Hosts of *Schistosoma*. African *Biomphalaria* and *Bulinus*. *Wld. Hlth. Org.*, Monograph ser. N° 37.

MANDAHL-BARTH (G.), 1960. — Intermadiate Hosts of *Schistosoma* in African. Some recent information. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 22 : 265-73.

MANDAHL-BARTH (G.), 1962. — Key to the identification of East and Central African freshwater snails of medical and veterinary importance *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 135-150.

MANDAHL-BARTH (G.), 1965. — The species of the genus *Bulinus* intermediate hosts of *Schistosoma*. *Bull. Wld. Hlth. Org.*, 33-34.

MANDAHL-BARTH (G.), 1967. — Revision of the African genera *Potadoma* Gray and *Potadomoides* Leloup and description of a new species of *Cleopatra*. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 76 : 109-31.

MANDAHL-BARTH (G.), 1968. — Freshwater mollucs. *Expl. Hydrobiol. Bangweolo Luapula*, 12 : 1-97.

MANDAHL-BARTH (G.), 1968. — Revision of the African Bithynidae. *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 28 : 129-160.

MANDAHL-BARTH (G.), 1973. — Description of new species of African freshwater molluscs. *Proc. Mal. Soc. London.*, 40 : 277-86.

MCMILLAN (N. F.), PAIN (T.), 1974. — A survey of the mollusca of Lake Tchad, Central Africa. *Rev. Zool. Afr.*, 88, 2 : 311-328.

MORELET (A.), 1872. — Notice sur les coquilles terrestres et d'eau douce recueillies sur les côtes de l'Abyssinie. *Ann. Mus. Stor. nat. Genova*, 3 : 180-201.

MORELET (A.), 1885. — Coquilles terrestres et fluviatiles de l'Afrique équatoriale. *J. de Conchyl.*, XXXIII : 20-33.

PAIN (T.), 1952. — Notes on *Pila ovata* (Olivier) and its distribution in Africa, *Rev. Zool. Bot. Afr.*, 46, 3-4 : 386-292.

PAIN (T.), 1961. — A revision of the freshwater mussels of the family Etheridae. *J. of Conch.*, 25, 1 : 2-8.

PAIN (T.), 1961. — Revision of the African Ampullariidae, species of the genus *Pila* Röding 1798. *Ann. Mus. Roy. Afr. Cent., Zool.*, 101, 36 p.

PALLARY (P.), 1909. — Catalogue de la faune malacologique de l'Égypte. *Mém. Inst. Égyptien*, VI, 1.

PILSBRY (H. A.) et BEQUAERT (J.), 1927. — The aquatic mollusca of the Belgian Congo. With a geographical and ecological account of Congo Malacology. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, 53 : 69-602.

RANG (M.), 1834. — Sur quelques acéphales d'eau douce du Sénégal. *Ann. Mus. Paris.* IV, 3e sér. : 297-318.

RANSON (G.), 1955. — Observations sur l'anatomie de *Gyraulus costulatus* (Krauss). *Bull. Mus. Hist. Nat.*, XXVII : 374-319.

WOODWARD (F. R.), 1974. — A survey of the mollusca of lake Chad, Central Africa. Appendix C. Notes on the anatomy of *Caelatura* sp. from lake Chad, Northern Nigeria. *Rev. Zool. Afr.*, 88, 2 : 346-351.

WRIGHT (C. A.), 1959. — A note the distribution of *Bulinus senegalensis W. Afr., Med. J.*, 8 : 142-148.

WRIGHT (C. A.), 1963. — The freshwater gastropod molluscs of Angola. *Bull. Brit. Mus. (Nat. hist.), Zool.*, 10 : 447-528.

WRIGHT (C. A.), 1965. — The freshwater gastropod molluscs of West Cameroun. *Bull. Brit. Mus. (nat. hist.) Zool.*, 13, 3 : 75-98.

WRIGHT (C. A.), BROWN (D. S.), 1962. — On a collection of freshwater gastropod molluscs from the Ethiopian Highlands. *Bull. Brit. Mus. (nat. hist.), Zool.*, 8, 6 : 285-312.

Branchiopodes 11

(Cladocères)

JEANNE REY et LUCIEN SAINT-JEAN

La sous-classe des Branchiopodes réunit des organismes appartenant à trois types principaux selon qu'ils ont (Notostracés, Diplostracés) ou n'ont pas (Anostracés) de carapace. Les Diplostracés regroupent deux ordres (Conchostracés et Cladocères) morphologiquement proches, cette ressemblance étant à l'origine d'une hypothèse faisant dériver les seconds des premiers. Après un panorama rapide des caractéristiques générales des Branchiopodes, nous nous intéresserons uniquement aux Cladocères, qui représentent le groupe le plus important.

Anostracés, Notostracés, Conchostracés sont généralement de taille plus élevée (60 à 100 mm par exemple pour *Branchinecta gigas*) que les Cladocères (200 μ à 3 mm), exception faite de *Leptodora* qui peut atteindre 18 mm. Ils occupent presque exclusivement les milieux temporaires d'eau douce de petites dimensions ou de faible profondeur. Ils ont cependant des représentants dans les grands lacs peu profonds (Conchostracés dans le lac Tchad) ou dans les milieux salés *(Artemia)*. On ne leur connaît pas de forme marine.

Les Cladocères sont présents sous toutes les latitudes et dans toutes les collections d'eaux, stagnantes ou à faible courant, pérennes ou temporaires. Ils dominent dans les eaux douces mais ils sont également représentés en milieu marin, principalement par trois genres : *Podon*, *Evadne* (Polyphemidae), *Penilia* (Sididae). On les trouve dans la zone pélagique des lacs profonds, toutefois ils sont plus abondants et plus diversifiés dans la zone littorale, particulièrement au niveau des herbiers.

Le modè de reproduction et le type de développement sont très variables selon les groupes, les espèces et les biotopes (milieux pérennes ou temporaires, chauds ou froids). Cependant, très généralement, la reproduction sexuée

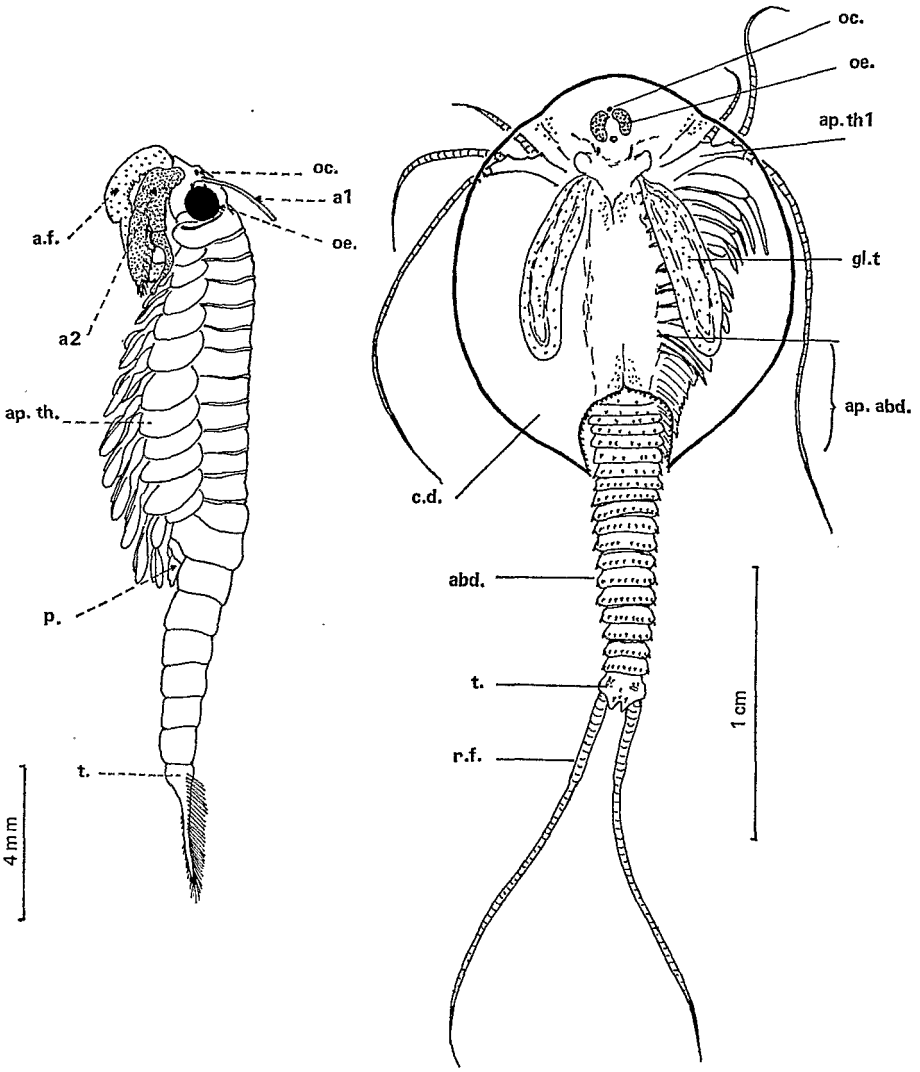


Fig. 1. — Organisation des Anostracés : mâle de *Branchinella* (d'après GAUTHIER, 1951). Glossaire commun aux figures 1 à 4 : (a1 : antennule ; a2 : antenne ; abd. : abdomen ; a.f. : appendice frontal ; ap. : appendices ; ap. th. 1 : appendice thoracique 1 ; ap. abd. : appendices abdominaux ; c.d. : carapace dorsale ; gl. t. : glande thoracique ; int. : intestin ; l. : labre ; m.a. : muscle adducteur ; md. : mandibule ; oc. : ocelle ; oe. : œil ; o.f. : organe frontal ; p. : pénis ; p.a. : post. abdomen ; pe : pereiopode ; p.i. : poche incubatrice ; r.f. : rame furcale ; s.c. : soie caudale ; t. : telson).

Fig. 2. — Organisation générale des Notostracés : *Triops* (Tibesti) (abréviations, voir fig. 1).

est la plus fréquente chez les Anostracés et les Conchostracés. Chez les Notostracés les mâles sont rares et lorsqu'ils sont absents, LONGHURST (*in* HUTCHINSON, 1967) considère qu'il y a hermaphrodisme.

Anostracés, Notostracés et Conchostracés éclosent au stade métanauplius. Toutefois *Cyclestheria hislopi* (Conchostracé signalé en zone soudanienne) produit des œufs parthénogénétiques qui, à l'éclosion, donnent des individus identiques à l'adulte (SARS, 1887). Chez les Cladocères, la parthénogénèse prédomine largement. Le développement se fait totalement dans une poche incubatrice dorsale et les œufs donnent comme dans le cas de *C. hislopi*, des individus semblables à l'adulte (à l'exception de *Leptodora kindtii* qui présente un développement comportant un stade métanauplius).

Les œufs d'Anostracés, Notostracés, Conchostracés (1) sont portés un certain temps par les femelles avant d'être libérés dans le milieu et, en milieu temporaire, subissent une période de repos avant leur développement. Ils sont pondus dans un sac ovigère ventral chez les Anostracés, dans 2 ovisacs, différenciation de la deuxième paire d'appendices, chez les Notostracés ; chez les Conchostracés, ils sont fixés à partir du 9e somite, sur les épipodites des appendices thoraciques.

La différenciation sexuelle, peu évidente chez les Notostracés et les Conchostracés, est plus marquée chez les Cladocères et surtout chez les Anostracés où l'on peut noter, chez le mâle, outre l'organe copulateur, la présence d'appendices frontaux situés à la base des antennes (fig. 1).

Nous donnons ci-après un bref aperçu des principaux cadres systématiques des groupes de Branchiopodes d'après R. W. DEXTER (1966), pour les Anostracés, F. LINDER (1966) pour les Notostracés, N. T. MATTOX (1966) pour les Conchostracés.

Sous-classe des Branchiopodes : Crustacés libres, pourvus d'yeux composés. Appendices thoraciques très généralement à structure foliacée et frangés de soies (phyllopodia).

ORDRE DES ANOSTRACÉS : corps allongé et cylindrique, dépourvu de carapace. Yeux pédonculés. 11 à 17 paires d'appendices thoraciques. Rame furcale non articulée.

1. Segment terminal de la 2e antenne mâle avec complexe chéliforme..... STREPTOCEPHALIDAE
— Segment terminal de la 2e antenne mâle, simple..... 2
2. Pénis rapprochés et en position ventrale..... 3
— Pénis largement séparés et en position sub-latérale (fig. 1)..... BRANCHINECTIDAE
3. Segment distal de la 2e antenne mâle en forme de pale, *aplati, triangulaire*..... ARTEMIIDAE
— Segment distal de la 2e antenne mâle ne présentant pas ce caractère..... 4
4. Segments génitaux volumineux, contenant de grandes vésicules séminales bien visibles extérieurement. Boucle du canal déférent non visible extérieurement.... CHIROCEPHALIDAE
— Segments génitaux non volumineux. Pas de vésicules séminales. Canal déférent décrivant une boucle visible à travers la cuticule..... THAMNOCEPHALIDAE

(1) Sauf quelques espèces (dont *Cyclestheria hislopi*) où les œufs parthénogénétiques réalisent leur développement complet dans une poche incubatrice dorsale (fig. 3).

ORDRE DES NOTOSTRACÉS : corps comprimé dorso-ventralement, recouvert en partie par une large carapace dorsale en forme de bouclier. Yeux sessiles et rapprochés. 40 à 60 paires d'appendices. Rame furcale multiarticulée (fig. 2)..... TRIOPSIDAE

ORDRE DES CONCHOSTRACÉS : corps comprimé latéralement, entièrement enveloppé par une carapace bivalve. Yeux sessiles accolés. 10 à 28 paires d'appendices thoraciques.

1. Valves sans stries d'accroissement. 1re antenne à 2 segments. Seule la 1re paire d'appendices post-céphaliques est préhensile, chez le mâle..... LYNCEIDAE

— Valves typiquement avec 1 ou plusieurs stries d'accroissement. 1re antenne non segmentée, portant une série de papilles dorsales sensorielles. 1re et 2e patte post-céphaliques préhensiles chez le mâle..... 2

2. Un organe frontal piriforme, pédonculé, sur la partie médio-dorsale de la tête (fig. 3)..... LYMNADIIDAE

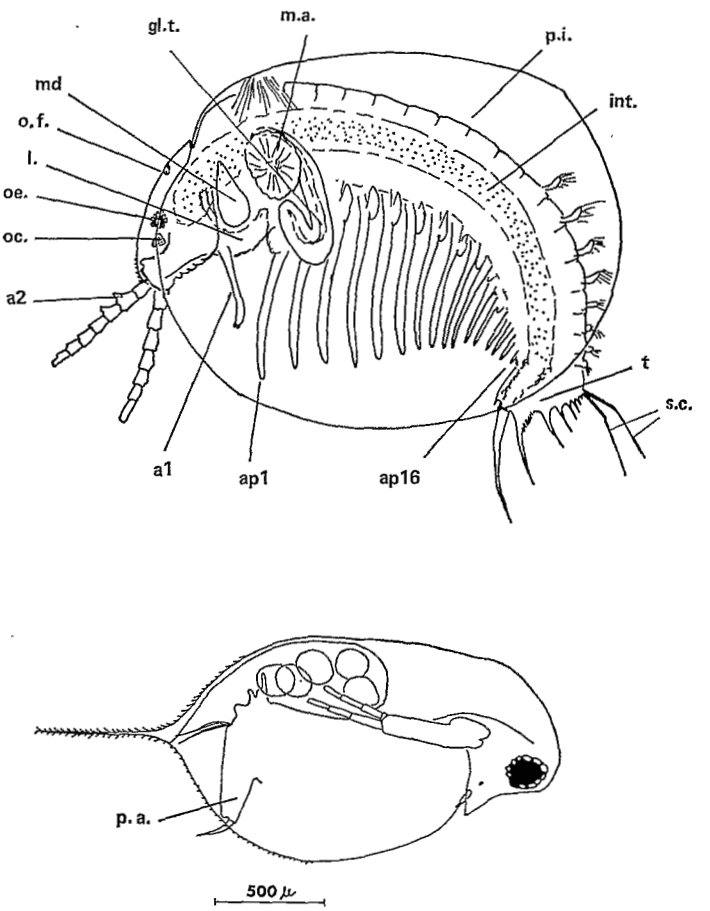


Fig. 3. — Organisation générale des Conchostracés : femelle de *Cyclestheria hislopi* (Baird 1859) (d'après SARS, 1887) abréviations : voir fig. 1).

Fig. 4. — Organisation générale des Cladocères : *Daphnia.*

— Pas d'organe frontal sur la tête..... 3

3. Rostre armé d'une épine bien visible à l'extrémité antéro-ventrale. LEPTESTHERIIDAE
— Extrémité du rostre dépourvue d'épines..... CYZICIDAE

ORDRE DES CLADOCÈRES : carapace bivalve enveloppant le corps, laissant la tête libre. Yeux coalescents, fusionnés en un œil unique, 4 à 6 paires d'appendices thoraciques (fig. 4).

CLADOCÈRES

Morphologie - Anatomie (fig. 5)

Sauf les Leptodoridae et les Polyphemidae (non signalés en Afrique) tous les Cladocères présentent les caractères morphologiques suivants. La segmentation typique a disparu. On distingue la tête et le corps, parfois séparés par un sinus cervical bien marqué. Le corps est enveloppé par une carapace chitineuse bivalve transparente. Il comprend une région thoracique portant 5 à 6 paires d'appendices et un abdomen très court prolongé par un post-abdomen où débouche l'anus. La carapace est très généralement bien développée, englobant entièrement le corps de l'animal (Calyptomères) ou, dans quelques cas, seulement la cavité incubatrice dorsale (Gymnomères : Leptodoridae, Polyphemidae).

RÉGION CÉPHALIQUE

La forme de la tête est assez variée, pouvant présenter ou non un prolongement postéro-ventral appelé rostre. La partie de la tête située en face de l'œil est dénommée vertex. La région antérieure ou frontale peut être prolongée par une épine céphalique (*Daphnia lumholtzi*, fig. 5) ou une corne frontale *(Ceriodaphnia cornuta)*.

L'œil composé unique est mobile et orientable. L'ocelle, parfois absent, peut être rudimentaire ou, au contraire, aussi gros ou plus gros que l'œil (*Dadaya*, fig. 42 ; *Leydigia*, fig. 48) et de forme caractéristique.

Les antennules (a_1), paires, à valeur taxonomique, sont généralement petites et non articulées. Elles s'insèrent de part et d'autre de la tête, dans la région postéro-ventrale. Chez les Chydoridae, elles sont plus ou moins enveloppées par le rostre. Elles portent typiquement 1 ou 2 soies latérales et une touffe de soies olfactives terminales.

Les antennes (a_2), paires, servent à la locomotion. Elles sont généralement développées, avec un fort article basal sur lequel s'insèrent 2 rames articulées, l'une dorsale, l'autre ventrale, portant ou non de 1 à plusieurs soies. Le nombre d'articles de chaque rame est utilisé dans l'identification des Cladocères, de même que la formule antennaire ou nombre de soies portées par chaque article de chaque branche. Cette formule est donnée sous la forme suivante :

$$\frac{\text{Nombre de soies portées par chaque article de la rame dorsale}}{\text{Nombre de soies portées par chaque article de la rame ventrale}}$$

Ainsi, la formule antennaire du genre *Daphnia* (fig. 5) est : $\frac{0013}{113}$

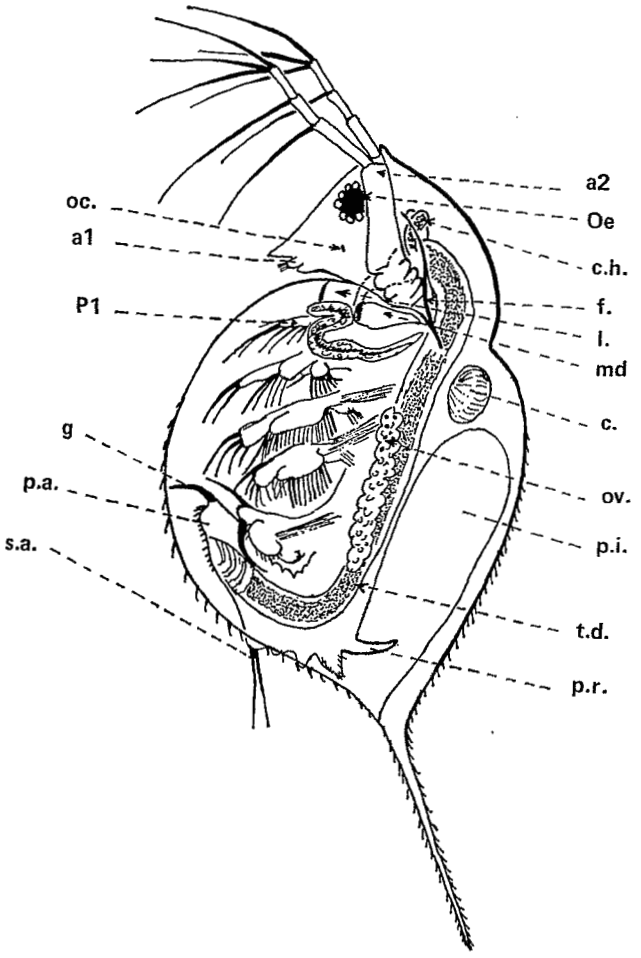


Fig. 5. — Vue latérale d'une femelle de *Daphnia lumholtzi* Sars (d'après Sars, 1886) (a1 : antennule ; a2 : antenne ; c. : cœur ; c.h. : caecum hépathique ; f. : fornix ; g. : griffe terminale du post-abdomen ; l. : labre ; md : mandibule ; oe. : œil ; oc. : ocelle ; ov. : ovaire ; P1 : patte thoracique 1 ; p.r. : processus post-abdominal ; p.i. : poche incubatrice ; p.a. : post-abdomen ; s.a. : soies abdominales ; t.d. : tube digestif.

A la base des antennes, côté dorsal, un repli chitineux renforcé : le fornix, est également utilisé comme critère systématique. Chez les Chydoridae, il rejoint le rostre et recouvre la base des antennes.

La bouche s'ouvre à la limite tête-corps. Les pièces buccales sont représentées par 2 robustes mandibules, 2 petites maxillules (Mx 1), 2 maxilles (Mx 2) vestigiales, une lèvre supérieure ou labre, une lèvre inférieure ou labium. Le labre s'étend postérieurement, recouvrant ventralement tous les autres appendices buccaux. Chez certains Macrothricidae et surtout les Chydoridae, le labre porte une carène ou « quille » à valeur systématique.

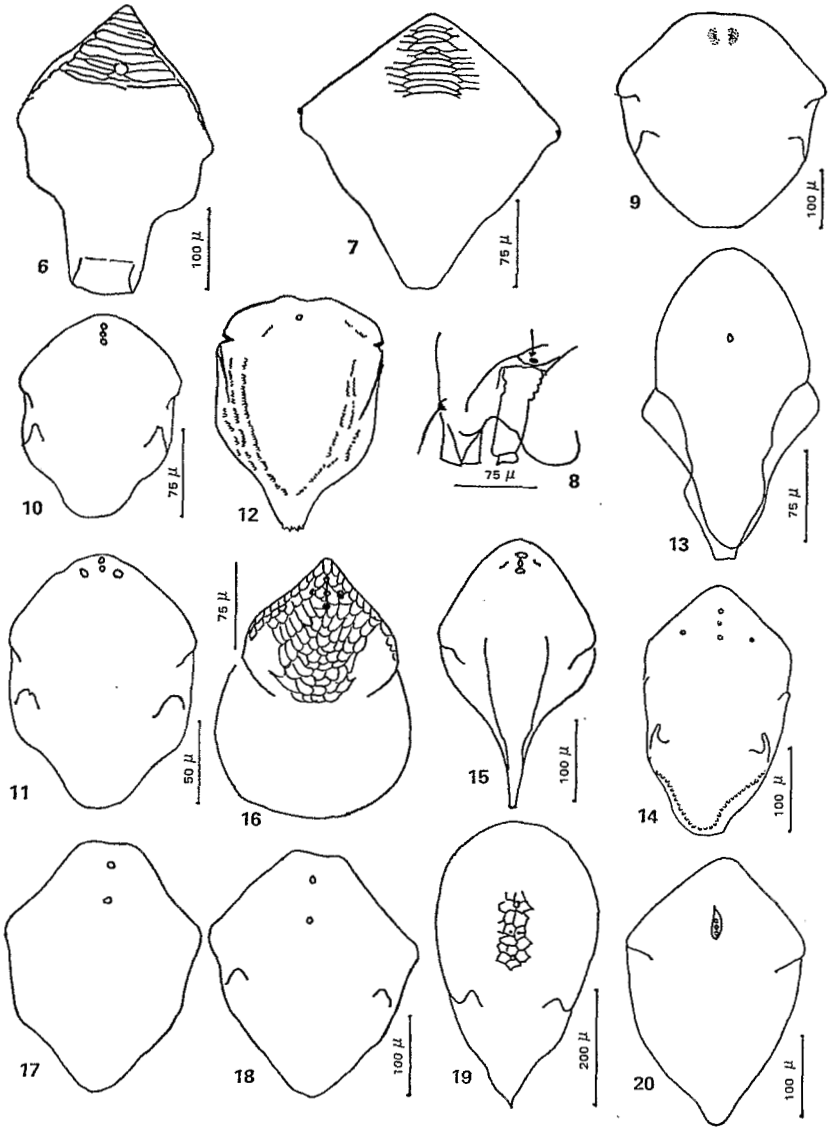


PLANCHE I. — Capsules et pores céphaliques de quelques espèces provenant du lac Tchad : **6** : *Macrothrix chevreuxi* ; **7** : *Macrothrix cf. spinosa* ; **8** : *Bosmina longirostris* ; **9** : *Euryalona occidentalis* ; **10** : *Alona monacantha* ; **11** : *Alona verrucosa* ; **12** : *Monospilus dispar* ; **13** : *Dadaya macrops* ; **14** : *Oxyurella tenuicaudis* ; **15** : *Kurzia longirostris* ; **16** : *Graptoleberis testudinaria* ; **17** : *Dunhevedia odontoplax* ; **18** : *Dunhevedia serrata* ; **19** : *Chydorus eurynotus* ; **20** : *Leydigia ciliata*.

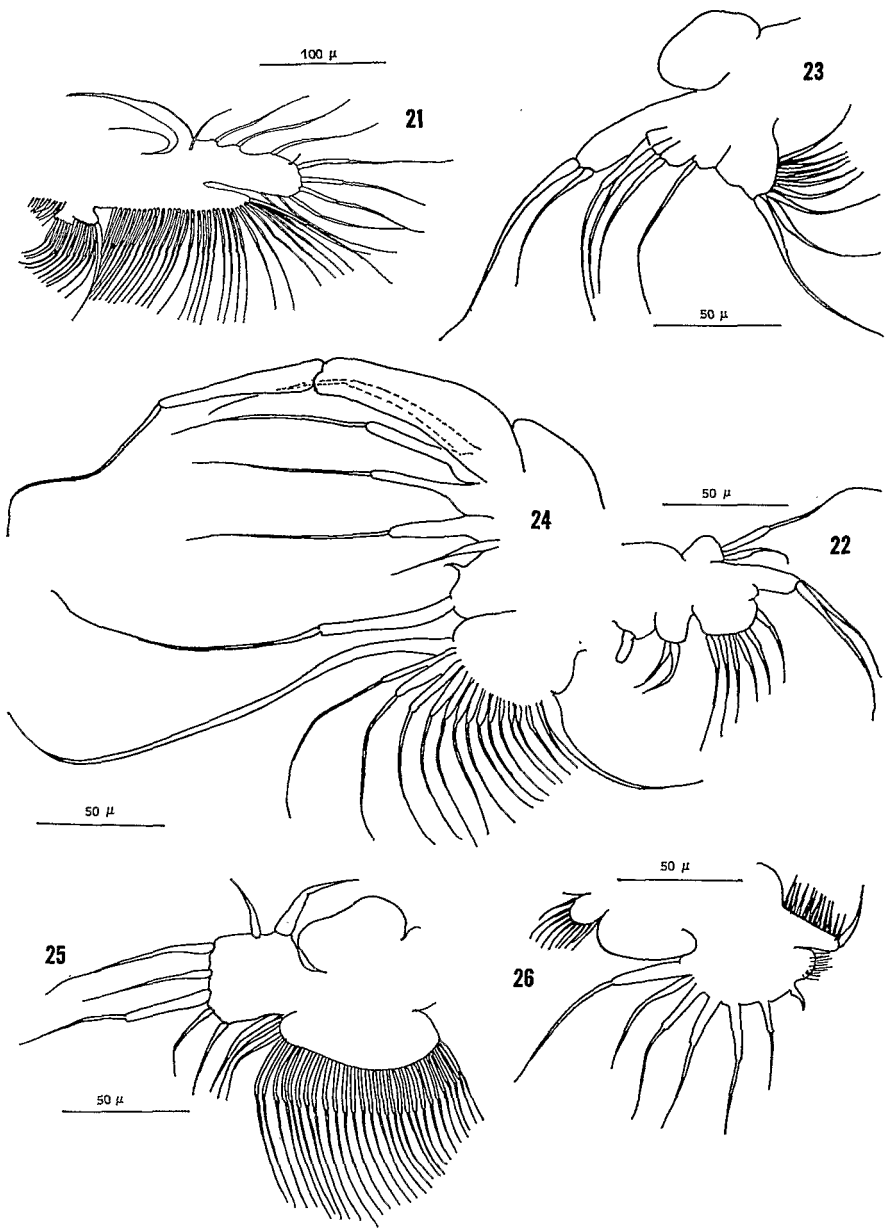


PLANCHE II. — Structure des appendices thoraciques de quelques espèces du lac Tchad : **21** : *Diaphanosoma excisum* (P2) ; **22** : *Bosmina longirostris* (P2) ; **23** : *Ceriodaphnia cornuta* (P2) ; **24** : *Moina dubia* (P2) ; **25** : *Ceriodaphnia cornuta* (P3) ; **26** : *Bosmina longirostris* (l'aspect penné des soies n'a pas été figuré).

Les pores céphaliques sont également utilisés en systématique. Leur structure a été étudiée chez les Chydoridae (FREY, 1959, 1962), et chez plusieurs espèces de Bosminidae (GOULDEN et FREY, 1963). Leur fonction n'est pas connue avec certitude. Selon FREY, ils sont probablement présents chez tous les Cladocères, au moins à un stade de leur développement. Leur position, leur arrangement varient selon les familles et les genres (Pl. I). Ils se présentent en position latérale chez les Bosminidae (fig. 8), en position postéro-ventrale chez les Chydoridae et les Macrothricidae (de 1 à plusieurs pores chez les Chydoridae (fig. 9 à 20) typiquement 1 seul gros pore médian chez les Macrothricidae (fig. 6 et 7)). L'observation peut se faire sur la capsule céphalique d'exuvies récoltées en même temps que les organismes, ou sur l'exuvie non encore détachée d'un individu venant (ou sur le point) de muer. Dans les autres cas il convient, avant examen, de dissoudre les tissus dans une solution de potasse portée à ébullition (FREY, 1959).

RÉGION THORACIQUE ET ABDOMINALE

Thorax, abdomen et post-abdomen sont enveloppés par les 2 valves de la carapace dont l'ornementation est variable. La marge ventrale de la carapace présente une ciliation plus ou moins complexe, constituée de soies ou de soies épineuses dont l'arrangement peut être caractéristique au niveau spécifique. L'angle postéro-ventral est arrondi ou plus ou moins anguleux, formant parfois un prolongement net qui peut porter une ou plusieurs indentations tel le mucro de certaines *Bosmina.* L'angle postéro-dorsal est souvent prolongé par une épine postérieure plus ou moins développée *(Daphnia longispina, Ceriodaphnia cornuta).*

Le tube digestif est peu différencié. Il présente dans sa région antérieure, 1 ou 2 caeca hépathiques dorsaux, intervenant dans le stockage et la digestion des aliments. L'intestin est droit ou forme une circonvolution appelée aussi boucle intestinale. La région postérieure, également pourvue d'un caecum, se termine par un rectum différencié. L'anus débouche sur la face dorsale du post-abdomen ou dans sa partie terminale.

Le cœur, dorsal, est sacciforme. Il reçoit le sang de l'hémocoele par une paire d'ostioles latéraux et l'expulse vers la région antérieure. Il n'y a pas de vaisseaux sanguins, la circulation s'effectuant par un système de sinus et de lacunes. Les échanges gazeux se font au niveau des téguments, et principalement des appendices thoraciques et des marges ventrales internes de la carapace.

Les organes génitaux sont pairs. Les ovaires débouchent dans la cavité incubatrice, les testicules dans la région anale, près des griffes terminales du post-abdomen. Chez le mâle, antennules et post-abdomen sont bien différenciés.

Le système nerveux est représenté par un cerveau situé au-dessus de l'œsophage et une chaîne nerveuse ventrale double.

Les appendices thoraciques, caractéristiques de la sous-classe des Branchiopodes, sont du type phyllopodia. Plus courts que ceux des Conchostracés, ils comprennent fondamentalement une rame dorsale et une rame ventrale, frangées de longues soies, différenciées en appareil collecteur de nourriture et constituant un dispositif de filtrage. Le battement des appendices thoraciques provoque un courant d'eau entre les valves ; les particules

filtrées puis collectées sont ensuite conduites à la bouche. SMIRNOV (1966 a et b, 1968) a montré leur valeur taxonomique. Leur structure est complexe et varie selon les familles (Pl. II). Chez les Sididae, les appendices thoraciques, au nombre de 5 à 6 paires, sont identiques (fig. 21) ; dans les autres familles, les 2 premières paires sont plus ou moins modifiées (fig. 22 à 26).

L'abdomen est réduit. Il présente parfois un ou plusieurs processus abdominaux qui obturent la cavité incubatrice. La limite entre abdomen et post-abdomen est marquée par la présence de deux longues soies abdominales.

Le post-abdomen joue un rôle important dans l'identification au niveau générique et spécifique. Il est très fréquemment replié vers la partie ventrale du corps, ce qui a pour effet d'amener la région dorsale en position ventrale. Il se prolonge par 2 griffes terminales dont l'armature est très diversifiée. Ces griffes peuvent présenter à leur base une ou plusieurs épines et des soies plus ou moins spinuleuses groupées en peigne. La sétation, l'armature (constituée de dents plus ou moins robustes) des flancs et des marges ventrales du post-abdomen, sont également caractéristiques. Grâce à des mouvements saccadés, le post-abdomen intervient dans le nettoyage des filtres des appendices thoraciques. Il peut également intervenir dans la locomotion de certaines formes benthiques ou peuplant les herbiers.

Méthodes de récolte et d'étude

Les récoltes se font par prélèvement d'eau ou filtration directe avec un filet dont le vide de maille doit être adapté à la taille des organismes considérés et à l'objet de l'étude. Dans les herbiers, les prélèvements et lavages de végétation sont nécessaires. Une méthode particulière a été appliquée à l'étude quantitative des herbiers immergés à *Potamogeton* et *Ceratophyllum* du lac Tchad (DEJOUX, SAINT-JEAN, 1972).

Les échantillons sont préservés par adjonction de formol jusqu'à obtention d'une solution à 5 %. Un procédé simple pour limiter l'expulsion des œufs chez les Cladocères au moment de la fixation, consiste à augmenter très progressivement la concentration jusqu'à 5 %.

L'étude des Cladocères nécessite parfois l'examen détaillé de certaines parties du corps (région céphalique, région post-abdominale, appendices thoraciques). On opère alors au moyen de minuties fixées sur mandrin pour séparer les parties à observer. Celles-ci sont ensuite montées entre lame et lamelle dans une goutte de glycérine. Il est recommandé de poser la lamelle sur quatre cales (une à chaque angle de la lamelle) réalisées en pâte à modeler par exemple, afin d'éviter l'écrasement des préparations. Pour une conservation prolongée, ces préparations peuvent être lutées au caedax. L'examen microscopique à fort grossissement (immersion) est souvent nécessaire.

SYSTÉMATIQUE

Parmi les premiers auteurs ayant étudié la faune soudanienne ou africaine et dont les travaux ont un intérêt fondamental, nous citerons BREHM, DADAY, EKMANN, GAUTHIER, GUERNE et RICHARD, GURNEY, JENKIN,

RICHARD, SARS. Des travaux plus récents sont indiqués dans PROSZYNSKA (1967) et REY et SAINT-JEAN (1968 et 1969). D'une manière plus générale, on consultera utilement l'ouvrage de D. FLÖSSNER sur la faune d'Entomostracés d'Europe.

L'ordre de Cladocères se subdivise en 11 familles regroupant 65 genres et 450 espèces environ.

Deux de ces familles, les Podonidae et les Cercopagidae, comprennent des formes uniquement marines. Nous donnons un aperçu systématique des 9 autres familles dans le tableau ci-après, où sont seulement cités les genres non rencontrés dans la zone soudanienne. Celui-ci est complété par une clé des genres déjà signalés dans cette même région.

O. DES CLADOCÈRES

— *Groupe des Haplopoda*

Famille des LEPTODORIDAE : carapace réduite à une petite cavité incubatrice. Appendices thoraciques formés d'articles sub-cylindriques. Éclosion des œufs de durée au stade métanauplius..... *Leptodora*

— *Groupe des Eucladocera* : corps et appendices entourés par une carapace bivalve (à l'exception des Polyphemidae). Appendices thoraciques généralement foliacés. Les œufs de durée donnent des jeunes semblables à l'adulte.

Super-famille des POLYPHEMOIDEA

Famille des POLYPHEMIDAE : appendices thoraciques formés d'articles sub-cylindriques. Carapace recouvrant seulement la partie dorsale du thorax et servant de cavité incubatrice..... *Polyphemus, Bythotrephes*

Super-famille des SIDOIDAE : 6 paires d'appendices thoraciques foliacés semblables.

Famille des SIDIDAE : antennes biramées dans les 2 sexes. Rame dorsale à 3 articles, rame ventrale à 2 articles, les deux rames portant plus de 10 soies natatoires. Carapace normale.

Famille des HOLOPEDIDAE : antennes uniramées chez la femelle, avec 3 soies natatoires terminales. Carapace incluse dans une masse gélatineuse.. *Holopedium*

Super-famille des CHYDOROIDEA : 5 à 6 paires d'appendices thoraciques, les 2 premières paires préhensiles, formés d'articles cylindriques, les autres foliacés. Rames de l'antenne portant moins de 10 soies.

Famille des BOSMINIDAE : antennules fixes prolongeant la tête. Soies olfactives situées non à leur extrémité mais sur leur bord antérieur. 6 paires d'appendices thoraciques.

Famille des DAPHNIDAE : antennes bien développées. Rame dorsale à 4 articles. Rame ventrale à 3 articles. Antennules de la femelle courtes et peu visibles. Partie antérieure du tube digestif pourvue de deux caeca hépathiques. 5 paires d'appendices thoraciques.

Famille des MOINIDAE : antennes bien développées. Rame dorsale à 4 articles. Rame ventrale à 3 articles. Antennules longues dans les deux sexes. Intestin droit pourvu de deux caeca hépathiques dans la région antérieure. 5 paires d'appendices thoraciques. 1 dent bifide dans la partie distale du post-abdomen, près de la griffe terminale.

Famille des MACROTHRICIDAE : antennes moyennement développées. Rame dorsale à 4 articles. Rame ventrale à 3 articles. Antennules longues et mobiles dans les deux sexes. Intestin pouvant ou non être circonvolutionné, dépourvu de caeca

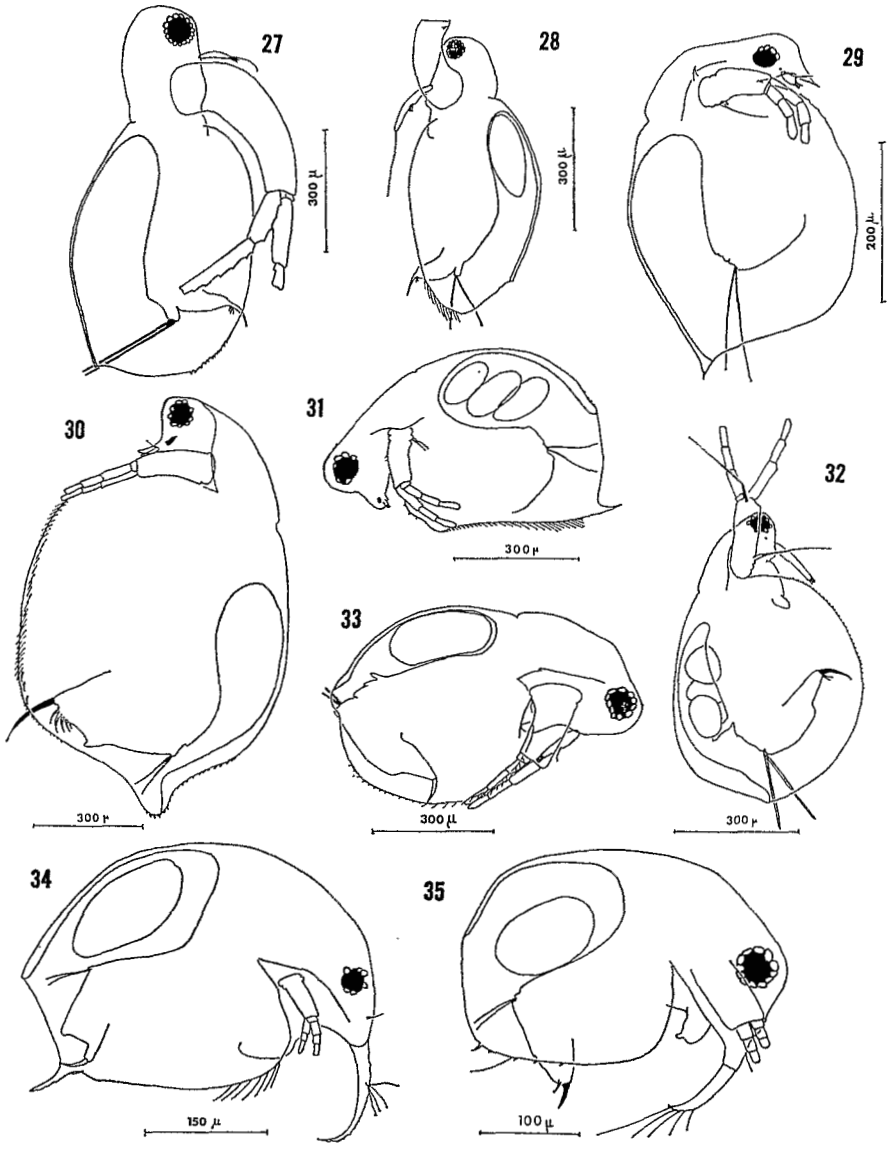


PLANCHE III. — Sididae : **27** : *Diaphanosoma excisum ;* **28** : *Pseudosida szalayi.* Daphnidae : **29** : *Ceriodaphnia cornuta rigaudi ;* **30** : *Simocephalus latirostris ;* **31** : *Scapholeberis kingi.* Moinidae : **32** : *Moinodaphnia macleayi ;* **33** : *Moina dubia.* Bosminidae : **34** : *Bosmina longisrostris pellucida ;* **35** : *Bosminopsis deitersi.*

hépathiques dans la partie antérieure (à l'exception d'*Ophryoxus*). 5 ou 6 paires d'appendices thoraciques. Pas de dent bifide dans la partie distale du post-abdomen. Famille des CHYDORIDAE : antennes peu développées. 3 articles à chacune des 2 rames de l'antenne. Fornix s'unissant au rostre et recouvrant plus ou moins les antennules et la base des antennes. Intestin circonvolutionné dans sa partie distale. Pas de caeca hépathiques (sauf chez *Eurycercus*). 5 à 6 paires d'appendices thoraciques.

CLÉ DES GENRES RÉCOLTÉS DANS LA ZONE SAHÉLO-SOUDANIENNE

FAMILLE DES SIDIDAE (Pl. III)

1. Post-abdomen dépourvu d'épines anales..... *Diaphanosoma* (fig. 27)
— Épines anales sur le flanc du post-abdomen..... 2

2. Œil en position dorsale, éloigné du point d'insertion de l'antennule... *Latonopsis*
— Œil en position ventrale ou au milieu de la tête..... *Pseudosida* (fig. 28)

FAMILLE DES DAPHNIDAE (Pl. III)

1. Tête avec rostre..... 2
— Rostre absent. Tête petite et déprimée avec sinus cervical.. *Ceriodaphnia* (fig. 29)

2. Pas de sinus cervical. Valves de la carapace se prolongeant par une épine parfois très développée. Souvent une crête sur la surface antérieure de la tête..... *Daphnia* (fig. 5)
— Pas de crête mais sinus cervical..... 3

3. Angle postéro-ventral des valves largement arrondi..... *Simocephalus* (fig. 30)
— Angle postéro-ventral des vaives se terminant en pointe ou en épine.....
..... *Scapholeberis* (fig. 31)

FAMILLE DES MOINIDAE (Pl. III)

1. Tête étroite. Ocelle présent. Valves de la carapace avec carène dorsale. Processus abdominaux normalement développés..... *Moinodaphnia* (fig. 32)
— Tête large. Ocelle absent. Valves de la carapace sans carène dorsale. Processus abdominaux réduits..... *Moina* (fig. 33)

FAMILLE DES BOSMINIDAE (Pl. III)

1. Antennules soudées à leur base et divergeant à leur extrémité.....
..... *Bosminopsis* (fig. 34)
— Antennules non soudées à leur base et non divergeantes..... *Bosmina* (fig. 35)

FAMILLE DES MACROTHRICIDAE (Pl. IV)

1. Caeca hépathiques présents. Post-abdomen bilobé avec une longue épine à la jonction des deux lobes..... *Grimaldina* (fig. 36)
— Pas de caeca hépathiques. Post-abdomen variable..... 2

2. Soies antennaires $\frac{0.0.0.3.}{1.1.3.}$ Post-abdomen avec de nombreuses longues épines..
..... *Ilyocryptus* (fig. 37)
— Soies antennaires $\frac{0.1.1.3.}{1.1.3.}$ Post-abdomen totalement inerme... *Guernella* (fig. 38)
— Soies antennaires $\frac{0.0.1.3.}{1.1.3.}$ 3

3. Post-abdomen présentant deux expansions latérales au niveau de l'anus.....
..... *Gurneyella* (fig. 39)

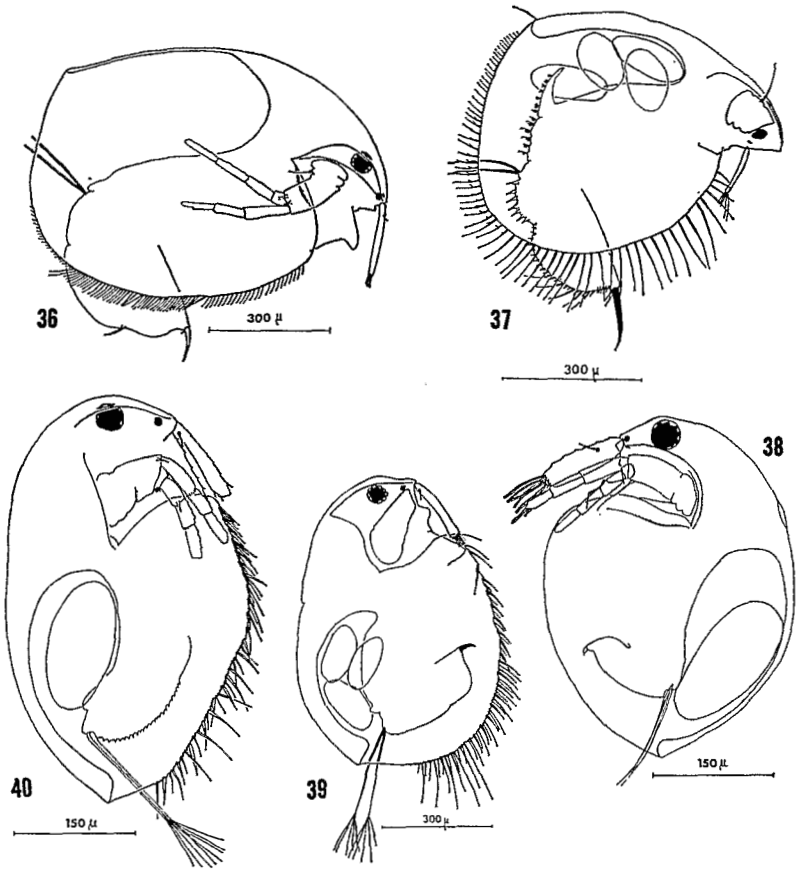


PLANCHE IV. — Macrothricidae : **36** : *Grimaldina brazzai*; **37** : *Ilyocryptus spinifer*; **38** : *Guernella raphaelis*; **39** : *Gurneyella monodi*; **40** : *Macrothrix triserialis*.

— Pas d'expansion latérale des flancs du post-abdomen..... *Macrothrix* (fig. 40)

FAMILLE DES CHYDORIDAE (Pl. V et VI)

1. Anus terminal. 2 caeca hépathiques.
Sous-famille des Eurycercinae..... *Eurycercus*
— Anus sur le côté dorsal du post-abdomen. Pas de caecum hépathique.
Sous-famille des Chydorinae..... 2

2. Œil composé présent..... 3
— Pas d'œil composé. Ocelle seulement..... *Monospilus* (fig. 41)

3. Œil composé et ocelle de taille normale. Antennules ne dépassant pas ou très peu le rostre..... 4
— Œil composé et ocelle de grande taille. Antennules dépassant largement le rostre..... *Dadaya* (fig. 42)

4. Marge postérieure libre des valves, presque aussi haute que la hauteur maximum..... 5
— Marge postérieure libre des valves, bien moins haute que la hauteur maximum. 12

5. Corps fortement comprimé. Griffes post-abdominales avec une épine basale plus une dent secondaire en leur milieu..... 6
— Corps peu comprimé. Griffes post-abdominales avec seulement une épine basale, ou très rarement sans épine..... 9

6. Soies antennaires $\frac{0.1.3.}{0.0.3.}$ Post-abdomen s'amincissant progressivement jusqu'à la griffe terminale..... *Camptocercus* (fig. 43)
— Soies antennaires $\frac{1.1.3.}{0.0.3.}$ Post-abdomen large et lobé dans sa partie distale.... 7

7. Valves béantes dans la région antéro-ventrale. Bord ventral des valves orné de stries concentriques..... *Eurylona* (fig. 44)
— Valves normales et dépourvues de stries concentriques d'ornementation..... 8

8. Post-abdomen armé de denticules marginaux, rostre effilé..... *Kurzia* (fig. 45)
— Post-abdomen dépourvu de denticules marginaux, rostre obtus. *Acroperus* (fig. 46)

9. Rostre pointu..... 10
— Rostre large, semi-circulaire..... *Graptoleberis* (fig. 47)

10. Post-abdomen armé de plusieurs faisceaux de longues épines.. *Leydigia* (fig. 48)
— Post-abdomen dépourvu de longues épines..... 11

11. Post-abdomen relativement long et étroit. Épine basale robuste et longue....
..... *Oxyurella* (fig. 49)
— Post-abdomen non particulièrement étroit. Épine basale moins robuste.....
..... *Alona* (fig. 50)

12. Corps relativement comprimé latéralement..... 14
— Corps plus ou moins globuleux..... 13

13. Post-abdomen large et court, avec des denticules marginaux seulement.....
..... *Chydorus* (fig. 51)
— Post-abdomen étroit et long..... *Pseudochydorus*

14. Angle inféro-postérieur de la carapace portant une grande dent dirigée vers l'arrière..... *Dunhevedia* (fig. 52)
— Angle inféro-postérieur de la carapace avec ou non de petites dents..... 15

15. Rostre généralement court. Normalement une épine basale.... *Alonella* (fig. 53)
— Rostre long et effilé. 2 épines basales bien visibles..... *Pleuroxus* (fig. 54)

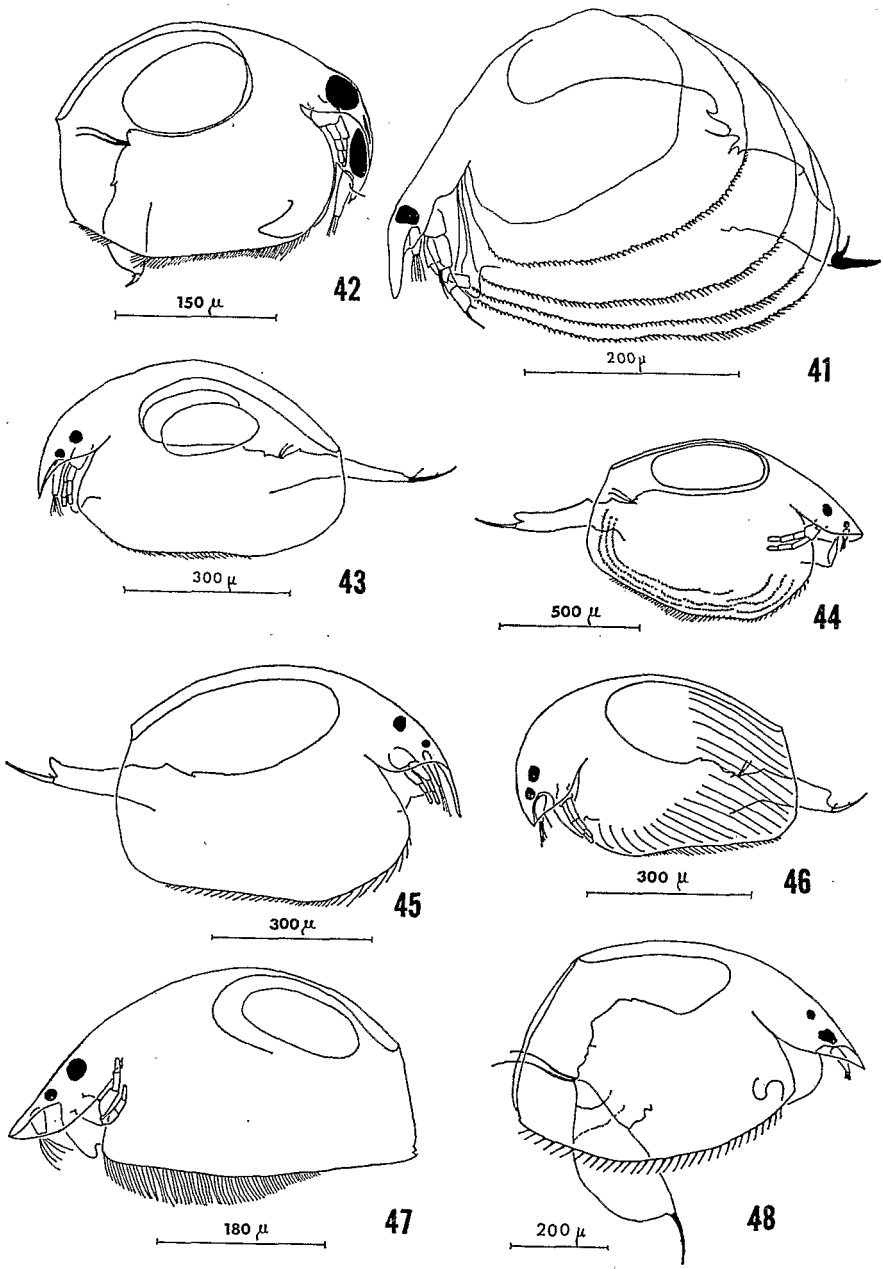


PLANCHE V. — Chydoridae : **41** : *Monospilus dispar*; **42** : *Dadaya macrops*; **43** : *Camptocercus rectirostris*; **44** : *Euryalona occidentalis*; **45** : *Kurzia longirostris*; **46** : *Acroperus harpae*; **47** : *Graptoleberis testudinaria*; **48** : *Leydigia australis*.

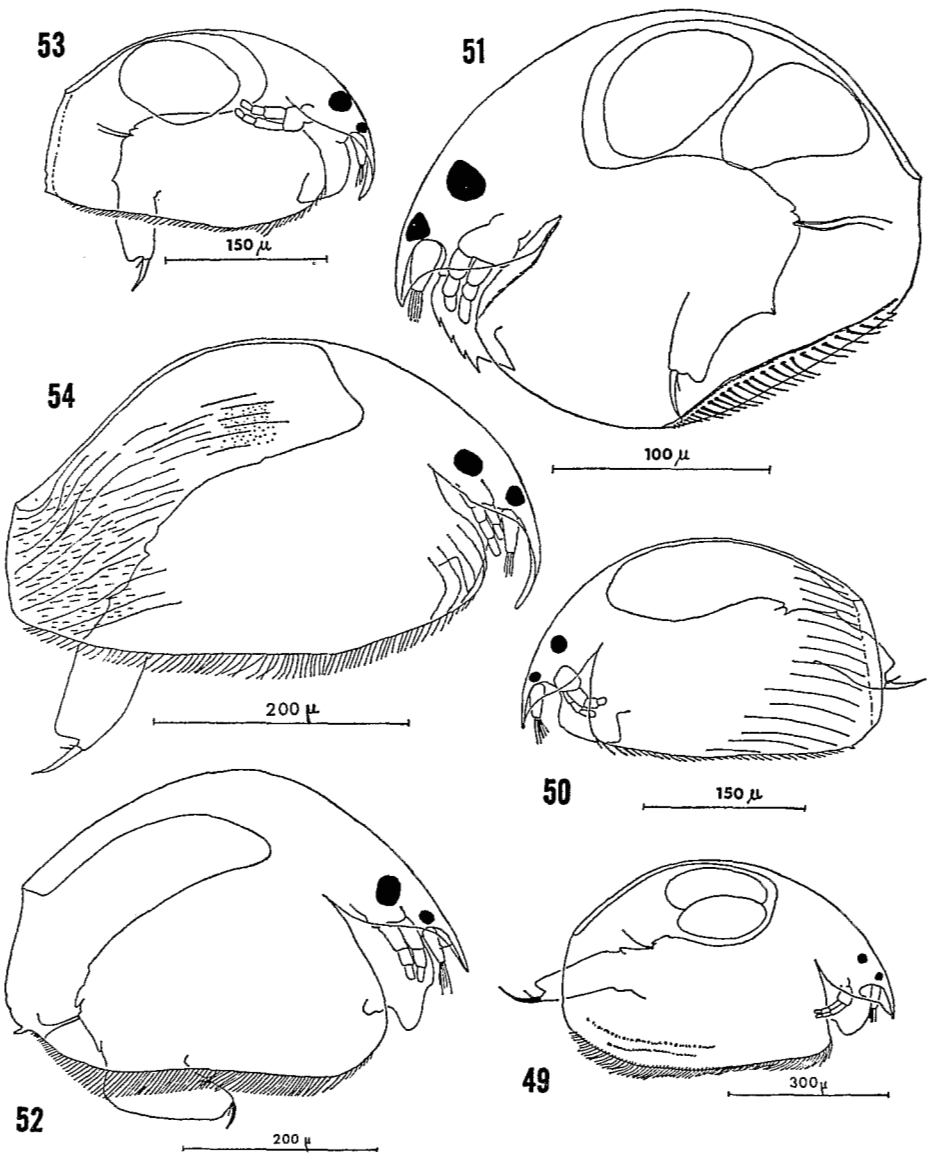


PLANCHE VI. — Chydoridae : **49** : *Oxyurella singalensis;* **50** : *Alona monacantha;* **51** : *Chydorus barroisi;* **52** : *Dunhevedia odontoplax;* **53** : *Alonella excisa;* **54** : *Pleuroxus chappuisi.*

Répartition et Distribution géographique

Comme cela a déjà été mentionné les Cladocères sont essentiellement des organismes dulçaquicoles et peuplant la grande majorité des milieux stagnants. Certaines espèces sont typiquement planctoniques *(Leptodora, Diaphanosoma, Holopedium, Daphnia, Bosmina)*. Cependant le peuplement est nettement plus diversifié dans la zone littorale des lacs et des petites pièces d'eau. La quasi-totalité des espèces de Chydoridae et de Macrothricidae peuplent la zone littorale et les herbiers des collections d'eau de toute taille.

Si on considère la faune africaine, *Diaphanosoma excisum* est une forme planctonique alors que *Diaphanosoma sarsi* et *Pseudosida bidentata* peuplent les petites collections d'eau.

Chez les Daphnidae, *Daphnia longispina, D. barbata, D. lumholtzi* sont pélagiques ; à l'opposé, *Scapholeberis* et *Simocephalus vetulus* sont des formes littorales, benthiques ou phytophiles.

Chez les Moinidae, *Moinodaphnia* habite les petites pièces d'eau, avec ou sans végétation, alors que *Moina* est également bien développée dans les grands lacs africains.

A l'exception de *Chydorus sphaericus* trouvé en pleine eau, l'ensemble des Chydoridae de même que la majorité des Macrothricidae sont des formes littorales souvent inféodées aux herbiers. Cependant dans le lac Tchad, *Leydigia ciliata* semble confinée au niveau du fond tandis qu'*Alona novaezelandiae*, forme périphytique, est apparue dans le plancton à la suite d'une baisse de niveau du lac.

Les facteurs déterminant cette répartition sont multiples (degré d'eurythermie, mode de nutrition...). La composition et la concentration ionique, la teneur en gaz dissous du milieu peuvent également jouer un rôle important (HUTCHINSON, 1967).

Dans l'ensemble, les Cladocères se révèlent être un groupe cosmopolite. Ce caractère est essentiellement lié à l'existence d'œufs de durée qui facilitent la dissémination des espèces (transport et persistance de l'espèce lorsque les conditions de milieu deviennent défavorables). D'autre part, la faculté d'adaptation de la plupart des représentants du groupe (peu d'endémisme), explique aussi cette vaste distribution.

La faune soudanienne comprend effectivement des formes cosmopolites largement représentées dans les régions tempérées telles que *Daphnia longispina, Daphnia magna, Bosmina longirostris, Ceriodaphnia laticaudata, Alona guttata, Alona rectangula, Chydorus sphaericus*. Cependant, d'une manière générale, cette faune présente une dominance de formes à large répartition africaine et caractéristiques des zones tropicales et subtropicales du monde.

Sur les 32 genres relevés en Afrique, 29 genres sont présents dans la zone soudanienne.

Dans le lac Tchad, sur les 50 espèces recensées (REY et SAINT-JEAN, 1968 ; 1969) seules *Daphnia barbata, Grimaldina brazzai, Guernella raphaelis* et *Gurneyella monodi* sont des formes exclusivement ou essentiellement africaines, les autres espèces montrant une vaste répartition, mais il faut noter le caractère encore très incomplet des données en ce qui concerne le continent africain.

Biologie - Écologie

REPRODUCTION

La reproduction se fait le plus souvent par parthénogénèse. La femelle parthénogénétique produit des œufs diploïdes à développement immédiat s'effectuant dans la cavité incubatrice. Chez *Moina*, les œufs sont de très petite taille et leur développement est assuré grâce à des apports nutritifs transmis de la femelle à l'œuf par l'intermédiaire d'une sorte de placenta (GOULDEN, 1968). Le nombre d'œufs varie selon les espèces (la taille étant un facteur limitant). Dans le lac Tchad, on note 1 à 2 œufs chez *Alona* et jusqu'à 10 œufs chez *Moina*. Dans les régions tempérées, ce nombre atteint 30 à 40 chez certains Chydoridae. Au sein de la même espèce, la production d'œufs varie avec l'âge, la taille, et dépend principalement des conditions de nutrition (ANDERSON et JENKIN, 1942 ; GREEN, 1954 ; HALL, 1964).

Lorsque les conditions de milieu deviennent défavorables (refroidissement, assèchement...), la production d'œufs donnant des femelles parthénogénétiques décroît, puis cesse. Certains des œufs pondus donnent des mâles. Les femelles produisent également des œufs haploïdes, plus foncés, pourvus d'une enveloppe plus épaisse, et qui seront fécondés. Ce sont les œufs de durée. La fécondation est suivie d'une transformation affectant principalement la poche incubatrice qui s'épaissit, prend une teinte foncée et donne une éphippie qui se détachera de l'exuvie à la mue suivante. Chez de nombreux Chydoridae, la transformation affecte également l'ensemble de la carapace, et mue et éphippie restent solidaires. Chez les Sididae, les œufs de durée une fois fécondés seraient expulsés à la mue ou à la mort de la femelle, à l'image de ce qui se passe chez les Conchostracés. Les œufs de durée entrent alors dans une phase de repos. Leur développement reprend lorsque les conditions de milieu s'améliorent (remise en eau par exemple) pour aboutir à la formation de nouvelles femelles parthénogénétiques. Ils représentent la forme de résistance et de dissémination des espèces.

De nombreux travaux concernant le déterminisme de la reproduction sexuée ou les conditions de développement des œufs de durée ont permis de formuler certaines hypothèses, sans apporter de réponse définitive.

On peut penser que la reproduction sexuée est très limitée en zone soudanienne dans les eaux pérennes. L'examen de plusieurs milliers d'individus provenant du lac Tchad n'a permis d'observer que quelques mâles de *Moina*, et de rares femelles éphippiales d'*Alona* (dans les herbiers). Cependant GAUTHIER (1939), signale la présence de femelles éphippiales de *Ceriodaphnia cornuta rigaudi*, *Alona davidi* et *Leydigia propinqua*, dans quelques points d'eaux temporaires de la région du Tchad.

DÉVELOPPEMENT

Comme nous l'avons déjà signalé, le développement de l'œuf est direct et s'effectue entièrement dans la poche incubatrice chez tous les Cladocères, à l'exception de *Leptodora kindtii*. La plupart des observations montrent que la durée du développement des œufs parthénogénétiques (De) est

essentiellement fonction de la température. Différents modèles descriptifs ont été proposés (BOTTRELL, 1975 ; GRAS et SAINT-JEAN, 1976).

Le nouveau-né atteint la maturité sexuelle après un nombre de stades variable selon les espèces, compris entre 2 et 8, limites observées *in vitro*. Ce nombre peut différer selon les populations ou les conditions de nutrition par exemple. Il peut même varier suivant les individus au sein d'une même espèce (ANDERSON, 1932 ; ANDERSON et JENKIN, 1942 ; GREEN, 1956 ; ZAFFAGNINI, 1964 ; HRBACHKOVA-ESSLOVA, 1963 et 1971 ; GRAS et SAINT-JEAN, 1977).

Bien que les observations précises soient rares ou relatives à un nombre de genres restreint (Genre *Daphnia* essentiellement), on peut considérer que les différents stades sont d'inégale durée, les stades juvéniles étant plus courts que les stades adultes. Ainsi, chez *Daphnia longispina* (INGLE et *al.*, 1937 ; BANTA, 1939) et *D. magna* (ANDERSON et JENKIN, 1942 ; ZAFFAGNINI, 1964), la durée des stades juvéniles s'accroît progresssivement depuis le premier stade jusqu'à l'état adulte. Ces auteurs observent également une augmentation, très atténuée, de la durée des stades avec l'âge à l'état adulte. Toutefois, on admet que la durée des stades adultes est indépendante de l'âge et approximativement égale à la durée du développement embryonnaire : il y a quasi-simultanéité entre l'expulsion des nouveaux-nés de la poche incubatrice, la mue terminant le stade, et la ponte de nouveaux œufs.

La durée du développement juvénile varie, comme chez tous les organismes poïkilothermes, avec de nombreux facteurs, en particulier avec la température et les conditions de nutrition. La variation se réalise vraisemblablement à la fois par le changement de la durée et du nombre moyen de stades juvéniles dans la population. L'action respective des deux facteurs précités est encore mal connue.

La durée de vie diffère selon les espèces ou les conditions d'environnement, notamment thermiques. *In vitro*, la durée moyenne de vie est ainsi de 40 jours à 25 °C chez *Daphnia magna* (ANDERSON et JENKIN, 1942) ; elle est de 42 jours à 20 °C et de 162 jours à 5 °C chez *Eurycercus lamellatus* (BOTTRELL, 1975). Dans des conditions d'élevage favorables, la courbe de survie tend vers une forme rectangulaire (MARSHALL, 1962 ; FRANK et *al.*, 1957 ; HALL et *al.*, 1970 ; ANDERSON et JENKIN, 1942).

La croissance en taille ou en volume est, comme chez tous les Crustacés, discontinue et se fait pendant et peu de temps après la mue. Elle se poursuit après l'acquisition de la maturité sexuelle. La croissance en poids sec est approximativement continue. A la malléabilité du développement juvénile signalée plus haut correspond vraisemblablement une grande variabilité des lois de croissance dans les populations naturelles.

NUTRITION

Dans leur très grande majorité les Cladocères sont considérés comme des producteurs secondaires. Ils sont phytophages mais aussi bactériophages ou détritivores à l'exception de prédateurs tels *Leptodora* ou *Polyphemus* qui se nourrissent de Protozoaires, Rotifères ou petits Crustacés.

Les Sididae, Daphnidae, Moinidae sont typiquement filtreurs tandis que

Macrothricidae et Chydoridae peuvent, à l'aide de leurs premiers appendices modifiés, prélever les particules nutritives au niveau du substrat.

COKER et HAYES (1940) estiment que la taille minimum des particules ingérées par *Diaphanosoma brachyurum* et *Daphnia pulex* est de l'ordre de 1 μ. Par ailleurs, l'examen des contenus intestinaux des formes du lac Tchad, montre que les algues monocellulaires ou coloniales principalement ingérées ont une taille comprise entre 4,7 μ et 30 μ (GRAS et *al.*, 1971).

Le mécanisme de collecte et d'ingestion de la nourriture a été étudié notamment sur les Chydoridae par FRYER (1963, 1968) et SMIRNOV (1966, 1968).

On considère généralement que les Cladocères ont une alimentation continue. Cependant les travaux expérimentaux montrent que l'activité nutritionnelle déduite du rythme de battement des appendices thoraciques et mandibulaires (Mc MAHON et RIGLER 1963, BURNS 1968), ou estimée indirectement par diverses méthodes, varie avec la température et la concentration de nourriture. Les techniques d'étude concernant ce problème ainsi que de nombreux résultats sont présentés dans EDMONSON et WINBERG (1971).

CYCLOMORPHOSES

Les Cladocères et principalement les espèces pélagiques sont connus pour la variabilité spectaculaire de certains caractères morphologiques externes, compliquant parfois la tâche du systématicien.

Dans le lac Tchad, *Daphnia lumholtzi* montre une variation de la taille de l'épine céphalique. Les populations de *D. longispina* sont constituées d'individus de grande taille à gros œil et d'individus plus petits à œil réduit. Chez *Diaphanosoma excisum*, on note la présence de spécimens chez lesquels la tête et la région coxale de l'antenne ont une plus grande taille que chez la forme typique.

Ces variations morphologiques peuvent intéresser les populations de façon relativement permanente. Elles peuvent aussi se produire avec une certaine périodicité, constituant les cyclomorphoses bien connues chez certaines formes des régions tempérées *(Daphnia hyalina, D. galeata)*.

L'interprétation et le déterminisme de ce polymorphisme saisonnier ont fait l'objet de nombreux travaux établissant des corrélations avec des facteurs divers tel le changement saisonnier des conditions de milieu : viscosité, turbulence, lumière, température (BROOKS, 1946, 1947 ; HRBÁČEK, 1959 ; JACOBS, 1961, 1962), la prédation ou la compétition (BROOKS, 1945 ; GREEN, 1967), sans que l'on puisse donner une explication générale du phénomène.

IMPORTANCE DES CLADOCÈRES

L'importance des Cladocères est variable selon les biotopes. Elle peut être très notable, tout particulièrement dans les eaux stagnantes, comme les autres organismes du plancton. Cette importance peut être mesurée par le rôle qu'ils jouent dans la nutrition des poissons : elle est bien connue dans les étangs de pisciculture en Europe (AMOROS, 1973).

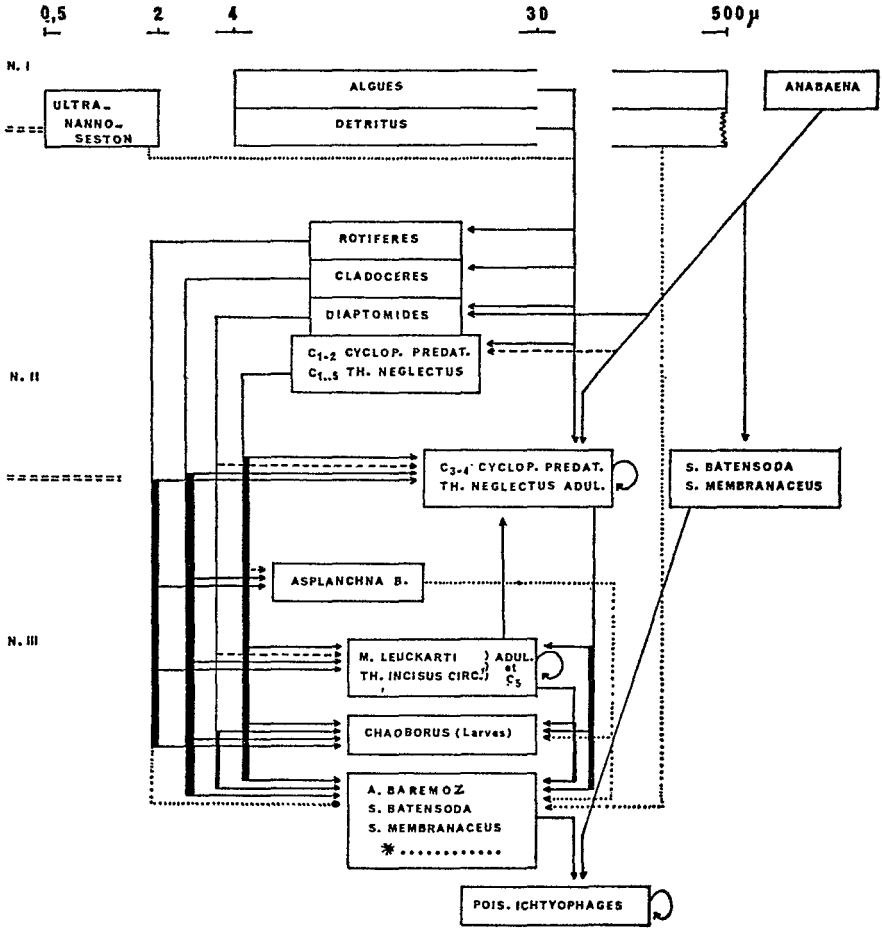


Fig. 55. — Importance et position trophique du zooplancton dans le lac Tchad (les cladocères représentent environ 35 % de la biomasse) (d'après GRAS et *al.*, 1971). *Alestes baremoze; Synodontis batensoda* et *S. membranaceus* sont trois des principales espèces zooplanctophages. (- - - : relations certaines et peu importantes ; . . . : relations probables non démontrées ; *. . . : poissons zooplanctophages de petite taille).

A titre d'exemple africain, la figure 55 schématise le réseau trophique auquel participent les Cladocères dans le lac Tchad (d'après GRAS et *al.*, 1971).

Les poissons zooplanctophages représentent 40 % de l'ichtyomasse dans la région orientale (LAUZANNE, 1972), ce qui témoigne de l'importance du zooplancton en général et des Cladocères en particulier comme source de nourriture.

D'une manière générale les Cladocères représentent rarement une impasse trophique dans un écosystème, leurs prédateurs étant nombreux et divers (poissons à l'état juvénile ou adulte, larves d'insectes *(Chaoborus)*, Cyclopides).

Références bibliographiques

Amoros (C.), 1973. — Évolution des populations de Cladocères et de Copépodes dans trois étangs piscicoles de la Dombes. *Annls limnol.*, 9, 2 : 135-155.

Anderson (B. G.), 1932. — The number of pre-adult instars, growth, and variation in *Daphnia magna*. *Biol. Bull. mar. bio. Lab., Woods Hole*, 63 : 81-98.

Anderson (B. G.), Jenkins (J. C.), 1942. — A time study of the events in the life span of *Daphnia magna*. *Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole*, 83 : 260-272.

Banta (A. M.), 1939. — Studies on the physiology, genetics and evolution of some Cladocera. *Carnegie Inst. Washingt. Paper n° 39, Dept of Genetics* : 284 p.

Bottrell (H. H.), 1975. — The relationship between temperature and duration of egg development in some epiphytic Cladocera and Copepoda from the River Thames, Reading, with a discussion of temperature functions. *Oecologia*, 18 : 63-84.

Bottrell (H. H.), 1975 a. — Generation Time, Length of Life, Instar Duration and Frequency of Moulting, and their relationship to Temperature in eight Species from the river Thames, Reading. *Oecologia*, 19 : 129-140.

Brehm (V.), 1933. — Cladoceren. In « Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chapuis en A.O.F. (1930-1931) ». *Arch. Hydrobiol.*, 26 : 50-90.

Brehm (V.), 1935. — Crustacea. I. Cladocera und Phyllopoda. *Mission scient. Omo*, 2 : 141-166.

Brehm (V.), Kiefer (F.), 1958. — Cladocères, Copépodes et Rotifères du Soudan. *Bull. IFAN*, sér. A, 20, 1 : 95-99.

Brooks (J. L.), 1946. — Cyclomorphosis in Daphnia. I. An analysis of *D. retrocurva* and *D. galeata*. *Ecol. Monogr.*, 16 : 409-447.

Brooks (J. L.), 1947. — Turbulence as an environmental determinant of relative growth in Daphnia. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, 33 : 141-148.

Brooks (J. L.), 1965. — Predation and relative helmet size in cyclomorphic Daphnia *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.*, 53, 1 : 119-126.

Brooks (J. L.), 1966. — Cladocera. In « Freshwater Biology » (2d Ed., Edmondson W. T.) : 587-656.

Burns (C. W.), 1968. — Direct observation of mecanisms regulating feeding behavior of Daphnia in lakewater. *Internat. Revue Ges. Hydrobiol.*, 53, 1 : 83-100.

Coker (R. E.), Hayes (W. J. Jr), 1940. — Biological observations in Mountain Lake, Virginia. *Ecology*, 21 : 192-198.

Daday (E.), 1910. — Untersuchungen über die Süsswasser-Mikrofauna Deutsch-Ost-Afrikas : Cladocera. *Zoologica*, 23, 59 : 120-158.

Daday (E.), 1910 a. — Ergebnisse der mit Subvention aus der Erbschaft Treitl unternommenen zoologischen Forschungreise Dr F. Werners nach aegyptischen Sudan und Nord Uganda. 15. Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des Nils. *Sitzb. bayer. Akad. Wiss.*, 119, 1 : 537-589.

Dejoux (C.), Saint-Jean (L.), 1972. — Étude des communautés d'invertébrés d'herbiers du lac Tchad : recherches préliminaires. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 6, 1 : 67-83.

DEXTER (R. W.), 1966. — Anostraca. In « Freshwater Biology » (2d Ed. Edmondson W. T.) 558-571.

EDMONDSON (W. T.), WINBERG (G. G.), 1971. — A manual on methods for the assesment of secondary productivity in freshwaters. I. B. P. Handbook, n° 17, *Ed. Blackwell scientific publications*, Oxford : 358 p.

EKMAN (S.), 1903. — Cladoceren und freilebende Copepoden aus Aegypten und dem Sudan. *In Results of the Swed. Zool. Exped. to Egypt and White Nile.* Upsala 1, 26 : 1-18.

FRANK (P. W.), BOLL (C. D.), KELLY (R. W.), 1957. — Vital statistics of laboratory cultures of *Daphnia puplex* de Geer as related to density. *Physiol. zool.*, 30 : 287-305.

FLÖSSNER (D.), 1972. — Krebstiere, Crustacea. Kiemen und Blattfüsser, Branchiopoda Fischläuse, Branchiura. *Die Tierwelt Deutschlands*, 60 : 501 p.

FREY (D. G.), 1959. — The taxonomic and phylogenetic significance of the head pores of the Chydoridae (Cladocera). *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 48, 3 : 513-522.

FREY (D. G.), 1962. — Supplement to : the taxonomic and phylogenetic significance of the head pores of the Chydoridae. *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 47, 4 : 603-609.

FRYER (G.), 1963. — The functional morphology and feeding mechanism of the Chydorid Cladoceran *Eurycercus lamellatus*. *Trans. roy. soc. Edimburg.* 65, 14 : 335-381.

FRYER (G.), 1968. — Evolution and adaptativ radiation in the Chydoridae (Crustacea : Cladocera) : a study in comparative functional morphology and ecology. *Philos. Trans. roy. Soc. London*, ser. B, 795 : 221-385.

GAUTHIER (H.), 1939. — Contribution à l'étude de la faune dulçaquicole de la région du Tchad et particulièrement des Branchiopodes et des Ostracodes. *Bull. I.F.A.N.*, 11 : 110-244.

GAUTHIER (H.), 1951. — Contribution à l'étude de la faune des eaux douces du Sénégal (Entomostracés). Alger, 169 p.

GOULDEN (C. E.), 1968. — The systematics and evolution of the Moinidae. *Trans. amer. philos. Soc.*, 58, 6 : 98 p.

GOULDEN (C. E.), FREY (D. G.), 1963. — The occurence and significance of lateral head pores in the genus *Bosmina* (Cladocera). *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol.* 48, 3 : 513-522.

GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1976. — Durée du développement embryonnaire chez quelques espèces de Cladocères et de Copépodes du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 10, 4 : 233-254.

GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1978. — Durée et caractéristiques du développement juvénile de quelques Cladocères du Lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol*, vol. XII, n° 2 : 119-136.

GRAS (R.), ILTIS (A.), SAINT-JEAN (L.), 1972. — Biologie des Crustacés du lac Tchad. II. Régime alimentaire des Entomostracés planctoniques. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 5, 3/4 : 285-296.

GREEN (J.), 1954. — Size and reproduction in *Daphnia magna*. *Proc. Zool. Soc., London*, 124 : 535-545.

GREEN (J.), 1956. — Growth, size and reproduction in *Daphnia* (Crustacea : Cladocera). *Proc. Zool. Soc., London*, 126 : 173-204.

GREEN (J.), 1967. — The distribution and variation of *Daphnia lumholtzi* (Crustacea : Cladocera) in relation to fish predation in Lake Albert, East Africa. *J. Zool. Lond.*, 151 : 181-197.

GUERNE (J.), RICHARD (J.), 1892. — Cladocères et Copépodes d'eau douce des environs de Rufisque. *Mém. Soc. zool. Fr.*, 5 : 526-538.

GURNEY (R.), 1911. — On some freshwater Entomostraca from Egypt and the Sudan. *Ann. Mag. nat. Hist.*, sér. 8, 7 : 25-33.

HALL (D. J.), 1964. — An experimental approach to the dynamics of a natural population of *Daphnia galeata mendotae*. *Ecology*, 45, 1 : 94-112.

HALL (D. J.), COOPER (W. E.), WERNER (E. E.), 1970. — An experimental approach to the production dynamics and structure of freshwater animals communities. *Limnol. Oceanogr.*, 15, 6 : 839-928.

HRBACEK (J.), 1959. — Circulation of water as a main factor influencing the development of helmets in *Daphnia cucullata* Sars. *Hydrobiologia*, 13, 1/2 : 170-185.

HRBACHKOVA-ESSLOVA (M.), 1963. — The development of three species of *Daphnia* in the surface water of the Slapy Reservoir. *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 48, 2 : 325-333.

HRBACHKOVA-ESSLOVA (M.), 1971. — The size distribution of neonates and growth in *Daphnia hyalina* Leydig from Lake Maggiore under laboratory conditions. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.*, 27 : 357-367.

HUTCHINSON (G. E.), 1967. — A treatise on limnology. Vol. II *Ed. John Wiley and Sons, Inc. New York*, 115 p.

INGLE (L.), WOOD (T. R.), BANTA (A. M.), 1937. — A study of the longevity, growth reproduction and heart rate in *Daphnia longispina* as influenced by limitations in quantity of food. *J. exp. Zool.*, 76 : 325-352.

JACOBS (J.), 1961. — Cyclomorphosis in *Daphnia galeata mendotae* Birge, a case of an environmentaly controled allometry. *Arch. Hydrobiol.*, 58, 1 : 7-71.

JACOBS (J.), 1962. — Light and turbulence as co-determinants of relative growth rate in cyclomorphic *Daphnia*. *Internat. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 47, 1 : 146-156.

JENKIN (P. M.), 1934. — Reports of the Percy Sladen Expedition to some Rift Valley Lakes in Kenya in 1929. Cladocera from the Rift Valley Lakes in Kenya. *Ann. Mag. nat. Hist.*, sér. 10, 13 : 137-160.

LAUZANNE (L.), 1972. — Régime alimentaire des principales espèces de poissons de l'archipel oriental du lac Tchad. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 18 : 636-646.

LINDER (F.), 1966. — Notostraca. In « Freshwater Biology » (2d Ed. Edmondson W. T.) : 572-576.

MARSHALL (J. S.), 1962. — The effect of continuous Gamma radiations on the intrinsic rate of natural increase of *Daphnia pulex*. *Ecology*, 43, 4 : 598-607.

MATTOX (N. T.), 1966. — Conchostraca. In « Freshwater Biology » (2d Ed. Edmondson W. T.) : 577-586.

MCMAHON (J. W.), RIGLER (F. H.), 1963. — Mechanisms regulating the feeding rate of *Daphnia magna* Straus. *Can. J. Zool.*, 41 : 321-332.

PROSZYNSKA (M.), 1967. — Bibliography of Cladocera and Copepodea of african inland Waters. *Ghana J. Science*, 7, 1/2 : 37-49.

REY (J.), SAINT-JEAN (L.), 1968. — Les Cladocères (Crustacés ; Branchiopodes) du Tchad. Première note. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 2, 3/4 : 79-118.

REY (J.), SAINT-JEAN (L.), 1969. — Les Cladocères (Crustacés ; Branchiopodes) du Tchad. Deuxième note. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 3, 3/4 : 21-42.

RICHARD (J.), 1892. — *Grimaldina brazzai, Guernella raphaelis, Moinodaphnia mocquerysi,* Cladocères nouveaux du Congo. *Mém. Soc. Zool. Fr.,* 5 : 213-226.

SARS (G. O.), 1887. — On *Cyclestheria hislopi* (Baird) a new generic type of bivalve Phyllopoda. *Christ. Vidensk. Selsk. Forh.,* 1 : 1-65.

SARS (G. O.), 1895. — On some South African Entomostraca raised from dried mud. *Vidensk. Selsk. Skrift., Christiania,* 8 : 1-56.

SARS (G. O.), 1916. — The freshwater Entomostraca of Cape Province. Part I. Cladocera. *Ann. S. Afr. Mus.,* 15, 4 : 303-351.

SMIRNOV (N. N.), 1966 a. — The taxonomic significance of the trunc limbs of the Chydoridae (Cladocera). *Hydrobiologia.,* 27 : 337-343.

SMIRNOV (N. N.), 1966 b. — Morphology of Chydoridae and their distribution. *Verh. internat. Verein. Limnol.,* 16, 3 : 1673-1676.

SMIRNOV (N. N.), 1968. — On comparative functional morphology of limbs of Chydoridae (Cladocera). *Crustaceana,* 14 : 76-96.

ZAFFAGNINI (F.), 1964. — Osservazioni comparative sull'accrescimento e la riproduzione in tre specie di Cladoceri. *Mem. Ist. ital. Idrobiol.,* 17 : 103-114.

Copépodes 12

BERNARD H. DUSSART

Malgré leur petite taille, variant suivant les espèces entre 0,3 et 8 mm, les Copépodes n'en sont pas moins des crustacés à l'allure de petites crevettes.

Leur corps est fusiforme et constitué de trois parties plus ou moins distinctes :

1. Une partie antérieure constituée de 6 segments soudés qui constituent un Céphalosome. Les appendices de cet ensemble sont transformés en organes natatoires préhensiles ou masticateurs.

On y distingue, outre un rostre antérieur (R) et un labre (La) corné, une paire de mandibules (Md) le plus souvent munies de palpes terminées par des soies fonctionnelles ; une paire de maxillules (Mxl) et de maxilles (Mx) et une paire de maxillipèdes (Mxp), dont le rôle est de diriger la nourriture vers l'ouverture buccale. En avant du labre sont insérées les antennules (A1) et les antennes (A2), celles-ci plus petites (fig. 1) et entre les antennules se situe l'œil nauplien caractéristique des Copépodes (d'où le nom de *Cyclops* de certains d'entre eux) et visible dorsalement.

2. Une partie médiane ou thorax, fondamentalement constituée de 5 segments tous porteurs d'une paire d'appendices natatoires ou préhensiles. Le premier de ces segments est souvent soudé au Céphalosome ; on appelle alors celui-ci céphalothorax (Cyclopoides, par exemple).

Chaque appendice est formé à sa base de deux articles : le coxa et le basis. Celui-ci porte deux épipodites : un exopodite (Exp) et un endopodite (Enp). Chez beaucoup d'espèces, ces épipodites ont trois articles. Le cinquième segment thoracique est souvent relativement réduit (Cyclopoïdes) et soudé au quatrième (Calanoïdes). La cinquième paire de pattes est elle-même très réduite voire atrophiée ou partiellement soudée au segment qui la porte. Les deux pattes d'une même paire sont reliées entre elles par une lame ou précoxa, souvent ornementée.

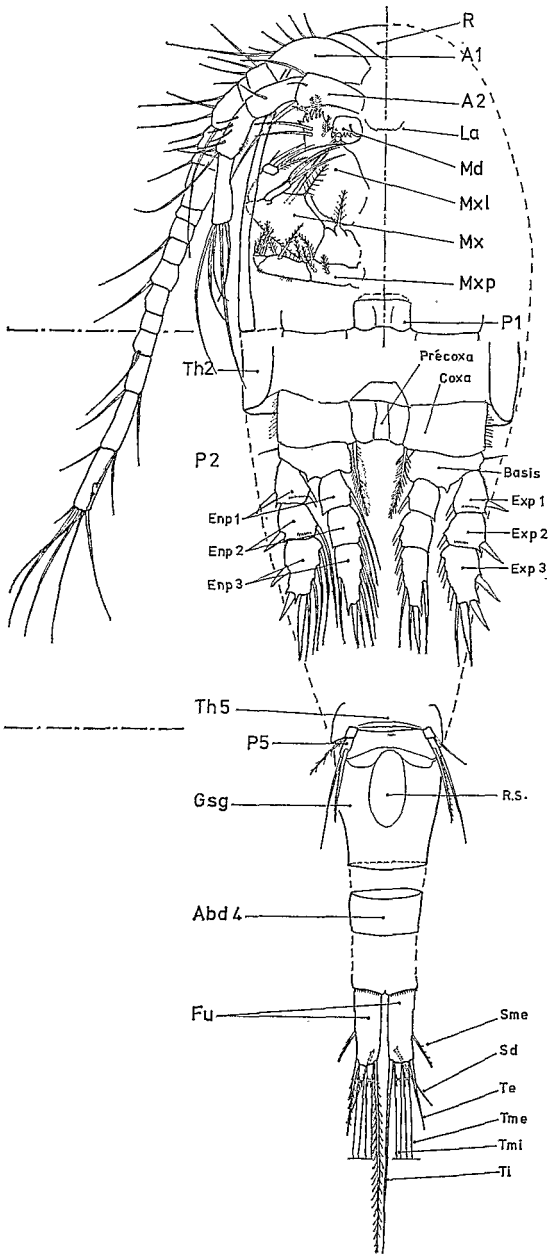


Fig. 1. — Schéma général d'un copépode. A1 : antennule; A2 : antenne; Abd4 : segment abdominal 4; Enp : endopodite; Exp exopodite ; Fu : Furca ; Gsg : segment génital ; La : labre ; Md : mandibule ; Mx : maxille ; Mxl : maxillule ; Mxp : maxillipède ; P1 à P5 : première à cinquième patte thoracique ; R : rostre ; R.S. : réceptacle séminal ; Sd : soie dorsale ; Sme : soie marginale externe de la furca ; Te : soie terminale externe de la furca ; Th : thorax ; Th1 à Th5 : premier à cinquième segment thoracique ; Ti : soie terminale interne de la furca ; Tme : soie terminale médiane externe de la furca ; Tmi : soie terminale médiane interne de la furca.

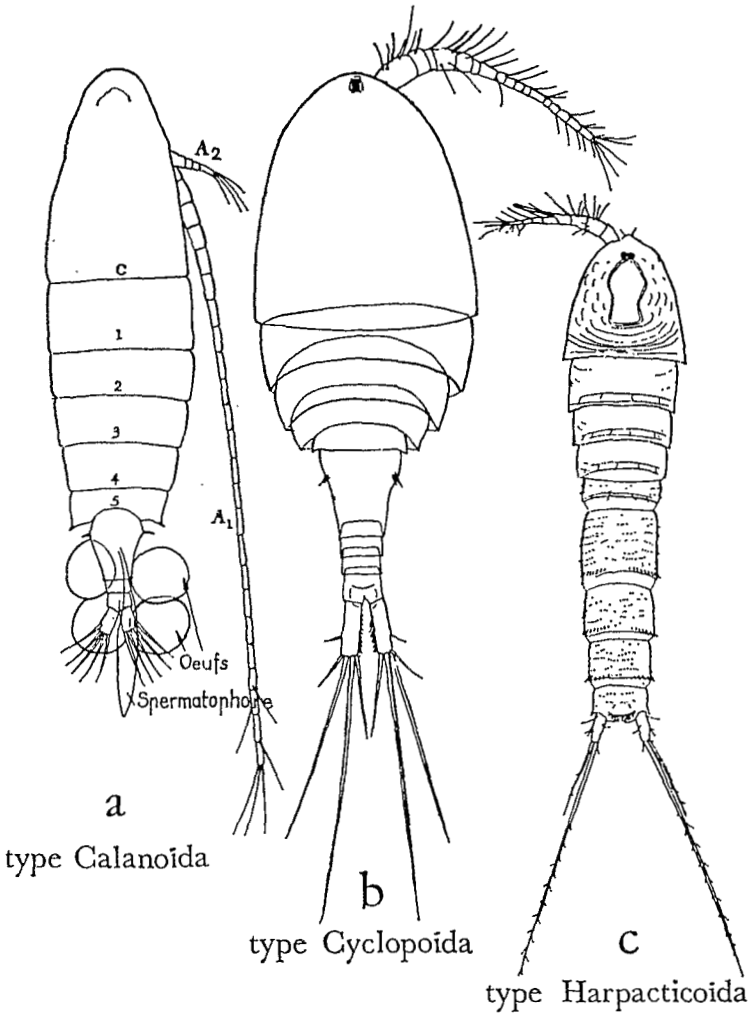


Fig. 2. — Les trois types de Copépodes d'eaux continentales (d'après DUSSART, 1967).

3. Une partie postérieure ou abdomen, composée de deux segments le plus souvent soudés en un segment génital, de deux autres segments dépourvus d'appendices et un segment anal sur lequel est inséré postérieurement les deux branches du telson constituant une furca (Fu) agrémentée de soies caractéristiques. Le premier segment abdominal est parfois orné de soies plus ou moins spiniformes latérales représentant le vestige d'appendices réduits. Le segment génital contient un réceptacle séminal (R.S.) visible ventralement et souvent de forme caractéristique (fig. 1).

Suivant la forme du corps, et les particularités des segments et des appendices, trois types de Copépodes sont reconnaissables dans la faune aquatique libre d'eau douce (fig. 2) :

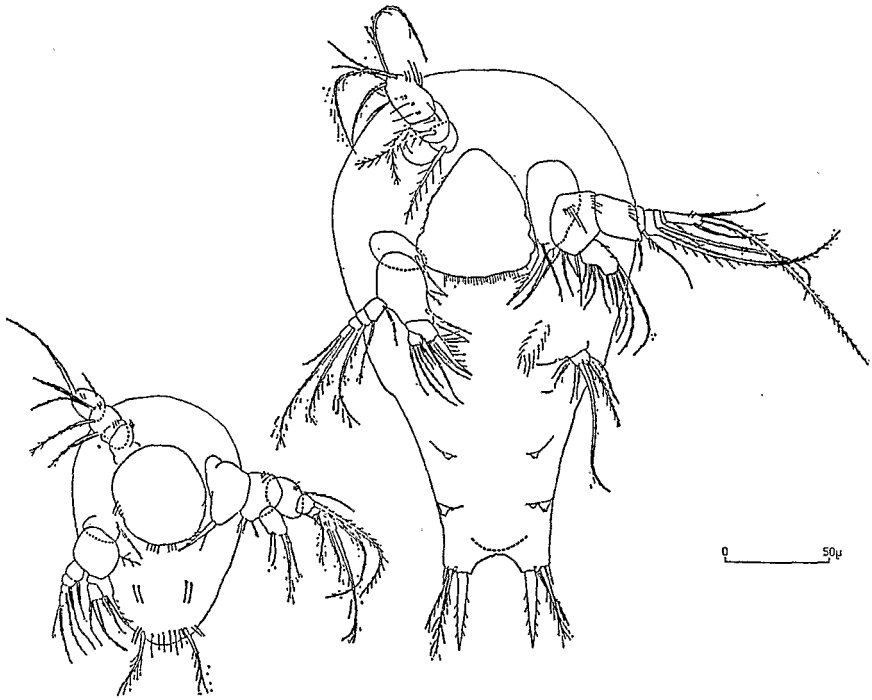


Fig. 3. — *Eucyclops serrulatus* : nauplius 1 et nauplius 6 en vues ventrales à la même échelle (d'après LESCHER-MOUTOUE, 1974).

— le type *calanoïda*, correspondant à des êtres le plus souvent planctoniques ;

— le type *cyclopoïda*, correspondant à des animaux soit planctoniques soit benthiques ;

— le type *harpacticoïda*, benthique et colonisant la plupart des milieux humides voire les litières, terreaux, etc.

Une des difficultés de la détermination des Copépodes est leur dimorphisme sexuel et la variation importante de leur morphologie au cours de leur croissance.

Chez les *Calanoïda*, les mâles adultes se reconnaissent à leur antennule *droite* « géniculée », entre le 18e et le 19e article. Les femelles adultes portent souvent au niveau de leur abdomen un sac d'œufs.

Chez les *Cyclopoïda* ,les mâles ont leurs deux antennules géniculées et les femelles portent deux sacs d'œufs.

Chez les *Harpacticoïda* enfin, les antennules sont également transformées chez les mâles tandis que les femelles ne portent qu'un sac dans lequel d'ailleurs le nombre d'œufs est souvent réduit, à moins qu'elles pondent directement leurs œufs un à un dans le milieu.

Dans une récolte de microfaune, ce qui frappe souvent l'observateur c'est la présence de Copépodes ou d'organismes leur ressemblant et non déterminables : ce sont des stades jeunes. Des œufs pondus éclosent en effet des nauplies (fig. 3) qui, par métamorphoses successives (5), donnent naissance à des larves copépoditiques ressemblant aux adultes mais comprenant moins de segments. Il y a également 5 métamorphoses avant d'atteindre le stade adulte si bien que, souvent, la récolte est riche en individus non déterminables. Seuls peuvent être déterminés les mâles et les femelles adultes (voir ci-dessus).

Parmi les critères de détermination, outre la forme générale, taille, longueurs relatives des segments et des soies furcales, la forme et l'armature des pattes thoraciques sont importantes. Une dissection sommaire est le plus souvent utile pour observer celles-ci.

La cinquième paire de pattes, chez les Calanoïda et chez les Cyclopoïda, est particulièrement importante. Elle est asymétrique chez les mâles des premiers et symétrique dans les autres groupes.

Méthodes de récolte et d'étude

La récolte s'effectue classiquement au filet à plancton.

Pour déterminer les Copépodes, il est très utile de les tuer et de les conserver dans de l'eau formolée à 5 %. Avant leur étude, il suffit de les laisser quelques jours dans l'alcool à 70° puis, au moment de l'observation, de les transférer à la pince fine (type brucelle Dumont d'horloger) dans un verre de montre contenant de l'alcool glycériné à 10 %. L'alcool s'évapore (en une nuit environ) ; les animaux sont alors dans la glycérine et peuvent y rester tout le temps de leur étude. La dissection s'en trouve facilitée et les préparations, lutées au baume liquide, se conservent indéfiniment. Il suffit alors de les étiqueter correctement et les conserver à plat.

NOTE IMPORTANTE

Avant toute dissection de Copépode, il convient de procéder aux observations et mensurations suivantes, sur animaux non comprimés :

1 — pour les Calanoïda :

— Longueur de l'animal ;

— Longueur relative de l'antennule par rapport au céphalothorax ou à l'abdomen ;

— Le nombre d'œufs par sac ovigère ;

— L'ornementation latérale des segments de l'abdomen et en particulier du segment génital.

2 — pour les Cyclopoïda : et particulièrement pour le genre *Cyclops* :

— Longueur de l'animal, du céphalothorax et de l'abdomen ;

— Longueur totale du céphalothorax ;

— Longueur de l'antennule et longueur relative de cette antennule par rapport aux premier et deuxième segments du céphalothorax ;

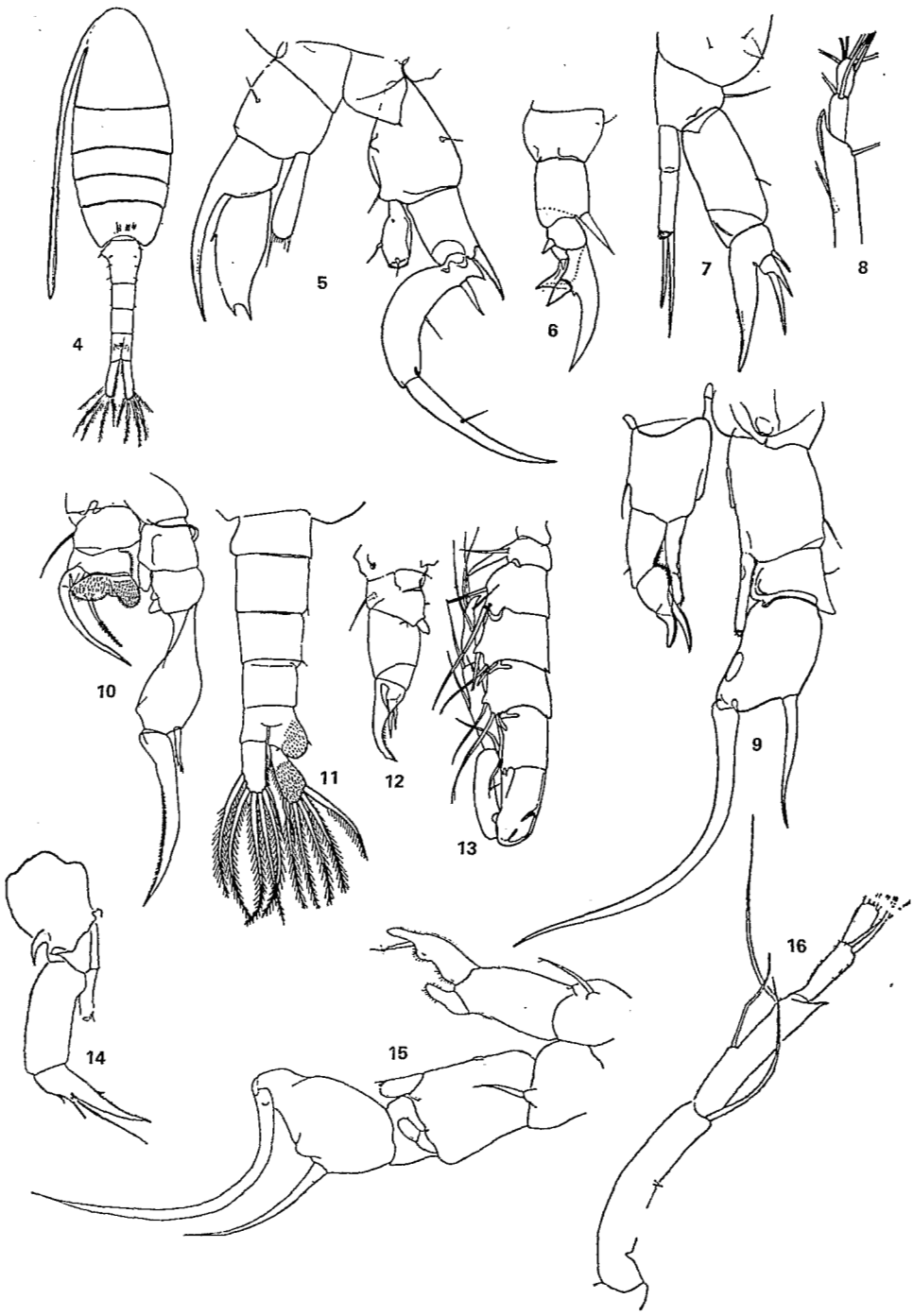


PLANCHE I. — Calanoïda. **4** à **6** : *Calanipeda aqua-dulcis*, **4** : ♀, **5** : P5 ♂, **6** : P5 ♀ (d'après DUSSART, 1967) ; **7** à **9** : *Diaptomus cyaneus*, **7** : P5 ♀, **8** : extrémité de l'A1 ♂, **9** : P5 ♂ (d'après DUSSART, 1967) ; **10** à **13** : *Neolovenula alluaudi*, **10** : P5 ♂, **11** : Abd ♂, **12** : P5 ♀, **13** : A1 ♂ (d'après DUSSART, 1967) ; **14** à **16** : *Thermodiaptomus galebi*, **14** : P5 ♀, **15** : P5 ♂, **16** : extrémité de l'A1 ♂ (d'après GRAS et DUSSART, 1966).

— Longueur et largeur des premier, deuxième, troisième, quatrième et cinquième segments thoraciques, ainsi que leur forme, surtout latéralement ;

— Noter le position des sacs ovigères et le nombre d'œufs par sac.

3 — *pour les Harpacticoïda :*

— Longueur de l'animal ;

— Forme du rostre ;

— Présence ou non de disques (organe nucal) sur le céphalothorax, dorsalement ou latéralement ;

— Ornementation des bords postérieurs des segments thoraciques ;

— Nombre d'œufs par sac ovigère et position du sac (ou des sacs).

PRÉPARATION

Pour exécuter des préparations, une méthode extrêmement simple (KIEFER, 1960), consiste à procéder à dissection dans la glycérine. On sépare tous les appendices et on les range dans l'ordre et circulairement dans une goutte de glycérine ni trop grande ni trop petite ; on isole l'abdomen dans une deuxième goutte mise sur la même lame ou sur une autre, afin de le monter à part et on recouvre d'une lamelle chacune des deux gouttes en prenant soin de disposer des cales aux quatre coins en utilisant pour cela de la pâte à modeler scolaire : il suffit de gratter une noisette de pâte à modeler ramolie à la chaleur de la main successivement avec les quatre coins de la lamelle. Par pression régulière des quatre cales, on écrase délicatement la préparation, assez fortement pour les appendices, mais en ayant soin de protéger la forme normale de l'abdomen dans l'autre cas. On lutera alors les préparations avec du baume de Canada légèrement dilué dans du xylène pour le rendre plus fluide quoiqu'encore sirupeux, en utilisant pour cela un petit pinceau. La diffusion du produit entre lame et lamelle est rapide et avec un peu d'habitude il est possible d'éviter toute inclusion d'air.

Après quelques jours, le lut est sec superficiellement et la préparation peut être rangée, à plat de préférence (surtout au début). Ce procédé est extrêmement rapide (quelques minutes pour une préparation définitive) et donne entière satisfaction ; les préparations restent identiques à elles-mêmes pendant des années.

SYSTÉMATIQUE

Les trois types de copépodes décrits ci-dessus correspondent aux trois ordres largement représentés dans les eaux du monde entier et notamment en Afrique soudanienne.

— *Calanoïda* (planches I et II)

Deux familles sont bien représentées dans la région considérée : celle des Pseudodiaptomidae qui comporte les genres *Calanipeda* et *Pseudodiaptomus*, surtout abondantes en Afrique du Sud ; et celle des Diaptomidae

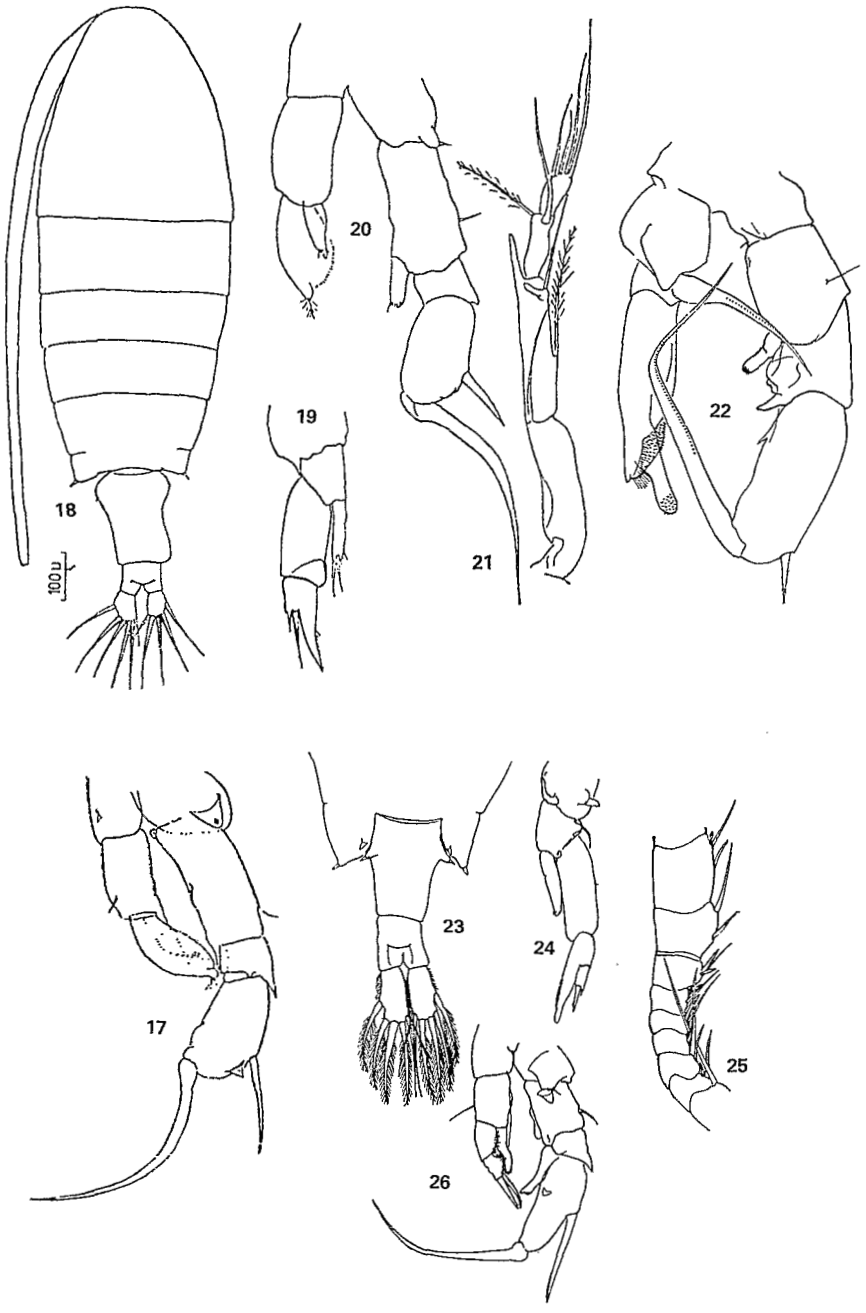


PLANCHE II. — Calanoïda. **17** : *Tropodiaptomus lateralis*, P5 ♂ (d'après KIEFER, 1933) ; **18** à **21** : *Tropodiaptomus incognitus*, **18** : ♀, **19** : P5 ♀, **20** : P5 ♂, **21** : extrémité de l'A1 ♂ (d'après GRAS et DUSSART, 1966) ; **22** : *Metadiaptomus mauretanicus*, P5 ♂ (d'après DUSSART, 1968) ; **23** à **26** : *Arctodiaptomus brevirostris*, **23** : Abd ♀, **24** : P5 ♀, **25** : 1 ♂, **26** : P5 ♂ (d'après DUSSART, 1974).

dont les deux sous-familles : Paradiaptominae et Diaptominae ont d'assez nombreux représentants en zone tropicale. La première sous-famille comprend trois genres ayant tous des espèces africaines : *Lovenula*, *Paradiaptomus* et *Metadiaptomus* tandis que la seconde est surtout constituée dans la zone soudanienne des genres *Tropodiaptomus* et *Thermodiaptomus*, bien que les genres *Arctodiaptomus*, *Diaptomus* et *Mixodiaptomus* y figurent également en bordure.

L'ensemble de ces genres représente 26 espèces dont les trois plus largement répandues ici sont : *Metadiaptomus mauretanicus*, *Thermodiaptomus galebi* et *Tropodiaptomus processifer*.

— *Cyclopoïda* (planches III, IV, V, VI, VII)

C'est le groupe le plus diversifié en eaux tropicales. On y compte, en zone soudanienne, 17 genres et 70 espèces ou sous-espèces dont 19 largement réparties dans toute cette zone.

Certaines de ces espèces sont cosmopolites ou très largement distribuées dans le monde, telles *Eucyclops serrulatus*, *Macrocyclops albidus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Microcyclops varicans*, *Thermocyclops crassus*, *Tropocyclops prasinus* ; d'autres sont propres à l'Afrique tropicale : *Afrocyclops gibsoni*, *Thermocyclops neglectus*.

— *Harpacticoïda* (planches VIII et IX)

Très mal connus dans la zone considérée, la seule espèce largement répartie est *Elaphoidella grandidieri*.

Les Harpacticoïdes, par leur taille et leur écologie assez particulière, réclament une certaine attention de la part des récolteurs. Tout un champ d'investigation reste ouvert aux faunisticiens dans la connaissance de ce groupe systématiquement très intéressant. On ne connaît à l'heure actuelle que 12 genres et 26 espèces et sous-espèces en zone soudanienne et des territoires entiers n'ont jamais été prospectés ou trop peu pour que les quelques trouvailles épisodiques aient une signification. Les trois genres *Echinocamptus*, *Parastenocaris* et *Elaphoidelle* sont les seuls à réunir plus de deux espèces connues en Afrique intertropicale.

Les principaux genres de ces trois groupes sont caractérisés dans les clés qui suivent.

Clé des genres de Calanoïda

Famille des Diaptomidae

1. Article terminal de l'exopodite de P1 avec deux épines externes ; partie terminale de l'antennule géniculée mâle comprenant trois articles..... Paradiaptominae 2

— Article terminal de l'expodite de P1 avec une seule épine externe ; partie terminale de l'antennule géniculée mâle comprenant 4 articles..... *Diaptominae* 4

2. Exopodite de la P5 gauche du mâle muni d'un croc terminal plus ou moins recourbé ; P5 femelle caractéristique..... genre *Lovenula* (fig. 10 à 13)

— Exopodite de la P5 gauche du mâle sans croc terminal recourbé..... 3

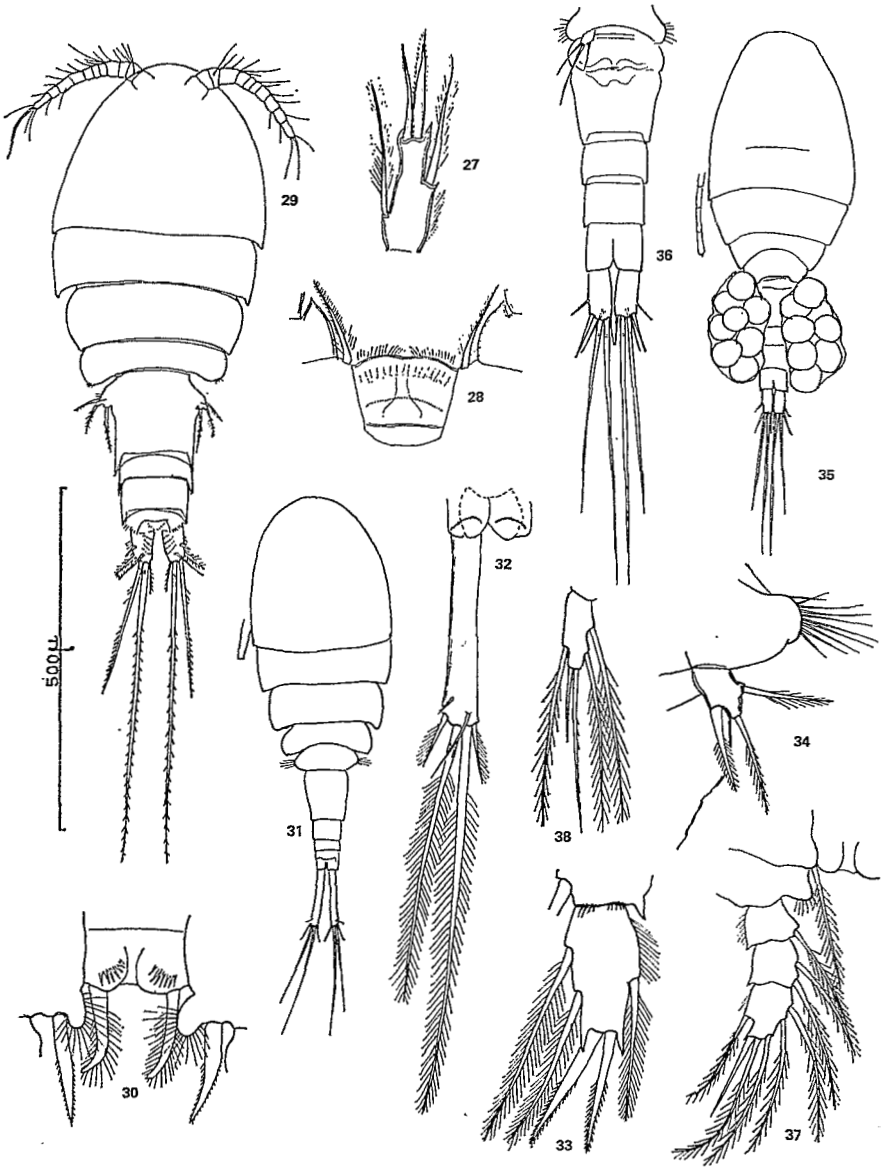


PLANCHE III. — Cyclopoïda. — **27** et **28** : *Macrocyclops albidus oligolasius*, **27** : Endopodite 3 de P4, **28** : lame précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1934) ; **29** et **30** : *Ectocyclops phaleratus rubescens*, **29** : ♀, **30** : lame précoxale de P1 (d'après DUSSART, 1974) ; **31** à **34** : *Afrocyclops gibsoni*, **31** : ♀, **32** : furca ♀, **33** : Endopodite 3 de P4, **34** : P5 ♀ (lac Tchad) ; **35** à **38** : *Tropocyclops confinis*, **35** : ♀, **36** : Abd ♀, **37** : P1, **38** : Endopodite 3 de P4 (d'après DUSSART, 1974).

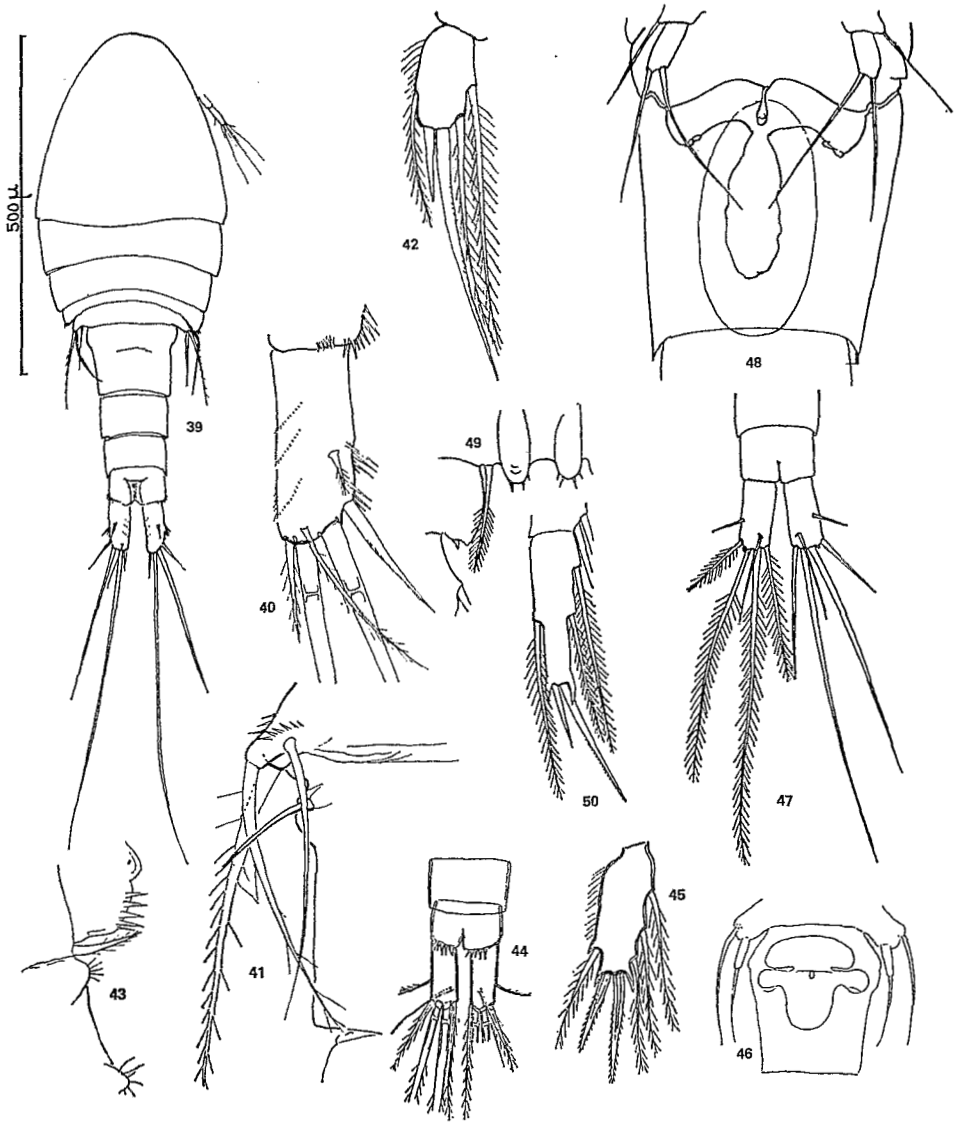


PLANCHE IV. — Cyclopoïda. **39** à **43** : *Ectocyclops hirsutus*, **39** : ♀, **40** : furca ♀, **41** : P5 ♀ vue dorsale, **42** : Endopodite 3 de P4, **43** : coxa de P4 (d'après DUSSART, 1974) ; **44** à **46** : *Microcyclops davidi*, **44** : furca ♀, **45** : endopodite 2 de P4, **46** : P5 et segment génital (d'après KIEFER, 1928) ; **47** à **50** : *Thermocyclops neglectus*, **47** : furca ♀, **48** : P5 et segment génital, **49** : coxa et lame précoxale de P4, **50** : endopodite 3 de P4 (lac Volta, orig.).

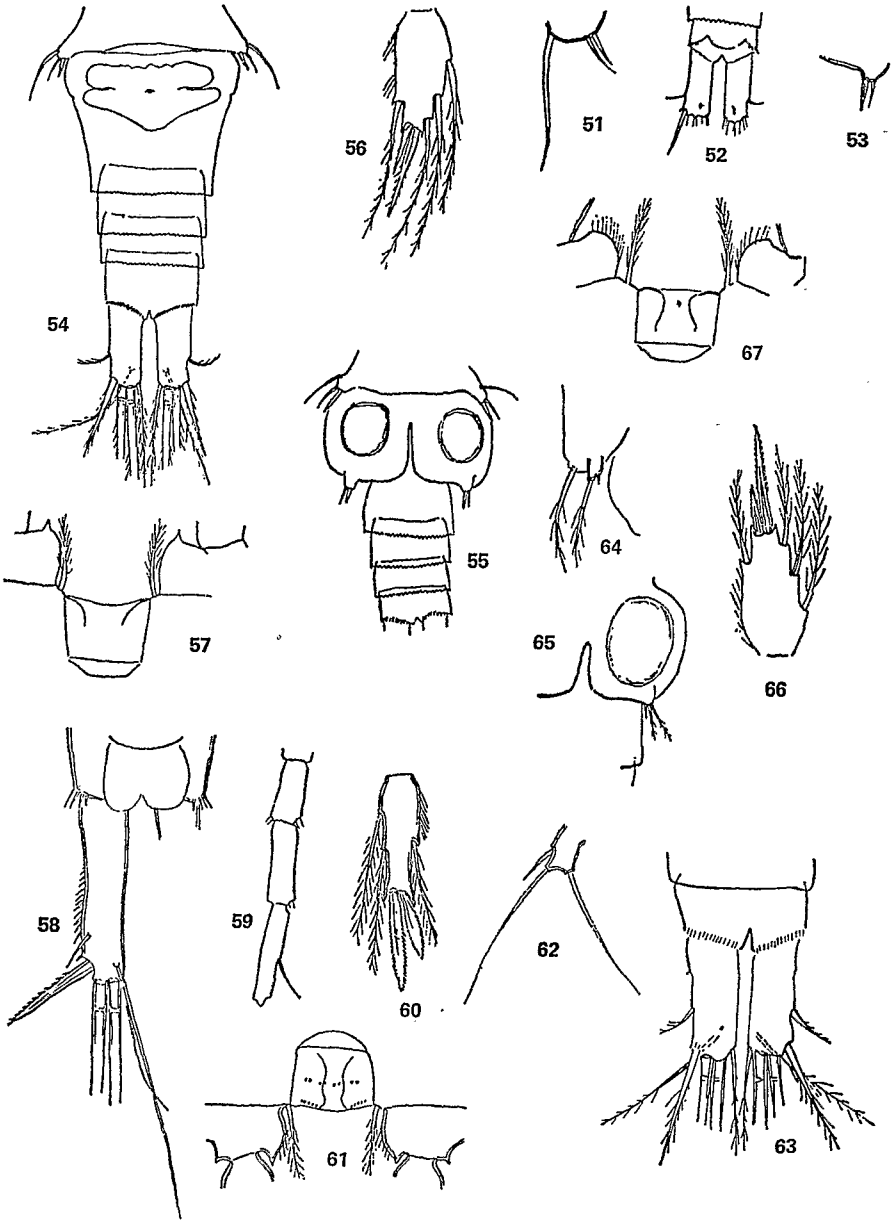


PLANCHE V. — Cyclopoïda. **51** à **57** : *Allocyclops chappuisi*, **51** : P5 ♀, **52** : furca en vue dorsale, **53** : P6 ♂, **54** : Abd ♀, **55** : Abd ♂, **56** : endopodite 2 de P4, **57** : coxa et lame précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1933) ; **58** à **62** : *Eucyclops euacanthus*, **58** : furca, **59** : extrémité de l'A1, **60** : endopodite 3 de P4, **61** : coxa et lamelle précoxale de P4, **62** : P5 ♀ (d'après KIEFER, 1928) ; **63** à **67** : *Metacyclops tropicus*, **63** : furca ♀, **64** P5: ♀, **65** : P6 ♂, **66** : endopodite 2 de P4, **67** : coxa et lamelle précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1933).

3. Basis de la P5 droite du mâle non bombé intérieurement ; exopodite de la P5 gauche caractéristique..... genre *Paradiaptomus*

— Basis de la P5 droite du mâle fortement bombé intérieurement ; exopodite de la P5 gauche caractéristique..... genre *Metadiaptomus* (fig. 22)

4. Endopodite des P5 femelles avec à l'extrémité deux soies plus ou loins longues.... 5

— Endopodite des P5 femelles avec seulement quelques poils ou spinules à l'extrémité..... 6

5. Exopodite de la P5 gauche du mâle avec le bord interne muni de quelques fines soies et spinules terminales et latéralement armé en dents de scie..... ..... genre *Tropodiaptomus* (fig. 17 à 21)

— Exopodite de la P5 gauche du mâle avec le bord interne composé d'un coussinet poilu et à l'extrémité en prolongement denticuliforme plus ou moins allongé et une soie spiniforme de même type..... genre *Diaptomus* (fig. 7 à 9)

6. Expodite de la P5 gauche du mâle terminé par un prolongement et une soie spiniformes très allongés ; endopodite de la P5 femelle long et pointu à l'extrémité..... genre *Arctodiaptomus* (fig. 23 à 26)

— Exopodite de la P5 gauche du mâle différent..... 7

7. Cet exopodite avec une soie spiniforme courte et frangée intérieurement et un prolongement globuleux..... genre *Mixodiaptomus*

— Cet exopodite avec une soie longue et droite insérée pratiquement sur le prolongement digitiforme de l'article..... genre *Thermodiaptomus* (fig. 14 à 16)

Clé des genres de Cyclopoïda

Famille des Cyclopidae

1. P5 à article terminal portant quatre soies ou épines..... 2

— P5 munie de trois soies ou épines à son article terminal..... 3 ..... (sous-famille des Eucyclopinae)

— P5 munie de une ou deux soies ou épines..... 7 ..... (sous-famille des Cyclopinae)

2. P5 biarticulée..... genre *Halicyclops* (fig. 79, 80)

— P5 triarticulée..... genre *Neocyclops* (fig. 81 à 86)

3. P5 à 2 articles, le dernier avec deux épines et une soie..... genre *Macrocyclops* (fig. 27, 28)

— P5 à un seul article..... 4

4. A1 de douze articles ; P5 avec une épine large, lancéolée et deux soies inégales.... 5

— P5 en forme de petite plaque munie de deux soies apicales similaires et d'une épine lancéolée ; Fu avec une courte série de spinules plus ou moins transversales.. ..... genre *Paracyclops*

— P5 atrophiée, les trois soies spiniformes inégales directement insérées sur le segment ; Fu avec plusieurs séries de spinules..... genre *Ectocyclops* (fig. 29, 30 et 39 à 43)

5. Réceptacle séminal sans corne ; Fu quatre à huit fois plus longue que large..... 6

— Réceptacle séminal avec deux prolongements latéro-antérieurs en forme de

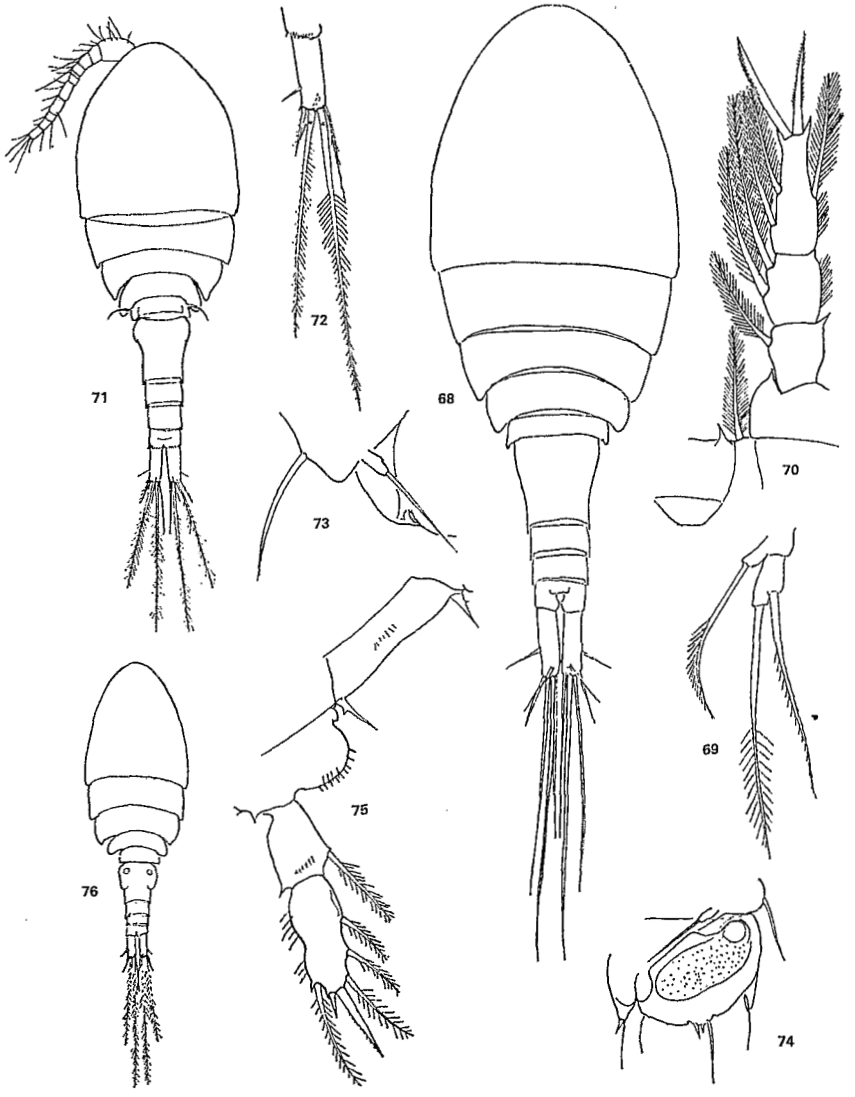


PLANCHE VI. — Cyclopoïda. **68** à **70** : *Mesocyclops leuckarti aequatorialis*, **68** : ♀, **69** ' P5, **70** : endopodite de P4 (Ethiopie, orig.) ; **71** à **76** : *Cryptocyclops linjanticus*, **71** : ♀, **72** : furca ♀, **73** : P5 ♀, **74** : P5 et P6 ♂, **75** : P4, **76** : ♂ (Zululand, orig.).

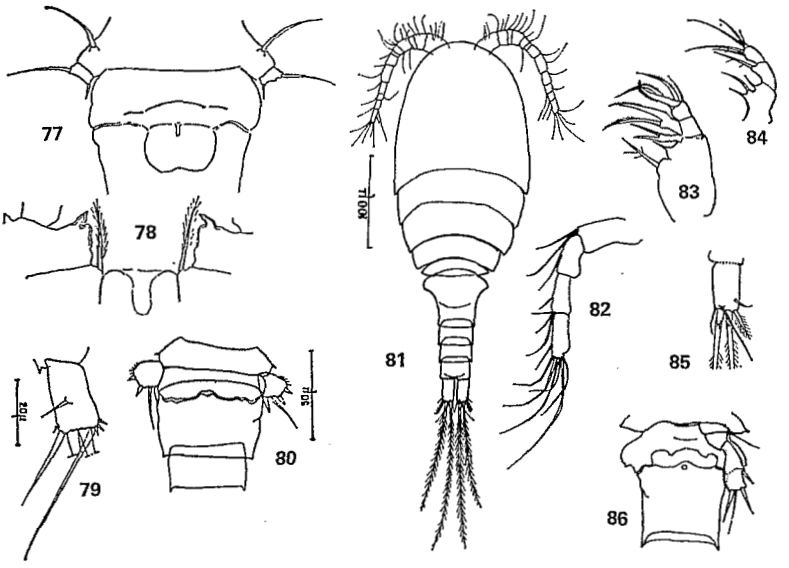


PLANCHE VII. — Cyclopoida. **77** et **78** : *Apocyclops dengizicus*, **77** : P5 et segment génital ♀, **78** : coxa et lamelle précoxale de P4 (d'après KIEFER, 1967) ; **79** et **80** : *Halicyclops gauldi*, **79** : furca ♀, **80** : P5 et segment génital ♀ (d'après PLESA, 1961) ; **81** à **86** : *Neocyclops affinis*, **81** : ♀, **82** : A2, **83** : Maxille, **84** : maxillipède, **85** : furca, **86** : P5 et segment génital (d'après DUSSART, 1974).

cornes ; Fu deux à trois fois plus longue que large..... genre *Tropocyclops* (fig. 35 à 38)

6. Fu allongée, sans ornementation ; A1 relativement courte ; bord interne du basis de P4 arrondi..... genre *Afrocyclops* (fig. 31 à 34)

— Fu variable, généralement ornementée d'une série de spinules latérales (serra) ; A1 relativement longue ; bord interne du basis de P4 pointu latéro-antérieurement..... genre *Eucyclops* (fig. 58 à 62)

7. P5 à deux articles bien distincts..... 8

— P5 avec un article unique portant au moins une soie apicale..... 10

— P5 réduite à son ornementation directement insérée sur le 5e segment thoracique.. 13

8. Deuxième article de P5 portant deux soies longues de longueur comparable..... 9

— Deuxième article de P5 portant une soie et une épine de longueurs variables..... ..... genre *Diacyclops*

9. Les deux soies de la P5 insérées distalement ou sub-distalement. genre *Thermocyclops* (fig. 47 à 50)

— Une des deux soies de la P5 insérée vers le milieu du bord interne.. genre *Mesocyclops* (fig. 68 à 70)

10. P5 à article court avec une soie apicale et à sa base une petite épine grêle..... 12

— P5 à article long portant seulement une soie apicale et parfois quelques cils..... 11

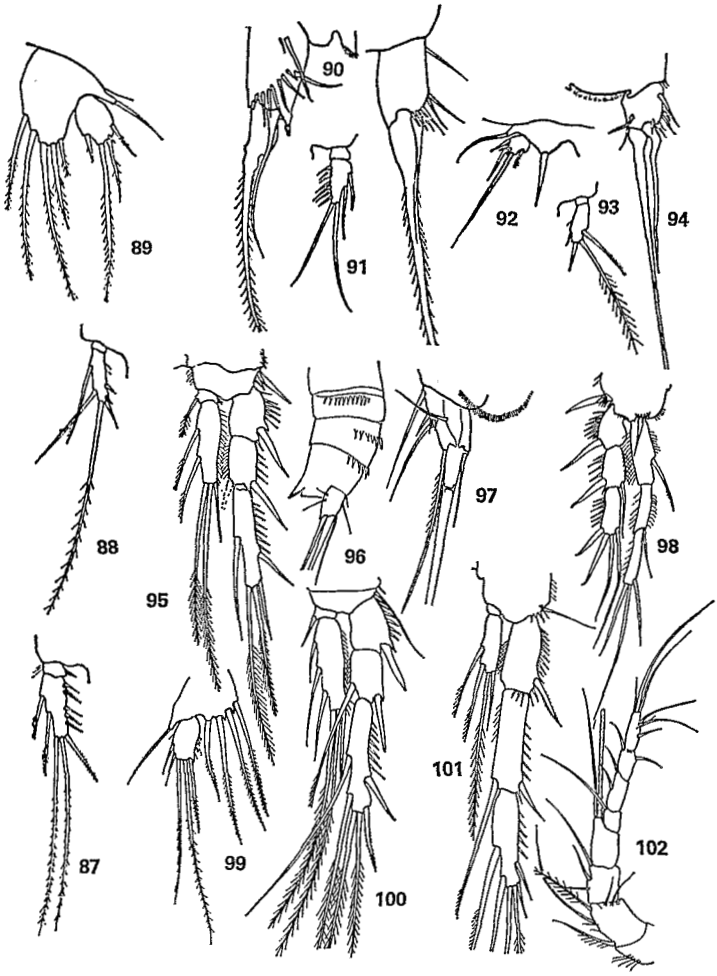


PLANCHE VIII. — Harpacticoida. **87** à **94** : *Echinocamptus africanus*, **87** : endopodite de P2 ♀, **88** : endopodite de P4 ♀, **89** : P5 ♀, **90** : furca ♀ en vues latérale et ventrale, **91** : endopodite de P2 ♂, **92** : P5 ♂, **93** : endopodite de P4 ♂ **93** : furca ♂ en vue dorsale (d'après CHAPPUIS, 1933) **95** à **102** : *Elaphoidella grandidieri*, **95** : P2 ♀, **96** : Abd ♀ en vue latérale, **97** : furca ♀ en vue dorsale, **98** : P1 ♀, **99** : P5 ♀, **100** : P3 ♀, **101** : P4 ♀, **102** : A1 ♀ (d'après DUSSART, 1974).

11. P4 à dernier article de l'endopodite avec deux épines apicales bien développées ; réceptacle séminal à partie postérieure allongée vers l'arrière.... genre *Microcyclops* (fig. 44 à 46)

— P4 à dernier article de l'endopodite muni de deux épines apicales très inégales ; réceptacle séminal à partie postérieure peu développée..... genre *Cryptocyclop*) (fig. 71 à 76*s*

12. Épines de l'article unique de la P5 insérées très loin l'une de l'autre. genre *Apocyclops* (fig. 77, 78)

— Épines de la P5 insérées non loin l'une de l'autre..... genre *Metacyclops* (fig. 63 à 67)

13. Coxa des P4 sans soie au bord interne..... 14

— Coxa des P4 avec une soie au bord interne..... genre *Allocyclops* (fig. 51 à 57)

14. Segment génital en forme de tonneau au moins aussi large que haut..... ..... genre *Haplocyclops*

— Segment génital différent, bien qu'élargi (épaissi) dans sa moitié antérieure.... ..... genre *Bryocyclops*

Clé des genres d'Harpacticoïda

Dans la zone considérée, huit familles d'harpacticoïdes sont représentées souvent par un seul genre, parfois même par une seule espèce à large répartition.

1. Exopodite de l'antenne à six articles au moins
   Famille des Canuellidae ; un seul genre ici : *Canuella.*

— Exopodite de l'antenne à quatre articles au plus..... 2

2. Thorax à cinq segments libres (en plus de la tête - céphalosome).
Famille des Phyllognathopodidae ; un seul genre : *Phyllognathopus.*

— Thorax à quatre segments libres, le premier étant plus ou moins soudé à la tête... 3

3. Premier segment thoracique seulement partiellement soudé à la tête ; antenne à exopodite réduit à deux soies.
Famille des Arcythompsonidae ; un seul genre ici : *Horsiella.*

— Premier segment thoracique totalement soudé à la tête..... 4

4. P1 à exopodite uni ou triarticulé plus court que l'endopodite, ce dernier bi-articulé, sans soie marginale interne au premier article.
   Famille des Laophontidae (deux genres)..... 8

— P1 à exopodite et endopodite à articles de longueurs analogues ; endopodite le plus souvent terminé par plusieurs soies..... 5

5. P1 sans épine marginale externe au deuxième article de l'exopodite..... 6

— P1 avec une telle épine..... 7

6. P2, P3 et P4 à endopodite biarticulé chez la femelle ; P1 à exopodite muni au deuxième article d'une soie marginale interne.
   Famille des Ameiridae (deux genres très voisins)..... 9

— P2, P3 et P4 à endopodite uniarticulé chez la femelle ; P3 à exopodite modifié en organe copulateur chez le mâle.
   Famille des Parastenocaridae ; un seul genre : *Parastenocaris* (fig. 111 à 115).

7. P4 à endopodite au plus biarticulé ; antenne à exopodite au plus biarticulé ; maxillipède présensile ; P5 généralement formée d'une plaque unique échancrée portant un exopodite distinct.
   Famille des Canthocamptidae (3 genres)..... 10

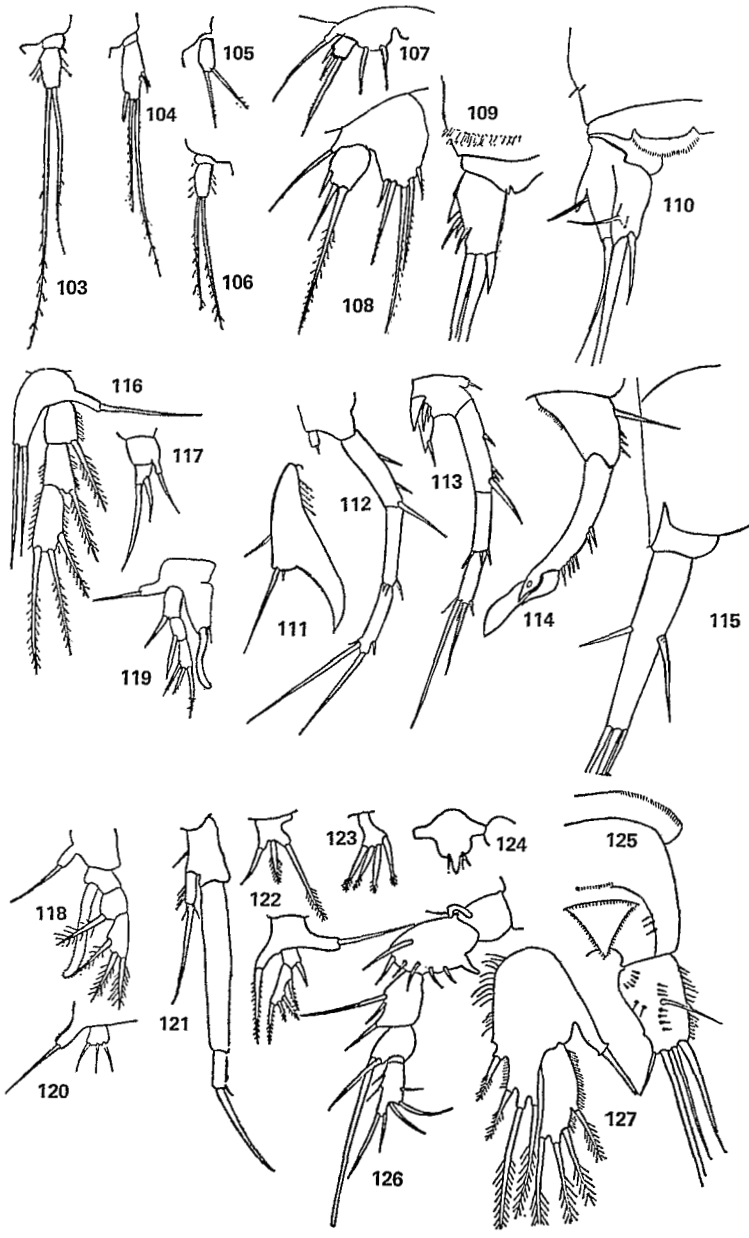


PLANCHE IX. — Harpacticoïda. **103** à **110** : *Afrocamptus uncinatus*, **103** : endopodite de P2 ♀, **104** : endopodite de P3 ♀, **105** : endopodite de P4 ♀, **106** : endopodite de P4 ♂, **107** : P5 ♂ (anormale, il n'y a en général qu'une soie spiniforme au basoendopodite), **108** : P5 ♀, **109** : furca ♂ en vue ventrale, **110** : furca ♀ en vue dorsale (d'après CHAPPUIS, 1933) ; **111** à **115** : *Parastenocaris monodi*, **111** : P5 ♂, **112** : P2 ♂, **113** : P4 ♂, **114** : P3 ♂, **115** : furca ♂ (d'après CHAPPUIS, 1959) ; **116** à **127** : *Afrolaophonte monodi*, **116** : P4 ♀, **117** : P2 ♂, **118** : P4 ♂, **119** : P3 ♂, **120** : P5 ♂, **121** : P1 ♀, **122** : P2 ♀, **123** : exopodite de l'antenne, **124** : rostre, **125** : segment anal et furca ♀ en vue dorsale, **126** : antennule ♀, **127** : P5 ♀ (d'après CHAPPUIS, 1960).

— P4 à endopodite triarticulé ; P1 à endopodite non préhensile.

FAMILLE DES CLETODIDAE ; un seul genre ici : *Cletocamptus.*

8. P5 avec exopodite portant trois soies ; P1 à exopodite biarticulé. genre *Onychocamptus*

— P5 avec exopodite portant quatre soies ; P1 à exopodite uniarticulé ; P2 à P4 à endopodite réduit ou même disparu..... genre *Afrolaophonte* (fig. 116 à 127)

9. P2 et P3 à exopodite ayant au troisième article deux épines marginales externes.. ..... genre *Nitocrella*

— P2 et P3 avec trois épines marginales externes..... genre *Nitocra*

10. P5 femelle avec quatre soies ou moins au basoendopodite et trois à six soies à l'exopodite..... genre *Elaphoidella* (fig. 95 à 102)

— P5 femelle avec cinq soies au basoendopodite et trois à quatre soies à l'exopodite.. 11

11. P5 femelle avec trois soies à l'exopodite ; dernier article de l'exopodite des P2 à P4 court et muni de 5 (à P2) ou 6 (à P3 et P4) soies ou épines... genre *Afrocamptus* (fig. 103 à 110)

— P5 femelle avec quatre soies à l'exopodite ; dernier article de l'exopodite des P2 à P4 long et muni de 6 (à P2) ou 7 (à P3 et P4) soies ou épines.. genre *Echinocamptus* (fig. 87 à 94)

Biogéographie

La répartition des copépodes, en Afrique comme ailleurs, est fonction de plusieurs caractéristiques des organismes eux-mêmes. La première est leur aptitude à accepter des conditions de milieu très variables. La seconde est leur résistance aux fluctuations plus ou moins rapides des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques de ce milieu. La troisième est leur exigence vis-à-vis du biotope, certaines espèces étant inféodées au milieu souterrain, aux eaux interstitielles des sables submergés, aux milieux muscicoles, aux grandes masses d'eau, etc. Enfin, la possibilité de survivre à l'état de stades de repos permet à certaines espèces d'être transportées d'un milieu à un autre et ainsi d'avoir une plus large aire de répartition. Si l'animal peut se reproduire parthénogénétiquement, cas de certains harpacticides, il en est de même.

Dans la zone soudanienne, il semble qu'il n'y ait pas d'espèces endémiques vraies (1). Par contre, nombreuses sont celles dont l'aire est très large, formes cosmopolites comme *Eucyclops serrulatus* ou *Thermocyclops crassus*, ou formes communes aux empires holarctique et éthiopien ou éthiopien et oriental. Les *Tropodiaptomus* font partie par exemple de cette dernière catégorie, malgré quelques différenciations locales.

Sur les 80 espèces ou sous-espèces de cyclopides déterminés en zone soudanienne, 29 n'ont été observées que dans une région limitée. Cela ne

(1) On ne connaît en Afrique, de vrais endémiques que dans le Tanganika (surtout des Cyclopides).

veut pas dire pour autant qu'elles soient restreintes à cette région. Le nombre de stations prospectées est en effet très faible par rapport à la surface et à la variété du domaine concerné (environ une station pour 31 000 km²).

Au niveau générique on peut classer les genres présents dans la zone soudanienne en :

— genres à très grande répartition en dehors de l'Afrique en zone palearctique : *Arctodiaptomus*, *Diaptomus*, *Mixodiaptomus*, *Neolovenula* ; Les *Diacyclops* et *Apocyclops* sont fréquents aussi bien en Europe qu'en Asie et Amérique du Nord ainsi que des *Cryptocyclops*, *Ectocyclops*, *Eucyclops*, *Halicyclops*, *Macrocyclops*, *Mesocyclops*, *Metacyclops*, *Microcyclops*, *Paracyclops*, *Neocyclops*, *Thermocyclops* et *Tropocyclops*. Quant aux *Bryocyclops*, ils ne sont courants qu'à Madagascar, aux Indes et en Indonésie en dehors de l'Afrique.

— Les *Tropodiaptomus* sont communs au sud-est asiatique et à l'Afrique.

— Par contre les *Thermodiaptomus*, *Paradiaptomus* et *Metadiaptomus* sont essentiellement africains ou tropicaux tout comme *Allocyclops* bien que Petkovski ait trouvé *Allocyclops chappuisi* en Yougoslavie (!). Il n'y a d'*Afrocyclops* qu'en Afrique et d'*Haplocyclops* que dans l'ensemble Afrique-Madagascar.

En ce qui concerne les harpacticides, il en est de même : il y a des *Canuella*, des *Phyllognathopus*, des *Nitocra*, des *Elaphoidella* et des *Parastenocaris* dans le monde entier ou presque ; des *Cletocamptus* et *Onychocamptus* dans tout l'hémisphère nord ; les *Horsiella* sont palearctiques tandis qu'il n'y a guère d'*Echinocamptus* qu'en Afrique et en Europe méridionale ; les *Paradiaptomus* et *Metadiaptomus*, genres d'origine sud-africaine ne remontent guère au-delà de l'équateur. Quant aux *Afrocamptus* et *Afrolaophonte* on ne les a jusqu'à présent observés que dans la zone soudanienne.

Ainsi, du point de vue biogéographique, les copépodes fréquentant cette partie de l'Afrique ne permettent pas de lui donner une individualité. Carrefour entre empire holarctique et éthiopien, des espèces dominantes en région méditerranéenne s'y retrouvent tandis qu'apparaissent des formes plus communes en Afrique tropicale humide voire équatoriale.

Bien des régions et surtout des milieux isolés géographiquement restent à prospecter. Plus qu'indicateurs des grandes voies de migration, les copépodes sont des révélateurs de conditions écologiques. Certains groupes comme les *Tropodiaptomus*, les *Thermocyclops* et les *Parastenocaris* (sensu lato) sont en pleine évolution. Ce n'est qu'en multipliant les échantillonnages (et les spécialistes!) qu'il sera possible de tirer de ce groupe une information que les conditions d'étude n'ont jusqu'à présent pas permis d'extraire.

Biologie

Les Copépodes sont des animaux à reproduction sexuée et à développement par métamorphoses. L'œuf donne naissance à une larve nauplienne qui ne se nourrit pas et se métamorphose rapidement (le lendemain) en une, puis plusieurs larves naupliennes successives, chaque fois plus grande et de morphologie plus compliquée (apparition des appendices buccaux).

Après la cinquième mue (le sixième stade donc), la métamorphose est plus complète et, d'elle, naît une larve copépoditique segmentée, comprenant initialement cinq segments et qui, après cinq métamorphoses au cours desquelles un segment s'ajoute chaque fois se transforme en adulte avec ses quatre ou cinq segments thoraciques libres et ses cinq segments abdominaux dont les deux premiers sont souvent soudés en un segment génital. C'est au stade Copépodite V que se différencient extérieurement les sexes. Si les œufs sont généralement pondus par les femelles dans un ou deux sacs ovigères, les spermatozoïdes sont collectés par le mâle dans un spermatophore qu'il fixe près de l'ouverture génitale de la femelle au moment de la copulation. Les spermatozoïdes sont stockés par cette dernière dans un réceptacle séminal, si bien que les ovocytes sont fécondés au passage au fur et à mesure de leur expulsion du tractus génital. Chez les Cyclopidae au moins, une femelle peut ainsi être fécondée pour plusieurs pontes par un seul mâle. Il semble qu'il n'en soit pas de même chez les Calanoïda.

La durée de développement des stades naupliens et copépoditiques dépend de la température et de la durée de l'éclairement. Dans la zone soudanienne, celle-ci est peu variable et ne joue qu'un rôle secondaire. Par contre les fluctuations de la température sont importantes. *Tropodiaptomus incognitus* se développe ainsi deux fois plus vite à 30 °C qu'à 24° (Gras et Saint-Jean, 1969). Cette espèce met 36 jours à cette dernière température pour passer de l'éclosion de l'œuf au stade adulte. Les Cyclopides ont une durée de développement sensiblement analogue.

Adultes, les copépodes peuvent vivre plusieurs mois. Ils se reproduisent pendant une partie de cette période. Leur sensibilité aux conditions du milieu ne se limite pas à la température. Certaines espèces préfèrent les eaux très peu minéralisées, d'autres ne se rencontrent qu'en milieu saumâtre, voire salé (fig. 128).

Il ne faut pas oublier non plus que les exigences alimentaires des copépodes varient avec le groupe et le stade ou plutôt l'écophase. Nous avons vu déjà que les nauplies I (larve orthonauplius) ne se nourrissaient pas.

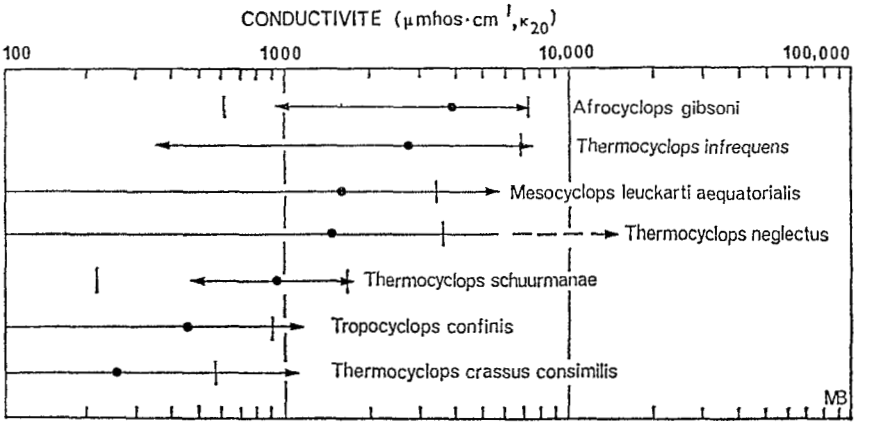


Fig. 128. — Distribution de quelques Copépodes en fonction de la conductivité (salinité) (d'après LaBarbera et Kilham, 1974).

Les autres stades naupliens sont très généralement microphages (bactéries, flagellés, protozoaires suivant les cas). Les stades copépoditiques ont deux sortes d'alimentation : les trois à quatre premiers sont souvent microphages et plus ou moins végétariens, surtout chez les calanoïdes. Les cyclopoïdes sont parfois omnivores, parfois végétariens et parfois carnivores. Les plus primitifs d'entre eux semblent être de ce dernier type (genre *Macrocyclops*) (FRYER, 1957) tandis que les plus évolués *(Eucyclops, Afrocyclops)* sont végétariens. La nature de l'alimentation est souvent modifiée dès le stade Copépodite IV et les Copépodites V ont pratiquement toujours le même régime que les adultes. Les harpacticoïdes sont détritivores ou brouteurs à tous les stades.

Nous connaissons mieux le régime alimentaire et l'éthologie des adultes. *Mesocyclops leuckarti* est végétarien, tout comme *Eucyclops serrulatus.* Les grandes espèces carnivores peuvent s'attaquer à de grosses proies (pour elles) et il n'est pas rare d'observer des *Macrocyclops* attaquant larves d'Insectes, Vers, Rotifères, Cladocères, et même alevins de poissons. Un *Macrocyclops* est capable d'ingérer chaque jour le poids de son propre corps en nourriture (MONAKOV, 1963).

L'alimentation diffère de toute manière avec le type de milieu habité, au moins pour les espèces relativement ubiquistes. L'absence d'étude éthologique des copépodes strictement soudaniens (et même tropicaux) ne nous permet pas de dégager l'idée d'une originalité particulière des espèces pourtant adaptées au milieu aquatique particulier ici considéré. Cette approche biologique reste à promouvoir. (Pour avoir plus de détails sur l'alimentation des copépodes, voir BERTHON, 1975.)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Nota. Cette bibliographie *d'orientation* ne peut que signaler quelques ouvrages généraux intéressants soit pour aborder le groupe du point de vue taxonomique soit pour discerner quelques problèmes écologiques, biogéographiques ou systématiques relatifs à ce groupe en Afrique.

BERTHON (J.-L.), 1975. — Répartition spatiotemporelle, nutrition, composition chimique du zooplancton pélagique du lac Pavin. Thèse 3e cycle, Sci. Nat., Clermont-Ferrand, 68 p.

CHAPPUIS (P. A.), 1933. — Copepoda Harpacticoïda. *In* : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française. *Arch. Hydrobiol.*, 26 : 1-49.

CHAPPUIS (P. A.), 1959. — Biogéographie du genre *Parastenocaris. Vie et Milieu*, 9, 4, 1958 : 444-453.

CHAPPUIS (P. A.), 1960. — Harpacticoïdes psammiques d'une plage près de Dakar. *Bull. I.F.A.N.*, 22, 1 : 193-197.

DUSSART (B.), 1967. — Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome I : Calanoïdes et Harpacticoïdes. *Ed. N. Boubée et Cie*, Paris, 500 p.

DUSSART (B.), 1968. — Contribution à l'étude des eaux douces de l'Ennedi. I. Copépodes. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 30, 1 : 127-134.

DUSSART (B.), 1969. — Les Copépodes des eaux continentales d'Europe occidentale. Tome II : Cyclopoïdes et Biologie. *Ed. N. Boubée et Cie*, Paris, 292 p.

DUSSART (B.), 1974. — Contribution à l'étude des Copépodes des eaux douces d'Éthiopie. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 36, 1 : 92-116.

DUSSART (B.), GRAS (R.), 1966. — Faune planctonique du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Océanogr.*, 4, 3 : 77-91.

EINSLE (U.), 1970. — Études morphologiques sur des espèces de *Thermocyclops* (Crust. Cop.) d'Afrique et d'Europe. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 4, 2 : 13-38.

FRYER (G.), 1955. — A critical review of the genus *Ectocyclops* (Crustacea-Copepoda). *Ann. Mag. Nat. Hist.*, 8, 12 : 938-950.

FRYER (G.), 1957. — The food of some freshwater cyclopoid copepods and its ecological significance. *J. Anim. Ecol.*, 26 : 263-286.

GRAS (R.), 1970. — Poids individuel, durée de développement et production des différents stades de *Tropodiaptomus incognitus* (Crustacés Copépodes). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 4, 1 : 63-70.

GRAS (R.), SAINT-JEAN (L.), 1969. — Biologie des crustacés du lac Tchad. I. Durées de développement embryonnaire et post-embryonnaire : premiers résultats. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, 3, 3/4 : 43-60.

GREEN (J.), 1962. — Zooplankton of the river Sokoto. The crustacea. *Proc. zool. Soc. Lond.*, 138 : 415-453.

HUMES (A. G.), 1960. — On two species of *Tropodiaptomus* from Upper Volta and the Ivory Coast. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 22, 1 : 152-163.

JAKOBI (H.), 1972. — Trends (Enp. P4 ♂) innerhalb der Parastenocarididen (Copepoda Harpacticoidea). *Crustaceana*, 22, 2 : 127-146.

KIEFER (F.), 1929. — Crustacea Copepoda. II. Cyclopoida Gnathostoma. *Das Tierreich*, 53, 102 p.

KIEFER (F.), 1932. — Neue Diaptomiden und Cyclopiden aus Französisch-Westafrika. *In* : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française. *Bull. Soc. Stiinte, Cluj*, 6 : 523-528.

KIEFER (F.), 1933. — Freilebende Binnengewässercopepoden Diaptomiden und Cyclopiden. *In* : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française. *Arch. Hydrobiol.*, 26 : 121-142.

KIEFER (F.), 1949. — Freilebende Ruderfusskrebse (Crustacea Copepoda). *In* : The Armstrong College zoological Expedition to Siwa Oasis (libyan Desert) 1935. *Proc. Egypt. Acad. Sci.*, 4 : 62-112.

KIEFER (F.), 1952. — Copepoda Calanoida und Cyclopoida. *Exploration Parc National Albert. Mission H. Damas* (1935-1936), 21, 136 p.

La BARBERA (M. C.), KILHAM (P.), 1974. — The chemical ecology of copepod distribution in the lakes of East and Central Africa. *Limnol. Oceanogr.*, 5, 19, 3 : 459-464.

LANG (K.), 1948. — Monographie der Harpacticiden. *A. B. Nordiska-Bokhandeln*, Stockholm, 1682 p.

LESCHER-MOUTOUE (F.), 1974. — Sur le nombre de stades naupliens chez *Eucyclops serrulatus*. *Annls Limnol.*, 10, 3 : 263-274.

LINDBERG (K.), 1951. — Cyclopides (Crustacés Copépodes). *Rev. Sci. Explor. Hydrobiol. lac Tanganyika* (1946-1947), 3, 2 : 45-91.

LINDBERG (K.), 1957. — Cyclopides (Crustacés Copépodes) de la Côte d'Ivoire. *Bull. I.F.A.N.*, sér. A, 19, 1 : 134-179.

MONAKOV (A. V.), 1963. — Feeding of *Macrocyclops* CLAUS. *Trudy Inst. Biol. Vnutr. Bod.*, 6, 9 : 115-122.

ONABAMIRO (S. D.), 1952. — On the diurnal migration and seasonal fluctuation in the numbers of *Thermocyclops nigerianus* KIEFER in a nigerian pond. *Ann. Trop. Med. Parasit.*, 46, 1 : 38-47.

ONABAMIRO (S. D.), 1952. — Four new species of *Cyclops* sensu lato (Crustacea, Copepoda). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 122, 1 : 253-266.

ONABAMIRO (S. D.), 1957. — Some new species of *Cyclops* sensu lato (Crustacea, Copepoda) from Nigeria. *J. Linn. Soc. Zool.*, 43 : 123-133.

PLESA (C.), 1961. — New Cyclopoids (Crustacea, Copepoda) of the interstitial fauna from the beaches of Ghana. *J. West Afr. Sci. Ass.*, 7, 1 : 1-13.

PROSZYNSKA (M.), 1967. — Bibliography of Cladocera and Copepoda of african inland Waters. *Ghana J. Sci.*, 7, 1-2 : 37-49.

Ostracodes 13

ROBERT KISS

Les Ostracodes sont des Entomostracés, caractérisés par deux valves légèrement, ou parfois plus fortement, asymétriques constituant une coquille qui enferme le corps. Toutes les espèces d'eau douce appartiennent au Sous-Ordre des Podocopa.

Morphologie

La structure et la forme de la coquille des Ostracodes sont des caractères très importants pour la détermination.

Les valves droite et gauche *(concha dextra* et *sinistra)* sont des duplicatures de la peau qui prennent leur origine dans la partie antéro-dorsale du corps. Les lames externes sont durcies par la précipitation des sels de calcium et de magnésium. Les lames internes, qui sont les doublures des externes, sont minces et ne sont pas calcifiées, exceptée une zone marginale étroite. La ligne de suture est formée par les deux lames qui se soudent entre elles.

Une lamelle hyaline, bien marquée, souvent large et saillante, dépasse la limite interne des soies, pores sétigères et épines qui couvrent la surface externe des valves. La longueur, la disposition et l'abondance ou la rareté de ces soies, épines et pores sont spécifiques et interviennent dans la détermination des espèces.

La forme des coquilles est excessivement variée, elles sont souvent allongées et comprimées latéralement, mais il existe de nombreuses espèces à coquilles trapues ou globuleuses avec des protubérances donnant un aspect bizarre à ces petits Crustacés. Les deux valves ne sont jamais de la même longueur et tantôt la marge antérieure tantôt la postérieure de la valve droite ou gauche dépasse (ou « embrasse ») légèrement ou fortement l'autre.

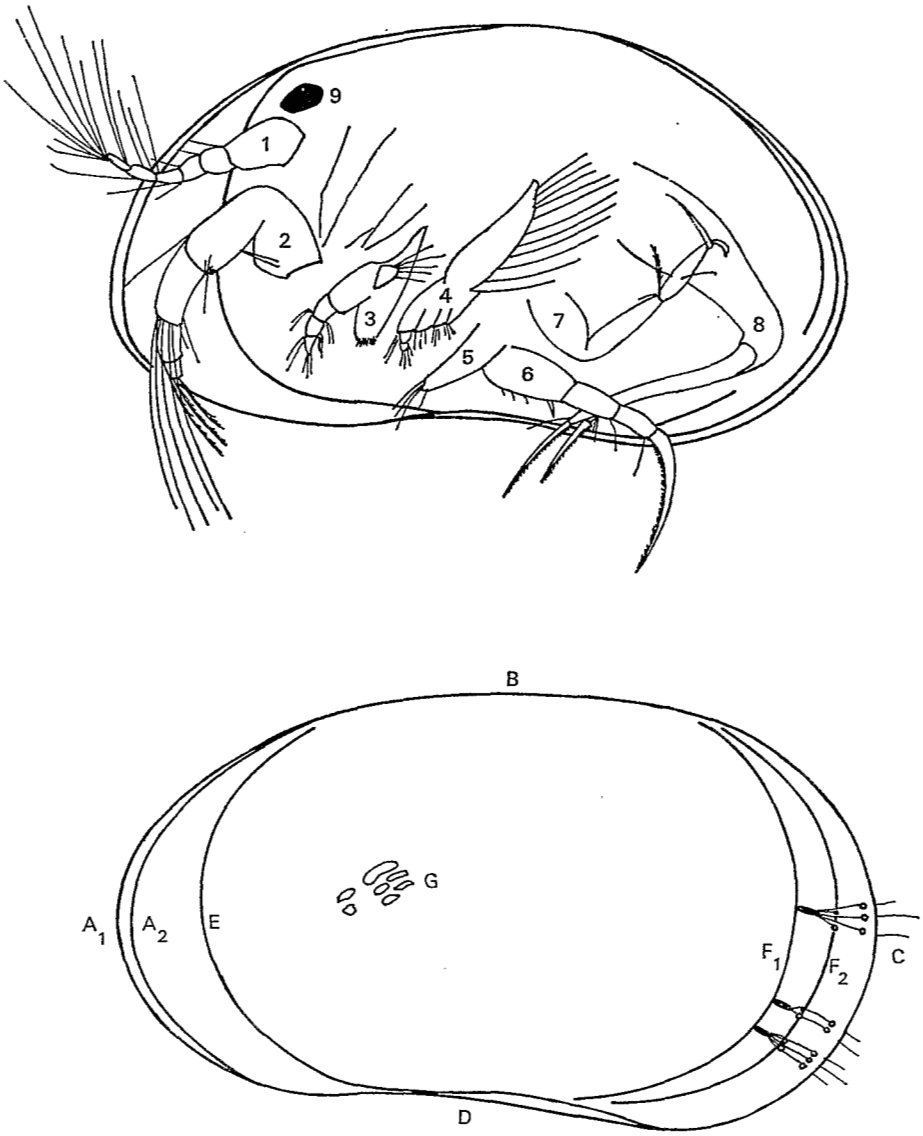


PLANCHE I. — *Schéma d'un Ostracode de la famille des Cypridae.*

En haut : valve gauche enlevée. **1** : première antenne ; **2** : deuxième antenne ; **3** : mandibule ; **4** : maxille ; **5, 6, 7** : première, deuxième, troisième patte ; **8** : furca ; **9** : ocelle.

En bas : valve droite, vue interne. **A1** : marge antérieure ; **A2** : duplicature ; **B** : marge dorsale ; **C** : marge postérieure ; **D** : marge ventrale ; **E** : marge interne ; **F1-F2** : zone marginale à canaux sétifères ; **G** : impressions musculaires.

En général, l'extrémité antérieure de la coquille en vue dorsale est plus pointue que la postérieure.

Une charnière réunit les deux valves à leur bord dorsal et permet leur écartement. La structure de la charnière est très variable et diffère souvent d'une espèce à l'autre. Une partie de la face interne d'une valve s'applique sur une partie de la face externe de l'autre valve, mais, suivant l'espèce, c'est tantôt la valve droite, tantôt la valve gauche qui est extérieure ou bien c'est le mécanisme de la charnière qui diffère d'une espèce à l'autre.

L'écartement des valves a lieu grâce à l'élasticité du ligament qui est situé au deuxième tiers de la marge dorsale, entre la face externe et la face interne des valves. La fermeture se fait par la contraction du muscle constricteur qui s'insère à peu près au milieu du premier tiers des valves et laisse sur celles-ci des impressions musculaires qui jouent un rôle assez important dans l'identification des espèces.

Entre les lames externe et interne de chaque valve se trouve une cavité dans laquelle, chez les espèces appartenant à la famille des Cypridae, se placent les ovaires des femelles et les testicules des mâles.

La tête et le corps sont séparés par un léger étranglement. Des sept paires d'appendices, quatre sont insérés sur la tête, c'est-à-dire les premières et deuxième antennes, les mandibules et les maxilles.

Le corps (l'abdomen) porte les trois paires de pattes ainsi que les branches de la furca. Ces dernières correspondent au postabdomen des Conchostracés et des Cladocères.

LA PREMIÈRE ANTENNE prend son origine en dessous et près des yeux des deux côtés de la tête ; elle se compose du protopodite de deux articles et de l'endopodite de cinq articles dans la famille des Cypridae. Dans les familles des Cytheridae et Darwinulidae le nombre total des articles est réduit à six. En général ces articles sont plus longs que larges ou aussi longs. Ils sont munis de poils et d'épines et portent des organes sensoriels. Les premières antennes servent à la locomotion.

LA DEUXIÈME ANTENNE est située, en dessous de la première et se compose d'un protopodite de deux articles, d'un endopodite de trois ou quatre articles. L'exopodite est rudimentaire et représenté à la base de l'endopodite par une petite protubérance en forme d'écaille munie souvent d'un poil ou d'une courte épine. La deuxième antenne porte généralement une petite et quatre grandes griffes courbées ou presque droites et recourbées seulement à l'extrémité distale.

Ces griffes diffèrent considérablement d'une espèce à l'autre et peuvent être fortement serratulées ou finement barbelées. Les poils natatoires implantés au bord dorsal de l'article sont lisses ou barbelés ; ils peuvent atteindre ou non l'extrémité des griffes ou même la dépasser.

LA MANDIBULE est formée des trois parties caractéristiques des membres des Crustacés, le protopodite de deux articles, l'endopodite et l'exopodite. Elle s'insère des deux côtés de la tête près de la bouche. Le premier article du protopodite est effilé d'un côté et muni de fortes dentelures chitineuses de l'autre. Le deuxième article porte l'endopodite ou palpe mandibulaire et l'exopodite, transformé en plaque branchiale.

LA MAXILLE se trouve à l'arrière de la mandibule. Les deux articles du protopodite sont soudés, l'endopodite est divisé en quatre appendices digitiformes munis à leur extrémité de griffes, d'épines et de poils ; l'exopodite, transformé en plaque branchiale, est large et bien développé.

LA PREMIÈRE PATTE ou patte maxillaire (maxillipède) chez les anciens auteurs (cf. DADAY, 1902) est construite sur le plan fondamental : on y distingue le protopodite, l'endopodite qui a trois articles et l'exopodite qui est soit un appendice non articulé, soit une plaquette branchiale (ou plaque vibratile) de 4 à 6 rayons en général.

La première patte subit une modification importante dans les familles des Cypridae et Darwinulidae. L'endopodite des mâles de Cypridae est transformé en organe préhensile qui peut être semblable ou différent à droite et à gauche (crochets préhensiles droit et gauche, d'après les différents auteurs). Chez les Darwinulidae la première patte est transformée en organe masticateur et devient une partie des pièces buccales. Chez les Cytheridae la première patte ressemble aux deuxième et troisième pattes. C'est une véritable patte ambulatoire.

LA DEUXIÈME PATTE est située à l'arrière de la première paire ; elle comprend le protopodite et l'endopodite et compte cinq articles en tout. Elle est munie d'une griffe terminale et d'un appareil chéloïde souvent bien développé. Cette deuxième patte sert à la locomotion.

LA TROISIÈME PATTE ressemble à la précédente dans les familles des Cytheridae et Darwinulidae et est dirigée vers le bas, tandis que chez les Cypridae, elle se dirige vers le haut et sert au nettoyage des valves et du corps. La troisième patte est également composée du protopodite et de l'endopodite et compte en général cinq articles en tout. Chez les Cythéridae et les Darwinulidae, cet appendice ressemble au précédent, étant dirigé vers le bas, il a le rôle d'une patte locomotrice ; chez les Cypridae, par contre, il se dirige vers le haut et constitue un organe de nettoyage : dans ce cas, ses avant-dernier et dernier articles portent des soies, des épines et des peignes de structure souvent complexe.

LA FURCA se trouve à l'arrière du corps (abdomen) ; elle a la forme de lamelles ou, plus souvent, de sabre, légèrement ou fortement courbé, rarement presque droit. Les branches de la furca sont généralement asymétriques mais chez certaines espèces des genres *Cypris*, *Cyprella*, *Acocypris*, etc., elles sont plus ou moins symétriques. L'extrémité distale porte deux griffes inégales, l'antérieure étant généralement plus grande, ainsi que deux poils, un antérieur et un postérieur, dont l'un ou tous les deux peuvent manquer ; le poil antérieur est généralement plus long et plus fort.

Le bord postérieur de la furca et des griffes (surtout l'antérieur) est serratulé ou barbelé chez certaines espèces, lisse et glabre chez d'autres. L'asymétrie des branches de la furca du genre *Stenocypris* est très prononcée, la droite étant toujours la plus large, et le bord postérieur porte des épines réunies en groupes. Le nombre des épines dans chaque groupe et le nombre de groupes, exprimés dans une formule, sont spécifiques des divers *Stenocypris*.

La branche gauche, plus étroite, porte sur son bord postérieur des épines plus fines ou des barbelures décroissant vers l'extrémité proximale.

Chez certains genres de Cypridae, tels que *Cypridopsis*, *Potamocypris*, *Oncocypris* et dans la famille des Cytheridae, la furca est réduite. On peut y distinguer une base mammiforme, allongée ou digitiforme, un flagelle souvent séparé par un étranglement et un poil postérieur ou soie accessoire ; le flagelle peut manquer chez certaines espèces. Chez les Darwinulidae la furca est atrophiée et souvent invisible.

L'ORGANE SEXUEL de la femelle comprend l'ovaire et l'oviducte (placés dans la cavité des valves chez les Cypridae) la bourse copulatrice, le réceptacle séminal et la vulve.

L'organe sexuel chez le mâle des Cypridae se trouve dans la cavité des valves tandis que chez les Darwinulidae et les Cythéridae, l'organe sexuel mâle se trouve dans la cavité du corps ; l'organe sexuel mâle des Cypridae est beaucoup plus complexe que dans les deux autres familles. Il est composé des deux paires de testicules s'ouvrant dans un spermiducte *(vas deferens)*, du canal éjaculateur *(ductus ejaculatorius)* et des pénis constitués d'une base chitineuse et de deux ou trois appendices.

Méthodes de récolte et d'étude

La récolte des Ostracodes s'effectue au moyen de filets à plancton manœuvrés à la main, dans l'eau libre ou près du fond ou encore dans la végétation aquatique. On conseille aussi de laver les plantes aquatiques dans un bassin pour en libérer les Ostracodes qui s'accrochent souvent aux plantes.

On peut également les récolter dans les eaux profondes avec des dragues ou des bennes.

Ils se conservent à l'alcool 70° ou additionné de 0,5 à 1 % de formol, d'acide acétique et de glycérine.

Pour la détermination des espèces, il faut les monter en préparations microscopiques dans de la glycérine gélatinée de Kaiser, dans l'Euparal ou dans l'alcool polyvinylique. Il est parfois utile de les colorer. Ils demandent toujours une dissection microscopique complète.

SYSTÉMATIQUE ET BIOGÉOGRAPHIE

Les Ostracodes de la zone Soudanienne proprement dite n'ont pas fait l'objet, jusqu'ici, d'une étude approfondie. Pour cette raison, ce chapitre concernera les Ostracodes décrits depuis la limite septentrionale théorique de la région considérée, jusqu'à la région Camerounaise. La systématique actuelle des Ostracodes exigerait une révision complète. La base de cette systématique est encore celle de l'excellent ouvrage de G. W. MÜLLER (1912). Depuis, de nombreux genres et espèces sont venus s'ajouter mais la valeur de certains genres et espèces est douteuse, sans parler du grand nombre de synonymes.

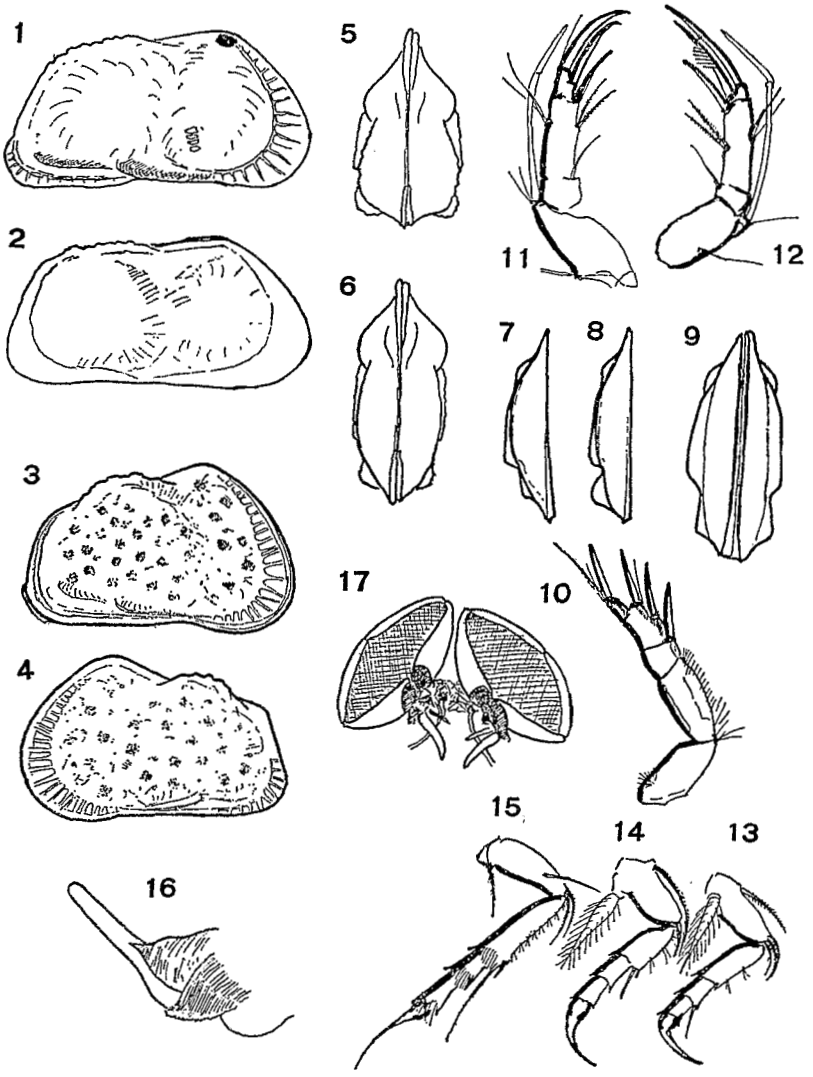


PLANCHE II. — Exemple de *Cytheridae* : *Mesocythere irsacae* KISS, 1959. **1** : valve droite, mâle ; **2** : valve gauche, vue par sa face interne ; **3** : valve droite, femelle ; **4** : valve gauche, femelle ; **5** : coquille femelle, vue dorsale ; **6** : coquil e mâle, vue dorsale ; **7** : schéma de la valve gauche mâle (en vue dorsale) ; **8** : schéma de la valve gauche femelle (en vue dorsale) ; **9** : coquille, vue ventrale (mâle) ; **10** : I^re^ antenne ; **11** : II^e^ antenne (mâle) ; **12** : II^e^ antenne (femelle) ; **13** : I^re^ patte ; **14** : II^e^ patte ; **15** : III^e^ patte ; **16** : extrémité de l'abdomen de la femelle ; **17** : appendices copulateurs (déployés).

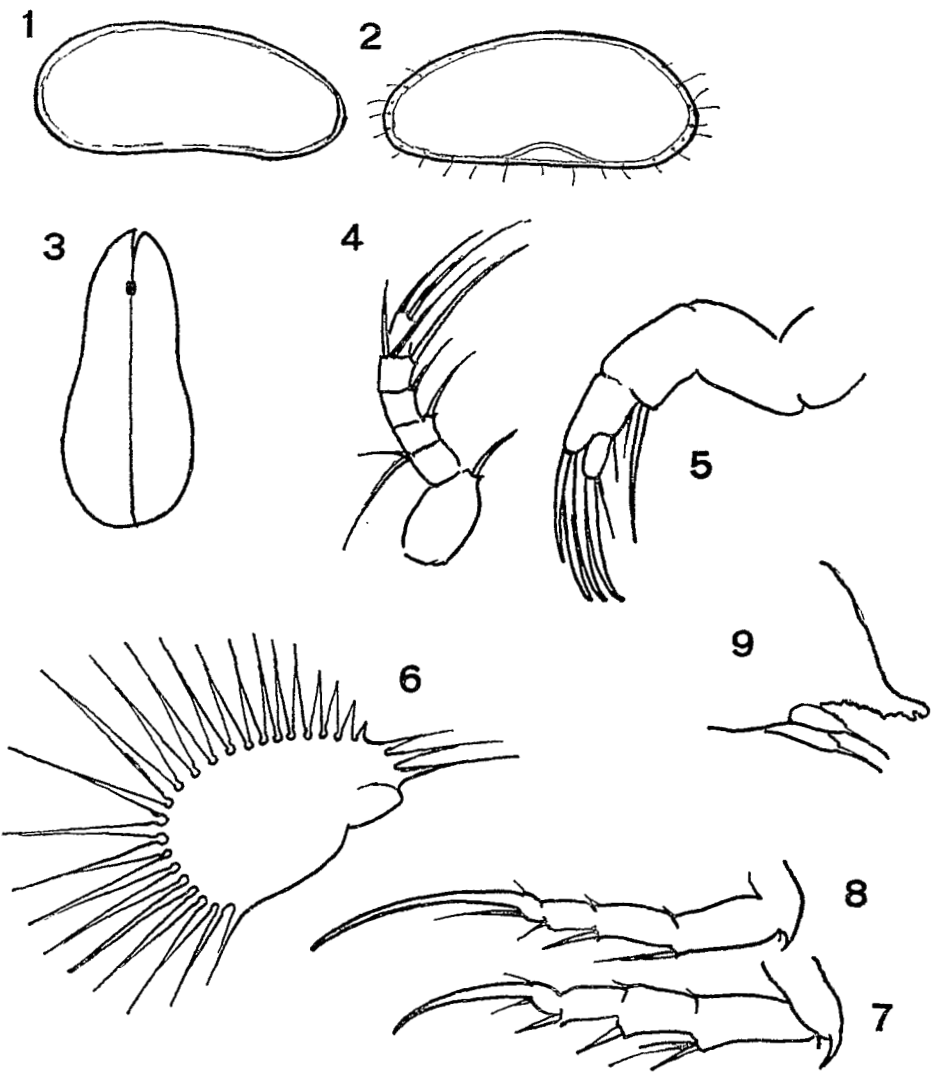


PLANCHE III. — Exemple de *Darwinulidae* : *Darwinula marlieri* KISS, 1959. **1** : valve gauche ; **2** : valve droite ; **3** : coquille, vue dorsale ; **4** : I^re^ antenne ; **5** : II^e^ antenne ; **6** : plaque respiratoire ; **7** : II^e^ patte ; **8** : III^e^ patte ; **9** : extrémité de l'abdomen avec les furcas.

Dans les diverses publications, on constate souvent des contradictions ou des divergences, même au niveau des sous-familles et encore plus dans le classement des genres. Il serait indispensable de faire au moins une révision générique.

La grande famille des Cypridae se divise en une dizaine de sous-familles et comprend un très grand nombre de genres et d'espèces.

La famille des Darwinulidae contient un seul genre avec une dizaine d'espèces en Afrique, outre quelques-unes dans les autres continents.

La famille des Cythéridae est divisée en 3 à 5 sous-familles selon les auteurs, et les nombres des genres et d'espèces sont intermédiaires entre ceux des deux familles précédentes.

Nous citons ici 19 genres et 30 espèces au total dont 14 genres et 19 espèces sont originaires de la région soudanienne proprement dite. M. MURAT récolta 10 espèces en 1935 sur la rive orientale du Tchad : Aïn-Galaka (Borkou), Goumeur (Mortcha) à la lisière occidentale de l'Ouada, dans la région de Fittri et du Soro (Bahr el Ghazal). Elles furent décrites par H. GAUTHIER (1939 a).

Trois espèces, récoltées par F. WERNER en 1914, et décrites par H. SPANDL (1924) sont originaires de Khartoum et d'El Obeid ; trois espèces, récoltées par SEURAT et décrite par GAUTHIER (1928) proviennent du Sahara central : In Salah, Alguemane Tinikert et Tin-Tahart. Six espèces ont été récoltées par Th. MONOD en 1926 dans un lac de cratère à 2 000 m près de Bafoussam au Cameroun, elles ont été décrites par W. KLIE (1936), enfin 9 espèces ont été récoltées par l'Expédition suédoise en Afrique Orientale : elles proviennent de différentes localités du lac Rodolphe ; elles ont été décrites par S. LINDROTH (1953).

Ces espèces sont répandues en Afrique et plusieurs d'entre elles se retrouvent également sur les autres continents.

Clé des familles

1. Les 3 paires de pattes sont similaires ; l'exopodite de la 2e antenne est une longue soie articulée ; la furca est rudimentaire, sétiforme..... CYTHERIDAE (pl. II)

2. Les 2e et 3e paires des pattes sont similaires ; l'exopodite de la 2e antenne est un article digitiforme ; la furca est rudimentaire ou inexistante.... DARWINULIDAE (pl. III)

3. Les 3 paires de pattes sont différentes ; la 1re paire est une patte maxillaire et la 3e paire se dirige vers le haut (patte nettoyeuse) ; l'exopodite de la 2e antenne est en forme d'écaille, munie de 3 soies inégales ; la furca est bien développée, en forme de sabre, ou réduite mais toujours bien visible..... CYPRIDAE (pl. IV)

Liste des espèces connues de la région Soudanienne et du Cameroun

Ordre : OSTRACODA.

Sous-ordre : PODOCOPA G.O. Sars, 1865.

Famille : CYPRIDAE Baird, 1850.

Sous-famille : CYPRINAE.

Genre : *Cypris* O. F. Müller, 1776.
Cypris latissima (G. W. Müller, 1898).
Cypris decaryi H. Gauthier, 1933.

Genre : *Eucypris* Vavra, 1891.
Eucypris elongata Spandl, 1923.

Genre : *Cypretta* Vavra, 1895.
Cypretta murati H. Gauthier, 1939.
Cypretta seurati H. Gauthier, 1929.

Genre : *Cyprinotus* Brady, 1886.
Cyprinotus reticulatus (Klie, 1930).
Cyprinotus lowndesi H. Gauthier, 1939.
Cyprinotus barbarus H. G.
C. b. inermis H. G., 1929.
Cyprinotus kliei Lindroth, 1953.

Genre : *Stenocypris* G. O. Sars, 1889.
Stenocypris malcolmsoni (G. S. Brady, 1886).

Genre : *Sclerocypris* G. O. Sars, 1924.
Sclerocypris cfr. clavularis G. O. Sars, 1924.

Genre : *Cypridopsis* Brady, 1870.
Cypridopsis newtoni Brady & Robertson, 1870.
Cypridopsis cf. dubia Sars, 1903.
Cypridopsis costata Vavra, 1896.

Genre : *Potamocypris* Brady, 1870.
Potamocypris worthingtoni (Lowndes, 1936).
Potamocypris producta (Sars, 1924).

Genre : *Zonocypris* G. W. Müller, 1898.
Zonocypris alveolata W. Klie, 1936.
Zonocypris calcarata W. Klie, 1936.
Zonocypris inornata W. Klie, 1936.

Genre : *Oncocypris* G. W. Müller, 1898.
Oncocypris mülleri (Daday, 1910).

Genre : *Centrocypris* Vavra, 1895.
Centrocypris horrida Vavra, 1895.

Genre : *Strandesia* Stuhlmann, 1888.
Strandesia minuta W. Klie, 1936.

Sous-famille : Ilyocyprinae G. W. Müller, 1900.

Genre : *Ilyocypris* Brady & Norman, 1889.
Ilyocypris gibba (Ramdohr), 1808.

Sous-famille : Herpetocyprinae.

Genre : *Candonocypris* Sars, 1894.
Candonocypris bicornis (G. W. Müller).
Candonocypris var. *laevis* H. G., 1929.

Sous-famille : Candocyprinae.

Genre : *Candonopsis* Vavra, 1891.
Candonopsis solitaria Vavra, 1895.

Famille : Darwinulidae Brady & Norman, 1889.

Genre : *Darwinula* Brady & Norman, 1889.
Darwinula stevensoni (Brady & Robertson, 1870).

Famille : Cytheridae Baird, 1850.

Sous-famille : Limnocytherinae G. O. Sars, 1925.

Genre : *Limnocythere* Brady, 1867.
Limnocythere africana Klie, 1939.
Limnocythere africana minor Lindroth, 1953.

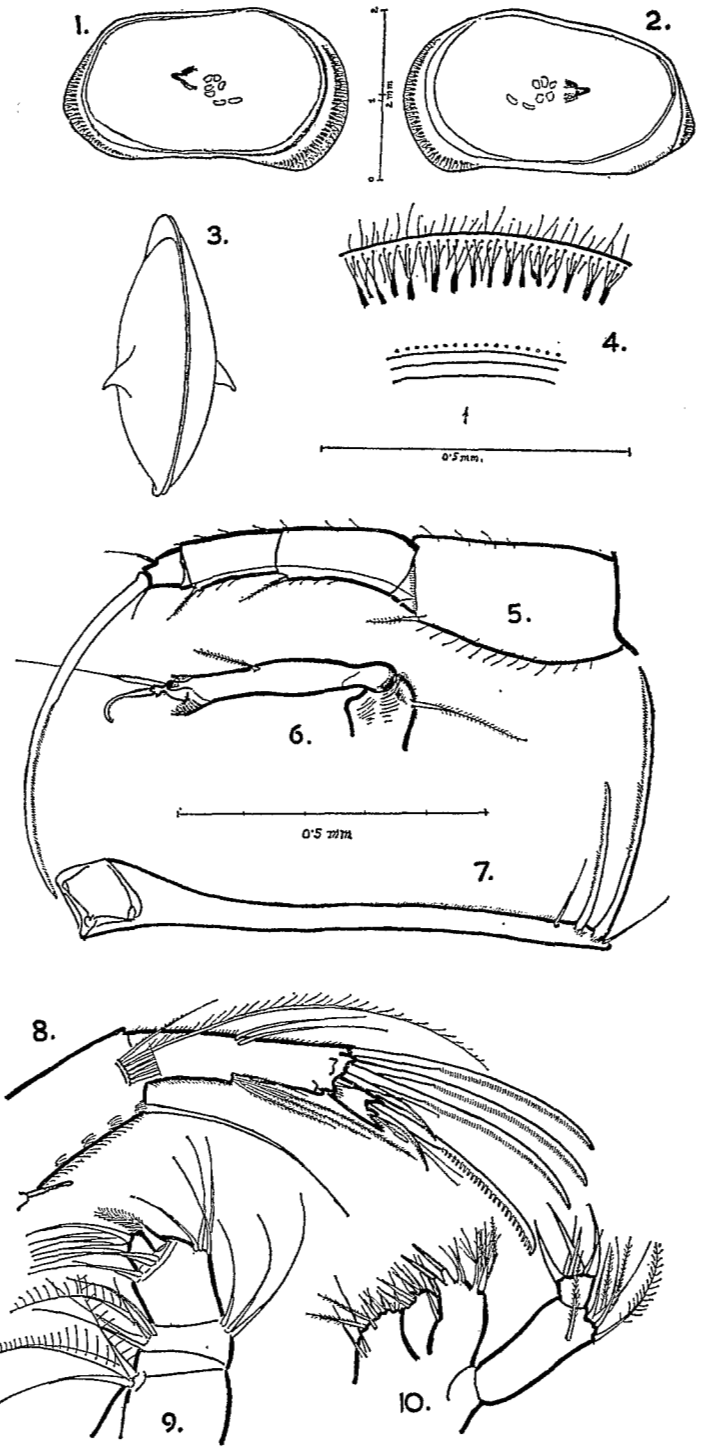


PLANCHE IV. — Exemple de *Cypridae* : *Candonocypris multiformis* KISS, 1960. **1** : valve droite (face externe) ; **2** : vaive gauche ; **3** : vue dorsale de la coquille ; **4** : extrémité antérieure de la valve gauche (vue interne) zone marginale à canaux sétifères ; **5** : 2e patte ; **6** : 3e patte ; **7** : *furca* droite ; **8** : 2e antenne ; **9** : palpe mandibulaire ; **10** : maxille.

Sous-famille : CYTHERIDEINAE G. O. Sars, 1925.

Genre : *Cyprideis* Jones, 1856.
Cyprideis torosa (Jones, 1850).

Sous-famille : CYTHERINAE.

Genre : *Cytheridella* Daday, 1905.
Cytheridella monodi W. Klie, 1936.

Éléments de biologie et d'écologie

La reproduction des Ostracodes est en principe bisexuée mais, chez un grand nombre d'espèces, les mâles sont inconnus et la reproduction est parthénogénétique.

Les œufs des Ostracodes sont extrêmement résistants aux facteurs extérieurs soleil, sécheresse ou froid. Les larves subissent une série de mues (7) au cours desquelles le nombre des appendices et de leurs articles augmentent jusqu'à ce que les larves atteignent leur maturité sexuelle ou leur forme définitive.

La taille des Ostracodes est très variable. Il existe des espèces macroscopiques, bien visibles à l'œil nu, de 3 à 5 mm et d'autres, microscopiques (surtout chez les Darwinulidae).

Les Ostracodes se nourrissent principalement de microorganismes aquatiques, animaux et végétaux, et de matières en décomposition.

Les Ostracodes sont présents partout où il y a de l'eau même en faible quantité, du Pôle Nord à l'Équateur et au Pôle Sud, dans les régions arctiques, tempérées ou tropicales, dans les océans, les grands lacs ; dans les grandes profondeurs aussi bien que dans les mares temporaires ou permanentes. Il existe des Ostracodes qui se contentent de vivre dans les mousses humides ou dans les aisselles des feuilles, dans les creux des troncs d'arbres, etc.

On rencontre des Ostracodes dans les eaux glacées comme dans les sources thermales et dans l'eau de mer, dans celle des lacs natronés et jusque dans les eaux de pluie les plus pures.

Ils sont abondants dans les grands lacs tels que les lacs des U.S.A., du Canada, de l'Afrique ou dans les mares remuées et piétinées quotidiennement par le bétail ou le gibier dans la brousse africaine ; c'est dans ces mares qu'on en trouve les plus grands nombres quoique peu d'espèces ; ils ne manquent pas non plus dans les fleuves ou dans les rivières, dans les ruisseaux, les sources ou les puits des oasis du Sahara.

Ils vivent en communauté avec les Cladocères, les Copépodes et les Rotifères mais la grande majorité des espèces est benthique. Ils ne sont pas sensibles à l'assèchement temporaire et reprennent leur activité après les premières pluies.

Les Ostracodes sont plutôt cosmopolites et les genres de la famille des Cypridae, surtout, sont représentés sur le globe entier.

Références bibliographiques

Claus (C.), 1893. — Beiträge zur Kenntniss der Süsswasser-Ostracoden *Arb. Zool. Inst. Univ. Wien.*, X.

Daday (E. von), 1902. — Ostracoda hungariae, Budapest.

Gauthier (H.), 1928. — Cladocères et Ostracodes du Sahara central. *Bull. Soc. hist. Nat. Afr.*, XX.

Gauthier (H.), 1939 a. — Contribution à l'étude de la faune dulçaquicole de la région du Tchad et particulièrement des Branchiopodes et des Ostracodes. *Bull. I.F.A.N.*, I.

Gauthier (H.), 1939 b. — Sur la structure de la coquille chez les quelques Cypridopsides à furca réduite et sur la validité du genre *Cyprilla* (Ostracodes). *Bull. Soc. Zool. de France*, 64.

Harding (J. P.), 1964. — Crustacean cuticule with reference to the Ostracode carapace. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 33 suppl.

Kiss (R.), 1959. — Ostracodes de l'Afrique tropicale. *Rev. Zool. Bot. Af.*, LX, 1-2.

Kiss (R.), 1960. — Entomostracés de la plaine de la Ruzizi ; 1re Notice ; Entomostracés de la région d'Usumbura. *Mémoires 8e Académie R. Sciences d'Outremer ; Cl Sc nat ; méd., Nlle série ;* XI, 5.

Klie (W.), 1936. — Ostracoden aus Kamerun *Rev. Zool. Bot. Afr.*, XXVIII, 2 : 287-309.

Lindroth (S.), 1953. — Taxonomic and zoogeographical studies of the Ostracod fauna in the Inland Waters of East Africa. *Zool. Bidrag, Uppsala*, 30.

Müller (G. W.), 1912. — Ostracoda, Das Tierreich, Berlin.

Rome (D. R.), 1969. — Contribution à l'étude des eaux douces de l'Ennedi. V. Crustacés Ostracodes. *Bull. I.F.A.N.*, XXXI, ser. A, 4 : 1074-1104.

Spandl (H.), 1924. — Wissenschaftlichen Ergebnisse der mit Unterstützung der Akademie der Wissenschaften in Wien aus der Erbschaft Treitl von F. Werner unternommenen Zoologischen Expedition nach dem Anglo-Ägyptischen Sudan (Kordofan) 1914 :

Die Süsswasser-Mikrofauna Denkschr. Akad. Wiss. 99. Wien.

N. B. — On trouvera une bibliographie complète dans les travaux de Gauthier, Klie et Lindroth.

Décapodes 14

THÉODORE MONOD

Dans la sous-classe des Malacostracés et la série des Eumalacostracés, la division des Eucarides comprend les deux ordres des *Euphausiacea* et des *Decapoda*. Une définition sommaire des Eucarides serait (GRUNER & DECKERT, 1956, p. 81) la suivante : « Carapace présente, soudée dorsalement avec tous les somites thoraciques. Pédoncule antennaire le plus souvent 2 - articulé. Yeux toujours pédonculés. Mandibule sans *lacinia mobilis* chez l'adulte (1). Cœur concentré. Branchies limitées à la région thoracique. Développement le plus souvent avec des stades larvaires libres et des métamorphoses (2) ». On trouvera une diagnose plus détaillée *in* CALMAN, 1909, p. 149.

En ce qui concerne les Décapodes, voici la définition que l'on peut en donner : Eucarides chez lesquels les 3 (I-III) premières paires de thoracopodes sont transformés en maxillipèdes, les 5 paires suivantes (IV-VIII) étant seules à fonction locomotrice (péraeopodes), la paire IV (1er péraepode) cependant souvent transformée en pince (chélipède) est particulièrement développée ; péraeopodes en règle générale sans exopodites chez l'adulte, ceux-ci existant le plus souvent chez certains stades larvaires ; exopodite maxillaire (Mx 2) très développé (scaphognathite) ; branchies (thoraciques) aux membranes articulaires (arthrobranchies) ou à la paroi somatique (pleurobranchies), très rarement absentes (*Leucifer*) ; abdomen jouant encore un rôle locomoteur (et portant des pléopodes natatoires) chez les groupes primitifs à faciès caridoïde (crevettes), réduit, avec ses appendices,

(1) De très rares exceptions.

(2) Des exceptions, en particulier chez les dulçaquicoles, écrevisses (Potamobiidae, etc.), crabes d'eau douce (Potamidae), et quelques rares formes marines.

chez les formes plus évoluées et pouvant n'être plus qu'une sorte d'opercule articulé chez les Crabes ; sexes en règle générale séparés ; larves se trouvant rarement au stade nauplien à l'éclosion (Penaeidae). Il n'y a pas lieu d'insister ici sur ces caractères, chacun sachant que les Décapodes sont les crevettes, homards, langoustes, pagures et crabes. En Afrique soudanienne, d'ailleurs, deux groupes seulement sont présents : les crevettes de la division Caridea et les crabes de la famille des Potamidae. Il va sans dire cependant que si l'on s'approche, en zone soudanienne, d'un domaine côtier saumâtre, estuaire, lagunes, mangrove, d'autres groupes de Décapodes pourront apparaître, représentés par des espèces particulièrement euryhalines appartenant par exemple aux Penaeidés parmi les Natantia, aux Paguridés et Callianassidés parmi les Anomoures, aux Portunidés, Xanthidés, Grapsidés, etc., parmi les Brachyoures.

Morphologie

Rappelons que chez les Décapodes, comme chez tous les autres Eumalacostracés, la segmentation post-céphalique comprend 14 somites (8 pour le thorax, 6 pour l'abdomen) potentiellement tous pédigères, et que si les somites abdominaux restent libres de toute soudure généralisée (même quand leur nombre peut se voir réduit : Branchyoures p.p.), un *céphalothorax* s'est constitué par coalescence, au moins dorsale, de tous les somites céphaliques et thoraciques, recouverts d'une *carapace* dont un repli latéral ou *branchiostégite* délimitera et abritera de chaque côté une cavité *branchiale.*

On aura donc, chez un Décapode :

1° Un *céphalothorax*, pouvant être prolongé en avant (p. ex. Crevettes) par un rostre plus ou moins développé.

a) 2 paires d'appendices morphologiquement préoraux chez l'adulte :

— antennules ou premières antennes (A 1) ;
— antennes ou deuxièmes antennes (A 2) ;

b) 3 paires d'appendices oraux (buccaux) :

— mandibules (Md) ;
— maxillules ou premières mâchoires (Mx 1) ;
— maxilles ou deuxièmes mâchoires (Mx 2) ;

c) 8 paires d'appendices thoraciques ou thoracopodes ou cormopodes (I-VIII) dont :

— 3 paires de maxillipèdes (Mxp 1-3) ;
— 5 paires de *péraeopodes* (P 1-5), dont les postérieurs sont locomoteurs, mais dont 1 ou plusieurs paires antérieures peuvent être préhensiles (à extrémité chélatée ou subchelatée) ou « nettoyeuses » : la pince ou « chélipède » des Crabes est le P 1.

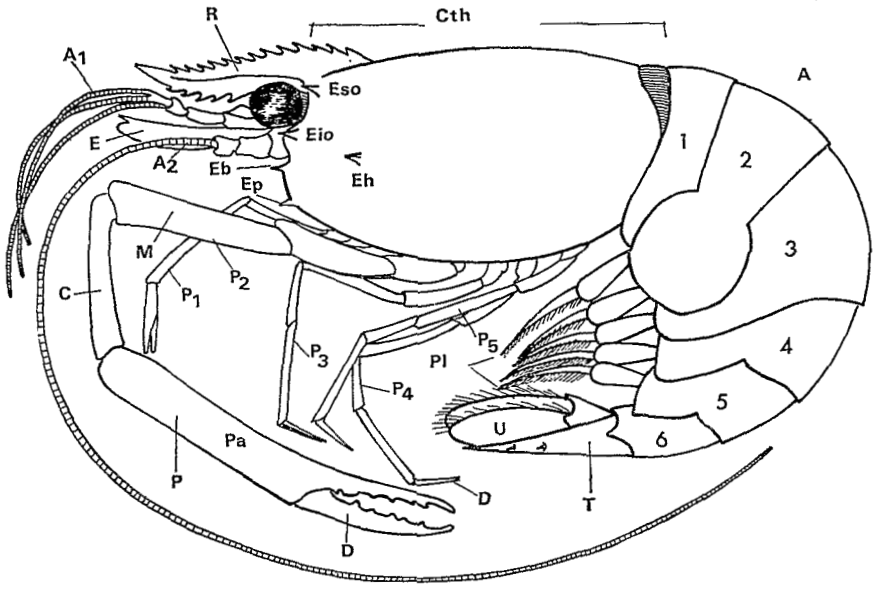


Fig. 1. — Schéma général d'une Crevette et nomenclature utilisée. A : abdomen ; A_1 : antennule ; A_2 : antenne ; C : carpe ; Cth : céphalothorax ; D : dactyle (à la pince : doigt mobile) ; E : écaille antennaire ; Eb : épine branchiostège ; Eh : épine hépatique ; Eio : épine infra-orbitaire (antennaire) ; Ep : épine ptérygostomienne ; Eso : épine supra-orbitaire ; M : mérus ; P : propode ; P_1-P_5 : péraeopodes ; Pa : paume (de la pince) ; Pl : pléopodes ; R : rostre ; T : telson ; U : uropodes.

2° *Un abdomen* (pléon) portant :

— 6 paires d'appendices abdominaux (pléopodes : Pl 1-6) dont la dernière est représentée chez les Crevettes par les uropodes (U) constituant avec le telson terminant l'abdomen un éventail caudal.

N. B. — On devra prendre garde au fait que les numérotations des thoracopodes (I-VIII), celle des maxillipèdes (Mxp 1-3) et des péréopodes (P 1-5) sont indépendantes et bien assimiler le tableau suivant.

Thoracopodes	*Maxillipèdes*	*Péraeopodes*	*Chélipède* (Crabes)	*Gonopores*
I	1			
II	2			
III	3			
IV		1	×	
V		2		
VI		3		♀
VII		4		
VIII		5		♂

Les orifices ♀ se trouvent sur le 6e somite thoracique, les orifices ♂ sur le 8e. Les pléopodes ♂ peuvent être modifiés : les Pl 1 et 2 se trouvent chez

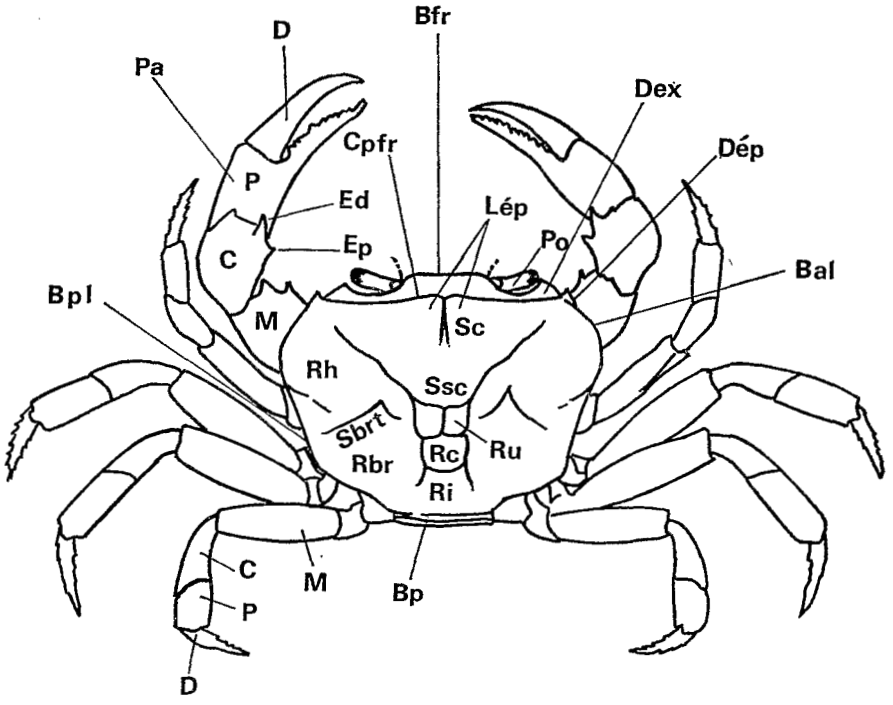


Fig. 2. — Schéma général d'un crabe et nomenclature utilisée. Bal : bord antéro-latéral ; Bfr : bord frontal ; Bp : bord postérieur ; Bpl : bord postéro-latéral ; C : carpe ; Cpfr : crête post-frontale ; D : dactyle (à la pince : doigt mobile) ; Dép : dent épibranchiale ; Dex : dent exorbitaire ; Ed : épine distale du carpe ; Ep : épine proximale du carpe ; Lép : lobes épigastriques ; M : mérus ; P : propode ; Pa : paume (de la pince) ; Po : pédoncule oculaire ; Rbr : région branchiale ; Rc : région cardiaque ; Rh : région hépatique ; Ri : région intestinale ; Ru : région urogastrique ; Sbrt : sillon branchial transverse ; Sc : sillon cervical.

les Crabes transformés en « verges » ou gonopodes (1) tandis que chez les Crevettes l'endopode du Pl 1 ♂ peut porter une *appendix interna* et celle du Pl 2 ♂ une *appendix masculina* et une *appendix interna.* Ces organes présentent souvent des caractères importants et très utilisés en systématique : celle des Brachyoures par exemple, fait désormais, depuis une trentaine d'années, constamment appel, aux niveaux générique et spécifique, à la morphologie des gonopodes.

Modes de récolte et de conservation

Les grandes Crevettes se prennent au filet (senne, haveneau, etc.) ou à la nasse, les petites au haveneau ou au filet fin ; les Crabes peuvent être ramassés à la main (sous les pierres, dans les fentes et les creux des rochers,

(1) Ne pas confondre avec les « pénis » qui, là où ils existent, sont constitués par un tube membraneux plus ou moins saillant coiffant le gonopore.

dans les trous des berges, sous les bois flottés, dans la végétation littorale, ou flottante, etc.).

Il va sans dire que très souvent on obtiendra, plus facilement qu'en s'efforçant de les capturer soi-même, des Crevettes ou des Crabes en s'adressant aux pêcheurs locaux et, en particulier, aux enfants, toujours fort habiles à ce genre de récoltes.

Le seul liquide conservateur satisfaisant est l'alcool (à 70°), mais en cas de besoin, l'eau formolée (formol à 10 %), la saumure, voire le sel sec seront, au moins jusqu'à la mise en collection définitive, temporairement acceptables, à titre de pis-aller. Les Crabes peuvent même être conservés à sec si l'on ne peut faire autrement : ils pourront se voir ultérieurement ramollis (dans l'eau) et placés dans l'alcool.

Très important : veillez soigneusement à ce que le volume de l'alcool soit largement supérieur à celui des spécimens à y conserver, pour ne pas risquer que les spécimens frais, faisant exagérément baisser le titre de l'alcool, ne provoquent la macération des spécimens dans un liquide conservateur trop dilué ; une fixation de quelques jours en eau formolée réduira ou supprimera tout risque d'altération ultérieure dans un alcool de force insuffisante.

Si l'on peut supposer qu'une récolte se compose de plusieurs espèces, il y aura intérêt à envelopper séparément au moins quelques spécimens (papier, tissu fin, etc.) : de la sorte les appendices, risquant souvent de se détacher au cours de la fixation, resteront avec l'animal auquel ils appartiennent : on peut éprouver beaucoup de difficultés parfois à retrouver dans un lot panaché les pattes de tel ou tel exemplaire et des confusions restent alors possibles.

Il est d'ailleurs indiqué pour les Crabes, dès qu'ils dépassent quelques centimètres, de les immobiliser en les enveloppant dans une feuille ou un morceau de tissu maintenus par un élastique avant de les immerger dans l'alcool, procédé empêchant que des pattes ne se détachent.

Il peut arriver que le premier alcool se colore au contact de spécimens non fixés ou subissant un début d'altération : il sera bon alors, si on le peut, de changer l'alcool. La conservation définitive (dans les collections d'un musée par exemple) exige, bien entendu, un alcool parfaitement limpide et incolore.

Des Décapodes d'une certaine taille, déjà fixés, peuvent très bien voyager simplement humides en sachets plastiques soudés à chaud (plutôt que fermé par un nœud ou un élastique, systèmes bien rarement étanches).

Ajoutons que si l'on dispose d'un réfrigérateur ou de récipients isolants, le froid représentera une méthode à recommander pour tuer les spécimens (Crabes en particulier) dans les meilleures conditions, procédé moins brutal que l'immersion dans le liquide conservateur.

SYSTÉMATIQUE

Dans le domaine soudanien, les Décapodes appartiennent à deux groupes dont les noms vulgaires recouvrent ici des entités taxonomiques, les « Crevettes » et les « Crabes », c'est-à-dire les Natantia Caridea et les Reptantia Brachyura.

Ces deux groupes sont morphologiquement très dissemblables.

Les Crevettes ont un corps aplati latéralement, la carapace prolongée en avant par un rostre pointu généralement denticulé (sur l'un de ses bords ou sur les deux) ; l'abdomen (« queue ») est robuste, riche en muscles, avec des pléopodes natatoires et un éventail caudal terminal, composé d'une pièce impaire, le telson et de 2 uropodes latéraux foliacés, biramés et bi-articulés ; sur les péraeopodes le basis et l'ischion sont distincts.

Les Crabes ont un corps aplati dorso-ventralement et une carapace élargie transversalement, sans rostre saillant individualisé ; l'abdomen, très réduit, aplati, est replié sous le céphalothorax et ne porte pas d'éventail caudal ; les uropodes, quand ils existent, cas tout à fait exceptionnel (Dromiacea), sont vestigiels et formés d'un seul article ; le thoracopode IV (P 1) est terminé par une pince ou chélipède.

CARIDEA

Trois familles, l'une très répandue (petites espèces) : Atyidae, la seconde (espèces moyennes à grandes) : Palaemonidae relativement peu commune en savane, la troisième (1 petite espèce de l'hinterland côtier) très localisée : Alpheidae.

Clé des familles (1)

1. P 1 et 2 terminés par des pinces insérées plus ou moins obliquement dans une échancrure distale du carpe, à doigts prolongés par un pinceau de soies ; Md sans palpe..... ATYIDAE

— P 1 et 2 terminés par des pinces normales, situées dans le prolongement du carpe et sans pinceaux terminaux de soies aux doigts ; Md avec palpe..... 2

2. Rostre très réduit, inerme ; carpe P 2 segmenté en 5 articles ; taille petite (7,5-18,5 mm)..... ALPHEIDAE
(*Potamalpheops monodi* (Sollaud) Powel

— Rostre bien développé, denté ; carpe P 2 non segmenté, entier ; taille moyenne à grande ou très grande (45-182 mm)..... PALAEMONIDAE
(Macrobrachium)

ATYIDAE

Les Atyas, grandes formes trapues, à la fois nageuses et marcheuses, probablement même fouisseuses, rappellent plutôt les « écrevisses » et ne se rencontrant pas à de grandes distances de la mer, sont donc à peu près absentes de la région soudanienne, tandis que les Caridines, petites formes grêles, nageuses, correspondent exactement à ce que le vocabulaire populaire entend par « crevettes ».

1. Taille petite (10-30 mm) ; pinces des 2 paires (P 1-2) non fendues jusqu'à la base et présentant par suite une portion palmaire distincte et un carpe peu ou pas échancré ; crible digital plus court que les pinces ; P 3 grêle, dactyle bien développé..... 2

(1) La clé n'est valable que pour la région traitée, et non d'une façon générale.

— Taille grande (50-125 mm) ; pinces des 2 paires (P 1-2) fendues jusqu'à la base : pas de paume et carpe échancré en demi-lune ; crible digital plus long que les pinces ; P 3 très massive et robuste, avec le dactyle réduit (comme pour P 4 et 5) à une griffe..... *Atya* (Leach 1816) 4

2. Rostre dorsalement inerme ; P 1 sans échancrure carpienne totale ; pas d'arthrobranchie à la base des pattes..... *Caridinopsis* (Bouvier 1912)

(1 espèce : *C. chevalieri* Bouvier 1912)

— Rostre dorsalement spinuleux ; P 1 avec échancrure carpienne totale ; une arthrobranchie à la base de P 1..... *Caridina* H. M. Edwards 1837 3

3. Rostre grêle, recourbé vers le haut à l'apex, plus long que la carapace, son bord dorsal avec une portion distale inerme ; bord postérieur du telson portant 4-8 épines barbelées plus courtes que les épines latérales internes.. *Caridina nilotica* (P. Roux 1833)

— Rostre plus court que la carapace, son bord dorsal soit entièrement spinuleux, soit avec une portion inerme très courte, subapicale ; bord postérieur du telson portant 6-8 épines barbelées plus longues que les épines latérales internes..... ..... *Caridina africana* Kingsley 1882

4. Échancrures latérales du rostre situées vers le milieu de l'organe et non limitées en dehors par une pointe aiguë..... 5

— Échancrures latérales du rostre situées vers la base de l'organe, en angle aigu limité en dehors par une forte pointe..... *A. gabonensis* Giebel 1875

5. Échancrures latérales du rostre formant un simple sinus arrondi, très ouvert, sans dent externe ; soies intermédiaires du telson disposées en une seule série (fig. 3, 4)..... *A. africana* Bouvier 1904

— Échancrures latérales du rostre formant un angle droit ou presque, limité en dehors par une dent obtuse en arrière de laquelle le rostre se rétrécit un peu ; soies intermédiaires du telson superposées en deux séries (fig. 5, 6)..... ..... *A. scabra* (Leach 1815)

DISTRIBUTION :

Caridinopsis chevalieri existe en Guinée et en Côte d'Ivoire.

Caridina africana (fig. 8, 9, 10) est très répandue à travers l'Afrique intertropicale : ruisseaux, mares, lacs, rives herbeuses des fleuves ; elle arrive, en Afrique orientale, au contact de la Caridine du Nil. Celle-ci *(C. nilotica)* a été observée de la vallée du Nil au Natal, par l'Afrique orientale (grands lacs, etc.) ; l'espèce serait d'origine indo-pacifique. La seule localité connue dans un bassin atlantique paraît être 1 ♀ du lac Upemba, bassin du Congo, Zaïre (ROTH-WOLTERECK, 1942, p. 279).

On peut rencontrer *Atya gabonensis* dans les fleuves littoraux de l'Afrique de l'Ouest et des îles du Golfe de Biafra (Fernando Po, São Tomé). L'espèce peut remonter plus ou moins loin : en zone soudanienne, on l'a signalée dans le Sénégal aux rapides du Félou, Kayes, etc. On peut se demander si la distribution de l'espèce ne serait pas liée à la présence de fonds rocheux. *Atya scabra* et *Atya africana* sont des espèces plus côtières qui peuvent remonter plus ou moins haut dans certains fleuves.

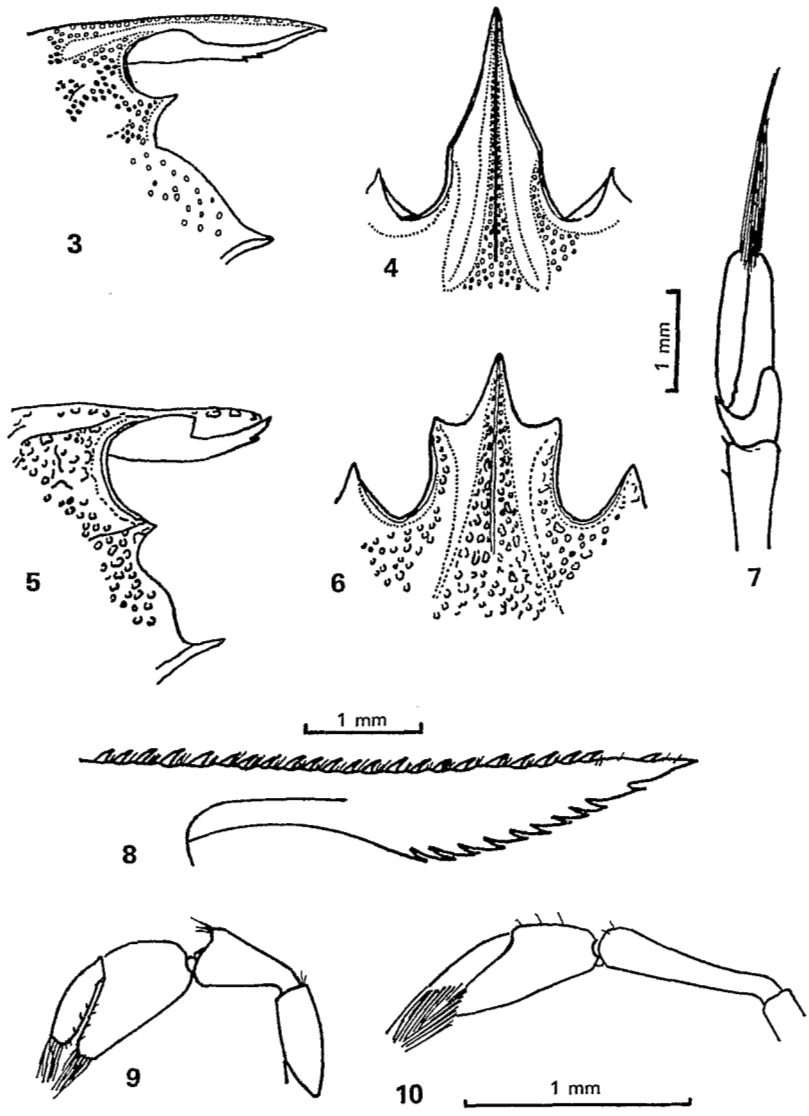


PLANCHE I. — Atyidae : **3**, *Atya africana* : rostre en vue latérale ; **4**, *idem* : rostre en vue dorsale ; **5**, *Atya scabra* : rostre en vue latérale ; **6**, *idem* : rostre en vue dorsale ; **7**, pince d'*A. africana* ; **8**, *Caridina africana* : rostre ; **9**, *idem* : patte de la première paire ; **10**, *idem* : patte de la seconde paire.

ALPHEIDAE

Potamalpheops monodi (Sollaud 1932) Powell 1979 est connu des eaux douces côtières (Sénégal, Sierra-Leone, delta du Niger et Cameroun mais l'espèce sera sans doute retrouvée dans des stations intermédiaires).

PALAEMONIDAE

Les genres *Palaemon*, *Leander*, *Palaemonetes*, etc., restant plus ou moins côtiers, seul le genre *Macrobrachium* Bate 1968 nous intéresse ici (1).

Une identification correcte nécessitant l'examen de mâles adultes, elle sera souvent très difficile : la clé qui suit est certainement très imparfaite et d'un emploi malaisé.

CLÉ DES ESPÈCES

1. Carpe P 2 de même longueur ou plus long que le mérus..... 2
— Carpe P 2 plus court que le mérus (2) ; doigts P 2 aussi longs ou plus longs que la paume et avec forte dent conique interne ; grande taille (jusqu'à 182 mm) (fig. 11, 18)..... *M. vollenovenii* (Herklots 1851)

2. ♂ ad., avec les pinces P 2 très différentes de forme et de taille, la petite avec les doigts fortement recourbés, ne se touchant qu'à l'extrémité, et laissant entre eux un espace occupé par les soies raides des bords digitaux (fig. 16)..... *M. felicinum* Holthuis 1949
— ♂ ad., avec les pinces P 2 de forme et en général de taille identique, les doigts non fortement recourbés et séparés par un grand espace..... 3

3. Rostre plus ou moins étroit ; ♂ ad., avec une partie du P 2 à pubescence feutrée (bord inférieur du mérus ou au moins les doigts) ; œufs nombreux et petits (env. 1 mm) (fig. 13, 19)..... *M. macrobrachion* (Herklots 1851)
— Rostre plus ou moins foliacé, à contour dorsal nettement convexe. ♂ ad., avec P 2 sans pubescence feutrée..... 4

4. P 2 ♂ avec les doigts 2 fois plus courts que la paume ; rostre : 8-14/2-3 ; taille moyenne (♀ ovig. jusqu'à 48 mm) (fig. 12-17)..... *M. niloticum* (P. Roux 1823)
— P 2 ♂ avec les doigts 2 fois plus longs que la paume ; rostre : 7-10/2-4 ; taille petite (♀ ovig. jusqu'à 60 mm) (fig. 15-20)..... *M. raridens* (Hilgendorf 1893)

DISTRIBUTION :

M. vollenhovenii. — Du Sénégal à l'Angola, dans les régions côtières ; peut remonter dans les rivières (p. ex. Koya en Guinée, Man en Côte d'Ivoire, Pra au Ghana, etc.).

---

(1) Rappelons que les genres *Palaemon*, etc..., ont une épine branchiostège mais pas d'épine hépatique alors que *Macrobachium* a, lui, une épine hépatique mais pas d'épine branchiostège.

(2) On pourra se trouver embarrassé dès le début de la clef si carpe et mérus sont plus ou moins égaux. Par exemple, on a signalé des *M. vollenhovenii* avec carpe et mérus sensiblement égaux.

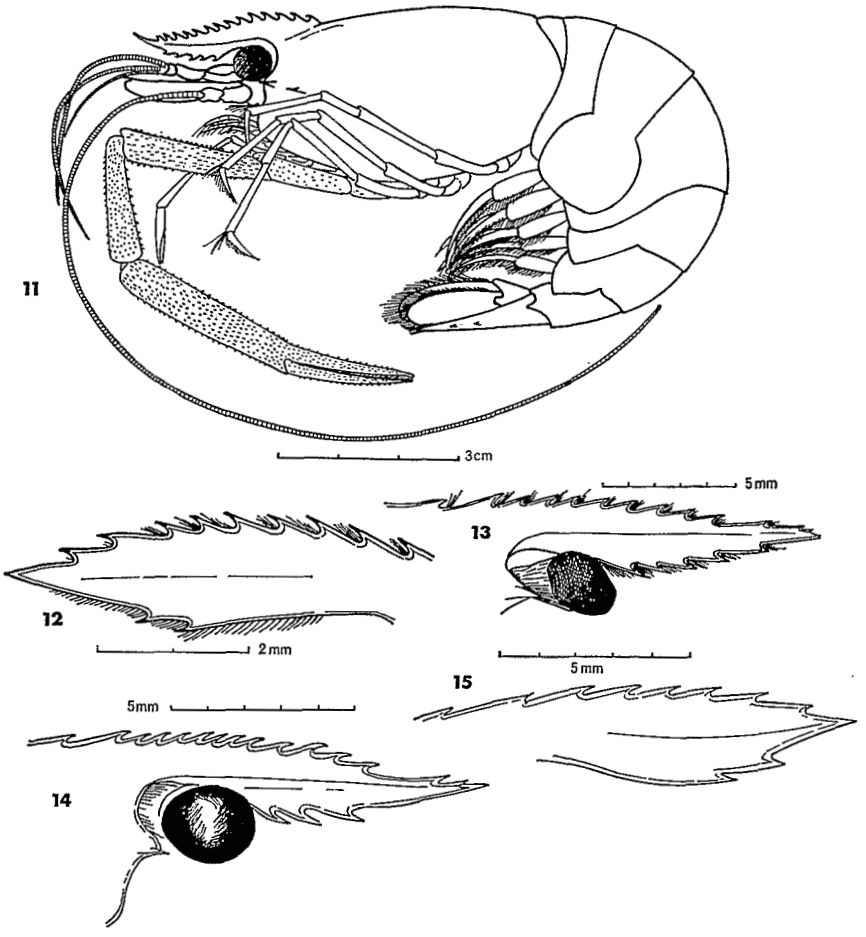


PLANCHE II. — Palaemonidae : **11**, *Macrobrachium vollenovenii* ; **12**, rostre de *M. niloticus* ; **13**, rostre de *M. macrobrachion* ; **14**, rostre de M. sp. ; **15**, rostre de *M. raridens*.

M. felicinum. — Ghana (riv. Pra) et Angola ; sera certainement retrouvé ailleurs maintenant que la confusion avec « *M. olfersii* » et *M. zariquieyi* n'est plus possible.

M. macrobrachion. — Estuaires, lagunes, mangroves, etc., du Sénégal à l'Angola ; peut remonter dans les rivières (p. ex. Koya en Guinée, Pra au Ghana, etc.).

M. niloticum. — L'espèce, décrite de Basse-Égypte, est connue de la Haute-Egypte, du Nil Blanc, du lac Rodolphe, du lac Tchad, du Chari et du Logone.

M. raridens. — De la Guinée au Nigéria (Cameroun?). Il y a des espèces affines, p. ex. *M. Thysi* Powell.

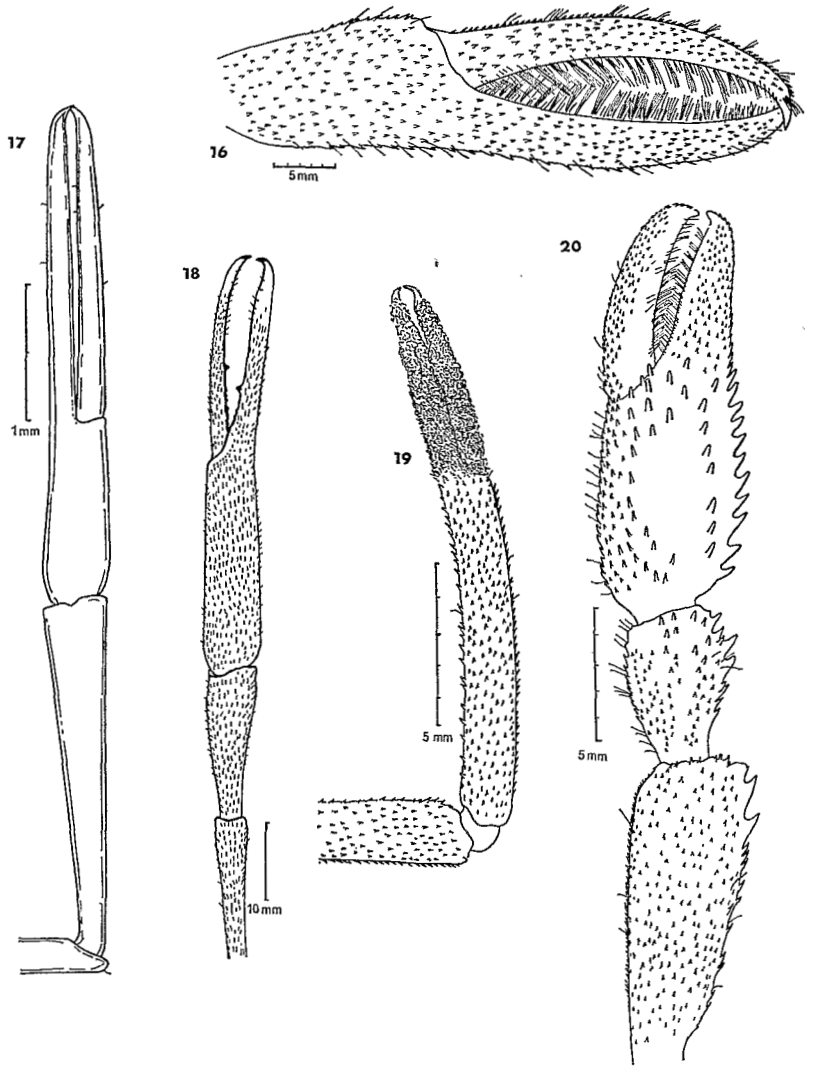


PLANCHE III. — Palaemonidae : **16**, pince de *M. felicinum* ; **17**, pince de *M. niloticus* ; **18**, pince de *M. vollenovenii* mâle ; **19**, pince de *M. macrobrachion* ; **20**, pince de *M. raridens*.

BRACHYURA

S'il semble indiqué de suivre, pour le statut des espèces et leur synonymie, le dernier réviseur des crabes d'eau douce d'Afrique (BOTT, 1955), on hésitera peut-être, par contre, à accepter une multiplication des familles : on conservera ici celle des Potamidae (incl. Potamonautidae Bott 1970).

Les crabes d'eau douce se diviseront dans la région soudanienne, à l'intérieur des Brachyura Brachyrhyncha Cancroidea (Cyclometopa), en

deux familles seulement (1), celles des Gecarcinucidae et celle des Potamidae, représentées, la première par deux genres : *Globonautes* et *Afrithelphusa*, la seconde par trois genres : *Potamonautes*, *Sudanonautes* et *Liberonautes* ; je ferai cependant figurer dans notre faune un 4e genre, *Potamon*, à cause de sa présence dans le Sahara algérien.

L'identification des crabes d'eau douce, qui comptent de nombreuses espèces souvent très voisines, est particulièrement difficile. On ne devra donc considérer ces pages que comme une simple orientation et, à la première difficulté, se reporter aux descriptions et illustrations publiées, car il n'était pas possible de donner ici de descriptions détaillées et les clés resteront souvent d'un emploi difficile. Enfin on n'oubliera jamais que, malgré l'acception ici assez étendue de région soudanienne, d'autres espèces, non mentionnées, existent en Afrique occidentale ou orientale et dont l'extension géographique véritable n'est pas encore connue.

Clé des familles

— Palpe mandibulaire avec un article terminal fendu, chevauchant la mandibule... ..... *Gecarcinucidae*

— Palpe mandibulaire avec un article terminal entier, adjacent à la mandibule..... ..... *Potamidae*

GECARCINUCIDAE

1. Article terminal Go 1, sacciforme, plus ou moins spiralé, plus étroit que l'article précédent et soudé à ce dernier..... *Globonautes* Bott 1959 2

— Article terminal Go 1 grêle, étiré, rectiligne, plus ou moins distinctement séparé de l'article précédent..... *Afrithelphusa* Bott 1969 3

2. Crête post-frontale aiguë, sans sillon médian..... *Globonautes monodosus* Bott 1959

— Crête post-frontale largement interrompue au milieu..... *Globonautes macropus* (Rathbun 1898) (fig. 21)

3. P 2-5 courtes et larges..... *A. gerhildae* Bott 1969

— P 2-5 longues et grêles..... *A. afzelii* (Colosi 1924)

DISTRIBUTION :

— *G. monodosus* : Guinée (Boké).
— *G. macropus macropus* : Libéria, Guinée.
— *A. gerhildae* : Guinée (Kindia).
— *A. afzelii* : Sierra Leone.

---

(1) BOTT (1970) en admet 11 pour l'Afrique.

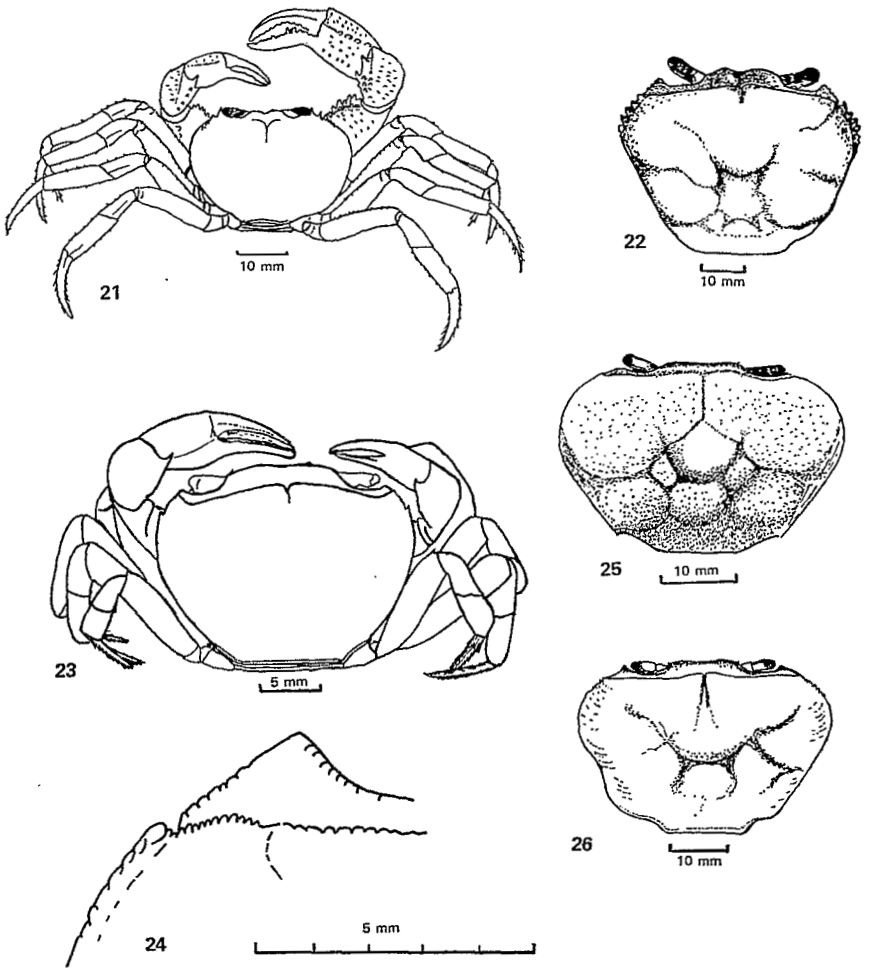


PLANCHE IV. — **21**, *Globonautes macropus* ; **22**, carapace de *Potamonautes niloticus* ; **23**, *Potamonautes ecorssei* ; **24**, détail de l'angle de la carapace de *P. ecorssei* ; **25**, carapace de *Potamonautes didieri* ; **26**, carapace de *Potamonautes suprasulcatus*.

POTAMIDAE [1]

CLÉ DES GENRES

1. Palpe mandibulaire tri-articulé..... *Potamon* (Eurasie)
   (une espèce : *Potamon edule* (Latreille 1816).
— Palpe mandibulaire bi-articulé (Afr. trop.)..... 2
2. Segment antérieur du bord antéro-latéral sans dent intermédiaire entre l'exorbitaire et l'épibranchiale..... *Potamonautes* MacLeay 1838
— Segment antérieur du bord antéro-latéral avec une dent intermédiaire..... 3

(1) Plutôt que Potamonidae, cf. ORTMANN, *Zool. Jahrb.*, Syst., IX, 1893, p. 445 et *Bull. Zool. Nom.*, Pt 5, 1964, p. 342.

3. Go 2 au moins aussi long que Go 1, avec l'article terminal étiré, filiforme..... *Liberonautes* Bott 1955

— Go 2 plus court que Go 1, avec l'article terminal réduit..... *Sudanonautes* Bott 1955

Potamon Savigny 1826

Potamon edule : ce crabe d'Afrique du Nord descend jusque dans le Sahara algérien, où il a souvent été signalé jusque dans les eaux souterraines (puits artésiens de l'Oued Rhir, p. ex.) : il n'a pas été retrouvé plus au Sud (massif central, Tibesti, etc.).

Potamonautes MacLeay 1838

Bord antéro-latéral avec dent intermédiaire. Article terminal de Go 2 long, filiforme, aussi long ou un peu plus long que Go 1. Palpe mandibulaire bi-articulé.

Un certain nombre de sous-genres intéressent notre région, que l'on distinguera au moyen de la clé suivante.

1. Article terminal du Go 1 fortement recourbé vers l'extérieur et souvent coudé dès son articulation avec l'article précédent..... *Platypotamonautes* Bott 1955
2 espèces.

— Article terminal du Go 1 dans le prolongement de l'article précédent..... 2

2. Aire ventrale de l'article terminal du Go 1 pas plus large ou à peine plus large que la partie dorsale..... 3

— Aire ventrale de l'article terminal du Go 1 plus large que la partie dorsale.....
..... *Arcopotamonautes* Bott 1955
1 espèce : *Potamonautes (Arcopotamonautes) suprasulcatus* (Hilgendorf 1898).

3. Carapace épineuse ; crête antéro-latérale aiguë..... *Acanthothelphusa* Ortmann 1897
1 espèce : *Potamonautes (Acanthothelphusa) niloticus.*

— Carapace lisse ; bord antéro-latéral arrondi..... *Rotundopotamonautes* Bott 1955
2 espèces.

Sous-genre *Platypotamonautes* Bott 1955

Front étroit. Région proximale de l'article apical de Go 1 aplatie et large (aire dorsale, aire ventrale) ; gouttière pour Go 2 peu accusée et visible en vue mésiale ; article apical de Go 1 fortement effilé distalement et avec une faible courbure en S.

Clé des espèces

— Bord antéro-latéral avec une dent, épibranchiale ; Go 1 terminé en pointe simple (fig. 23, 24, 32)..... *Potamonautes (Platypotamonautes) ecorssei* (Marchand 1902)

— Bord antéro-latéral sans dent épibranchiale ; Go 1 à apex bicornu (fig. 35).....
..... *Potamonautes (Platypotamonautes) triangulus* Bott 1959

DISTRIBUTION

P. ecorssei : Mauritanie, Sénégal, Mali, Haute-Volta, Côte d'Ivoire, Togo, Cameroun.

P. triangulus : le type vient d'une rivière du Ghana.

Sous-genre *Arcopotamonautes* Bott 1955

Article apical de Go 1 à courbure simple vers l'extérieur sans redressement de l'extrémité, long et grêle, aire ventrale plus large que la dorsale et repliée au-dessus de la gouttière, parfois avec peigne longitudinal plus ou moins étendu. Front étroit.

Une espèce : *Potamonautes (Arcopotamonautes) suprasulcatus* Hilgendorf 1858, signalée en Afrique orientale (fig. 26).

Sous-genre *Acanthothelphusa* Ortmann 1897

Article apical de Go 1 grêle, légèrement recourbé en S, avec sa plus forte largeur vers le milieu, et l'aire ventrale épaissie en bourrelet, mais à peine plus grande que l'aire dorsale. Article pénultième rétréci distalement. Front étroit, crête post-frontale avec une indentation latérale.

Potamonautes (Acanthothelphusa) niloticus (H. M. Edw. 1837) se rencontre dans le bassin du Nil, du delta au lac Victoria (fig. 22).

Sous-genre *Rotundopotamonautes* Bott 1955

Articles apicaux de Go 1 recourbés vers l'extérieur, avec les extrémités grêles parfois légèrement recourbées vers le haut et l'intérieur ; aires ventrales ne dépassant pas ou à peine les dorsales ; article apical se rétrécissant régulièrement en pointe. Front étroit. Crête post-frontale très faible, plus marquée chez le jeune. Une seule épine au carpe de la pince.

CLÉ DES ESPÈCES ET SOUS-ESPÈCES

1. Go 1 simplement recourbé vers l'extérieur (fig. 34)..... *Potamonautes (Rotundopotamonautes) didieri* (Rathbun 1905)

— Go 1 avec pointe légèrement recourbée vers l'intérieur (fig. 33)..... 2

2. Pince rugueuse..... *Potamonautes (Rotundopotamonautes) berardi berardi* (Audouin 1826)

— Pince lisse..... *Potamonautes (Rotundopotamonautes) berardi ignestii* (Parisi 1923)

DISTRIBUTION

R. didieri : Éthiopie, Afrique orientale.

R. berardi berardi : vallée du Nil, Soudan, Éthiopie, Kenya, Ouganda.

R. berardi ignestii : Éthiopie, Kenya.

Sudanonautes Bott 1955 (p. 295)

Avec deux sous-genres :

— Dent intermédiaire *en avant* de la suture latérale transversale ; crête post-frontale ne se recourbant pas vers l'arrière peu avant d'atteindre le bord antéro-latéral mais passant à ce dernier ; article pénultième du Go 1 non élargi distalement vers l'intérieur..... *Sudanonautes* s. str. Bott 1955

— Dent intermédiaire *en arrière* de la suture latérale transversale ; crête post-frontale se recourbant vers l'arrière au contact du bord antéro-latéral qu'elle suit parallèlement sur une certaine distance ; article pénultième du Go 1 élargi vers l'intérieur..... *Convexonautes* Bott 1955

Sous-genre *Sudanonautes* Bott 1955

Clé des espèces et sous-espèces

1. Dent intermédiaire aussi grande ou à peine plus petite que la dent exorbitaire.... 2

— Dent intermédiaire petite, souvent à peine plus grande que les autres du bord antéro-latéral (fig. 29)..... *Sudanonautes (Sudanonautes) pelii pelii* (Herklots 1861)

2. Pas de dent épibranchiale (fig. 27)..... *Sudanonautes (Sudanonautes) africanus africanus* (A. Milne-Edwards 1869)

— Une dent épibranchiale..... 3

3. Bord antéro-latéral plus ou moins denticulé. *Sudanonautes (Sudanonautes) africanus chaperi* (A. Milne-Edwards 1887)

— Bord antéro-latéral avec seulement une dent, épibranchiale, pointue..... *Sudanonautes (Sudanonautes) africanus chavanesii* (A. Milne-Edwards 1886)

Distribution

S. (S.) pelii pelii : de la Guinée au Zaïre.
S. (S.) africanus africanus : Afrique occidentale (Togo, Guinée, Côte d'Ivoire) et centrale (Gabon, Zaïre).
S. (S.) africanus chaperi : de la Côte d'Ivoire au Zaïre. Cameroun soudanien.
S. (S.) africanus chavanesii : de la Guinée au Zaïre.

Sous-genre *Convexonautes* Bott 1955

Sudanonautes (Convexonautes) aubryi (H. Milne Edwards 1853) (fig. 30). Avec trois sous-espèces :

1. Carapace grossièrement granuleuse au voisinage du bord antéro-latéral..... *Sudanonautes (Convexonautes) aubryi monodi* (Balss 1929)

— Carapace lisse..... 2

2. Crête post-frontale ne recouvrant pas le bord oculaire dorsal..... *Sudanonautes (Convexonautes) aubryi floweri* (de Man 1901)

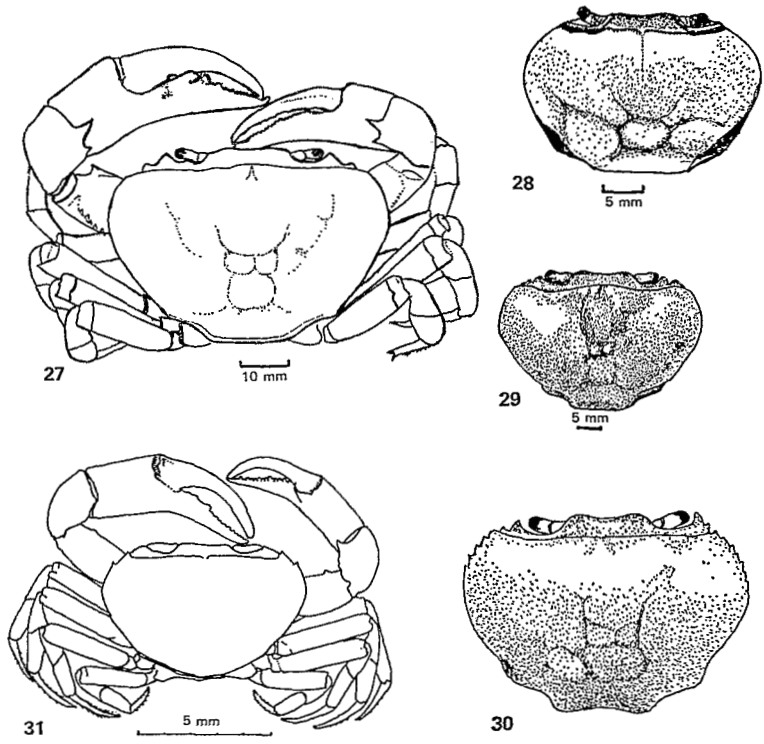


PLANCHE V. — Potamidae : **27**, *Sudanonautes africanus* ; **28**, carapace de *Potamonautes berardi* ; **29**, carapace de *Sudanonautes pelii* ; **30**, carapace de *Sudanonautes aubryi* ; **31**, *Liberonautes latydactylus*.

— Crête post-frontale recouvrant partiellement le bord oculaire dorsal.....
..... *Sudanonautes (Convexonautes) aubryi aubryi* (H. Milne-Edwards 1853)

DISTRIBUTION

S. (C.) a. aubryi : Togo au Zaïre.
S. (C.) a. floweri : Bassin du Nil, du Congo, du Tchad et du Chari.
S. (C.) a. monodi : Nord Cameroun, bassin de la Benoué.

Liberonautes Bott 1955 (p. 306)

Liberonautes latidactylus (de Man 1903) (fig. 31) est représenté en Afrique occidentale : Sierra Leone, Libéria, Ghana.

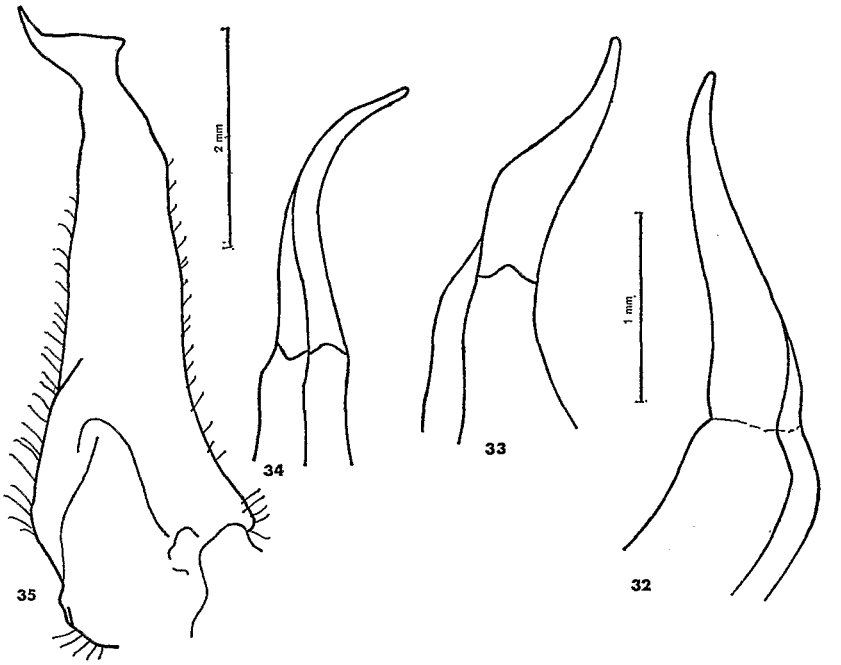


PLANCHE VI. — Gonopodes de *Potamonautes* : **32**, *P. ecorssei* ; **33**, *P. berardi* ; **34**, *P. didieri* ; **35**, *P. triangulus*.

Biogéographie

Les trois familles de Décapodes communément représentées dans les eaux douces soudaniennes, Atyidae et Palaemonidae pour les Crevettes, Potamidae pour les Crabes sont largement répandues dans les eaux douces tropicales et sub-tropicales et ont sans doute colonisé les eaux continentales, à partir d'ancêtres marins, à partir sans doute de la fin du Crétacé ou du début du Tertiaire. On peut penser que ces groupes ont peuplé les eaux africaines à partir de la Téthys au fur et à mesure que des régressions de celle-ci favorisaient la pénétration en eaux douces de formes littorales, estuarines, lagunaires, etc., dont les plus euryhalines allaient pouvoir s'adapter à la vie dulçaquicole.

Atyidae : l'Afrique soudanienne compte deux « grandes espèces », l'une tropico-africaine, *Caridina africana*, l'autre afro-orientale, *Caridina nilotica*, qui occupe l'Afrique de l'Est et du Nord-Est (en pouvant d'ailleurs se rencontrer avec *C. africana*) mais atteint l'Asie du Sud-Est, l'Indonésie et l'Océanie.

Palaemonidae : les espèces tropico-africaines citées ne dépassent pas les limites du continent (en y comprenant ses domaines insulaires).

Potamidae : il en est de même pour les Crabes, chez lesquels les espèces citées appartiennent soit à des taxons soudaniens (*Sudanonautes*, *Liberonautes*, *Rotundopotapomonautes*, *Acantholelphusa*, *Arcopotamonautes*) soit à des groupes à répartition comprenant aussi des régions forestières (*Potamonautes* s. str.). La grande confusion qui depuis longtemps règne dans la systématique de ce groupe, la surabondance des synonymes et aussi la notoire insuffisance des récoltes sur de vastes territoires, rendent prématurée toute tentative de classement biogéographique des espèces et en particulier tout essai d'expression cartographique de leurs aires de distribution.

Biologie

Les Décapodes n'ayant, à aucun stade de leur développement, la possibilité de résister à une sécheresse prolongée ne peuvent habiter les eaux *temporaires* « autonomes », sans contact saisonnier, ou occasionnel, avec un lac ou un cours d'eau permanents : on n'en trouvera donc pas dans les mares temporaires sahéliennes ou les dhayas sahariennes.

Par contre les mares *permanentes*, même en territoire désertique, peuvent abriter des Crevettes (Ennedi, Tassili des Ajjers, Saoura).

A l'intérieur de l'Afrique intertropicale tous les bassins et tous les types d'habitats (fleuves, ruisseaux, lacs, etc.) sont susceptibles de fournir des Décapodes.

Les biotopes caractéristiques pourront varier non seulement avec les espèces ou avec l'âge des spécimens, les plus âgés, dans les grandes espèces, se trouvant par exemple dans les eaux plus profondes.

De nombreux Crabes habitent des milieux anfractueux (cailloutis, fissures de rochers, etc.) ou des terriers. Certains sont, en fait, amphibies et peuvent, dans les régions très humides, p. ex. la forêt dense, remonter en dehors de l'eau : ce ne sera pas le cas dans la région soudanienne, sauf peut-être, localement, au cours de la saison des pluies.

Le régime alimentaire est, dans l'ensemble, très varié : substances végétales ou animales, cadavres de poissons, de Décapodes, etc.

Les Décapodes sont consommés par de nombreux prédateurs, en particulier Poissons et Oiseaux.

On sait très peu de choses sur les parasites (Protozoaires, Helminthes, etc.) des Décapodes soudaniens, domaine encore inexploré.

Une association phorétique, temporaire, est celle de la larve d'un *Simulium* (*S. neavei*) avec des Potamidae (cf. NELSON, 1970).

En ce qui concerne la reproduction, les Crevettes d'eau douce se comportent comme les Crevettes marines, c'est-à-dire que le développement est *dilaté*, avec métamorphose, l'éclosion se faisant au stade zoé (avec les appendices céphaliques+Mxp 1-3) ; toutefois, chez les Palaemonidae d'eau douce, dont les œufs sont souvent plus gros et moins nombreux que chez les espèces marines, on constate parfois une tendance au raccourcissement du développement, l'éclosion se faisant un peu plus tard ; le développement est, ici, *abrégé*, *contracté* ; c'est ainsi que le *Macrobrachium raridens*,

à gros œufs (3,5 mm) éclôt au stade *hypomysis* (SOLLAUD, 1923, p. 558-567, fig. XIV-XVII) avec toutes ses pattes thoraciques et, aussi, 5 paires de pléopodes. D'autres *Macrobrachium* africains sont dans le même cas, mais pas nécessairement tous car certains ont de petits œufs (*M. macrobrachium* : 0,4×0,5 mm).

Quant aux Crabes d'eau douce, leur développement est non seulement *abrégé* mais *direct* : c'est déjà un tout petit Crabe, et non une larve zoé comme chez les Crabes marins, qui sort de l'œuf (CALMAN, 1911, fig. 31, juvénile sur l'abdomen maternel : *Potamonautes johnstoni* ; BARNARD, 1950, fig. 35 *a-b*, embryon dans l'œuf et juvénile sous l'abdomen maternel : *Potamonautes perlatus*).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BALSS (H.), 1929. — Crustacea V. Potamonidae. *In* : Th. Monod éd., Contribution à l'étude de la faune du Cameroun, Mission Monod 1925-1926, 2e partie. *Faune Col. Fr.*, III : 115-129, fig. 1-8.

BARNARD (K. H.), 1950. — Descriptive Catalogue of South African Decapod Crustacea (Crabs and Shrimps), *Ann. South Afr. Mus.*, XXXVIII : 1-837, fig. 1-154.

BOTT (R.), 1955. — Die Süsswasserkrabben von Afrika (Crust., Decap.) und ihre Stammesgeschichte, *Ann. Mus. Roy. Congo Belge, C (Zool.)*, Série 3, 1, 3 : 209-352, 103 fig., 30 pl.

BOTT (R.), 1959. — Potamoniden aus West-Afrika, *Bull. I.F.A.N.*, XXI, Série A, 3 : 994-1008, fig. 1-15, pl. I.

BOUVIER (E.-L.), 1925. — Recherches sur la morphologie, les variations, la distribution géographique des Crevettes de la famille des Atyidés. *Encycl. entom.*, IV, 370 p., 716 fig.

CALMAN (W. T.), 1909. — Crustacea (Part IV. Appendiculata, 3rd fasc.), London, VIII+ 346 p., 194 fig., *in* : *Ray Lankester, éd.* : A *Treatise on Zoology*.

CALMAN (W. T.), 1911. — The Life of Crustacea, London, XVI+289 p., 85 fig., XXXII pl.

CAPART (A.), 1954. — Révision des types de Potamonidae de l'Afrique tropicale conservés au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. *Institut royal des Sciences naturelles (Bruxelles), Volume jubilaire Victor van Straelen*, II : 819-847, 43 fig.

GORDON (I.), 1930. — African Freshwater Prawns of the Species *Caridina nilotica* (Roux) with Special Reference to the Nile Basin, *Proc. Zool. Soc. London*, 1 : 33-50, fig. 1-13.

GORDON (I.), 1956. — Redescription of *Alpheopsis monodi* Sollaud, a rare freshwater prawn from Senegal, *Bull. I.F.A.N.*, XVIII, Série A, 4 : 1110-1117, fig. 1-20.

HOLTHUIS (L. B.), 1949. — On some Species of *Macrobrachium* (Crustacea Decapoda) from West Africa. *Eos, Madrid*, XXV, Cuad. 3°-4° : 175-185, fig. 1-2.

MAN (J. G.) de, 1901. — Description of a new Freshwater Crustacean from the Sudan, followed by some Remarks on an allied Species. *Proc. zool. Soc. London*, 1 : 94-104, pl. X.

MAN (J. G.) de, 1925. — Contribution à l'étude des Décapodes Macroures marins et fluviatiles du bassin du Congo Belge. *Ann. Mus. Congo Belge, Zool.* Série III (Arthropodes), Section III (Crustacés), 1, 1, 54 p., 187 fig.

MILNE-EDWARDS (A.), 1869. — Révision du genre *Thelphusa* et description de quelques espèces nouvelles faisant partie de la collection du Museum. *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat.*, V : 161-191, pl. VIII-XI.

MILNE-EDWARDS (A.), 1887. — Observations sur les Crabes des eaux douces de l'Afrique. *Ann. Sc. nat., Zool.* (7), IV : 121-149, pl. 7-9.

MONOD (Th.), 1966. — Crevettes et Crabes de la Côte occidentale d'Afrique, p. 103-234, pl. I-XXII, *in* : Réunion de spécialistes C.S.A. sur les Crustacés, Zanzibar 1964, *Mém. I.F.A.N.*, n° 77.

MONOD (Th.), 1977. — Sur quelques Crustacés Décapodes africains (Sahel, Soudan). *Bull. Mus. nat. Hist. nat.* (3), n° 500 (Zoologie 349) : 1201-1236, fig. 1-132.

POWELL (C. B.), 1979. — Three alpheid shrimps of a new genus from West African fresh and brackish waters : taxonomy and ecological zonation. *Rev. Zool. afr.*, 93, n° 1 : 116-150, fig. 1-8.

RATHBUN (M. J.), 1904-1906. — Les Crabes d'eau douce (Potamonidae). *Nouv. Arch. Mus. Hist. nat.* (4), VI, 1904, p. 225-312, fig. 1-37, pl. 9-18 — (4), VII, 1905, p. 159-322, fig. 38-105, pl. 13-22 — (4), VIII, 1906, p. 33-122, fig. 106-124.

ROTH-WOLTERECK (E.), 1942. — Untersuchungen an Atyiden (Decapoda) von Belgisch Congo, mit besonderer Berücksichtigung der Rassen und Artbildungsfrage. *Rev. Rev. Zool. Bot. Afr.*, XXXVI, 3 : 229-312, fig. 1-18.

ROUX (J.), 1935. — Crustacés Décapodes d'eau douce. *In* : Voyage de Ch. Alluaud et P. A. Chappuis en Afrique occidentale française (déc. 1930-mars 1931). *Arch. Hydrob.*, XXVIII : 21-34, 3 tabl.

SCHMITT (W. L.), 1926. — The Macrouran, Anomuran and Stomatopod Crustaceans collected by the American Museum Congo Expedition 1909-1915. *Bull. Amer. Mus. Nat. Hist.*, LIII : 1-67, fig. 1-75, pl. I-IX.

SOLLAUD (E.), 1923. — Le développement larvaire des « Palaemoninae ». *Bull. biol. Fr. Belgique*, LVII, 4 : 509-663, fig. 1-XXV, pl. XVI-XVIII.

SOLLAUD (E.), 1932. — Sur un Alphéide d'eau douce, *Alpheopsis Monodi* n. sp. reccueilli par M. Th. Monod au Cameroun. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, LVII : 375-386, fig. 1-2.

SOLLAUD (E.), TILHO (J.), 1911. — Sur la présence dans le lac Tchad du *Palaemon niloticus* Roux. *C. R. Ac. Sc.*, 152, 6 : 1868-1871, 1 fig.

IMPRIMERIE A. BONTEMPS

LIMOGES (FRANCE)

Dépôt légal : 1er trimestre 1980