ALGUES D'EAU DOUCE ET ZOOPLANCTON

par M. MARCEL LEFÈVRE

Assistant de Cryptogamie
au *Museum National d'Histoire Naturelle*

Au cours d'un précédent travail paru ici-même (1), je discutais les conclusions de TILDEN, WEIMANN et WUNDER relatives au rôle des Cyanophytes dans le rendement en Poisson des étangs.

TILDEN prétend que les Cyanophytes sont nuisibles et que, dans les étangs pourvus de ces Algues, les Poissons ne prospèrent pas.

WEIMANN, au contraire, constate qu'en Silésie les plus hauts rendements en dimensions et en poids sont obtenus dans les étangs à Cyanophytes : *Anabaena* et surtout *Aphanizomenon*.

Mes observations personnelles dans la région parisienne m'incitaient à adopter les conclusions de TILDEN mais, cependant, j'estimais que la question méritait une étude plus approfondie et j'écrivais :

« De tout ce qui précède, on ne peut donc, à notre avis, conclure que tous les étangs à *Aphanizomenon* fournissent un excellent rendement en Poisson, ni surtout que ces Algues favorisent le pullulement des Daphnies. La question est, à notre avis, beaucoup plus complexe et, vu son importance aussi bien théorique que pratique, mérite qu'on s'y attache en tenant compte d'un nombre bien plus considérable de facteurs (nature exacte des espèces, densité des populations, composition chimique des eaux, facteurs physiques, etc...). »

Grâce au précieux appui du *Commissariat à la Sologne*, j'ai pu pousser plus à fond cette intéressante question. Près de 60 étangs de dimensions et de types biologiques variés ont été explorés au cours de l'été et de l'automne 1942. D'autre part, de nombreuses cultures de Cladocères, uniquement alimentées par des Algues en cultures pures, ont été effectuées au Laboratoire en vue d'étudier la nutrition de ces animaux. Ces diverses investigations ont fourni d'intéressants résultats que je vais exposer ici.

Il est actuellement reconnu par la plupart des spécialistes des questions

(1) Recherches Hydrobiologiques sur les Rivières, Mares et Étangs du Domaine National de Rambouillet. — *Bulletin Français de Pisciculture*, n° 122, p.p. 1-55, 1940-1941.

piscicoles que la Carpe, en étang clos, se nourrit surtout de Zooplancton.

Le rendement d'un étang est donc en relation directe avec l'abondance du Zooplancton qui, lui-même, est conditionné en grande partie par le Phytoplancton.

C'est donc en définitive le Phytoplancton qui détermine par sa nature et son abondance le rendement d'un étang à Carpes.

Les Algues constituant le Phytoplancton et susceptibles de devenir dominantes dans ce Phytoplancton sont :

FIG. 10. — Volvocale : *Chlamydomonas*.

Algue très favorable, par sa taille (20 à 30 μ) et sa forme sphérique ou subsphérique, à la nutrition des Cladocères.

Des Volvocales (Fig. 10) : — (*Volvox*, *Eudorina*, *Pandorina*, *Chlamydomonas*, *Gonium*).

Des Chlorococcales : — (*Pediastrum*, *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus*, *Chlorella*, *Kirchneriella*, *Dictyosphaerium*).

Des Diatomées : — (*Synedra*, *Melosira*, *Fragilaria*, *Asterionella*, *Cyclotella*).

Des Dinophycées : — (*Peridinium*, *Glenodinium*, *Gymnodinium*, *Ceratium*).

Les Chrysophycées : — (*Synura*, *Mallomonas*, *Dinobryon*).

Des Flagellées : — (*Euglena*, *Phacus*, *Lepocinclis*, *Trachelomonas*).

Des Xanthophycées : — (*Botryococcus*).

Des Desmidiacées (Fig. 11) : — (*Microsterias*, *Closterium*, *Staurastrum*, *Hyalotheca*, *Desmidium*).

Des Cyanophytes (Fig. 12, 13, 14) : — (*Anabaena*, *Microcystis*, *Coelosphaerium*, *Gomphosphaeria*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Phormidium*).

Pour contribuer efficacement au rendement d'un étang il faut que ces différentes Algues se présentent en masse, donc qu'elles rencontrent des conditions de vie (facteurs dits « écologiques ») particulièrement favorables à leur multiplication rapide. Elles alimentent les Entomostracés qui constituent le Zooplancton et qui se multiplient alors parallèlement au Phytoplancton.

FIG. 11. — Desmidiacées.

Algues de la famille des Conjuguées, défavorables par leur taille, leur forme et l'épaisseur de leur membrane, à la nutrition des Entomostracés. — On remarque sur la photographie deux *Microsterias* et un *Pleurotaenium*.

Parmi les Entomostracés, les espèces les plus intéressantes au point de vue piscicole sont celles qui appartiennent au groupe des Cladocères (Daphnies). Il est donc évident que les étangs à plus haut rendement seront ceux dans lesquels le Phytoplancton sera le plus apte à fournir une abondante multiplication des Cladocères.

Or la valeur d'un Phytoplancton est, pour les Cladocères, fonction de plusieurs facteurs principaux : — sa facilité d'ingestion, — sa valeur nutritive (conditionnée par sa digestibilité) — et son inaptitude à causer différentes sortes d'accidents chez les animaux.

Etudions sommairement ces divers facteurs :

Facilité d'ingestion. — Les Cladocères sont des animaux de petite taille ; ils filtrent l'eau par un appareil spécial, recueillent les particules nutritives dans un canal (gouttière prébuccale), puis les font passer par l'orifice buccal dans le tube digestif. Au niveau de l'orifice buccal les aliments subissent un broyage très primitif. L'orifice buccal étant étroit l'animal ne peut guère ingérer des proies d'un diamètre supérieur à $50\ \mu$ chez les plus grosses espèces. Il peut, cependant, absorber des Algues de forme allongée (100 à $150\ \mu$) lorsqu'elles se présentent dans de bonnes conditions (par une des extrémités).

L'ingestion des particules alimentaires est subordonnée à leur introduction préalable dans la gouttière prébuccale. Si l'animal évolue dans un essaim d'Algues flagellées petites, mais assez puissantes nageuses, celles-ci résistent victorieusement au courant créé par l'appareil filtrant du Cladocère en vue de les happer. La gouttière prébuccale reste vide ou presque et l'animal est très mal nourri. Enfin, les espèces nettement planctoniques se tenant toujours en suspension dans l'eau sont plus facilement happées par les Cladocères qui les saisissent beaucoup plus facilement que sur le fond.

Valeur nutritive. — Elle est conditionnée par la constitution même des Algues. Les plus digestes sont celles qui ont la membrane la plus fine, la plus fragile, ou la plus perméable (percée de pores).

Elles sont alors, ou bien complètement dissociées et méconnaissables à la sortie du tube digestif du Cladocère, ou bien encore « en forme » mais vidées de leur contenu cellulaire à travers les orifices de la membrane.

Les Algues à membrane épaisse, au contraire, traversent le tube digestif sans paraître avoir souffert : elles sortent telles qu'elles sont entrées sans avoir en quoi que ce soit contribué à nourrir l'animal, sauf naturellement celles qui sont pourvues d'un protoplasme extramembraneux.

Toutes les Algues digestes ne sont cependant pas nutritives au même degré. Tout dépend évidemment de la nature chimique des inclusions cytoplasmiques. Les cellules pourvues de paramylon sont certainement moins nutritives que les cellules à lipoides, car le paramylon est mal digéré par les Cladocères tandis que les lipoides semble l'être parfaitement. On vérifie de même que les espèces vivant en colonies mucilagineuses (*Pandorina morum*, par exemple) fournissent expérimentalement d'excellents élevages de Daphnies (1).

Inocuité pour les animaux. — Il ne me paraît pas impossible que certaines Algues soient toxiques pour les Cladocères, car une expérience de laboratoire répétée trois fois semble établir la toxicité d'un Flagellé pour des Daphnies, mais je ne saurais faire état de cette unique expérience.

(1) M. LEFÈVRE. — L'utilisation des Algues d'eau douce par les Cladocères : *Bulletin Biologique*, Tome LXXVI, fas. 3, 1942, p.p. 250-276.

En dehors de cette nocivité possible d'ordre chimique on a reconnu avec certitude que certaines Algues provoquent, directement ou indirectement, la mort des Cladocères de diverses façons :

Par engorgement de l'appareil filtrant. — L'appareil filtrant d'une Daphnie évoluant dans une population dense de fines Algues filamenteuses s'engorge très rapidement. Il se produit un feutrage interne d'Algues qui étouffe l'animal.

Par paralysie des Animaux. — Lorsque les Algues deviennent trop abondantes, les animaux ne peuvent plus effectuer librement les mouvements indispensables à leur existence ; ils s'épuisent en vains efforts et meurent.

Par leur vie en épibiontes. — Certaines Algues (favorisées par des conditions spéciales de milieu) se fixent énergiquement sur la carapace et même sur les antennes des Cladocères. Elles s'y multiplient. Il arrive que l'animal est presque recouvert d'une abondante végétation qui l'alourdit, le fatigue et l'épuise, entravant sa nutrition, par suite sa multiplication et causant souvent sa mort.

Enfin, lorsque les Algues forment en surface d'épaisses couches mousseuses, on constate parfois que les bulles gazeuses qui forment cette mousse s'insèrent entre les sortes de valves constituant la carapace des Cladocères. La densité des animaux est alors tellement diminuée qu'ils sont constamment maintenus en surface et ne peuvent plus pourvoir à leur nourriture ; ils disparaissent de ce fait.

Cette connaissance des exigences des Cladocères nous permet immédiatement de déterminer l'aptitude des différentes Algues à constituer un abondant Zooplancton et, par conséquent, de mesurer leur valeur piscicole.

Les Diatomées planctoniques, en général assez grandes, rigides, donc difficilement absorbées par les Cladocères, sont nettement défavorables.

Les Périidiniens, trop volumineux (*Ceratium*) ou à membrane cellulosique très épaisse (*Peridinium*), sont également sans valeur.

Parmi les Volvocales, les *Eudorina*, *Pandorina*, *Gonium* et surtout *Chlamydomonas* sont extrêmement intéressants en raison de leur membrane peu épaisse ou de leur enveloppe mucilagineuse.

Intéressantes au même titre sont les Protococcales des genres *Chlorella*, *Ankistrodesmus*, *Selenastrum*, *Dictyosphaerium*, *Kirchneriella* et certains *Scenedesmus*.

En raison de leur taille généralement grande et de leur membrane cellulosique épaisse, les Desmidiacées ne présentent aucun intérêt.

La Chrysophycée *Synura uvella* constituerait une bonne nourriture pour le Zooplancton, malheureusement c'est une espèce d'hiver et de début de printemps. Les *Dinobryon* forment une nourriture acceptable seulement.

Quant aux Algues Flagellées, sauf les grandes espèces comme *Euglena acus* var. *longissima*, *Euglena oxyuris*, *Phacus longicauda* ou les espèces à membrane très épaisse comme certains *Trachelomonas* et *Lepocinclis*,

elles sont particulièrement favorables au développement des Entomostracés. J'ai, notamment, obtenu de remarquables élevages avec *Phacus pyrum*, élevages dans lesquels *Daphnia magna* et *D. pulex* renfermaient jusqu'à 30 et 32 œufs parthénogénétiques.

Arrivons enfin aux Cyanophytes. Telles les langues d'Esope elles peuvent être la meilleure et la pire des choses.

En effet, ce sont presque toujours elles qui fournissent les Phytoplanctons les plus abondants, mais par cela même elles sont prédisposées à

FIG. 12. — Cyanophyte : *Microcystis flos aquae*, Algue favorable à la nutrition du Zooplancton.

former des « Fleurs d'eau » dont les conséquences sont parfois catastrophiques pour les Poissons (1).

Les principales espèces de Cyanophytes capables de se développer en masse sont : les *Anabaena*, les *Microcystis*, les *Coelosphaerium*, les *Aphanizomenon*, les *Gomphosphaeria*, les *Oscillatoria* et les *Phormidium*.

Étudions la morphologie et le comportement de ces différents groupes :

Les *Microcystis* (Fig. 12) sont des Algues unicellulaires sphériques dont le diamètre peut varier de $1/2$ à 8μ . Elles ne vivent pas à l'état isolé mais en colonies d'un nombre très variable de cellules (quelques dizaines à quelques milliers) entourées d'une gaine mucilagineuse comme les zooglées de Bactéries.

(1) M. LEFÈVRE. — Pisciculteurs. Méfiez-vous des « Fleurs d'Eau » : *L'Action Forestière et Piscicole*, Janvier 1943.

La multiplication des cellules a lieu par division. La multiplication des colonies se fait de la manière suivante : les zooglées au début presque discoïdes et homogènes deviennent clathrées ; de petits groupes de cellules ou des lambeaux de zooglées se détachent et forment de nouvelles colonies.

Dans certaines conditions les cellules peuvent être pourvues de vacuoles gazeuses qui diminuent grandement leur densité. Les colonies montent alors en surface et forment des fleurs d'eau.

Principales espèces : — *Microcystis flos-aquae*, *M. aeruginosa*.

Les *Coelosphaerium* ne diffèrent des *Microcystis* que par l'arrangement des cellules qui sont périphériques, disposées en couche simple et forment des colonies creuses vésiculiformes. En général, les colonies sont beaucoup moins volumineuses que chez *Microcystis*. Les autres caractères sont semblables.

Principales espèces : — *Coelosphaerium Kulzingianum*, *C. Naegelianum*.

Les *Anabaena* se présentent sous forme de filaments droits, flexueux ou spiralés appelés trichomes. Les trichomes sont formés de cellules plus ou moins allongées ou sphériques dans lesquelles sont intercalées des cellules différenciées ordinairement plus volumineuses : les hétérocystes et les spores. L'épaisseur et la longueur des trichomes varient avec les espèces. Chez *Anabaena variabilis* l'épaisseur est de 4 à 6 μ et la longueur de 50 à 250 μ .

Les cellules se multiplient par division, les trichomes par hormogonies et par germination des spores.

Les hormogonies sont de petits groupes de cellules formant de très courts filaments qui se détachent des trichomes.

Beaucoup d'*Anabaena* peuvent posséder des vacuoles gazeuses et former des fleurs d'eau.

Principales espèces : — *Anabaena variabilis*, *A. spiroides*.

Les *Aphanizomenon* (Fig. 13 et 14) ressemblent aux *Anabaena* dont elles ont la taille et les dimensions, mais elles ne sont jamais spiralées.

Par contre beaucoup d'espèces de ce groupe se réunissent en faisceaux très volumineux, macroscopiques, parfois longs de plusieurs millimètres, ayant la forme de petites « javelles » ou de minuscules feuilles de saule (Fig. 13). Elles possèdent des vacuoles gazeuses et peuvent également former des fleurs d'eau. Les cellules et trichomes se multiplient comme chez les *Anabaena*.

Principales espèces : — *Aphanizomenon flos aquae*,¹ *A. gracile*.

Les *Gomphosphaeria* se présentent sous la forme de sphérules mucilagineuses de 30 à 40 μ de diamètre renfermant de petites cellules ellipsoï-

dales, sphériques ou cordiformes, disposées à la périphérie. Elles sont planctoniques.

Principales espèces : — *Gomphosphaeria lacustris*, *G. Aponina*.

Les Oscillariées, principalement *Oscillatoria* et *Phormidium* sont des Cyanophytes filamenteuses dépourvues de spores et d'hétérocystes. Elles se multiplient uniquement par hormogonies. Elles ne sont pas pourvues d'une enveloppe mucilagineuse épaisse, mais parfois d'une gaine. Elles n'ont pas, en général, de vacuoles gazeuses.

Principales espèces : — *Oscillatoria lacustris*, *O. princeps*, *O. ornata*, *O. planctonica*. — *Phormidium tenue*, *P. valderianum*.

CYANOPHYTES ET ZOOPLANKTON

Ce que nous savons de la nutrition des Cladocères et de la constitution des principales Cyanophytes planctoniques nous permet immédiatement d'expliquer les divergences de vues qui se sont manifestées chez différents spécialistes limnologues. En effet, dans presque tous les groupes de Cyanophytes, certaines espèces sont favorables et d'autres défavorables au développement du Zooplancton.

Chez les *Anabaena*, par exemple : — *Anabaena spiroïdes* est favorable aux Cladocères parce que sa forme largement spiralée lui empêche de former un feutrage mortel sur les endopodites, tandis que les fragments de trichomes (Hormogonies) constituent une excellente nourriture pour les animaux.

Anabaena variabilis, au contraire, droite et ténue engorge l'appareil filtrant des Cladocères et provoque chez eux une forte mortalité.

Même remarque pour les *Aphanizomenon* : — *A. flos-aquae* (Fig. 13) est tout à fait favorable à la multiplication du Zooplancton qui utilise les hormogonies pour se nourrir, mais qui ne peut être, en aucune façon, incommodé par les faisceaux macroscopiques formés par cette espèce : les animaux circulent en toute sécurité et en toute liberté de mouvements entre les faisceaux.

Par contre, *Aphanizomenon gracile* (Fig. 14) à l'état de trichomes fins et isolés, est parfaitement nocive pour les Cladocères.

Le facteur quantité joue également un rôle primordial en ce qui concerne l'utilité ou la nocivité d'un Phytoplancton. Les Algues les plus favorables deviennent nuisibles lorsqu'elles sont en grande masse : elles éliminent toutes les autres espèces et font périr le Zooplancton en entravant ses mouvements.

En résumé, les facteurs d'ordre mécanique jouent un rôle aussi important que les facteurs chimiques dans l'établissement d'un Zooplancton.

Les différentes observations ci-dessus montrent bien qu'il est impossible de généraliser et de considérer en bloc tel ou tel groupe d'Algues comme favorable ou défavorable à la Pisciculture.

Ainsi WEIMANN considère, très certainement avec juste raison que, dans les étangs de Silésie les *Aphanizomenon*, puis les *Anabaena* fournissent les plus hauts rendements.

Au contraire, dans la région parisienne, j'accuse les *Aphanizomenon* de causer de graves dégâts. Il est fort probable que les *Aphanizomenon* de WEIMANN et les miens appartiennent à deux espèces différentes.

J'ai, du reste, moi-même, observé en Sologne de nombreux étangs à

FIG. 13. — Cyanophyte : *Aphanizomenon flos aquae*, favorable au développement du Zooplancton parce qu'elle reste agglomérée en faisceaux et ne gêne pas les mouvements des petits animaux.

Cyanophytes et j'ai pu constater que les étangs à *Aphanizomenon flos-aquae* y fournissent de bons rendements, ce qui corrobore les observations de WEIMANN en Silésie.

On voit donc combien il est nécessaire, dans certains cas, de déterminer, spécifiquement et avec grande précision, les organismes causant un phénomène si on veut éviter des généralisations trop hâtives.

En ce qui concerne l'appréciation de la valeur piscicole d'un étang par examen de la couleur des eaux et des genres d'Algues qu'elles abritent, il y aurait également lieu de reprendre et d'étendre les observations de WUNDER, observations qui sont très certainement valables pour la région

dans laquelle il a travaillé, mais qui ne peuvent, à elles seules, mener à des conclusions générales.

WUNDER distingue, dans les eaux d'étangs, plusieurs catégories principales : — les eaux tourbeuses, brunes, qui fournissent un rendement en poisson faible, — les eaux claires donnant un rendement moyen. — et les eaux vertes donnant des rendements supérieurs.

Ceci me semble pouvoir être étendu à beaucoup d'étangs de France.

Ensuite WUNDER distingue pour les étangs à eaux vertes :

1° Les étangs à Algues vertes qui ont un bon rendement ;

FIG. 14. — Cyanophyte : *Aphanizomenon gracile*, défavorable au développement du Zooplancton parce qu'elle vit à l'état de filaments isolés et nuit à la nutrition et aux mouvements des Entomostracés.

2° Les étangs à *Anabaena* (Cyanophytes) qui ont encore un meilleur rendement ;

3° Les étangs à *Aphanizomenon* (autre espèce de Cyanophytes) qui ont le plus haut rendement.

L'examen des étangs solognots et des mares rambolitaines ne nous conduit pas à des résultats tout à fait identiques.

En France, dans les régions précitées, les meilleurs rendements sont également obtenus dans des étangs à eaux vertes, mais où l'agent de coloration n'est ni une *Anabaena* ni un *Aphanizomenon*. C'est pourquoi j'ai cherché à pousser un peu plus avant l'étude de cette question en faisant intervenir les quelques connaissances écologiques déjà acquises sur les

Algues et les données relatives à l'alimentation préférentielle des Cladocères.

Ces prévisions de rendement, basées non plus seulement sur des observations locales dans la nature, mais également sur des expériences de laboratoire, me semblent revêtir un caractère assez général. Elles se vérifient, du reste, en France, dans les régions que j'ai jusqu'ici étudiées.

Les recherches expérimentales et les observations dans la nature nous ont appris à connaître les Algues les plus favorables à la progression des Entomostracés. On peut les classer ainsi, par ordre de valeur décroissante :

1° Petites Volvocales (*Chlamydomonas*, *Carteria*) ; — petits Eugléniens (*Euglena pisciformis*, *E. viridis*, *E. archeoplastidiata*, *Phacus pyrum*, etc.) ; — petites Protococcales (*Chlorella pyrenoidosa*, *C. vulgaris*, — *Selenastrum hibraianum*, — *Ankistrodesmus*, etc.) ;

2° Cyanophytes planctoniques (*Microcystis*, — *Anabaena spiroïdes*, — *Aphanizomenon flos aquae*) ; — moyennes Protococcales (*Scenedesmus*) : — moyennes Volvocales (*Eudorina*, — *Pandorina*, — *Gonium*) ;

3° Grandes Volvocales (*Volvox*) ; — petites Diatomées (*Asterionella*) ; — Chrysophycées (*Synura uvella*, — *Mallomonas*) ;

4° Dinoflagellés (*Ceratium*, *Peridinium*) ; — grandes Diatomées ;

5° Desmidiacées.

Il est, dès lors, évident que, dans la nature, les eaux à meilleur rendement carpicole seront celles dont les conditions écologiques permettront l'association, la cohabitation du maximum d'Algues favorables au Zooplancton.

Or, les principaux facteurs écologiques reconnus déterminants étant la lumière, la température, la teneur des eaux en sels minéraux et en composés organiques, on a pu déterminer différents types d'eau qui, « sous un même climat », abritent, à peu de choses près, les mêmes groupes d'Algues.

On distingue surtout :

A. — Les eaux à *pH* variable riches en composés organiques d'origine animale (étangs pollués par les déjections de Bovidés, de volatiles, les purins, les eaux ménagères). Ces eaux abritent généralement : — des Eugléniens (*Phacus*, — Euglènes grandes et petites, *Trachelomonas*, — *Lepocinclis*) ; — des Volvocales (*Chlamydomonas*, etc.) ; — des Protococcales (*Chlorella*, *Selenastrum* *Ankistrodesmus*).

Elles sont généralement brun verdâtre ou vert émeraude faible. La teinte peut varier par suite des fréquents apports d'origine exogène (argiles et diverses substances à l'état colloïdal).

B. — Les eaux à *pH* variable riches en sels minéraux et surtout en Calcium (degré hydrotimétrique 20 à 30 ; — résidu sec à 180° : 400 à

500 mg. par litre) et d'une teneur moyenne en matières organiques d'origine végétale.

Ces eaux sont surtout peuplées de Protococcales (*Scenedesmus*, *Dityosphaerium*, *Tetradron*, *Chlorelles*, *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*) — de quelques moyennes Volvocales (*Pandorina*, *Eudorina*) — de Chrysophycées (*Dinobryon*) — de Diatomées (*Synedra*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Cymatopleura*, *Asterionella*) — et de Cyanophytes (*Microcystis*, *Gomphosphaeria*, *Anabaena*, *Aphanizomenon*) (Fig. 15). On y rencontre aussi, parfois, quelques espèces de Péridiniens (*Ceratium*, *Peridinium*) et quelques Desmidiacées ubiquistes (*Closterium acerosum*, *C. Moniliferum*, — *Stauroastrum*

FIG. 15. — Plankton d'une eau naturelle favorable à la pisciculture (récolté dans un étang de plaine non cultivé). C'est un plankton à *Microcystis* et *Anabaena*.

gracile, — *Cosmarium Botrytis*, etc.). Leur teinte est vert-émeraude, vert-bleuâtre ou grisâtre, jaunâtre ou brunâtre selon que dominant les Protococcales, les Cyanophytes, les Chrysophycées, les Péridiniens et les Diatomées.

C. — Les eaux à pH variable pauvres en sels minéraux et en matières organiques (degré hydrotimétrique ; 6 à 12 ; — résidu sec à 180° : 120 à 200 milligr. par litre).

Elles abritent en général les mêmes organismes que les eaux de la catégorie B, mais en beaucoup moins grande abondance, ce qui laisse supposer, que, dans certaines limites évidemment, la nature d'un peuplement algal est conditionnée beaucoup plus par le rapport réciproque des diffé-

rents sels minéraux et organiques dans le milieu que par leur concentration dans ce milieu. La masse des sels déterminerait surtout la densité du peuplement.

D. — Les eaux à *pH* fixe, très pauvres en sels minéraux, surtout en Calcium (degré hydrotimétrique 2 à 5) et relativement riches en composés organiques d'origine végétale. C'est le type d'eau des étangs de forêts. Ces eaux renferment surtout des Desmidiacées (*Micrasterias*, *Pleurotaénium*, *Staurostrum*, *Cosmarium*, *Hyalotheca*, *Closterium*) ; une Hétéroconte (*Botryococcus Braunii*) (Fig. 16), des Péridiniens (*Ceratium* et surtout

FIG. 16. — Plankton d'un étang de forêt non cultivé et dont les eaux sont défavorables à la pisciculture.

On remarque la présence de nombreuses Desmidiacées (*Micrasterias*, *Staurostrum*) et de *Botryococcus Braunii*.

Péridinium), quelques Protococcales, Diatomées, Eugléniens, Cyanophytes éparses, jamais en grande masse.

Elles sont presque toujours brunes et cette coloration provient surtout des composés organiques solubles entraînés au cours du ruissellement sur le sol forestier.

D'après la teneur respective de ces divers types d'eaux en groupes d'Algues favorables aux Entomostracées, on déduit immédiatement que les eaux devant présenter le meilleur rendement en Carpiculture seraient celles de la catégorie A, puis, classées par valeur décroissante, celles des catégories B, C, D.

Ces prévisions, basées non plus seulement sur les observations locales dans la nature, mais également sur des expériences de laboratoire, me semblent revêtir un caractère d'ordre assez général. Elles se vérifient du reste, nettement en France dans les régions que j'ai jusqu'ici étudiées.

Il est évident qu'on ne trouvera pas toujours les types d'eau aussi nettement définis que je viens de l'indiquer et qu'il y a de nombreux cas mitigés, mais on pourra toujours déceler dans les étangs, par l'examen microscopique, la proportion des espèces d'Algues favorables ou défavorables

FIG. 17. — La décomposition très lente des Algues envahissant un étang est favorable à l'établissement d'un riche Zooplancton.

Voici une population très dense de Cladocères (Bosmines) apparue à la suite de la décomposition d'*Aphanizomenon flos aquæ* dans l'Étang de la Valottière (Sologne).

dont la connaissance permettra d'apprécier correctement la valeur biogénique de l'eau au point de vue carpicole.

De nombreuses analyses microscopiques de plancton suivies de contrôles de rendement me permettent d'assurer qu'en Carpiculture il est très possible de déterminer approximativement la valeur biogénique d'une eau par la connaissance exacte des espèces d'Algues qu'elle abrite, mais que la seule connaissance des genres est fort insuffisante pour permettre de se faire une opinion à ce sujet.

Dans l'état actuel de nos connaissances hydrobiologiques, en l'absence de méthodes chimiques suffisamment précises ou sensibles pour déceler

les composés organiques si complexes contenus dans l'eau, les Algues me paraissent encore devoir fournir le meilleur réactif.

Beaucoup d'Algues sont cosmopolites, mais non ubiquistes. Elles sont, en raison de leur mode de nutrition (osmose) particulièrement sensibles aux différents facteurs écologiques. Elles peuvent constituer un test de tout premier ordre pour apprécier les qualités d'une eau.

Dans un avenir très prochain, lorsque les investigations auront été poussées dans de nombreuses régions différentes, que des listes d'espèces auront été dressées, je crois possible aux spécialistes d'expertiser les étangs par simple examen microscopique des Algues qui le peuplent et ceci sans risquer de graves erreurs.