

Cet article est tiré de

L'ÉRABLE



revue trimestrielle de la
Société royale
Cercles des Naturalistes
de Belgique asbl



Conditions d'abonnement sur
www.cercles-naturalistes.be

Le phytoplancton des eaux douces



Texte : Louis Leclercq
Université de Liège, Station scientifique des Hautes-Fagnes
rue de Botrange 137, 4950 Waimes

Un article précédent (L'Érable, 2/2008) a présenté le zooplancton. Voyons cette fois de quoi est composé le phytoplancton, ensemble des organismes du plancton appartenant au règne végétal, de taille très petite ou microscopique, qui vivent en suspension dans les eaux marines et douces. Il comprend de nombreuses espèces.

Le phytoplancton ne représente que 1 % de la biomasse d'organismes photosynthétiques sur la planète mais, il assure 45 % de la production végétale (fixation du carbone minéral (CO₂) en carbone organique). C'est dire s'il est important alors qu'on parle tant de l'augmentation de ce gaz à effet de serre et de ses conséquences sur le climat de la terre ! Mais le phytoplancton est avant tout la principale source de nourriture pour le plancton animal lequel est indispensable pour l'alimentation de la macrofaune. Et quelle macrofaune ! Pensons au krill formé de milliards d'animaux planctoniques qui constituent la majeure partie de l'alimentation des baleines à fanons ! Et pour faire un kilo de viande de baleine, il faut 100 kg de krill...

Le phytoplancton se développe dans la zone « photique » qui reçoit suffisamment de lumière pour permettre la photosynthèse soit au minimum 1 % de l'intensité lumineuse reçue en surface. Si en théorie, elle peut s'étendre jusqu'à 200 m en mer, elle est généralement moindre et elle dépend directement de la transparence de l'eau. En fait, la plus grande partie du phytoplancton se développe entre 0 et 15 mètres de profondeur.

La quantité et la composition du phytoplancton sont très variables dans le temps car de nombreux paramètres interviennent : migrations verticales journalières en fonction de l'intensité lumineuse, successions saisonnières des différents groupes en fonction de la température, composition spectrale de la lumière, transparence de l'eau, disponibilité en nutriments, activité de prédation par la faune...

Si la plus grande partie du phytoplancton est marine, il est composé aussi de nombreuses espèces en eau douce. Par exemple, la station d'hydrobiologie lacustre de Thonon-les-Bains qui étudie depuis plus d'un siècle le phytoplancton dans le lac Léman, a dénombré 1009 espèces d'algues (Druart & Balvay, 2007).

En Belgique, aucun lac n'est naturel. Ils résultent de différentes interventions de l'homme (édification de barrages, zones d'affaissement minier). Néanmoins, ils renferment des éléments du phytoplancton, lequel est notamment disséminé par les oiseaux.

Quels sont les organismes formant le phytoplancton ?

Ce sont essentiellement des algues. Anciennement, leur classification était basée surtout sur leur contenu en pigments : les chlorophylles et des pigments accessoires. L'association des deux leur donnant des couleurs caractéristiques : algues bleues, rouges, brunes, vertes.

Dans le système à 3 règnes, les algues sont classées dans le règne végétal parmi les thallophytes, avec les champignons et les lichens.

Dans le système à 5 règnes de Whittaker (1969), les algues sont réparties entre les Plantes, les Protistes et les Monères (bactéries).

En classification phylogénétique, les algues sont un groupe polyphylétique (elles ne sont donc pas issues d'un seul ancêtre commun): ainsi, de Reviere (2002, 2003) distingue 11 groupes (http://lebrusc.chez-alice.fr/pages/classification_algues.htm).

De ces 11 groupes, nous reprendrons ici uniquement les groupes les plus significatifs du plancton d'eau douce en insistant sur un point important: les algues bleues sont en fait des procaryotes (pas de vrai noyau) classées maintenant parmi les eubactéries alors que toutes les autres algues sont des eucaryotes (un vrai noyau).

Les Cyanobactéries (« algues bleues »)

Les cyanobactéries vivent presque partout, y compris dans des conditions extrêmes, des glaces polaires aux sables des déserts, des geysers aux lacs très chauds et acides des cratères volcaniques. Les cellules sont de très petite taille (1 à quelques dizaines de micromètres) et forment souvent des colonies (figure 1) ou des filaments (figure 2).

Leur couleur sur le terrain est plutôt vert foncé, violette ou noirâtre, conjonction de l'association de la chlorophylle a avec deux pigments accessoires, un rouge et un bleu. Leur appellation d'algues bleues vient plutôt de leur apparence bleutée au microscope.

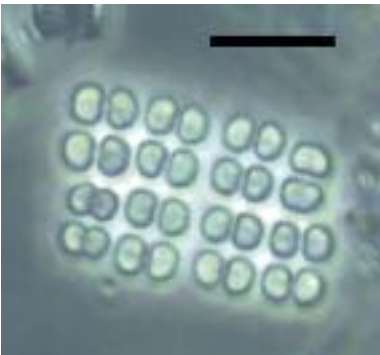


Figure 1 : *Merismopedia glauca* (Druart & Balvay, 2007). Le trait d'échelle = 10 μm .



Figure 2 : *Pseudanabaena constricta* (Druart & Balvay, 2007). Le trait d'échelle = 10 μm .

Apparues il y a 3,8 milliards d'années, elles comptent parmi les formes les plus anciennes de vie et font partie des organismes à l'origine de l'expansion de la vie sur Terre par leur production d'oxygène par photosynthèse et par leur contribution au premier puits biologique de carbone.

Les Dinophycées (péridiniens)

Parmi ces algues unicellulaires, beaucoup sont délimitées par un squelette externe formé de plaques de cellulose incrustées de silice (figure 3). Elles contiennent de la chlorophylle a et c et des caroténoïdes comme pigments accessoires responsables de la couleur brune à rouge. Leur taille varie de quelques dizaines à quelques centaines de micromètres.



(<http://www.salamandra.org.pl/przyrodapoznania/print.php?id=18>)

Figure 3 : *Ceratium cornutum* (à gauche : le trait d'échelle = 10 μm ; Druart & Balvay, 2007.) et *Ceratium hirundinella* (à droite : le trait d'échelle = 30 μm)



Dans des eaux eutrophisées, elles peuvent devenir très abondantes et provoquer des « marées rouges » (figure 4) responsables de la mort des poissons par manque d'oxygène et émission de toxines.

Figure 4 : prolifération de péridiniens en Californie en août 2005, photo libre de droit (<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/La-Jolla-Red-Tide.780.jpg>)

Les dynophycées sont mobiles grâce à deux flagelles : l'un dans un sillon équatorial, l'autre perpendiculaire au premier (figure 5). Cette disposition originale explique le mouvement très particulier de ces organismes qui tournent sur eux-mêmes.

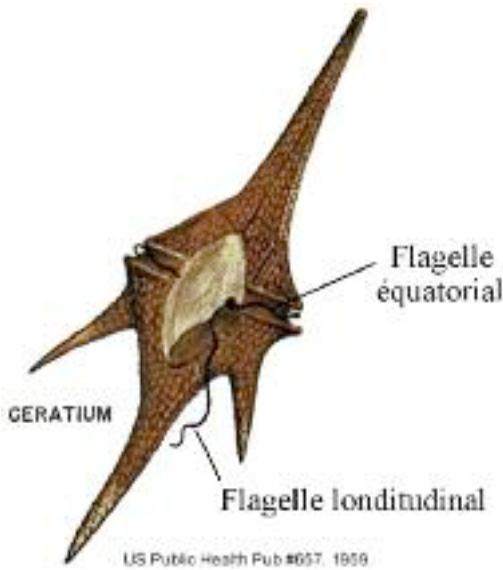


Figure 5. Disposition des deux flagelles d'une dynophycée.

(<http://www.botany.hawaii.edu/BOT201/Algae/Bot%20201%20Ceratium.jpg>)

Les Euglénophycées

Ces algues unicellulaires se déplacent à l'aide de deux flagelles de taille inégale. Étranges organismes que ces euglènes dont certaines sont capables de vivre comme des cellules animales dans l'obscurité et comme des cellules végétales à la lumière (chlorophylle a et b et caroténoïdes) : elles passent donc du statut d'hétérotrophes à celui d'autotrophes ! (figures 6 et 7 : <http://hirc.botanic.hr/botanika/Predavanja/BOTANIKAMB-03-%20Euglenophyta.pdf>).



Figure 6 : *Euglena* sp.
Le trait d'échelle = 20 μm .

Étranges aussi par l'absence de paroi rigide : la membrane plasmique est renforcée par des bandes protéiques disposées en spirale et la cellule peut se déformer et se déplacer en tournant sur elle-même



Figure 7 : *Euglena* sp. observée au microscope électronique à balayage.

Les Chrysofycées (« algues dorées »)

Algues de couleur jaune doré pourvues de chlorophylle a et c et de caroténoïdes jaunes, on trouve notamment dans ce groupe les curieux *Dinobryon*, cellules flagellées disposées chacune dans une urne très élégante et formant de jolies colonies ramifiées (figure 8)



Figure 8 : *Dinobryon* sp.
Le trait d'échelle = 30 μm .
<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/indexmag.html>?
<http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/wimsmall/flagdr.html>

Les Bacillariophycées (diatomées)

Algues unicellulaires dont le squelette externe est siliceux, elles ont une couleur caractéristique brun jaune (figure 9) due à la présence de chlorophylle a et c et de caroténoïdes jaunes et bruns. Elles peuvent être solitaires (figure 10) ou former de colonies (figure 11) ou des filaments (figure 12).

Contrairement à la plupart des végétaux qui stockent de l'amidon, les matières de réserve sont ici des huiles qui forment des gouttelettes brillantes bien visibles sur la photo ci-dessous. Des études ont montré que ces algues pouvaient produire 30 fois plus d'huile à l'hectare que les oléagineux terrestres (colza, tournesol). Lire à ce sujet l'article à l'adresse <http://www.greenfuelonline.com/news/Biofutur.pdf>.



Figure 9 : *Pinnularia* sp. à l'état vivant
(<http://forum.mikroskopie.com/index.php?showtopic=5904&mode=linearplus>)

Les squelettes, circulaires ou allongés, sont très finement ornements. De vrais bijoux microscopiques ! L'identification requiert l'observation très détaillée du squelette ce qui n'est possible qu'après nettoyage de celui-ci avec un oxydant.

Une surface de culture de 38 500 km² (un peu plus que la Belgique) dans une zone bien ensoleillée produirait en biodiesel l'équivalent de la consommation de pétrole des USA !

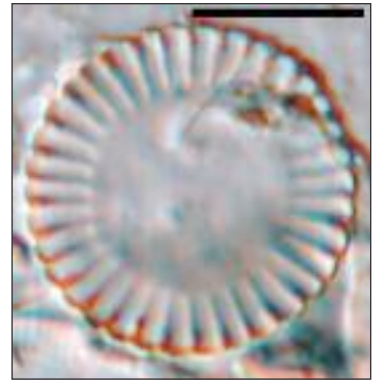
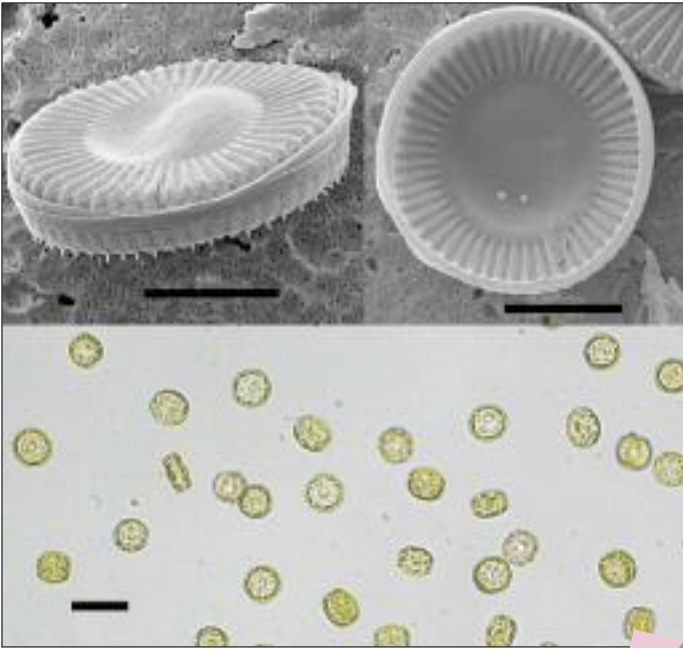


Figure 10 : *Cyclotella meneghiniana* (<http://www.pae.ugent.be/collection/cyclotella.htm>)
Le trait d'échelle = 10 μm
(sauf photo du bas : 30 μm).

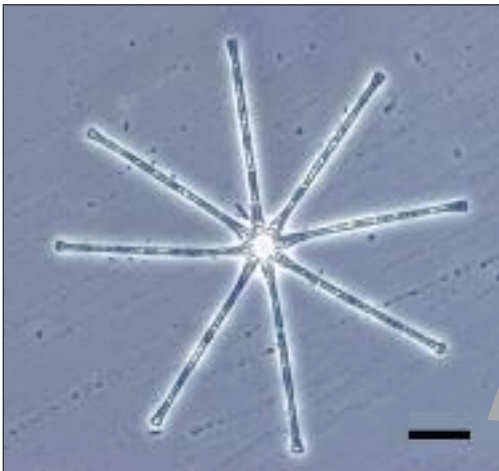
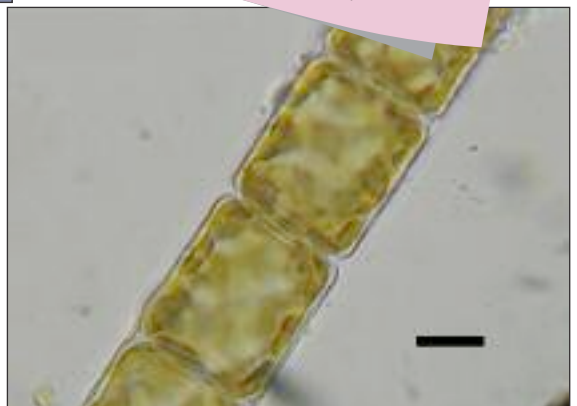


Figure 11 : *Asterionella formosa*
(Druart & Balvay, 2007).
Le trait d'échelle = 10 μm .

Une fois les diatomées mortes, leurs squelettes se déposent sur les fonds marins ou lacustres et se conservent ainsi depuis des millions d'années. La roche ainsi formée, appelée diatomite, est largement utilisée dans l'industrie (abrasifs, opacifiants, agents de filtration,...). A l'état vivant, les diatomées constituent des bio-indicateurs très fiables de la pollution des eaux.

Figure 12 : *Melosira varians* à l'état vivant
(http://www.dr-ralf-wagner.de/Bilder/Melosira_varians.jpg)



Les diatomées forment la plus grande partie du phytoplancton des eaux salées et froides et constituent de ce fait une source alimentaire essentielle pour la faune marine. On peut trouver jusqu'à un million de diatomées dans un litre d'eau de mer!

Les Chlorophycées (« algues vertes »)

De couleur verte (chlorophylle a et b et caroténoïdes jaunes), ce groupe renferme environ 7000 espèces. On trouve des formes unicellulaires flagellées ou non flagellées, des formes coloniales (figure 13) et des formes filamenteuses ramifiées ou non (figure 14). Les formes unicellulaires présentées ici (figure 15) appartiennent au groupe particulier des desmidiées : le contenu cellulaire est disposé en deux parties de part et d'autre du noyau central. On en trouve de très belles dans les eaux acides et parmi les sphaignes des tourbières.

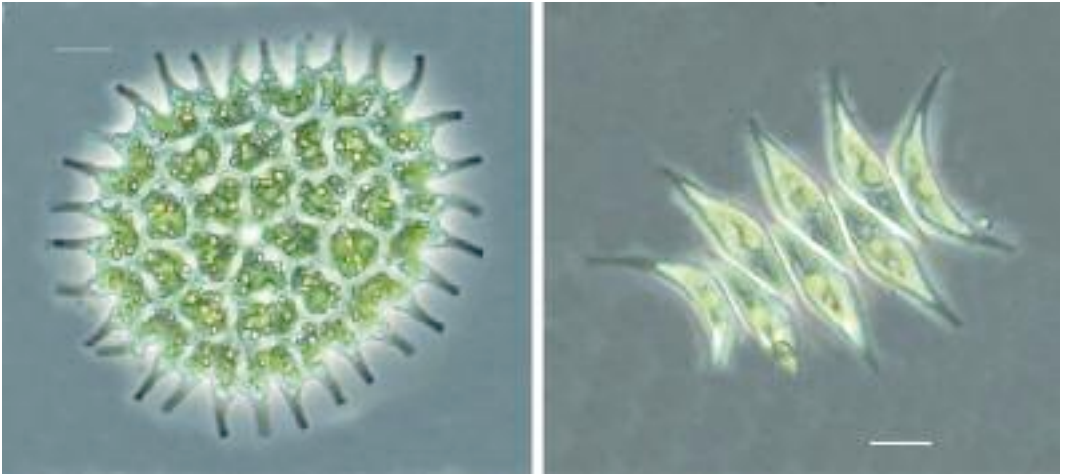


Figure 13 : *Pediastrum boryanum* var. *longicornis* (à gauche) et *Scenedesmus acuminatus* (à droite). (Druart & Balvay, 2007). Le trait d'échelle = 10 μm .

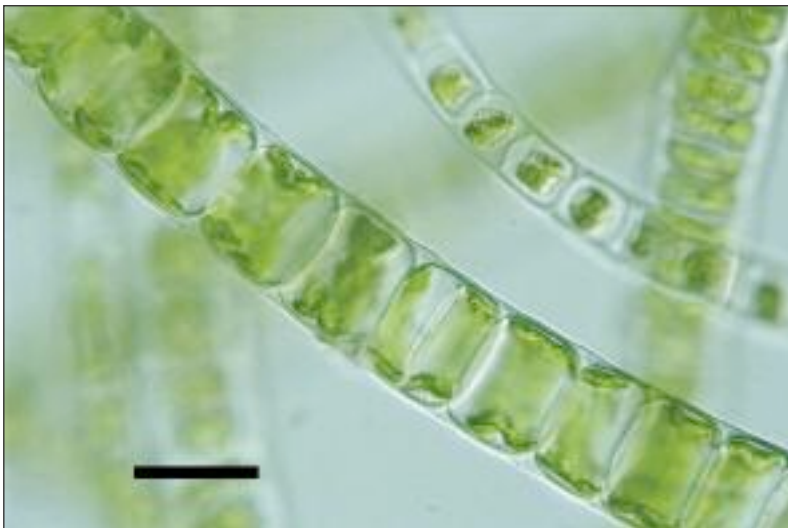


Figure 14 : *Ulothrix zonata* (<http://protist.i.hosei.ac.jp/PDB6/PCD0207/htmls/49.html>). Le trait d'échelle : 30 μm .

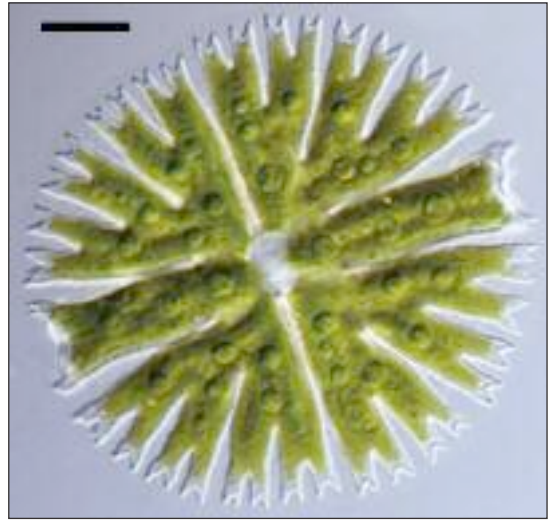


Figure 15 : *Closterium parvulum* (Druart & Balvay, 2007) et *Micrasterias radiosa*. Le trait d'échelle = 10 μm . (photo : Dr. Monika Engels provided for the alga of the year 2008 which was chosen by the Phycology Section at <http://www.dbg-phykologie.de/pages/22PressReleaseAlgaeYear2008.html>).

Comme tout végétal, le phytoplancton utilise pour son développement des éléments nutritifs essentiels, principalement des nitrates et des phosphates. Ce dernier élément était bien moins abondant jadis lorsque n'existaient pas les engrais de synthèse et les détergents phosphatés. Lorsqu'on examine les algues (principalement les diatomées) présentes sur les feuilles de plantes aquatiques mises en herbier, on se rend compte que l'eutrophisation des eaux s'est accentuée considérablement à partir de la moitié du XX^{e} siècle. Beaucoup de lacs et de zones côtières sont aujourd'hui eutrophisés et la surproduction de phytoplancton est un problème grave (algues bleues toxiques, diminution de la transparence et de l'oxygène, mortalité de la faune...). En France, des mesures drastiques ont été prises notamment pour le lac d'Annecy et le lac Léman qui ont presque retrouvé leur état normal (lire à ce sujet : Servettaz, 1977 ; Druart & Balvay, 2007).

Bibliographie

- de Reviers B., 2002.- Biologie et phylogénie des algues. Belin Sup. Sciences. Tome 1 : 351 p.
 de Reviers B., 2003.- Biologie et phylogénie des algues. Belin Sup. Sciences. Tome 2 : 255 p.
 Druart J.C & Balvay G., 2007.- Le Léman et sa vie microscopique. Ed. Quae, Versailles. 179 p.
 Servettaz P.L., 1977.- L'eau, la vie d'un lac alpin. Chronique de la sauvegarde du lac d'Annecy. Imp. Gardet, Annecy. 280 p.
 Whittaker R. H., 1969.- New concepts of kingdoms of organisms. *Science* **163**: 150–160.

Nous remercions vivement Jean-Claude Druart de la Station d'hydrobiologie de l'Inra à Thonon (France) de nous avoir communiqué quelques photographies extraites de son récent ouvrage sur le lac Léman. Les autres illustrations provenant de différents websites sont publiées ici avec l'autorisation écrite des différents auteurs.