

**CHAPITRE III:**  
**LES ALGUES**  
**EUCARYOTES**

# I- Généralités

- ✓ **Les Algues sont des thallophytes autotrophes photosynthétiques d'organisation simple, formant un groupe extrêmement hétérogène du point de vue de leur origine évolutive dont le cycle de vie se déroule généralement en milieu aquatique.**
- ✓ **Elles constituent une part très importante de la biodiversité, et une des bases des réseaux trophiques (types de nutrition) des milieux aquatiques d'eaux douces, saumâtres et marines.**
- ✓ **Elles sont aussi utilisées dans l'alimentation humaine, par l'agriculture et par l'industrie.**
- ✓ **Ce sont des Eucaryotes de formes très diverses, capables de photosynthèse et de reproduction aussi bien sexuée qu'asexuée.**
- ✓ **Les algues sont surtout aquatiques, bien qu'on en trouve quelques unes dans le sol et sur les arbres quand l'humidité y est assez élevée. En règle générale, les algues vivent dans les eaux plutôt froides des zones tempérées.**

✓ Elles utilisent la photosynthèse pour produire leur nourriture et croître ; en conséquence, il leur faut de la lumière et de l'air, mais en général, elles n'ont pas besoin de composés organiques de leur environnement.

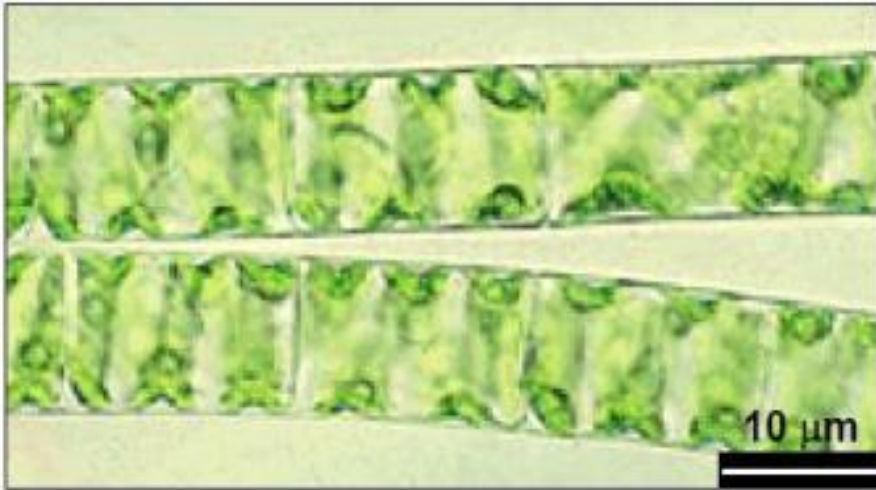
✓ Grâce à leur photosynthèse, elles produisent de l'oxygène et des glucides qui sont consommés par d'autres organismes dont les animaux. C'est ainsi qu'elles jouent un rôle important dans l'équilibre de la nature.

✓ Diversité morphologique: **De la couleur:** Vertes, brunes et rouges.

**-De la taille:** Microscopiques ou macroscopique ( plusieurs mètres, EX: Laminaires algues brunes))

**-De la forme:** Unicellulaires, filamenteuses, foliacées, vésicules

.....



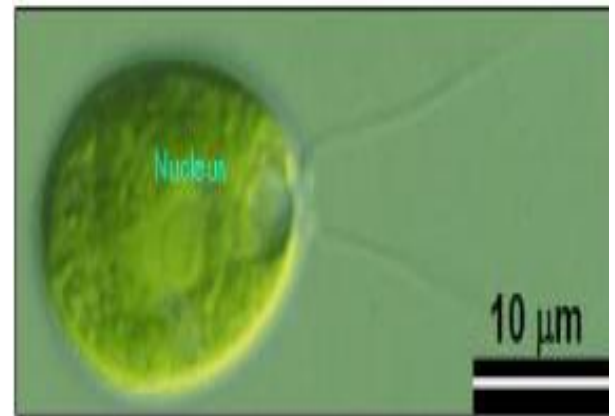
*Spirogyra* : qq micromètres



*Caulerpa* : plusieurs centimètres



Macroalgues marines de grande taille (Macrocystis)



*Chlamydomonas*: unicellulaire

## 1-Définition des 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.

## 2. Appareil végétatif :

Les algues sont des Thallophytes ( **Thalle**: absence de racines, de tiges et de feuilles).



Un thalle (*Ulva lactuca*)



Un cormus (*Cormophytes*)(plante de haricot)

## II. Caractères morphologiques des algues

### 1. Organisation de l'appareil végétatif

L'appareil végétatif des algues est nommé un thalle qui est formé d'une ou de quelques cellules.

Il existe trois types de thalles:

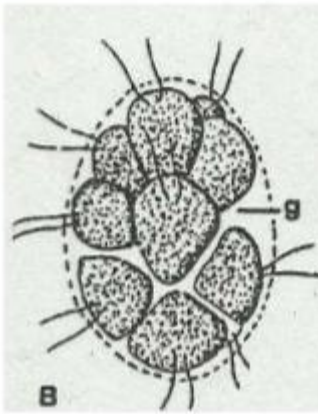
- **L'archéthalle:** Le plus simple et archaïque.
- **Le nématothalle:** Complexité et évolution moyennes.
- **Le thalle à cladome:** Le plus complexe et évolué.

#### \*Le thalle simple :

**A- L'archéthalle :** Thalle unicellulaire soit solitaire (une seule cellule) soit en ceonobe (colonie des cellules). Dans ce type de thalle, toutes les cellules ont le même rôle.

#### 1- 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*.



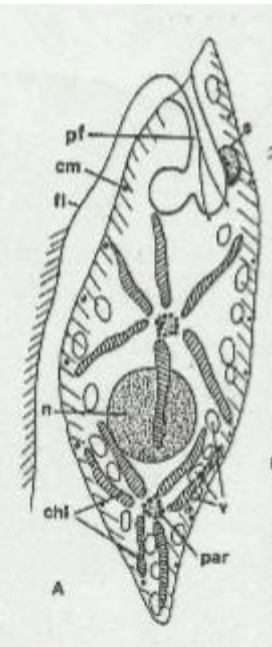
**algues coloniales**



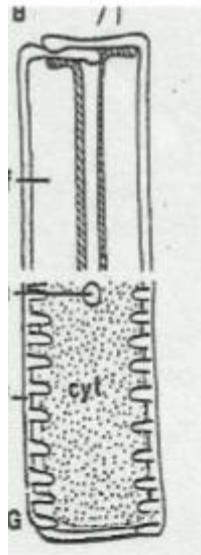
**ceonobe**



**thalle unicellulaire**



***Euglena***



***Diatomée***



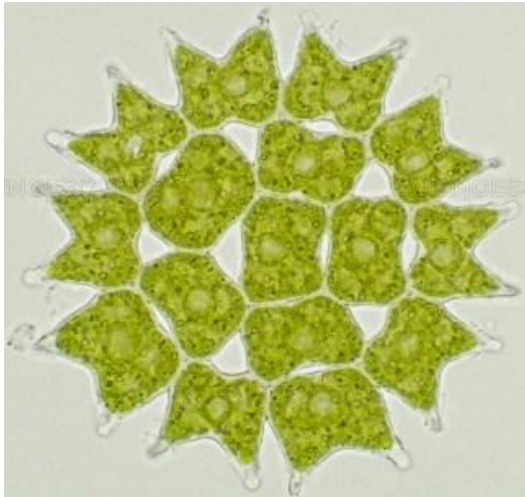
***Chlorella***

**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*)



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



## Cénobe

Colonie de cellules issues les unes des autres par divisions et maintenues en semble par un mucilage .

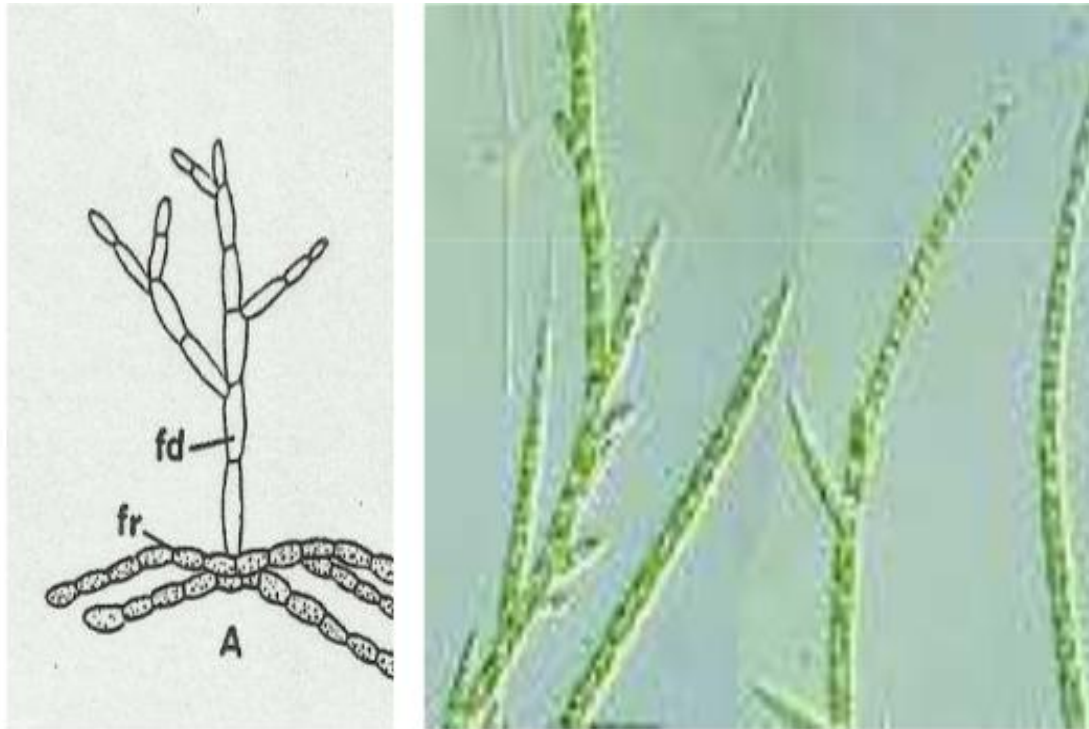


## Mucilage

Production végétale liquide à base de glucides très divers susceptible de gonfler au contact de l'eau.

**Rq:** Les types coloniaux évoquent le passage de l'état unicellulaire à l'état pluricellulaire.

**4- Le Protothalle ou Nématothalle : Thalle avec spécialisation dont la zone de croissance. C'est un thalle formé de deux parties : partie prostrée et partie dressée.**

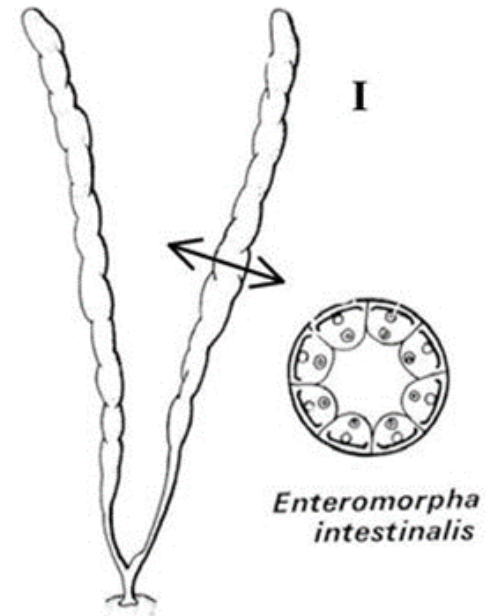


**d= filament dressé**

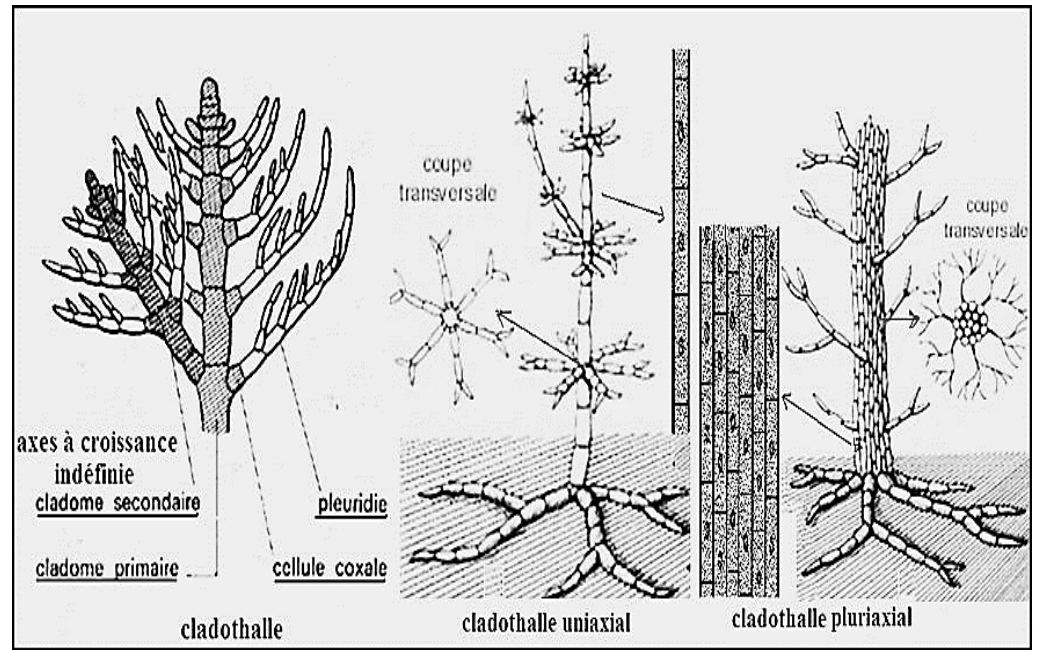
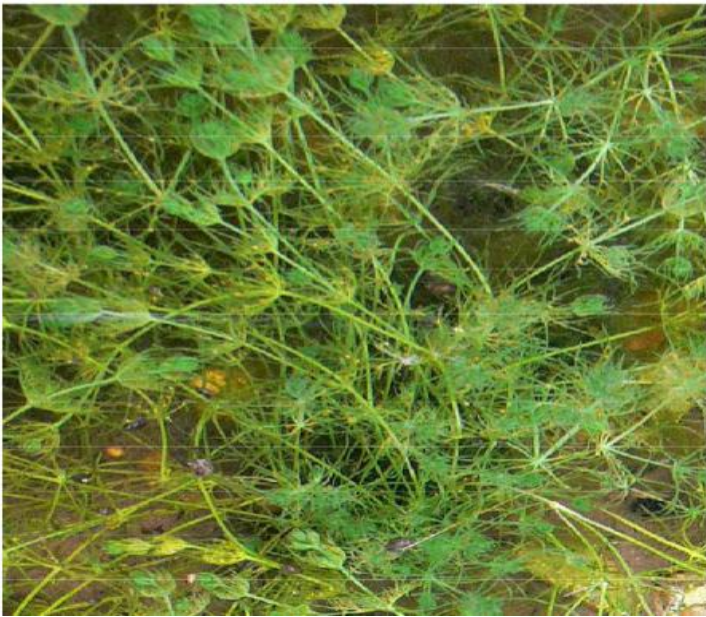
**fr= filament rampant (prostré)**

5- **Thalle tubulaire** : les cellules se sont associées pour former une structure en tube creux avec une seule couche de cellules (ex: *Enteromorpha*)

6- **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).



**Thalle pluricellulaire : tubulaire**



Thalle pluricellulaire cladomien : cladothalle uniaxial et cladothalle pluriaxial

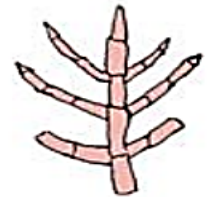
**Types de ramifications du thalle cladomien**



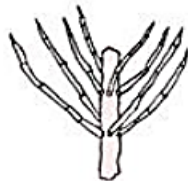
irrégulière



alterne



opposée



verticillée

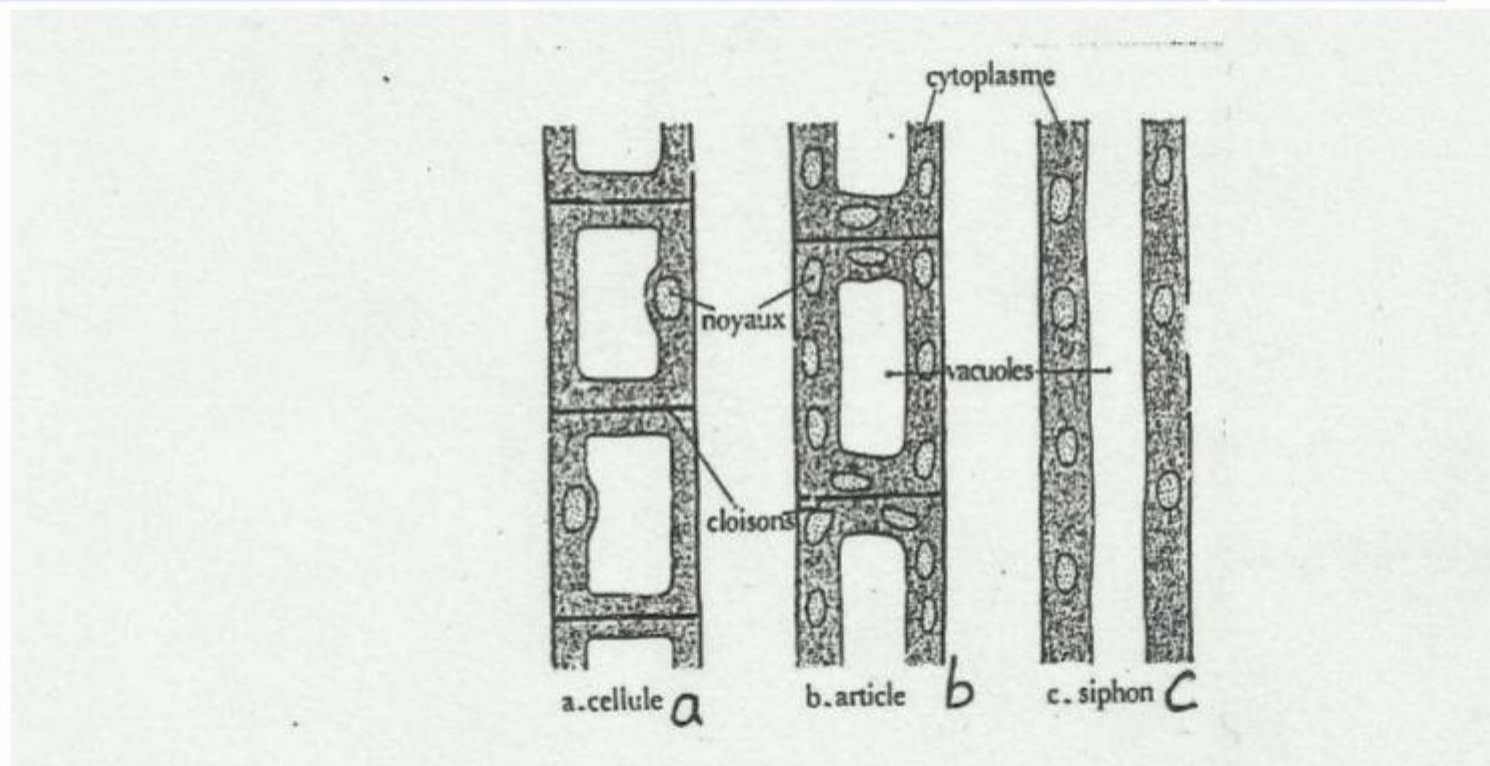


pectinée



dichotome

## Structure interne des filaments nématothalles ou cladomes



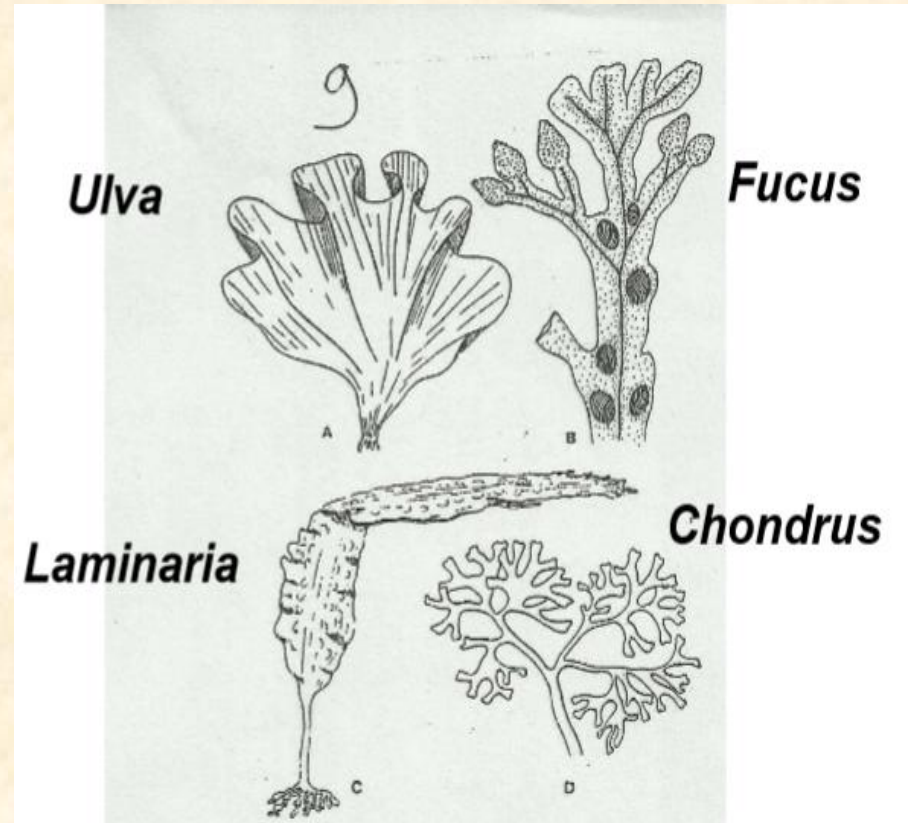
**a : filament pluricellulaire**

**b : filament avec articles (hémisiphonés)**

**C : filament siphonné (structure coenocytique)**

- **Thalles massifs :**

Il est formé d'un amas de plusieurs thalles généralement des nématothalles et des thalles à cladomes. On a deux types : **le thalle parenchymateux** ou le thalle va subir plusieurs divisions et forme un thalle massif et **le thalle pseudo parenchymateux**, dans ce cas plusieurs thalles viennent s'adhérer les uns aux autres pour former un thalle massif.



Exemples d'algues marines à thalle massif

- **Thalles incrustants (encroûtant) :** dépôt calcaire ou silice

## Caractères cytologiques des Algues

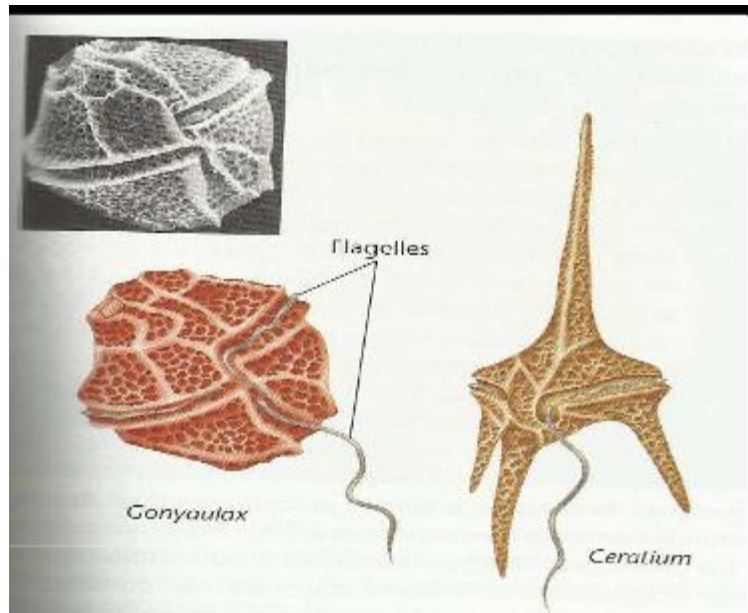
Cellule eucaryote avec presque tous les organites de la cellule végétale

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

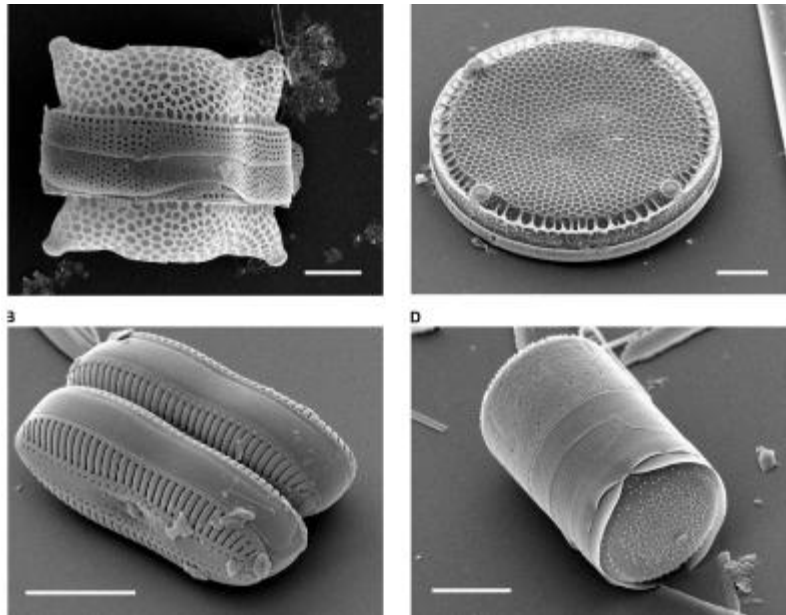
- **Membrane squelettique externe ou Paroi** : de nature pecto-cellulosique, contenant des ouvertures ou « plasmodesmes » permettent la communication entre les cellules dont les cytoplasmes sont en contact.
- **Cytoplasme** : est entouré d'une membrane cytoplasmique, siège des échanges nutritifs et communication.

Paroi : pectocelulosique avec parfois d'autres composés (polysaccharides, alginates, agarobiose, carragheen,  $\text{CaCO}_3$ )

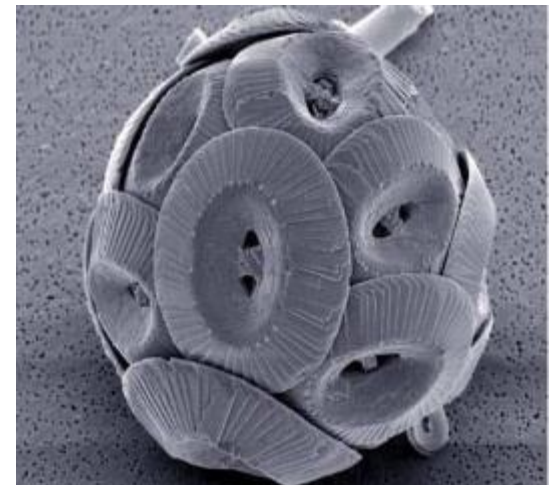
Chez certaines algues unicellulaires ou coloniales, la paroi est absente remplacée par la membrane plasmique renforcée par d'autres structures: pellicule protéiniques ou plaques celluloses (Dinoflagellés) ou plaques siliceuses (Diatomées) ou calcaires (coccolithophorides)



*Dinoflagellés*



*Diatomées*



*Coccolithus*



➤ **Noyau** : Un vrai noyau, bien individualisé entouré d'une enveloppe qui fait des algues des eucaryotes. La double membrane nucléaire est percée de pores à travers lesquels se fait le transfert de l'information génétique sous forme d'ARNm = "Acide RiboNuclique messenger". Le noyau de petite taille, renferme 1 ou 2 nucléoles, un suc nucléaire ou nucléoplasme, membrane nucléaire, 8 à 400 chromosomes, n chromosomes ou 2n.

- Toujours plus petit que celui des cormophytes.
- Généralement, un seul noyau/cellule.(uninuclée)
- Les algues siphonnées ont des cellules (structure coenocytique). plurinuclées

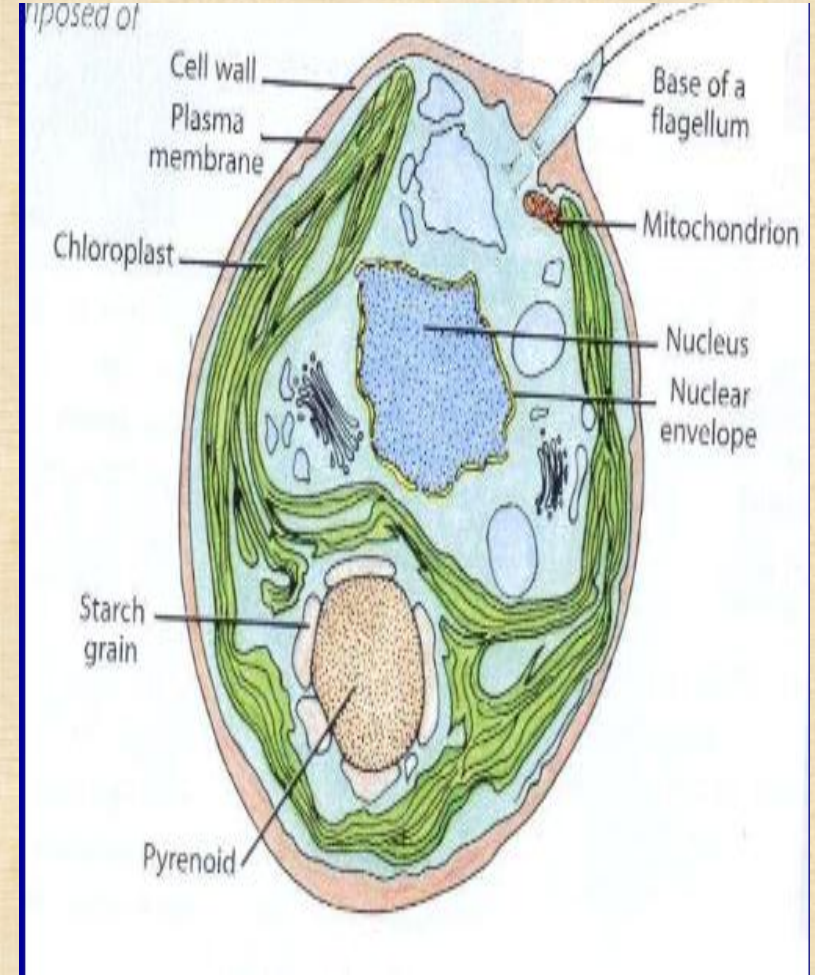
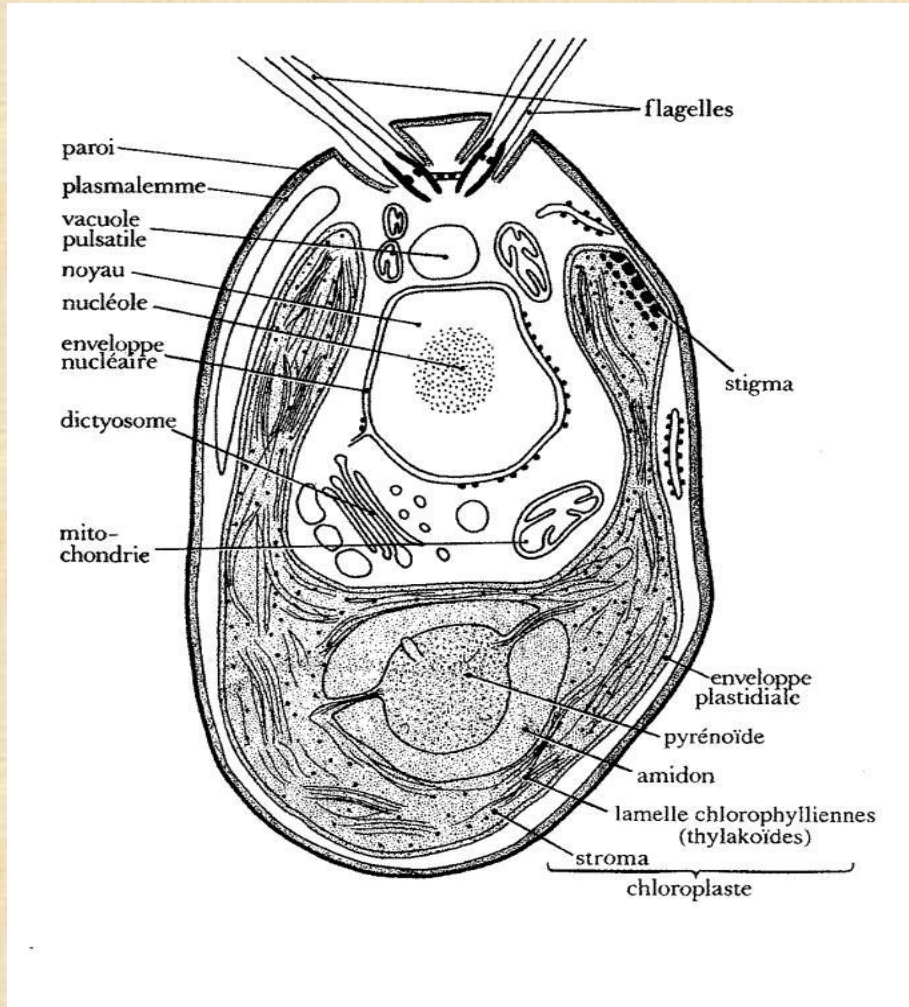
### ➤ **Les plastes**

Les plastes sont les organites porteurs de la chlorophylle et des autres pigments et sont de formes variées.

Plastes: structure interne identique aux plastes des végétaux supérieurs (thylacoides, enveloppe plastidiale, stroma avec ADN, ribosomes) mais forme très variable

Les chloroplastes peuvent renfermer 1 ou plusieurs pyrénoides = petite masse globuleuse protéinique, non pigmenté souvent entourée par une coque d'amidon

Ils sont constitués de plusieurs membranes doubles (sacs), les tylakoïdes renfermant les pigments photosynthétiques

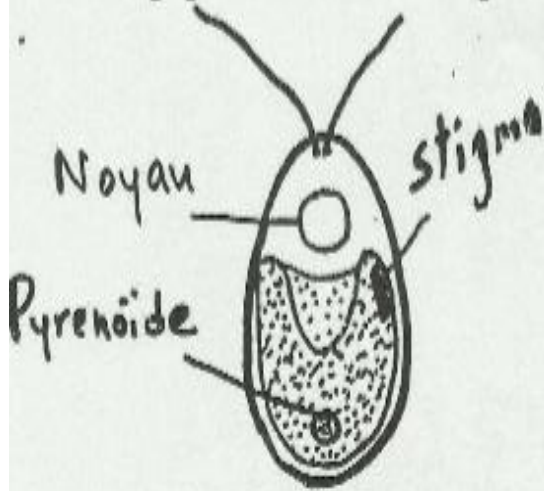


Ultra structure d'une cellule de Chlamydomonas

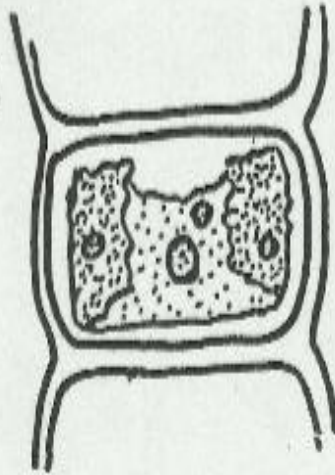
## Types de plastes selon l'évolution.

- **Archéoplastidié**: le plus primitif. La cellule ne renferme qu'un seul gros plaste. Ex: *Ulva* (AV).

- Type archéoplastidié: 1 seul plaste / cellule



1 Plaste en Coupe



1 Plaste pariétal



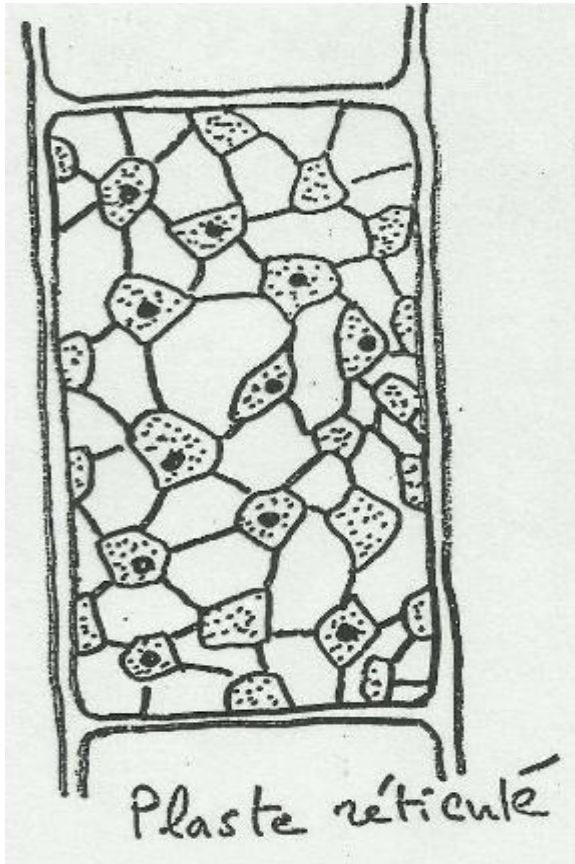
Plaste focal  
(axial)



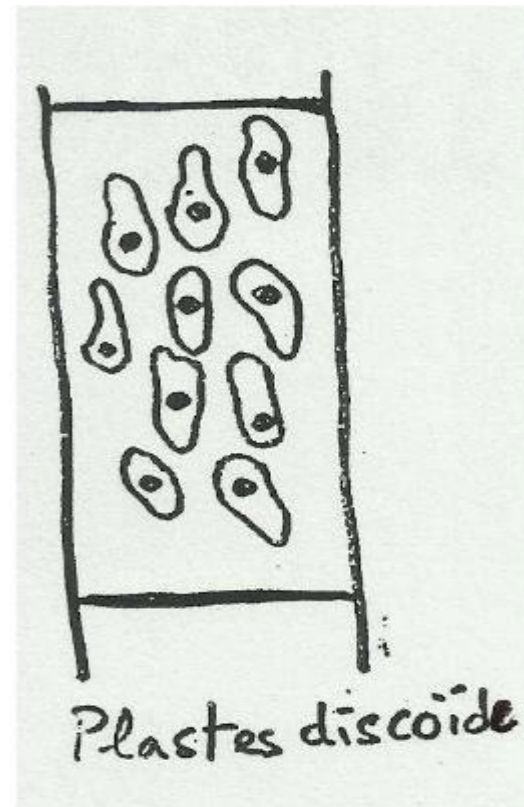
- pariétal hélicoïdal

**-Mésoplastidié** : La cellule contient de nombreux plastes réunis entre eux par des tractus cytoplasmiques incolores. Ex : *Cladophora* (AV).

**-Néoplastidié** : Le plus évolué. Plusieurs plastes libres dans le cytoplasme, chacun possède un pyrénoloïde . EX: *Bryopsis*.



plusieurs plastes en réseau/Cellule



plusieurs plastes indépendants /Cellule

# **Pigments des algues : complexes et très variés**

## ▪ **Chlorophylles**

- Chl a chez toutes les algues
- Chl b chez Chlorophytes et Euglenophytes (vertes)
- Chl c chez les chromophytes (algues jaunes et brunes)
- Chl d ? chez les Rhodophytes (algues rouges)

## ▪ **Caroténoïdes**

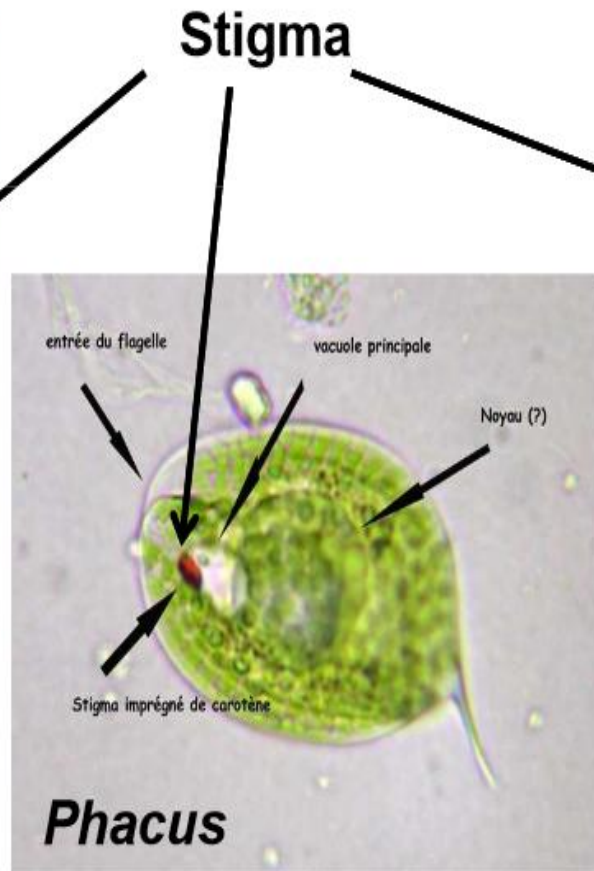
- Carotènes chez toutes les algues
- Xanthophylles abondants chez les chromophytes

- **Phycobilines** abondants chez les algues rouges (phycocyanine et phycoérythrine)

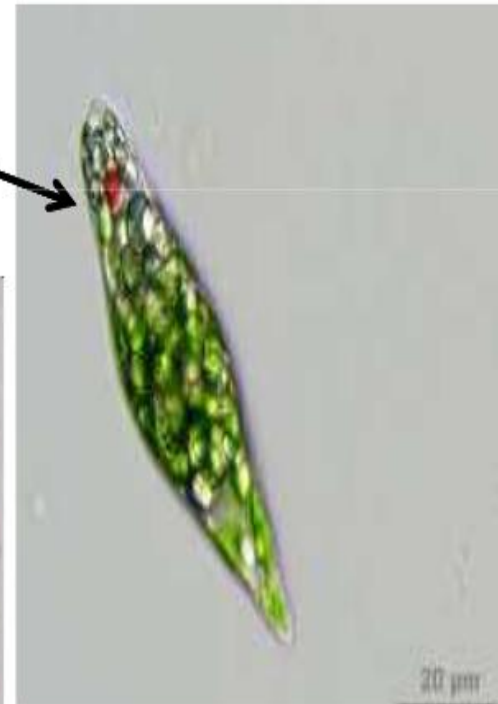
- **Stigma** : organite coloré en rouge orangé (caroténoïdes) situé souvent à proximité du flagelle sur le bord d'un plaste ou en dehors des plastes. Organite photosensible à la lumière «*oeil primitif*»



*Chlamydomonas*



*Phacus*



*Euglena*

• **Flagelles** : 1 ou plusieurs chez algues mobiles unicellulaires

et coloniales, chez les cellules reproductrices (spores /gamètes)

-Ultrastructure classique (microtubules protéiniques)

-Présence ou absence de poils (mastigonèmes)

➤ **Position des flagelles:**

-position apicale: cellule **acrokontée**

-position latérale: cellule **pleurokontée**

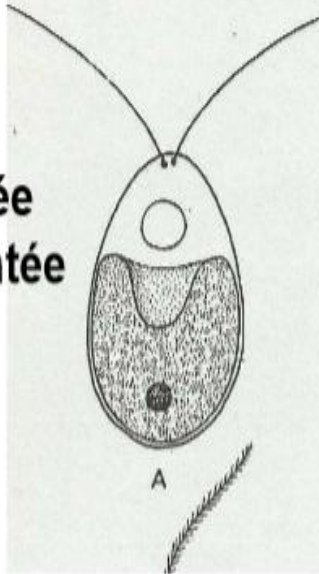
➤ **Nombre variable/cellule:**

- deux flagelles identiques : **cellule isokontée**

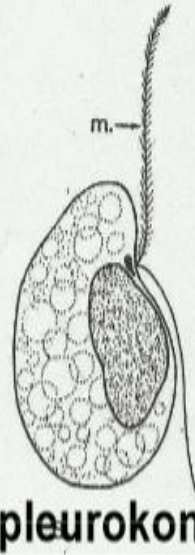
- deux flagelles différents : **cellule hétérokontée**

- Plusieurs flagelles en couronne : **cellule stéphanokontée**

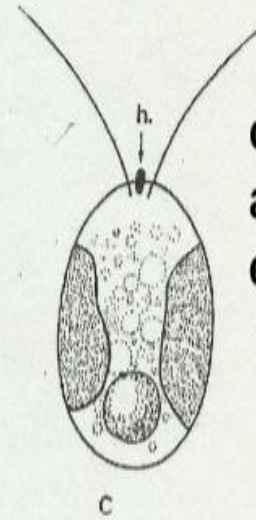
**cellule  
acrokontée  
et isokontée**



**cellule pleurokontée  
et hétérokontée**

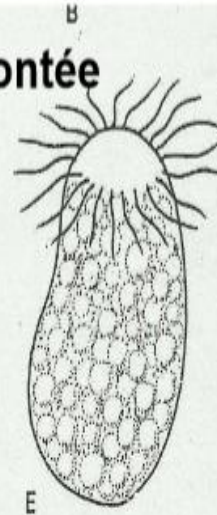
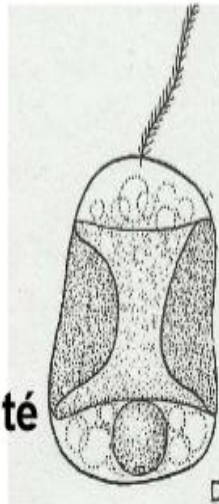


**cellule  
acrokontée  
et isokontée  
avec  
haptonème**



**cellule  
stéphanokontée**

**cellule  
acrokontée  
à 1 seul  
flagelle  
pleuronématé**



**spore à  
plusieurs  
flagelles  
(zoospore)**





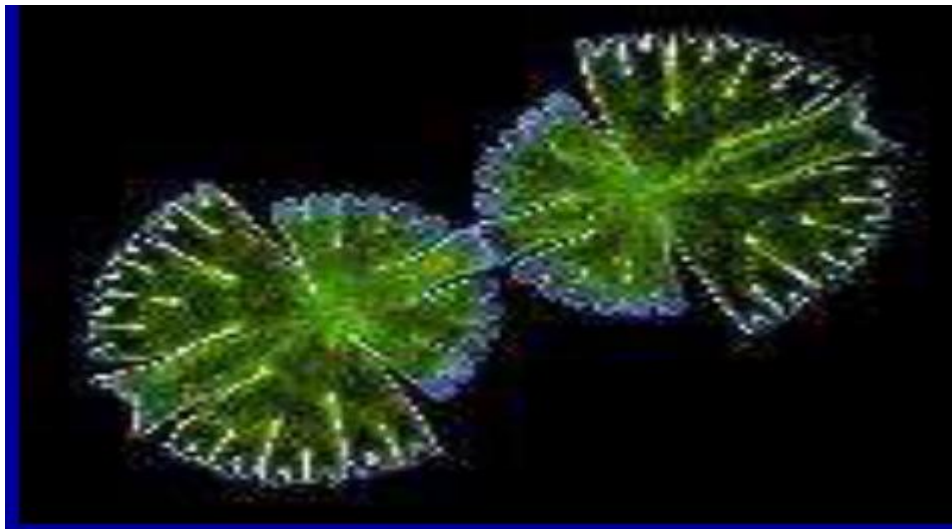
## Reproduction des algues:

- Définition** : ensemble des processus qui conduisent à la formation de nouveaux individus
- But** : assurer la continuité de l'espèce
- Les algues se reproduisent par les deux modes sexué et asexué

### Mode asexué

: sans intervention d'organes sexuels, pas de méiose, pas de brassage génétique

- plus fréquent si conditions sont favorables
- parfois le seul mode connu chez certaines algues (*Euglena*)
- par simple division cellulaire(bipartition , mitose) surtout chez les algues unicellulaires et coloniales (production de clones)



## **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:

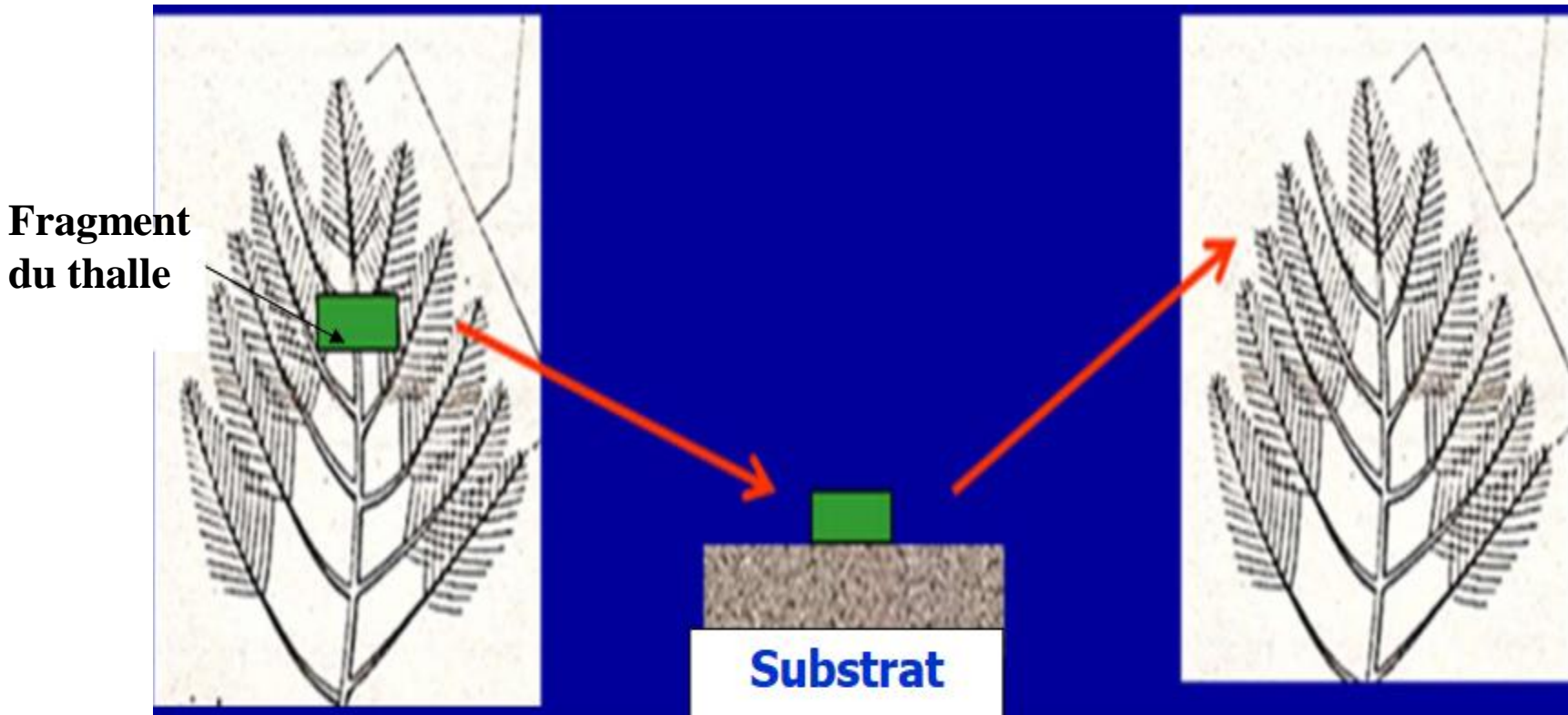
**1- Division mitotique des espèces unicellulaires** : Dans le cas des Diatomées, le frustule inextensible impose aux cellules un mode de division particulier : chaque nouvelle cellule entraîne une des valves de la paroi. Chaque partie reconstruit l'autre valve à l'intérieure de celle existante. Lorsque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

**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.1-Fragments simples**

**Chaque fragment du thalle peut régénérer un thalle complet.  
C'est le principe du bouturage des végétaux supérieurs.**

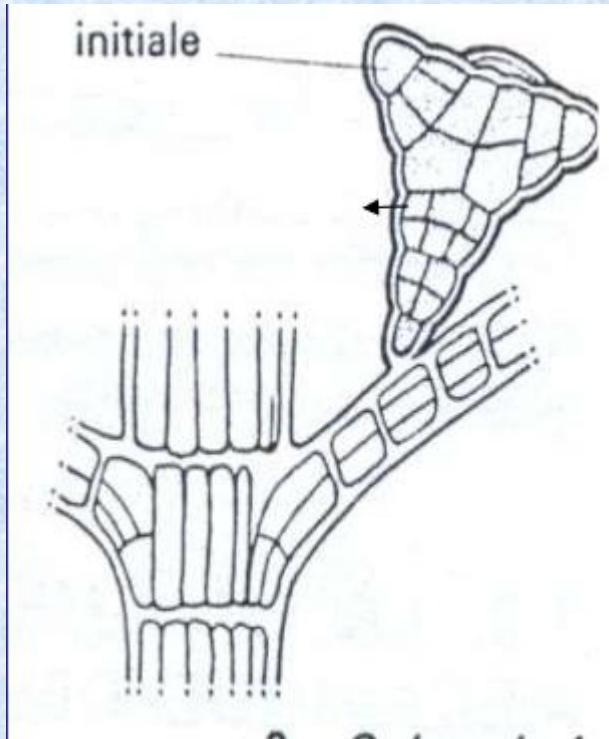


**Reproduction par bouturage**

## **b.2 Eléments spécialisés( les propagules):**

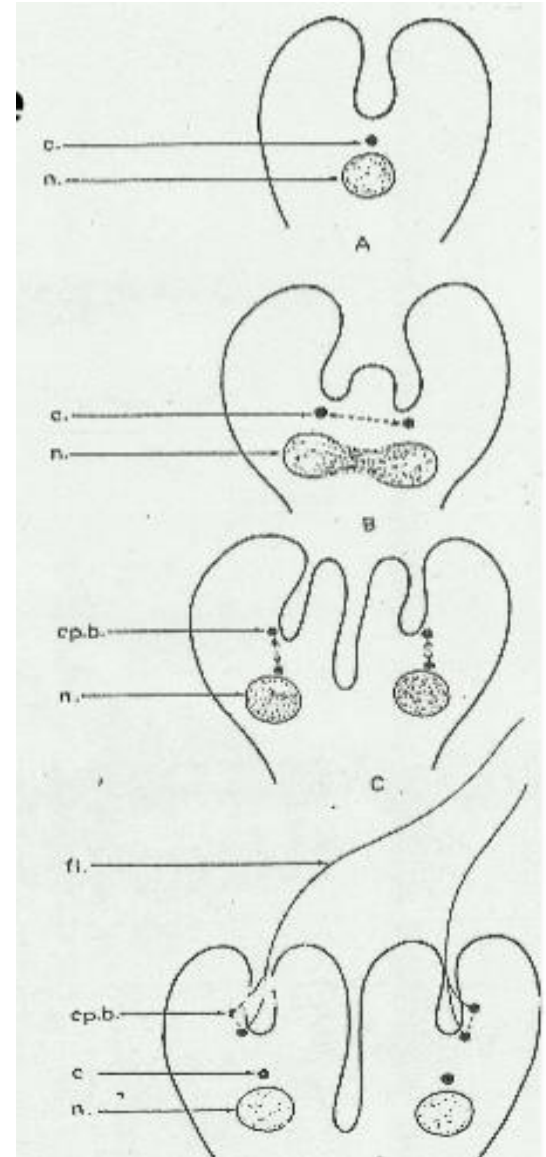
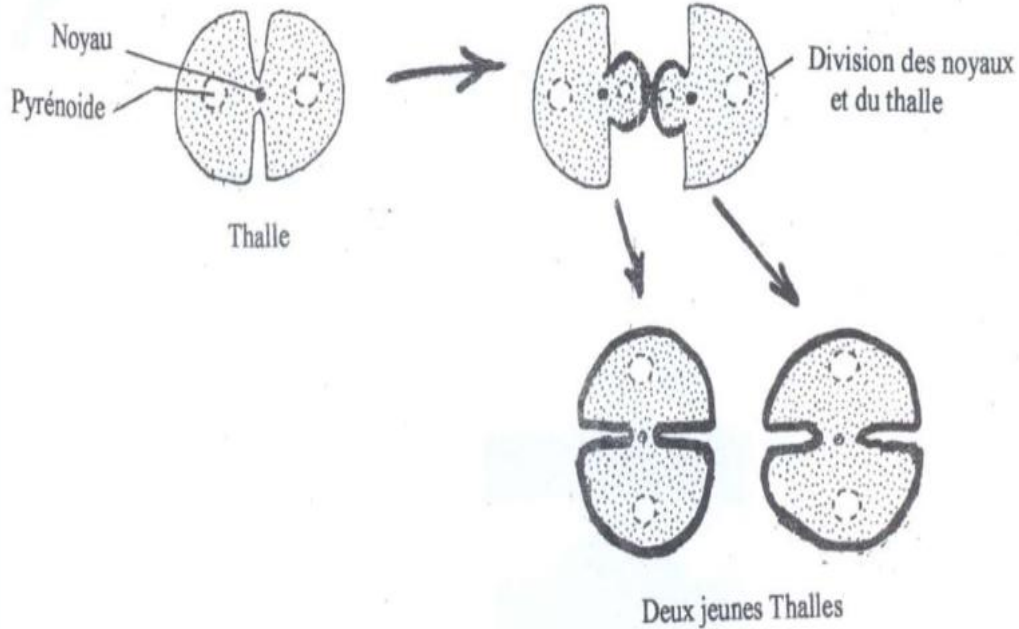
### **-Les rameaux spécialisés.**

**Chez les algues brunes, ce sont parfois des rameaux entiers qui se détachent et donnent de nouveaux individus.**

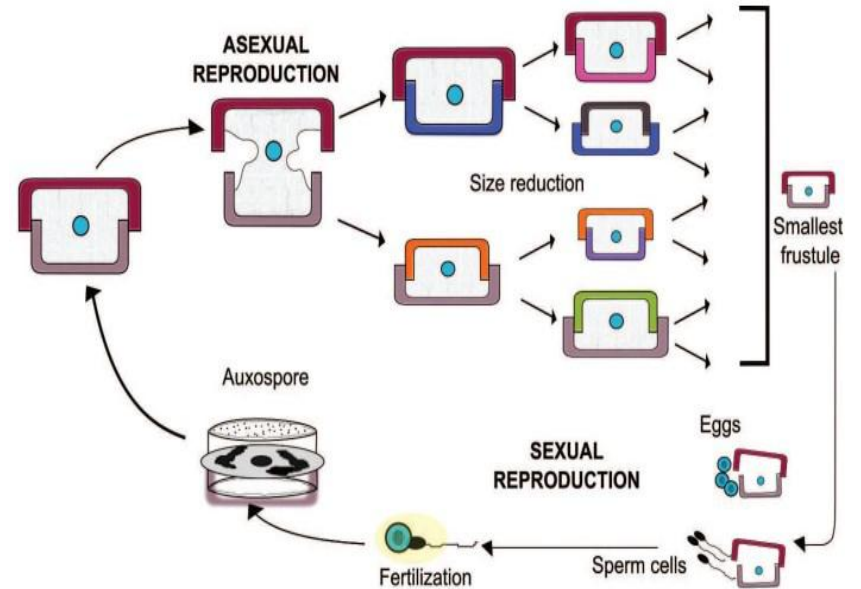
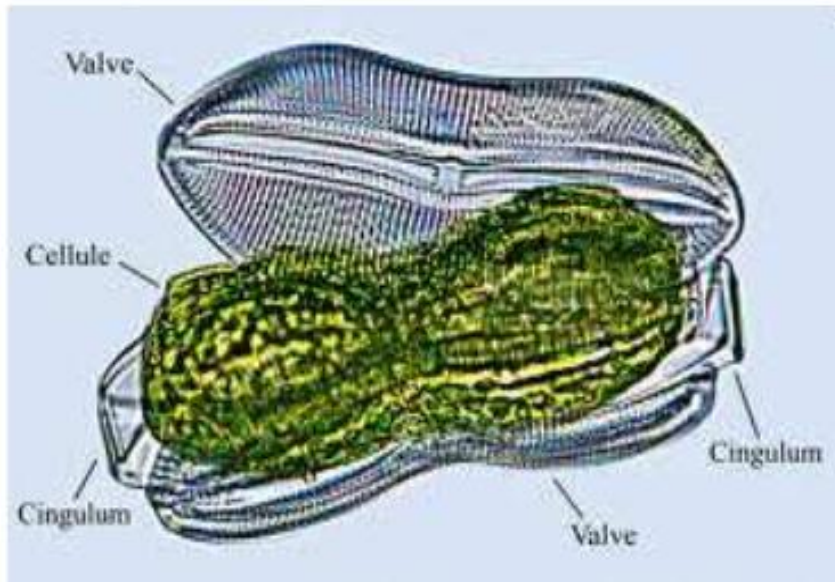
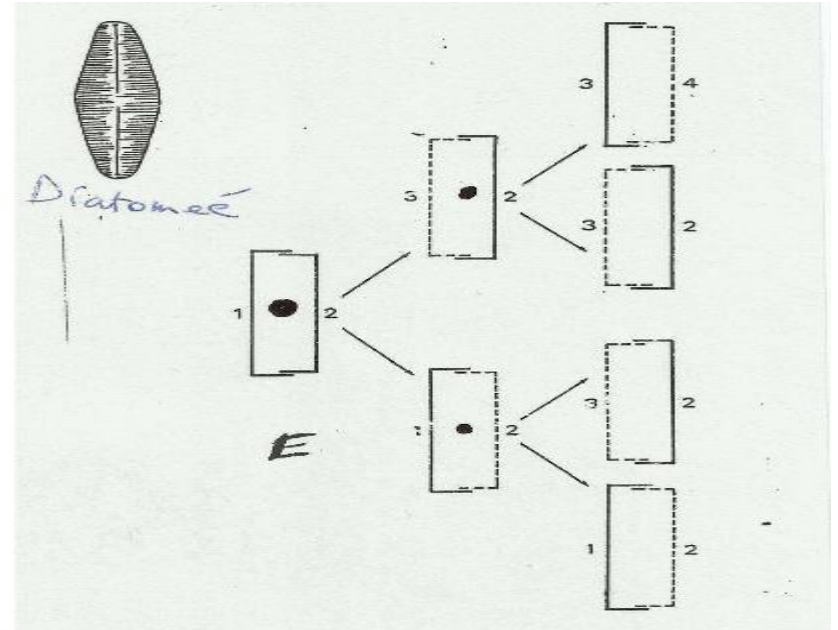
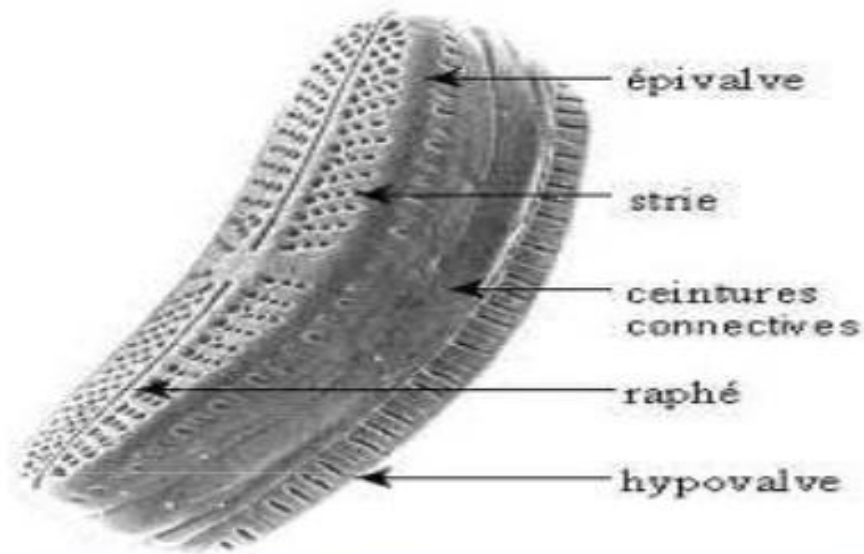


**Rameau spécialisé**

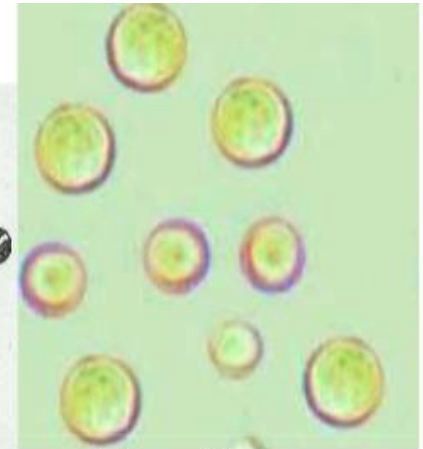
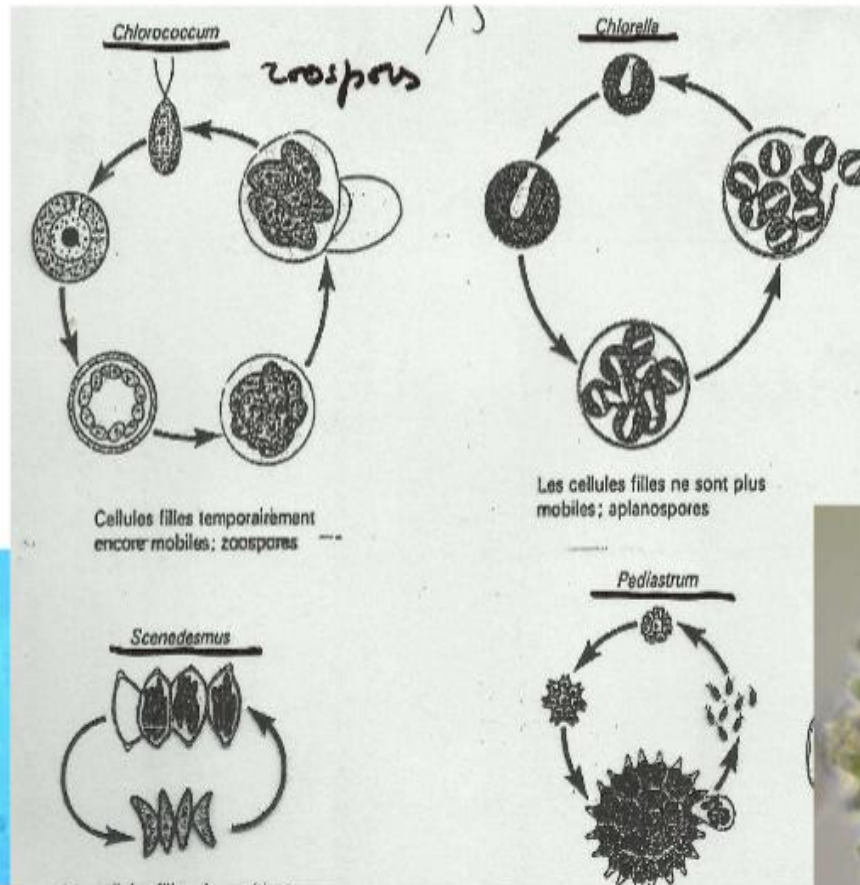
# Exemple : reproduction d'*Euglena* par division cellulaire longitudinale



# Exemple : reproduction asexuée d'une diatomée



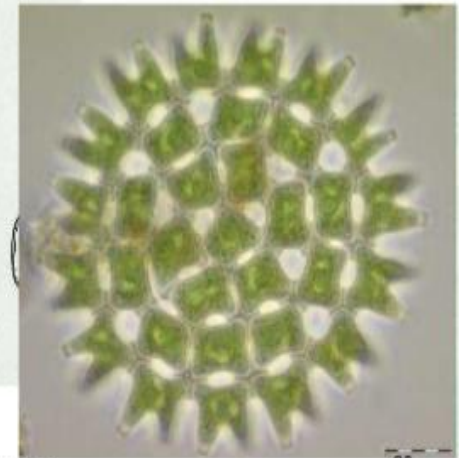
- Par formation de spores (sporulation):



**Chlorella**

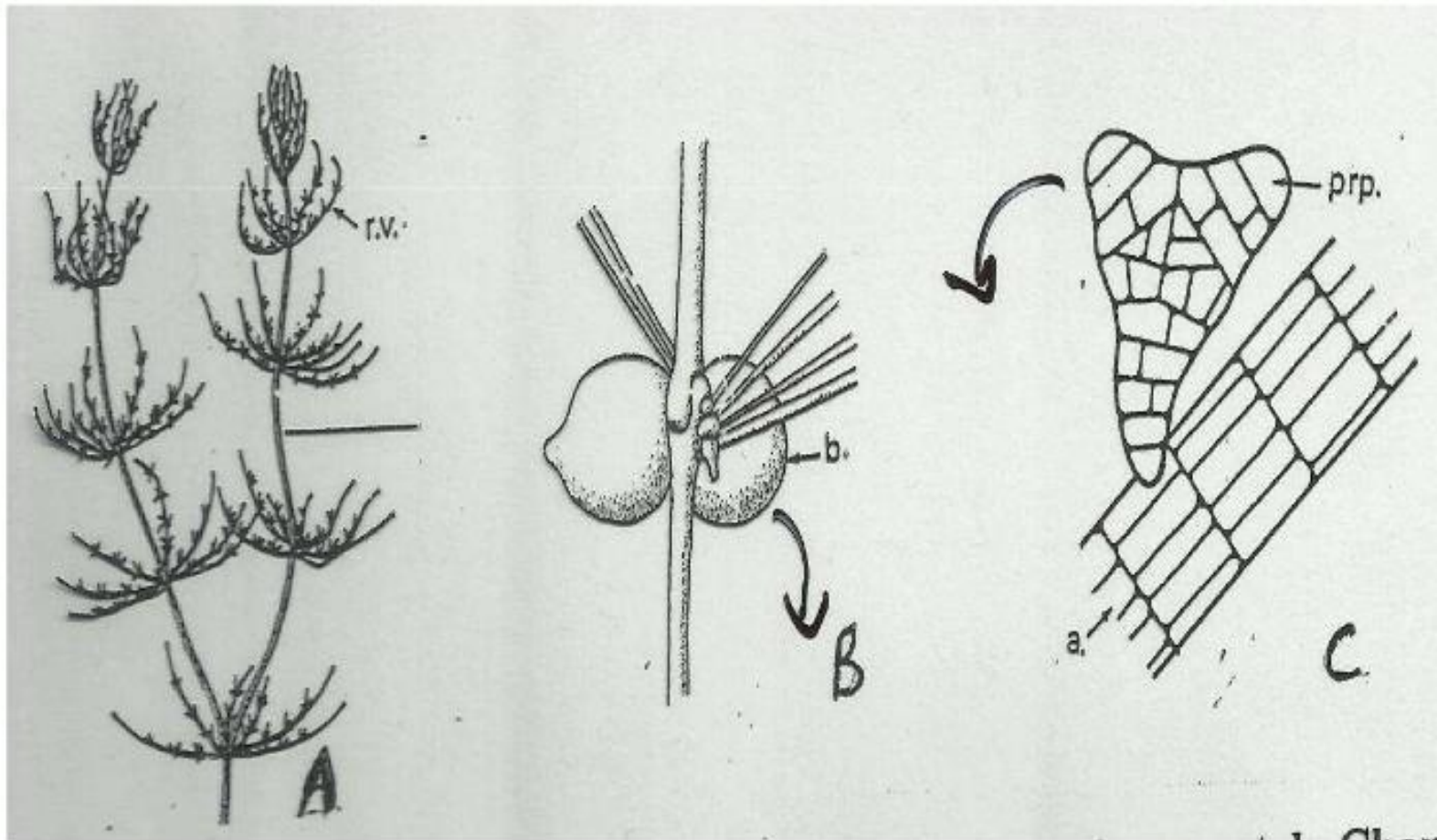


**Scenedesmus**



**Pediastrum**

- Par fragmentation des thalles chez les algues rouges et brunes (bouturage naturel)
- Par formation de propagules chez algues brunes
- Par formation de bulbilles chez *Chara*





## **Mode sexué :**

**-apparu pour 1<sup>ère</sup> fois chez les algues**

**- mise en place de la méiose et de la gamie**

**-formation de cellules spécialisées :**

**+ gamétocystes mâles(spermatocystes)       $\longrightarrow$       gamètes mâles(n)**

**+ gamétocystes femelles (oocystes)       $\longrightarrow$       gamètes femelles(n)**

**-fécondation ou gamie: formation zygote diploïde (2n) avec brassage génétique**

**➤ Différents types de gamie:**

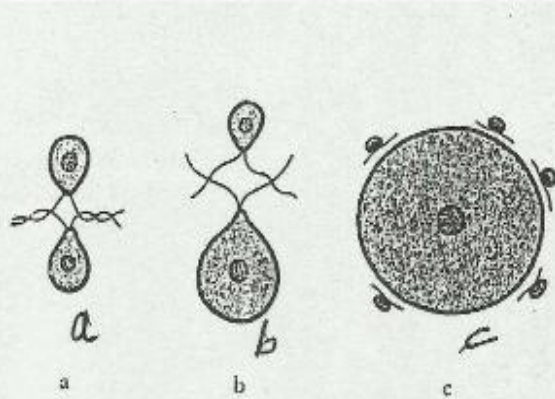
**- planogamie isogame (isogamie)**

**- planogamie anisogame**

**- Oogamie**

**- Aplanogamie (trichogamie)**

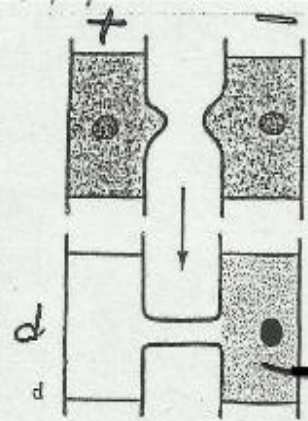
**- Cystogamie (conjugaison)**



Isogamie

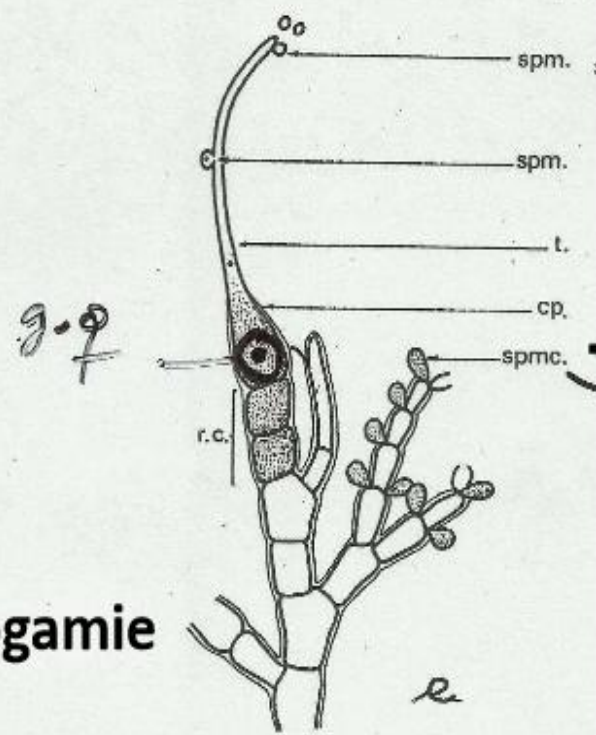
Anisogamie

Oogamie



Cystogamie

→ Zygote 2n



Trichogamie

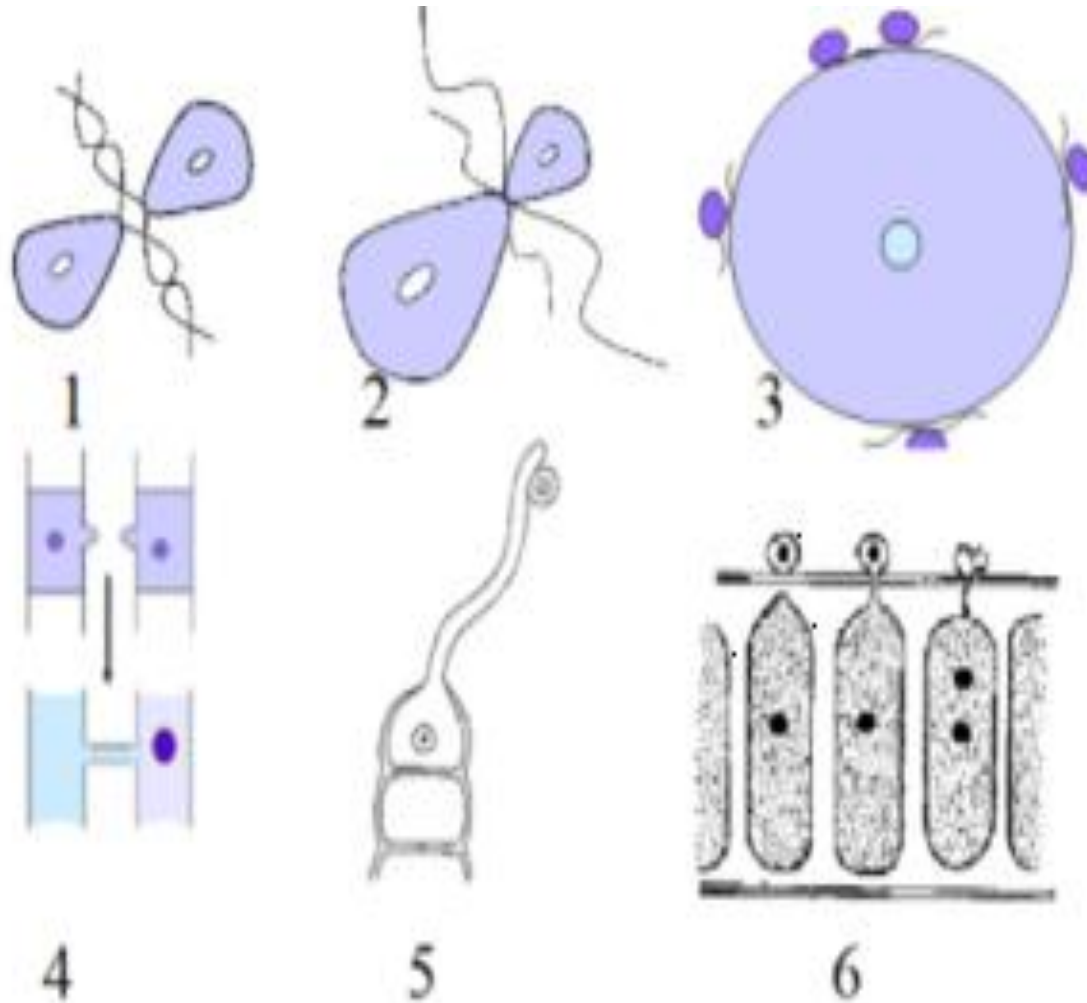
→ Gamètes mâles (spermaties)

## 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



**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 **récifs** 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).



Les algues rouges

Tristan Le Goff

[www.marevita.org](http://www.marevita.org)

## Algues rouges

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.

## 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 Dorées 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 Algues dorée type possède **deux flagelles** fixés près de l'une des extrémités de la cellule.



**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 Algues dorée type possède deux flagelles fixés près de l'une des extrémités de la cellule.**



**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.



# 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 noeuds et d'entrenoeuds. Il existe à **chaque noeud** un verticille de **pleuridies** (rameaux courts).



**Algues vertes : Chlorophytes et Charophytes**

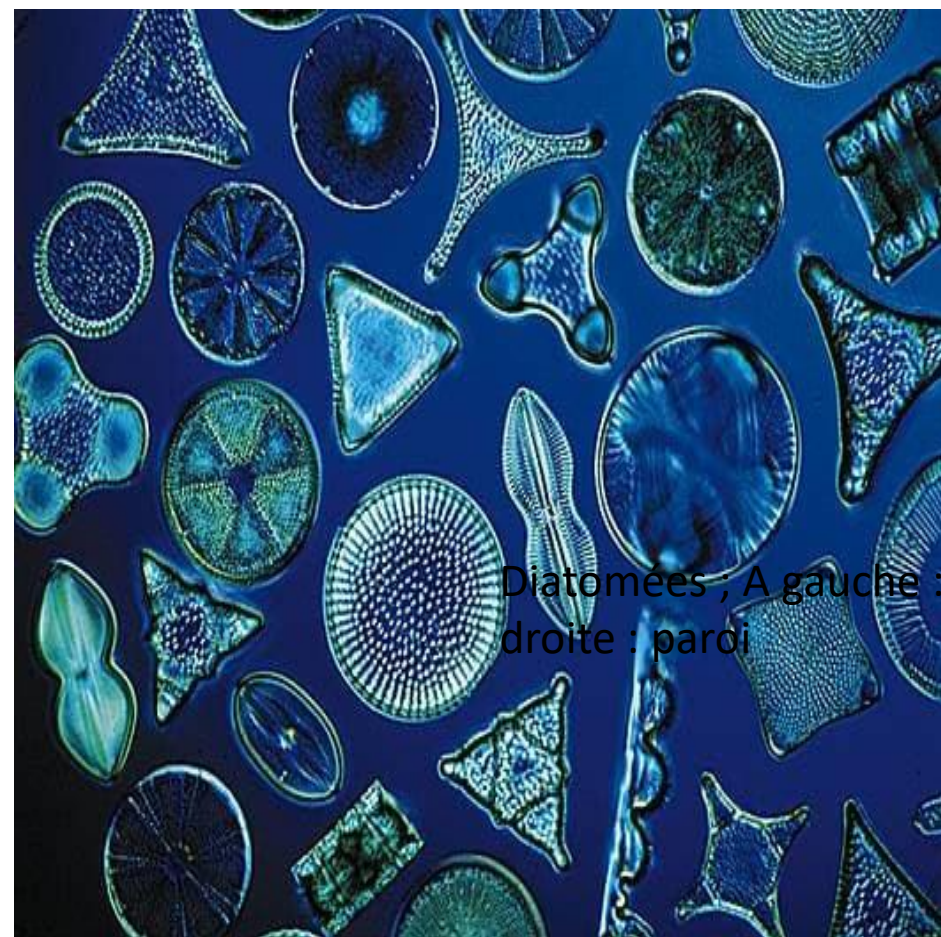
## 5- Les Bacillariophytes : Diatomées

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.

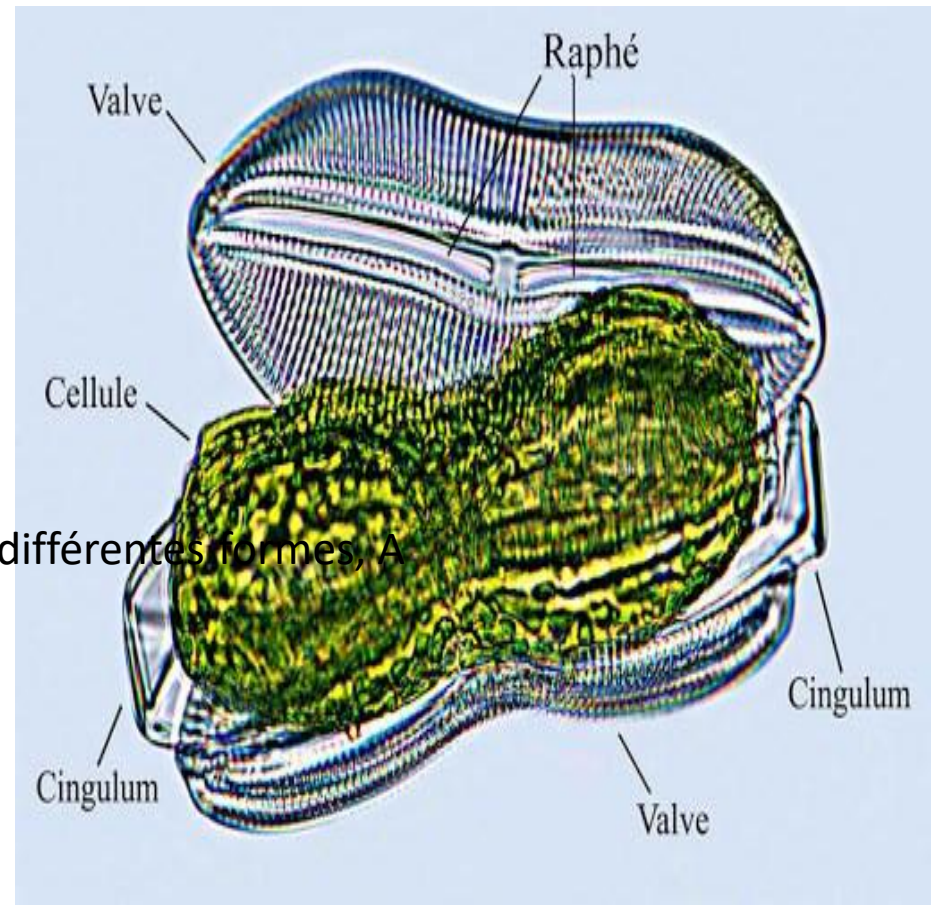
Les chloroplastes des **Diatomées** ont la même ultrastructure que ceux des **Chrysophycées** et leur **composition pigmentaire** est aussi la même. Comme les Algues dorées et les Algues brunes, les Diatomées **emmagasinent** leur **nourriture** sous forme de « laminarine », un **polymère du glucose**.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

Pendant presque toute l'année, les Diatomées se 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.





Diatomées ; A gauche : différentes formes, A droite : paroi



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

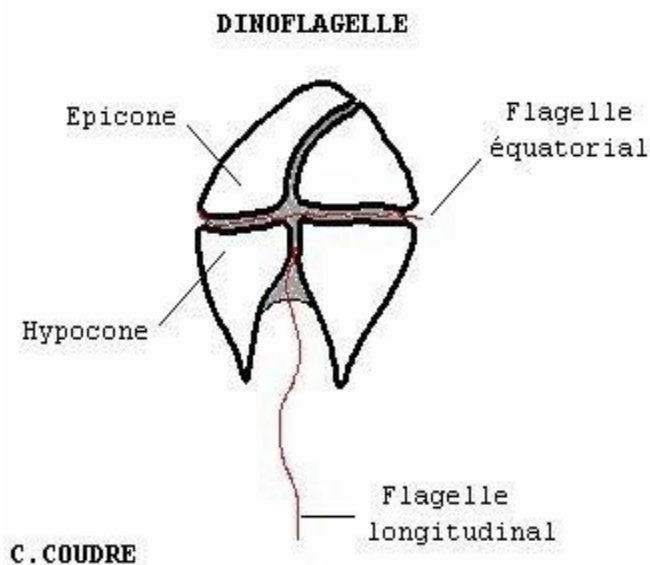
## 6- Dinophytes : Dinoflagellées

**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** à 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**.



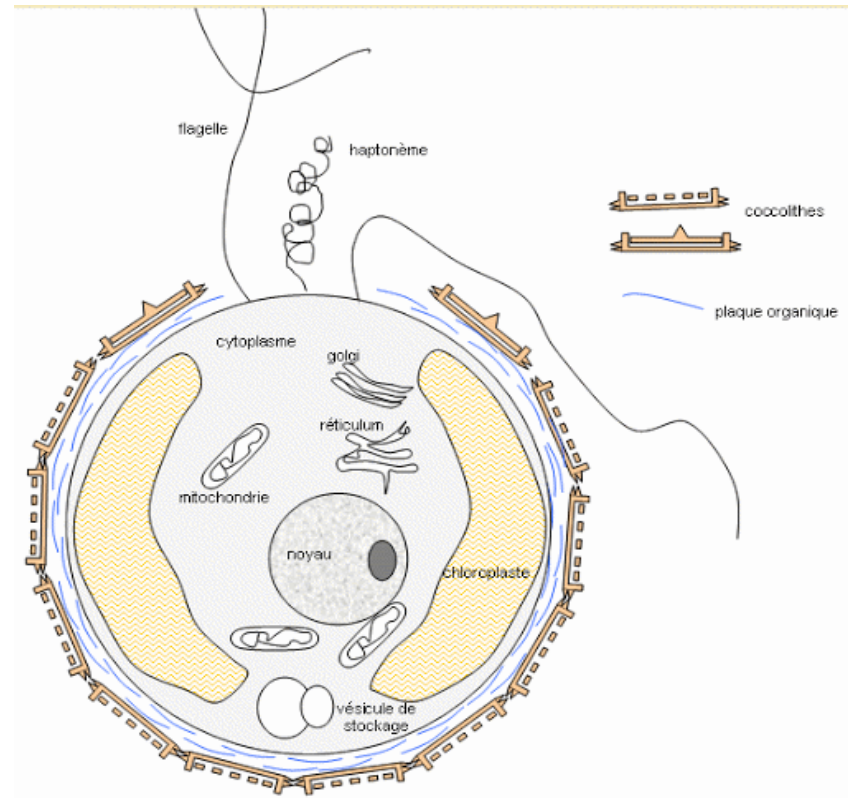
**Dinophytes : marée rouge ; schéma et photo microscopique d'*Alexandrium minutum***

## 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



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

**Tableau : Caractères généraux des grands groupes d'Algues**

	<b>ALGUES ROUGES</b> Rhodophycophytes	<b>ALGUES BRUNES</b> Pyrrophycohytes Euglénophycophytes Chrysophycophytes Phéophycophytes	<b>ALGUES VERTES</b> Chlorophycophytes
<b>PIGMENTS</b>	<b>CHL a, b</b> Caroténoïde Bilichromoprotéine	<b>CHL a, c</b> caroténoïde	<b>CHL a, b</b> caroténoïdes
<b>METABOLISME</b>	<b>Plastes; sans amidon</b>	<b>Plastes: sans amidon</b>	<b>Amidon, mais dans des plastes</b>
<b>APPAREIL CINETIQUE</b>	<b>Pas de cellules flagellées</b>	<b>Cellules flagellées de type hétéroconté</b> Flagelles inégaux (n'ont pas la même longueur)	<b>Cellules flagellées</b> De type Isoconté (Flagelles identiques)
<b>MODE DE VIE</b>	<b>Marins, eau douce</b> quelques espèces terrestres ou parasites	<b>Phytoplancton marin, eau douce et saumâtre, terre humide, quelques espèces parasites</b>	<b>Marins, eau douce, eau saumâtre</b>

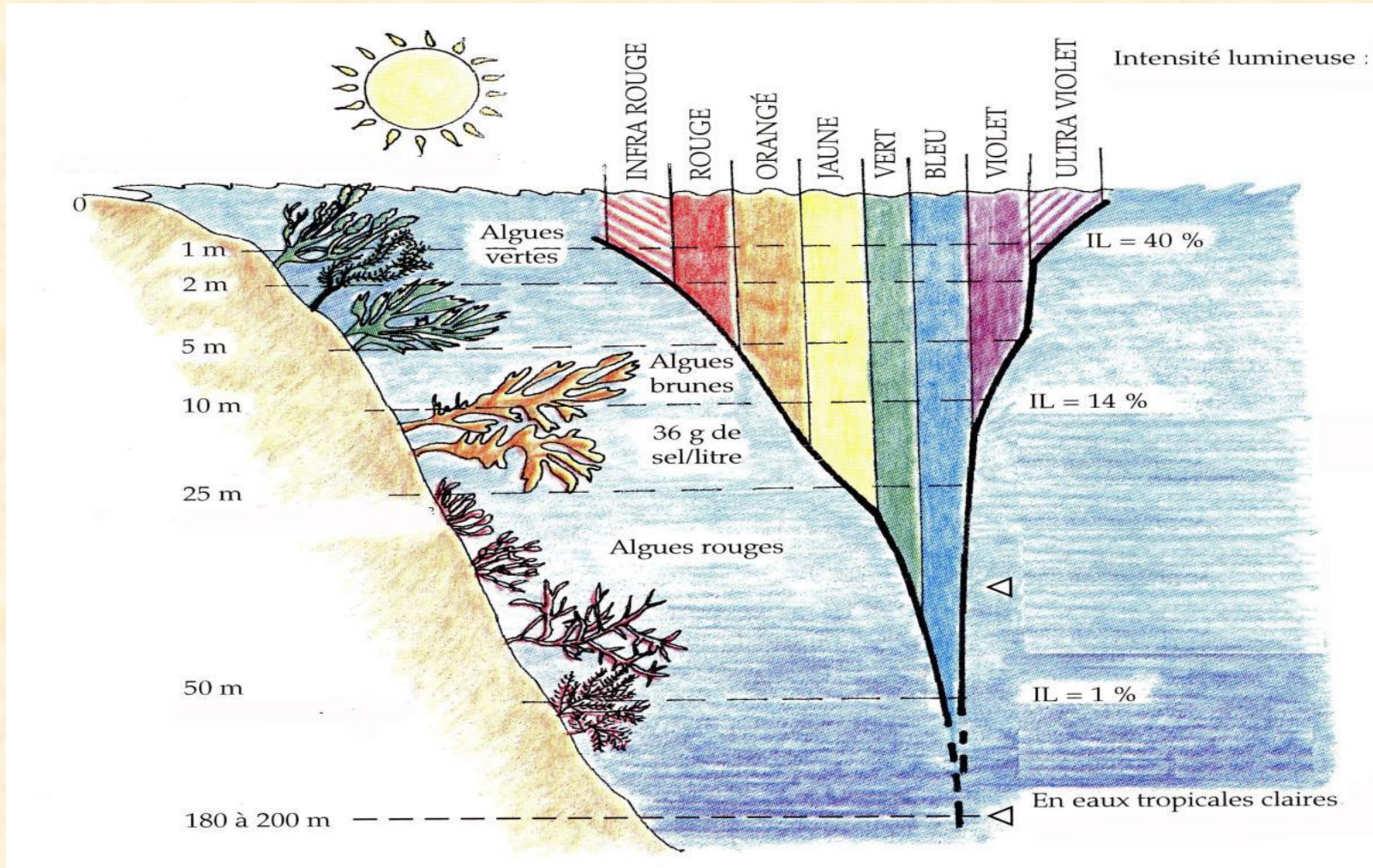
## V. Ecologie des algues

- **La plupart des algues se développent en milieu aquatique d'eau douce, saline ou saumâtre. Mais certaines sont terrestre et sont capables de se développer à même le sol ou sur les tronc d'arbres.**
- **Elles peuvent donc être autotrophes ou saprophytes, parasites ou vivre en symbiose.**

**C'est la luminosité en fonction de la profondeur qui détermine les peuplements d'algues. Ainsi Les algues vertes ou chlorophycées sont toujours en surface où elles profitent d'avantage de la lumière solaire. Elles peuvent être marines, terrestres ou d'eau douce. Elles sont très répandues dans le monde entier. On pense que les algues vertes sont à l'origine des plantes supérieures. Elles représentent 8 000 espèces et 350 genres.**

**Les Algues brunes ou Phéophycées se retrouvent jusqu'à 10 mètres de profondeur surtout dans les mers froides. Ce sont des plantes marines pouvant atteindre plusieurs mètres de longueur. À quelques exceptions près elles vivent dans les mers froides et tempérées où elles vivent fixées au fond rocheux. Il n'y a que les sargasses qui prolifèrent dans les mers chaudes. Elles représentent 16 000 espèces et 950 genres**

Les algues rouges ou rhodophycées que l'on retrouve en eau salée, en profondeur à plus de 10 mètres dans les mers et océans. Elles sont presque toutes pluricellulaires vivant fixées aux rochers ou aux coquilles des mollusques. Elles représentent 3700 espèces et 56 genres.





- Certaines algues vivent en **symbiose** avec des **champignons** et donnent des **lichens**.



# Composition des algues

- Une richesse minérale incomparable composée de:
  - macro-éléments: K, Cl, Na, I, Fe, etc...
  - Oligo-éléments: Al, As, B, Pb, etc...
  
- Des acides aminés:
  - Les 8 AA essentiels (que le corps ne peut synthétiser)
  
- Les vitamines
  - Vitamines A, B, C, D3, E, K
  
- Des pigments
  - Chlorophylle, carotène, xanthophylle et phycobiline
  
- Des glucides: ex: la cellulose
- Des lipides
- L'eau

# Les effets bénéfiques et les effets délétères des algues

## 1- Les effets bénéfiques

- Les algues associées avec des bactéries saprophytes et de la matière organique dissoute forment la base de la chaîne alimentaire aquatique
- Dans les associations (algues-mycètes-animaux), les hydrates de carbone produits par photosynthèse des algues sont échangés contre des nutriments provenant des mycètes ou des animaux.
- **La terre des diatomées** est formée de dépôts de diatomées mortes contenant de la silice. Elle constitue un intérêt commercial grâce à son inertie chimique et sa propriété physique abrasive.
- **L'algine** est une substance extraite de leurs parois cellulaires que l'on utilise comme épaississant dans de nombreux aliments (crème glacée, décoration pour gâteaux). L'algine est également utilisée pour la production de pneus en caoutchouc et les lotions pour les mains. Dans la cuisine japonaise, l'algue brune *Laminaria* (appelée kombu) est consommée dans la soupe. En chirurgie, on se sert de *Laminaria japonica* pour dilater le vagin et faciliter l'accès à l'utérus par les voies naturelles.

**-La gélose**, ou agar-agar, utilisée dans les milieux de culture en microbiologie est extraite de nombreuses algues rouges. Extraite des algues rouges, est utilisée comme gélifiant dans la préparation des yaourts, flan, confiture, charcuterie, ...

**-La carragénine**, extraite d'une algue rouge appelée « mousse d'Irlande » est employée comme épaississant dans le lait condensé, la crème glacée, la sauce chocolat et les préparations pharmaceutiques. Dans la cuisine japonaise, l'algue rouge, *Porphyra* (appelée *nori*) enveloppe les sushis.

**-En cosmétique: corps, visage, shampoing, etc...**

**-En dentisterie: pour les empreintes dentaires**

**-En médecine: pour soigner les rhumatismes, thalassothérapie**

**-En pharmacie: laxatifs, vermifuges, antibactériens**

### **a. Algues comestibles: Alimentation de l'homme**

Certaines algues sont **comestibles** particulièrement ( Chine, Japon, Corée...) car elles sont Riches en vitamines, protéines, oméga 3 et en éléments minéraux (iode, magnésium).

Certaines sont utilisées comme additifs alimentaires (produits E400).

### **b. Alimentation des animaux et agriculture**

Certaines algues sont utilisées dans la fabrication des **farines** incorporées dans l'alimentation de la **volaille**.

D'autres algues sont récoltées depuis longtemps et utilisées **comme engrais**.

### **c. Usage industriel**

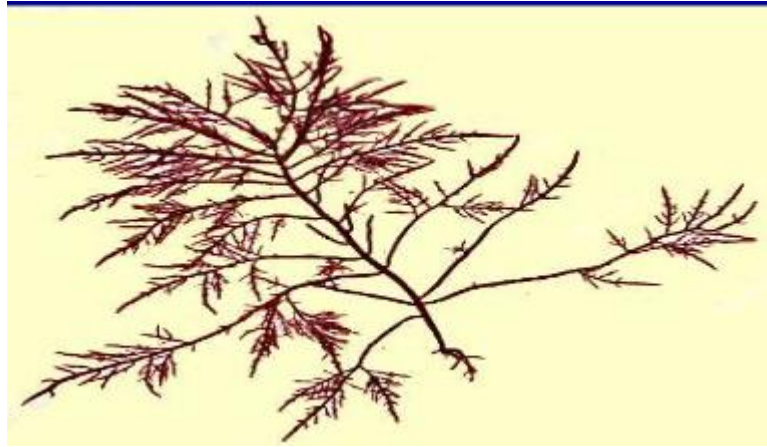
-L'agar agar (gélose) sert de base pour la fabrication des **milieux de culture** bactériologique.

-Fabrication de **biocarburant** à partir d'algues riches en lipides.

-Extraction de **colorants**: les carotènes (orange),colorants alimentaires...

-Les alginates sont utilisés dans de nombreuses industries : **pharmaceutique, cosmétiques, matières plastiques, peintures...**

# GELIDIUM (AR)



## 2-Les effets délétères

- La protothécose: certaines algues peuvent infecter l'homme et les animaux. *Prototheca* est une algue incolore, saprophyte, assez commune dans le sol qui Provoque des lésions cutanées.**
- Les diatomées produisent de l'acide domoïque, une biotoxine qui se concentre dans les moules. L'intoxication, appelée intoxication par phycotoxine amnestique, se manifeste par des nausées, des vomissements, la diarrhée et la perte de mémoire. Le taux de mortalité: 4%.**
- Certains dinoflagellés produisent des neurotoxines. Quand les poissons nagent au milieu d'un grand nombre de *Gymnodinium breve*, certaines cellules du dinoflagellé restent emprisonnées dans les ouïes des poissons et libèrent une neurotoxine qui empêchent ces derniers de respirer. *Alexandrium* est un genre de dinoflagellé dont les neurotoxines: **saxitoxines ou mytilotoxine**, causent l'intoxication par phycotoxine paralysante. La toxine est concentrée chez les mollusques tels que les moules.**

## 2. Algues nuisibles.

-Les algues deviennent dangereuses quand l'eau dans laquelle elles vivent est **polluée** ( centrales nucléaires, centres de retraitement...).

-**fleurs d'eau.**

- Certaines algues vertes pourries **dégagent des gaz toxiques**

-Les **Dinoflagellées** (algues unicellulaires microscopiques) peuvent rendre toxiques certains fruits de mer (**moules, huîtres...**)



# DINOFLAGELLES

