Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 1 (1898)

Heft: 3

Artikel: Algues vertes de la Suisse : pleuroccoïdes-chroolépoïdes

Autor: Chodat, R.

Kapitel: Biologie

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-821060

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 18.07.2025

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

Biologie.

Les algues d'eau douce sont remarquablement adaptées à supporter les variations de conditions d'existence les plus excessives. La rapidité de leur évolution leur permet d'utiliser en temps utile les conditions favorables à leur développement. Lorsque vient la mauvaise saison, le froid, une chaleur excessive, la sécheresse, elles passent par des phases d'enkystement partiel ou produisent des œufs qui passent cette période de repos à l'état de vie ralentie ou latente.

Aussi les voyons-nous peu dépendantes de la latitude. Un catalogue des Algues d'eau douce du Cordofan, de Kerguelen, du Paraguay, des Etats-Unis diffère peu de ce que serait celui des algues d'Europe. Les différences constatées diminuent avec chaque nouvelle publication quant à ce qui concerne les algues submergées.

Les circonscriptions biologiques des algues n'auront donc aucun rapport avec le domaine des Flores ; ce seront des formations végétales qui non seulement se répéteront avec des variantes selon le climat, mais qui pourront être parfaitement identiques sous les différents ciels.

Ce cosmopolitisme est l'un des faits biologiques les plus intéressants de l'algologie et doit mettre en garde ceux qui seraient tentés d'excuser l'établissement d'espèces critiques par des raisons de géographie ou qui ne seraient pas au courant de la bibliographie générale.

Il n'en est plus tout à fait de même pour les algues aériennes dont plusieurs paraissent confinées dans les régions tropicales humides.

Quelques algues submergées paraissent être plutôt nordiques ou de haute région. Il en sera question plus loin.

L'eau est le milieu normal des Euchlorophycées ; mais ce milieu est loin d'être uniforme comme l'on sait. Une dessication brusque tue la plupart de ces plantes ; l'évaporation lente de l'eau leur permet, ou de développer un système protecteur (épaississement des membranes, accumulation de réserves qui en diminuant la proportion d'eau de la cellule (huile, amidon, etc.) la rendent plus apte à supporter la dessication). Les hypnocystes et les hypnospores en sont le meilleur exemple. Ces deux modes de persistance des algues vertes sont le plus souvent caractérisés par une accumulation énorme d'amidon ou d'huile. Cette dernière prend souvent, dans ce cas, une coloration rouge. (Chétophoracées, *Pleurococcus vulgaris, Monostroma bullosum*). Ces cellules sont arrondies ou anguleuses, mais presque toujours leurs parois sont épaissies. Les Volvocinées mêmes peuvent aussi passer par ce temps de repos. On connaît depuis longtemps le cas de l'*Hematococcus pluvialis* dont les kystes résistent indéfiniment à la sécheresse et se mettent à germer lorsque l'humidité revient. *(Cohn, Farlow.)* Les *Pleurococcus* de nos murs

qui se colorent en rouge vif peuvent persister presque indéfiniment dans cet état de dessication comparable à celui des semences ou des spores qui, elles aussi, sont gorgées de réserves et pauvres en eau.

Dans les étangs et les mares la dessication lente provoque la précipitation du carbonate de chaux et la cristallisation des autres matières dissoutes. C'est dans cette gangue minérale qu'on trouve un grand nombre de chlorophycées protégées jusqu'aux pluies prochaines ou même capables de profiter de l'humidité atmosphérique absorbée par ce magma hygroscopique. (Flaques et mares desséchées pendant l'été.)

Enfin beaucoup de ces algues tombées dans la vase desséchée y séjournent protégées par la croûte superficielle qui permet aux couches plus profondes de rester humides (mêmes stations).

Schrœder a réussi à conserver vivantes des cellules de *Pleurococcus* desséchées au-dessus de l'acide sulfurique pendant vingt semaines. Ces états hibernants ne s'observent pas que chez les Tétrasporacées et les algues pluricellulaires, mais aussi chez les Protococcacées. J'ai constaté cette vitalité des cellules hypnocystes dans les *Palmellococcus,* les *Hariotina,* les *Coelastrum,* les *Scenedesmus,* les *Raphidium,* les *Pediastrum* qui toutes se colorent en jaune-orangé ou en rouge vif tout en se remplissant d'huile.

C'est sous cette forme pulvérulente que le vent les emporte et facilite leur dissémination.

La couleur rouge d'autres algues aériennes est due à la présence de l'hématochrome, substance colorable en bleu par l'iode et qui s'accumule en particulier dans la cellule des Trentepohliacées, et de l'*Haematococcus.*

Les œufs des algues vertes se comportent le plus souvent comme des hypnospores ; leurs membrane épaisse, leur protoplasma peu aqueux et leur pigment huileux jaune et rouge, ainsi que l'accumulation d'amidon (Volvocinées, *Aphanochaete, Coleochaete,* etc.), leur permettent de passer par une période de sécheresse un temps prolongé même à l'obscurité.

Ainsi s'explique la persistance de ces plantes dans les localités qui de marécages deviennent des cuvettes desséchées en été. Cela explique ainsi que ces plantes puissent habiter les régions les plus diverses, à condition qu'elles aient à leur disposition pour leur développement une somme de température suffisante. Les eaux froides de certains lacs alpins de haute altitude qui sont alimentés par la neige fondante ne paraissent pas, ou être assez nutritives, (?) ou pouvoir fournir aux algues le minimum de température ou la somme des températures nécessaire à leur développement. La vie algologique y est en effet très appauvrie[1]).

[1]) On trouve cependant sur les blocs inondés des torrents alpins de très haute altitude toute une flore de Cyanophycées et de Diatomacées.

L'eau de nos étangs et même celle de la superficie de nos lacs peut s'échauffer beaucoup pendant l'été; les algues tropicales peuvent, pendant quelques semaines, y trouver les températures nécessaires à leur évolution.

A. Lumière.

La lumière, en pénétrant dans l'eau, est absorbée en partie et en partie réfléchie; les plantes aquatiques ne reçoivent donc qu'une fraction de la lumière solaire. De là, sans doute, leur coloration vert intense quand elles n'arrivent pas trop près de la surface. L'intensité lumineuse diminuant rapidement avec la profondeur et les algues vertes utilisant tout particulièrement les rayons rouges, on peut s'attendre à voir diminuer rapidement ces plantes à mesure qu'on pénètre plus profondément. Dans un lac, ce sont surtout les pierres du rivage ou celles qui sont à une faible profondeur, et non celles du fond, qui sont couvertes de gazons d'*Ulothrix,* de *Spirogyra* ou de *Cladophora.* Même dans des fonds de 5 à 10 m., la zone désertique commence déjà pour la plupart de ces algues fixées. Celles qui sont flottantes vu leur passiveté se trouvent à toute profondeur, mais elles s'accumulent dans les couches supérieures et deviennent rares à partir de 10 m. Ce n'est que chez celles qui, par une adaptation spéciale, arrivent à se maintenir superficielles que le pigment protecteur apparaît. Je n'ai rencontré aucune algue verte pélagique qui aurait développé d'huile rouge ou de pigment, sinon le *Botyroccoccus* et les Volvocacées *(Haematococcus, Pandorina).* Le premier est suspendu grâce à son flotteur à huile et cela lui permet d'atteindre plus facilement la surface et de s'y maintenir à peu près pendant les jours calmes. C'est alors qu'on le voit colorer son huile en rouge, particulièrement pendant l'hiver.

Les Myxophyceés qui flottent grâce à leurs vacuoles à gaz ont également développé, dans certains genres, un pigment protecteur rouge, la myxoporphyrine[2]).

Parmi les algues de la neige, exposées à la lumière intense des hauteurs, l'*Haematococcus* a produit un pigment spécial, l'*Ancylonema Nordenskiöldii* (Desmidiée), un suc cellulaire violet-brun, le *Pteromonas nivalis* une huile jaune orangée, tandis que d'autres algues supportent cette lumière *(Raphidium nivale, Cosmarium sp., Pleurococcus vulgaris,* etc.).

La lumière a une action directrice sur les zoospores des algues. Il suffit de laisser devant une fenêtre qui ne reçoit que de la lumière

---

[1]) L'aération est également plus vive au bord à cause du mouvement de l'eau qui les découvre périodiquement.

[2]) Chodat, *Biologie de deux algues pélagiques.*

diffuse un flacon de culture contenant des zoospores, pour les voir se porter vers la source lumineuse et former un liseré vert, apparent, à la limite du liquide, du côté le plus éclairé. Cette sensibilité est d'ailleurs très variable; en modifiant l'intensité lumineuse on peut, à une intensité donnée, séparer des Volvocinées comme les *Gonium* et les *Pandorina*, les unes étant plus fortement attirées que les autres.

L'importance de la lumière a été surtout mise en évidence par les travaux de Klebs [1]) sur les conditions de la reproduction chez quelques algues. Nous avons nous-même étudié l'importance de ce facteur dans la zoosporulation de *Pediastrum*. Une lumière trop vive diminue dans certaines conditions la rapidité de l'émission des zoospores.

B. Température.

Ce facteur influe d'une manière très sensible sur le développement de tous les êtres et par conséquent des algues. Pour chaque espèce il y a un minimum, un maximum et un optimum de température utile. On ne sait que peu de choses à ce sujet (en ce qui concerne les Chlorophycées), jusqu'à présent. La rapidité du développement de beaucoup d'entre-elles leur permet d'exister sous des climats très différents en profitant, en temps voulu, des températures utiles.

Or, celles-ci varient beaucoup d'une formation géographique à une autre; les flaques, les mares et les étangs s'échauffent plus rapidement que les lacs, mais peuvent congeler jusqu'au fond pendant que certains lacs restent libres ou ne congèlent qu'à la surface [3]). En outre, dans deux bassins voisins, l'optimum de la température ne sera pas atteint au même moment, ce qui fait que les variations saisonnières sont souvent très différentes d'un milieu, d'un bassin, d'un lac à un autre. Si les grands lacs s'échauffent pendant l'été moins rapidement que les petits bassins, ils constituent pendant la mauvaise saison un réservoir de calorique qui leur permet de conserver une flore algologique alors que les autres ont déjà modifié complètement leur faciès algologique.

J'ai montré combien la température semble donner à nos lacs suisses une allure spéciale. Tout d'abord leur température maximale s'élève rarement au-dessus de 25°, tandis que les mares peuvent être plus chaudes. Plusieurs de nos lacs n'abaissent jamais leur température superficielle au-dessous de 4° (Genève). Cette faible amplitude des oscillations de la température établit dans ces lacs une remarquable constance dans la composition qualitative de la flore algologique, tandis que les

[1]) Klebs, l. c. *Die Bedingungen der Fortpflanzung einiger Algen.*

[2]) Chodat et Huber, *Recherches expérimentales sur le Pediastr. Boryannm*, l. c.

[3]) Voir Chodat, *Etude de Biologie lacustre*, l. c.

petits lacs ont une variation saisonnière souvent intense. Cette variation est encore plus accentuée pour les petits bassins.

La plupart de nos algues d'eau douce supportent d'être congelées, si l'abaissement de la température n'est pas trop brusque. Dans nos mares et nos fossés, à la fin de l'hiver, les *Tetraspora*, les *Draparnaldia*, le *Stigeoclonium longipilum*, le *Chaetophora elegans*, le *Conferva bombycina*, des *Œdogonium*, ainsi qu'un grand nombre de Protococcoïdées et même des Volvocacées (Grand Salève), supportent le gel de la nuit et reprennent vie lorsque le soleil vient vers le milieu du jour dégeler l'étang.

Les *Ulothrix* et les *Cladophora* du bord du lac m'ont donné des zoospores 10 minutes après avoir été dégelées. Il n'en est plus de même si l'abaissement est brusque et si la différence de température est grande.

Ainsi j'ai vu les algues nivales périr parfois quand on les transportait sans maintenir les flacons de culture à une température voisine de 4°.

J'ai déjà indiqué la grande pauvreté en algues des lacs alpins alimentés directement par la neige, comme ceux du col Ferret et du col Fenètre (2400 m.). Je n'ai trouvé sur leurs bords ni algues filamenteuses ni Protococcacées. Assez riches en animaux (crustacés), ils sont d'une pauvreté extrême en algues vertes. C'est à peine si l'on y rencontre quelques Oscillariées et des fragments d'*Hydrurus*. Comparés aux petits lacs de plaine, les lacs de haute altitude sont remarquables par l'absence des algues pélagiques très communes autre part. Point d'*Asterionella*, ni de *Fragilaria*, à peine quelques *Ceratium* (macroceras) *Hirundinella*. Au Saint-Bernard, le lac doit sa coloration verte aux bouses de vache, sans doute, car des pêches prolongées n'ont décelé aucun Plankton végétal important. Les pierres du fond sont, au contraire, assez riches en algues. Par contre, ceux des lacs qui sont déjà plus éloignés des glaciers ou des neiges persistantes ont une flore algologique plus abondante. Ainsi ceux du plateau de Chanrion (Zygnema, Spirogyra, Melosira, etc.).

Les algues vertes d'eau douce ont pu s'adapter à des températures [1]) très élevées, plusieurs habitent les eaux thermales : *Pleurococcus vulgaris, Œdogonium crenulato-costatum Wittr.; Hormiscia flaccida v.* caldaria, *Conferva major; Microspora amoena, Protococcus botryoïdes* (?) ont réussi à s'adapter à des températures variant de 40°-70°.

C. Aliment.

Bibliographie.

De Wildeman, Comptes-Rendus, Soc. roy. bot. de Belg., 1886 *(Tannin dans les cellules)*.

Molisch, Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 1895 (le calcium et les algues vertes).

[1]) Tilden, Some thermal algae., Bot. Gazette, vol. XXV, 1898, p. 89.

Koch et Kossowitch, *Die Assimilation von freiem Stickstoff durch die Algen*, Bot. Zeit. 1893. 320.
Beyerinck, *Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien*, etc. Bot. Zeit. 1890, 725, 741, 757, 781.
Bokorny, Bot. C. Bl. LXII, 1-4 (infl. du Ca et Mg.).
Benecke, *Ueber Culturbedingungen einiger Algen*, Bot. Zeitung, 1898.

Nutrition gazeuse.

L'eau contient une beaucoup plus faible proportion d'oxygène que l'air. Exprimé en volume, un litre d'eau des lacs jurassiques contient de 5,87-9,71 c^3 d'oxygène, 13-15,28 c^3 d'azote et à peu près 40 c^2 d'acide carbonique.

Les plantes aquatiques sont donc grandement favorisées quant à leur nutrition gazeuse, mais n'ont que peu d'oxygène à leur disposition.

Les eaux froides retiennent plus de gaz dissous que celles qui sont plus chaudes et l'on sait que cela semble expliquer le beau développement des algues marines dans les mers arctiques et antarctiques. Cela explique aussi sans doute que dans les régions élevées certaines algues qui ont besoin d'une bonne aération puissent exister dans des eaux tranquilles *(Hydrurus, Batrachospermum)*.

Les Cladophoracées préfèrent les eaux courantes plus aérées, c'est pourquoi on les trouve également à l'extrême limite de l'eau dans les lacs, là où elles ont la chance d'être fortement aérées par le jeu des vagues. [1])

Cette difficulté de respirer s'exprime chez les algues d'eau douce par la ténuité de toutes leurs parties, leurs arbuscules si divisés, en un mot, par l'augmentation de surface que présentent tous leurs organes et qui correspond assez bien à celle des feuilles laciniées ou disposées en pinceau de beaucoup de plantes phanérogames submergées. Chez plusieurs des algues muqueuses, il semble que la production des poils ou des soies ou de pseudo-cils soit en rapport avec cette nécessité de respirer plus activement. Les productions incolores, seraient des organes de respiration.

L'eau comme aliment.

Indépendamment de son importance pour le maintien de la turgescence, l'eau joue un rôle dans la vie des algues comme substratum nutritif, comme véhicule des substances qui doivent être assimilées.

[1]) On en trouve cependant de 20 à 40 m. de profondeur dans le Léman, ainsi que j'ai pu m'en assurer en examinant des tufs soumis à mon examen par M. le prof. Forel.

Il est évident que les organes de fixation ne fonctionnent pas chez les algues comme racines, c'est-à-dire comme organe d'absorption. Celle-ci se fait par la surface; il n'y a pas de différenciation qui réponde à cette fonction.

Il y a tout d'abord à faire une distinction entre les eaux salées et saumâtres et les eaux douces. Ces dernières paraissent beaucoup plus riches en petites Chlorophycées, tandis que celles-là l'emportent par le beau développement qu'y prennent les Ulvacées, les Cladophoracées et les Siphonées. Sans doute les eaux salées, si riches en formes macroscopiques, doivent également contenir toute une flore microscopique. Ce qu'on sait des Diatomacées et des Péridiniacées marines fait supposer que les Euchlorophycées n'y manquent pas. Les flaques d'eaux marines hébergent à Ajaccio [1]) comme sur les côtes de la Scandinavie le curieux genre de Chlamydomonadée *Brachiomonas;* le *Halosphaera* marin est une Protocaccacée encore plus considérable que l'*Eremosphaera* d'eau douce.

Les eaux douces sont des solutions souvent très diluées de substances minérales. Les eaux de source et de rivière ne contiennent, comme celle des vrais lacs, que des quantités à peine appréciables de matières organiques et, le plus souvent, de très faibles, parfois d'extrêmement minimes quantités d'azote combiné.

Néanmoins les algues prospèrent dans les eaux des ruisseaux, des rivières et des lacs *(Prasiola, Vaucheria, Cladophora*, etc, algues planktoniques). C'est une erreur de croire avec Beyerinck que beaucoup de Protococcoïdées ne peuvent se passer de substances organiques dissoutes. Les *Scenedesmus,* le *Cystococcus* se multiplient activement dans des solutions nutritives exclusivement minérales. L'absence de beaucoup d'algues dans les eaux très pures ne provient pas de ce que ces eaux sont dépourvues de substances organiques, mais bien de ce qu'elles ne contiennent pas suffisamment d'azote combiné, minéral ou organique [2]).

Je ne connais aucune Euchlorophycée qu'on ne pourrait cultiver qu'en présence de substances organiques.

Koch et Kossowitch [3]) ont prétendu que plusieurs algues étaient capables d'assimiler directement l'azote atmosphérique. Comme dans leurs expériences ils ne tiennent pas compte de la présence des bactéries, le résultat est douteux. Si l'on vient à cultiver des algues dans des liquides totalement dépourvus d'azote combiné ou pauvre en N., elles ne tardent pas à périr ou de devenir la proie des bactéries et des champignons.

---

[1]) D'après Bohlin, ces eaux saumâtres ne contiendraient que 1 % de Na Cll.

[2]) Chodat, *Etudes de Biologie lacustre*, l. c. 64-72.

[3]) Koch et Kossowitch, Bot. Zeit. 1893. 320.

Il suffit d'ajouter au milieu de culture une solution nitrée pour les rendre résistantes et permettre leur développement ultérieur.

L'eau des lacs est, comparativement à celle des étangs, pauvre en matières dissoutes et surtout en matières organiques. Cela explique l'absence dans ces grands bassins d'une foule de Chlorophycées qui prennent, dans les étangs ou les marécages, un beau développement.

Parmi les genres les plus communs des marécages sont les *Scenedesmus* et les *Pediastrum;* on ne les trouve dans les lacs que dans la région littorale, dans les parties peu profondes occupées par les Phragmites ou les Scirpes; ils font défaut à la vraie flore pélagique (lacs à profondeur moyenne dépassant 30 m.). Ils réapparaissent dans les régions des grands lacs où les villes déversent leurs eaux ménagères, là donc où l'eau s'enrichit en matières nutritives dissoutes.

Certaines eaux chargées de matières organiques dissoutes, comme celles des bassins à canards ou les abreuvoirs des bestiaux dans les montagnes moyennes, deviennent un milieu extrêmement favorable au développement de ces microphytes. Dans un petit étang du Danemark, je n'ai pas compté moins de 30 espèces de Protocôccoïdées réunies en un même temps.

La nature des matières dissoutes influe également beaucoup sur la composition de la flore. Malheureusement, il a été fait fort peu d'analyses de l'eau des étangs et l'on doit se borner actuellement à des conjectures.

Le calcaire ne paraît pas toujours nécessaire au développement de ces végétaux. On en trouvera donc également dans des eaux presque dépourvues de carbonate ou de sulfate de chaux. Selon Molisch (S. B. Akad. Wiss. Wien, 1891), le calcium est inutile aux genres *Microthamnium, Stichococcus, Ulothrix sp., Protococcus sp.* Mais Bokorny a trouvé que l'absence simultanée du calcium et du magnésium correspond à une diminution du noyau dans les Conjuguées; l'absence de calcium seule produit une rétrogradation des chromatophores qui, selon Lœw, contiendraient des combinaisons nucléino-calciques.

L'indépendance complète de certaines algues vis-à-vis des combinaisons calciques me paraît peu probable. Ce qui l'est plus, c'est le danger que fait courir à beaucoup d'entre-elles une trop forte proportion de ces sels. Les algues des tourbières à *Sphagnum* craignent les eaux calcaires et ne s'y laissent le plus souvent pas cultiver (*Coelastrum microporum, Desmidiées*, etc.). Est-ce à la présence de la tourbe en solution ou à l'absence de calcium qu'il faut rapporter la flore algologique très particulière des tourbières à *Sphagnum?* C'est ce qu'on ne sait pas encore aujourd'hui.

---

[1]) Beyerinck

Il faudrait se garder de conclure trop vite, car la flore algologique des régions siliceuses ne diffère guère, dans son ensemble, de celle du calcaire.

Le *Trentepohlia jolithus* n'apparaît que sur les rochers siliceux.

Les algues peuvent s'adapter à des solutions nutritives concentrées. J'ai encore pu cultiver les *Pediastrum* dans des liquides contenant jusqu'à 3 % de nitrate de potasse. Richter (Flora XXV, 1892) a vu *Chlorella, Stichococcus* et *Tetraspora* s'adapter à des concentrations de sel marin atteignant jusqu'à 8 %. Dans une solution saturée de phosphate de soude, j'ai également vu se développer des cellules chlorelloïdes.

Tropismes particuliers.

Ces propriétés sont encore peu étudiées chez les algues Euchlorophycées. Kny [1]) a montré que la forme dorsiventrale du *Coleochaete scutata* n'est pas due à l'influence d'un géotropisme. Par contre, le mouvement ascendant des *Chlamydomonas* et des Euglènes que l'on a recouvertes de sable humide serait dû à un géotropisme négatif [2]). L'auteur qui a éliminé le facteur lumière a soumis ces algues à une faible intensité de force centrifuge et a constaté qu'elles se dirigent dans le sens contraire, c'est-à-dire vers le centre du plan de rotation. Le mouvement serait également dépendant de la température et ne commencerait qu'au-dessus de 6° et atteindrait son optimum vers 22°.

La structure dorsiventrale de plusieurs Euchlorophycées adhérentes, comme *Gongrosira de Baryana, Aphanochaete repens, Myxochaete, Chaetopeltis,* rhizome de *Stigeoclonium,* thalle de *Coleochaete,* de *Cephaleuros,* est sans doute due à un somatropisme particulier. Cependant quelques Protococcacées ont également cette structure en disque, sans qu'il soit possible actuellement de la ramener à un tropisme défini (*Pediastrum,* etc.).

Tout le chapitre de la morphogénèse est à édifier, car ce qu'on en sait n'est que fragmentaire.

Bibliographie.

Kny, *Sur le Coleochaete scutata,* Ber. d. d. bot. Ges. I, 93.

Schwarz, *Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von Chlamydomonas und Euglena.*

Bréal, Soc. bot. de France XXXII, 1886 *(action de la lumière sur le Chlamydomonas pulvisculus).*

[1]) B. d. d. bot. Ges. I, 93,

[2]) B. d. d. bot. Ges. II. 51.

Classification des Chlorophycées (Euchlorophycées)

d'après leur Biologie.

A. Parasites ou demi-parasites.

Phyllosiphon arisari – *Cephaleuros Mycoidea; C. minimus.*

B. Symbiotiques.

α. En consortium avec des Lichens: *Pleurococcus vulgaris* Menegh.; *Pleurococcus Naegelii* Chod.; *Trentepohlia* sp.; *Cephaleuros.*

β. En consortium avec des Infusoires: *Chlorella* sp., dans les *Ophrydium, Paramecium* etc.

γ. Avec des éponges (Ephydatia fluviatilis), *Trentepohlia* sp.; *Struvea* (Siphonée).

δ. Noctiluques des marais salants avec *Zoochlorella;* Anodontes du lac Léman avec le *Foreliella perforans.*

C. Holophytes.

α. **Fixés.**

† aériens:

a. *épigées* (sur la terre humide): *Botrydium, Pleurococcus, Stichococcus.*

b. épilithes (sur les pierres): *Trentepohlia jolithus, T. aurea, T. umbrina, Pleurococcus vulgaris.*

c. épiphylles (sur le limbe des feuilles aériennes): *Trentepohlia, Cephaleuros, Phycopeltis, Pleurococcus.*

d. épizoïques (sur l'épiderme ou les poils des animaux): *Dermatophyton, Trichophilus.*

e. épigées urophiles (sur la terre humide souillée): *Schizogonium, Porphyridium.*

†† aquatiques limnophiles (eaux tranquilles):

⊙ nus:

1. géophiles (sur le sol):
   Tetraspora, algues filamenteuses diverses.
2. phytophiles (sur végétaux submergés):
   α. épiphytes:
   Stigeoclonium, Draparnaldia, Chaetophora, Coleochaete, Aphanochaete, Mycoidea, Chaetopeltis etc. etc.

β. endophytes :

Endoderma, Chlorochytrium etc. (vid. sub Endosphéracées).

3. lithophiles (sur les pierres) :

Coleochaete, Ulothrix, Cladophora, Oedogonium.

⊙⊙ incrustées ou perforantes :

Gongrosira, Chlorotylium, Foreliella, Gomontia, Hyella, Cyanophycées sp. plures.

††† aquatiques potamophiles (eaux courantes des rivières et des fleuves) :

Prasiola, Cladophora, Vaucheria, Ulothrix, Chlorotylium.

β. libres (Plancton) :

a. Pélagoplancton :

flore librement nageante des grands lacs de grande profondeur (30 m. de profondeur moyenne au moins).

b. Limnoplancton :

id. des petits lacs de faible profondeur (15—30 m.).

c. Héléoplancton (incl. pluviales) :

id. des étangs et des mares de faible profondeur envahis ou non par la végétation.

d. Sphagnoplancton :

id. des tourbières ou des étangs-tourbières à *Sphagnum*.

e. Cryoplancton :

id. des neiges persistantes ou des glaciers.

Parasitisme et demi-parasitisme.

Il n'est guère que la curieuse Siphonée du Midi et des tropiques, le genre *Phyllosiphon,* qu'on puisse ranger parmi les algues parasites. On sait que pendant que la feuille des Arum (arisarum) assimile, le filament de l'algue se comporte comme un parasite. Plus tard, la chorophylle apparaît et l'algue donne naissance à des spores. — J'ai déjà cité plus haut les suçoirs du *Cephaleuros,* algue épiphylle des tropiques qui, parfois, mortifie les feuilles qu'elle attaque. Il n'est pas certain que l'algue tire un autre profit de son hôte que d'y élire domicile.

On peut, par la culture dans des milieux organiques et par l'obscurité, transformer l'Euglena holophyte en saprophyte [1]).

---

[1]) Voir également le chapitre consacré aux Protococcacées endophytes, les Endosphérées.

Symbiose.

La symbiose des *Pleurococcus* et des Lichens est bien connue. Un grand nombre de ces champignons emprisonnent les thalles du *Pleurococcus vulgaris* Menegh. (*Cystococcus* auct.) y fixent des suçoirs et s'en servent comme gonidie assimilante. Plusieurs auteurs ont supposé que dans cette association le *Pleurococcus* abandonne au champignon des matières sucrées et qu'il lui emprunte des substances azotées assimilées. Le *Pleurococcus Naegelii* entre également dans des symbioses analogues.

En général, durant cette symbiose, les cellules des *Pleurococcus* s'arrondissent; les zoospores, mais pas toujours les spores, sont supprimées.

Par la désorganisation lente du lichen, par l'humidité, les Pleurococcées sont de nouveau libérées après s'être multipliées, peut-être pendant de longues générations, dans la couche gonidiale du lichen.

Il n'est pas possible de dire si le genre Pleurococcus est un genre réduit par la lichénisation ou par la vie aérienne. On pourrait supposer en effet que, primitivement aquatiques, les *Pleurococcées* se sont progressivement adaptés à la vie aérienne et ne sont devenus lichénisés que plus tard. D'autres ont pensé que certaines algues ont pu devenir aériennes par l'entremise des lichens qui les auraient pour ainsi dire éduquées.

Le fait qu'il existe des algues comme *Schizogonium* ou comme *Hormiscia flaccida,* qui se sont adaptés à la vie aérienne indépendamment des lichens avec lesquels ils n'entrent jamais en symbiose, fait supposer que la première solution est la bonne.

Les Trentepohliacées sont extrêmement instructives à cet égard.

Le *T. umbrina* par la facilité avec laquelle il se désarticule et se fragmente, se trouve admirablement adapté à contracter avec les lichens une association symbiotique; il perd à peu près sa coloration rouge dans les Graphidées; il s'y allonge en filaments qui ont des membranes plus minces et permettent de voir les chromatophores multiples. Cette algue est dominée par le lichen, qui lui impose sa forme.

Au contraire, dans les lichens *Coenogonium,* les *Trentepohlia* du groupe de l'*aurea* l'emportent sur le champignon qui se développe dans et sur la membrane de l'algue. Le lichen constitue alors sur les feuilles de plantes tropicales et sur les écorces, des tissus verdâtres algueux sur lesquels les apothécies en pustules orangées se remarquent sans peine.

Il en est de même des lichens du genre *Strigula,* qui rappellent par leur forme et leur apparence exactement les *Phycopeltis* ou les *Cephaleuros* qui leur servent de gonidie. Ce sont, en effet, des disques coléochétoïdes comme l'algue que le champignon a envahi.

Dans ces conditions les sporanges et les poils disparaissent; les cellules restent plus petites et le thalle plus régulièrement discoïde.

La symbiose des *Zoochlorella* et des Infusoires est très curieuse. Je l'ai examinée spécialement dans les *Parameciums* et les *Ophrydium*. L'algue montre un chromatophore muni d'un pyrénoïde bien caractérisé. J'ai pu constater que la cellule ovoïde, ellipsoïde ou amoindrie, s'y multiplie par division sporangiale (par 4). Je ne saurais dire si cette Zoochlorella constitue une algue indépendante ou si elle n'est qu'un stade d'un *Dactylococcus* ou d'un *Pleurococcus*. Je pencherais plutôt pour cette dernière alternative. Ces cellules vertes sont logées dans la paroi du corps de l'animal et paraissent s'y trouver très bien puisqu'elles peuvent développer un pyrénoïde et s'y multiplier.

On a décrit un certain nombre d'autres animaux qui hébergent ainsi des Zoochlorelles (ainsi, les Noctiluques des marais salants).

Sous les tropiques, Mme Weber van Bosse a trouvé des *Trentepohlia* et des *Struvea* en symbiose avec des éponges.

Quant au *Foreliella,* qui attaque et transperce le test des Anodontes vivants, il n'est pas certain qu'il ne puisse au moyen de ses suçoirs appliqués contre le manteau de l'animal, retirer un avantage sous forme de nourriture assimilée par ce dernier (v. loc. citat.).

Bibliographie.

Debray, Galles de Vaucheria, Bull. scientifique de la France et de la Belgique, XXII, 222, 242 et pl. XI.

Dangeard, le Botaniste, 2me série (*Chytridiacées parasites sur et dans les algues*).

Wildeman (de), Bull. Soc. bot. de Belg., 1891, 169-171 (*Parasites des algues*).

Famintzine, Mém. Acad. Pétersb., VIIme sér., XXXVI, n° 1889 (*Symbiose des algues et des animaux*).

Beyerinck, Bot. Zeit. 1890 (*Cultures de Zoochlorelles*).

Lagerheim, *Rhodochytrium, Eine Uebergangsform von den Protococc. zu den Chytridiacc.*, Bot. Zeit. 1893 (Protococcacée parasite des Spilanthes à Quito).

Weber, A., van Bosse, *Etudes sur les algues de l'Archipel Malais*, Ann. Jard. bot. Buit.., vol. IX, 79-94.

Holophytes.

L'immense majorité des algues est holophyte, c'est-à-dire assimile par le moyen de sa chlorophylle et élabore des substances organiques en partant de substances brutes, minérales. Les algues sont grâce à

cette propriété l'un des plus puissants moyens que la nature possède de préparer une vie supérieure. Ces algues deviennent la proie des animaux microscopiques qui servent à leur tour d'aliment à d'autres plus gros.

Un certain nombre de ces végétaux vivent, au moins pendant les premières phases de leur existence, fixés au sol ou à un autre substratum. Il faut distinguer de ceux-ci les algues qui vivent toujours à l'état de liberté et qui flottent suspendues passivement ou activement dans les eaux.

Les algues aériennes terricoles peuvent être groupées sous le nom de épigées c'est-à-dire qui vivent sur le sol humide et s'y multiplient. Il n'y a guère que la Siphonée *Botrydium* qui s'y trouve habituellement. Les *Pleurococcus* (*Pleurastrum* Chod. olim.), les *Stichococcus* et les *Hormiscia* se rencontrent également sur d'autres milieux. En effet, il y a peu de ces plantes qui habitent exclusivement tel ou tel milieu.

Les pierres sont trop sèches pour donner asile à une grande variété d'algues. Les rochers des montagnes calcaires, et parfois dans des lieux très secs, sont colorés en rouge-sang par les efflorescences mêmes du *T. umbrina;* celles du *T. jolithus,* qu'on ne rencontre que sur les rochers siliceux, sont d'un rouge-cinnabre qui étonne. On en voit près de Champey, en Valais, qui colorent les pierres d'une manière fantastique.

Quant au *T. aurea,* ses courts gazons veloutés se développent surtout sur les rochers un peu humides ou ombragés des gorges de montagne. La couleur y est d'un fauve jaune-orangé et n'a rien de l'éclat du *T. jolithus.* Cette espèce se rencontre, comme d'ailleurs le *T. umbrina,* sur d'autres milieux (racines, branches, mousses, écorces).

Ces algues aériennes demi-desséchées sont pigmentées, riches en huile, mais ne présentent pas d'autres adaptations à ce mode de vie que celui décrit à propos des hypnocystes et des arthrospores.

Les *Pleurococcus* tapissent parfois les rochers de tuf dans les gorges des montagnes; ils leur donnent une teinte verte très gaie. Là où ces enduits sont exposés à la lumière, comme sur les murs, ils prennent également une teinte cinnabre très caractéristique (*Pl. vulgaris* Menegh. *Chlorosphaera muralis,* nob. olim.).

Les algues épiphylles ne peuvent se développer que là où l'humidité atmosphérique est suffisante.

Dans notre pays, le *Phycopeltis* apparaît parfois sur les feuilles persistantes des conifères ou du houx. On les trouve assez communément dans les serres, où elles ont été étudiées par Maurizio; ce sont en général des algues très communes, *Pleurococcus* à divers stades, *Cystococcus* et beaucoup d'Oscillariées ou d'autres Cyanophycées.

Cet auteur n'a pas retrouvé les algues caractéristiques des plantes tropicales, savoir les Trentepohliacées en disques, ni les *Phycopeltis* européens.

Ces algues épiphylles peuvent être rangées dans la catégorie des épiphylles accidentelles. Ce sont les mêmes qu'on rencontre dans d'autres stations humides, sur des champignons (Polyporus), le bois pourri, les feuilles mortes, les écorces humides.

On les retrouve, mais nettement adaptées à leur mode de vie, sous les tropiques où elles sont si communes à Java, par exemple, que presque aucun arbre n'en est indemne. On trouvera, à propos des Trentepohliacées des détails sur les adaptations successives qui, partant de Trentepohliacées indéterminées, aboutissent aux *Phycopeltis* et aux *Cephaleuros* en disques sous-cuticulaires. L'adaptation la plus remarquable est celle qui est réalisée dans ce dernier genre, où les sporanges élevés sur des supports pléiocarpes fonctionnent comme conidies que le vent emporte et qui vont déverser leurs zoospores sur une feuille humide.

Les épizoïques sont ces curieuses Trentepohliacées et Chétophoracées dont l'une, le *Trichophilus Welckeri,* Web. v. Bosse, vit en endophyte dans les poils des Bradypus, et l'autre habite sur la carapace de la tortue d'Europe. Cette dernière, le *Dermatophyton radicans,* pousse des prolongements haustoriaux dans la masse même de l'animal.

Enfin, on a cité un Cladophore sur des serpents de Siam (S. B. Natfr. Berlin, 1882).

J'ai réuni dans une dernière catégorie des épigées ou épilithes urophiles, des algues qu'on rencontre surtout près des habitations, les étables, partout où l'urine développe des émanations ammoniacales. On rencontre dans ces stations les *Schizogonium* à divers états et le *Porphyridium cruentum* qui, malgré sa couleur violacée ou rosée, ne doit pas être systématiquement très éloigné des *Schizogonium.* Ces algues peuvent se multiplier par désarticulation c'est-à-dire par arthrospores disséminées par le vent et qui subissent une sécheresse prolongée sans souffrir.

Aquatiques limnophiles.

Les algues fixées des eaux douces tranquilles se laissent difficilement grouper en catégories bien définies. Beaucoup d'entre elles habitent les substratum les plus variés. Tantôt fixées sur les pierres, tantôt sur des morceaux de bois ou des plantes aquatiques, elles font partie de plusieurs formations. Le *Coleochaete pulvinata* se trouve aussi bien sur les pierres que fixé à des plantes aquatiques. Il en est de même du *Coleochaete scutata,* des Chétophoracées, etc.

Les genres et les espèces suivantes paraissent exclusivement épiphytes, *Chaetopeltis minor* et *Ch. orbicularis, Myxochaete, Aphanochaete, Naegeliella* (algue brune), *Apiocystis, Characium, Sciadium, Characiopsis.*

Les premières, qu'on trouve appliquées sur la face inférieure des feuilles de *Nuphar* ou de*Potamogeton* ou sur les feuilles et les tiges d'autres phanérogames ou cryptogames aquatiques, ont acquis la dorsiventralité qui caractérise plusieurs des épiphytes et épilithes; leurs poils muqueux, exclusivement dirigés vers le milieu liquide, leurs cellules pulvinées portent bien le caractère de végétaux adaptés à ce mode de vie. Les *Coleochaete* en écusson répètent dans une autre famille cette même disposition. Ce somatropisme particulier se manifeste chez des plantes qui appartiennent à d'autres groupes, ainsi chez les thalles rampants rhizomateux des *Batrachospermum,* le talon des *Stigeoclonium* etc. L'adaptation est manifeste chez tous, car le thalle n'est que faussement parenchymateux. Il résulte du fait que la ramification se faisant d'une manière coordonnée et régulière (souvent dichotomiquement) dans un plan, elle donne naissance à des pseudo-parenchymes suborbiculaires étroitement appliqués contre le substratum et par là, même, solidement fixés.

Chez quelques espèces, comme l'*Aphanochaete repens,* le *Coleochaete irregularis,* la ramification est pleurococcoïde et n'aboutit pas à la formation de disques. Le *Coleochaete soluta,* avec sa ramification dichotomique, représente un état intermédiaire.

Dans les tourbières les genres *Conochaete* et *Dicranochaete* remplacent sous un état plus réduit les thalles discoïdes du groupe précédent.

L'absence totale de géotropisme et leur somatropisme particulier leur permet de s'appliquer sur les organes des végétaux submergés quelle que soit leur orientation.

Ainsi l'*Aphanochaete* entoure de ses courts filaments le pourtour des algues sur lesquelles il s'est fixé. D'une toute autre symétrie que ces algues dorsiventrales en écusson ou en rhizome, sont celles que nous avons fait rentrer dans une deuxième catégorie, celle des algues characioïdes. Dans celle-ci doivent rentrer non seulement des algues adultes mais plusieurs plantules d'algues qui deviennent libres plus tard mais qui dans leur jeunesse ont la même disposition. Ainsi les jeunes *Oedogonium, Conferva, Microthamnium.* Ce qui les caractérise toutes, c'est qu'à la germination de la spore ou de la zoospore il se fait de bonne heure un crampon en disque ou en griffe (*Oedogonium*) qui retient un stipe plus ou moins développé terminé par l'utricule cylindrique ou vésiculeux. Ici la structure est radiaire avec une différenciation en base et sommet.

Il est intéressant de voir se répéter cette même disposition chez des algues qui appartiennent à des familles très différentes *Apiocystis*-Palmellacées. *Characium, Raphidium*-Protococcacées, *Microthamnium*-Pleurococcacées, *Uronema*-*Ulvacées*, *Conferva* et *Sciadium*-Confervoïdées *Oedogonium*-Oedogoniacées.

Il a été dit plus haut de quelle nature sont les appareils de fixation. Suffisants pour les petites algues unicellulaires où le cordon cellulosique du stipe représente une résistance assez grande, ils sont en général insuffisants pour les algues plus grandes qui sont plus facilement détachées, car elles présentent plus de prise au choc de la vague. Il est intéressant de voir que dans un même genre (*Oedogonium*) deux espèces *O. spec.* plures et *O. africanum* peuvent présenter des moyens de fixation différents. Les Oedogoniums robustes s'implantent par une griffe, tandis que le frêle *O. africanum* s'applique simplement par une cellule étalée en disque.

Quant aux Chétophoracées dont le thalle dressé est souvent considérable elles ne développent point à la germination de plantule characioïde, mais s'allongent en produisant un rhizome tantôt réticulé, tantôt fermé (*Stigeoclonium*). En outre elles émettent des cellules inférieures du thalle dressé, qui s'élèvent de ce rhizome, des rhizoïdes complémentaires qui forment une espèce de corbeille à la façon des racines adventives des palmiers. (Ainsi en particulier chez les *Stigeoclonium* et les *Draparnaldia.)*

Dans une troisième catégorie doivent rentrer quelques algues munies de supports gélifiés. Ainsi les *Hormotila* (Pleurococcus p. p.), les *Mischococcus*, les *Urococcus* (des auteurs), les *Euglenopsis.*

Ceux-ci se fixent au moyen d'un pied mucilagineux secrété par la cellule. On l'a comparé au pied ramifié des Diatomées du genre *Gomphonema,* mais il n'y a qu'une analogie lointaine. Ici la zoospore ou la cellule arrondie fixée au substratum par une substance secrétée agglutinante rompt son enveloppe qui reste attachée et produit en arrière des couches d'épaississement de la membrane qui, toujours rompue, ou dissoute, en avant soulèvent la cellule qui se trouve finalement supportée par une colonne. Arrivée à une certaine hauteur la cellule s'enkyste un peu, puis rompt de nouveau, ou après s'être divisée, la membrane ferme qui reste en place. Par le développement indépendant des nouvelles cellules, se forment les arbuscules ramifiés bien connus de *Mischococcus.* Ceux de *Hormotila* Borzi et des états hormotila de certains *Pleurococcus* (fig. 12, p. 32), des *Urococcus*[1]) des auteurs et des *Euglenopsis* sont construits sur le même type avec quelques variations.

C'est ce qu'on peut appeler des états *Hormotila* ou *Mischococcus.*

Quant aux formations analogues fixées sur les objets durs comme pierres et coquilles elles ne présentent guère de particularités spéciales. On y rencontre les mêmes genres et, en plus, les *Ulothrix* avec leurs rhizines à cellules à parois épaisses et solides, les *Gongrosira de Baryana*

---

[1]) Hiéronymus pense que ce sont des états de Péridiniacées.

qui répètent sur ces milieux le type du *Coleochaete scutata*. Parfois ils se développent sous la cuticule des Limnées auxquelles ils donnent une apparence tachetée. Les galets du rivage des lacs présentent souvent une flore algologique fixée assez variée, *Cladophora, Ulothrix, Stigeoclonium, Spirogyra, Zygnema, Coleochaete,* etc.

Jusque dans les hautes régions on trouve dans les ruisselets tranquilles ou sur les rochers le long desquels coule un mince filet d'eau une végétation fixée composée en majeure partie de Conjuguées, mais auxquelles viennent s'adjoindre des *Oedogonium* et des *Conferva*. Les pierres du lac du Grand-St-Bernard (2400 m.) sont couvertes d'un enduit mince un peu muqueux dans lequel on trouve surtout le *Gongrosira* de *Baryana* et quelques Protococacées qui sont ordinairement suspendues *(Scenedesmus, Pediastrum)*.

Les endophytes appartiennent pour la plupart au groupe douteux des Endosphaeracées établi par Klebs. On y rencontre le *Chlorochytrium, Stomatochytrium, Scotinosphaera, Endosphaera* et *Phyllobium*. Ce sont des cellules arrondies ou ramifiées non cloisonnées poussant ici et là un prolongement cellulosique. Leur chromatophore à épaississements dirigés en forme de bâtonnets vers le centre de la cellule et muni de plusieurs pyrénoïdes permet de les reconnaître facilement. Elles produisent abondamment des zoospores biciliées ou des gamètes biciliées qui donnent naissance à des zygozoospores qui se comportent pendant quelque temps comme zoospore et pénètrent dans les cellules mortes ou les intercellulaires par les stomates. C'est là que la cellule passe par un temps de repos pendant lequel elle grossit et accumule des réserves; parfois elle se colore en rouge par de l'huile (*Scotinosphaera, Phyllobium*).

Les autres endophytes qu'on rencontre dans les plantes vivantes ou submergées appartiennent aux Chétophoracées. Ce sont des filaments qui sont ordinairement dépourvus de poils (*Endoderma*) ou qui chez les endophytes marins ont des soies.

J'ai décrit à leur place ces intéressants végétaux qui ne présentent point d'adaptation bien saillantes à leur mode de vie.

Il faut cependant réserver une place à part aux endophytes qui habitent le mucus des algues gélifiées; ainsi les *Chaetonema*, les *Glaucocystis,* qu'on trouve habituellement dans la gelée des *Batrachospermum* ou du *Coleochaete pulvinata* et même parfois dans celles de *Schizochlamys*.

Les algues incrustantes appartiennent à des groupes très divers. Les *Gongrosira*, les algues des thermes décrites par Tilden en sont le type le plus saillant. Les *Chlorotylium* des cataractes avec leur croissance en zone sont également bien particulières. Ce qui frappe surtout c'est le mode d'épaississement des membranes qui deviennent squameuses et par-

fois engainées. En outre, après l'émission de zoospores ou d'hypnospores les cellules plus profondes transpercent les membranes et prolifèrent. J'ai déjà cité (p. 61) la production si curieuse des états *Codiolum* caractéristiques pour cette formation.

Le *Gongrosira codiolifera* entre dans une sous-catégorie des algues perforantes et cariantes; elle fait naître dans les pierres calcaires submergées des sculptures irrégulières; il en est de même des Cyanophycées *Hyella, Schizothrix* et *Plectonema.* Les *Hyella* associées au *Gongrosira codiolifera* et d'autres espèces attaquent les pierres; les *Plectonema* de nos lacs rongent les coquilles d'Anodontes et celles des Unio dans lesquelles ils produisent des poches cariées.

Tout autre est l'action du *Foreliella* qui perfore les test des Anodontes au moyen de rhizines-tarières, des plus curieuses, mais qui ne produit point de carie. Les coquilles attaquées restent apparemment intactes et l'endolithe n'apparaît qu'en les examinant à contre-jour, l'algue y produisant une tache sombre qui diminue la translucidité. Ces appareils ont été décrits autre part (v. p. 27).

Beaucoup d'algues Euchlorophycées sont trop faiblement fixées pour pouvoir se maintenir sur le fond ou les pierres nues des torrents ou des rivières. Ce n'est que lorsque le courant diminue d'intensité qu'on trouve une flore algologique importante.

Cependant dans les torrents de la montagne moyenne les algues solidement fixées par un rhizome étendu comme les *Cladophora*, les *Vaucheria* et le *Prasiola fluviatilis* se maintiennent même de préférence sur les pierres des sources et des cascatelles. La bonne aération semble même leur convenir particulièrement, car elles y forment souvent des coussinets épais. Dans les mêmes stations se rencontrent les Batrachospermes, les *Lemanea*, les *Hydrurus* qui préfèrent les eaux froides ou aérées. Dans ces rivières à cours rapide les cailloux sont souvent incrustés par le *Chlorotylium cataractarum* et le *Gongrosira viridis.*

Toutes ces plantes sont solidement fixées soit par leurs crampons soit par leurs dépôt calcaire tuffeux.

Dans les cours d'eaux importants beaucoup de Diatomées et d'autres microphytes ainsi que les algues filamenteuses citées contribuent à l'assainissement des eaux, soit en absorbant les substances organiques solubles, soit en augmentant l'aération de l'eau par leur assimilation, soit en retenant à leur surface les bactéries.

Plancton.

Les végétaux qui vivent suspendus dans les eaux et s'y reproduisent à cet état constituent la formation végétale connue sous le nom de *Plancton* ou *Phytoplancton.*

J'ai groupé ces plantes selon les bassins naturels qu'ils habitent : A. Les *grands-lacs* ou *lacs* au point de vue biologique, c'est-à-dire, ceux dont la profondeur moyenne étant de 30 mètres ou plus empêche l'établissement d'une flore phanérogamique ou de Chara.

Les Chlorophycées n'y forment qu'une portion relativement petite du Plancton total. Elles n'y sont représentée que par un petit nombre d'espèces. N'ayant pas fait cette distinction les auteurs ont cité comme pélagique des Chlorophycées qui sont caractéristiques pour les étangs et les marécages.

L'étude de nos grands lacs suisses m'a permis de constater quelles sont les espèces réellement pélagiques, c'est-à-dire, celles qui existent à demeure au large et qu'il ne faut confondre avec celles que les tempêtes ou les grands vents amènent parfois du bord qui peut être marécageux.

Les Euchlorophycées habituelles de nos grands lacs sont : *Botryococcus Braunii, Sphaerocystis Schroeteri*, qu'on trouve dans tous les lacs.

Les suivantes sont très répandues, mais ne paraissent pas aussi caractéristiques.

Stichogloea olivacea (Genève, Joux, Neuchâtel, Majeur, Lugano, Come, Bienne, Annecy, Bourget, etc.).

Oocystis lacustris (Bourget, Annecy, Genève, Bienne, Neuchâtel, Morat, Joux, Thoune, Majeur, Varèse).

Raphidium Braunii var. lacustre (Genève, Bourget, Joux, Neuchâtel, Bienne, Morat, Zoug, Majeur).

Closterium Nordstedtii (Genève, Annecy, Neuchâtel, Bienne).

Parmi celles qui sont moins constantes, il faut citer :

Nephrocytium Aghardianum, Cosmarium Scenedesmus, Dactylococcus lacustris, Hyalotheca et dans les lacs insubriens *Dictyosphaerium pulchellum, Coelastrum reticulatum.*

Les *Pediastrum,* les *Scenedesmus,* les Volvocinées, cités par les auteurs n'y sont que des formations adventices. La flore chlorophycéenne *habituelle* de nos grands lacs est donc très peu variée et pauvre.

Les lacs-étangs ou les étangs ont une flore chlorophycéenne plus abondante quoique parfois peu variée. Ainsi au lac-étang de Muzzano (Tessin), le *Pediastrum clathratum* et le *Coelastrum cambricum* sont extrêmement abondants. Au lac-étang de Bret le *Coelastrum verrucosum* l'emporte ; au lac-étang Tannay les *Pandorina morum,* les *Oocystis* et le *Lagerheimia genevensis* sont nombreux

Quant aux bassins plus petits ils peuvent être d'une richesse exceptionnelle.

Ainsi une mare au Salève m'a fourni les espèces suivantes: *Eudorina elegans, Chlamydomonas pertusa, Lobomonas Francei, Pteromonas sinuata, Pteromonas Chodatii, Gonium sociale, Pediastrum Ehrenbergii, Dictyosphaerium pulchellum, Scenedesmus curvatus, Hofmania appendiculata, Scenedesmus opoliensis, Polyedrium trigonum, etc., etc.*

Dans un étang semblable, celui de l'Ariana (Genève), j'ai rencontré une vingtaine de Chlorophycées; dans un autre, au Danemark, une trentaine [1]).

Ce qui frappe l'observateur quant il compare les listes établies pour le Plancton des mares et des bassins dépourvus de végétation phanérogamique et par conséquent peu tourbeux, c'est la pauvreté en espèces de Desmidiées, si abondantes dans les eaux riches en matières humiques.

Parmi les Euchlorophycées rencontrées dans les bassins tourbeux je dois citer: *Coelastrum proboscideum, Sphaerocystis sudetica, Scenedesmus costatus, Scenedesmus hystrix, Pediastrum clathratum.*

Dans les régions plus élevées on voit apparaître le *Pediastrum tricornutum.*

Parmi les Chlorophycées, ce sont presque exclusivement les Volvocinées et Protococcacées qui mènent une existence planctonique. On peut y adjoindre quelques Confervoïdées. Toutes les autres peuvent être accidentellement pélagiques; arrachés de leur substratum primitif, elles s'accroissent et se divisent cependant. C'est ainsi qu'on rencontre très communément les Ulothriciacées, les Palmellacées, les Confervacées, les Oedogoniées et les Conjuguées constituant des échevaux denses de filaments suspendus dans l'eau des marécages par les bulles d'oxygène qu'ils exhalent au soleil ou soutenus, lorsqu'ils sont isolés, par leur ténuité et la résistance qu'offre à la chute leur grande surface.

On trouve parfois en plein lac Léman des filaments isolés de Spirogyre et de Mougeotia. Dans les étangs du Nord, j'ai constaté une Ulothriciacée pélagique à filaments spiralés, le *Gloeotila contorta* (Lem.) nob. La ténuité de ses filaments lui permet, jointe à sa disposition spiralée, de se maintenir plus facilement suspendue; de là sa fréquence.

Mais les vraies algues planctoniques sont les Protococcaccées et les Volvocinées.

Ces dernières, grâce à leurs cils, peuvent se maintenir au niveau utile. Sensibles à la lumière et à l'oxygène, elles s'approchent de la surface ou s'en éloignent. Leur forme en obus leur permet de fendre l'eau facilement. Parfois elles développent des appareils de flottaison particuliers.

---

[1]) R. Chodat, *Sur trois genres nouveaux de Protococcoïdées et la florule planctonique d'un étang du Danemark,* Mémoires de l'Herbier Boissier, mai 1900.

Chez les unicellulaires la membrane, en s'éloignant du corps, diminue le poids spécifique (*Sphaerella*) ; le corps en s'aplatissant en lentille devient meilleur nageur (*Pteromonas*, *Phacotus*). Une curieuse adaptation est celle qui est réalisée dans le genre *Brachiomonas*. Le corps est aminci en avant comme dans les Chlamydomonas, mais la membrane va s'étalant en 4 bras aigus disposés en parasol, tandis que le corps est de nouveau aminci vers l'arrière. Cette disposition doit être évidemment également favorable à la propulsion comme à la suspension lorsque la marche est suspendue ou ralentie.

La disposition tabulaire ou en radeau des *Gonium* est évidemment favorable à la suspension.

On ne voit point de disposition particulière dans les *Pandorina*. Les *Eudorina* se meuvent en dirigeant leur ellipsoïde, selon son grand axe, vers le pôle antérieur. Quant aux *Volvox*, le grand développement de la gelée doit leur faciliter la suspension.

Chez les Protococcacées passives, puisqu'en général elles ne développent à aucun moment des appareils propulseurs, la flottaison est obtenue par des procédés variés.

La forme arrondie qui correspond à la surface minimum n'est presque jamais conservée chez les espèces à cellules isolées. Ces plantes tendent à augmenter leur surface proportionnellement à leur masse.

Des cellules arrondies groupées en sphère creuse, comme dans les *Coelastrum*, réalisent une disposition déjà relativement avantageuse.

Je ne connais, en fait de Protococcacés pélagiques arrondies, que les suivantes : *Eremosphaera* (des tourbières) et *Halosphaera* (marin).

Les autres, soit isolées, soit groupées en colonies, sont adaptées à la vie flottante par les particularités suivantes qui toutes, plus ou moins, diminuent les chances de chute.

A. Gélification qui produit une augmentation de la surface tout en diminuant le poids spécifique.

a. type bacillaire : *Raphidium Braunii* var. *lacustre*.

b. type rayonnant : *Dictyosphaerium Ehrenbergii*.
et *D. pulchellum*.

b. type sphérique : *Sphaerocystis Schroeteri*, combiné avec le type rayonnant.
Sphaerocystis sudeticus. Chod.
Nephrocytium Aghardianum.

c. type tabulaire ou lenticulaire.
Selenoderma.
Oocystis lacustris.
Stichogloeoa olivacea.
Dactylococcus lacustris.

B. Point de gélification.

a. type bacillaire

court : *Dactylococcus* (Scenedesmus).
Actinastrum (à l'état unicellulaire).

long : *Raphidium Braunii.*
Schroederia.

aciculaire : *Raphidium longissimum.* Schroed.
Schroederia.

b. type rayonnant

* cellules isolées munies de prolongements aciculaires de la membrane.
Golenkinia, Chodatella, Lagerheimia, Polyedrium spec.

** cellules agrégées, simplement rayonnantes.
Actinastrum Hantzchii, Raphidium (fasciculatum) *Selenastrum Bibrayanum, Kirchneriella contorta, Dimorphococcus* sp.

*** cellules agrégées rayonnantes et pourvues de soie ou d'aiguillons rayonnants.
Richteriella, Sorastrum.

c. type sphérique.

* cellules isolées, grandes : *Eremosphaera.*

** cellules agrégées en sphère pleine : *Hariotina.*

*** cellules agrégées en sphère creuse : *Coelastrum microporum, C. sphaericum, C. verrucosum, C. cubicum, C. proboscideum, Hydrodictyon.*

c. type *tabulaire* ou linéaire.

* tabulaire.

* cellules isolées : *Polyedrium minimum, P. caudatum, Oocystis spec.*

b. cellules agrégées.

table continue :
Euastropsis, Pediastrum Ehrenbergii, P. Boryanum, Scenedesmus alternans, Tetrastrum, Scenedesmus costatus.

tables réticulées :
Crucigenia rectangularis, C. fenestrata, Crucigenia Hofmaniana, Actinastrum Hantzschii, Pediastrum (*clathratum*) *duplex.*

d. type linéaire.

cellules disposées en série linéaire

droite : *Scenedesmus obliquus, Radiofilum, Hormospora, Gloeotila spiralis, Bumilleria, Conferva,* beaucoup de Desmidiées (Hyalotheca).

spiralée : *Ophiocytium cochleare, Gloeotila spiralis.*

Il semble justifié de supposer que ces divers agencements soient

des adaptations à la vie flottante. En effet, on les retrouve chez beaucoup d'autres plantes qui appartiennent aux mêmes formations.

Ainsi, chez les Diatomacées, on retrouve sans peine les principales dispositions que nous venons de signaler, si l'on s'adresse aux espèces *pélagiques.*

Du type gélifié sont les Cyclotella avec leurs bandes tantôt droites, tantôt spiralées, tantôt en spirale surbaissée.

Du type non gélifié :

bacillaire sont les *Synedra longissima,* les *Diatoma,* etc.

bacillaire aciculaire et muni de soies :

les *Rhizolenia* (dont l'espèce *R. longiseta* est typique pour le Plancton d'eau douce).

rayonnant :

Asterionella formosa, avec ses cellules disposées en étoile, *Tabellaria fenestrata.*

linéaire rubané :

Fragilaria crotonensis, Diatoma Ehrenbergii, etc.

tabulaire :

Cyclotella, Cymatopleura; renforcé de piquants, *Stephanodiscus Astraea,* etc.

On pourrait établir la même comparaison avec les Cyanophycées et les Desmidiées.

Il est à remarquer cependant que la perfection dans l'adaptation à la vie flottante n'a pas nécessairement permis aux Protococcacées de conquérir le large. J'ai montré que la plupart et celles parmi lesquelles les plus remarquables de ces adaptations ont été réalisées, sont étrangères à l'eau des grands lacs. Cette eau très pure, très claire, ne semble pas leur convenir.

Une seule d'entre elles a acquis une particularité qui lui permet de flotter en toute occasion. C'est celle qui consiste, dans le *Botryococcus Braunii,* à produire une assez grande quantité d'huile qui serve de flotteur. Cette algue, dans les pêches, se maintient flottante, tandis que les autres tombent assez rapidement au fond du vase.

Cryoplancton.

On peut établir pour ces algues de la neige une petite catégorie spéciale, car plusieurs n'ont été jusqu'à présent rencontrées que dans ce milieu.

Parmi les Volvocinées le *Sphaerella nivalis* est la plus commune ; Lagerheim leur a adjoint plusieurs espèces de *Chlamydomonas* mais dont l'étude est trop incomplète pour qu'on puisse avoir une idée nette sur

leurs affinités avec l'algue spécifique des neiges le *Sp. nivalis* qui n'est peut-être qu'un *Chlamydomonas.*

Cette algue a une immense extension, car on l'a trouvée dans les régions arctiques, les Alpes, les Carpathes, les Andes, les régions antarctiques. Le *Raphidium nivale* Chod. a une semblable extension.

A ces deux algues il faut associer une Desmidiée, l'*Ancylonema Nordenskiöldii,* découverte par Berggren dans les neiges du Grönland qu'elle colore en brun, et retrouvée par Lagerheim dans les Andes et par moi dans le massif du Mont-Blanc.

Avec un *Cosmarium* et des zoospores de *Cystococcus* (*Pleurococcus vulgaris Menegh.*), ces quelques plantes constituent la florule nivale la plus étendue.

En examinant la neige noire de plusieurs stations dans les montagnes qui entourent Genève, j'y ai constaté la présence d'un organisme coloré en jaune-orangé le *Pteromonas nivalis* Chod.

De Lagerheim et surtout Wittrock ont étudié à plusieurs reprises la florule des neiges arctiques.

Epiphylles, Epiphytes, Endophytes.

Bibliographie.

Wille, *sur Pleurocladia lacustris*, B. d. d. bot. Ges. XIII, 93, Id. 95; Mœbius, Notarisia 1890.

Correns, *Eine neue braune Süsswasseralge* (Naegeliella sur Cladophora), Ber. d. d. bot. Ges. 10, 620.

Hansgirg. Sitzbericht der K. böhm. Ges. d. Wiss. Mathem. Naturwiss. Classe. 1890, 34. 2 pl. *(Endophytes).*

Lemmermann, Plœn III, 1895, *Endophytes dans mucus de Schizochlamys* (Coleochaete divergens, Chaetonema irregulare, Oclochaete bicornis).

Klebs, *Beiträge zur Kenntnis niederer Algenformen*, Bot. Zeit. 1881 (*Endophytes*).

Cohn. *Parasitische Algen*, l. c. I, 1875, II, 87 (*Endophytes*).

Karsten, *Untersuch. über die Familie der Chroolepid.*, Ann. Jard. Buitenzorg, X, *(Epizoïsme).*

Potter, M. C. *Note on an Alga growing on the European Tortoise.*

Peter *(sur le même sujet)*, Bot. Centralblatt. Band XXVIII, 1886, 25.

Lemmermann, Forschbericht. Plœn III, 1895, p. 37, *Batrachospermes* sur Limnées, Planorbis, Paludina; *Cladophora*, sur Unio et Anodonta.

Bohlin. *Zur Morphologie und Biolog. einzell. Organismen*, in Ofversigt af Kongl. Vetenskap. Akad. Forhdl. 1897.

Schrœder, *Neue Beiträge zur Kenntniss des Riesengebirges*, F. B. Plœn, VI.

Schorler, *Die Vegetation der Elbe bei Dresden und die Bedeutung für die Selbstreinigung des Stromes, Zeitschr.* f. Gewässerkunde 1898.
Richter, Flora XXV, 1892, 2 Pl. *(adaptation des algues d'eau douce à l'eau salée).*
Istvanffi, Balaton-See, *Resultat der wissenschaftlichen Erforschung.* Zweiter Band, zweiter Teil. Wien 1898.
Tilden J. *Some west american thermal algae,* Bot. Gaz. vol. XXV, 1898.
Bohlin, K. *zur Morphologie und Biologie* l. c. 524 *(Sphagnophiles, submarines, pluviales).*

Plancton[1].

Schrœter, C. und Kirchner, *Bodenseeforschung,* 1898.
Schrœter C. *Die Schwebeflora unserer Seen,* Neujahrsblatt, Zurich, 1898.
Chodat, *Etudes de biologie lacustre,* Bull. de l'Herb. Boissier, 1898, I et II.
Apstein, *das Süsswasserplankton,* Kiel, 1896.
Zacharias, *Forschungsberichte der biolog. Station, Ploen,* (se continue).
Schrœder, *Planktolog. Mitteilungen,* Biol. C. B., XVIII, n° 14, p. 331.
Schrœder, B. d. d. bot. Ges. Bd. XV, Tab. XVII.
Garbini, *Un pugillo di Plancton del lago di Como,* Venezia, 1898.
Zacharias, Forschunsberichte der biol. Stat. Plœn. (*Limnoplancton, Heleoplancton* [Teichpl.]).
Lemmermann, Bot. C. B., 1898 (*Ulothrix limnetica,* lac de Come).
Schmidle, in Kneuker bot. Zeitschr. 1897, 7-8.
Lagerheim, de, *Bidrag till Känomedon om snöflora i. lullea Lappmark.*
Lagerheim, *Ein Beitrag zur Schneeflora Spitzbergens,* Nuova Notarisia, 1894.
Rostafinski, Bot. Zeit. 1881, 465 (*Chlamydomonas de la neige*).
Perty, *zur Kenntnis kleinster Lebensformen* (*Hysginum nivale*), Bern, 1852.
Lagerheim, *Schneeflora des Pichincha,* B. d. d. bot. Ges. 10.
Bohlin, *Snöalger fran Pite Lappmark,* Botaniske Notiser 1893 (Cerasterias nivalis).
Chodat, *Flore des neiges du col des Ecandies,* Bull. de l'Herb. Boiss. 1896, Tab. IX.

Dispersion.

Le moyen de dispersion le plus à la portée des algues c'est l'eau. Des neiges des hauteurs elles sont emportées par les ruisseaux jusque dans les rivières, les lacs et les fleuves. Leurs zoospores les disséminent à une courte distance. Les oiseaux aquatiques en emportant la vase vont répandre au loin les germes qui y étaient contenus. Enfin les algues, grâce à la particularité qu'elles possèdent de produire des hypnospores végétatives ou sexuelles (œufs) qui leur permettent de

[1]) Cette liste est très incomplète; je n'ai indiqué que quelques travaux essentiels ou qui se rapportent à la Suisse.

supporter la sécheresse peuvent (elles le sont certainement) être disséminées par le vent comme le sont les spores des Fougères ubiquistes et des lichens. Mœbius a montré aussi que les coléoptères aquatiques peuvent être les agents de transport des algues. Il a en effet trouvé dans les articulations de leurs pattes un assez grand nombre de Chlorophycées.

Ainsi s'explique cette aire immense qu'occupent les espèces des Euchlorophycées, les plantes les plus ubiquistes qu'il soit possible d'imaginer.

Bibliographie.

Bailey (Mœbius) *Contribut. to the Flora of Queensland* ex. Dep. Agric. Brisb. Bull. n° 20, Botany n° 81.

West, *Freshwater alg. of Madagascar*, Linn. Soc. Transact. vol. V, p. 2.

Borge, *Chlorophyc. von N. Russland*, ex. Bihang till. K. Svenska. Vet, Akad. Förhandl. XIX.

Schaarschmidt, *Alg. Romaniae* ex. Kanitz Pl. Romaniae seorsim impress.

Migula, Biol. Centr. B. VIII, 1888, 213-17 (1 pl.), (*dispersion par les insectes*).

Lemmermann, Plœn IV. *(algues montagnardes)*.

Schrœder, Jahrb. der Schles. Ges. f. vat. Cult. (*algues des alpes du Tyrol*).

Dickie, *Notes on Alg. from the Amazon. and its tributaries*, Linn. Soc. Journ. 18.

Reinsch, *Polarexpedit. deutsch.* II, 37 fig. et 4 pl., ex. Journ. micr. Soc. 1892, 648.

Nordstedt, *Algues de Nouvelle-Zélande et d'Australie*, Svensk. Vetensk. Akad. Förh. XXII, 1888.

Klebahn und Lemmermann, *Vorarbeiten zu einer Flora des Plœnerseengebietes*, Forschber. Plœn, VI, 1895.

Zacharias, *Ergebnisse biolog. Excurs. an die Hochseen des Riesengebirges*, F. B. Plœn, IV.

Debray, *Algues du Maroc, d'Algérie et de Tunisie.*

Bohlin, *Alg. der I^st^ Regnellschen Exped.* Bihang till K. Svenska Akad. Handl. XXIII.

Turner, *Fresh water algae of east Ind.*, Kongl. Svens. Vet. Akad Förh. 25, 5.

Wille, *Ferskwandsalger fra Novaya Semlja; Id. Bidrag till Sydamer. Algflora*, Bihang till K. Vet. Ak. T. B. 8, 1.

Lagerheim, *Bigdrag till Sveriger algfl.*, Ofversigt af K. Vet. K. A. Förh. 1883.

Schmidle, *Algen aus den Hochseen des Kaukasus.*

Wille og Rosenvinge, *Alg. fra Nov. Semlja og Kara-Havel.*

Lagerheim, *Chlorophyc. aus Abessinien und Kordof.* Nuova Notarisia 1893.

Mœbius, *Brasilianische Algen*, B. d. d. b. Ges. 10, 17; *Beitrag zur Kenntnis der Algfl. Javas*, B. d. d. bot. Ges XI, 118.

Wildemann, de, *Prodrome de la flore algologique des Indes néerlandaises*, Batavia 1899.