

### III- Embranchement des Protophytes « Algues »

Le **règne végétal** est **traditionnellement** subdivisé en deux grands groupes en fonction de l'organisation structurale du végétal.

- **Thallophytes** : caractérisés par la présence d'un **Thalle**. Ensemble des plantes qui ne possèdent pas de tige feuillée et de racines (**végétaux inférieurs** non vascularisés, **sans vaisseaux, feuilles, ni tiges ni racines ni tissus** différenciés).
- **Cormophytes** : caractérisés par la présence d'un **Cormus** (cormus, tige et phyton, plante). Ensemble des plantes qui **possèdent** une tige portant des feuilles ou des frondes (végétaux à vaisseaux, **organes, tiges, feuilles, racines** différenciés).

#### Les Algues

Les Algues sont des êtres vivants **Eucaryotes autotrophes** qui **contiennent toujours** de la **chlorophylle a** et divers **autres pigments**. Les Algues sont des Organismes **Cryptogames, Thallophytes, Photosynthétique**, de morphologies très diversifiées.

#### - **Écologie des algues**

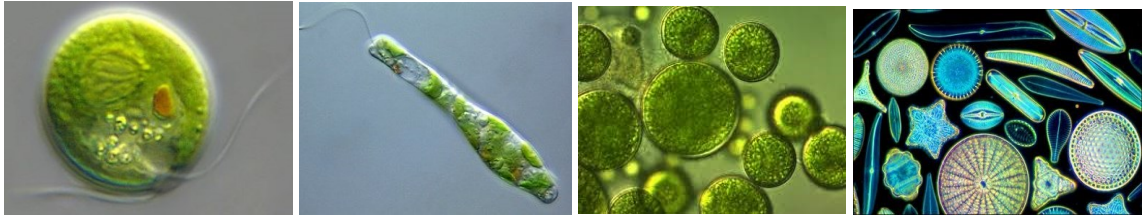
Le **cycle de vie** des Algues se déroule généralement en **milieu aquatique et humides**. Elles sont partout dans l'eau douce, dans l'eau salée, même sur les troncs d'arbres et sur le sol. Dans les régions tropicales, on les trouve même sur les murs des bâtiments. Il leur **faut impérativement**, la **lumière** pour la **photosynthèse** et **l'eau** pour leur **reproduction**. Cependant, Elles peuvent être **endophytes** de **certaines Protozoaires** ou **Métazoaires**. Certaines Algues **s'associent** à des **Champignons** et forment les **Lichens**.

**Certaines** Algues sont **comestibles** et consommés par l'homme depuis longtemps surtout en Chine et au Japon. Les Algues sont aussi utilisées comme **amendements agricoles** incorporées à d'autres produits qui fertilisent les champs en abaissant l'acidité des sols en y apportant des oligoéléments. Certaines molécules extraites des Algues sont utilisées dans **l'industrie alimentaire** (gélifiants), **pharmaceutiques** (pansements, pâte de moulage pour dentier) et **biotechnologique** (milieu de culture).

#### Organisation générale des Algues

L'**appareil végétatif** des Algues est organisé sous forme de **Thalles** dont il existe plusieurs types :

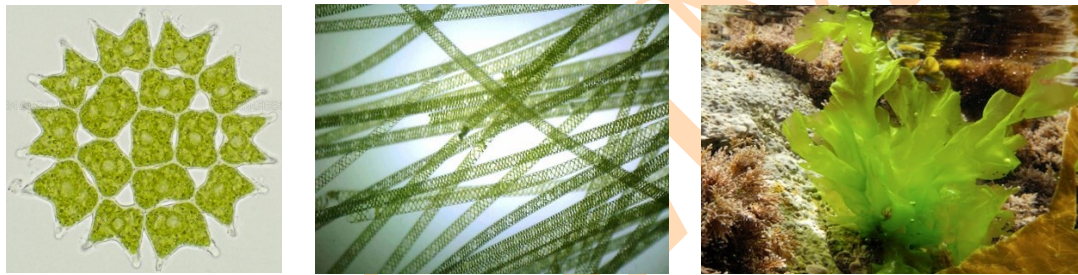
**A- Thalle unicellulaire** : la **cellule** peut être **flagellée** dans ce cas le thalle est mobile (**monadoïde**), tels que *Chlamydomonas* et *Euglena* ; comme elle peut être **non flagellée**, donc le thalle est immobile (**coccoïde**), tels que *Chlorella* et les Diatomés.



**Figure.** Thalle unicellulaire de : *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Chlorella*, et des Diatomés

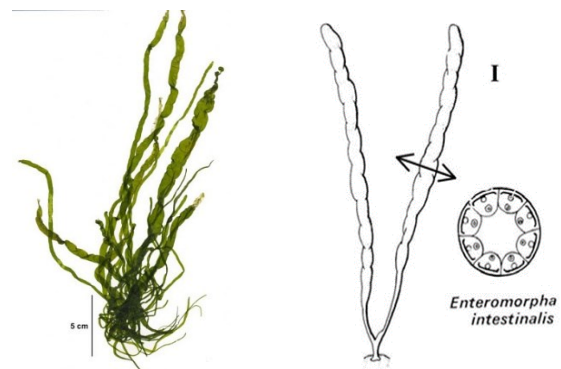
**B- Thalle pluricellulaire** : plus répandu, on en distingue les types morphologies suivants :

- 1- Thalle en colonie : groupe de **cellules** souvent **unies** entre elles **par une gelée**. Le **nombre** de cellules peut être **réduit** à quelques unités (ex: *Pandorina*), **ou élevé** (ex: *Volvox*).
- 2- Thalle filamenteux : filaments simples avec un seul **fil de cellules** (ex :*Spirogyra*)
- 3- Thalle foliacé : il dérive du thalle filamenteux par **juxtaposition** de **cellules** pour former une **lame** repliée sur elle-même ; le thalle est ainsi formé de **deux couches** de **cellules pressées** les unes contre les autres (ex : *Ulva*)



**Figure.** Thalle pluricellulaire : en colonie, filamenteux et foliacé

- 4- Thalle tubulaire : les **cellules** se sont **associées** pour former une structure **en tube creux** avec une seule couche de cellules (ex: *Enteromorpha*)
- 5- Thalle cladomien ou Cladothalle: plus complexe. Le **cladome** est une organisation structurale comprenant un **axe dressé à croissance indéfinie** et des **ramifications latérales** « pleuridies » à **croissance définie**. Selon le nombre d'axes, le **cladome** peut être **uniaxial** (monoaxial) ou **pluiaxial** (multiaxial).



**Figure.** Thalle pluricellulaire : tubulaire

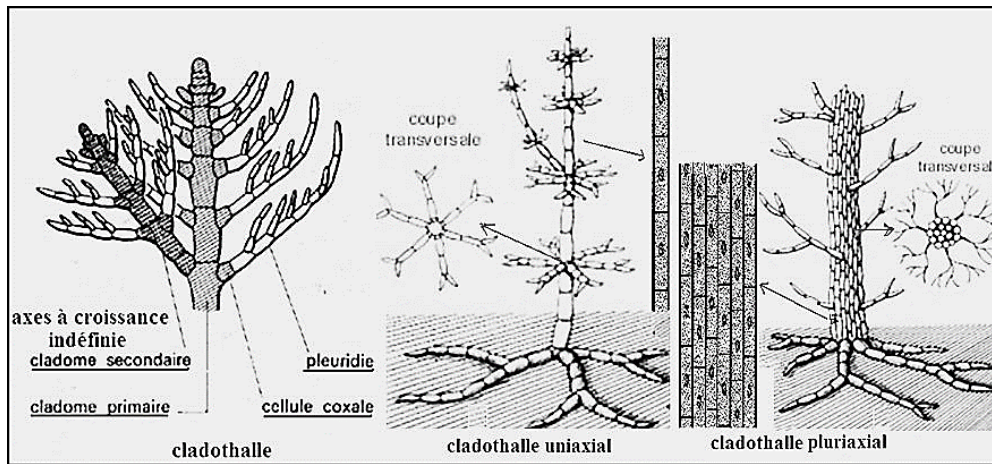


Figure. Thalle pluricellulaire cladomien : cladothalle uniaxial et cladothalle pluriaxial

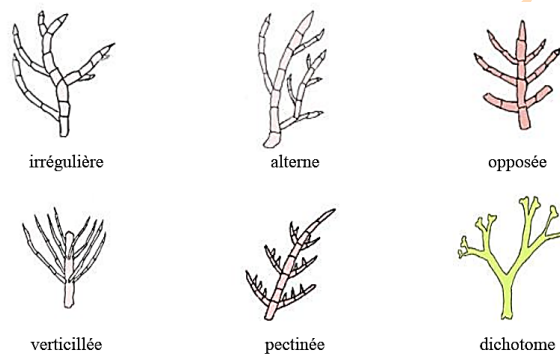


Figure. Types de ramifications du thalle cladomien

**Caractères cytologiques des Algues**

Le **thalle** des Algues est constitué d'une ou de plusieurs **cellules Algales**, constituée de :

- Membrane squelettique externe ou **Paroi** : de nature **pecto-cellulosique**, contenant des ouvertures ou « **plasmodesmes** » permettent la **communication** entre les cellules dont les **cytoplasmes** sont en contact.
- **Cytoplasme** : est entouré d'une **membrane cytoplasmique**, siège des échanges nutritifs et communication.
- Les **organites cytoplasmiques** : le noyau, les chloroplastes, les mitochondries, les ribosomes, l'appareil de Golgi, le réticulum endoplasmique, les granules de réserve et les vacuoles.

**Reproduction des Algues**

**A- La reproduction asexuée**

Le mode de reproduction le **plus fréquent**. L'Algue est capable d'assurer sa descendance par des phénomènes ne faisant intervenir **ni organes ni cellules sexuels**. Le **génotype** est **conservé** et les **individus** obtenus sont **génétiquement identiques** à l'individu souche. Cette reproduction est réalisée par:

- 1- **Division mitotique des espèces unicellulaires** : Dans le cas des **Diatomées**, le frustule inextensible impose aux cellules un **mode** de division **particulier** : chaque nouvelle cellule entraîne une des valves de la paroi. Chaque partie reconstruit l'autre valve à l'intérieure de celle existante. Lorsque les Diatomées deviennent de plus en plus petites l'Algue reprend la reproduction sexuée

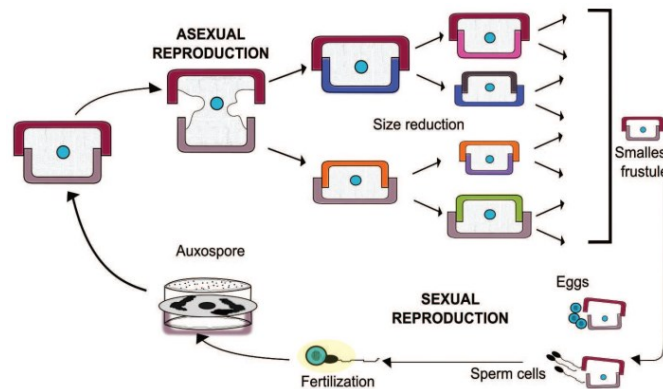


Figure. Cycle reproductif d'une Diatomée

- 2- **Fragmentation de thalle** : chaque fragment régénère un thalle entier
- 3- **Reproduction asexuée par spores directes** : qui sont **formées** à l'intérieur du **sporocyste** par **mitose**. Elles donnent des **individus identiques** au parent avec le **même nombre de chromosomes**.

### **B- La reproduction sexuée**

Le mode le moins fréquent et le plus aléatoire. Un **nouvel individu** naît de la **fusion** de deux types de cellules reproductrices (**gamètes**) distinctes génétiquement, l'une **mâle**, l'autre **femelle**. Il y a une Plusieurs **modes de fécondation** (union de **deux gamètes haploïdes** générant un **zygote diploïde**) :

- 1- **Isogamie** : fécondation de deux **gamètes** morphologiquement et physiologiquement **identiques**.
- 2- **Anisogamie** : fécondation de deux **gamètes** morphologiquement et/ou physiologiquement **différents**.
- 3- **Oogamie** : un gamète **petit, mobile**, produit en grand nombre, l'autre **gros, immobile** et chargé en réserve
- 4- **Cystogamie** : **Formation** d'un pont cytogamique (ou **pont de conjugaison**) entre deux filaments d'Algues : les **gamètes** ne sont **jamais libérés hors du thalle**.
- 5- **Trichogamie** : Cette fécondation fait intervenir le « **chimiotactisme** ». Le gamète **femelle** **reste dans le gamétophyte** émet un poil « **trichogyne** » sur lequel le **gamète mâle sans flagelle** « **spermatie** » se colle.
- 6- **Aplanogamie** : elle ne fait **pas** intervenir le **chimiotactisme**. Le **gamète femelle**, dans le gamétophyte, est **fécondé** par la spermatie non flagelle et se dépose **au hasard**.



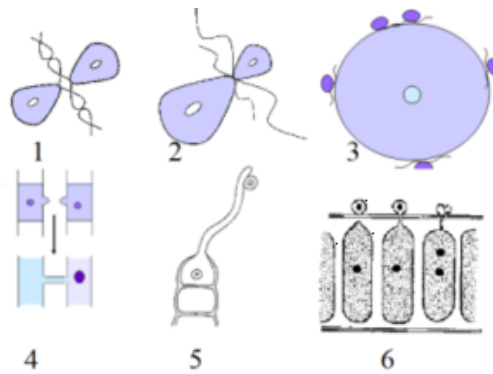


Figure. Modes de fécondation

### Principaux Groupes des Algues

#### 1- Les Rhodophytes : Algues rouges

Du grec *rhodon*, « rose », et *phucos*, « algue ». Les Algues Rouges sont les **plus abondantes** des grandes Algues dans les **eaux côtières chaudes** des tropiques. Il existe aussi quelques espèces vivant en **eau douce** et dans le **sol**. Elles sont **abondantes** dans les **récif de coraux**. Certaines connues sous le nom de Corallines, **produisent** une **enveloppe extracellulaire** de carbonate de calcium **comme** celui des **coraux**.

Les Algues Rouges ont une grande **importance économique**. Elles **produisent** toute une série de **polysaccharides inhabituels**, dont deux ont une valeur économique considérable. **L'agar** est utilisé pour préparer les **milieux bactériologiques** et les **carraghénates** sont utilisés comme agent **épaississant** dans les aliments comme les glaces et les crèmes-desserts. Les Algues Rouges sont aussi **utilisées comme aliment** en Extrême-Orient (« nori » trouvé dans les sushis).

Elles sont **photosynthétiques**, allant des formes **unicellulaires** à des formes **pluricellulaires** de grande taille en forme de **lame**. Chez un grand nombre d'Algues rouges, le **thalle filamenteux** se **ramifie** fortement et s'entrelace en de fins motifs de dentelles. La **base de thalle** se termine habituellement par un **crampon simple**.

Ces Algues doivent leur **couleur rougeâtre** à un **pigment accessoire** appelé **phycoérythrine**. Ce pigment appartient à la **famille des phycobilines**, que l'on trouve aussi chez les **Cyanobactéries**. Malgré leur nom, les Algues rouges **ne sont pas toutes rouges**. Leur **teneur** en pigment accessoires varie **selon** les **profondeurs** où elles vivent. Ainsi, les Algues rouges peuvent être presque **noires** en **eau profonde**, **rouge vif** à des **profondeurs moyennes** et **verdâtres** en **eau peu profonde**.

Au contraire des autres groupes principaux d'Algues, il n'existe **pas de formes unicellulaires flagellées** nageant librement. De telles formes n'existent **ni** comme **espèce indépendante** **ni** comme une **phase du cycle** de vie d'une forme **pluricellulaire**. **Dépourvus de flagelles**, les **gamètes** se

rencontrent à la faveur des **courants**. L'**Alternance** de **génération** et **fréquente** chez les Algues Rouges, c'est-à-dire la **succession** des **formes haploïdes** unicellulaires et multicellulaires et des **formes diploïdes** unicellulaires et multicellulaires.



Figure. Algues rouges

## 2- Les Chrysophytes : Algues dorées

Du grec *khrusos*, « or ». Les espèces de **Chrysophycées** se trouvent préférentiellement dans les **eaux douces** avec une préférence pour les eaux **légèrement acides**. De **nombreuses** Algues Dorée **vivent** parmi le **plancton** d'eau douce et d'eau salée. Les populations tendent à atteindre leur taille maximum dans les eaux froides, comme au printemps à la fonte des glaces.

Elles tirent leur **nom** de leur **couleur** brun-jaune **due** aux **caroténoïdes** et aux **xanthophylles**, des pigments accessoires. Certaines espèces sont **Mixotrophes** (à la fois **phagotrophes** et **photosynthétiques**). Elles **absorbent** des **composés** organiques **dissous** ou **ingèrent** des **particules** et des **Bactéries** par phagocytose (laquelle se produit près de la base des flagelles). Une **Algue dorée** type possède **deux flagelles** fixés près de l'une des extrémités de la cellule.

La **plupart** des Algues Dorée sont **unicellulaires**, mais **certaines** elles les espèces d'eau douce du genre *Dinobryon*, **constituent des colonies**. Si la densité de **population augmente** trop, de nombreuses espèces se **transforment** en **kystes résistants** qui peuvent rester viables pendant des décennies. Il existe aussi des formes **filamenteuses pluricellulaires** et également quelques espèces **amiboïdes**.

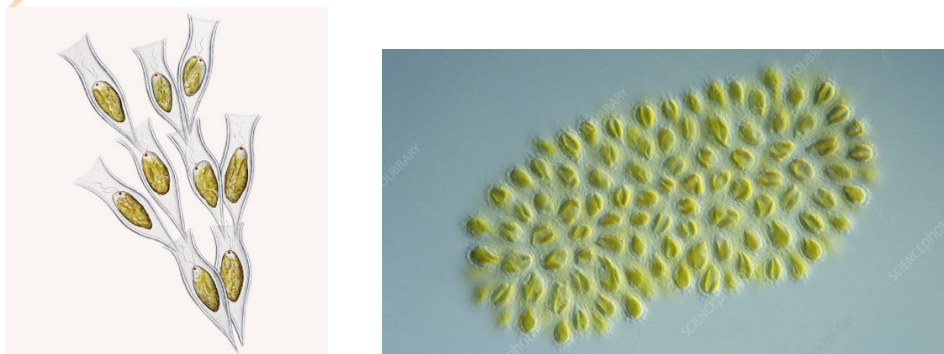


Figure. Algues dorées

### 3- Les Phaeophytes : Algues brunes

Du grec *phaios*, « brun ». Les Algues Brunes sont les **plus grandes** et les plus **complexes**. Toutes sont **multicellulaires** et la **plupart** vivent en **eau salée**. Les Algues Brunes sont particulièrement abondantes sur les côtes tempérées, en eau froide. Elles doivent leur **couleur brune** ou olive caractéristiques aux **pigments accessoires** de leurs **chloroplastes**. La structure et la teneur en pigments de ces chloroplastes sont homologues à celles des dispositifs photosynthétiques des Algues Dorées et des Diatomées.

Bien que les **stades** les plus évidents **du cycle** biologiques soient de **grandes structures pluricellulaires** en forme de feuilles, ils se **reproduisent** au moyen de **formes biflagellées unicellulaires** pourvues de chloroplastes **ressemblant** aux **Chrysophycées**. A tous les stades, les chloroplastes sont de types Chrysophycées.



Figure. Algues brunes

### 4- Les Chlorophytes et les Charophytes : Algues vertes

Elles doivent leur **nom** à la **couleur** de leurs **chloroplastes**. L'Ultrastructure et les pigments de ces **chloroplastes ressemblent** beaucoup à ceux des chloroplastes **Végétaux**. De fait, la systématique moléculaires et l'étude de la morphologie cellulaire confirment que les **Algues Vertes** et les **Végétaux terrestres** sont étroitement **apparentés**. Certains systémaciens **recommandent** même de classer les **Algues vertes** avec les **Végétaux** dans le **même règne**. L'**ancêtre** commun des Algues vertes et des Végétaux **possédait** probablement des **chloroplastes acquis** d'une *Cyanobactérie* par **endosymbiose** primaire.

La plupart des Algues Vertes ont un cycle de développement complexe qui comprend des stades de **reproduction sexuée** et **asexuée**. Elles peuvent presque toutes se reproduire par voie sexuée, en produisant des gamètes à deux flagelles dotés de chloroplastes.

➤ Les Chlorophycées « Chlorophyceae »

Du grec *khlôros*, « vert ». La **plupart** vivent en **eau douce**, mais on trouve également un grand nombre d'espèces **marines**. Différentes espèces d'Algues vertes **unicellulaires** entrent dans la **composition** du **plancton**, prolifèrent dans les sols humides et la neige, ou vivent en **symbiose** avec d'autres Eucaryotes, en contribuant au moyen de la photosynthèse, à l'apport alimentaire de leur hôte (ex **Lichen**= Algue verte+ Eumycète).

Les **Chlorophycées** les plus **simples** sont **unicellulaires** et possèdent deux flagelles. Il existe des espèces qui vivent en **colonies** ainsi que les formes **filamenteuses multicellulaires** sont si grosse et si complexes que certains auteurs classent les espèces marines parmi les Algues marines, en compagnie des Algues Brunes et des Algues Rouges volumineuses.

➤ Les Charophycées« Chaophyceae »

Ce clade comporte des espèces **aquatiques**, la plupart vivent en **eau douce**. Les Charophytes forment des **pelouses** au fond de la mer. Elles peuvent survivre sur un rocher mais sont **incapables** de se développer **hors de l'eau**. Les Charophytes ont un **lien de parenté** particulièrement étroit avec les **Végétaux terrestres** à cause du grand nombre de point **d'homologie** entre les deux groupes.

Leur **thalle** est formé de **cladomes** ramifiés portant chacun un **axe** à croissance terminale. Cette croissance s'effectue par une **cellule** initiale qui forme des **segments** par **cloisonnements** successifs. Les Charophytes sont un groupe d'Algues vertes ayant une **forme** générale qui leur donne l'allure d'une **prêle**, c'est-à-dire une structure présentant une **alternance** de **nœuds** et **d'entrenœuds**. Il existe à **chaque nœud** un verticille de **pleuridies** (rameaux courts).

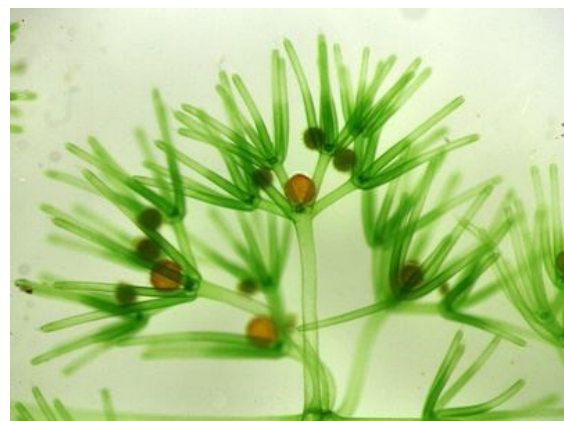


Figure. Algues vertes : Chlorophytes et Charophytes

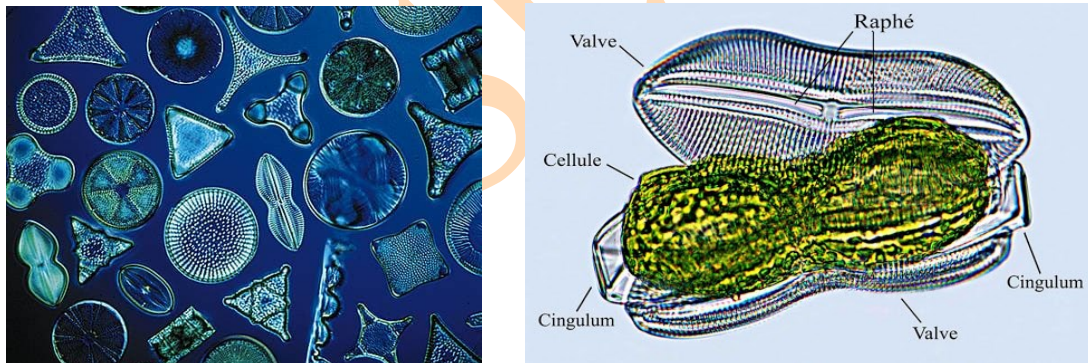


### 5- Les Bacillariophytes : Diatomées

Les Diatomées sont abondantes dans la **plupart** des **habitats aquatiques**. Elles abondent dans le **plancton** d'eau douce et d'eau salée. De couleur **jaune** ou **brune**, les Diatomées possèdent une **paroi** unique en son genre, semblable au verre et **constituée** de **silice** hydratée enchâssée dans une matrice organique. Cette paroi se compose de **deux parties (valves)** qui s'imbriquent l'une dans l'autre, **comme une boîte de Pétri** et **aucun flagelle n'est visible**.

Les **chloroplastes** des Diatomées ont la **même ultrastructure** que ceux des **Chrysophycées** et leur **composition pigmentaire** est aussi la même. Comme les Algues dorées et les Algues brunes, les Diatomées **emmagent** leur **nourriture** sous forme de « laminarine », un **polymère du glucose**. La roche sédimentaire appelée diatomite est composée en grande partie de parois fossilisées de Diatomées

Pendant presque toute l'année, les Diatomées de **reproduisent** de façon **asexuée** par **mitose** : chaque cellule fille reçoit la moitié de la paroi de la cellule mère et fabrique elle-même la section manquante. La **reproduction sexuée**, plutôt **rare**, nécessite la formation des gamètes mâles et femelles. Les gamètes mâles sont amiboïdes ou flagellés selon l'espèce.



**Figure.** Diatomées ; A gauche : différentes formes, A droite : paroi

### 6- Dinophytes : Dinoflagellées

**Abondantes** dans les vastes nappes de **phytoplancton** qui s'étendent près de la surface de l'eau et qui constituent la **base** de presque tous les **réseaux alimentaires** d'eau douce et d'eau salée. Il existe également des espèces **hétérotrophes** des Dinophytes.

Parmi les milliers d'espèces connues de Dinophytes, la plupart sont **unicellulaires**, mais **certaines** vivent en colonies. Chaque **espèce** a une forme caractéristique, **renforcée** dans certains cas par des plaques internes de **cellulose**. Le **mouvement** des deux **flagelles** fixés perpendiculairement dans deux sillons de cette armure cellulosique, **produit un tourbillon**, d'où le nom de ces organismes (qui vient du grec *dinos*, « tourbillon »).

Quand les Dinophytes traversent les périodes d'explosion démographique, on observe des **marées rouges** dans les eaux côtières. La **couleur** brun-rouge ou rose orangé de ces marées vient de la **xanthophylle**, le pigment prédominant dans les chloroplastes de ces organismes. La production **photosynthétique** de ces Dinophytes constitue la principale **source** de **nourriture** pour les communautés vivant dans les récifs des coraux. Beaucoup de formes **photosynthétiques** sont **phagotrophes**. Des saprophytes et des phagotrophes incolores existent aussi.

Les **toxines** produites par certains Dinophytes peuvent **empoisonner** les humains, les invertébrés et les poissons. Un certain nombre de Dinophytes sont **parasites** des invertébrés et des poissons. Certaines espèces vivent en **symbiose mutualiste** avec des invertébrés marins et d'autres sont **bioluminescentes**.

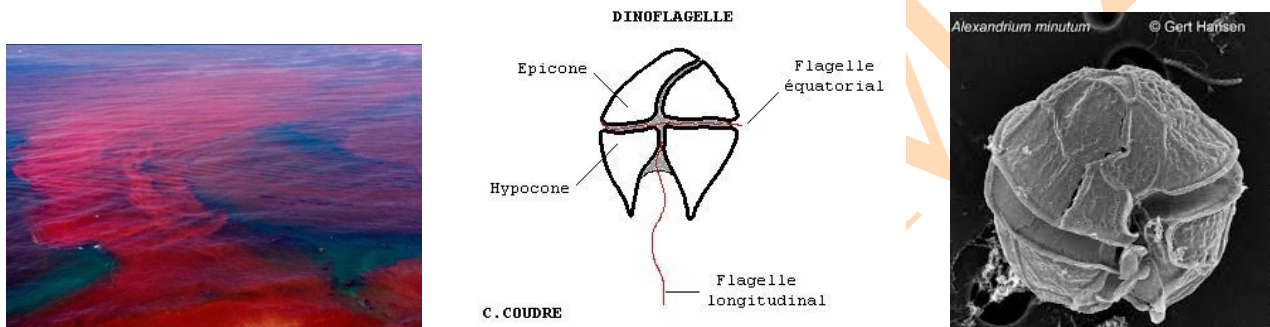


Figure. Dinophytes : marée rouge ; schéma et photo microscopique d'*Alexandrium minutum*

## 7- Les Haptophytes

De nombreuses espèces sont **tropicales**, quelques espèces vivent en eau douce et de nombreux groupes **fossiles** existent. Des Haptophytes sont cultivées en masse pour l'aquaculture, d'une part pour nourrir les premiers stades larvaires de crustacés ou de poisson, et d'autre part pour élever des crevettes et des rotifères destinés eux-mêmes à servir de nourriture dans les élevages. Comme chez les Dinophytes, la **mixotrophie** est répandue chez les haptophytes.

Ces Algues sont **caractérisées** par la présence, en plus des flagelles, d'un « haptonème ». L'**haptonème** est **appendice** particulier **filiforme** contenant des microtubules, dont la taille varie selon l'espèce, et qui permettrait l'**adhésion** à un substrat, le **déplacement** de particules voire la **capture** de proies. Ces Algues peuvent passer de formes **unicellulaires** à des formes **pluricellulaires** :

- cellules **isolées** monadoïdes mobiles possédant deux flagelles, égaux ou inégaux, avec l'haptonème inséré entre eux.
- cellules **isolées** coccoïdes **immobiles**
- cellules **amiboïdes** mobiles à pseudopodes.
- **colonies immobiles** protégées par un **mucilage** qui les recouvre

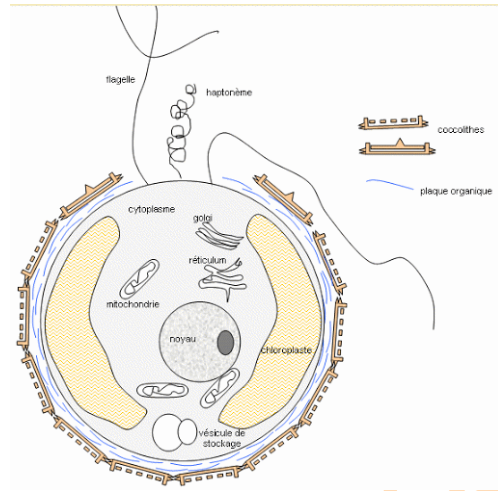


Figure. A gauche : un Haptophyte sous microscope ; à droite : schéma d'un Haptophyte

BENSLIM