

5. Les algues

La science qui étudie les algues se nomme la **phycologie** ou l'**algologie**.

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

Groupées avec les champignons dans la division des Thallophytes, (les algues constituent en réalité un vaste ensemble hétérogène d'embranchements très distincts les uns des autres et n'ayant entre eux que peu de caractères communs) (FELDMAN1996, 3). La distinction entre ces différents embranchements d'algues est faite d'après des caractères d'ordre cytologique et biochimique ainsi que des différences de structure et de mode de reproduction.

En dehors de nombreuses formes unicellulaires, on trouve des algues pluricellulaires formant des thalles sans feuilles, ni tiges, ni racines, ni vaisseaux conducteurs.

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

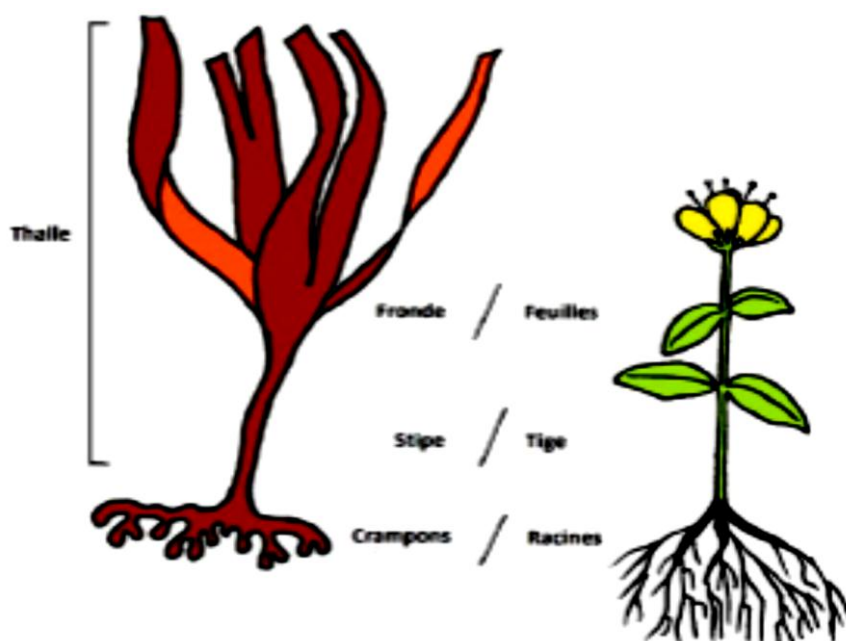


Figure14 : Comparaison entre la morphologie d'une algue et d'une plante

1. Morphologie et ultrastructure des Algues

L'étude des structures cellulaires algales a progressé de façon considérable grâce à l'utilisation du microscope électronique. La connaissance de ces structures a permis entre autres de découvrir les relations existant entre les différents groupes d'algues.

Les algues dont la taille moyenne n'excède pas quelques dizaines de microns sont appelées **microalgues**. Elles sont souvent constituées d'une seule cellule et sont parfois mobiles. Ces microalgues composent le phytoplancton* ou plancton végétal.

Les algues de grande taille, pluricellulaires, appelées également **macroalgues**, prennent des formes diverses selon les espèces : filament, lame, courroie... Certaines ont une architecture plus complexe avec des parties distinctes. Chez les algues, l'ensemble des tissus appelé thalle est composé de 3 parties :

- ❖ un système de fixation sous forme de **disque** ou de **crampon**
- ❖ un pédoncule plus ou moins long appelé **stipe**
- ❖ une lame ou **fronde** plus ou moins découpée formant des filaments, lanières...

1.1. Paroi cellulaire

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

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

1.2. Noyau

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

1.3. Plastes

Participe à la synthèse des formes de réserve comme l'amidon. Ils sont porteurs de la chlorophylle et des pigments accessoires. Ils sont de formes très variées mais caractéristiques et constantes pour chaque espèce. le **Pyrénoïde** un type de plastes chez les **Chlorophytes** responsable de la production de grains d'amidon.

1.4. Flagelles

Chez les zoospores et se forment au cours de la multiplication de certaines algues et les cellules végétatives ; ainsi chez certaines micro algues mobiles ex: *Chlamydomonas*.

1.5. Vacuole pulsatile

Organite d'osmo-regulation, notamment important pour les espèces qui vivent en eau douce, elle permet l'évacuation active de l'eau (de l'intérieur de la cellule vers l'extérieur).

1.6. Le Stigma

Tache oculaire : élément photosensible, qui permet les réponses phototactiques. Orientation de déplacement par rapport à la lumière.

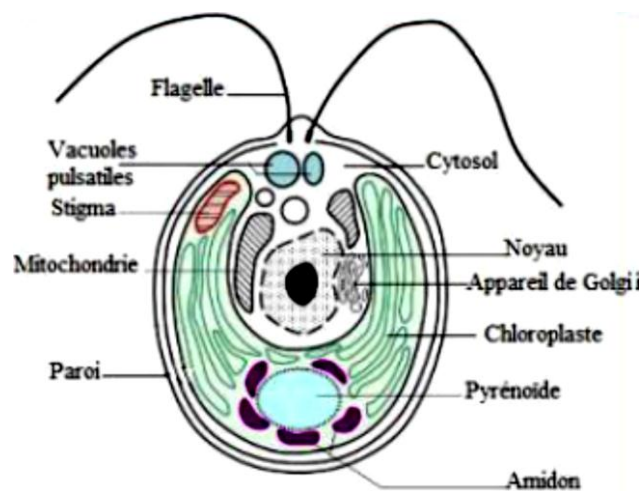


Figure 15 : Algue verte unicellulaire biflagellée (*Chlamydomonas*)

2. La morphologie des algues

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

A. Les formes unicellulaires

1. Le type rhizopodiale

Les formes rhizopodiques n'ont pas de parois cellulaires rigides et émettent des pseudopodes comme les amibes ; Certaines espèces peuvent émettre des pseudopodes pour capturer et ingérer de petites proies.

2. Type coccoïde

Les cellules immobiles sont entourées d'une membrane fermée et bien définie : on trouve des formes simples sphériques ou subsphériques, *Chlorella* chez les Chlorophytes par exemple. D'autres formes sont moins simples (triangulaires, discoïdes, quadrangulaires, allongées), pour aboutir à des cellules beaucoup plus compliquées : ainsi les Diatomées (Chrysophytes) sont constituées par une cellule circulaire ou allongée en deux valves s'emboîtant l'une dans l'autre.

3. Type flagellé ou monadoïde

Les cellules en général solitaires et mobiles possèdent 1, 2, rarement 3 (2 fouets égaux et un appendice flagelliforme) ou 4 fouets. Exp1 : *Chlamydomonas* : Algue verte unicellulaire à 2 flagelles, Exp2 : l'Euglène : *Euglena euglena* : algue verte à un flagelle locomoteur.

B. Les formes coloniales

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

1. Les colonies Mucilagineuse

Les mucilages sont des substances végétales, constituées de polysaccharides, qui gonflent au contact de l'eau en prenant une consistance visqueuse, parfois collante, semblable à la gélatine. Les colonies mucilagineuses sont constituées de cellules groupées sans forme définie dans une gelée englobant l'ensemble ; ce type de groupement est assez fréquent chez les Cyanophytes (*Microcystis*, *Aphanothece*) et chez les Chlorophytes (*Tetraspora*, *Kirchneriella*, *Dictyosphaerium*). Il existe des colonies constituées de cellules flagellées (*Eudorina*, *Pandorina*, *Volvox*) et qui sont mobiles ; les cellules sont incluses dans une enveloppe gélatineuse traversée par les flagelles qui battent librement à l'extérieur.

2. Les Cénobe

Ce sont des colonies immobiles ayant toujours une structure régulière. Ce type de forme est fréquent chez les Chlorophytes, Parfois les cellules marginales n'ont pas le même aspect que celles de l'intérieur (*Pediastrum*, *Scenedesmus*). Des méats peuvent exister entre les cellules (*Hydrodictyon*, certaines espèces de *Scenedesmus*).

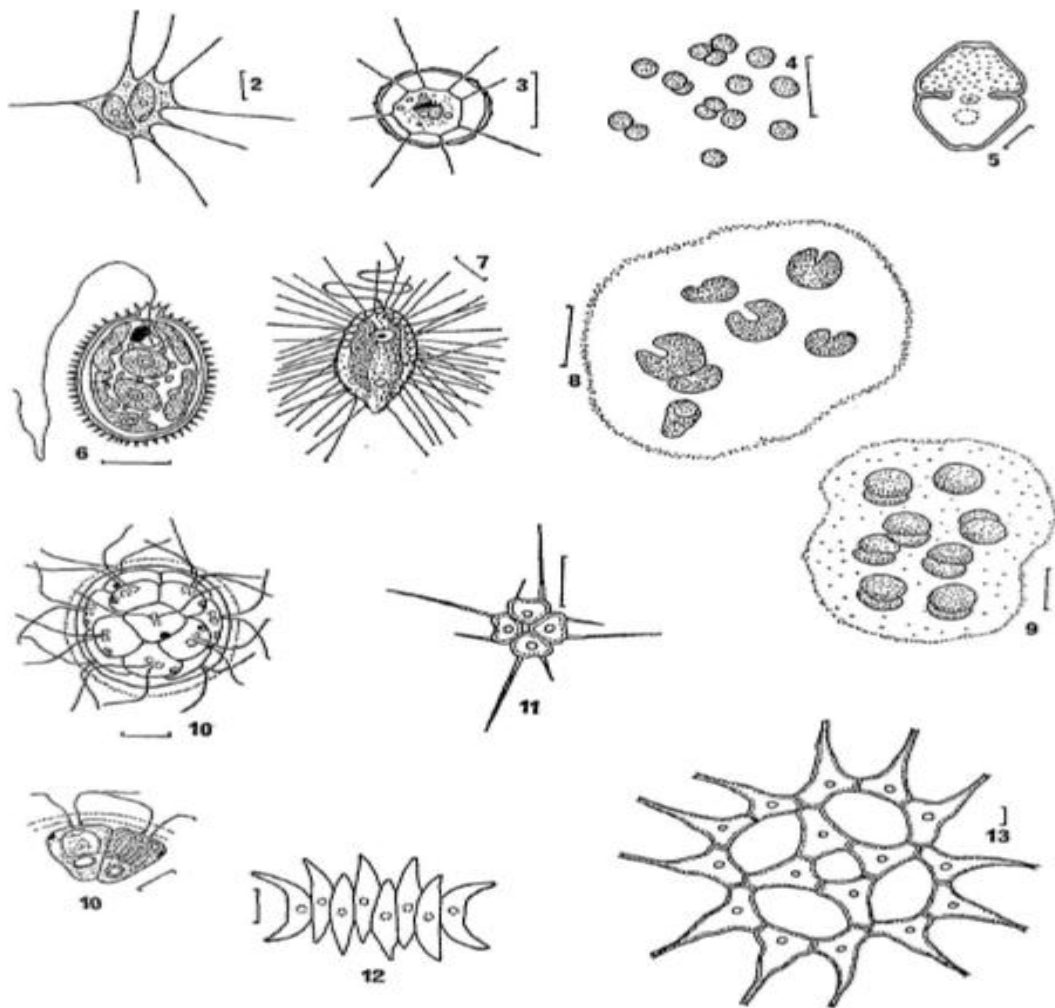


Figure 16 : 2 et 3 : Type rhizopodial, 4 et 5 : Type coccoïde, 6 et 7 : Type flagelle, 8 et 10 : colonies mucilagineuses (colonie entière et détail de deux cellules), 11 et 13 : cénobes

C- Les formes filamenteuses

• **Thalles filamenteux :** la structure filamenteuse est une construction pluricellulaire simple, fréquente chez les algues.

Ex: *Spyrogira*

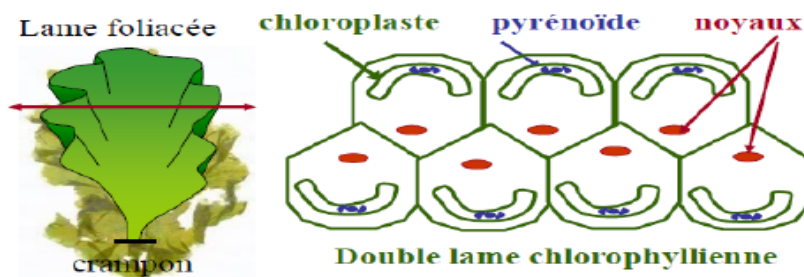
- Algue verte (Chlorophycée) d'eau douce
- pas de ramification
 - chloroplaste en forme d'hélice = «rubané»



• Thalles foliacés

Ex: *Ulva lactuca*

- Algue verte -marine « La laitue de mer »
- Elargissement du thalle «en éventail» par mitoses transverses et longitudinales
- Thalle adulte = large lame formée de 2 assises de cellules



• Thalles en tube

Ex : *Enteromorpha*

- Algue verte
- Tube creux formé d'une seule couche de cellules
- 2 assises de cellules (comme *Ulva lactuca*) qui s'écartent



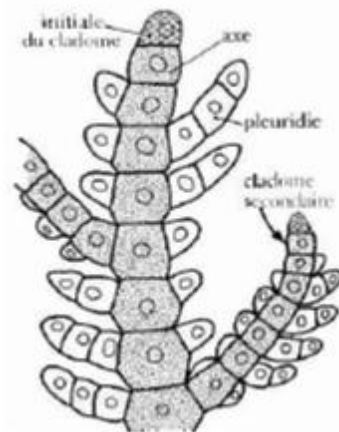
• Thalles cladomiens

Ex: *Sphocelaria* / *Plumaria*

plus complexe le thalle est constitué de plusieurs catégories d'axes à fonction déterminée. Le cladome est une organisation structurale comprenant un axe dressé à croissance indéfinie et des ramifications latérales à croissance définie : les pleuridies.

Si on tue la cellule apicale

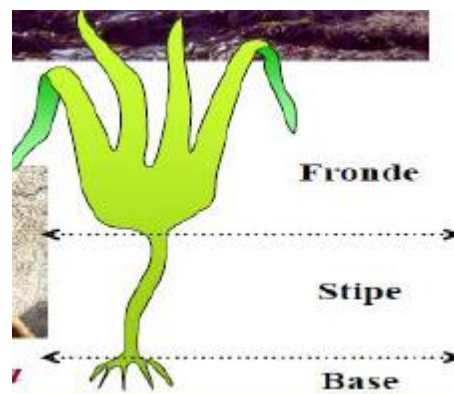
-les pleuridies près de la cellule apicale (en cours d'élongation) n'arrêtent pas leur croissance-les pleuridies ayant arrêté leur croissance la reprennent et se ramifient



• Thalles fucoïdes

Ex : *Laminaria*

sont toujours de grande taille à l'état adulte et montrent une différenciation en trois parties : une base importante, un stipe cylindrique ou plus ou moins aplati, une fronde de forme variée.

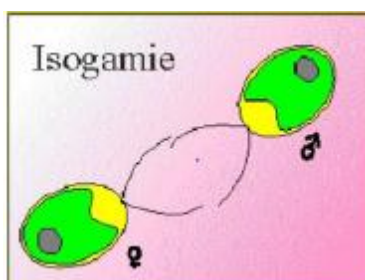


3. La reproduction des algues

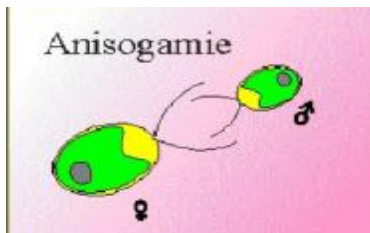
3.1. Reproduction sexuée

Il y a plusieurs formes de la reproduction sexuée chez les algues

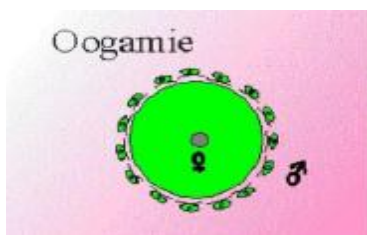
Isogamie fécondation mettant en présence deux gamètes morphologiquement et physiologiquement identiques



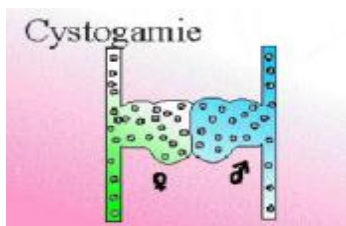
Anisogamie fécondation mettant en présence deux gamètes morphologiquement et/ou physiologiquement différents



Oogamie 1 gamète petit, mobile, produit en grand nombre 1 gamète gros, immobile, chargé en réserve



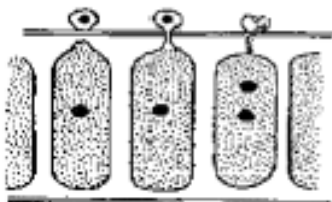
Cystogamie Formation d'un pont cytogamique (ou pont de conjugaison) entre 2 filaments gamètes jamais libérés hors du thalle



Trichogamie le gamète femelle reste dans le gamétophyte, émet un poil le trichogyne le gamète mâle sans flagelle, se colle sur le trichogyne.



Aplanogamie Lorsque les 2 gamètes sont immobiles et que leur rencontre se fait passivement (grâce à des courants d'eau). Il existe une papille sur gamète femelle pour faciliter la fécondation.



L'isogamie, anisogamie et oogamie sont dites Planogamie où au moins un des gamètes qui est mobile. La planogamie et l'aplanogamie sont des formes bien adaptées au milieu aqueux.

3.2. Reproduction asexué

La reproduction peut être asexuée par mitose : bipartition pour les unicellulaires, bourgeonnement ou fragmentation pour les autres : la partie du thalle qui se détache, se fixe et se développe pour donner un nouvel individu.

Toutes les algues bénéficient, en principe, de cette possibilité végétative.

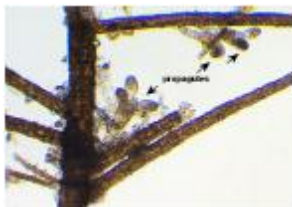
A. Multiplication végétative

A.1. Fragmentation du thalle

Ex1. Chez les Algues rouges du genre *Asparagopsis*, les Algues vertes du genre *Caulerpa* ou des Algues brunes des genres *Ascophyllum*, *Fucus* ou *Sargassum* : une partie du thalle se brise, est emportée par les courants et les vagues et redonnera un nouvel individu. C'est un véritable **bouturage**.

Ex2. Chez les Algues vertes du genre *Valonia* : formation des thalles-fils par **bourgeonnement**

Ex3. Chez les Algues brunes du genre *Sphacelaria*, il y a formation de propagules : apparition d'un massif de cellules sur le thalle capables après séparation de l'algue-mère de donner naissance à un nouvel individu.



Remarque : Chez des Cyanobactéries filamenteuses ("Algues bleues") certaines cellules se segmentent, donnent de petits fragments pluricellulaires appelés hormogonies qui se détachent (véritables boutures) et permettront la naissance d'un nouveau thalle.



B. Formation de cellules spécialisées ou spores.

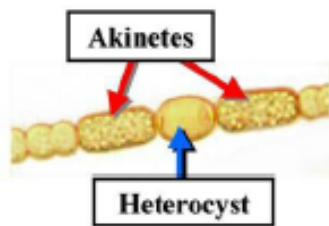
B.1. Formation de spores

Une partie du thalle (eucarpie) ou la totalité du thalle (holocarpie) donne des cellules fertiles ou cystes appelées sporocystes (ou sporanges) qui contiennent les cellules-mères des spores. Les spores

libérées par ouverture des organes précédents, sont dispersées, tombent sur un substrat et après germination donnent naissance à un nouvel individu. Certaines spores sont immobiles les **aplanospores** d'autres sont mobiles les **zoospores**

B.2. Formation de spores résistantes.

Certaines cellules du thalle "s'enkystent" donnent des spores capables de mener une vie ralentie quand les conditions sont défavorables puis de germer si ces conditions redeviennent favorables ; ces spores résistantes sont appelées **akinetes**.



4 . Classification des algues

La classification des algues est basée sur sept critères principaux:

- morphologie des cellules ou thalles (quand pluricellulaires);
- morphologie et chimie de la paroi;
- nombre et type d'insertion des flagelles;
- type de chlorophylle et présence de pigments accessoires;
- l'habitat;
- les structures reproductrices;
- le cycle biologique.

A. Les Cyanophytes

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

Ces pigments ne sont pas portés par des plastes mais sont diffus dans le cytoplasme et donnent aux cellules une coloration homogène. Le mélange de ces pigments dans le cytoplasme donne en général la teinte bleu-vert caractéristique des Cyanophycées mais on rencontre aussi des teintes vertes noirâtres, brunâtres, rouges, bleues ou même violettes.

Les Cyanophytes ne possèdent pas de formes flagellées. C'est un groupe d'algues très abondant dans les eaux douces africaines.

B. Les Chlorophytes

Sont les algues vertes, comme tous les groupes vivants des eucaryotes à noyau bien individualisé ; elles possèdent des plastes d'un vert franc contenant de la chlorophylle a et b associée à de l' α et β carotène et des xanthophylles identiques à celles des plantes supérieures. Les formes nageuses possèdent en général deux ou quatre flagelles de même taille.

C. Les Euglénophytes

Sont des algues unicellulaires et flagellées, le plus souvent mobiles, avec des plastes verts contenant de la chlorophylle a et b associée à du α carotène et des xanthophylles. Certaines espèces prennent une teinte rouge qui masque la teinte verte des plastes. Les euglénophytes sont à la fois proches des algues brunes et des protozoaires. À la mauvaise saison ou si la lumière est trop faible, l'euglène se nourrit par phagocytose comme un protozoaire.

Si les conditions deviennent très difficiles, certaines euglènes perdent leurs flagelles, se chargent de réserves, s'arrondissent et s'entourent d'une enveloppe protectrice qui leur permet d'attendre de meilleures conditions.

Parmi les genres les mieux étudiés, citons : *Euglena*, pigmenté, pratiquant la photosynthèse ; *Astasia*, incolore, absorbant des substances dissoutes ou *Peranema*, incolore, se nourrissant par phagocytose.

D. Les Chrysophytes

Sont caractérisées par des chromatophores bruns, jaunes ou vert-jaunâtres. Elles ne possèdent jamais d'amidon. Il existe de nombreuses formes flagellées possédant pour la plupart deux fouets inégaux. Ce groupe se divise en cinq classes :

1. Les Chrysophycées

A plastes jaunes ou bruns renfermant des chlorophylles a et c, du carotène et diverses xanthophylles, sont des organismes unicellulaires ou coloniaux, rarement filamenteux. Elles forment souvent des logettes ou kystes siliceux plus ou moins sphériques.

2. Les Xanthophycées

Possèdent des plastes vert-jaune ou vert à peine jaunâtre ou les chlorophylles a et c sont associées à plusieurs xanthophylles et du α carotène, les pigments bruns étant absents. Leur teinte est souvent très proche de celle des Chlorophytes mais l'absence d'amidon permet de séparer facilement ces deux groupes.

3. Les Diatomées ou Diatomophycées

Sont des algues unicellulaires ou coloniales, quelquefois filamenteuses, à plastes bruns ou jaunes contenant de la chlorophylle a et d du α carotène et plusieurs xanthophylles. Elles sont caractérisées par leurs parois cellulaires imprégnées de silice formant une logette bivalve appelée frustule.

Lorsque les diatomées meurent, leur contenu cellulaire se décompose et il ne reste plus que cette paroi externe qui sédimente et qui forme une roche que l'on appelle la diatomite ou terre de diatomées. La terre de diatomées ou Diatomite est utilisée comme additif dans les huiles décolorantes et désodorisantes et les engrais. Elle est également employée en tant que filtre pour les piscines, comme isolant thermique (briques réfractaires) et phonique et comme additif à la peinture pour augmenter la visibilité nocturne des signaux indicateurs et des plaques d'immatriculation.

4. Les Phéophycées

Sont des algues brunes toujours filamenteuses ou thalloïdes, jamais unicellulaires. Elles sont surtout marines et ne sont représentées en eaux douces que par cinq genres et cinq à six espèces fort rares. Elles possèdent des plastes bruns contenant des chlorophylles a et c, du β carotène et des xanthophylles (surtout de la fucoxanthine et de la diatoxanthine). Elles ne produisent jamais d'amidon.

5. Les Raphidophycées

Sont toujours des formes unicellulaires, solitaires, nageant à l'aide de deux flagelles de taille inégale. Leurs pigments sont constitués par de la chlorophylle c, du β carotène et trois xanthophylles. Cette classe ne comprend qu'une vingtaine d'espèces d'eau douce.

E. Les Rhodophytes

Ou les algues rouges, taxon frère des algues vertes. Elles sont principalement marines et pour la plupart pluricellulaires. Leur présence dans les eaux douces se limite à une trentaine de genres peu fréquents. Elles présentent de la chlorophylle a et d et des pigments comme les α et β carotènes, les phycoérythrine, phycocyanine. On note aussi la présence d'un amidon floridien (semi liquide) appelé rhodamylon. En eau douce, la couleur des Rhodophytes est bleu-vert, rouge-violacé, très souvent vert sale ou vert noirâtre. Il n'existe pas de formes flagellées.

F. Les Pyrrophytes

Ou dinoflagellés, sont des plastes bruns, plus rarement rouges ou bleu-vert contenant des chlorophylles a et c, du carotène. Les formes unicellulaires biflagellées sont très nombreuses. Elles font partie du phytoplancton et sont responsables du phénomène des eaux rouges. Certains dinoflagellés ne possèdent pas de pigments photosynthétiques. Les réserves sont constituées par de l'amidon