

COURS S2:

BIOLOGIE DES ORGANISMES VIVANTS

Pr. HASSIKOU RACHIDA

Pr. AISSAMI AICHA

BIOLOGIE DES ALGUES, DES CHAMPIGNONS ET DES LICHENS

INTRODUCTION

1. Place des algues dans le monde vivant:

DISTINCTION ENTRE LES ANIMAUX ET LES VEGETAUX

(P.2)

Végétaux	Animaux
Le plus souvent fixés	Le plus souvent libres
Sensibilité et motilité discrète	Sensibilité et motilité prononcée
Absorption de gaz et de substances solubles dans l'eau	Ingestion d'aliments solides (les animaux sont prédateurs)
Cellules habituellement avec une paroi squelettique	Cellules le plus souvent sans paroi squelettique
Vacuole développée	Vacuole restreinte
Réserve glucidique : Amidon	Réserve glucidique: Glycogène
Chlorophylliens et autotrophes	Jamais chlorophylliens, hétérotrophes

*** La séparation entre ces deux règnes n'est pas claire car il existe des organismes unicellulaires qui ont des caractères animaux et végétaux comme les euglènes (algues).**

*** La vraie séparation est celle qui sépare les en 2 groupes suivants: -**

EUGLENES



-Les Procaryotes: Leur matériel génétique ne se trouve pas dans un *noyau* limité par une enveloppe mais dispersé dans le cytoplasme.

- Les Eucaryotes : Ils possèdent un vrai noyau individualisé entouré d'une double membrane.

2. Présentation des algues

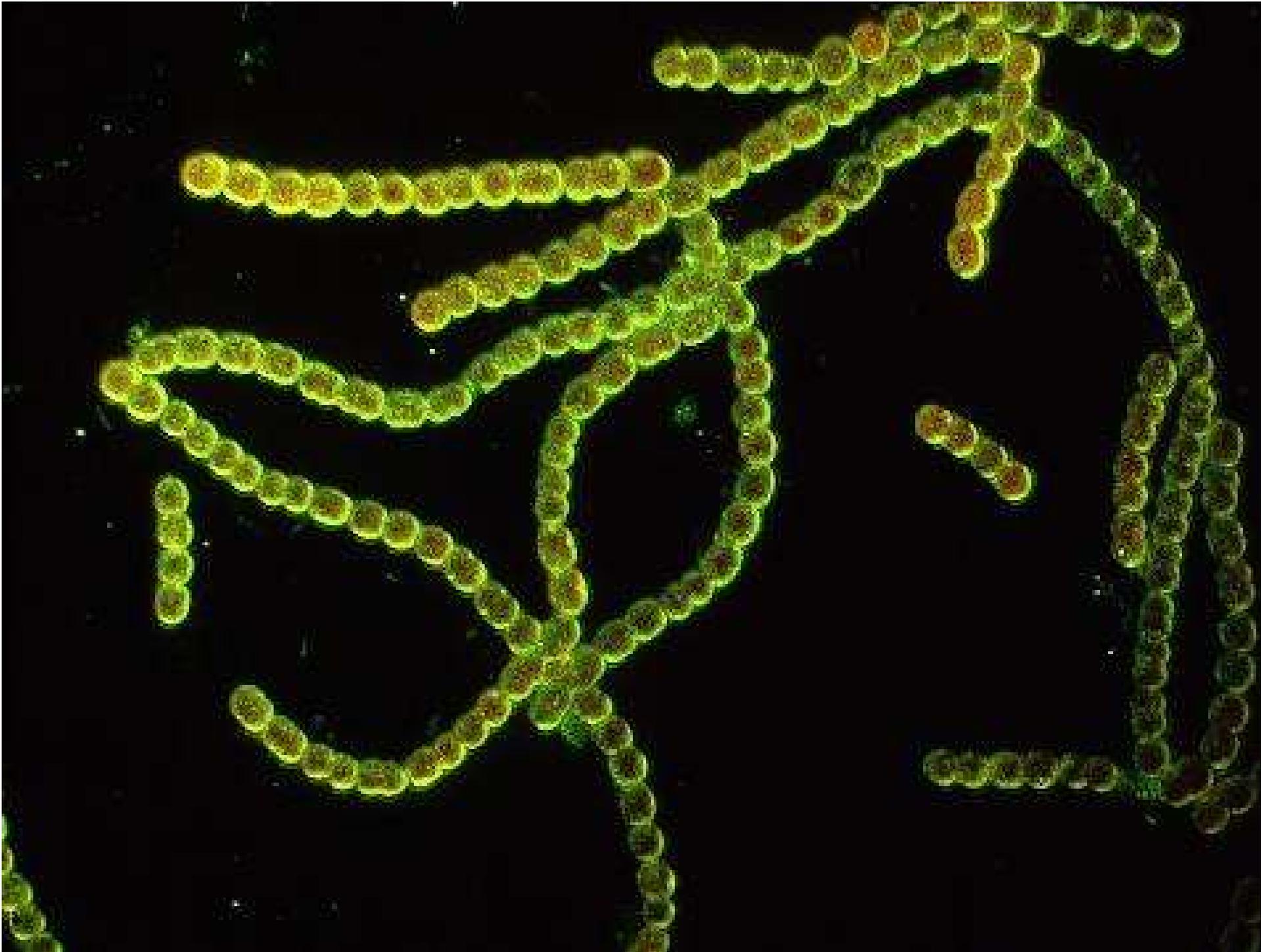
-Les algues sont des êtres vivants chlorophylliens capables de photosynthèse.

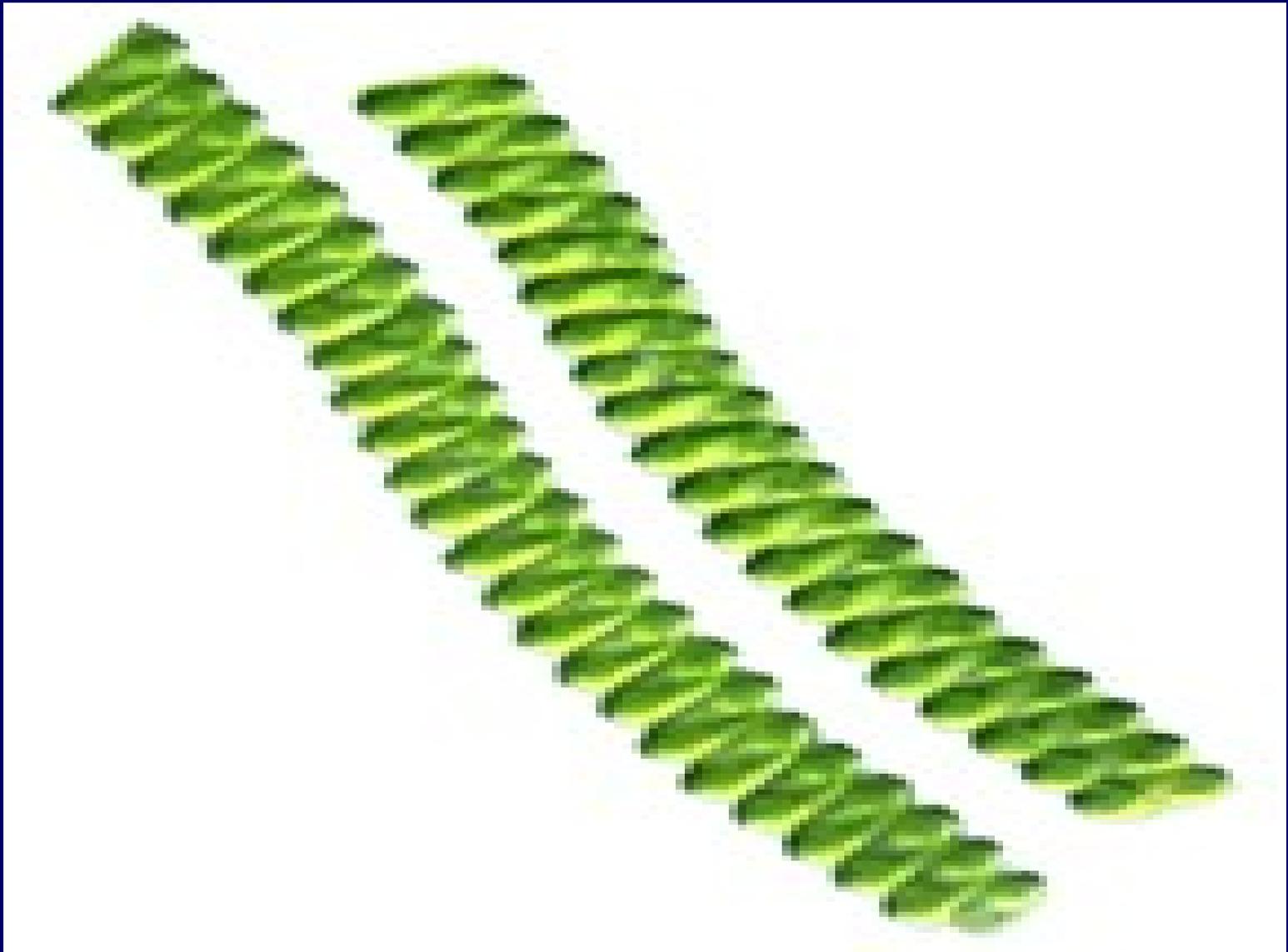
- Leur cycle de vie se déroulant généralement en milieu aquatique ou humide.

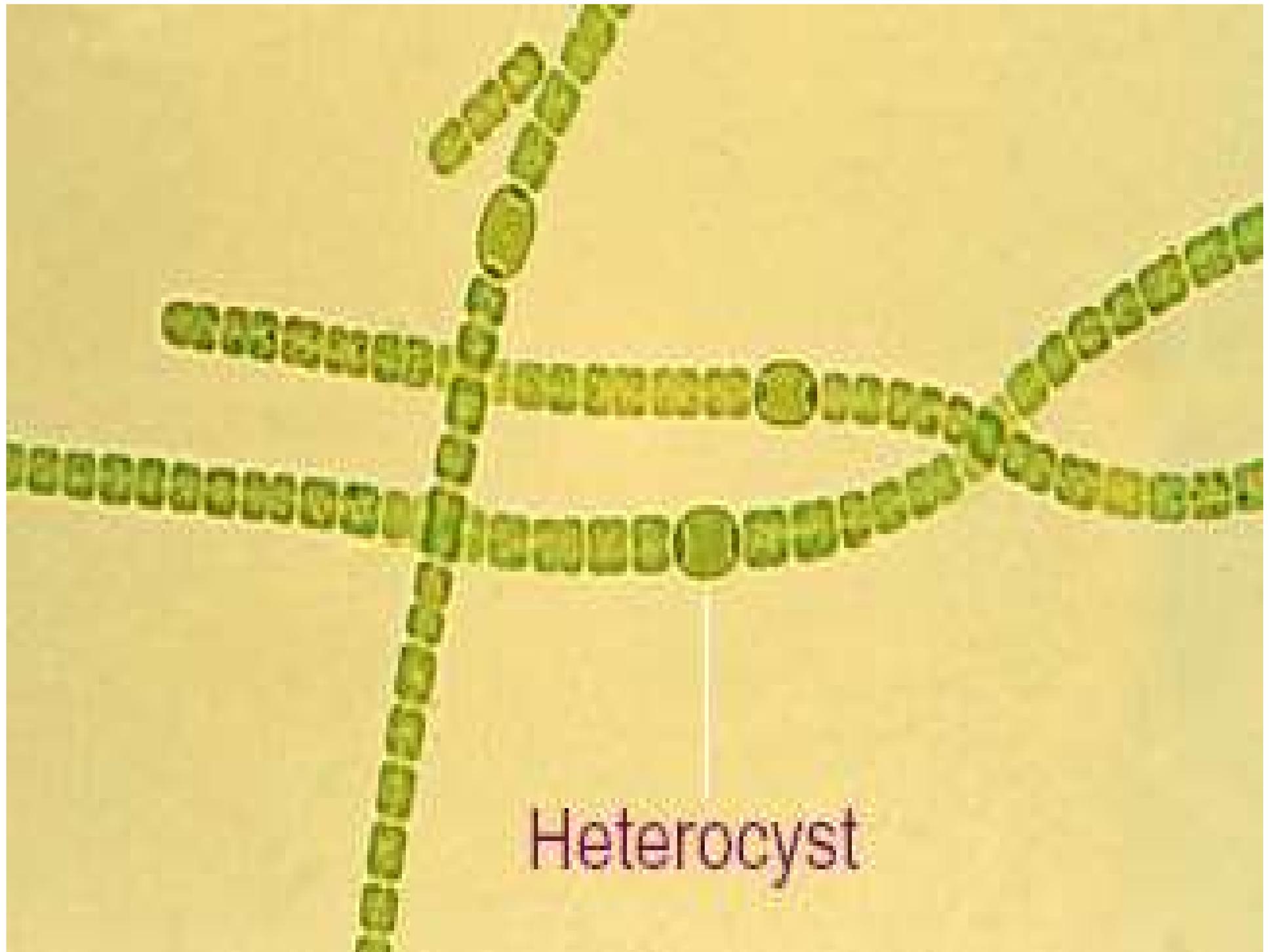
-Leur appareil végétatif est simple , c'est un **thalle** (sans racines, ni tiges, ni feuilles). Ce sont des **THALLOPHYTES**

On distingue :

-Des algues procaryotes : Sont les cyanophycées appelées algues bleues ou cyanobactéries







Heterocyst

- **Des algues eucaryotes: Sont les algues « vraies » réparties en 3 grands groupes :**

Les algues vertes ou Chlorophytes

Les algues rouges ou Rhodophytes

Les algues brunes ou Chromophyte

ULVA LACTUCA



Copyright © www.manger-la-mer.org février 2007

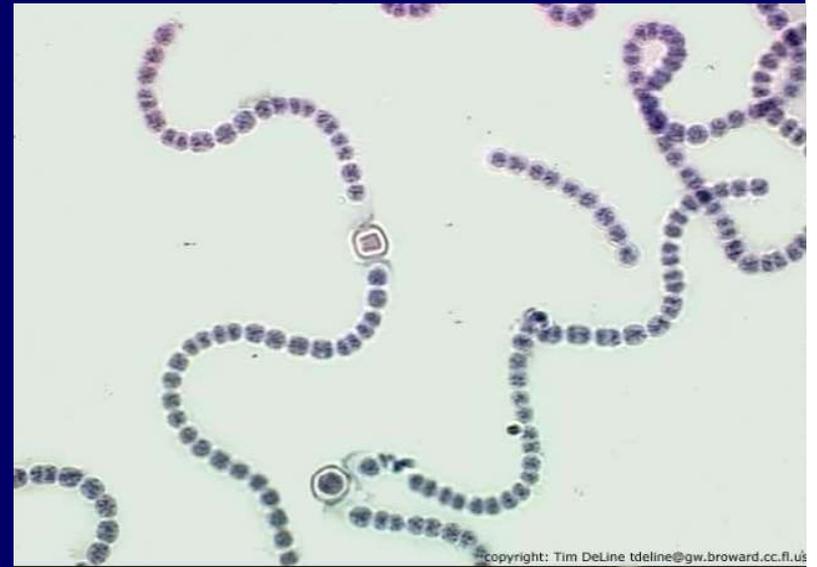
ALGUES ROUGES





Chapitre 1

LES ALGUES PROCARYOTES: Les cyanophycées ou cyanobactéries



I. Généralités

- Les cyanophycées sont **microscopiques** et **procaryotes**.
 - Leur appareil végétatif est un **thalle** (**Thallophytes**) Celui des végétaux supérieurs : **cormus , Cormophytes**)

- Elles vivent en milieu **aquatique ou humide**

- Elles se distinguent des bactéries par la présence de **la chlorophylle** (la photosynthèse).

-Elles sont appelées cyanophycées (cyan = bleu et phycée= algue) car elles possèdent un pigment bleu: **la phycocyanine.**

-Actuellement, on les nomme:
Cyanobactéries.

**Comparaison des cyanophycées aux bactéries
et aux autres algues (P4)**

Caractéristiques des cyanophycées

**Communes aux
bactéries**

**Communes aux autres
algues**

Organismes microscopiques

Organismes microscopiques

Organismes les plus primitifs

**Chlorophylle a dans la cellule:
Pigments permettant de faire la
photosynthèse**

Absence de noyau vrai

**Autres pigments (caroténoïdes,
...)**

**structures cellulaires assez
simples**

**Organismes vivant dans la
colonne d'eau**

-Historique :

Il existe à peu près 150 genres de cyanophycées et 2000 espèces. Leur apparition date de 3.5 milliard d'années (2,5 milliard d'années avant l'apparition de l'Homme).



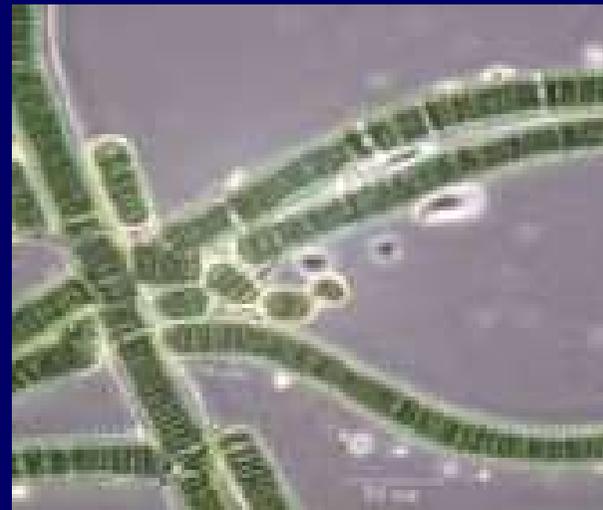
Cyanophycées fossiles



**Section dans un tapis microbien
(fossiles)**



***Paleolyngbya*, il y a 850 Millions d'années**



***Lyngbya* existe toujours**

-Habitat:

Les cyanophycées vivent dans des milieux extrêmement variés: déserts, sources chaudes (70°C), glaciers, atmosphère, poussière, sur les murs, à l'intérieur de certaines roches, vases, marais acides...



Les nostocs apparaissent sur le sol après les pluies



Cyanophycées sur la surface du granite



Cyanophycées vivant dans des glaciers (Canada)

-Formation de stromatolithes:

Elles secrètent une gelée qui permet la formation de calcaire autour de la cellule. Après leur mort, elles se transforment en **stromatolithes (formations calcaires fossiles).**





Stromatolite - Etchetongwe - Namibia © C.König

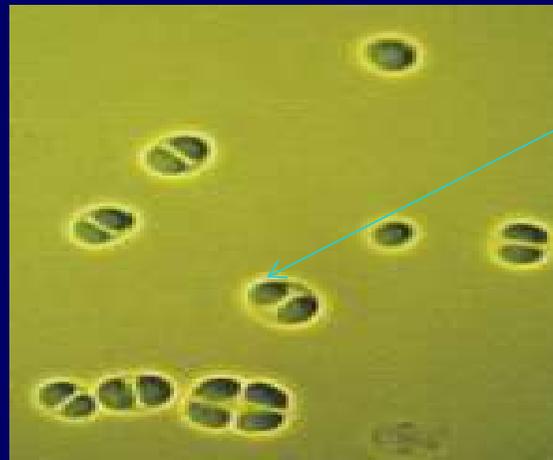
II- Appareil végétatif

1- Morphologie du thalle. (P5)

- Absence de flagelles : forme coccoïde.
- Thalle unicellulaire ou en colonie entourée d'une enveloppe mucilagineuse.



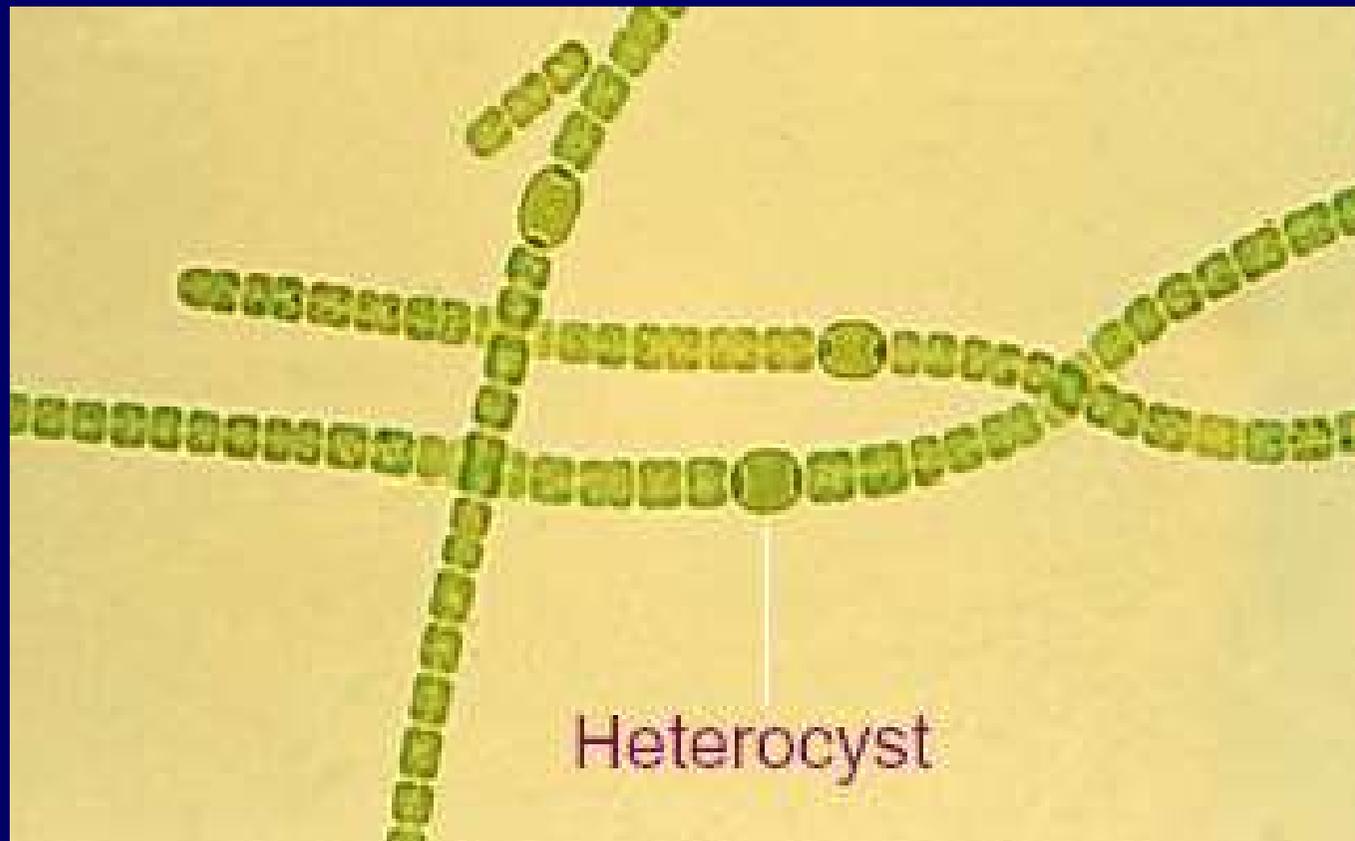
Thalle unicellulaire



Enveloppe
mucilagineuse

Thalle en colonie

- La colonie peut être filamenteuse, formant une lignée cellulaire appelée **trichome**.



Thalle colonial formant un trichome simple

- Elle peut être formée de plusieurs trichomes réunis (taille importante).
(P6)

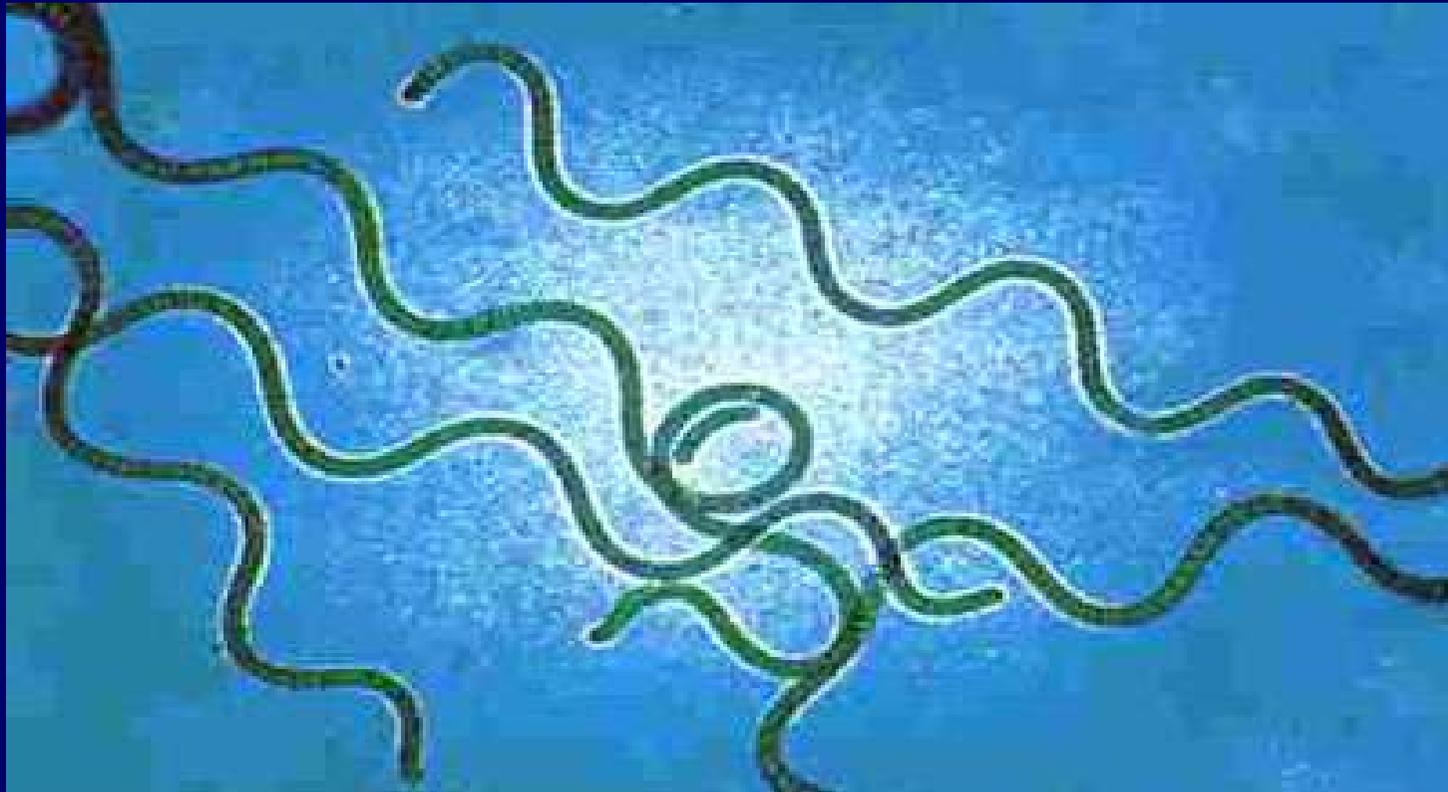


Trichomes groupés

2. Mobilité des cyanophycées.

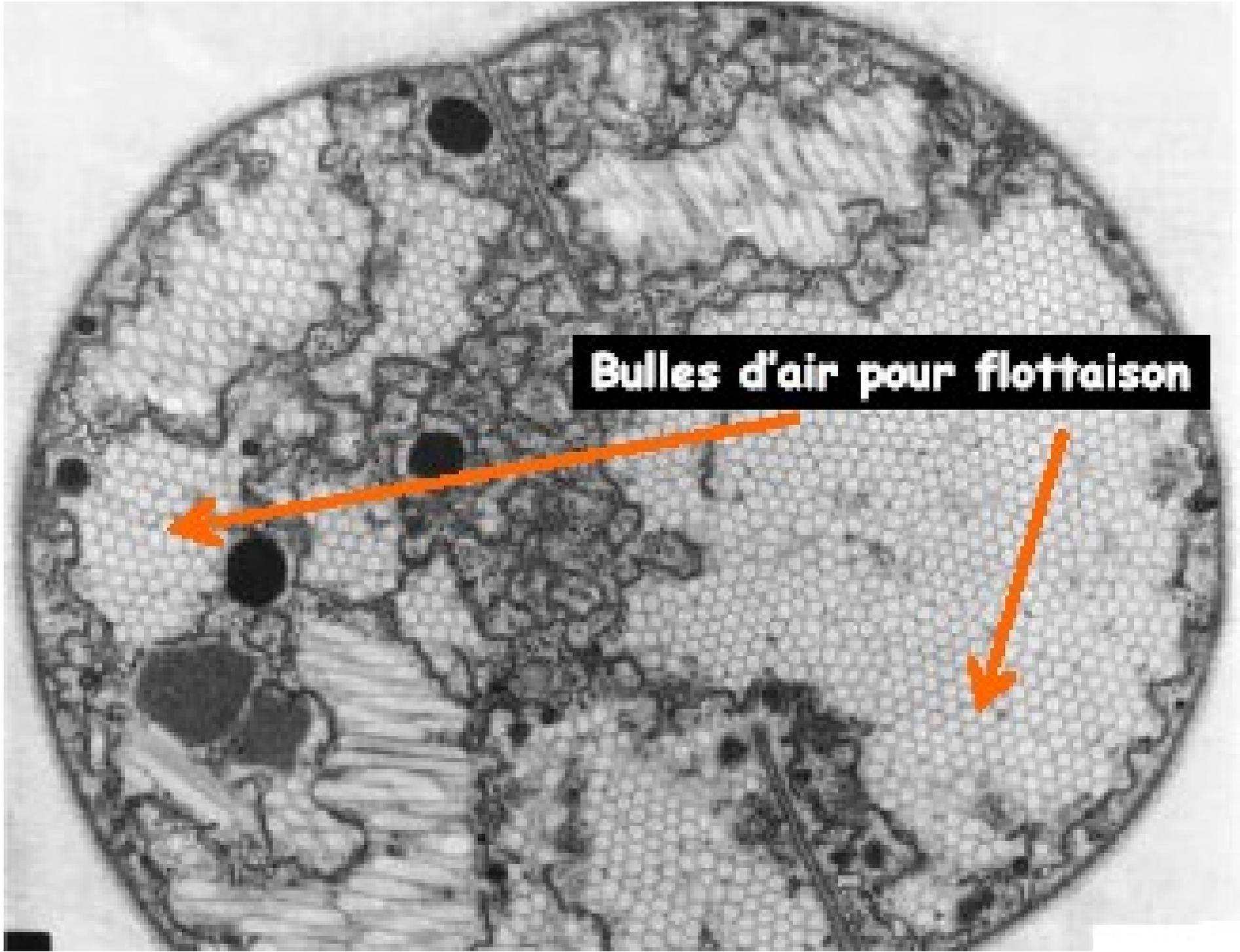
Elles n'ont pas de flagelles, ce qui n'empêche pas certaines d'entre elles d'être mobiles par:

- **Glissade (mucilage).**
- **Oscillation.**
- **Flottabilité** Grâce à de petites bulles d'air (P6).



Oscillation

Bulles d'air pour flottaison

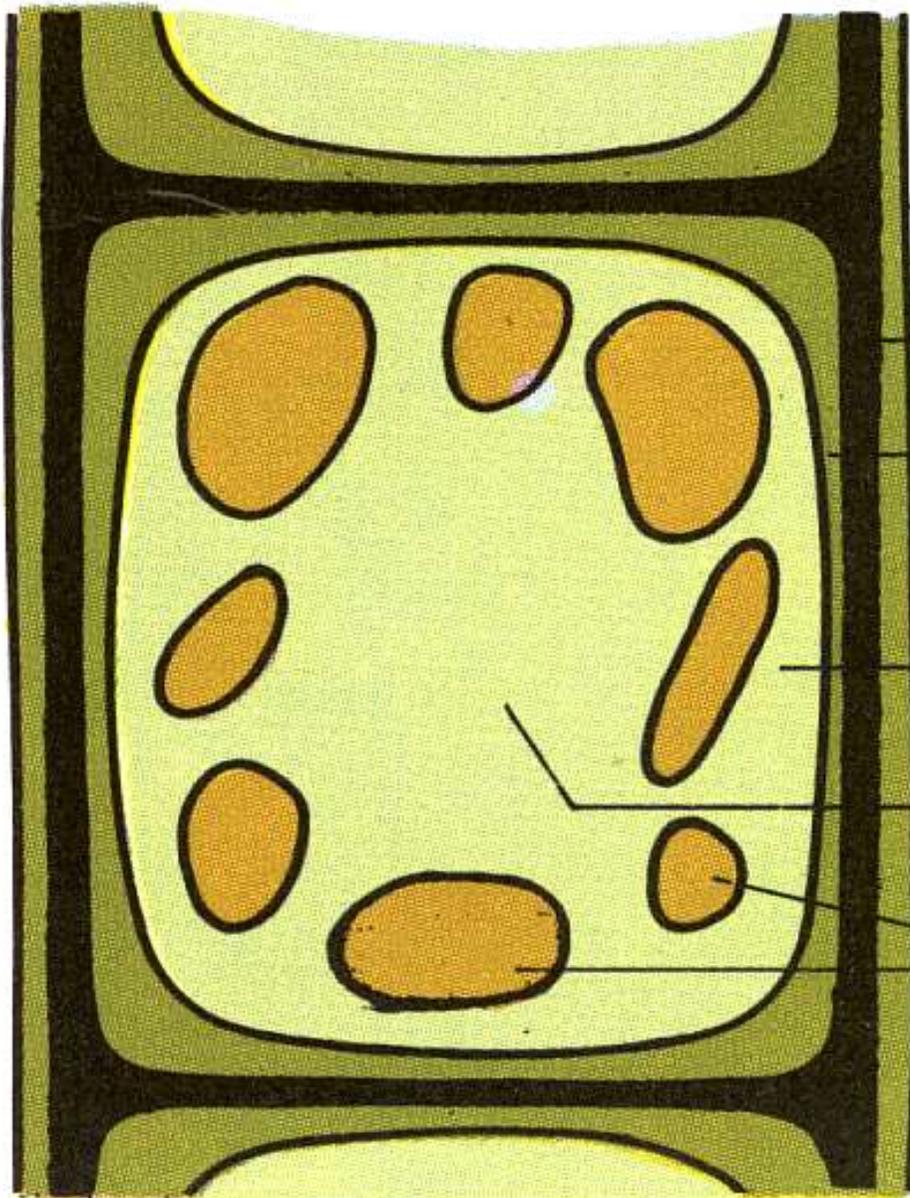


III. Cytologie

1. Au microscope optique:

Les cellules des cyanophycées montrent (P7) :

- une zone périphérique colorée, **le *chromoplasme***
- une partie centrale plus claire, **le *centroplasma***.



gaine (mucilagineuse)

vagina (celluloso-pectique)

locula (paroi propre
de la cellule)

chromatoplasme

corps central

vacuoles
métachromatiques

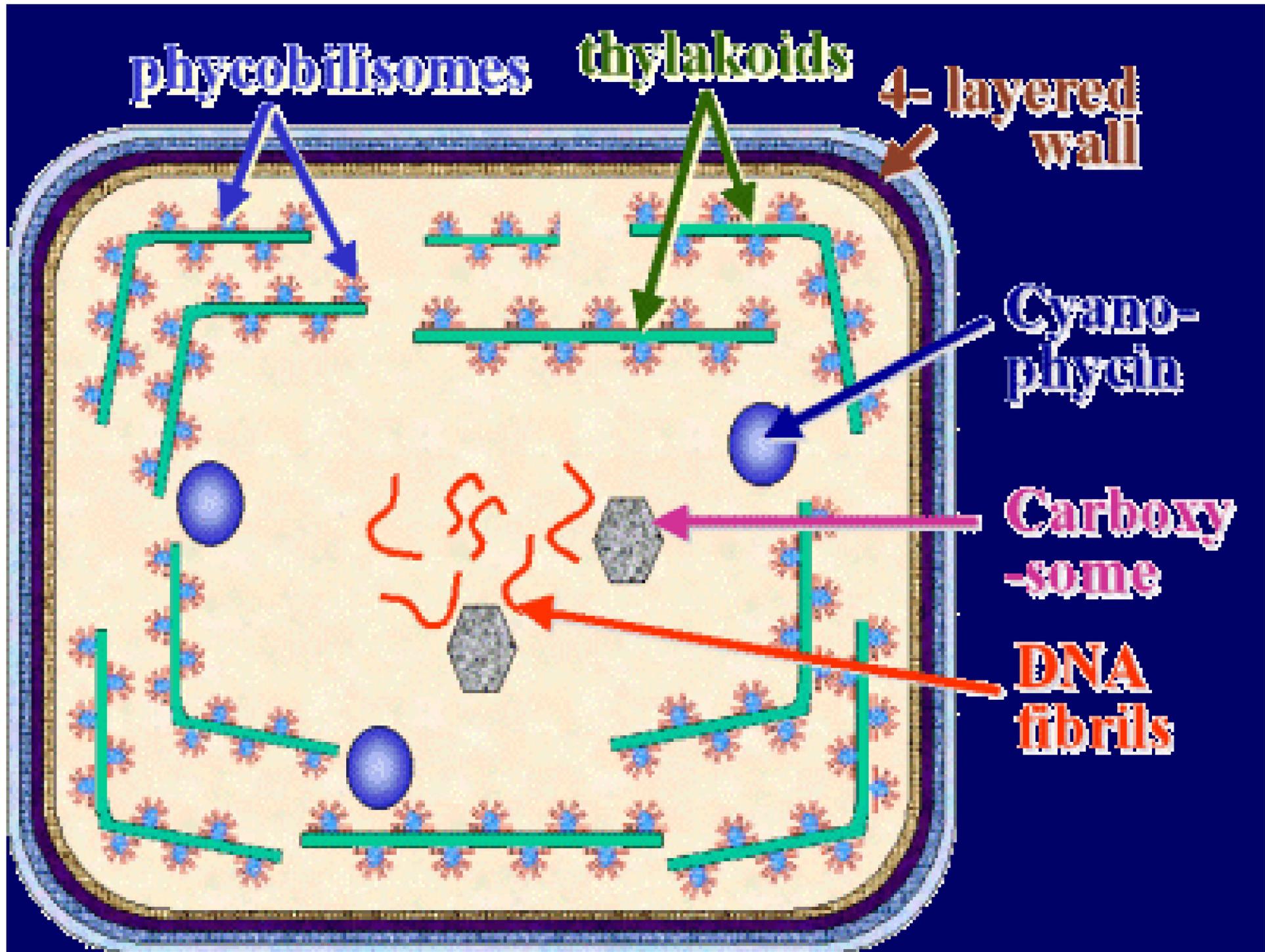
2. Au microscope électronique:

- une enveloppe cellulaire typique d'une **bactérie Gram-**.

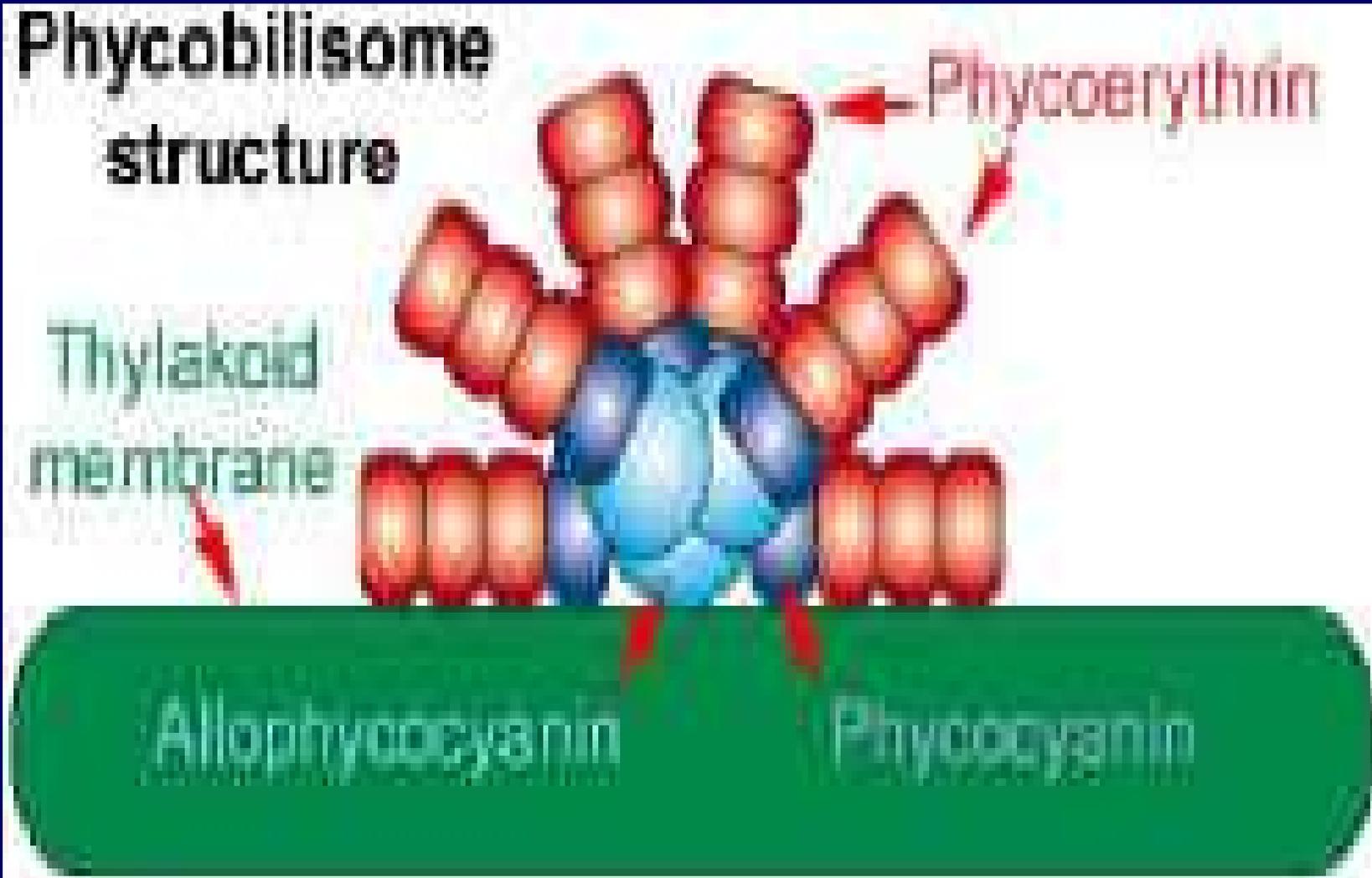
- Absence d'un vrai noyau.

- **ADN** à deux brins et circulaire.

- **Thylakoïdes**: Membranes portant des **phycobilisomes** contenant les pigments photosynthétiques (P8).



Phycobilisome structure



Détail d'un phycobilisome

IV. Facultés physiologiques

1- Photoautotrophie.

Les cyanophycées possèdent un système photosynthétique composé des pigments:

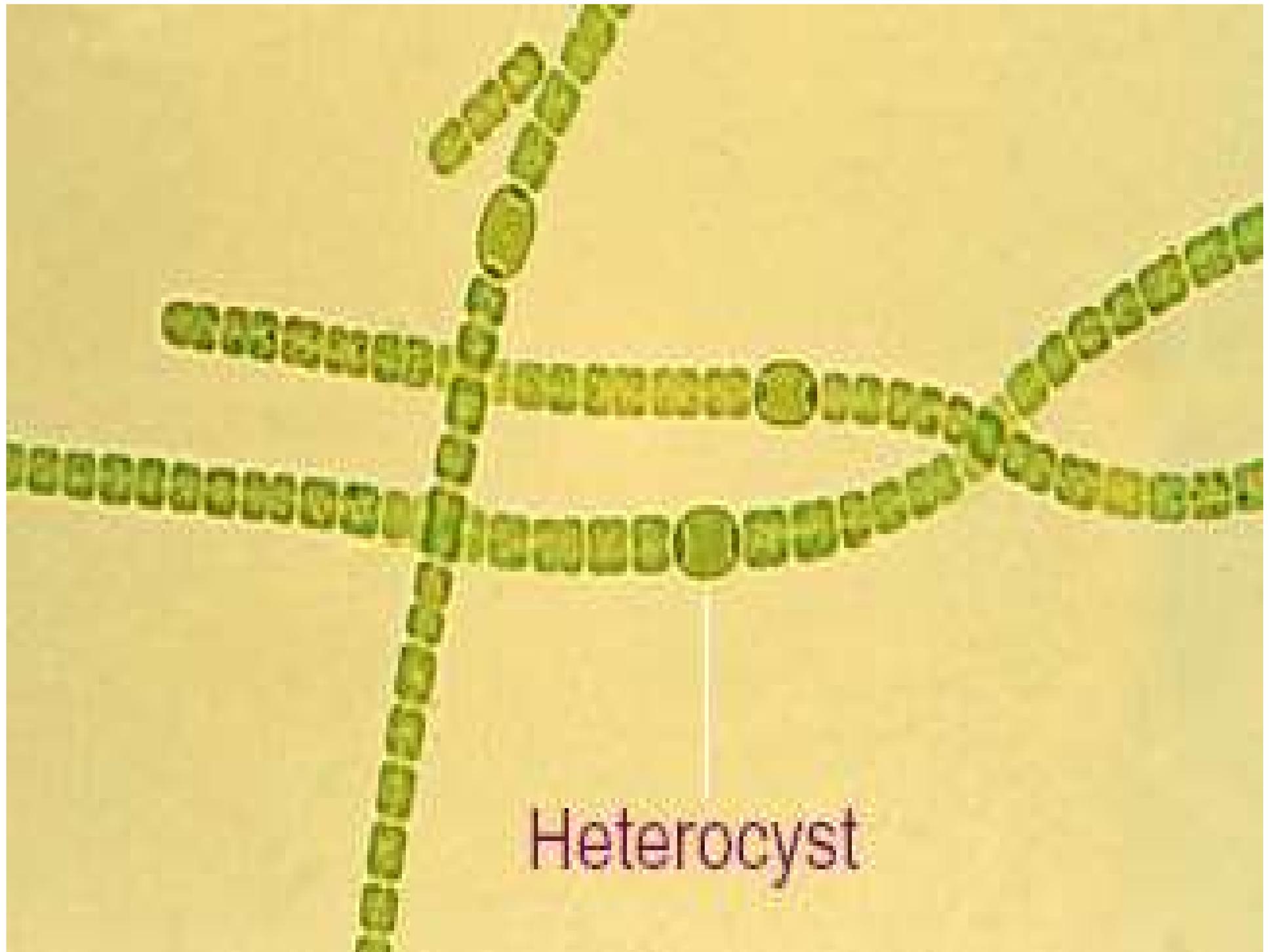
- La chlorophylle a (verte)**
- Les caroténoïdes (orange)**
- La phycocyanine (bleu)**
- La phycoérythrine (rouge)**

**Grâce à ces pigments, les cyanophycées peuvent effectuer la photosynthèse (autotrophie) à de très faibles intensités lumineuses.
(100 m de profondeur)**

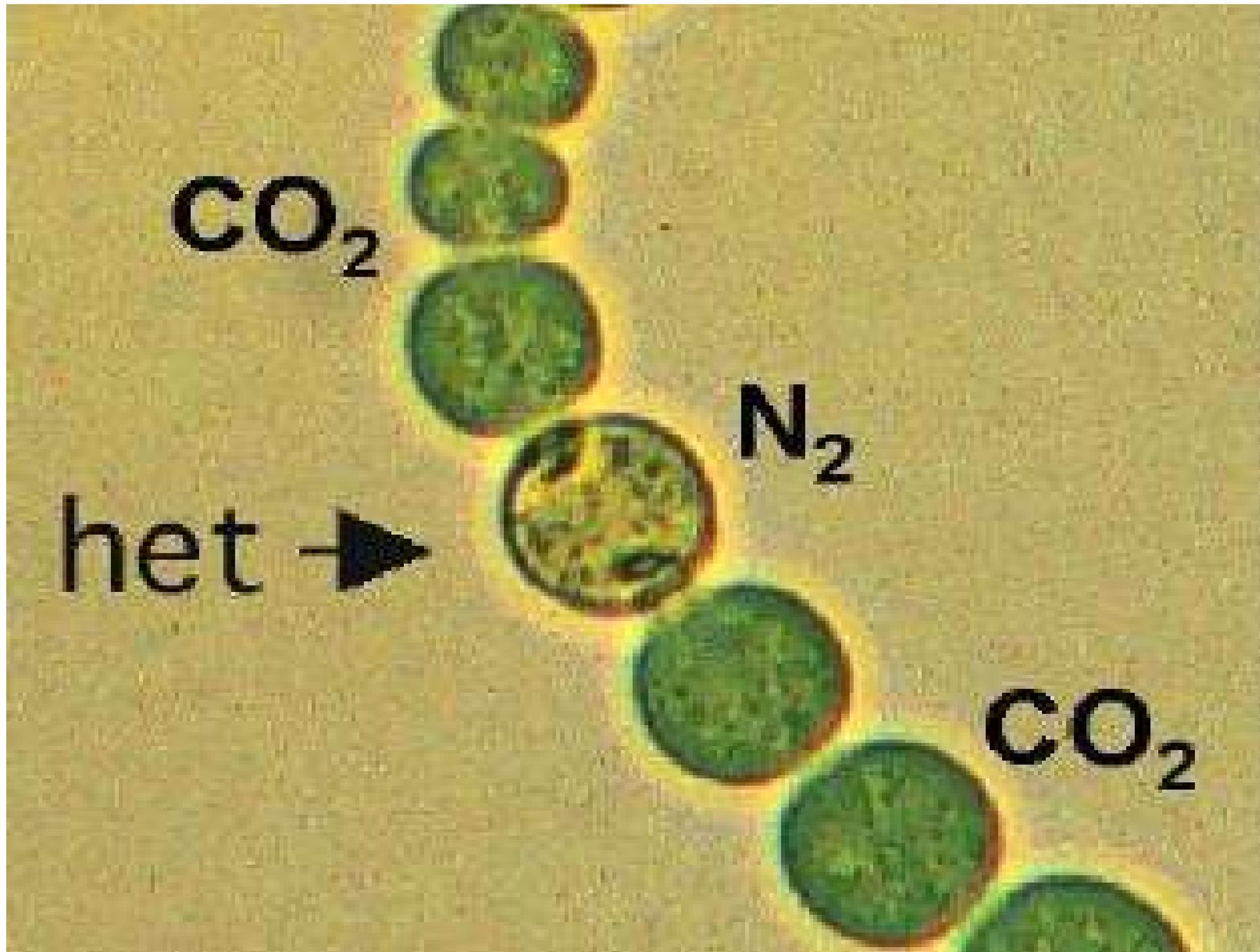
2- Faculté de fixer l'azote

Certaines cyanophycées peuvent fixer l'azote atmosphérique (gazeux) grâce à des cellules spécialisées appelées **hétérocystes** et de le transformer en azote organique (P6).

Ces cellules forment une paroi épaisse, détruisent leurs pigments et synthétisent une enzyme qui fixe l'azote.



Heterocyst



**Les cyanophycées photo-autotrophes
et fixant l'azote atmosphérique
peuvent donc vivre d'air et d'eau.**

3- Faculté de vivre en Symbiose

Certaines espèces de cyanophycées peuvent vivre **en symbiose (association à bénéfice réciproque) avec:**

-Champignons (**lichens**)

-Végétaux supérieurs (**fougères, *Cycas*....**)
en fixant l'azote atmosphérique.

- Invertébrés (**Eponges**)





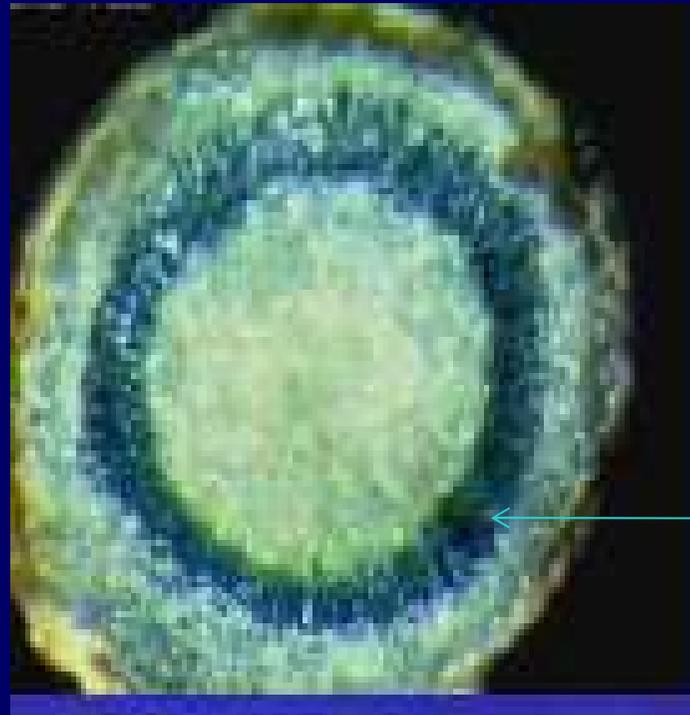
Exemple de symbioses : Nostoc - Cycas



Cycas sp



Genre Nostoc



Couche de
cellules
contenant les
Nostoc

Section dans une racine montrant les
cyanophycées

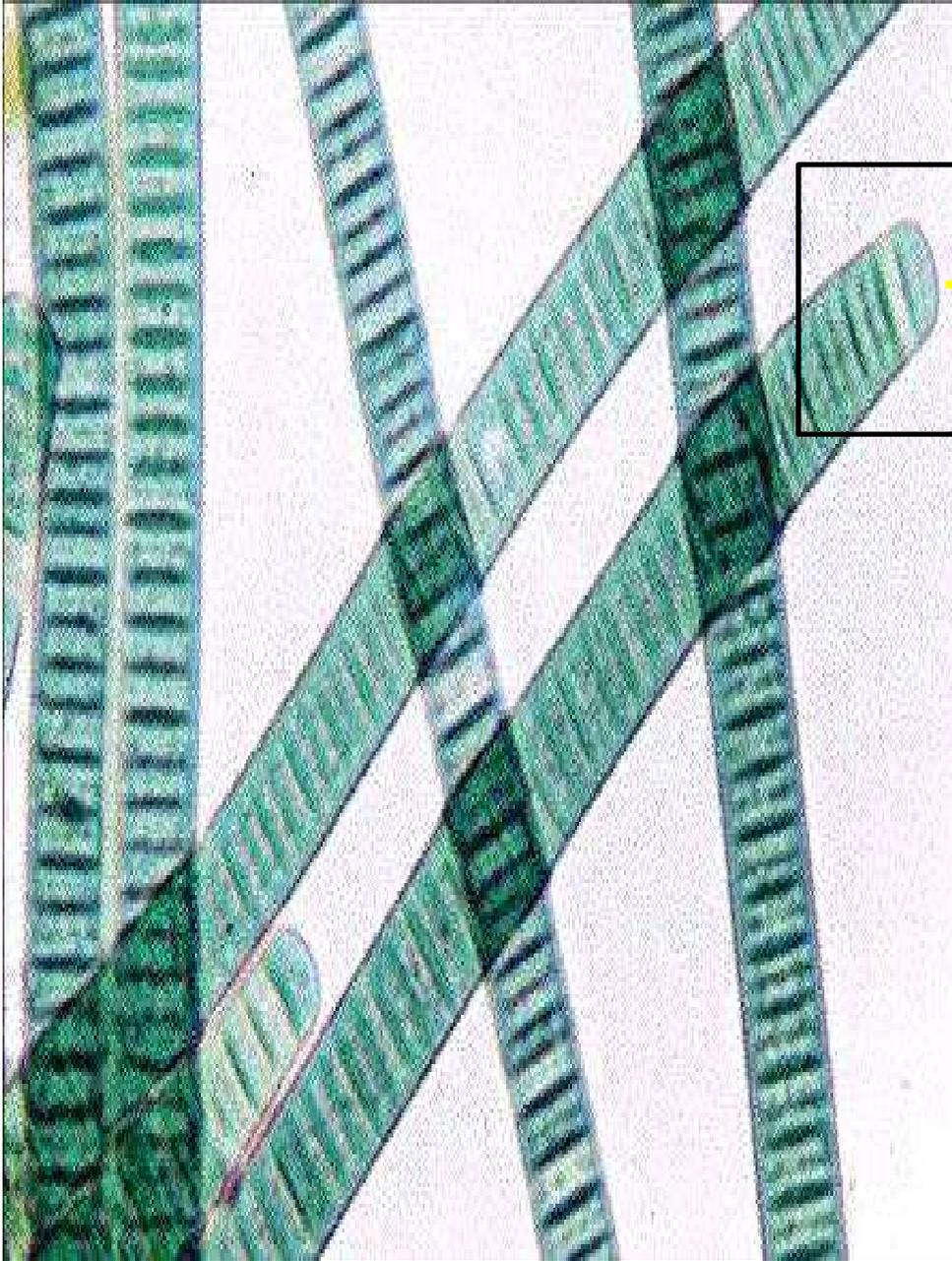


V- La Reproduction

- Les cyanophycées n'ont pas de reproduction sexuée.
- La reproduction asexuée se fait selon deux modes :

1- La fragmentation.

C'est une multiplication végétative. Le trichome se fragmente et donne naissance à des fragments de trichomes capables de donner de nouveaux individus.



Un nouvel individu

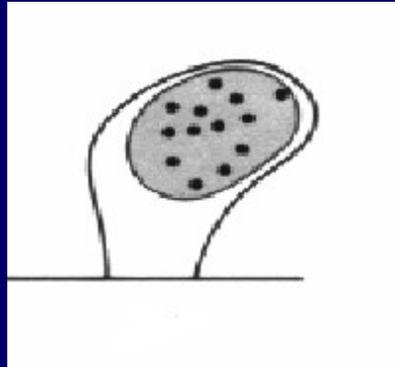
Oscillatoria

2- Sporulation (P9)

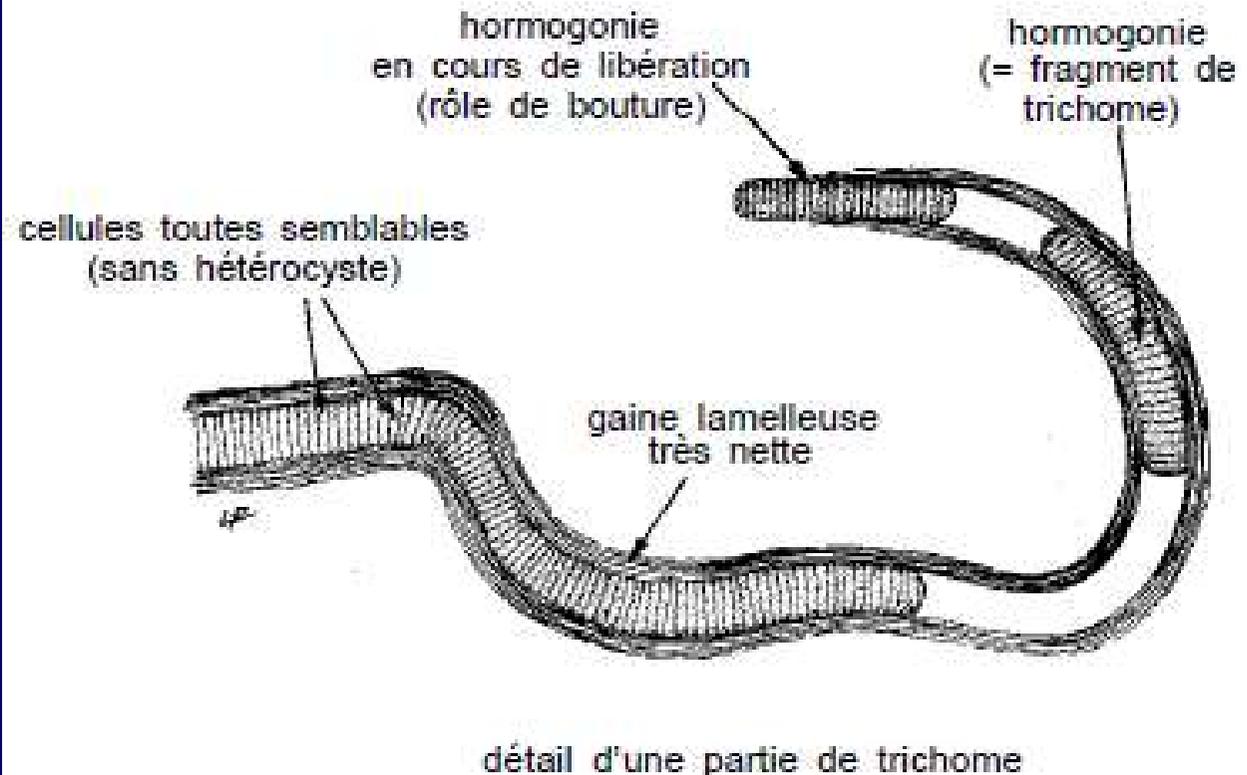
- Chez beaucoup de cyanophycées, quelques cellules du thalle se transforment en sacs (**sporocystes**) qui libèrent des **spores sans flagelles** capables de donner un nouvel individu.

Les spores peuvent être:

- **Unicellulaires**
(coccospore)



- **Pluricellulaires (hormogonies)**



Hormogonie



3. Par akinètes:

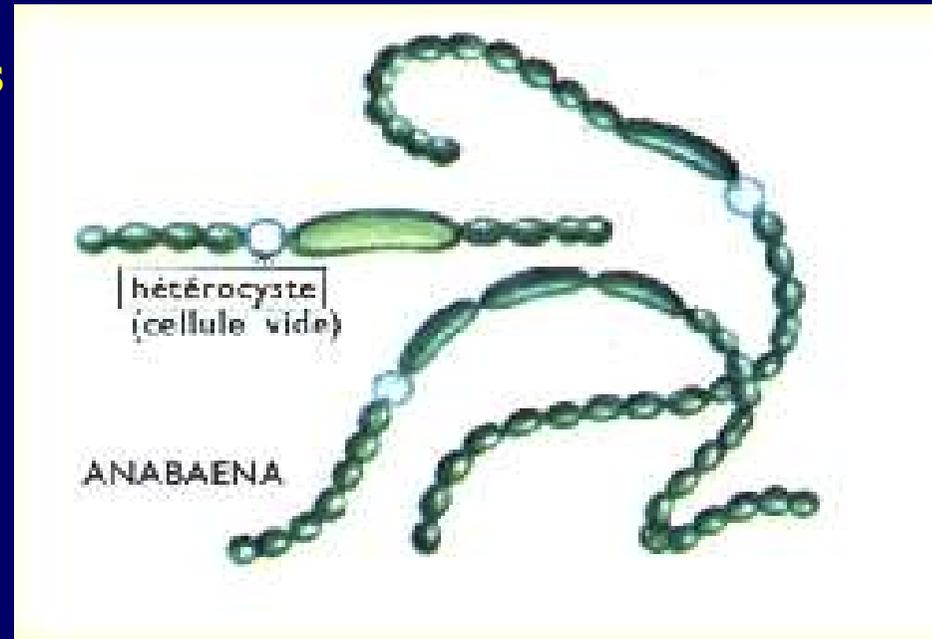
Sont des cellules de résistance et de reproduction asexuée . Elles peuvent vivre jusqu'à 64 ans et germent et donnent un nouvel individu.

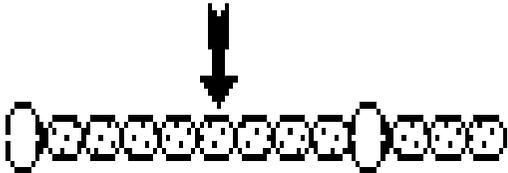
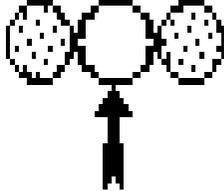
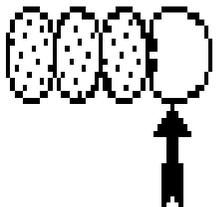
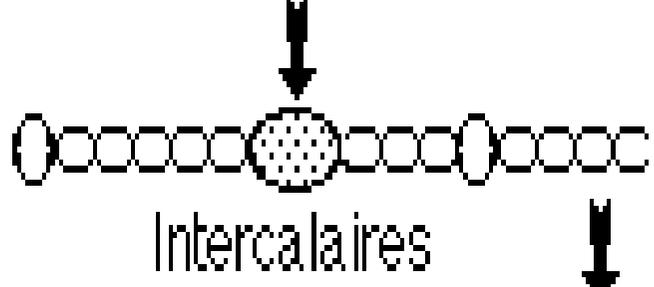
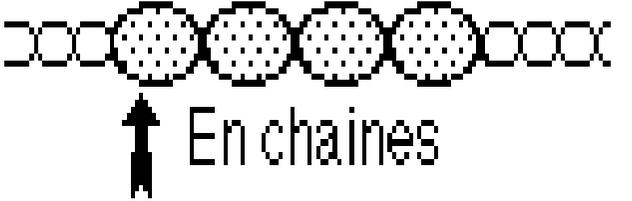
Akinètes

Hétérocystes



Cellules végétatives



Cellules végétatives	Hétérocystes	Spores ou Akinètes
Activité photosynthétique	Fixation de l'azote	Conservation Dissémination
	<p data-bbox="779 715 1003 906">  </p> <p data-bbox="1070 715 1339 906">Intercalaire bipolaire</p> <p data-bbox="779 1082 1003 1289">  </p> <p data-bbox="1070 1082 1339 1289">Terminal unipolaire</p>	<p data-bbox="1379 555 2033 842">  </p> <p data-bbox="1518 762 1809 842">Intercalaires</p> <p data-bbox="1379 874 2033 1034">  </p> <p data-bbox="1518 970 1787 1034">Terminales</p> <p data-bbox="1379 1066 1944 1145">  </p> <p data-bbox="1563 1177 1787 1241">En paires</p> <p data-bbox="1379 1257 2011 1458">  </p> <p data-bbox="1563 1369 1832 1433">En chaines</p>

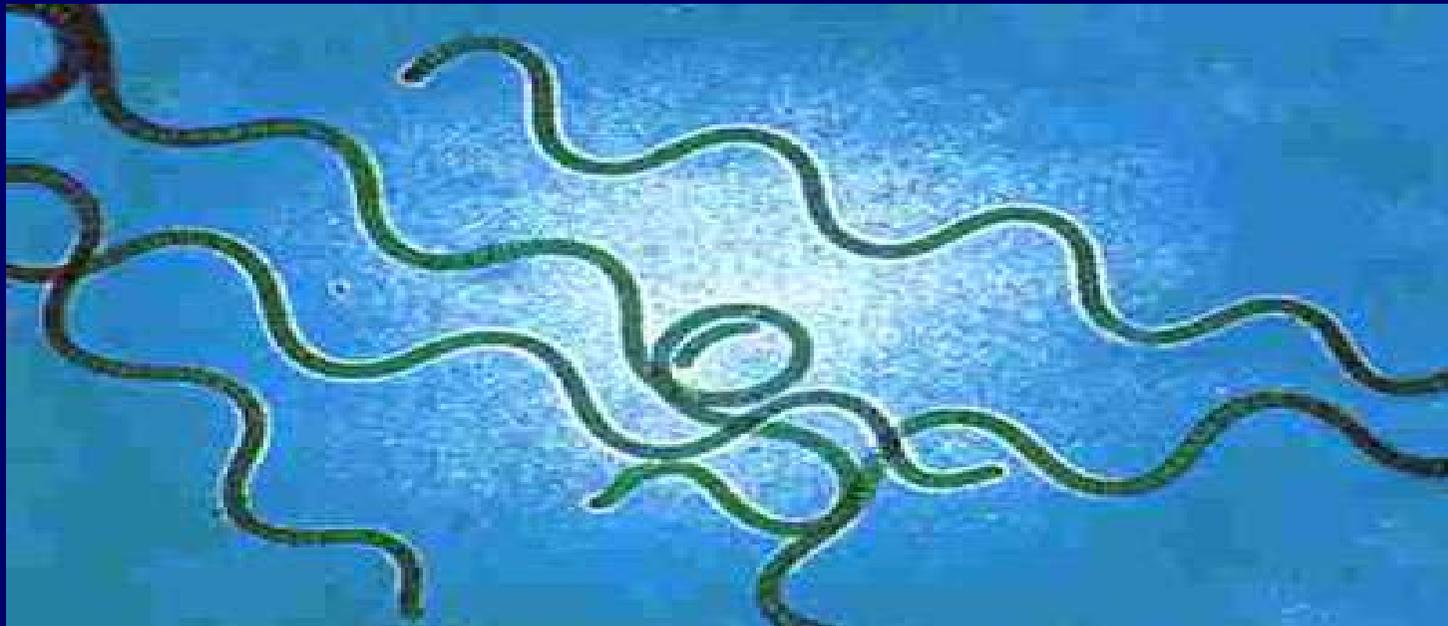
VI- Usage des cyanophycées

1- Source d'alimentation

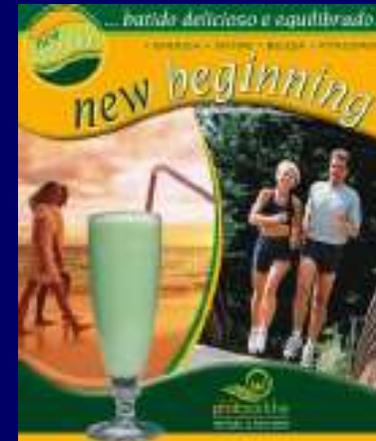
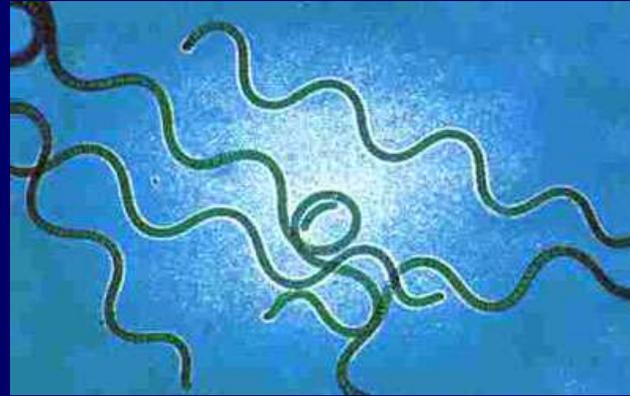
Des espèces de cyanophycées sont à l'origine d'un rendement exceptionnel en poissons (phytoplancton).

Certaines cyanophycées sont riches en **protéines** et sont utilisées dans l'alimentation et la malnutrition.

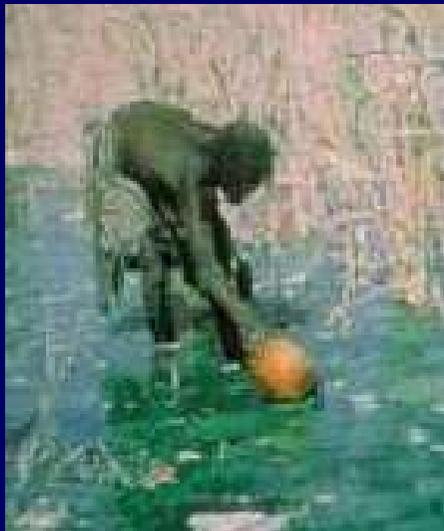
Exemple: ***Spirulina***
(consommée au Tchad et en Asie)



Spirulina



Spirulina



Au Tchad



En Asie

2- Source d'oxygène

Les cyanophycées libèrent l'oxygène dans l'atmosphère et sont utilisées pour **oxygéner de grands aquariums.**

3- Source d'azote et de protéines.

Fixatrices d'azote, les cyanophycées sont utilisées comme fertilisants en agriculture.

4- Source de Substances Bioactives

Elles sont utilisées dans l'Industrie Pharmaceutique comme calmants utilisés dans le cas du Sida par exemple.

VII- Toxicité et Ecotoxicité

A. Toxicité:

Certaines cyanophycées libèrent des **endotoxines** dangereuses pour l'Homme et les animaux.

-



Microcystis sp. (dommages au foie)



Anabaena spiroides (mort des chiens)



Mort des animaux suite à la consommation
d'eau polluée par les cyanotoxines

**Principaux genres reconnus pour la
production de toxines.
(P12)**

<u>Cyanophycées</u>	<u>cyanotoxines</u>
<i>Microcystis</i>	Microcystine
<i>Cylindrospermopsis</i>	Cylindrospermopsine
<i>Planktothrix</i>	Anatoxine-a
<i>Aphanizomenon</i>	Saxitoxine
<i>Anabaena</i>	Anatoxine et autres de toxines non encore identifiées
<i>Nodularia</i>	Nodularine
<i>Oscillatoria</i>	Neurotoxine

B. Eco toxicologie

1 Phénomène d'eutrophisation:

Les cyanophycées, à **températures élevées**, se développent massivement sur une eau à **faible débit** et polluée par **un excès d'azote** et **de phosphore** et forment des **fleurs d'eau** ou **blooms** de couleurs variées (rouge, bleu, vert, violet).



Les fleurs de l'eau apparaissent dans les barrages, les lacs et les rivières à faible débit.





Conséquences de l'eutrophisation:

Diminution de:

- La pénétration de la lumière dans l'eau.
- Des échanges gazeux entre l'atmosphère et l'eau.
- Du taux d'oxygène conduisant à une **asphyxie** des animaux aquatiques.

Facteurs favorisant les fleurs d'eau

Températures élevées.

Eau à faible débit .

Excès d'azote et de phosphore.

VIII. Prévenir les effets nocifs des cyanophycées

L'eutrophisation dans un barrage par exemple peut avoir des effets négatifs sur la production d'eau potable. Pour minimiser ces effet il faudrait:

- **Surveiller leur développement dans l'eau (été et automne).**
- **Choisir un niveau profond de la prise d'eau des barrages utilisée pour l'eau potable.**
- **Introduction de poissons qui les mangent (Lutte biologique).**
- **Lutter contre la pollution de l'eau (Traitement des eaux usées, utilisation modérée des fertilisants agricoles)**

CHAPITRE II: LES ALGUES EUCARYOTES

Présentation



ULVA LACTUCA



Copyright © www.manger-la-mer.org février 2007

VALONIA



ENTEROMORPHE



CODIUM



ALGUES VERTES

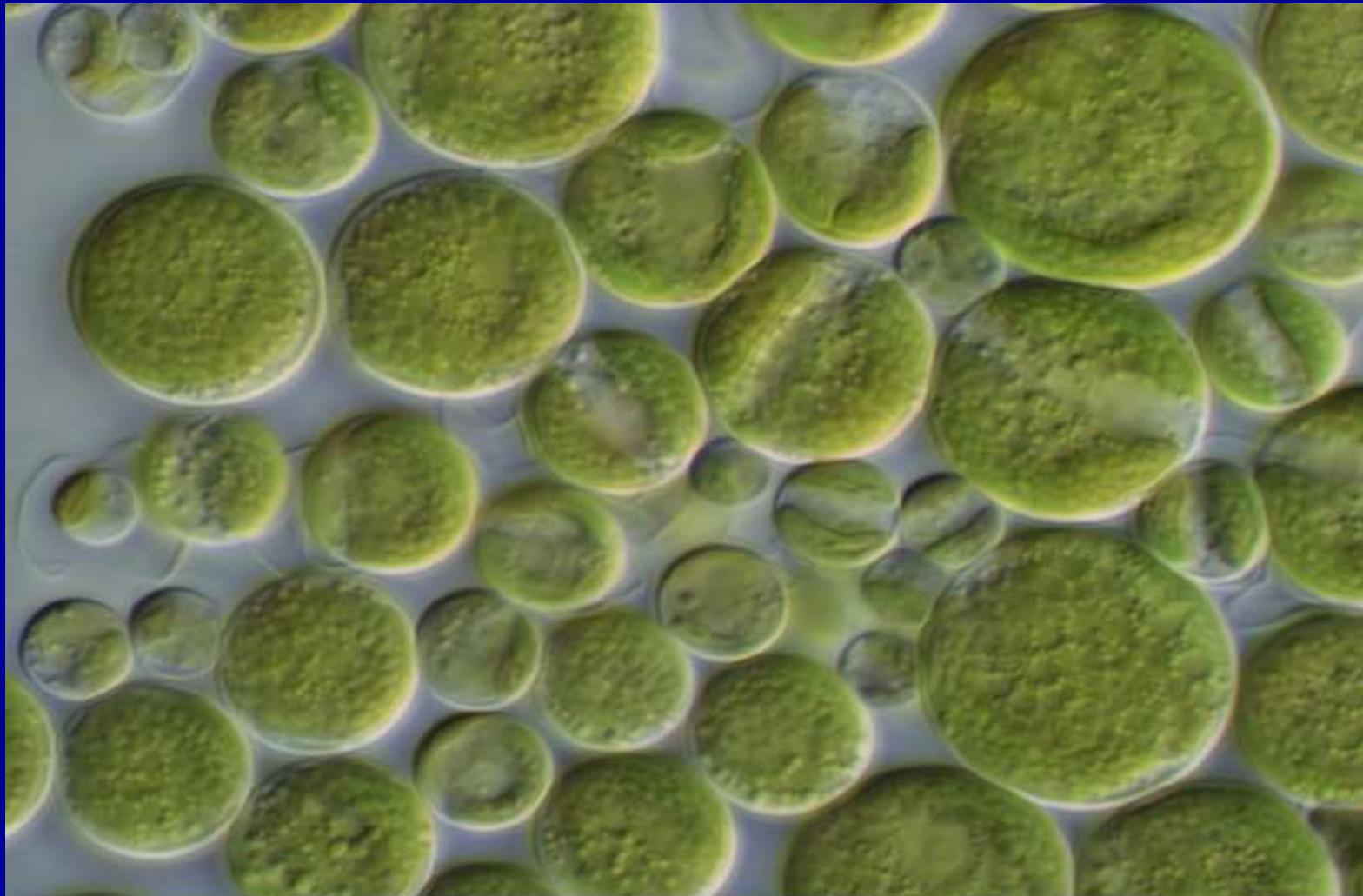


Les algues filamenteuses

copyright Bernard SOULARD (D'daf 56, Mise 56)



CHLORELLA



NIES-629 *Chlorella protothecoides*

10 μm



PADINA PAVONIA



Gelidium(AR)



I. Généralités

Les algues vraies sont des végétaux:

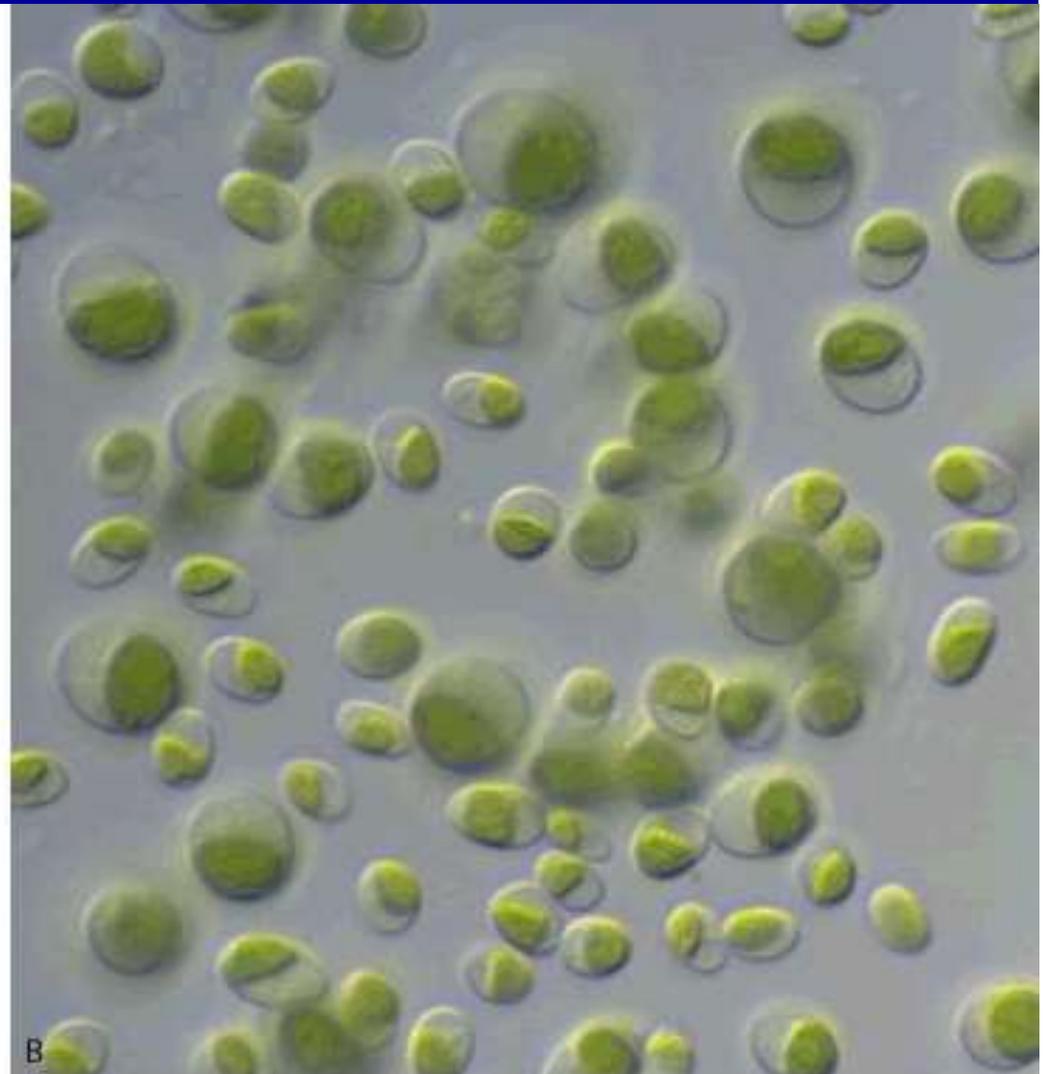
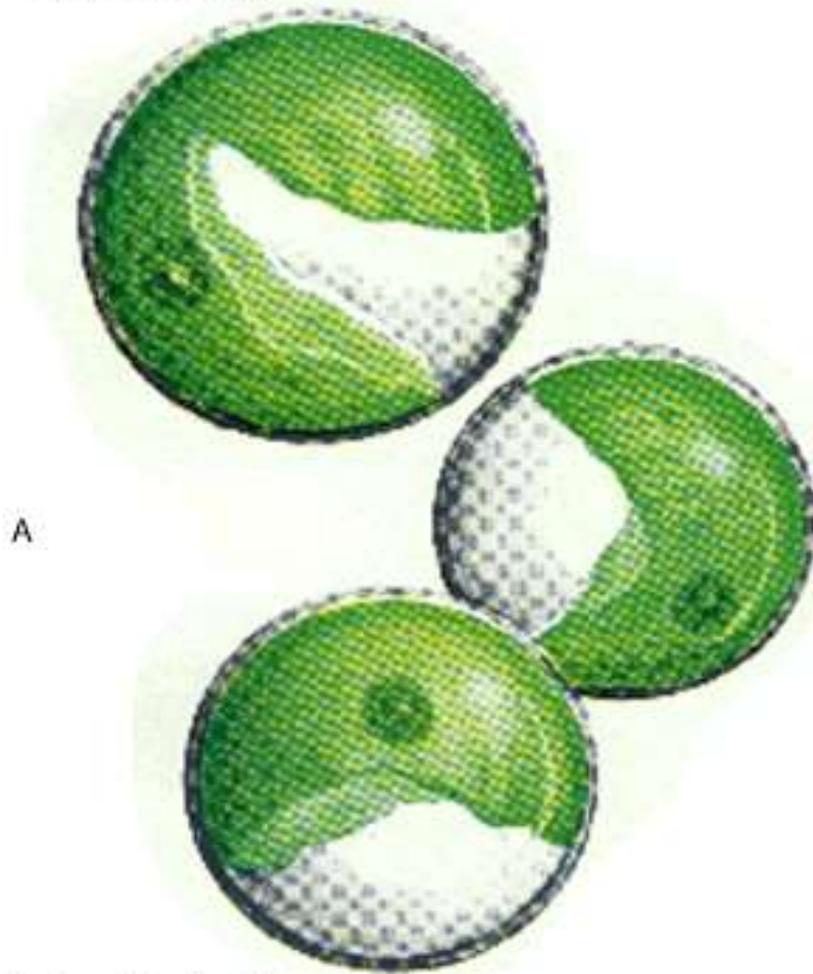
- **Chlorophylliens eucaryotes**
- **Photosynthétiques (autotrophes).**
- **Leurs habitats sont variés et nécessitent de l'eau.**
- **Unicellulaires ou pluricellulaires**

1. 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**

CHLORELLA

Chlorella



A after Mervin Palmer (1962)

B © National Institute for Environmental Studies, see <http://www.nies.go.jp/biology/mcc/home.htm>

CHLORELLA



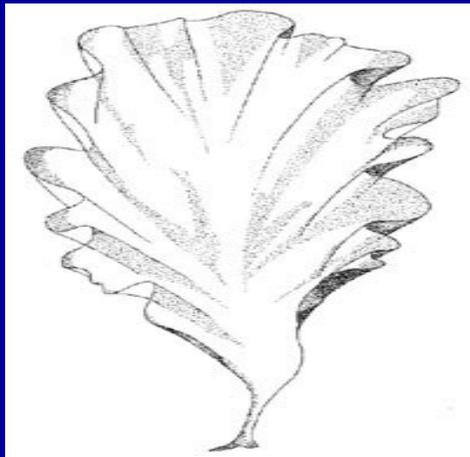
LES LAMINAIRES





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*)

3. Reproduction

Chez Les algues vraies: Deux modes de reproduction:

- Asexuée par des spores qui se forment dans des sporocystes ou par d'autres organes.**
- Sexuée par des gamètes qui se forment dans des gamétocystes.**

Chez les cormophytes: les spores se forment dans des **sporanges** et les gamètes dans des **gamétanges**.

Les algues sont des **Cryptogames** (absence de fleurs et de graines).

Définition des algues :

Les Algues sont des végétaux inférieurs (**thallophytes**) **Eucaryotes, chlorophylliens** dont les spores se forment dans des **sporocystes**, et les gamètes dans des **gamétocytes**.

II. Caractères morphologiques des algues

A. Organisation du thalle

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.**

1. Les archéthalles

Ils sont formés d'une cellule unique ou de plusieurs cellules toutes semblables et ayant les mêmes fonctions.

On distingue :

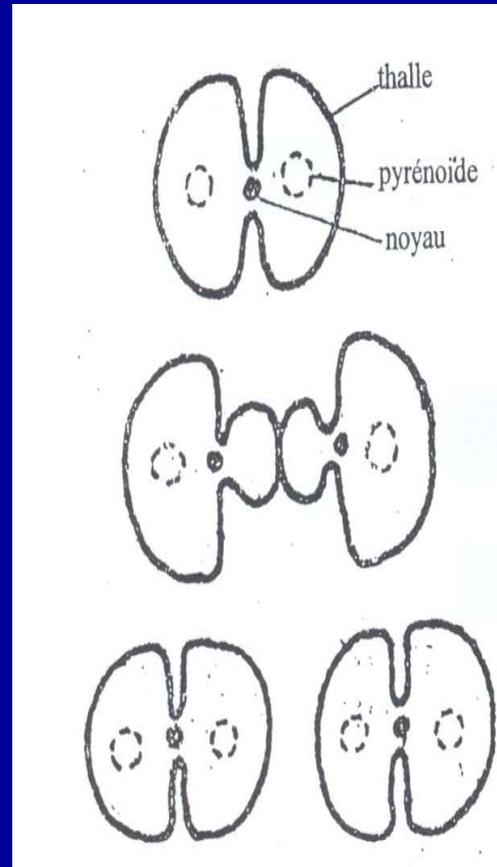
1.1. Les archéthalles unicellulaires

- L'archéthalle dissocié**

Les cellules se séparent après leur division et deviennent autonomes et indépendants.

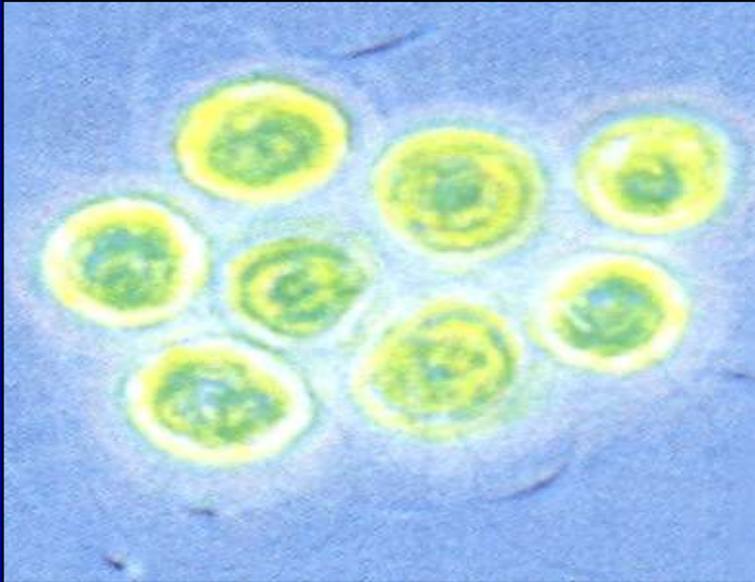


Microsteria

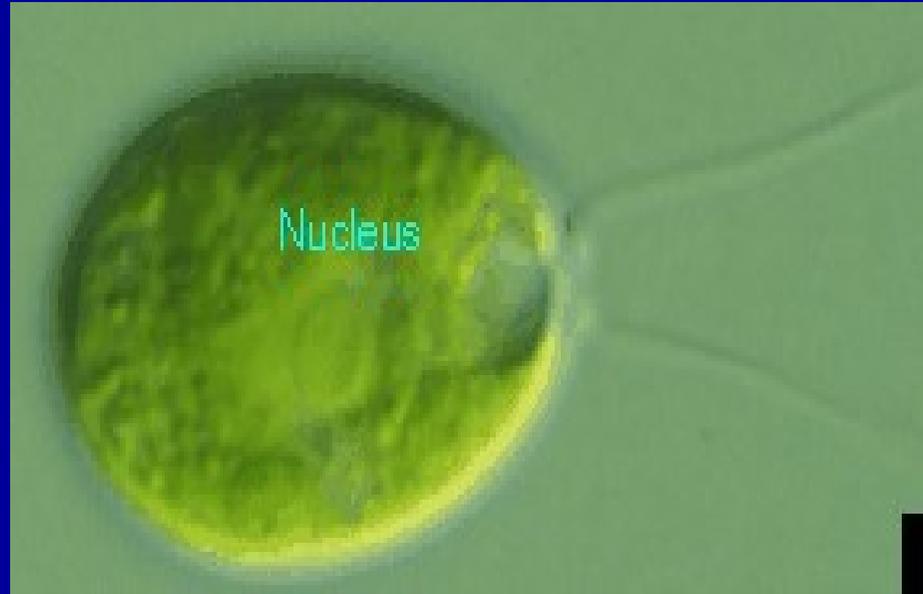


Division des noyaux

Deux cellules libres



Thalle coccoïde (*Chlorococcum*)



Thalle monadoïde (*Chlamydomonas*)

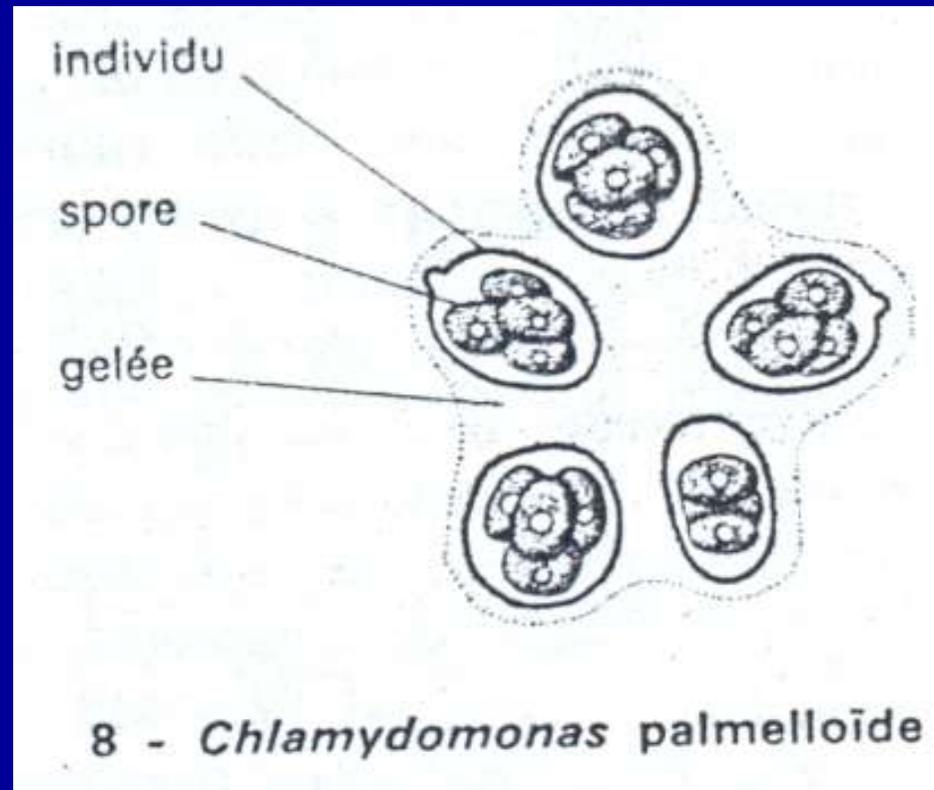
-**Si** les cellules sont **immobiles**, l'archéthalle est dit **coccoïde**.

-**Si** les cellules sont **mobiles** (flagelles), l'archéthalle est dit **monadoïde**

L'archéthalle colonial ou cénobial

Après la division cellulaire, les cellules restent réunies dans **un mucilage** en colonie.

Si la colonie est formée par un nombre variable de cellules et n'a **pas de forme bien définie**, l'archéthalle est dit **palmelloïde**



Chlamydomonas palmelloïde

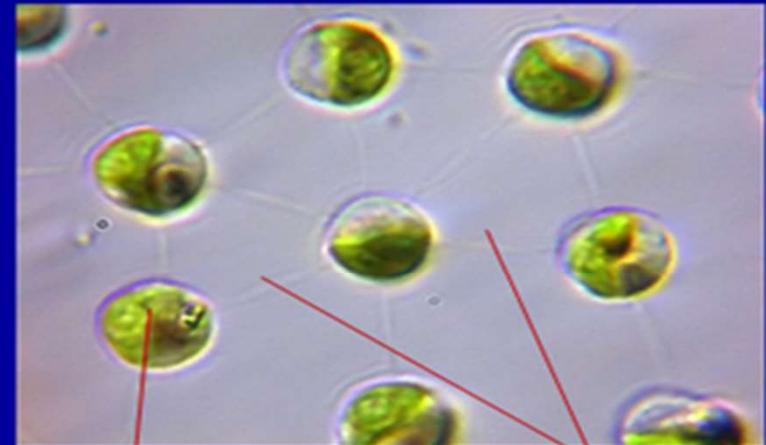
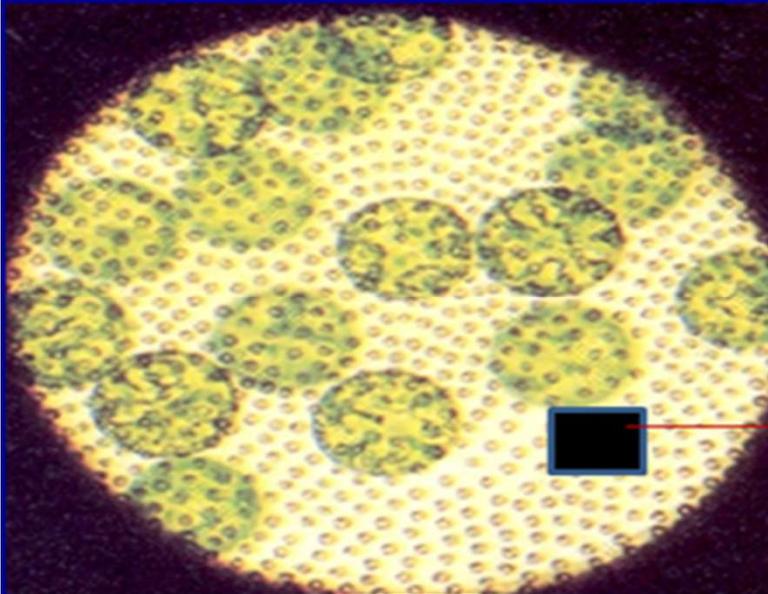
Si la colonie est formée par un nombre **fixe** de cellules et de **morphologie invariable**, on parle de **cénobe** (Archéthalle cénobial) qui peut être **coccoïde** comme *Scenedesmus*,



Scenedesmus,
Cénobe coccoïde à huit cellules

Ou monadoïde comme : **le *Volvox***:

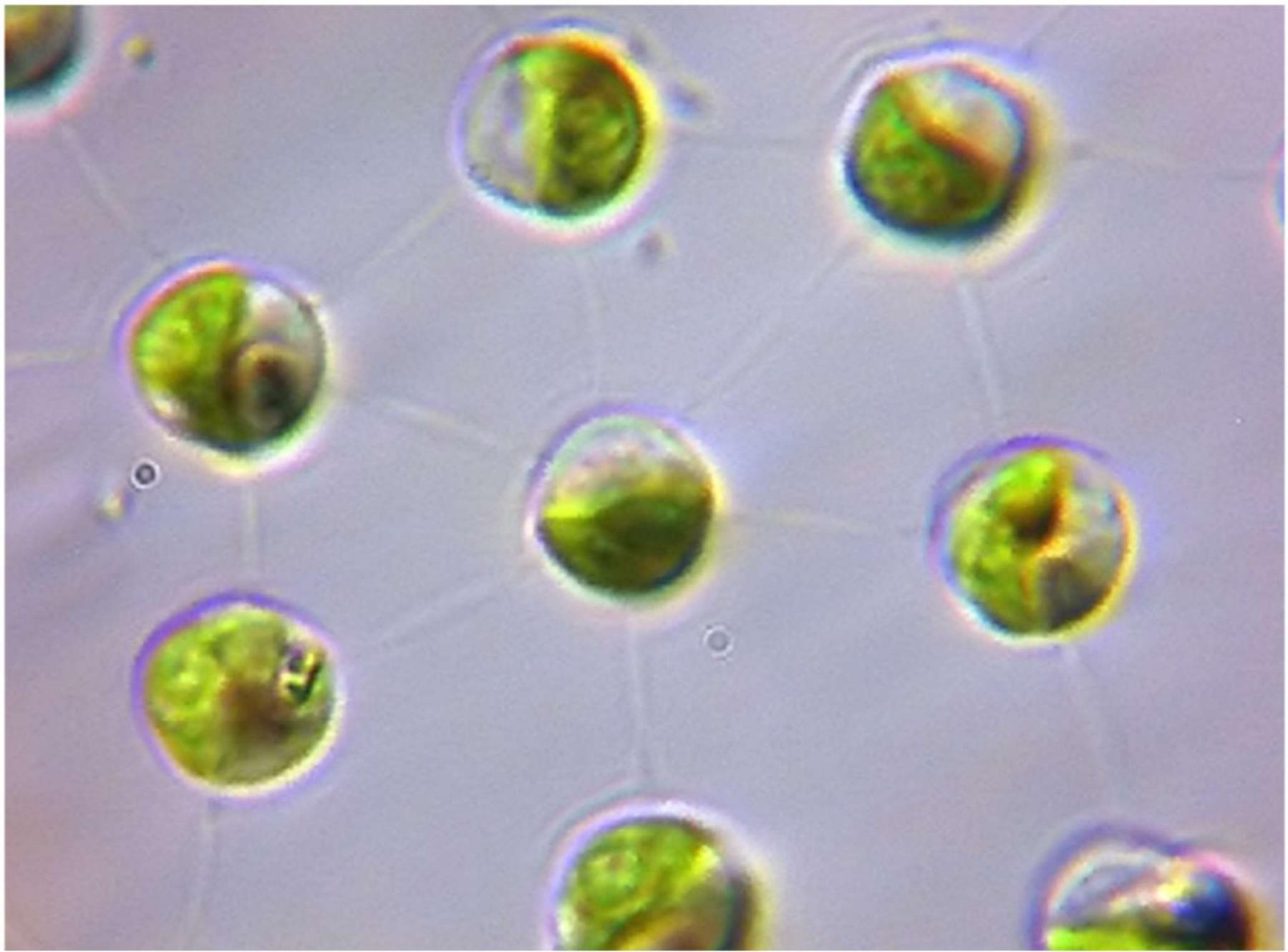
Algue verte cénobiale sous forme d'une sphère vide de 5mm de diamètre formée à la périphérie de 3000 à 50000 cellules mobiles reliées par des ponts cytoplasmiques.



Cellule de *Volvox*

Ponts cytoplasmiques

Un cénobe de *Volvox*

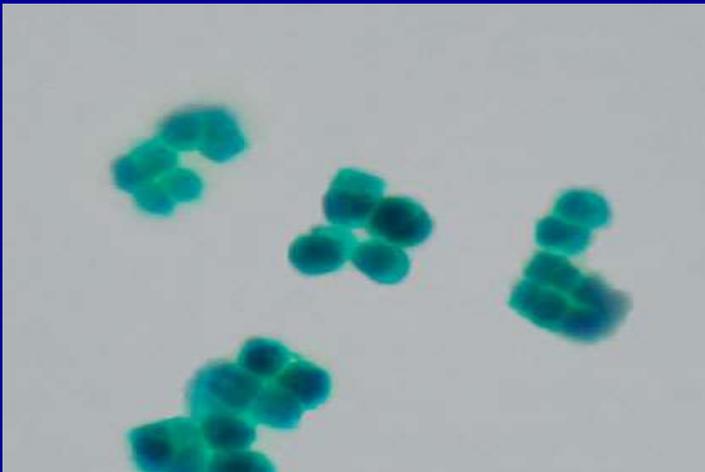


Rq: Les types coloniaux évoquent le passage de l'état unicellulaire à l'état pluricellulaire.

1.2. Les archéthalles pluricellulaires

Les cellules sont toutes semblables et ne se séparent pas après division. Ils sont :

- **En massif** : formé d'un amas de cellules. Ex : *Pleurococcus*
OU
- **En filaments** flottants . Ex : *Spirogyre*



Pleurococcus

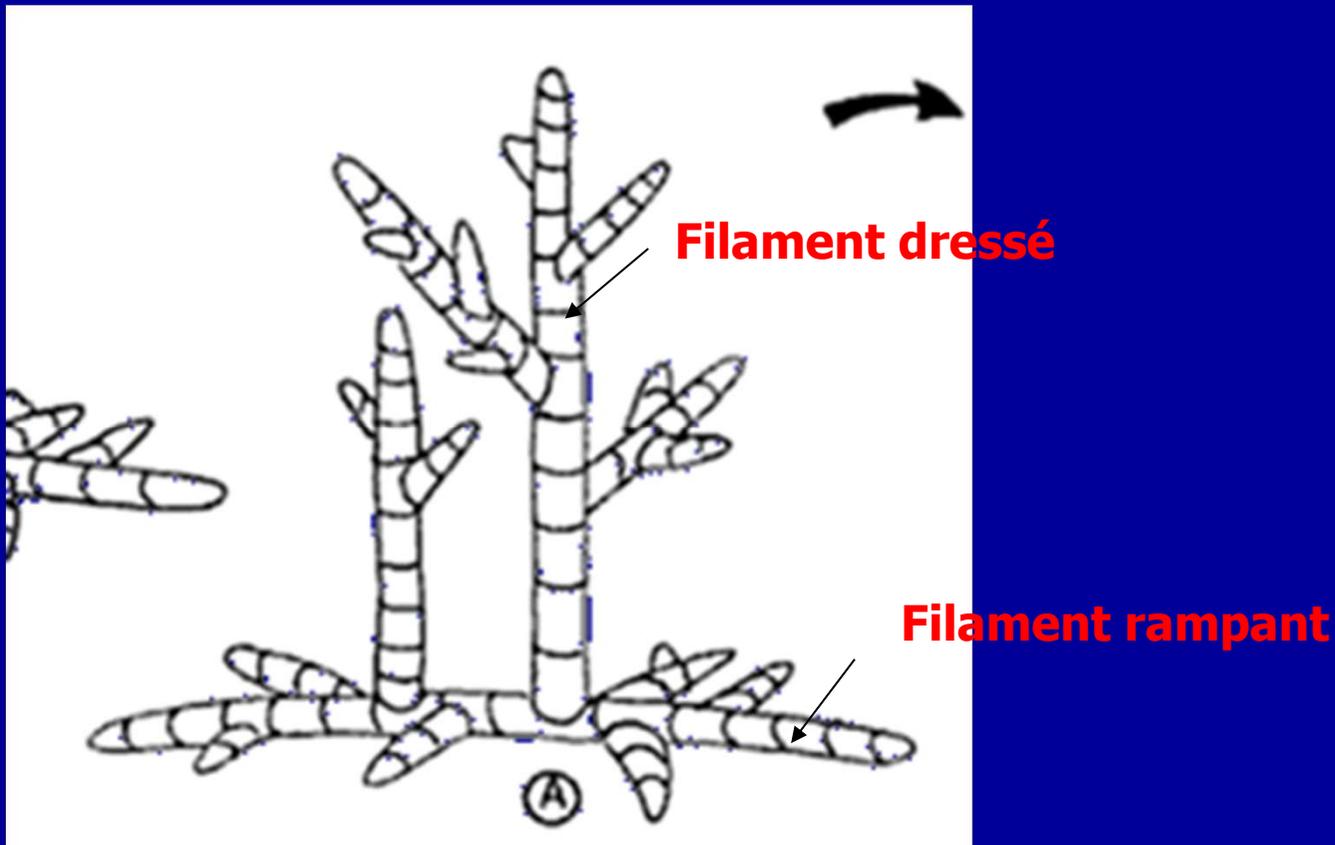


Filament de *Spirogyre*

2. Les nématothalles ou protothalles (Evolution moyenne)

Ils sont constitués de deux types de filaments à croissance illimitée:

- * Filaments rampants (horizontaux, prostrés)
- * Filaments dressés (verticaux ou érectés)

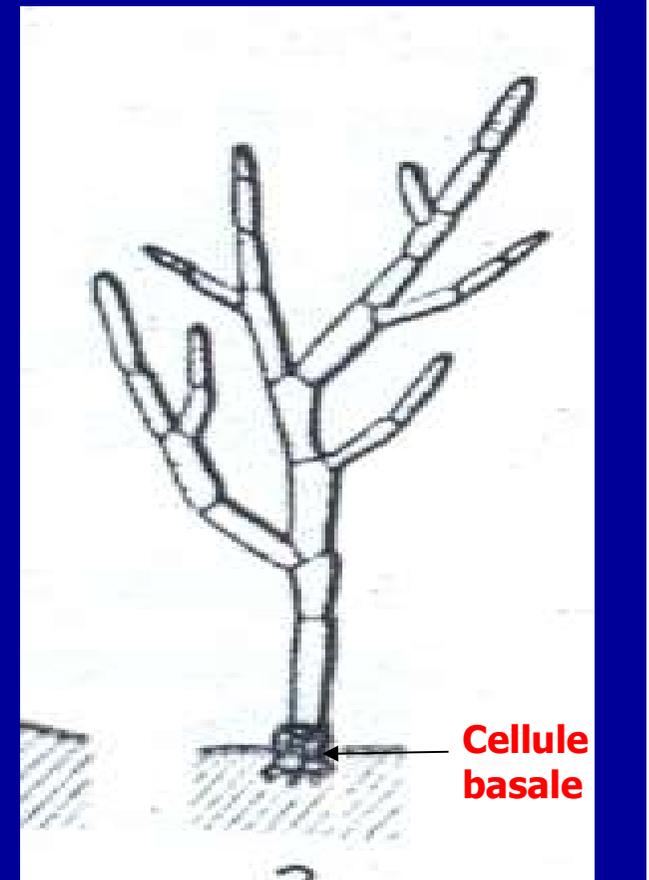
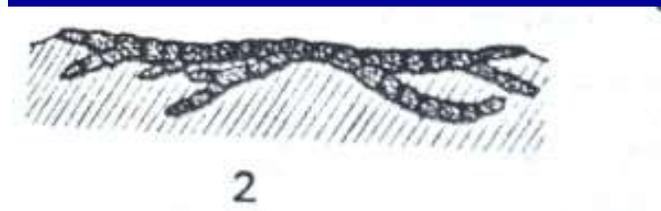
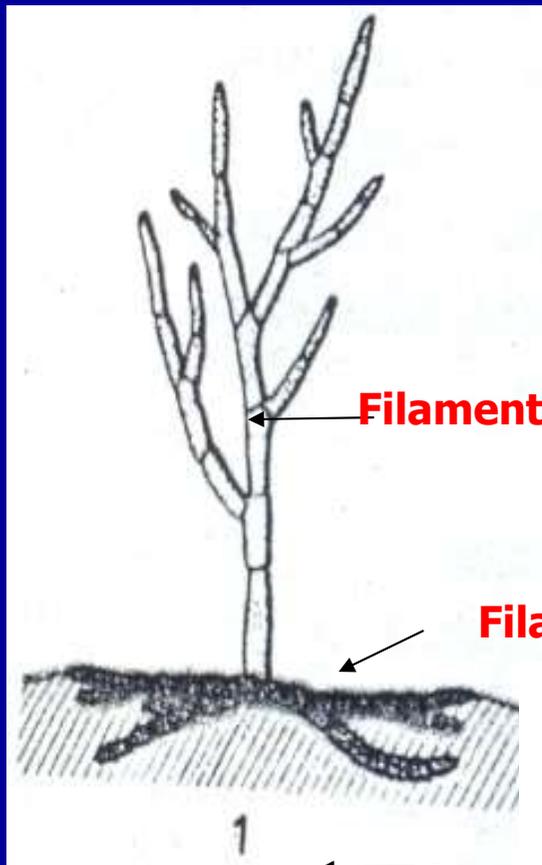


Ils peuvent être:

Hétérotriches (complets) (1) (Les 2 types de filaments)

Prostrés (2) (Filaments rampants seulement)

Dressés (3) (filaments dressés seulement)



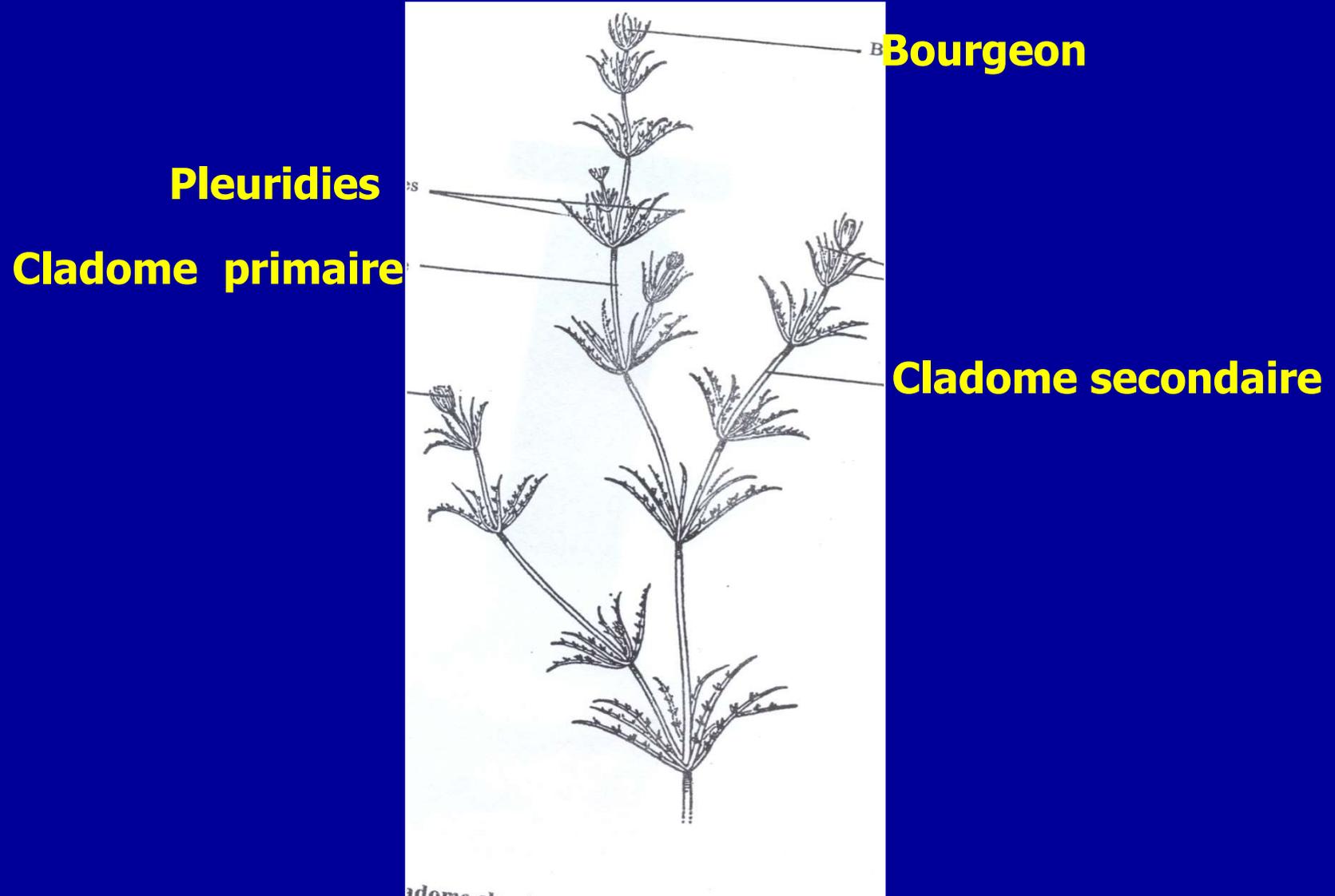
3. Les thalles cladomiens (les plus évolués):

(Thalle à cladome)

le cladome principal est formé de:

- Un axe principal (primaire) à croissance illimitée.
- Des ramifications à croissance limitée (**pleuridies**).

un cladome secondaire ayant la même constitution que le cladome principal peut se former sur les pleuridies.

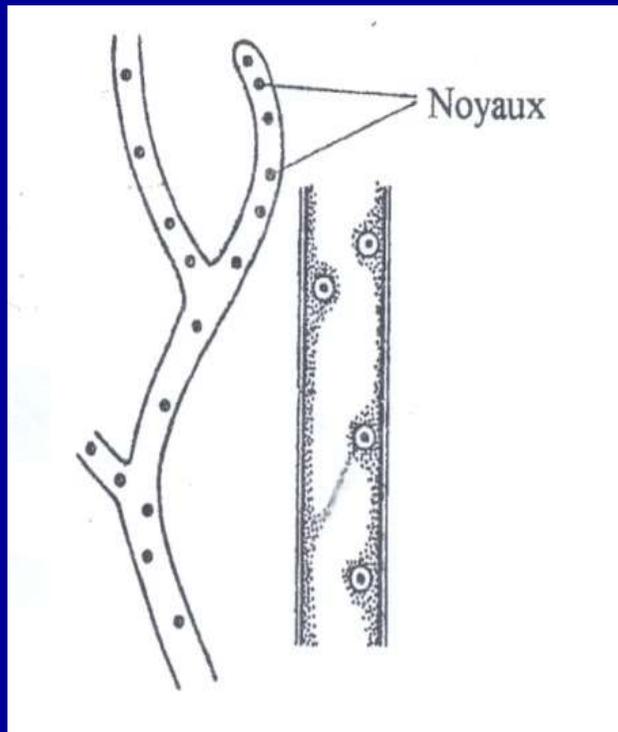


***Chara vulgaris* (algue verte)**

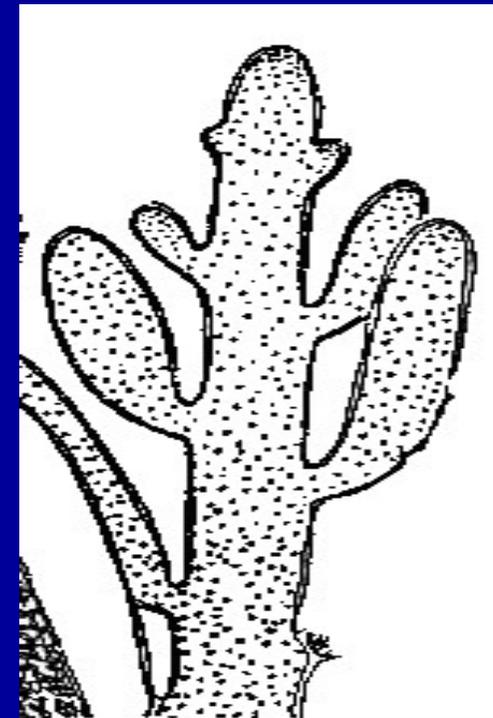
B. Structure des thalles

1. Structure coenocytique ou siphonnée:

Absence totale de cloisons cellulaires avec plusieurs noyaux dans le cytoplasme.



Filament siphonné



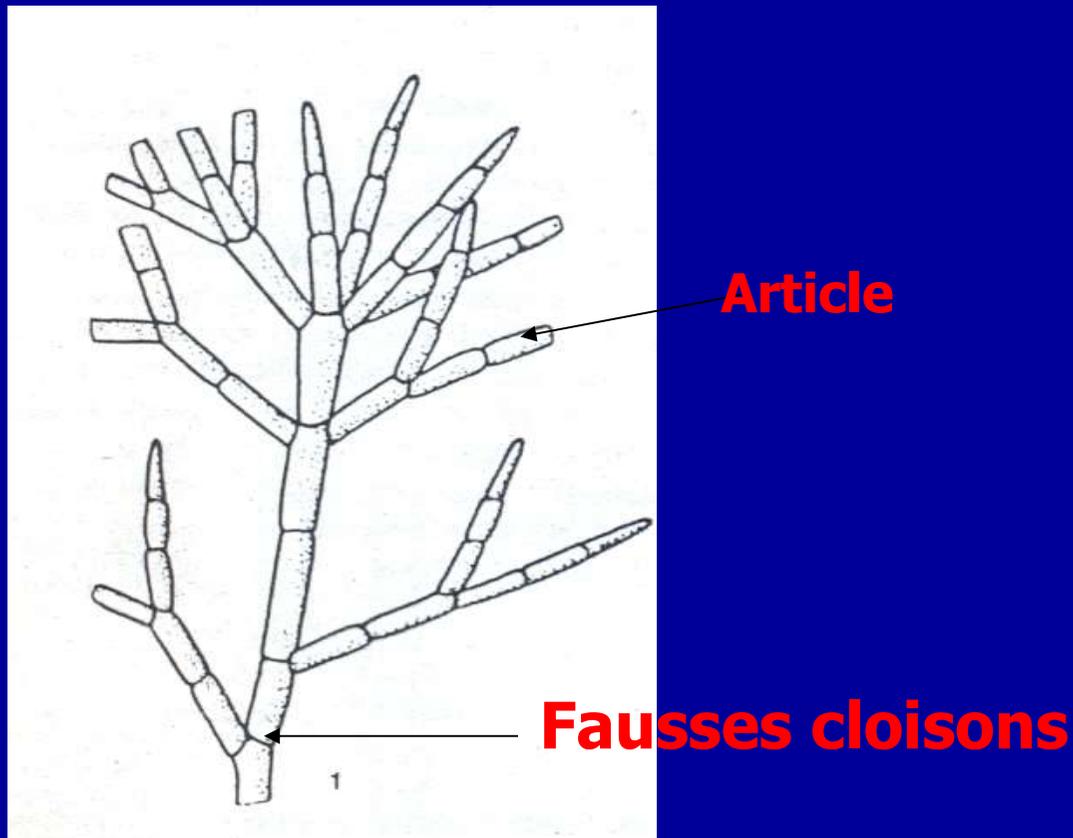
Thalle siphonné de *Bryopsis*

BRYOPSIS PLUMOSA



2. Structure hémi-siphonnée

Les filaments sont constitués d'articles plurinucl s séparés par de fausses cloisons.

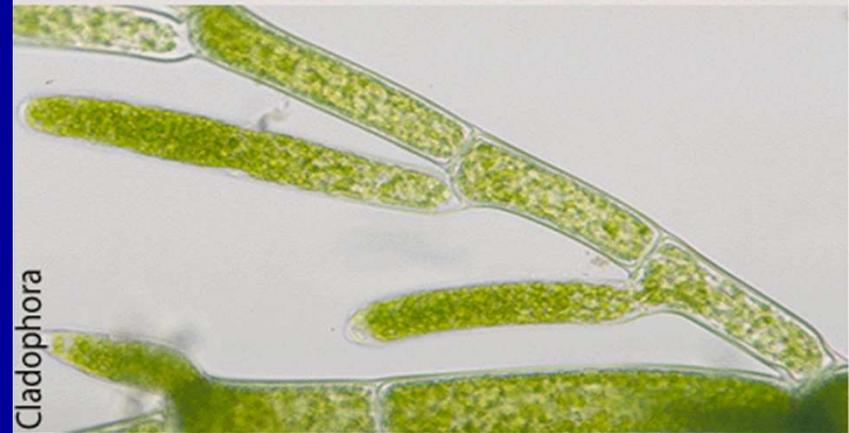
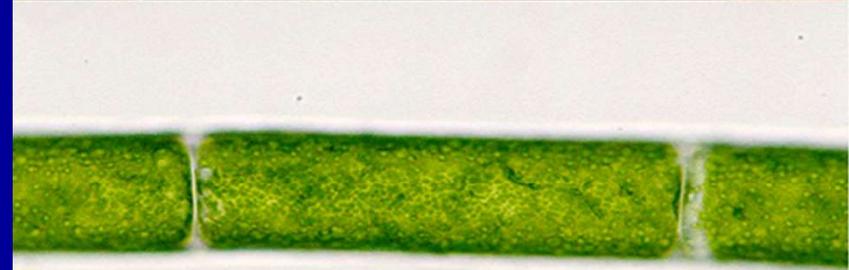


Cladophora (algue verte)

CLADOPHORA



CLADOPHORA



Cladophora

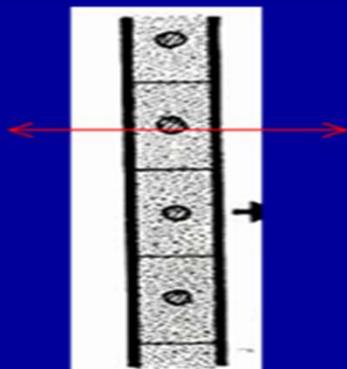
All after Entwistle et al. (1997)

3. Structure cellulaire cloisonnée.

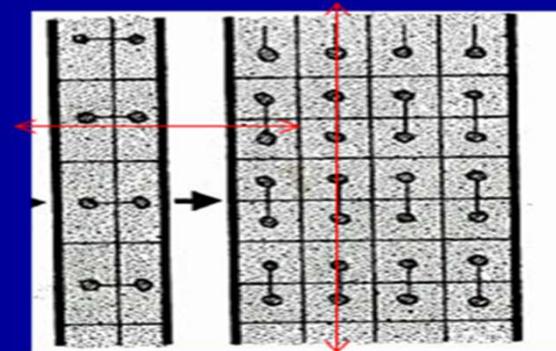
Présence de cloisons cellulaires. On distingue:

* **Thalles filamenteux qui peuvent être:**

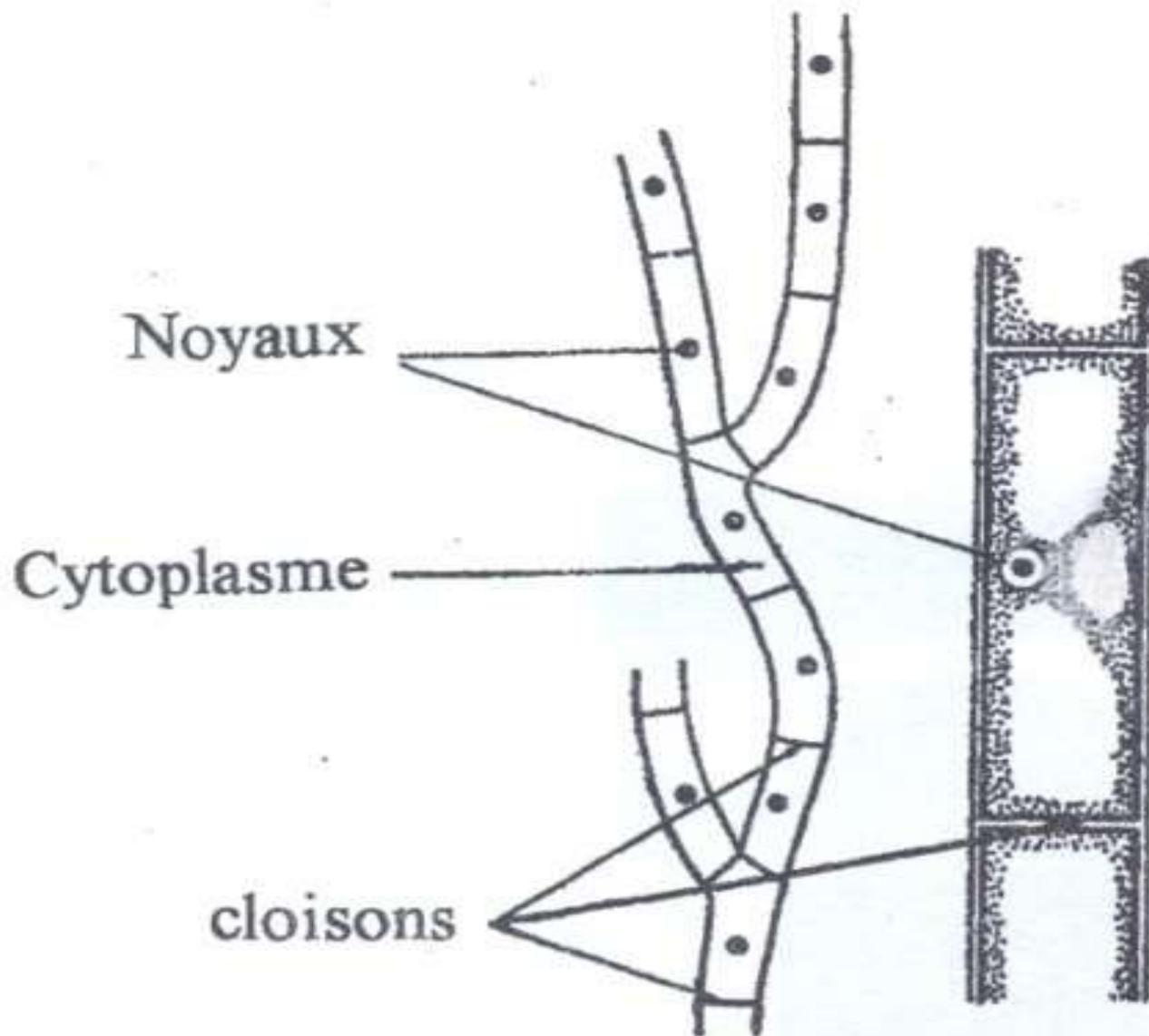
- **Haplostiques** formés d'une seule rangée de cellules qui se divisent transversalement.
- **Polystiques** formés de plusieurs rangées de cellules qui se divisent transversalement et longitudinalement



Filament haplostique



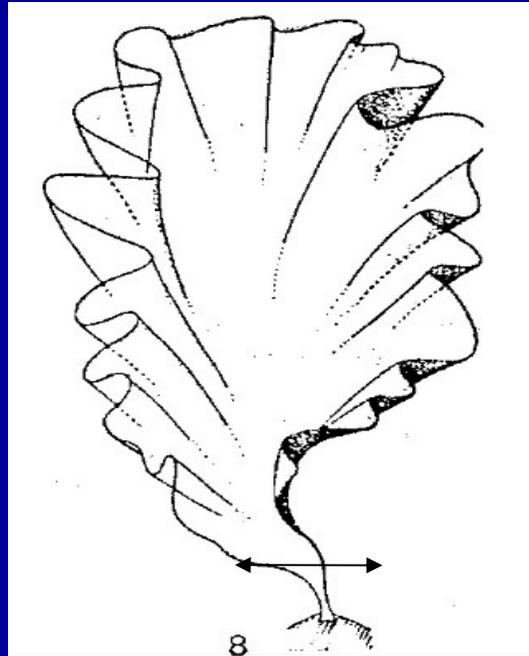
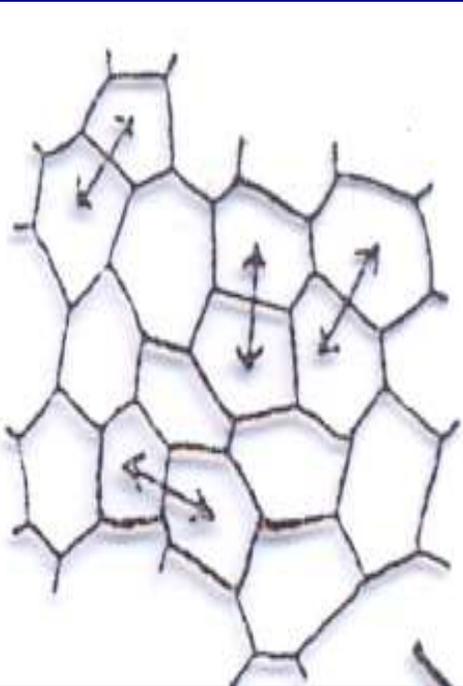
Filament polystique



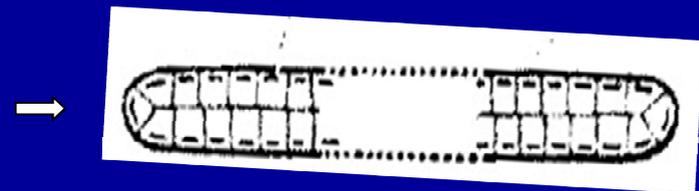
**Filaments cloisonnés
(Hyphes)**

* Thalles foliacés (Lames).

Ces thalles sont formés par des cellules qui se divisent dans tous les sens.



Thalle foliacé d'*Ulva lactuca*



Double assise cellulaire

ULVA LACTUCA



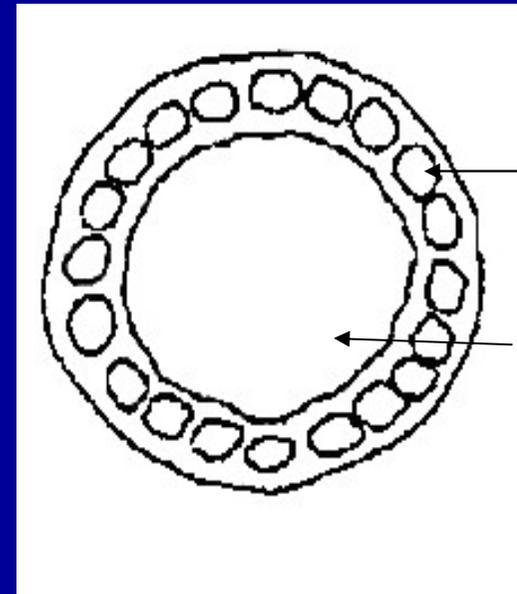
Copyright © www.manger-la-mer.org février 2007



Dessleria (algue rouge)

*** Thalles en tube.**

Thalle sous forme d'un tube.



Cellule

Creux

***Enteromorpha* (algue verte)**

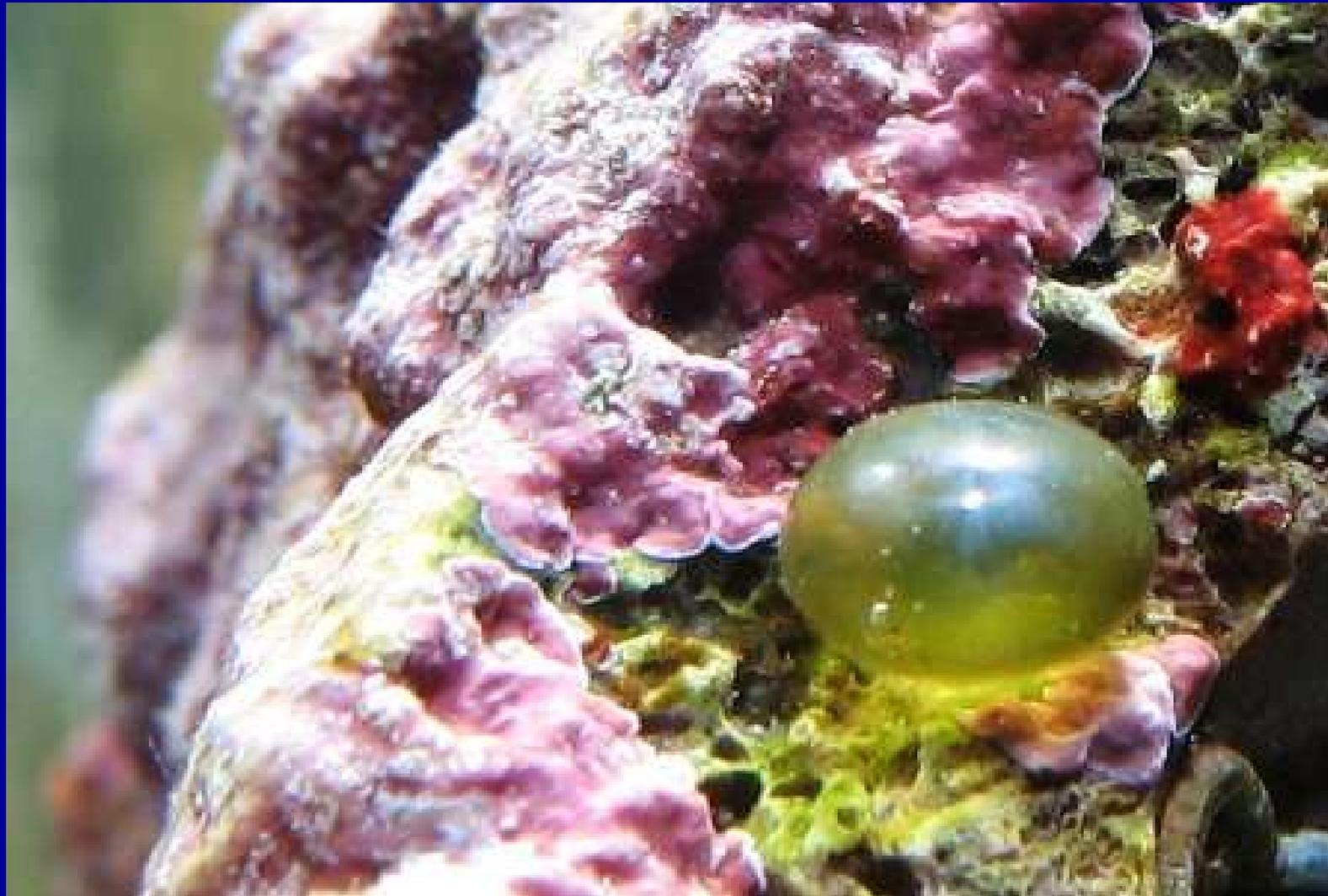
ENTEROMORPHE



*** Thalles en vésicule.**

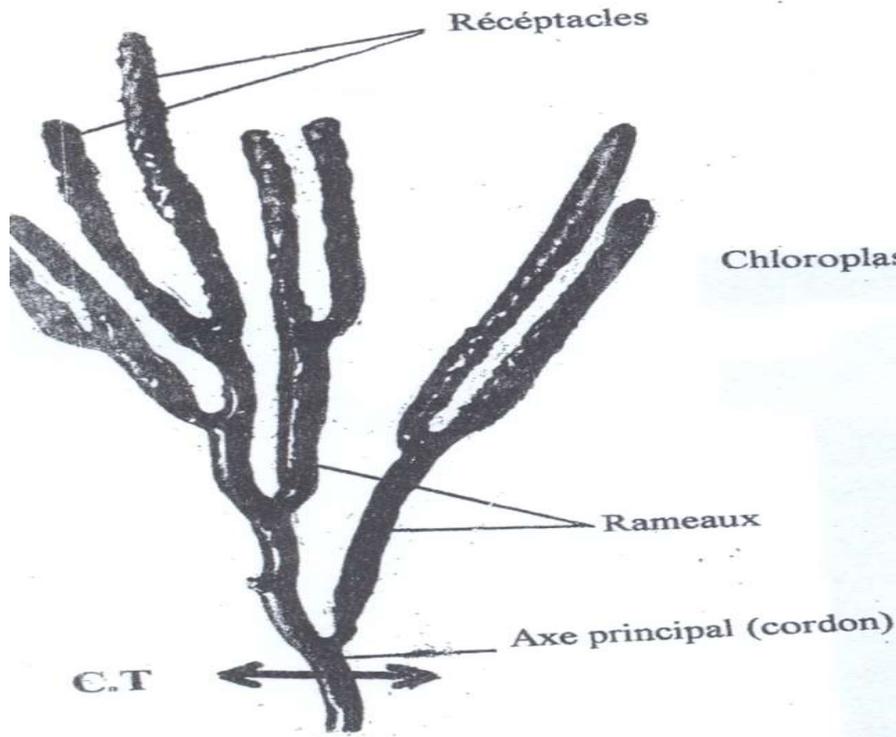
Les thalles Siphonnés peuvent être renflés en vésicules.

(Ex : Valonia)

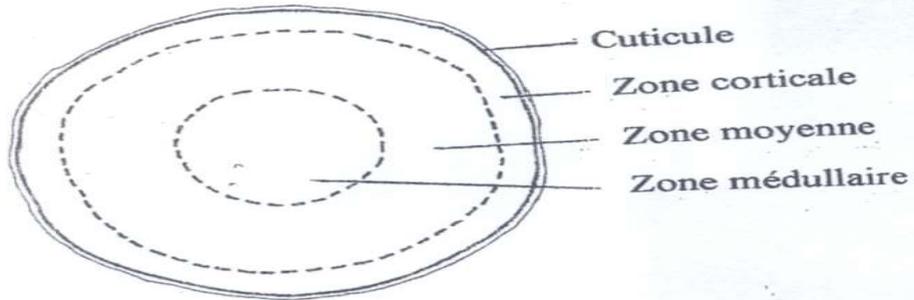


Structure tissulaire (BIFURCARIA)

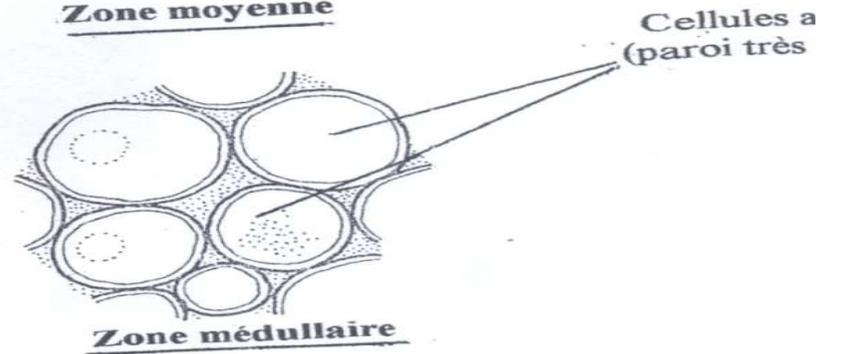
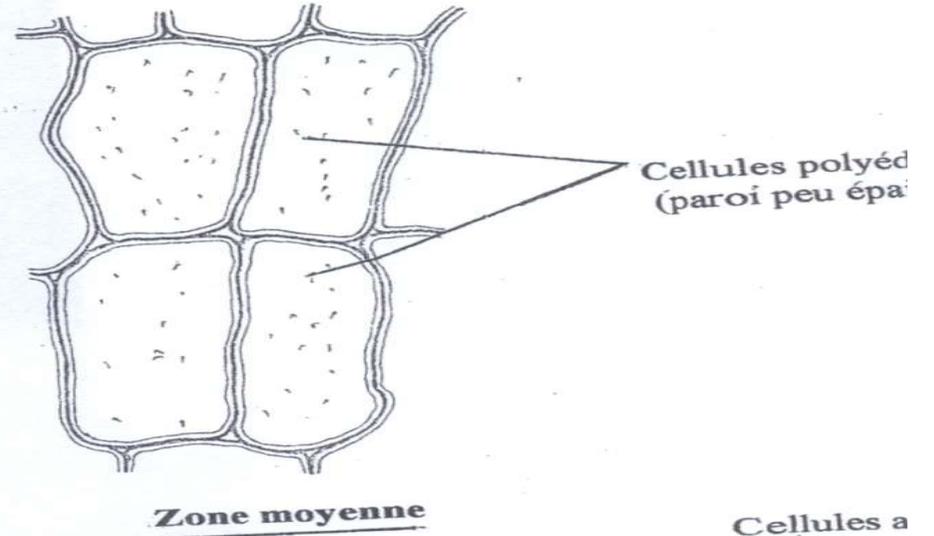
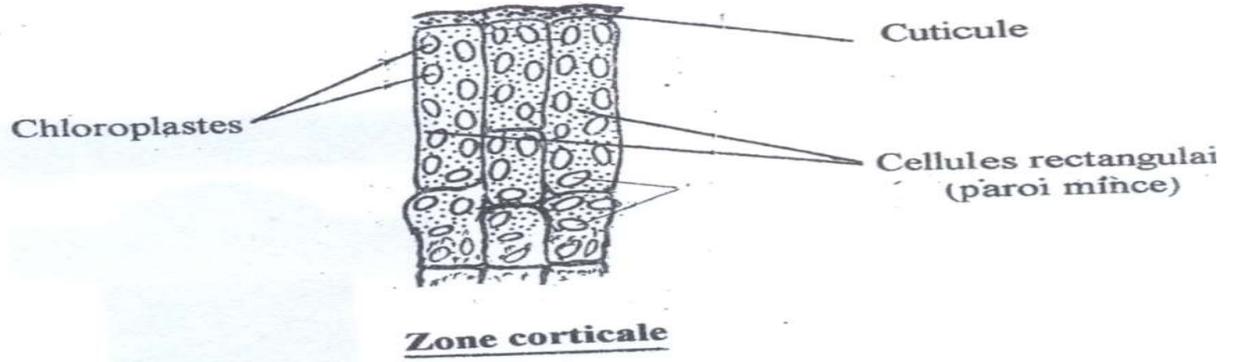




Thalle de *Bifurcaria tuberculata* (A.B)



Coupe transversale dans l'appareil végétatif



C. Modes de croissance chez les algues

1. La croissance diffuse

Toutes les cellules du thalle sont capables de se diviser par bipartition.

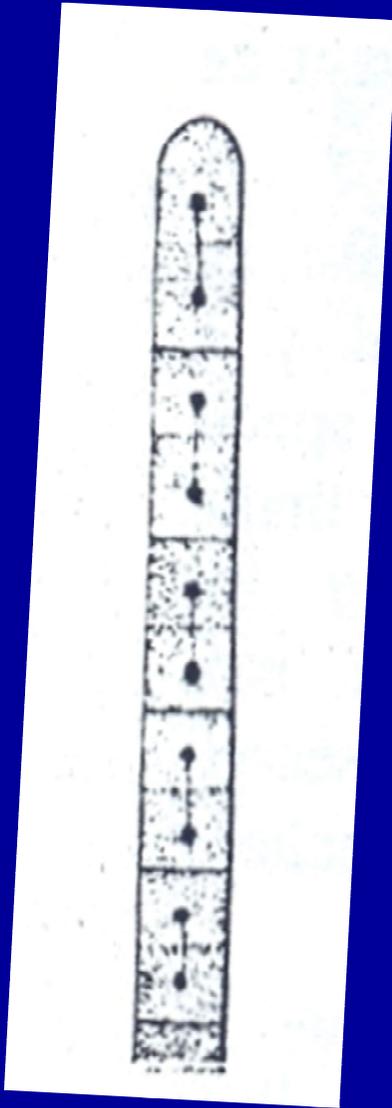
2. La croissance localisée

Quelques cellules seulement du thalle peuvent se diviser.

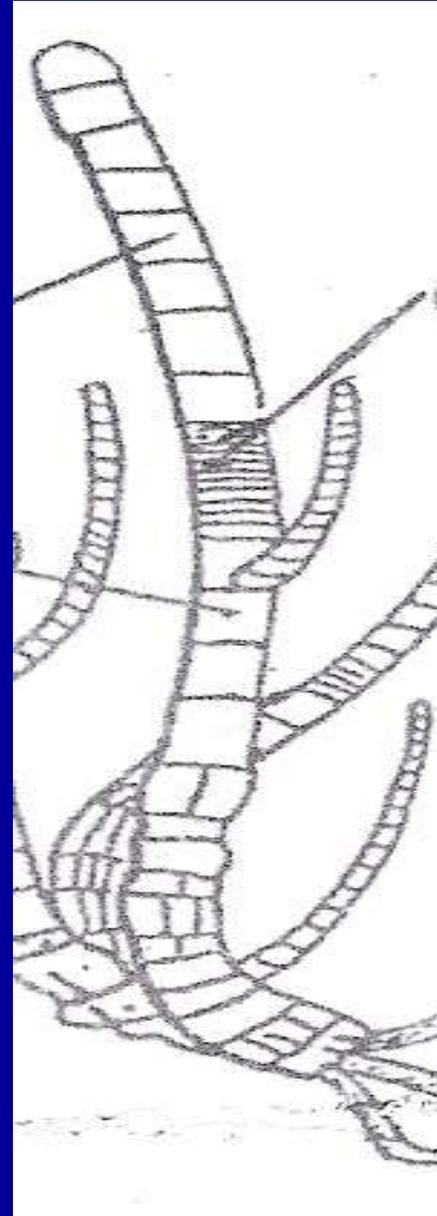
Elle peut être:

2.1. La croissance intercalaire

Réalisée au niveau de quelques cellules se trouvant au milieu du filament.



Filament ayant une croissance diffuse



Zone de croissance

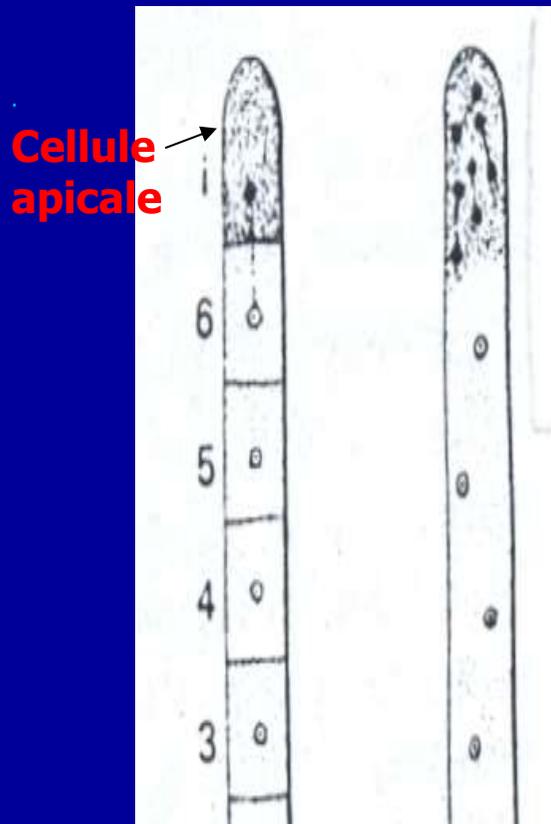
Filament de *Bachelotia* montrant une croissance intercalaire

BACHELOTIA: Croissance intercalaire



2.2 La croissance apicale

Elle est réalisée par une cellule apicale (située à l'extrémité du filament) assurant la croissance en longueur.



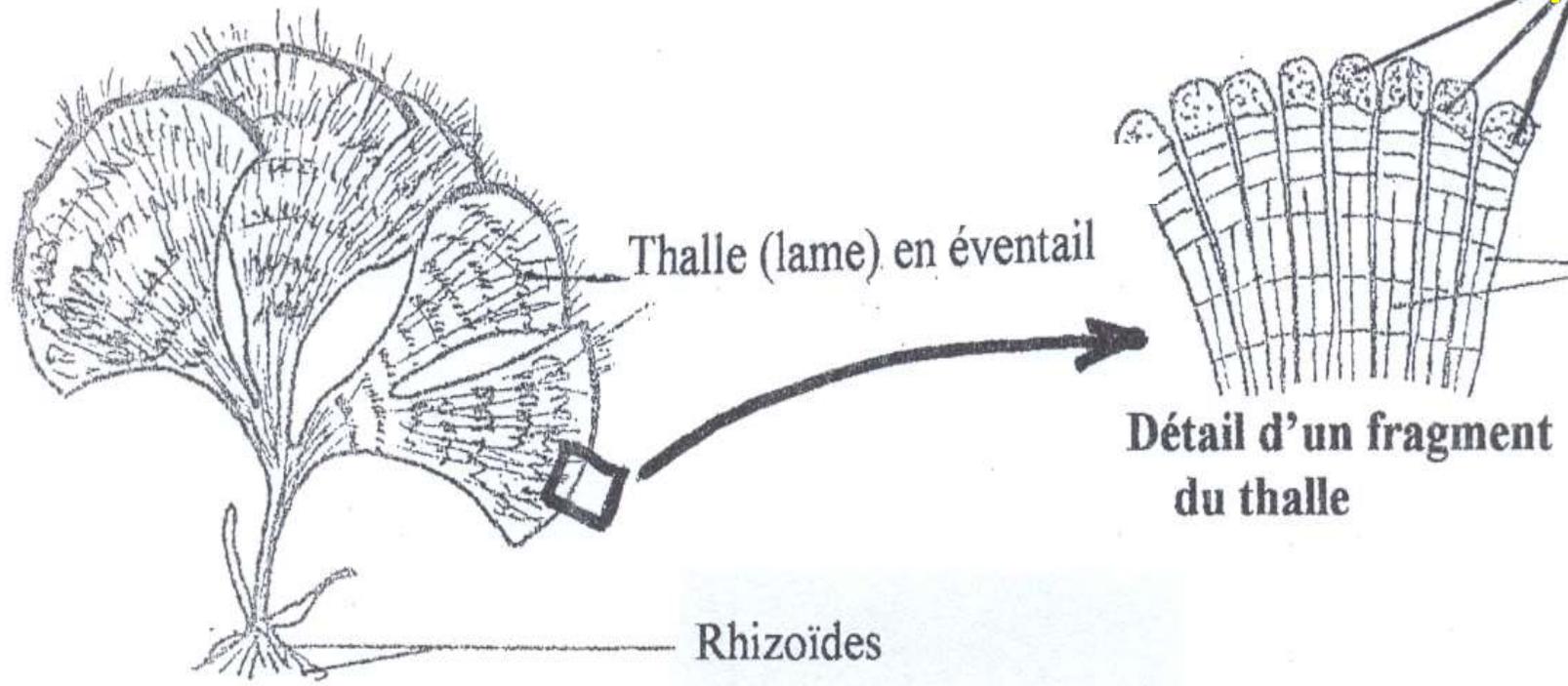
Halopteris scoparia (AB)

3. La croissance marginale

Elle se fait par toutes les cellules apicales de la bordure du thalle (thalle est en éventail).

Ex: Padina

Cellules apicales



PADINA PAVONIA

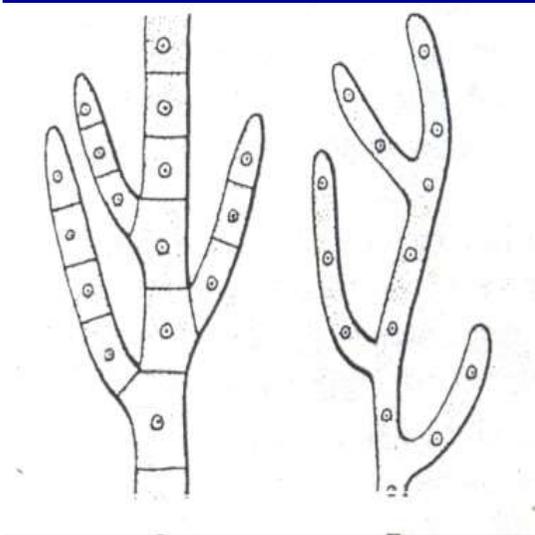


D. La ramification (Formation des rameaux)

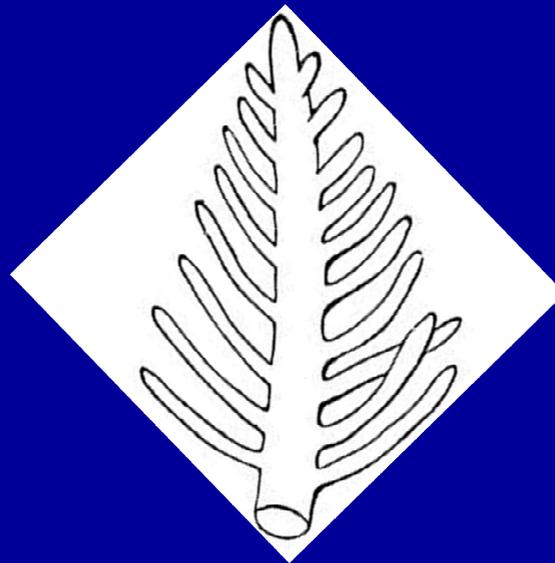
1. La ramification latérale.

Les rameaux se forment latéralement, ils peuvent être :

Alternes ou opposés ou verticillés



Ramification alterne



Ramification opposée



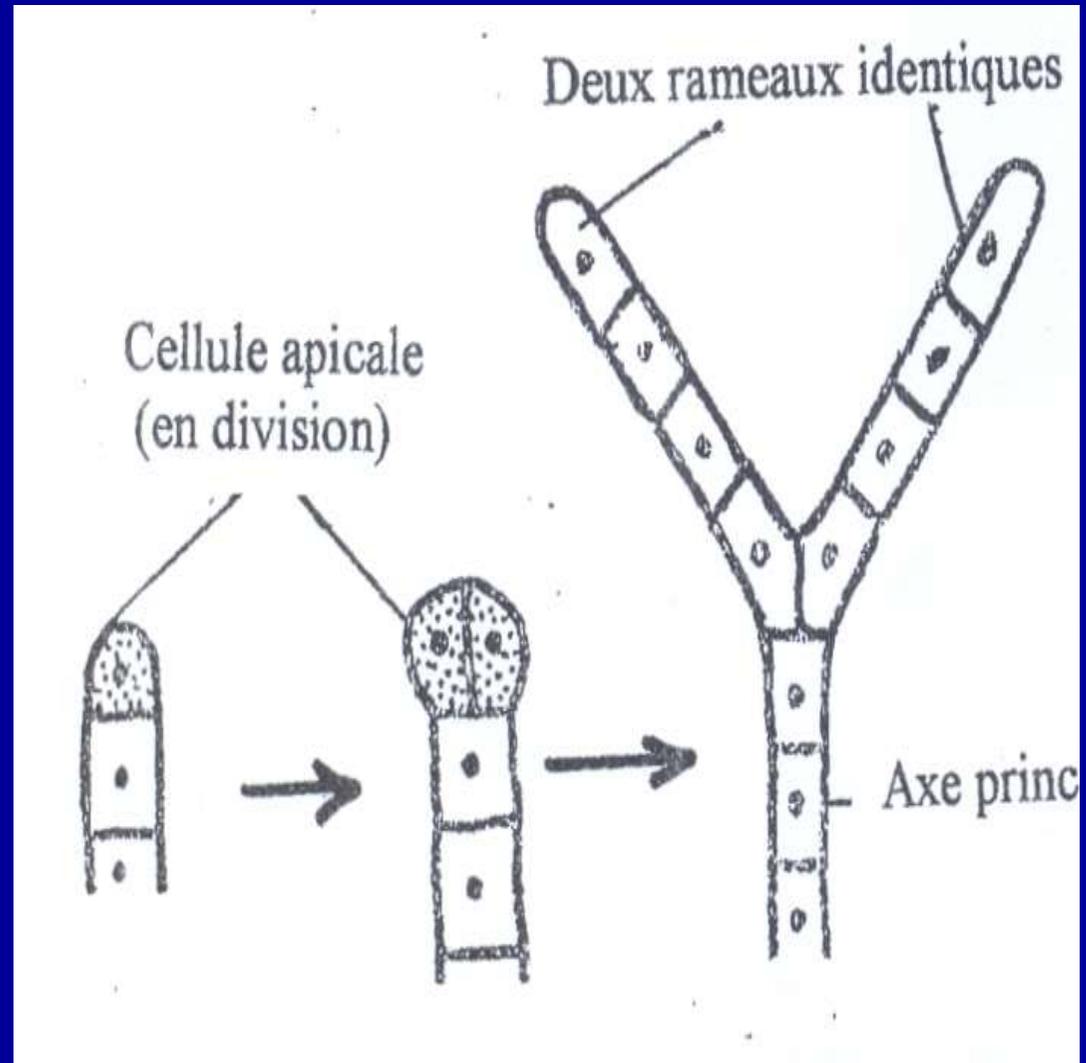
Ramification verticillée

2. La ramification dichotomique

La cellule apicale se divise latéralement en donnant 2 rameaux identiques.



Dictyota dichotoma
(AB)



DICTYOTA DICHOTOMA



Ramification subdichotomique: CODIUM



E. Les organes de fixation

1. Le disque de fixation

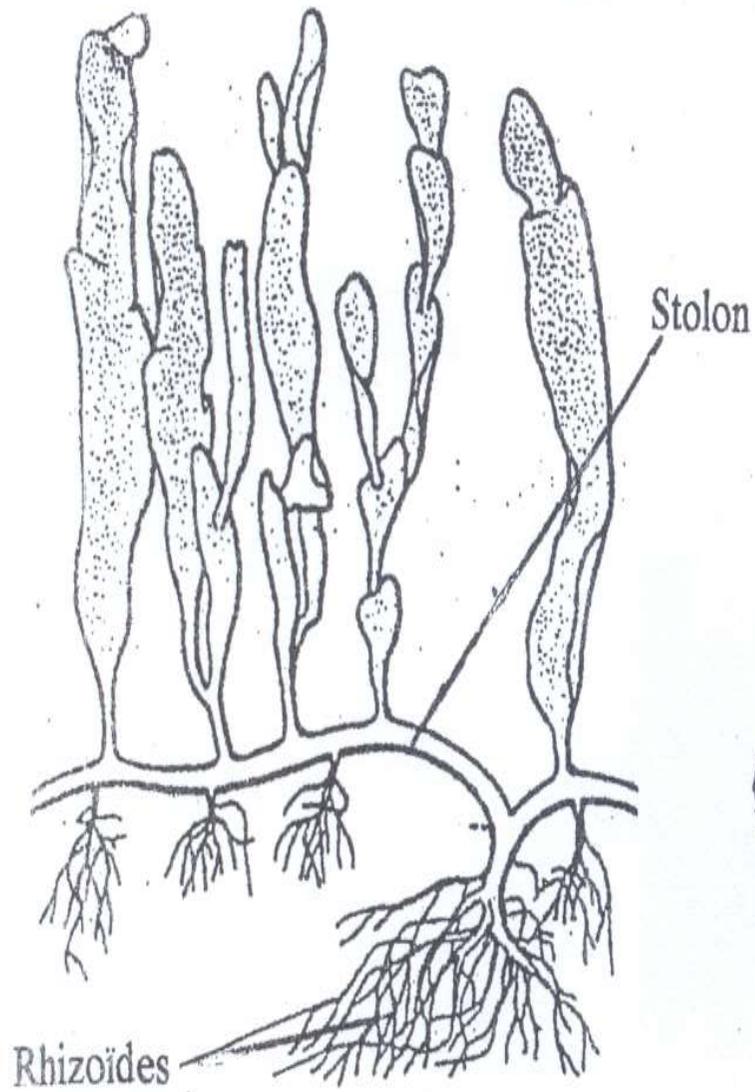
Il est aplati et au contact avec les rochers. **EX: Ulva**

2. Les rhizoïdes

Ce sont des filaments très fins ramifiés (comme des racines). **Ex: Chara.**

3. Les crampons

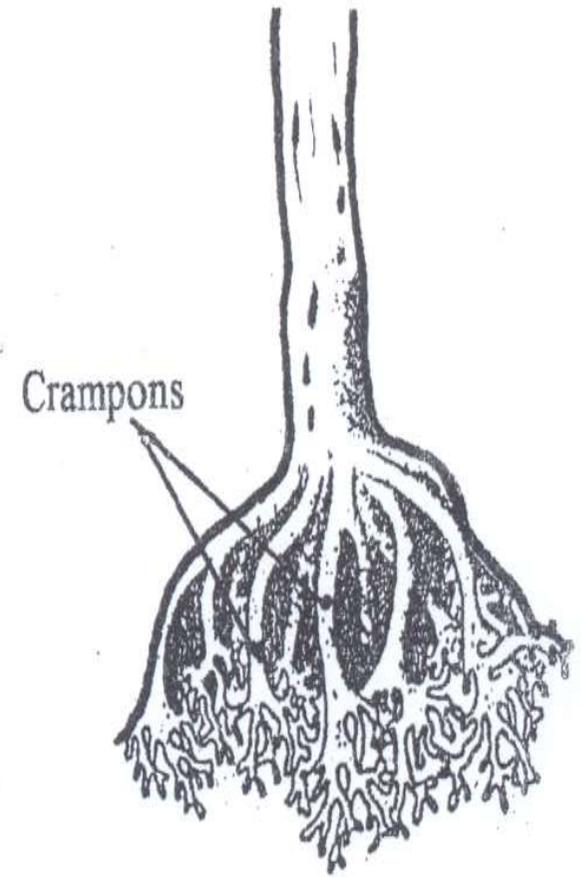
Ce sont des cordons plus ou moins épais et ramifiés. **Ex: Laminaires.**



Rhizoïdes de *Caulerpa prolifera*



Disque basal d'*Ulva lactuca*



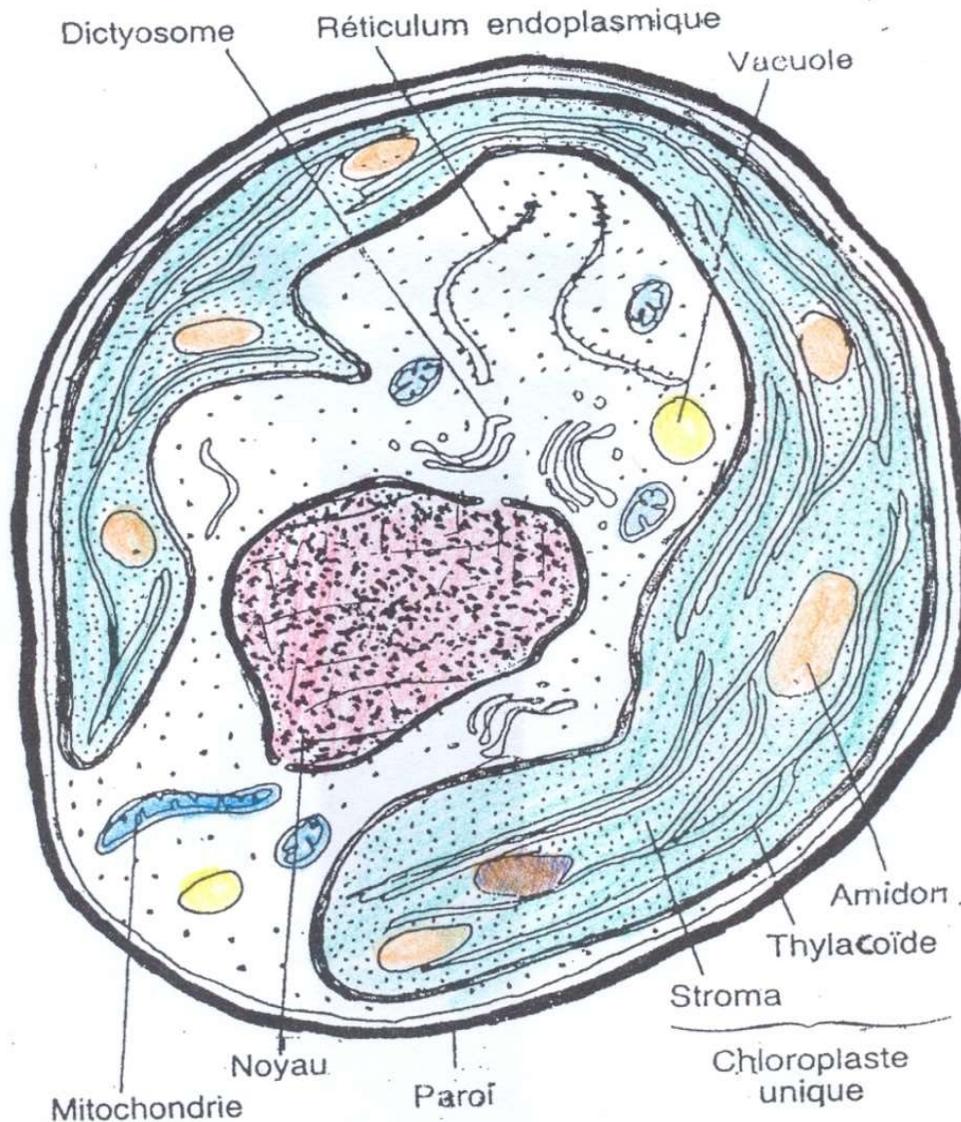
Crampons du *Fucus*





III. Caractères cytologiques et biochimiques.

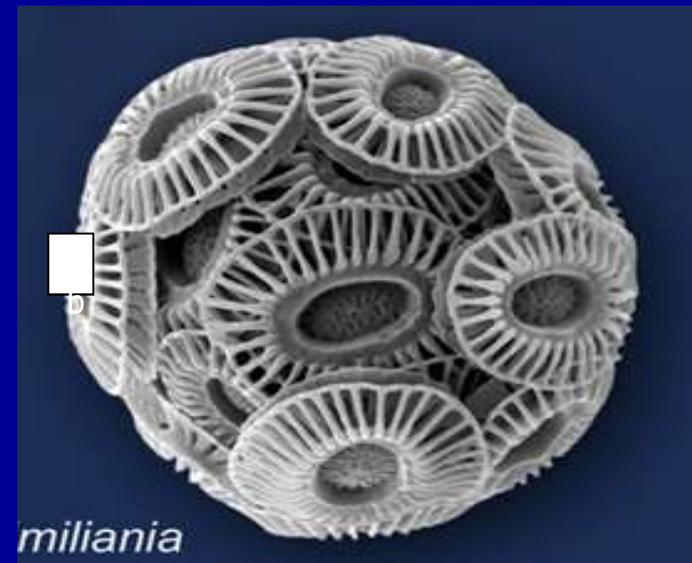
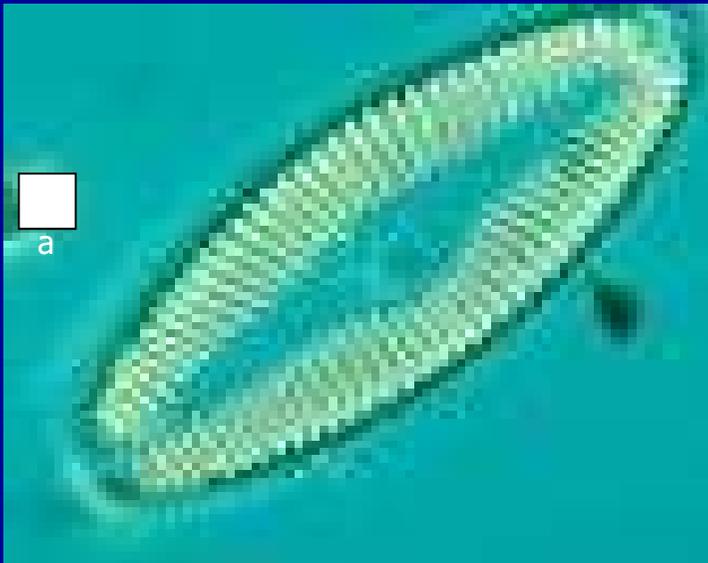
Etude d'une algue verte unicellulaire: *Chlorococcum*



- Une paroi squelettique et cellulosique.
- Un noyau vrai.
- Un chloroplaste (photosynthèse).
- Des vacuoles (vacuome)
- Des grains d'amidon (réserves glucidiques) à l'intérieur du chloroplaste
- Des mitochondries, des dictyosomes...

1. La paroi

- Constitue un véritable squelette externe.
- Elle est **glucidique**, elle est formée de composés pectiques et de cellulose (**pecto-cellulosique**).
- Elle peut s'enrichir de matières minérales comme la Silice chez les Diatomées (a) et le Calcaire chez Coccolithes (b).



2. Le noyau

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

3. L'appareil cinétique (Déplacement):

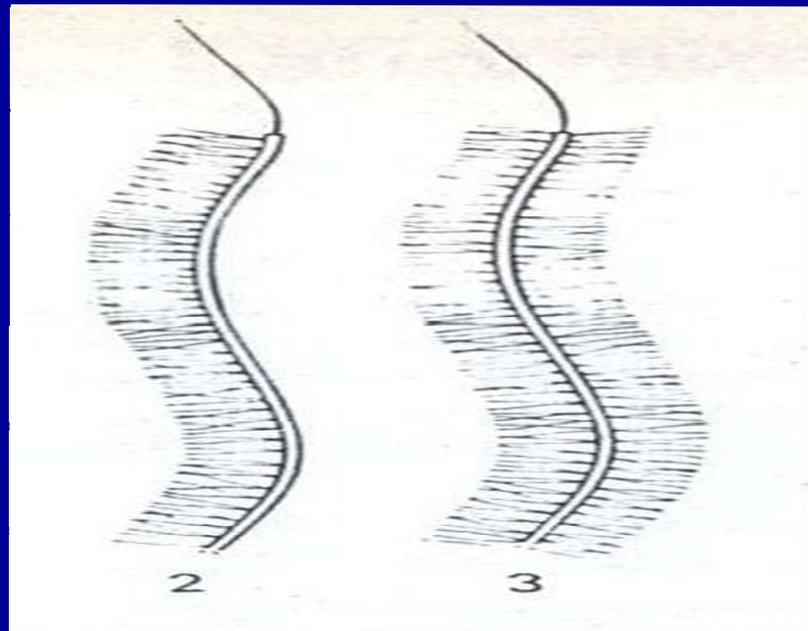
Les flagelles

- Assurent le déplacement des algues unicellulaires mobiles (**zoïdes**) et des cellules reproductrices mobiles: **zoospores** et **zoogamètes**.
- Leur morphologie et disposition sont très variées.
- **Totalement absents chez les algues rouges.**

3.1. Nombre et forme: (VOIR PLANCHE)

En général, 1 ou 2 flagelles/cellule, parfois 4 ou + (rare).
Ils peuvent être lisses (fouet) ou porteurs de fins filaments latéraux (**les mastigonèmes**) qui peuvent être disposés sur :

- * sur un seul côté (**flagelle pectiné (2)**)
- * sur les deux côtés (**flagelle penné (3)**)



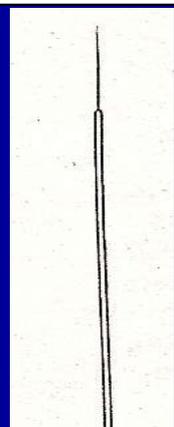
3.2. Mode d'insertion :

-
Les cellules peuvent être **uni flagellées** ou **biflagellées** ou **stéphanocontée** (nombreux disposés en couronne)

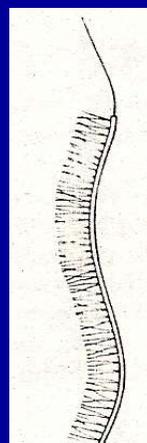
- * **semblables: structure isocontée**
- * **différents: structure hétéro contée**

L'appareil cinétique

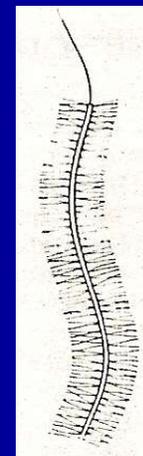
Différents types de flagelles



Fouet

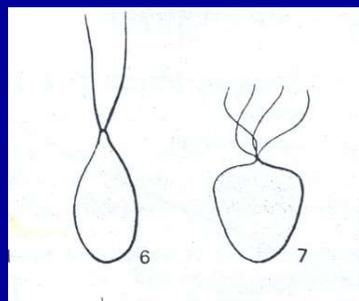


Flagelle pectiné

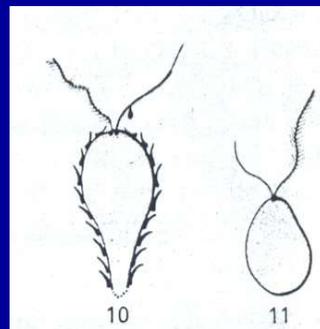


Flagelle penné

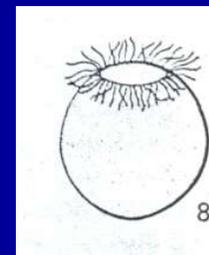
Nombre, forme et insertion



Disposition isocontée
(flagelles semblables)



Disposition hétérocontée
(flagelles différents)



Disposition stéphanocontée
(flagelles nombreux
disposés en couronne)

Selon le sens du déplacement :

- sur la partie antérieure de la cellule : **Disposition acrocontée.**
- sur la partie postérieure de la cellule: **Disposition basicontée.**
- portés latéralement: **Disposition amphicontée.**

Sens du déplacement



Disposition basicontée
(flagelle inséré au pôle basal)



Disposition acrocontée
(flagelle inséré au pôle antérieur)

Disposition amphicontée
(flagelles insérés latéralement)



4. Les plastes

4.1. Structure

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

chromatophore

pyrénoïde

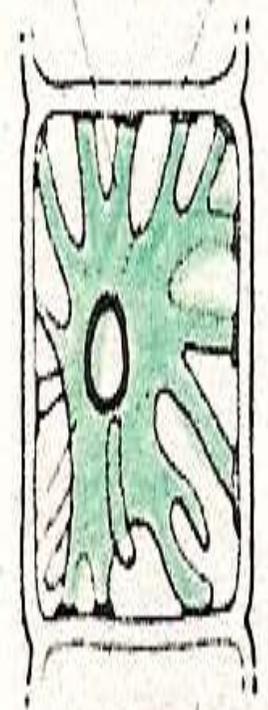
chromatophore

perforation

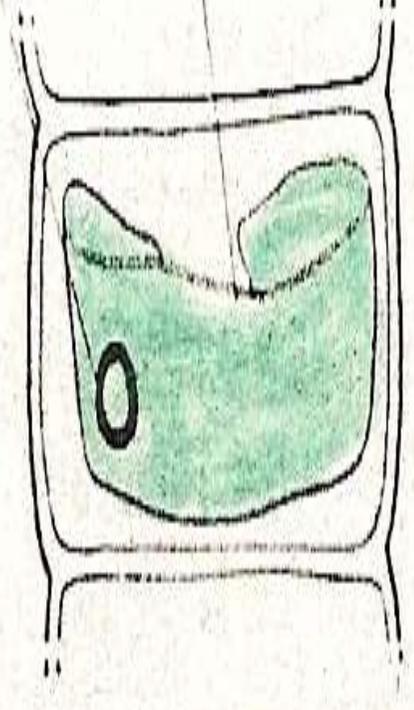
pyrénoïde

noyaux

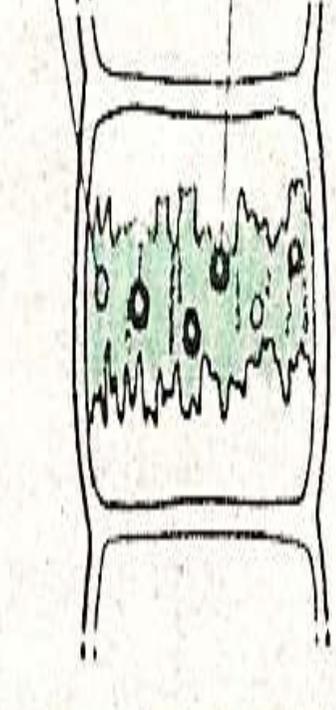
p



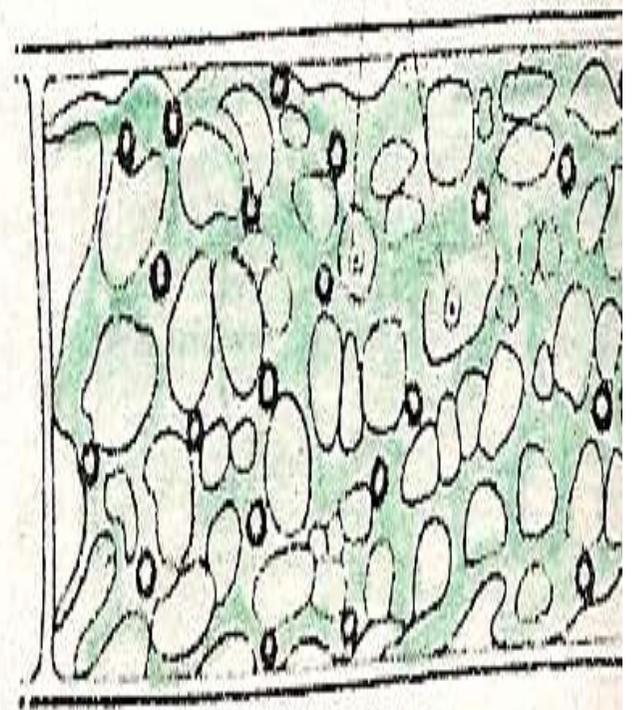
1 - Prasiola



2 - Ulothrix

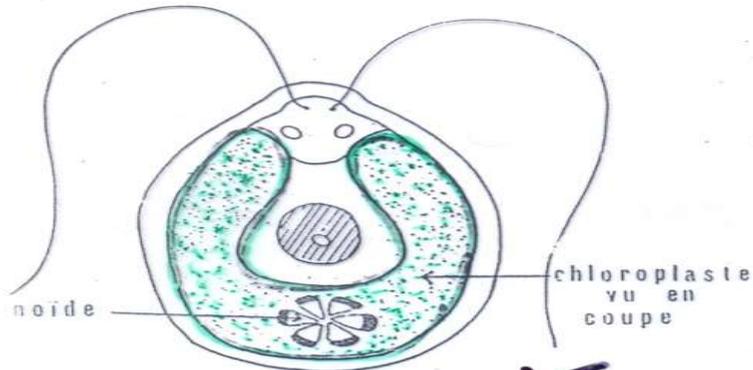


3 - Draparnaldia



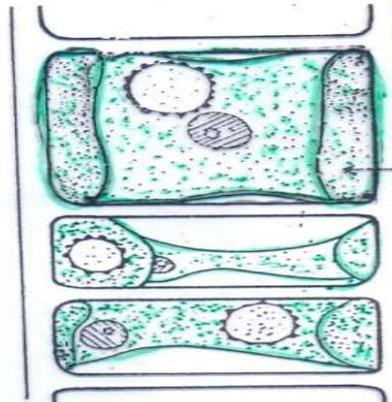
4 - Acrosiphonia

LES CHLOROPLASTES

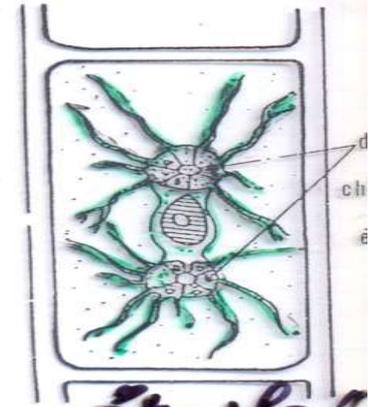


croissant

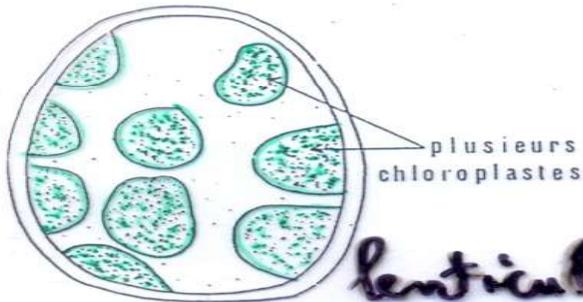
CHLAMYDOMONAS



anneau
ULOTHRIX

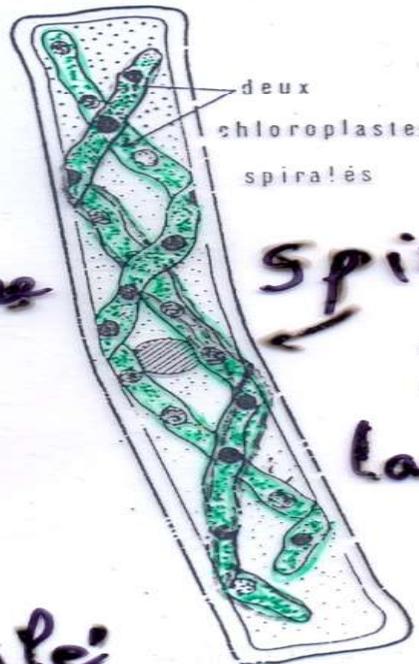


étoile
ZYGNEMA



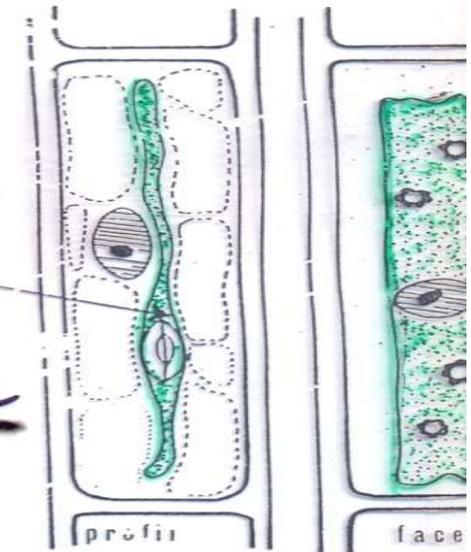
lenticulaire

OOCYSTIS



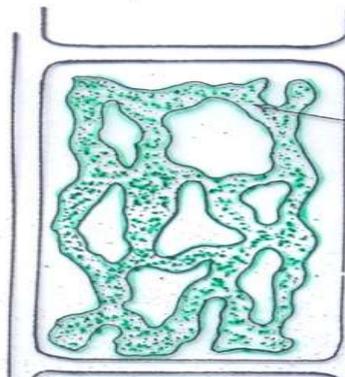
spirale

GENICULARIA



lamelle

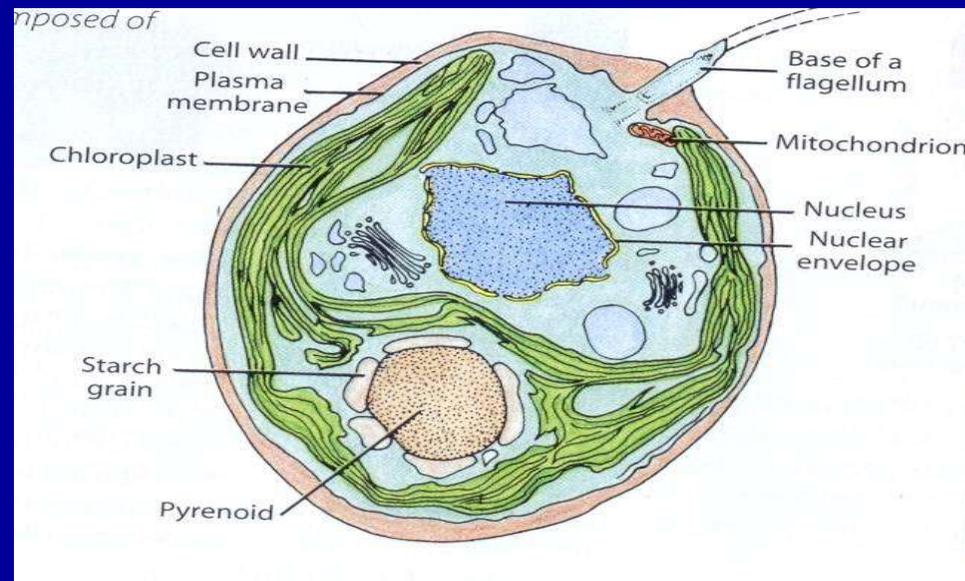
MOUGEOTIA



réticulé

Les chloroplastes renferment un ou plusieurs **pyrénoïdes** de rôle inconnu qui sont entourés de grains d'amidon chez les AV.

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



Ultra structure d'une cellule de *Chlamydomonas*

4.2. Types de plastes selon l'évolution.

- Archéoplastidié:

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

- Mésoplastidié :

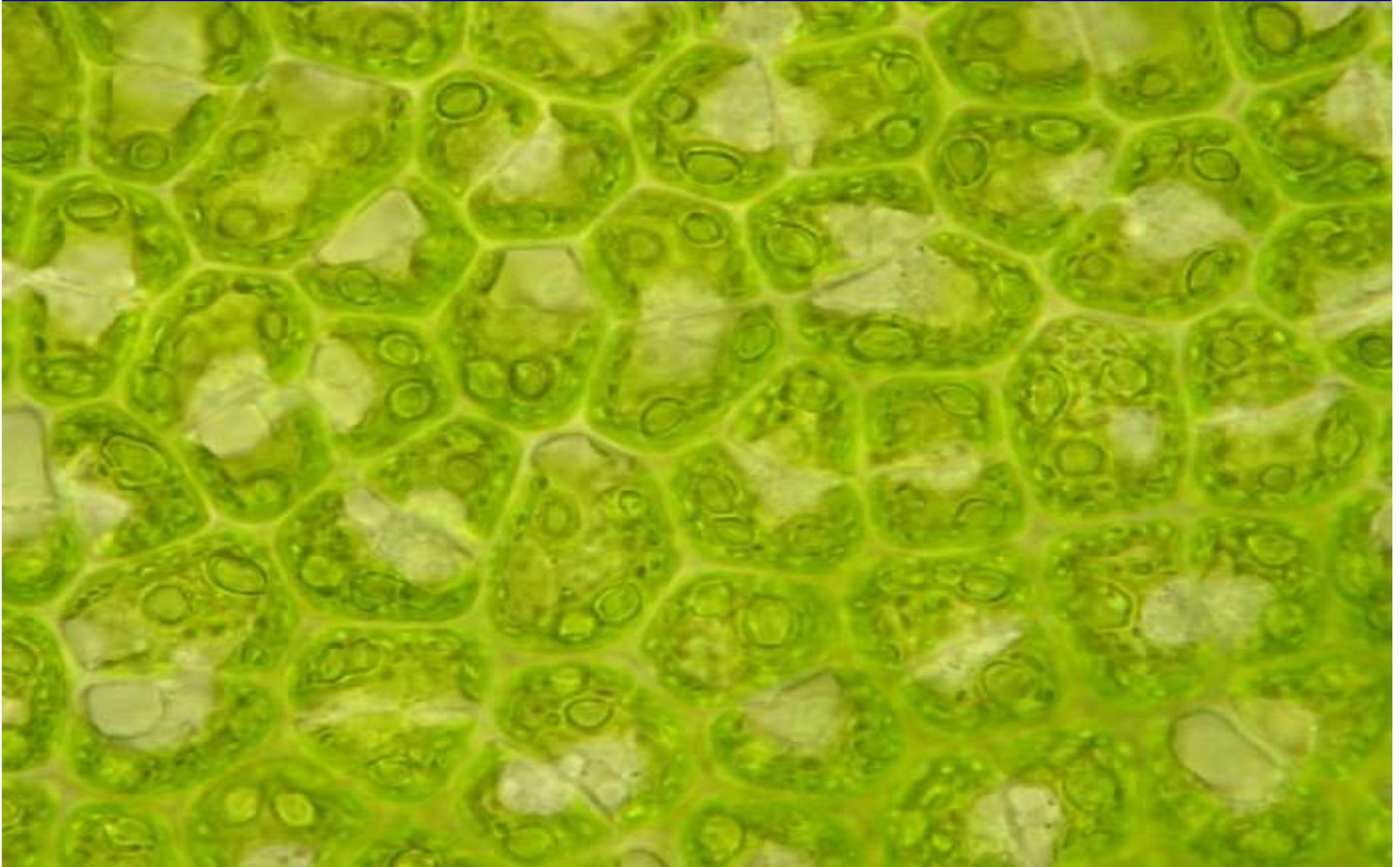
La cellule contient de nombreux plastes réunis entre eux par des tractus cytoplasmiques incolores. Ex : *Cladophora (AV)*.

- Néoplastidié :

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

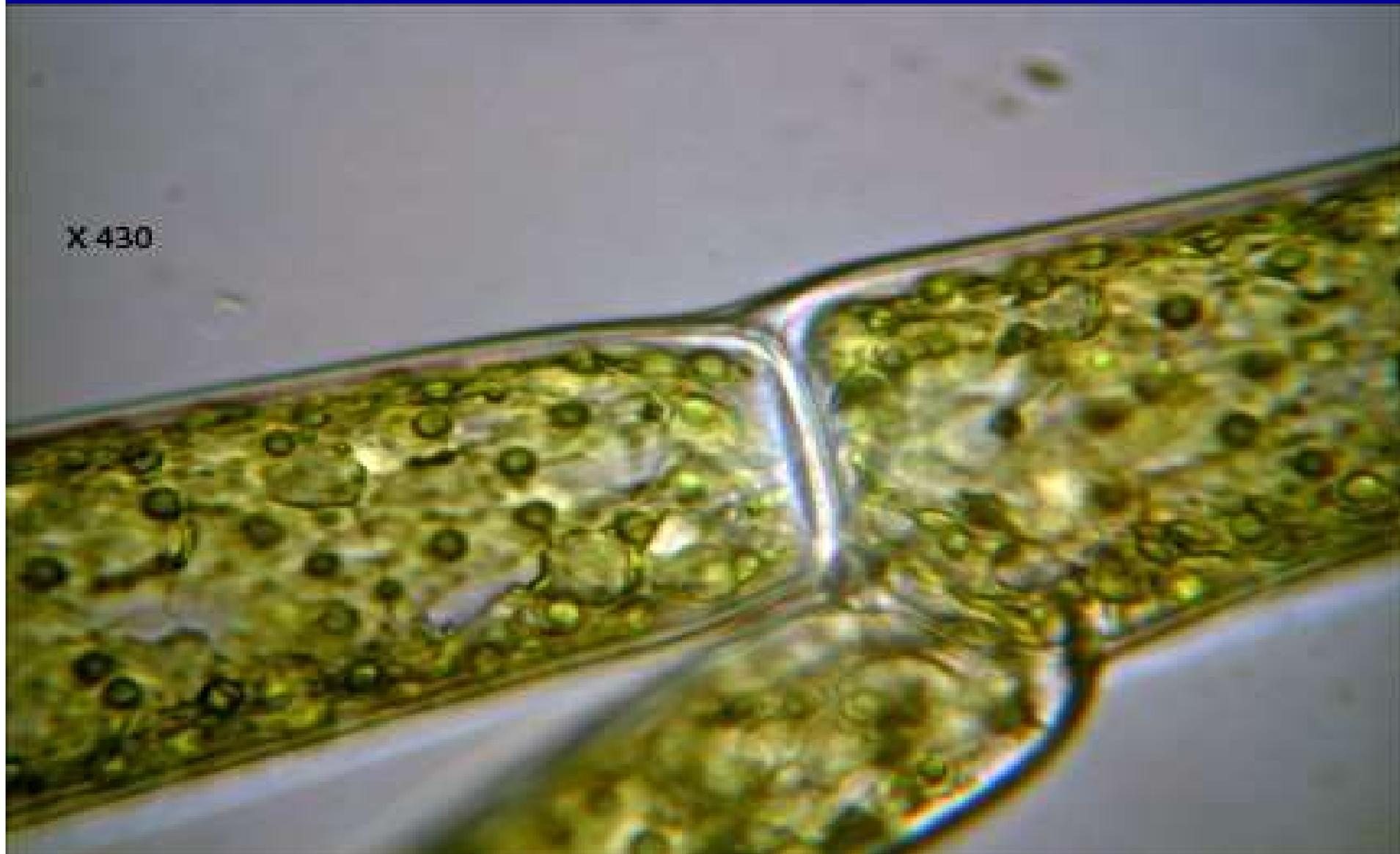
Le passage du plaste unique à plusieurs plastes par fragmentation permet une augmentation de la surface photosynthétique.

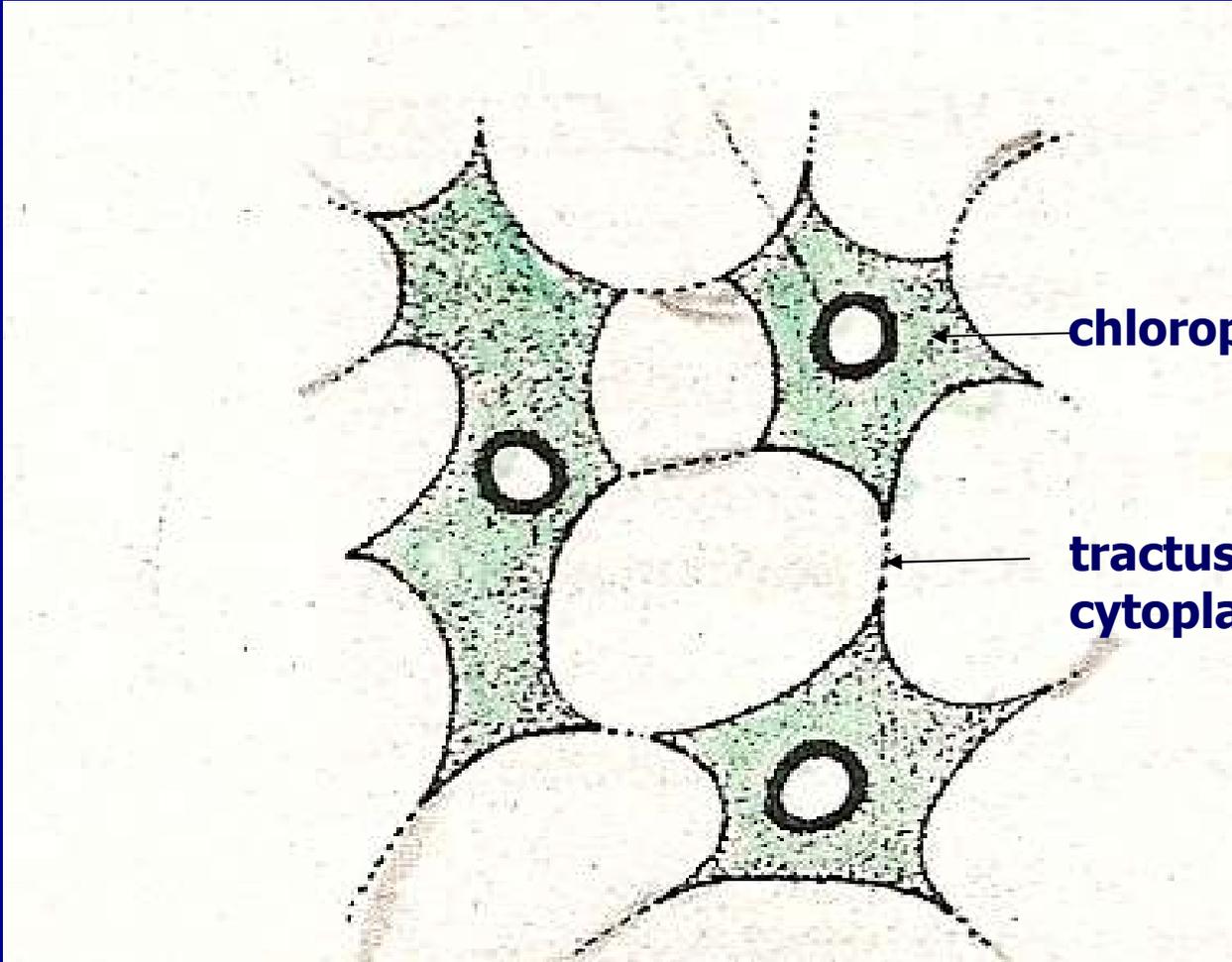
Un seul plaste par cellule (Ulva)



Mésoplastidié (Cladophora)

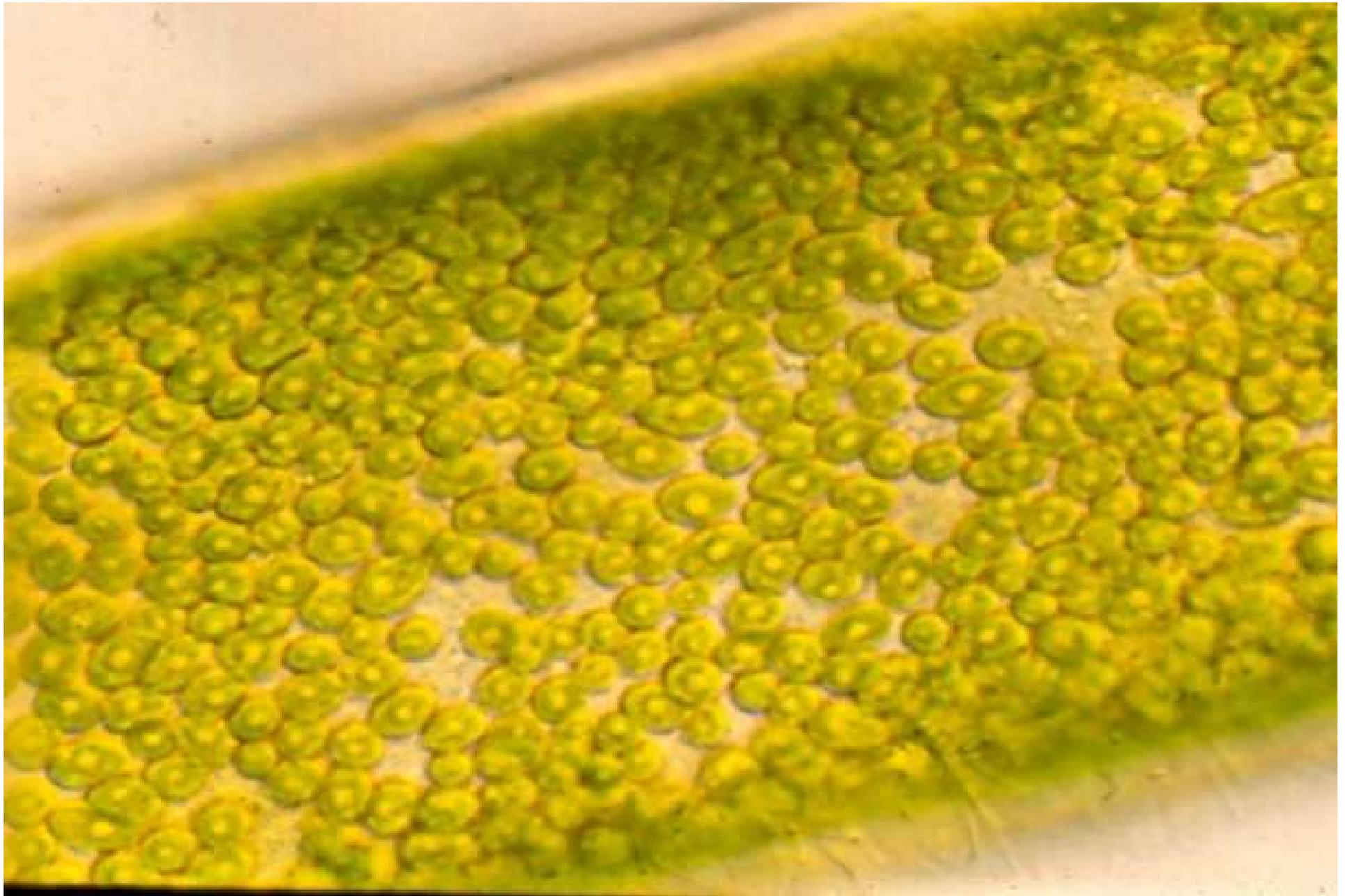
X 430





chloroplaste

tractus
cytoplasmique



Néoplastidié (*Bryopsis plumosa*)

4.3. Le complexe pigmentaire.

Trois groupes de pigments :

- **les chlorophylles**: 4 types (**a, b, c et d**).
- **les caroténoïdes**: les carotènes et les xanthophylles.
- **les phycobilines** : pigments rouges.

D'après ces pigments on distingue les grands groupes d'algues eucaryotes:

Les chlorophytes: Algues vertes (**AV**)

Les rhodo // : Algues rouges (**AR**)

Les phéo // : Algues brunes (**AB**)

IV. Reproduction des algues

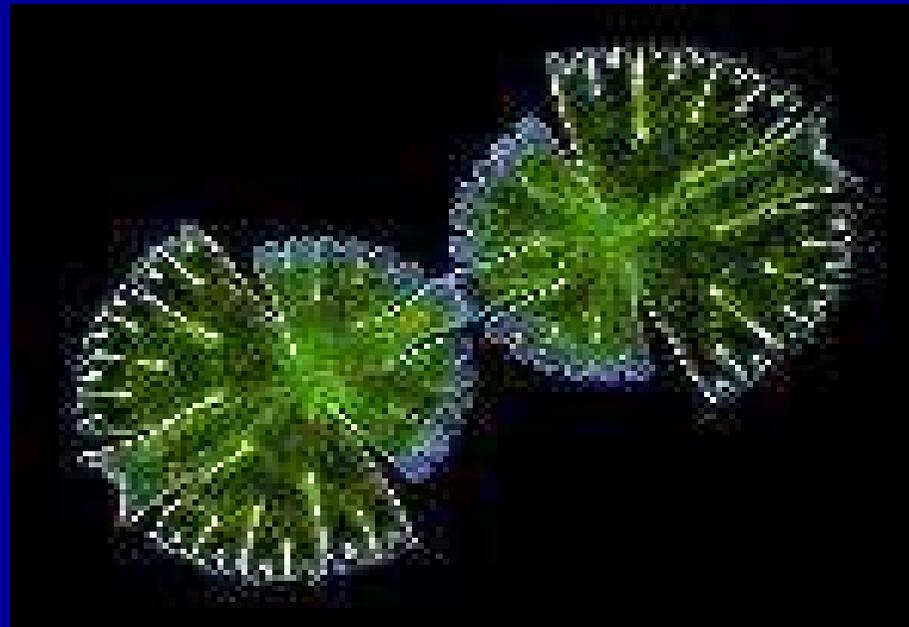
**Il existe 2 modes de
reproduction : la reproduction
asexuée et la reproduction sexuée.**

1. La reproduction asexuée (ou multiplication végétative)

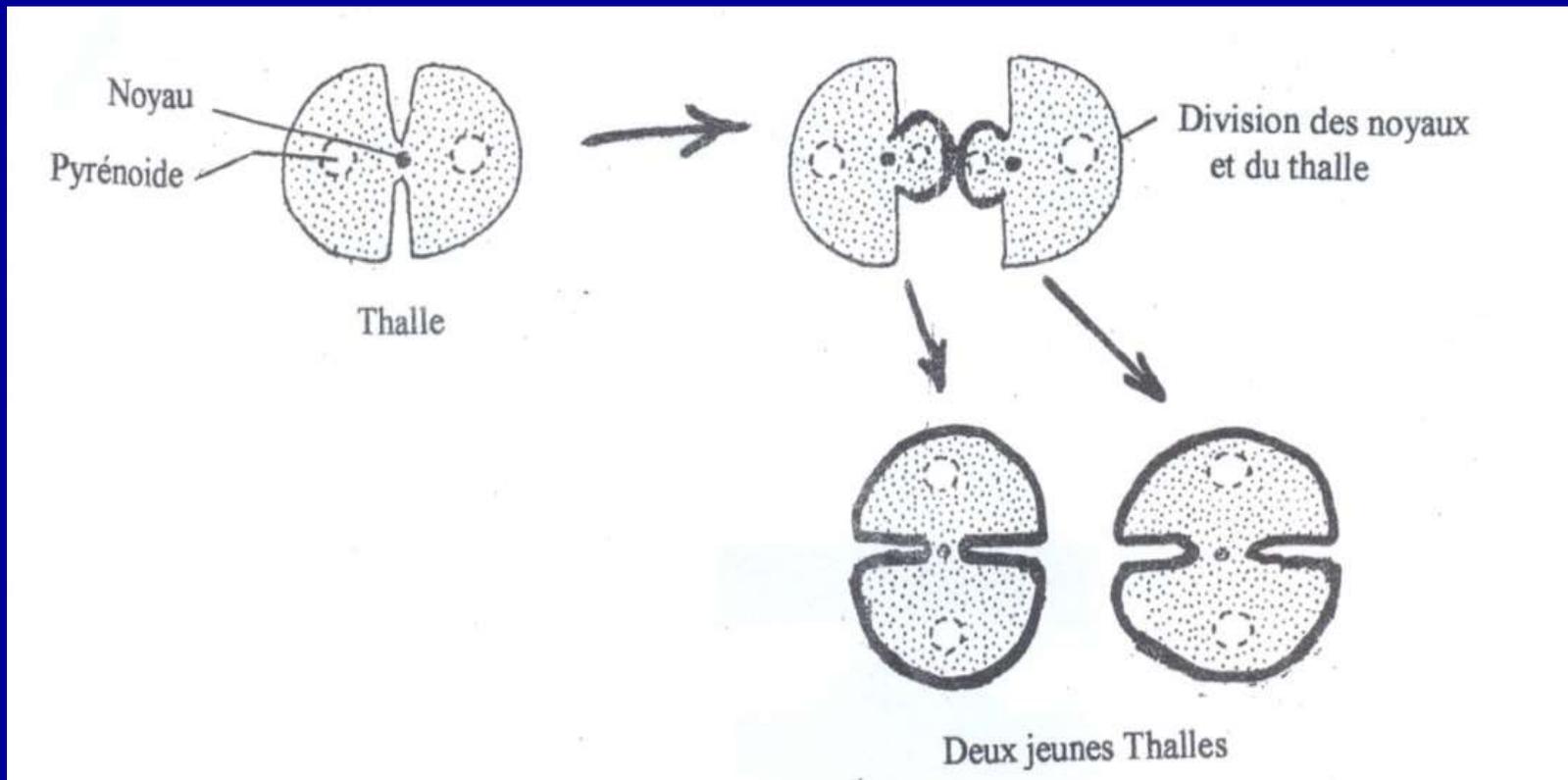
Elle n'utilise pas les gamètes, et dans laquelle il y'a intervention d'un seul génotype qui est conservé identique chez les descendants par des mitose éuquationnelles:

a. Bipartition végétative

Exemple: Cosmarium (AV unicellulaire)



Bipartition végétative. EX: Cosmarium

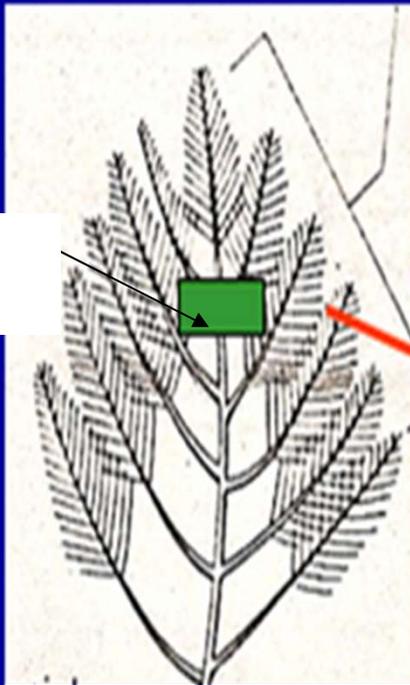


b. Fragmentation mécanique

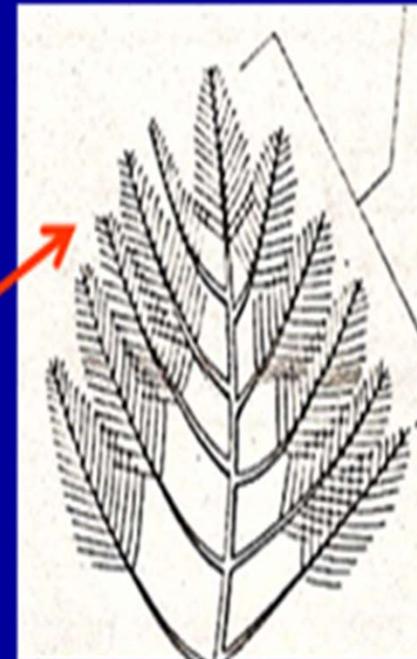
b.1 Fragments simples

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

Fragment
du thalle



Substrat

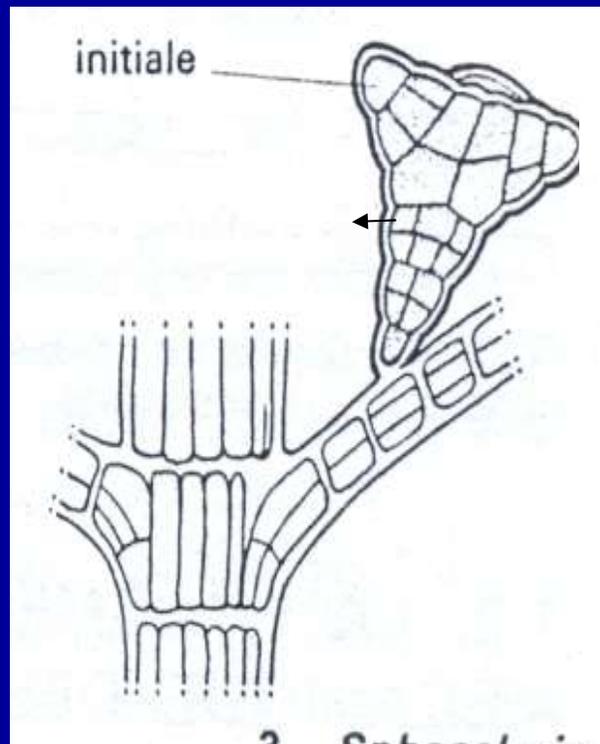


Reproduction par bouturage

b.2 Éléments spécialisés(les propagules):

- Les rameaux spécialisés.

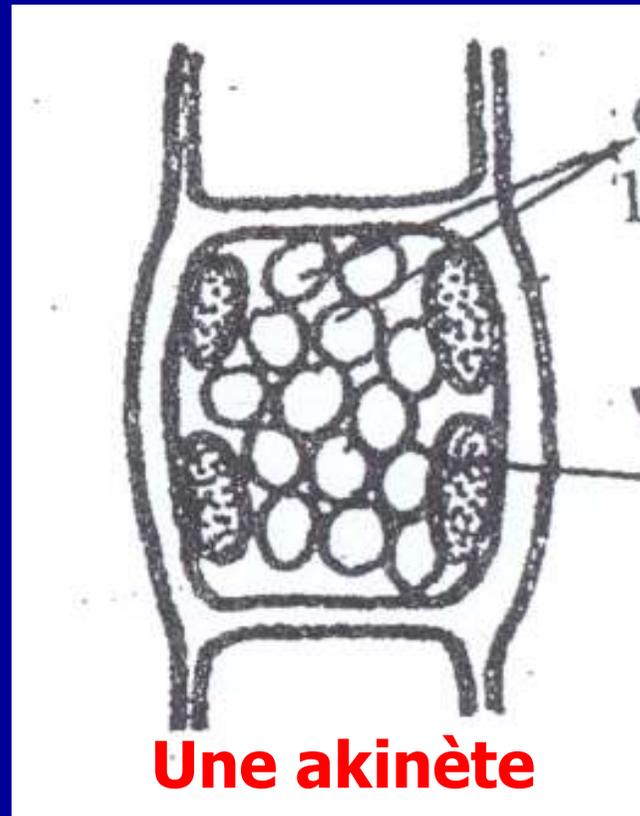
Chez les algues brunes, ce sont parfois des rameaux entiers qui se détachent et donnent de nouveaux individus.



Rameau spécialisé

- Les organes de conservation: les akinètes

Ce sont des cellules végétatives à paroi épaisse qui accumulent des réserves lipidiques.



Réserves lipidiques

Une akinète

c. Sporulation

C'est la formation de spores. qui se forment chez les algues à l'intérieur de sporocystes. Les spores donnent naissance à des individus identiques au thalle initial.

2. Reproduction sexuée

Elle fait intervenir des gamètes haploïdes (n Chr) ou des cellules jouant le rôle de gamètes qui s'unissent au cours de la fécondation.

On distingue deux phénomènes: **la Fécondation** et **la Méiose (ou réduction chromatique (RC))**

2.1. Définitions:

*** La fécondation**

La fusion de deux gamètes qui se traduit par la fusion des cytoplasmes (plasmogamie**) et par la fusion des noyaux (**caryogamie**).**

Elle permet le passage de l'état haploïde à l'état diploïde (zygote à $2n$ chr). Elle permet un brassage génétique dans le zygote.

*** La méiose (RC)**



C'est la séparation des deux stocks de chromosomes au cours d'une division réductionnelle. Elle permet le passage de l'état diploïde à l'état haploïde.

* La génération :

Elle débute par une cellule reproductrice (spores, zygote, bouture...) qui germe ou se développe et donne un nouveau organisme produisant de nouvelles cellules reproductrices.

Spores - thalle - spores : **sporophytique**

Spores - thalle - gamètes : **gamétophytique**

Gamètes - thalle – spores : **sporophytique**

Gamètes - thalle – gamètes : **gamétophytique**

*** Le Cycle de développement :**

C'est l'ensemble des phénomènes qui se déroulent à partir d'un zygote (œuf) et qui se terminent par l'obtention d'un nouveau zygote.

Le Cycle peut être:

**monogénéétique (1G) ou
digénéétique (2G) ou
trigénéétique (3G)**

2.2.Exemple : Ulva lactuca

Algue verte marine

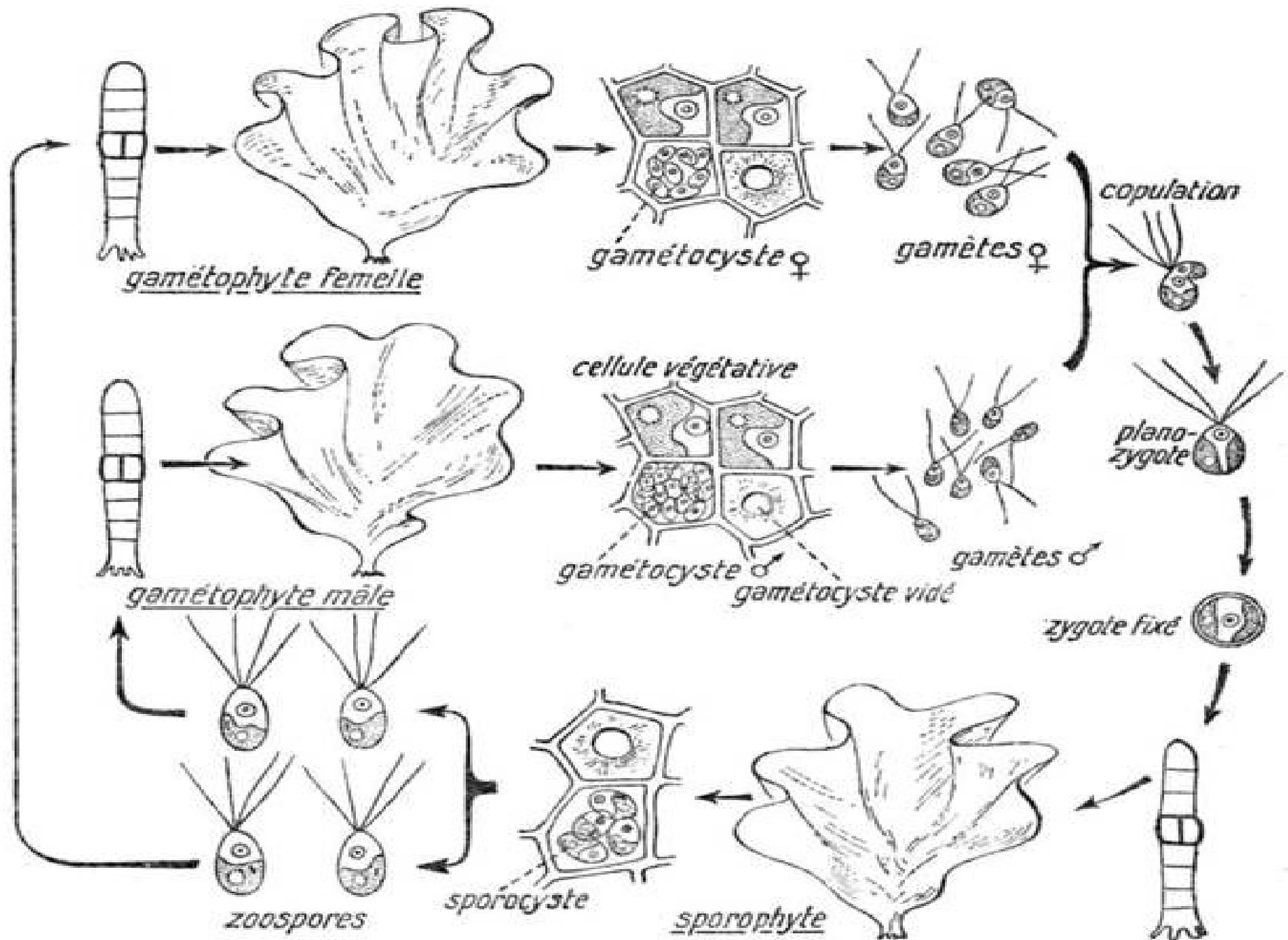


FIG. 95. — Cycle d'*Ulva lactuca*.

Il y a différenciation sexuelle (Différence entre les gamètes : gamètes males et femelles)

Il y' a diécie (pas de monoécie) (un thalle male et un thalle femelle)

Le mode de fécondation : **Planogamie anisogame**
(Gamètes mobiles et différents)

Il y'a hétérothallisme (pas d' homothallisme) (Les gamètes proviennent de 2 thalles séparés)

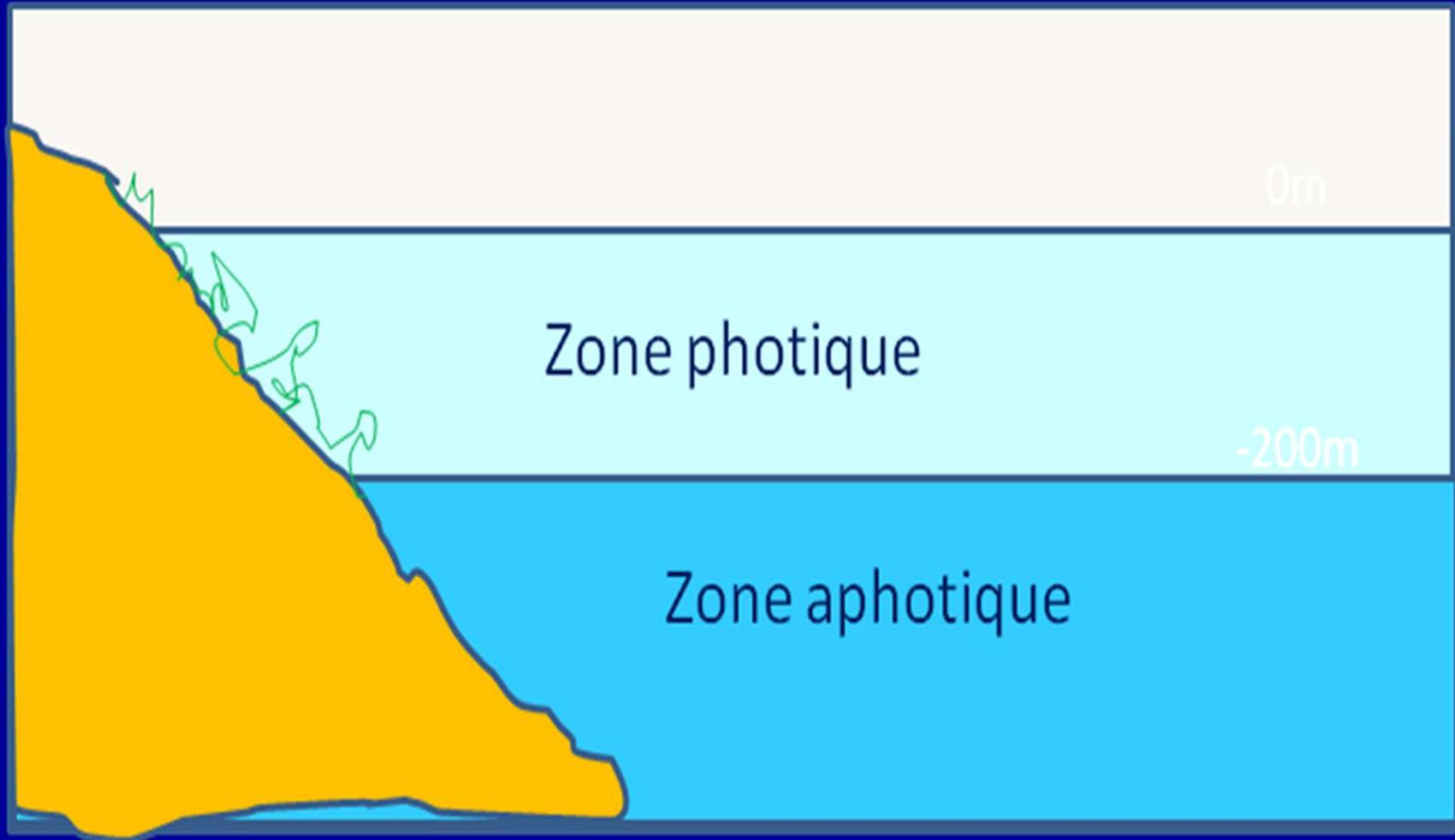
Le cycle est digénétique haplodiplophasique isomorphe
(2 générations identiques morphologiquement)

v. Ecologie des algues

Les algues vivent dans les mers , océans, eau douce (lacs, rivières, eaux stagnantes), sols humides , écorces des arbres...

Les algues marines sont localisées dans **la zone photique à 200 m de profondeur** (présence de lumière) au delà de laquelle (**zone aphotique**), elles ne peuvent plus se développer.

Elles constituent les **producteurs primaires**, c.a.d les premiers **chaînon des chaînes alimentaires** (poissons).



la répartition des algues dépend de la quantité de lumière et de la longueur d'onde:

- **Algues vertes : Jusqu'à 5m de profondeur.**
- **Algues brunes: Entre 5m et 25m de profondeur**
- **Algues rouges: A partir de 25m de profondeur**

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



VI. Utilisation des algues

1. Algues utiles

a. Algues comestibles: Alimentation de l'homme

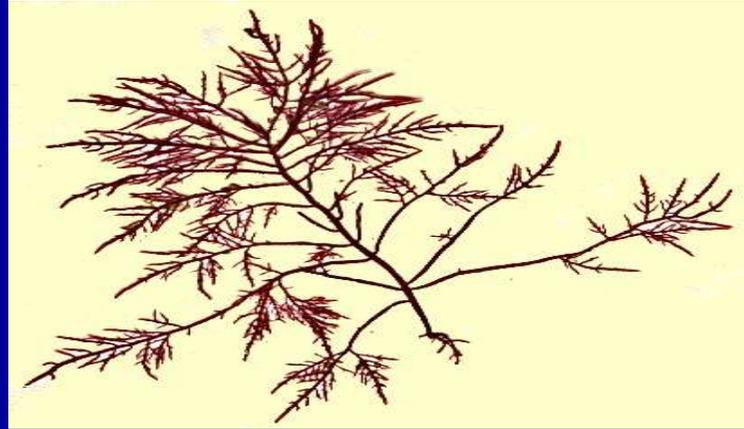
Certaines algues sont **comestibles** particulièrement (Chine, Japon, Corée...)
car elles sont **Riches en** vitamines, protéines, oméga 3 et en éléments minéraux (iode, magnésium).

Certaines sont utilisées comme **additifs alimentaires** (produits E400).

- **les alginates:** extraites des algues **brunes**, sont utilisés comme liants dans les charcuteries, les sauces...

- **La gélose:** Extraite des algues **rouges**, est utilisée comme gélifiant dans la préparation des yaourts, flan, confiture, charcuterie, ...

GELIDIUM (AR)



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...**

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...**)

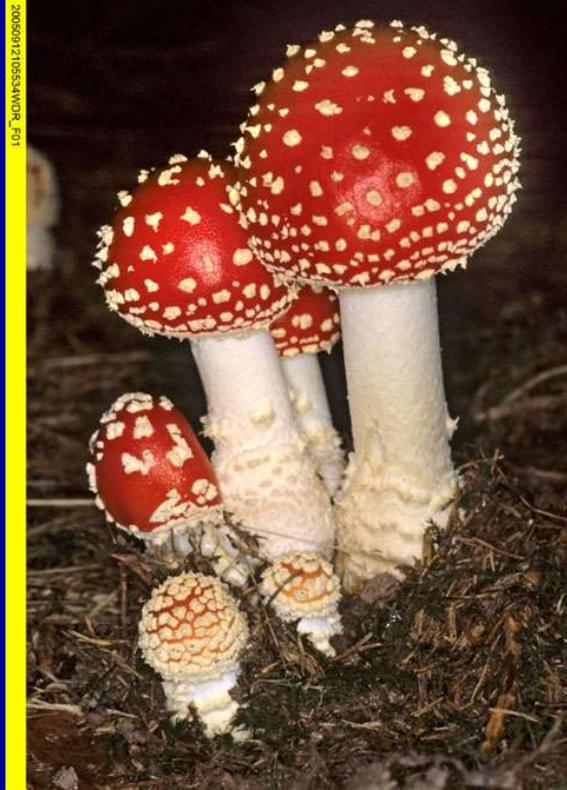
DINOFLAGELLES



CHAPITRE III

LES CHAMPIGNONS

PRESENTATION



200907121554MDR_001

Carpophores



Carpophores





MUCOR



Penicillium

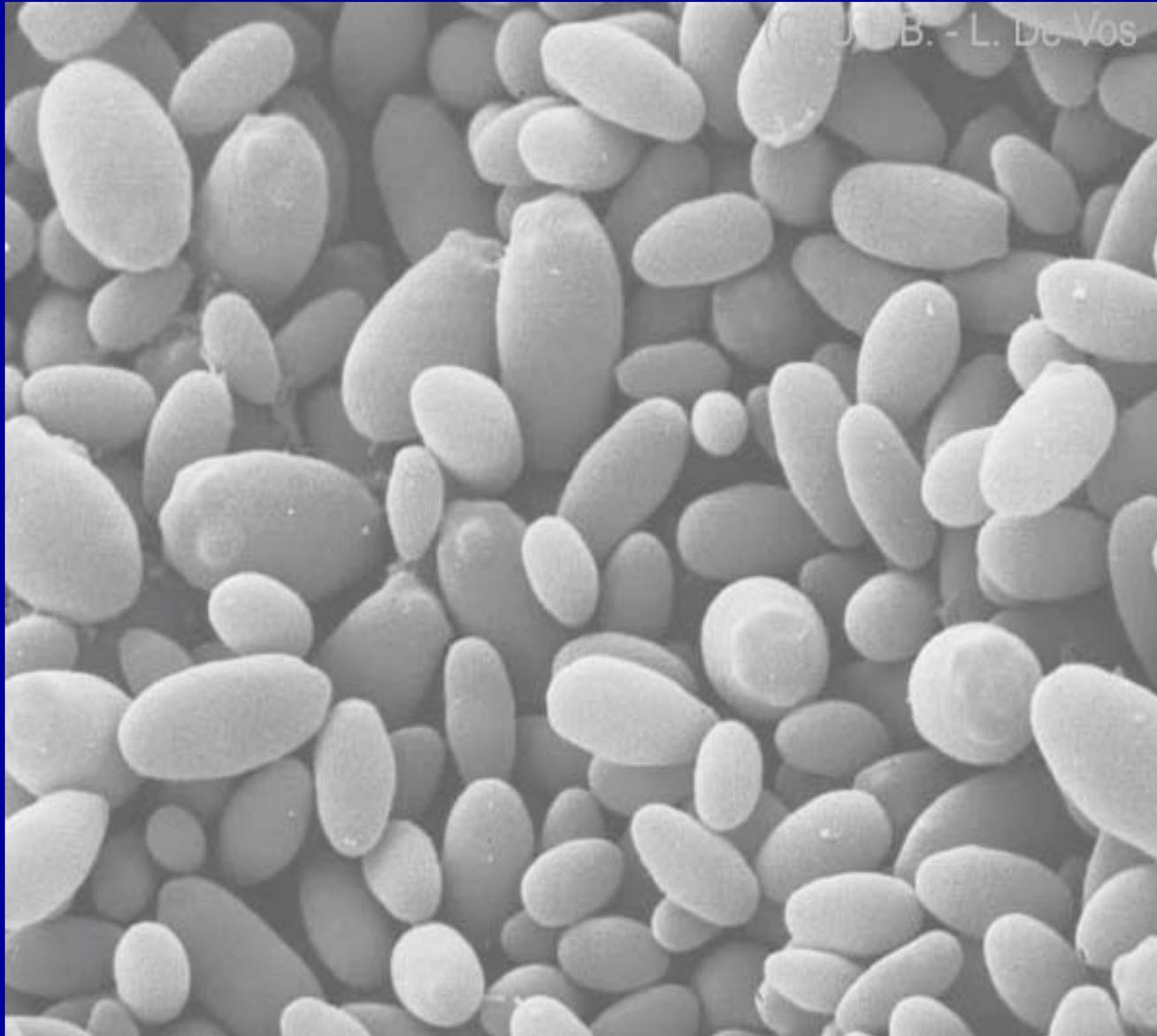


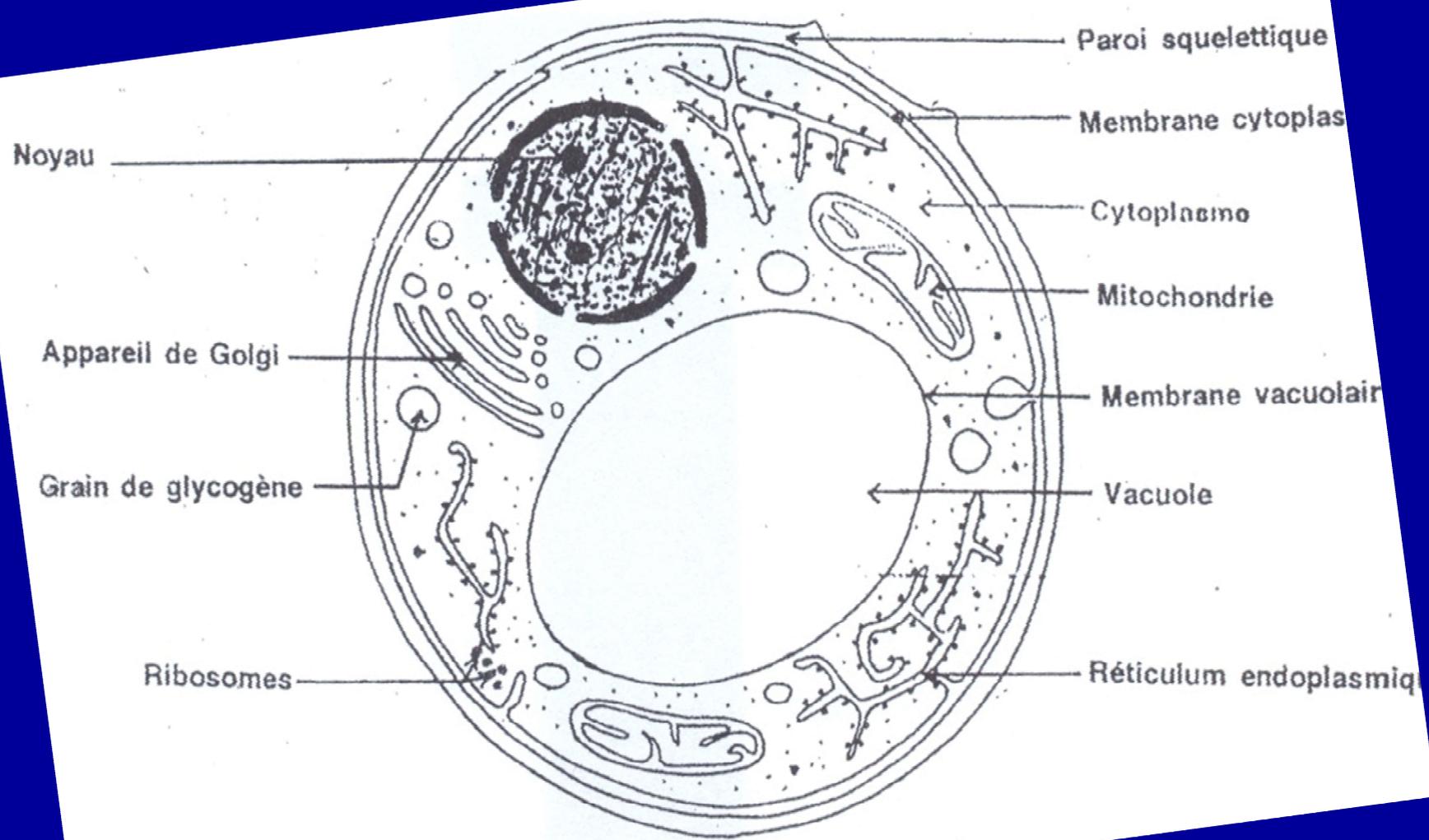
I. Caractères généraux des champignons

1. Description d'un champignon unicellulaire: *Saccharomyces cerevisiae* (levure)

Très utilisé dans la préparation de certains aliments. EX: **Le pain** (Fermentation)

La levure





Ultra structure d'une Cellule de levure

* **Présence d'un vrai noyau : Eucaryotes.**

• **Paroi squelettique contient la chitine (animaux)**

• **Membrane plasmique contient des stérols (végétaux).**

• **Absence de chlorophylle : Hétérotrophes (animaux).**

• **Réserves glucidiques: glycogène (animaux).**

2. Place des champignons dans le monde vivant

Les champignons ont longtemps été classés avec les végétaux (Thallophytes) Mais ils présentent aussi des similitudes avec les animaux.

- **Actuellement, ils sont classés dans un règne à part: le règne fongique.**

II. Caractères cytologiques

1. la paroi:

Constituée de **chitine** (macromolécule azotée proche de la cellulose) et peut contenir des substances glucidiques: **Glucanes , Callose, Hémicelluloses.** Ou des substances non glucidiques: **la Kératine (protéines) et la mélanine (pigment noir).**

2. Le noyau (Caryon)

- Il est plus petit que celui des algues.
- En général un noyau/cellule (**uninucléée**).
- Il existe des champignons **plurinucléés** (structure **coenocytiques**).
- Chez les champignons supérieurs, il existe des cellules à 2 noyaux (**dicaryotiques**).

3. Les substances de réserves

Les réserves sont variés notamment :

- **Glycogène** (Glucidique)
- **Inclusions lipidiques.**

4.L'appareil cinétique ou flagellaire

- Présentent les mêmes caractéristiques que ceux des Algues.**
- Absents chez certains groupes comme les zygomycètes et les champignons supérieurs.**

III. Caractères morphologiques

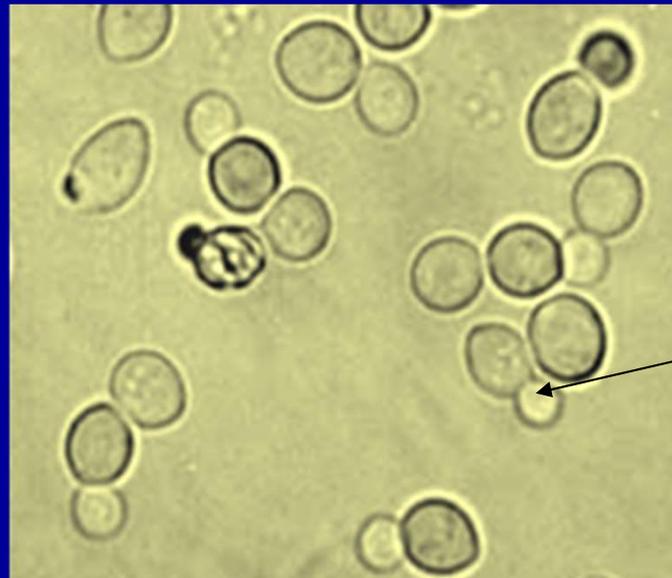
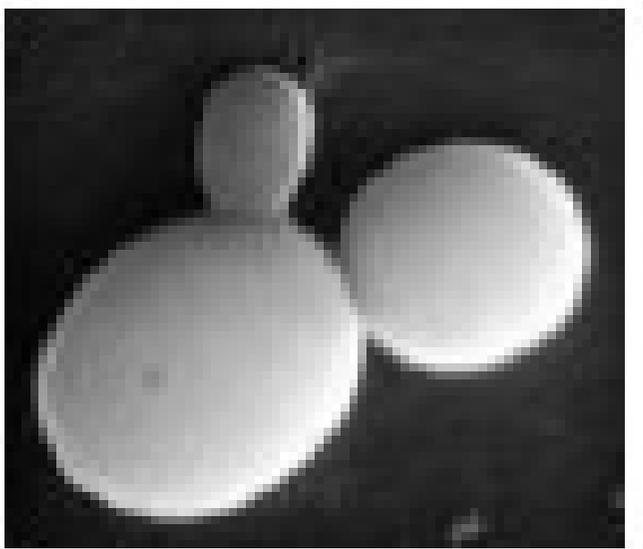
1. Diversité de l'appareil végétatif.

Le thalle des champignons peut être :

- Unicellulaire**
- Filamenteux**
- Plasmodiale**

a. Thalle unicellulaire: Exemple: *Saccharomyces* (levure).

Ce champignon unicellulaire se reproduit asexuellement par bourgeonnement.



Bourgeonnement.

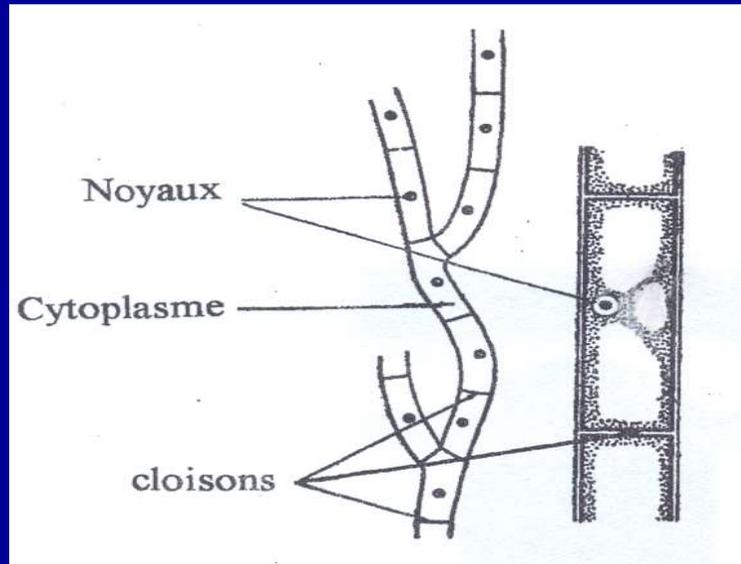
Thalle bourgeonnant de *Saccharomyces*

La levure

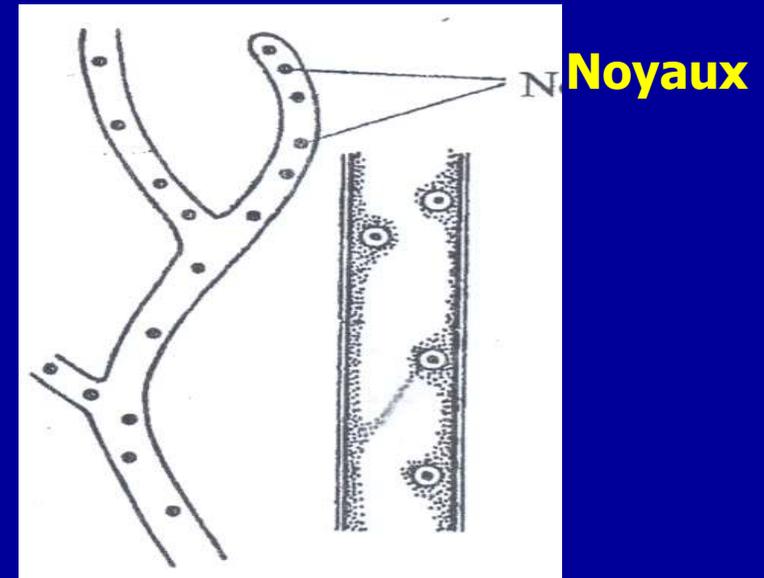


b. Thalle filamenteux

La plupart des champignons sont formés de filaments ± denses et dont l'ensemble forme **un mycélium (mycete)**.



Filament **cloisonné** (hyphe)



Filament **siphonné** (siphon)

Deux groupes de champignons:

Filaments siphonnés : Champignons **siphomycètes**

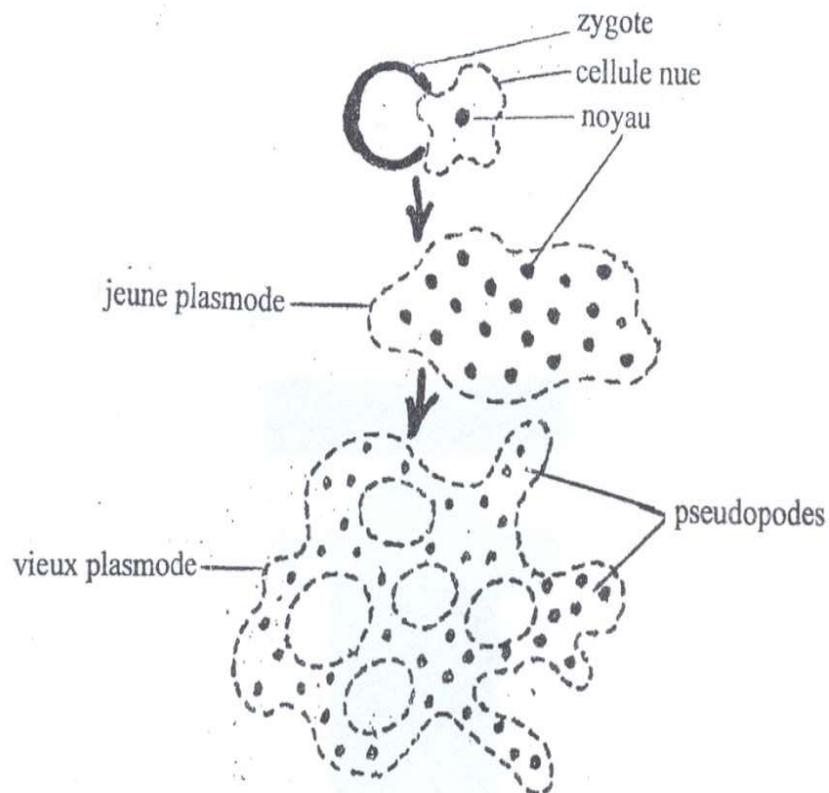
Filaments cloisonnés : Champignons **septomycètes**

MUCOR



c. Thalle plasmodiale ou plasmode

Le Plasmode est une masse cytoplasmique molle et déformable **sans paroi, plurinucléée**, se déplaçant par des **pseudopodes** (Mouvement amiboïde).

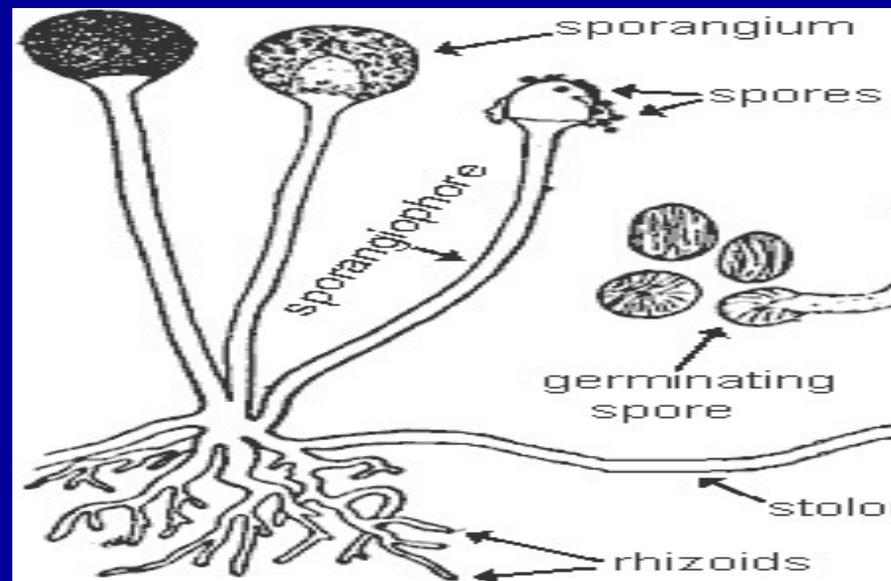


Plasmode de *Plasmodiophora*, parasite du chou

2. Quelques organes particuliers aux champignons

a. Les organes de fixation:

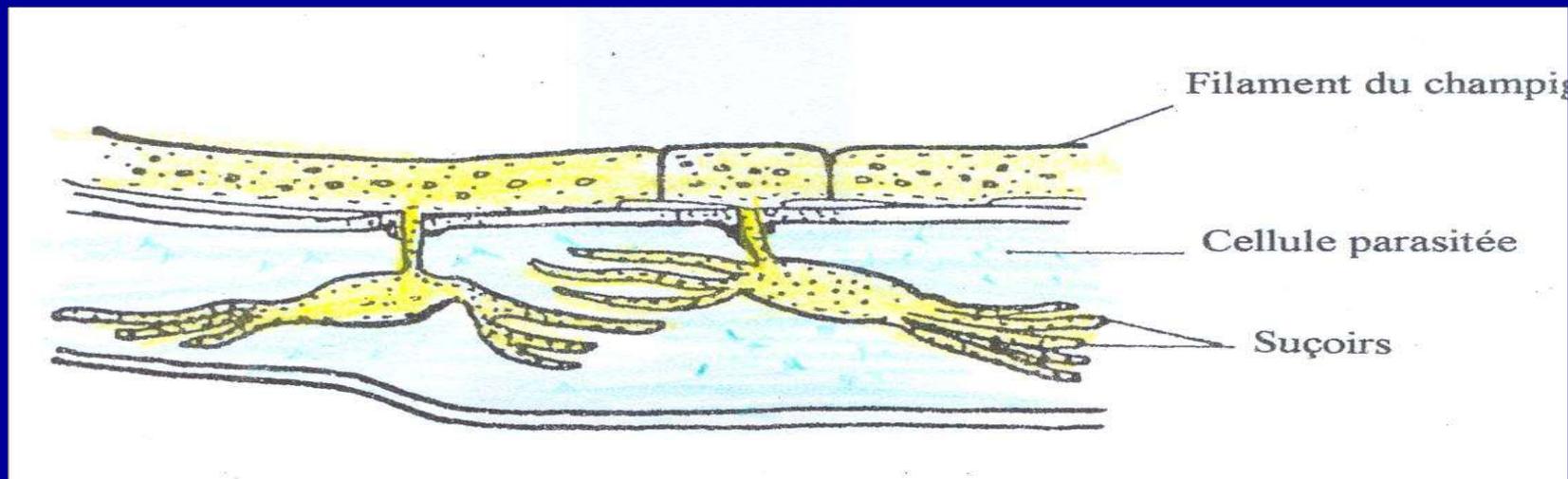
- * Un enchevêtrement de filaments.
- * Rhizoïdes.



Les rhizoïdes *Absidia glauca*

b. Les organes d'absorption

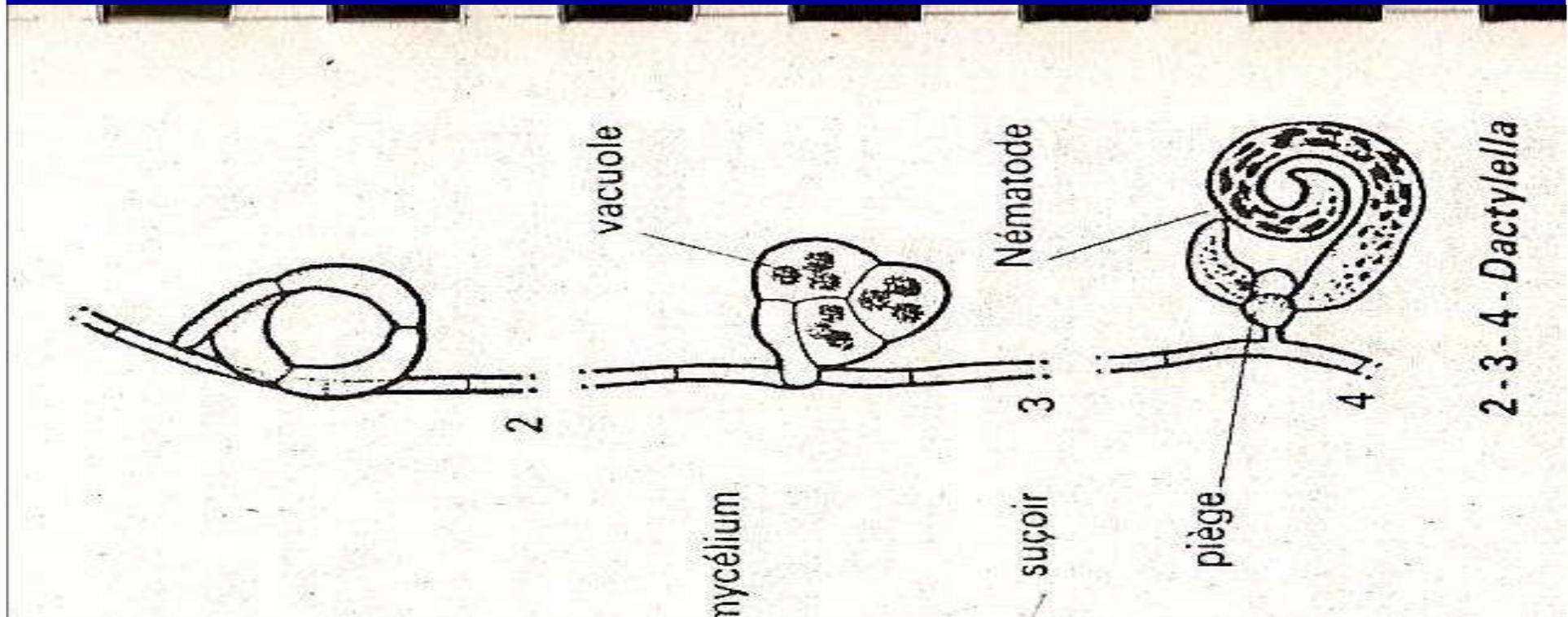
- * **Les suçoirs des champignons parasites**
Ils pénètrent à l'intérieur des cellules parasitées et aspirent les substances nutritives. (+ rôle de fixation)



Suçoirs mycéliens de *Haustoria*

• Les boucles pièges

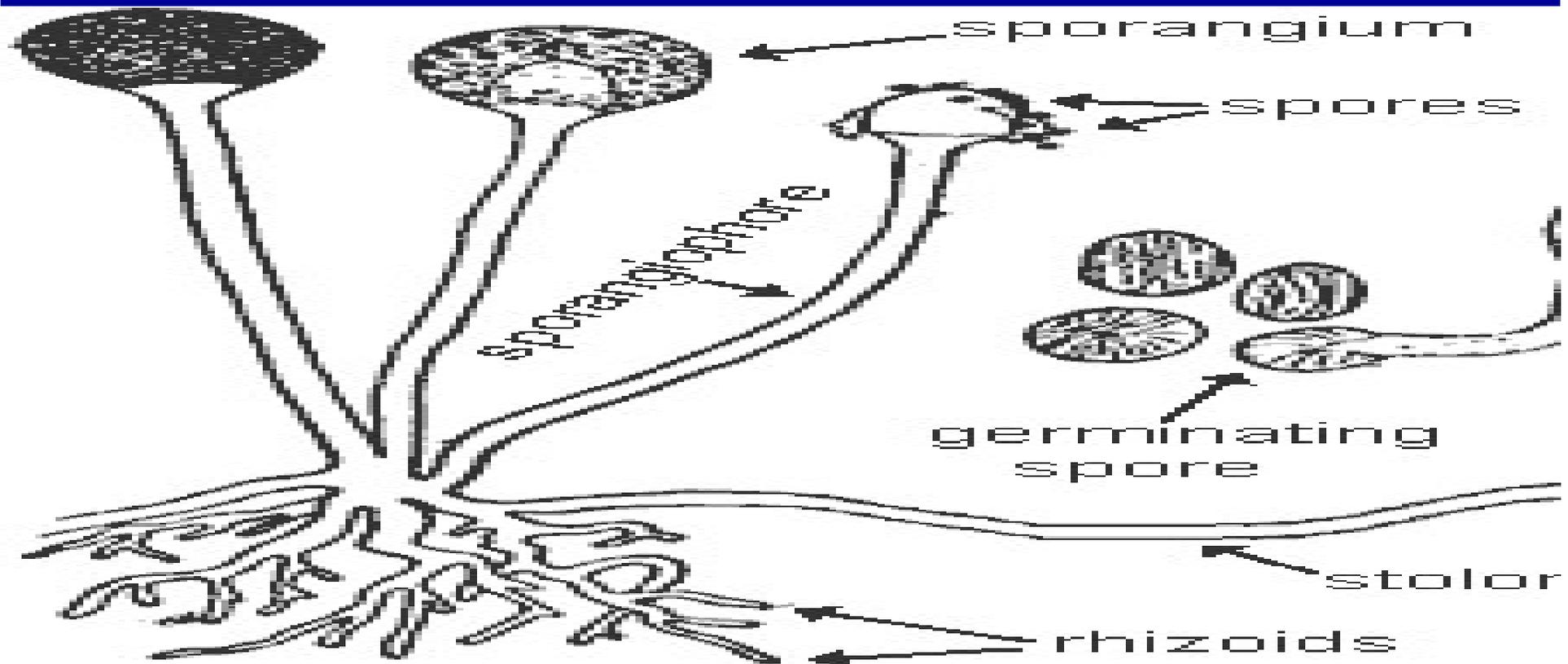
Certains champignons forment des **pièges (boucles)** pour capturer leurs proies (protozoaires et nématodes) et envoient ensuite des suçoirs à l'intérieur de la proie.



c. Les organes d'extension

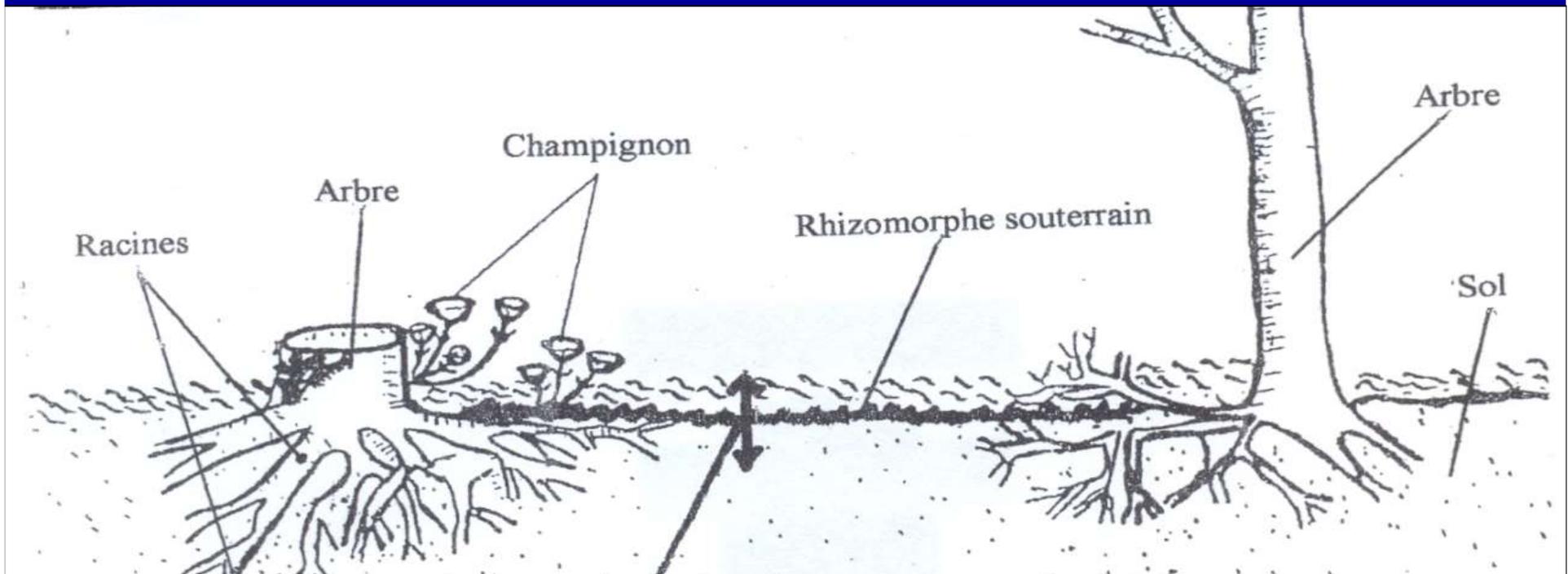
- **Les Stolons:**

Filaments rampants qui se développent rapidement à la surface du milieu pour le coloniser totalement (Ex : Absidia)



• Les rhizomorphes:

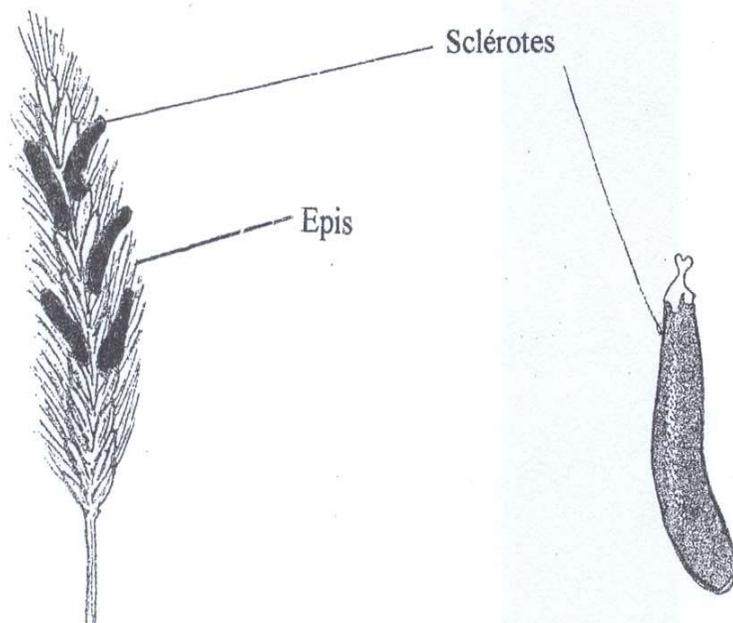
Cordons ramifiés qui s'étendent entre les arbres éloignés (EX: *Armillaria Mellea*)



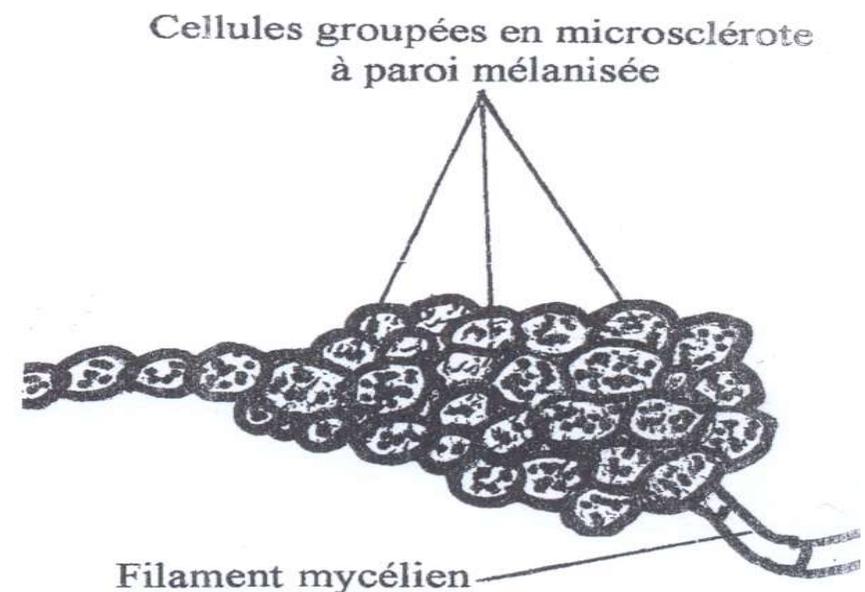
Rhizomorphe de l'armillaire

d. Les organes de résistance:

Certains champignons forment des sclérotes à paroi épaisse, imperméable et souvent mélanisée.



Sclérotés de *Claviceps purpurea*



Microsclérotés

e. Les organes de fructification:

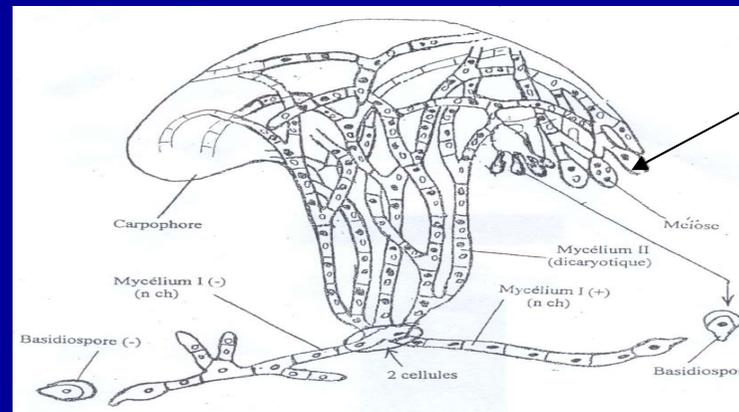
**Chez les champignons supérieurs
(**Basidiomycètes** et **Ascomycètes**), la
reproduction sexuée aboutit à la
formation d'organes de fructification:**

* Les carpophores chez les Basidiomycètes

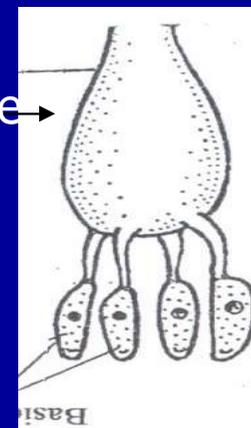
Après la fécondation, le mycélium s'organise et forme un carpophore (pied et chapeau). A maturité, le chapeau libère des basidiospores formées par les basides



Un carpophore

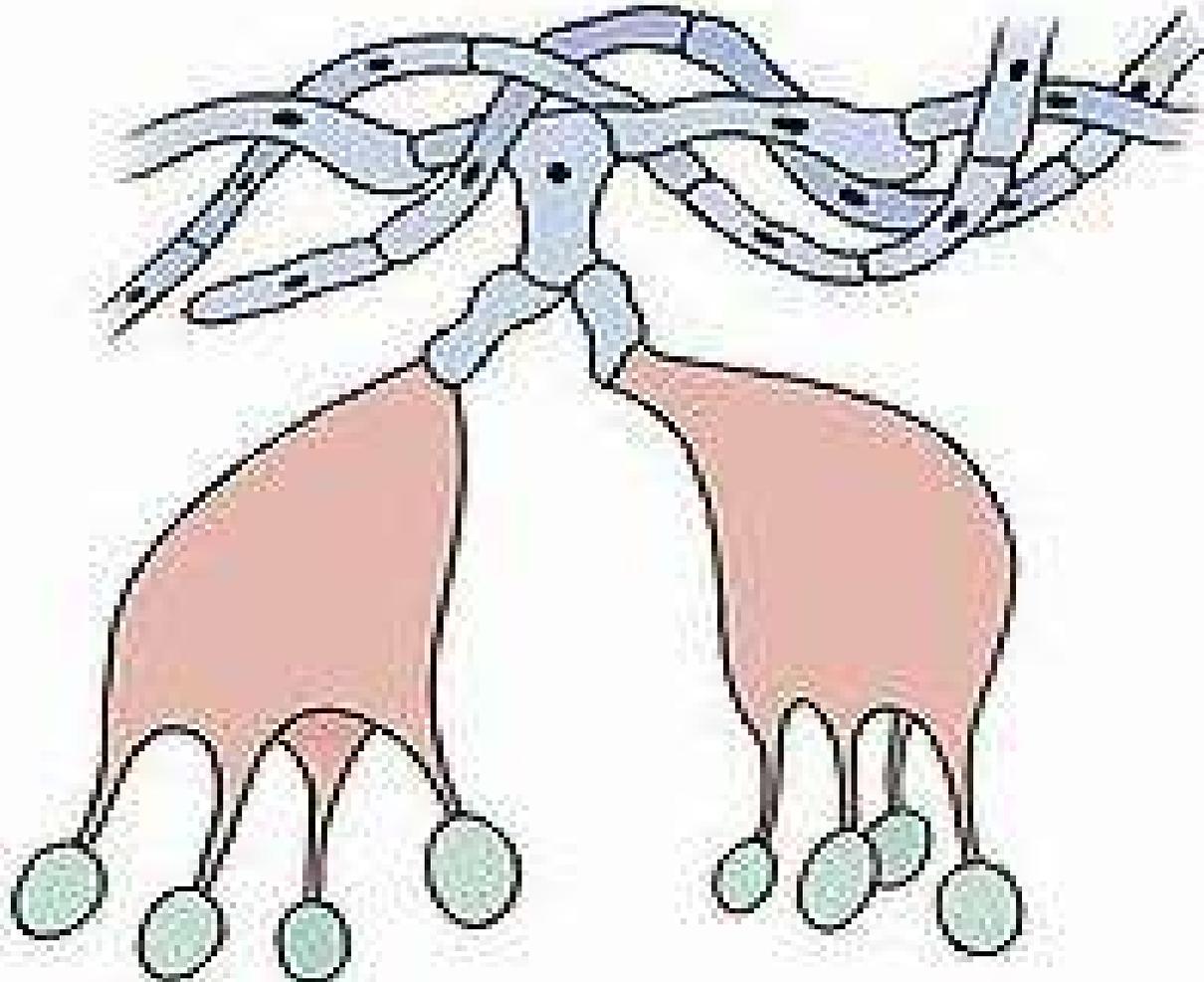


baside →



basidiospores

Basides et basidiospores



Basidiomycètes



Source: www.mycovaud.ch

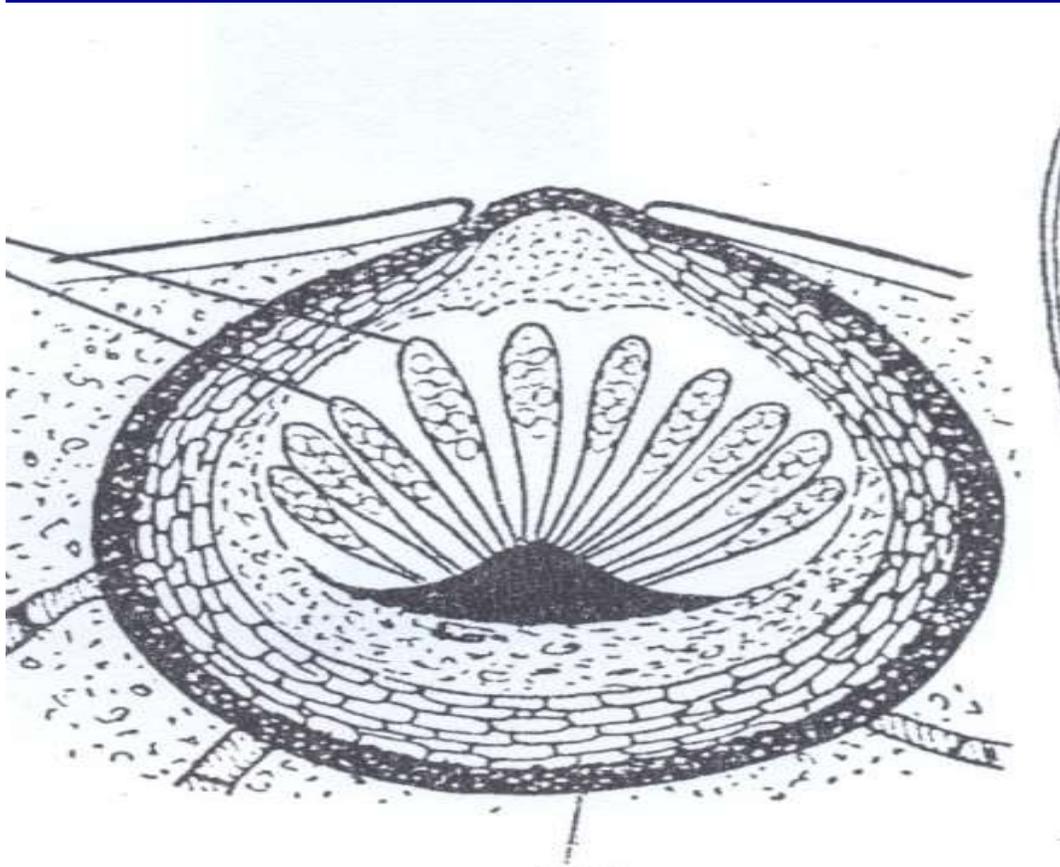
Carpophores



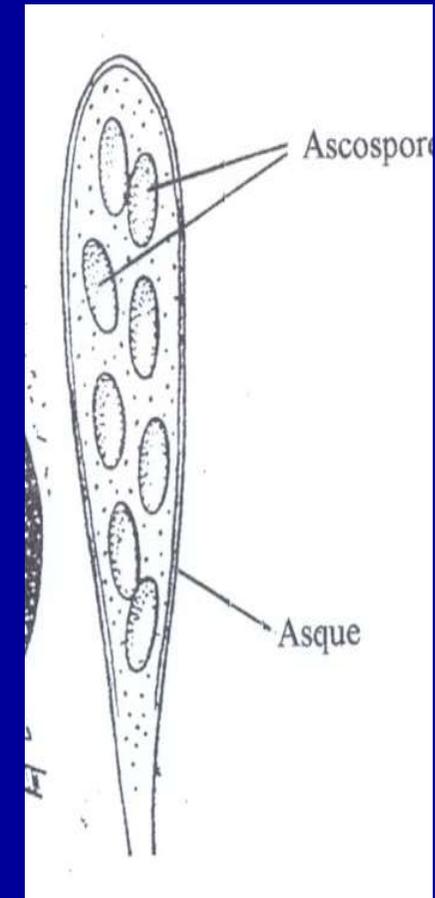


□ les ascocarpes chez les Ascomycètes

Après fécondation le mycélium forme **un ascocarpe**. A maturité, l'ascocarpe libère des **ascospores** formées dans des **asques**.



Ascocarpe avec asques



Asque avec ascospores

Asques et ascospores



Ascocarpe





IV. Modes de vie

Les champignons sont hétérotrophes et ont 3 modes de vie.
Ils peuvent être :

- Saprophytes :

Ils exploitent les substances organiques végétales ou animales **mortes** dont ils provoquent la décomposition.

- Parasites :

Les champignons puisent leur matière organique dans un **être vivant** et provoque des maladies chez l'Homme, les animaux et les végétaux.

-Symbiotiques :

Certains champignons vivent en symbiose avec un partenaire vivant.

- Exemples :**
- * Symbiose avec une algue : les lichens**
 - * Symbiose avec les racines : les mycorhizes**

LICHENS



MYCORRHIZES



MYCORRHIZES



V. Reproduction des champignons

Les champignons se reproduisent également **asexuellement** et **sexuellement** .

La reproduction sexuée n'est pas connue chez les champignons imparfaits (**Deutéromycètes**).

1. Reproduction asexuée

Leur reproduction asexuée présente une grande analogie avec les algues

a. Le bourgeonnement

**C'est une originalité des champignons
La cellule mère bourgeonne une cellule
fille après division de son noyau (Ex:
Levure).**

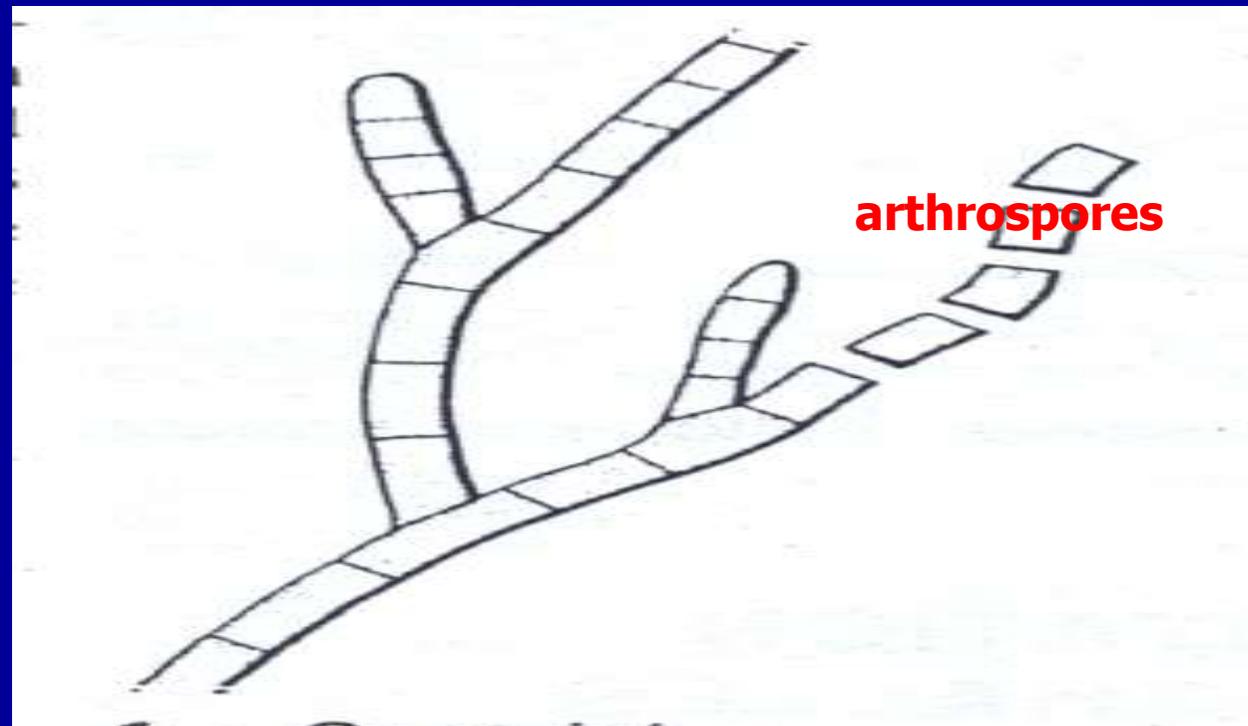
b. Le bouturage

Des fragments même très petits du filament sont capables de régénérer un nouveau filament.

c. Formations d'éléments spécialisés:

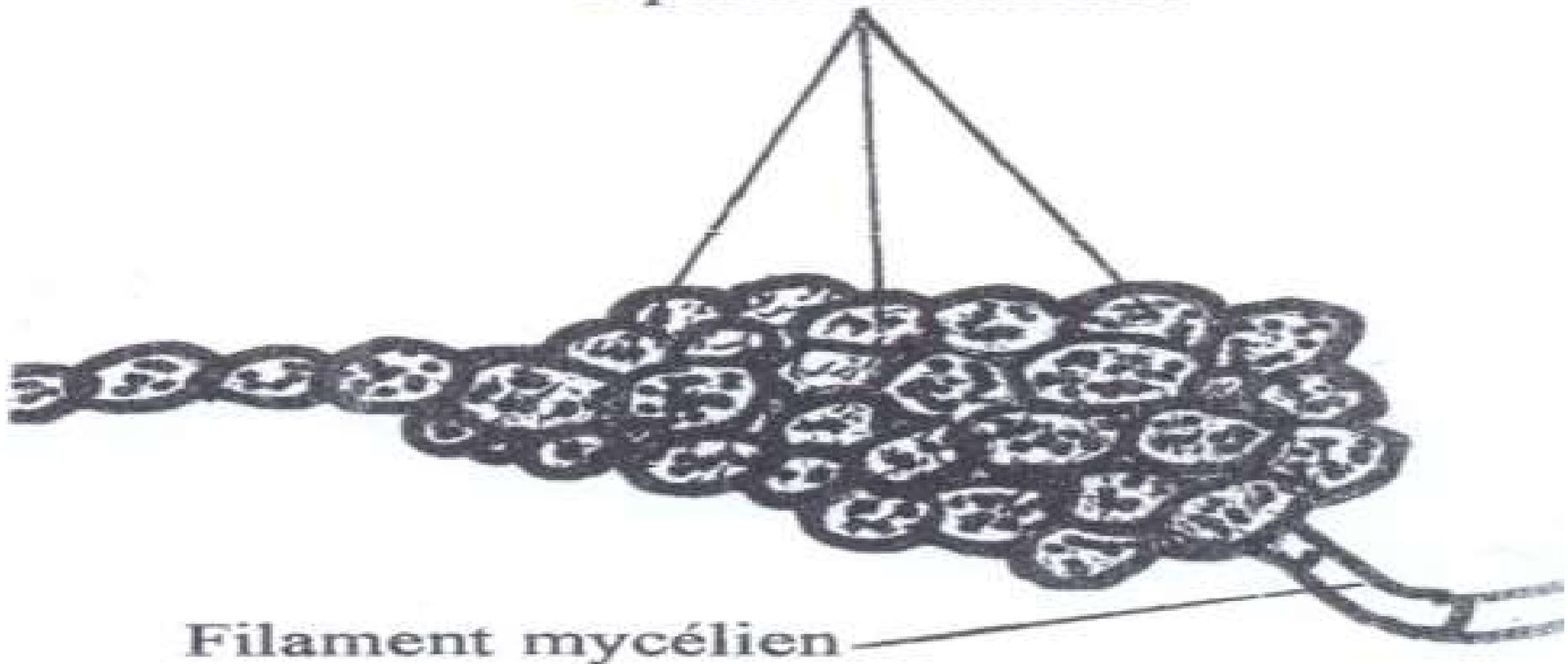
c.1 les arthrospores:

Cellules détachées du filament, riches en réserves

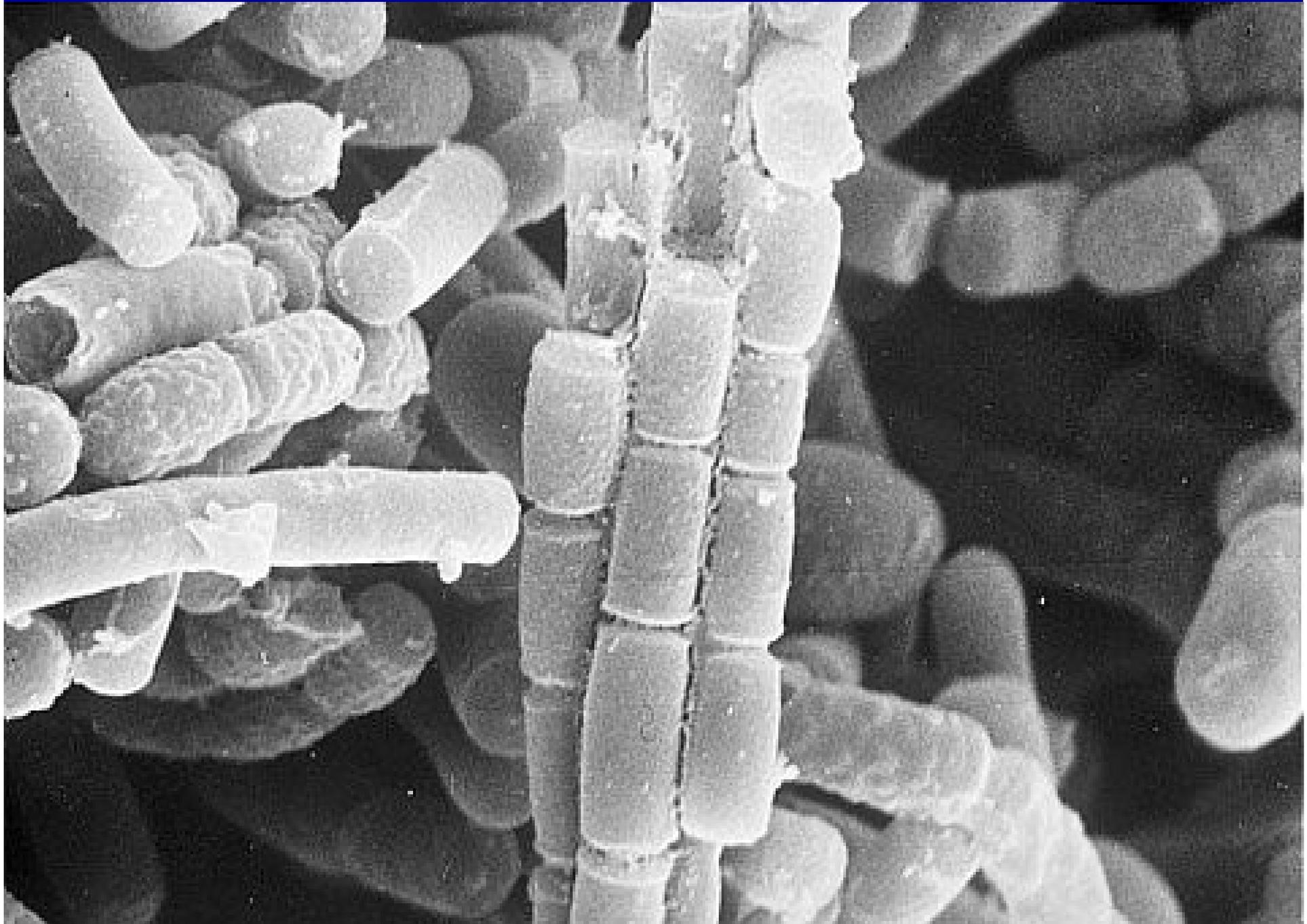


C.2.les sclérotes: cellules de résistance

Cellules groupées en microsclérote
à paroi mélanisée



ARTHROSPORES



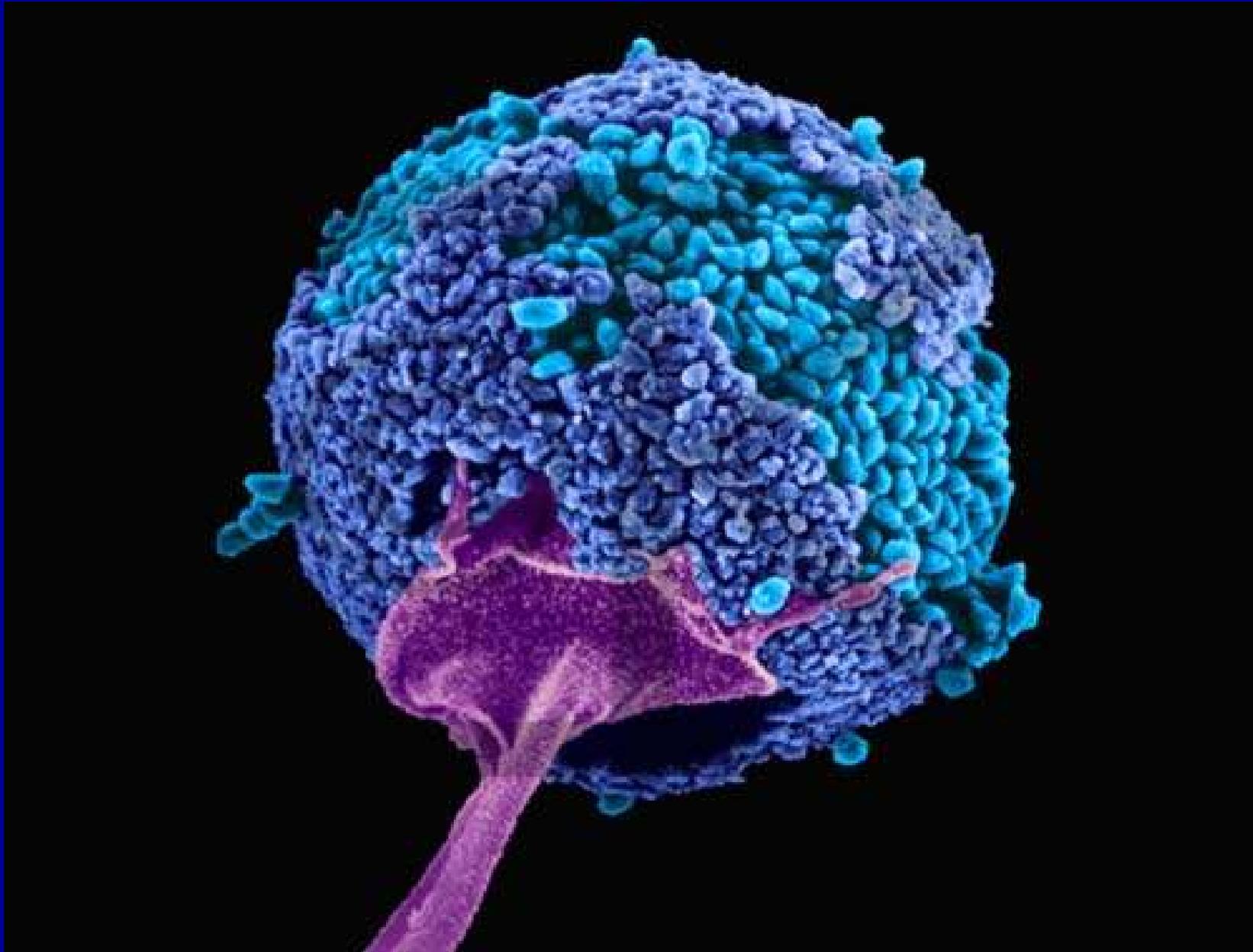
d. Sporulation

C'est la formation de spores.

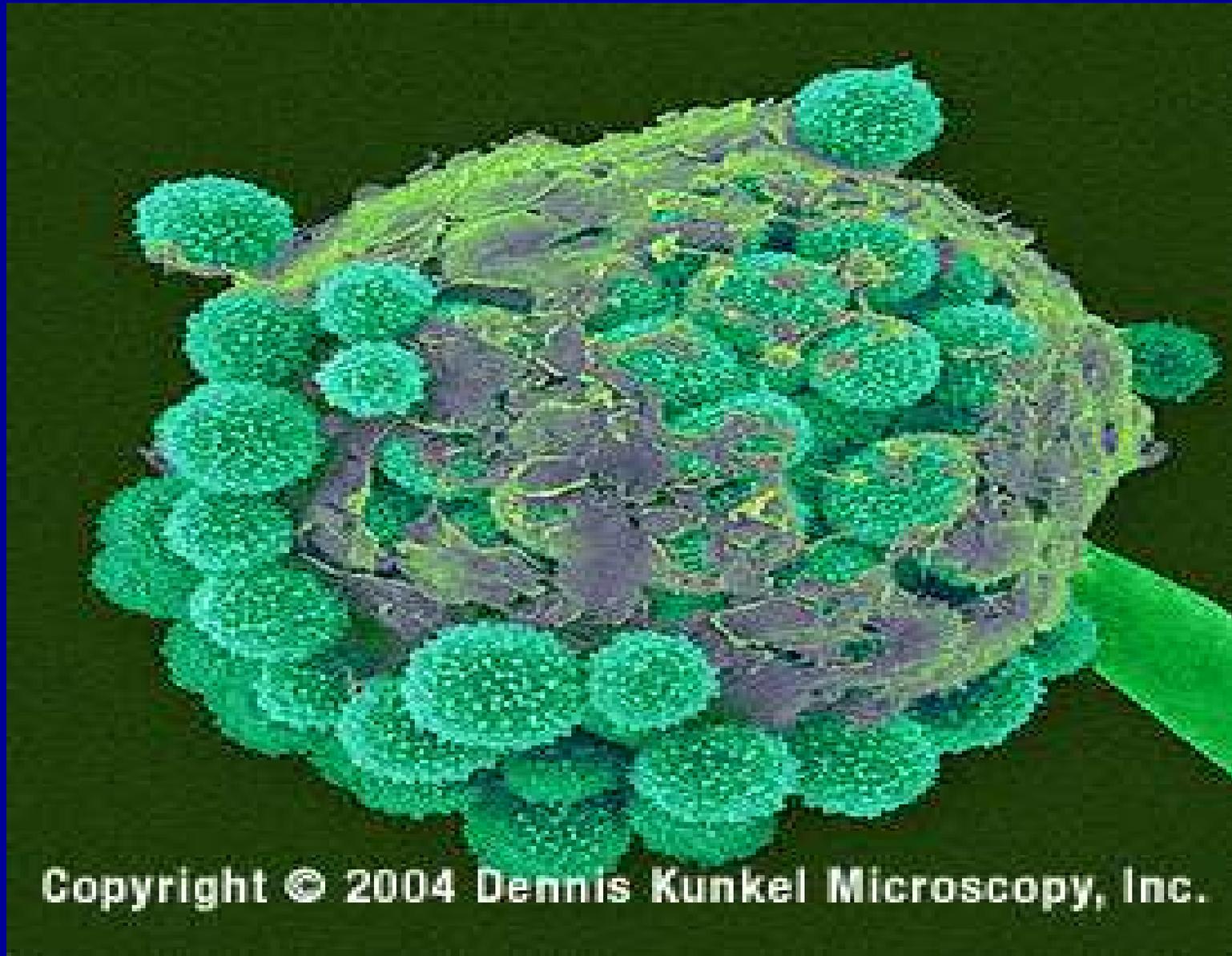
d.1 Les spores endogènes ou endospores

Formées à l'intérieur d'un sporocyste et libérées après déchirure de la paroi.

Sporocyste et spores endogènes



Sporocyste du Mucor



Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

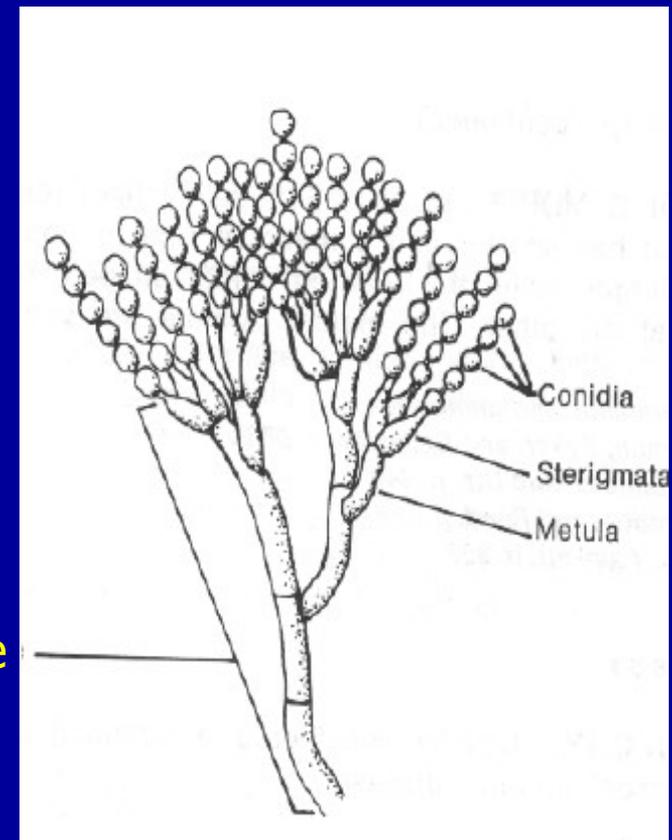
d.2 Les spores exogènes ou conidies

Bourgeonnées, en continu, directement à l'extrémité de filaments spécialisés.



Macroconidies

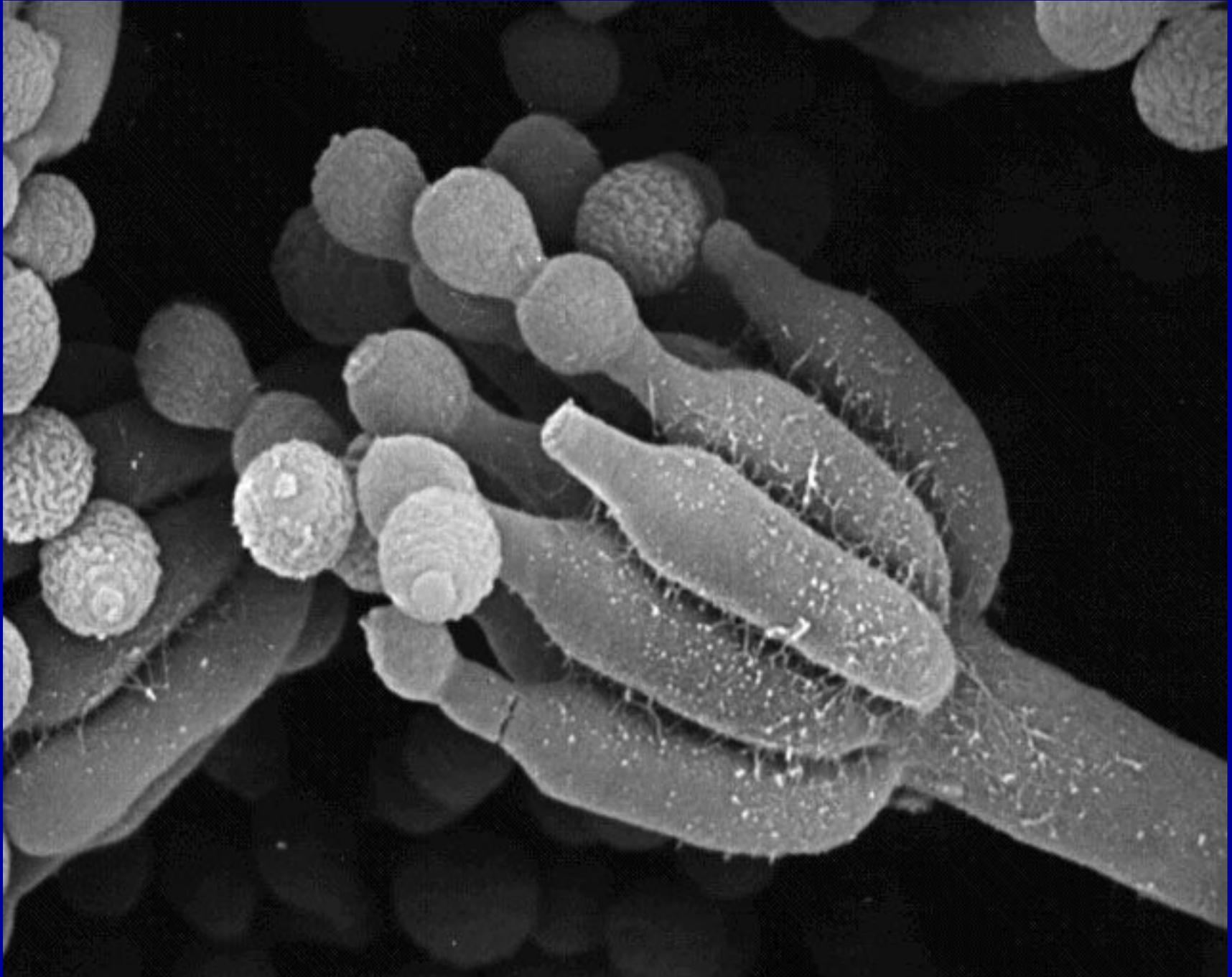
Alternaria alternata



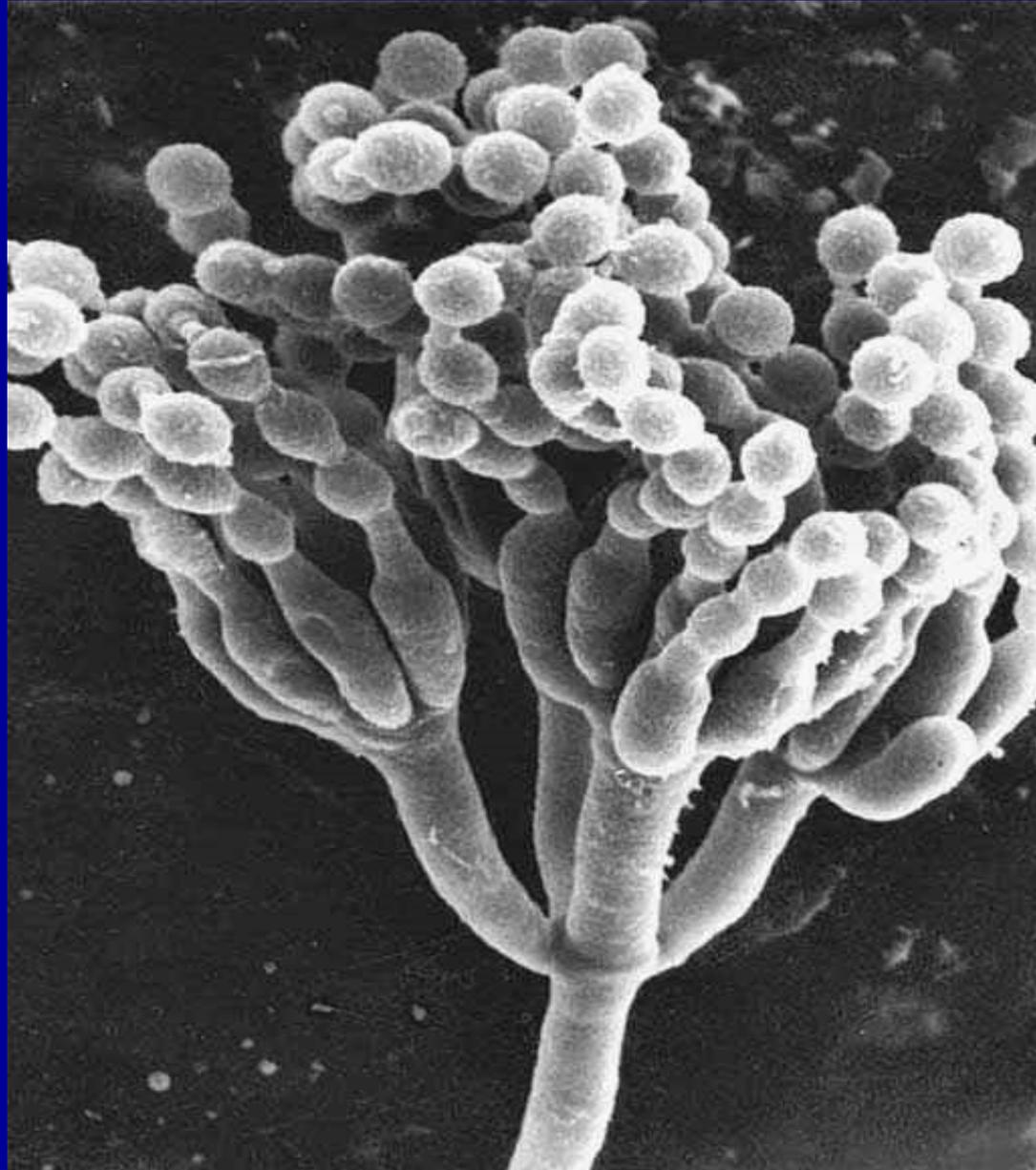
conidiophore

Penicillium sp.

SPORES EXOGENES(CONIDIES)



SPORES EXOGENES DE PENICILLIUM



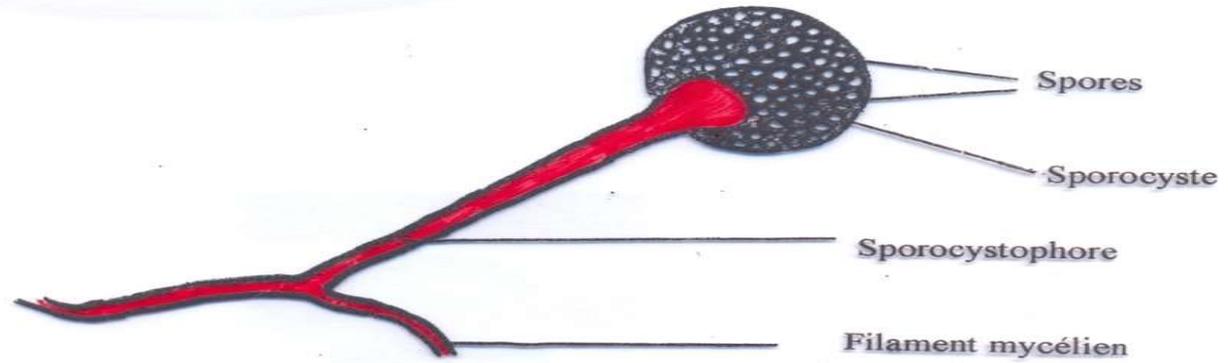
Penicillium



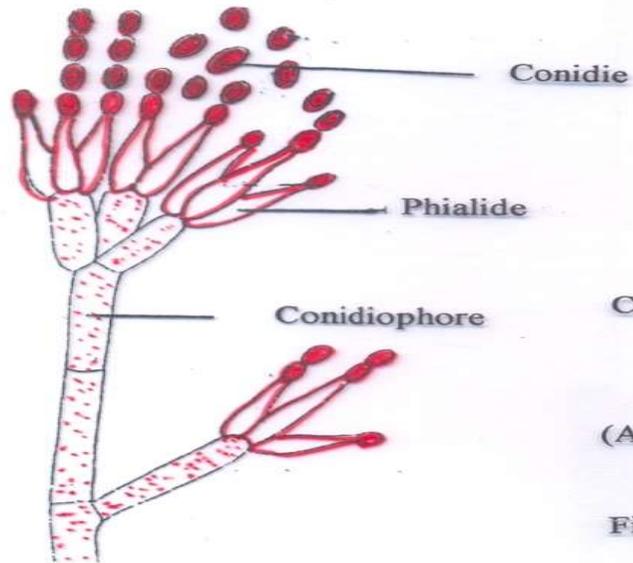
Penicillium



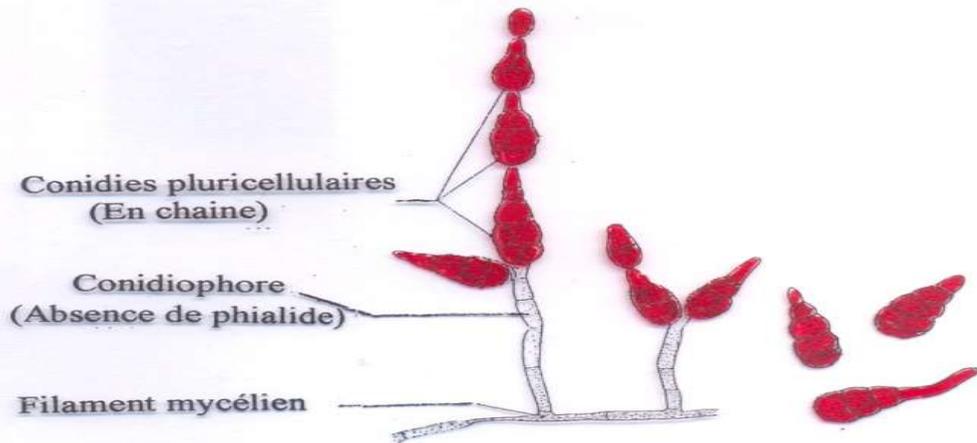
La sporulation



Spores endogènes (Endospores)
(Ex : *Absidia*)



Ex : *Penicillium*



Ex : *Alternaria alternata*

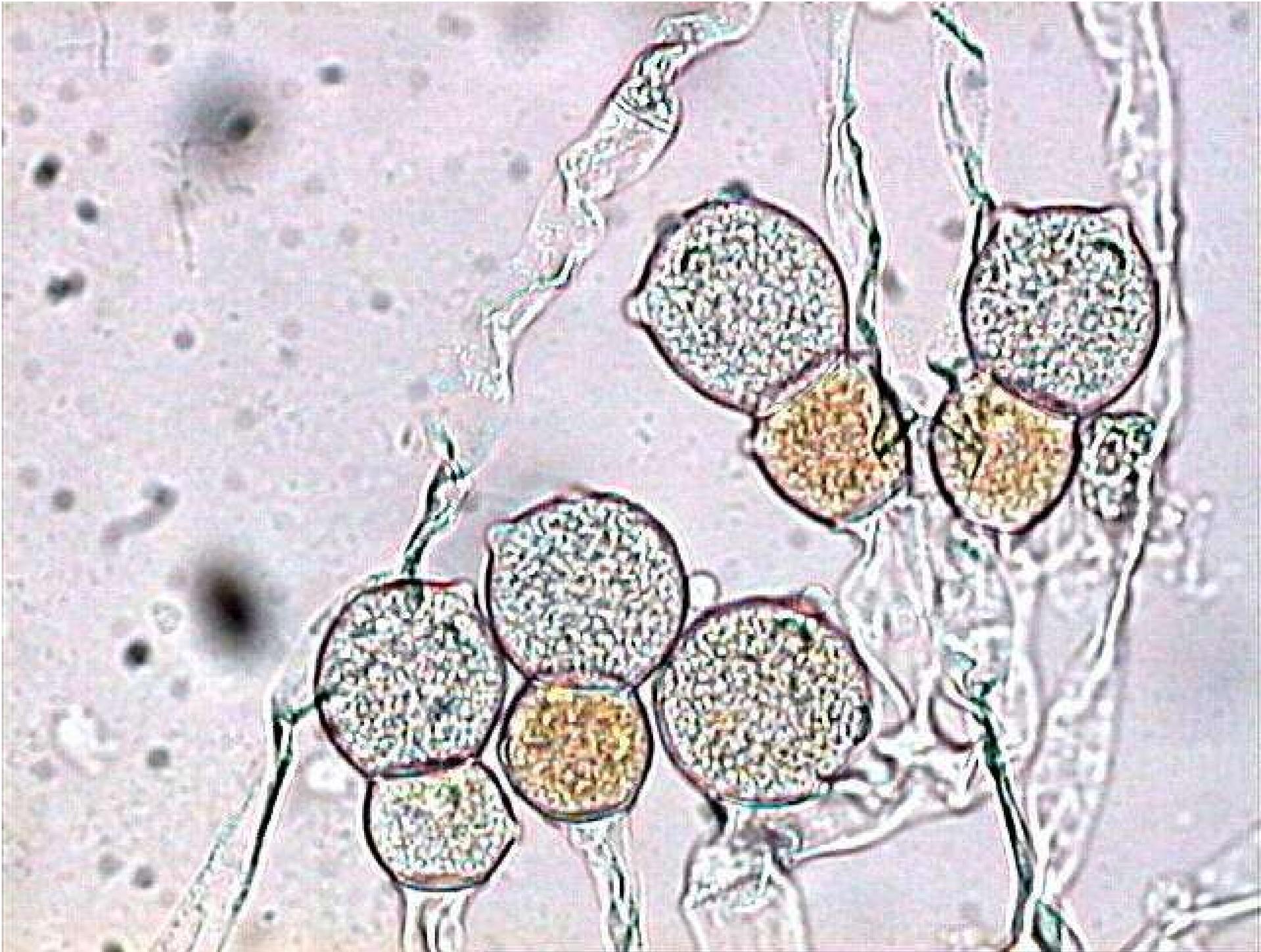
Spores exogènes (Conidies)

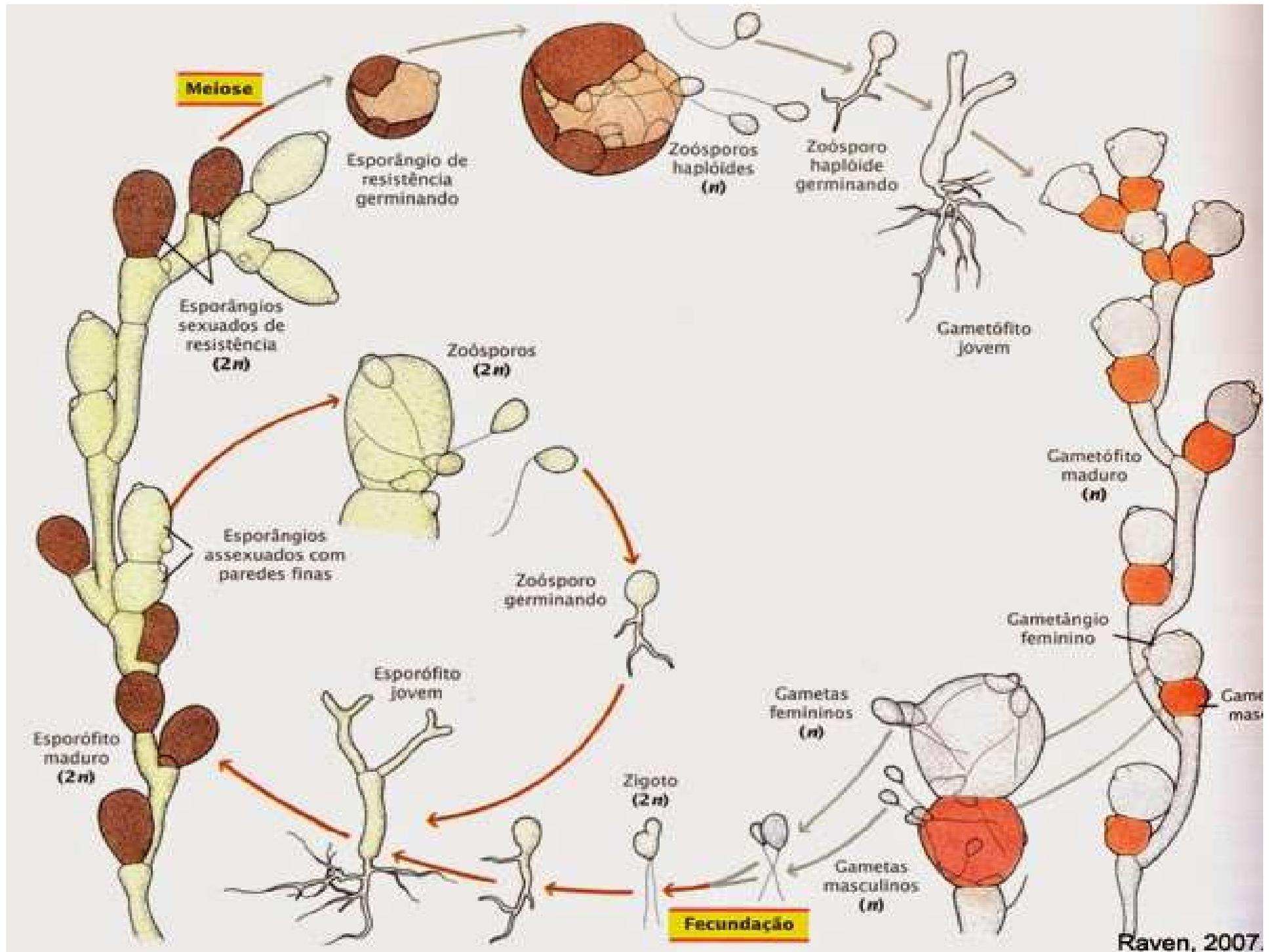
2. Reproduction sexuée

Elle présente les mêmes phénomènes que les algues eucaryotes (gamètes, fécondation , Méiose , cycle de développement, génération, phases...)

Exemple: *Allomyces arbusculus*







Il y'a différenciation sexuelle

(Différence entre les gamètes males et femelles)

Il y'a diécie (pas de monoécie)

(thalle male et thalle femelle)

Il y'a planogamie anisogame (pas isogame)

(Gamètes mobiles et différents)

Il y'a hétérothallisme (pas d'homothallisme)

(Les gamètes proviennent de 2 thalles et non pas d'un seul thalle)

Le cycle est digénétique haplodiplophasique

isomorphe (les 2 générations gamétophytique et saprophytique ont la même morphologie)

VI. Rôles des champignons

1. Champignons utiles

2.

a. Domaine gastronomique

- **Champignons comestibles**

- **Les ascomycètes:** Morilles, Truffes, Pezizes, Helvelles, Terfass.....
- **Les Basidiomycètes:** chanterelles, Bolets, Agarics, Coprins

MORILLES



PEZIZES



HELVELLES



CHANTERELLES



BOLET



Champignons utilisés dans l'industrie agro-alimentaire.

- Les ferments : utilisés dans la fabrication des fromages, du pain, des boissons alcooliques (levure).

- Les arômes alimentaires: (arômes banane, pêche..)

b. Domaines médicinal et pharmaceutique

Certains champignons produisent des produits des enzymes, des vitamines et des substances médicinales:

Ex: La pénicilline (antibiotique) découverte par Alexandre Fleming, est produite par *Penicillium chrysogenum*

c. Domaine écologique

- **Décomposition d'animaux ou de végétaux après leur mort grâce à leurs enzymes.**
- **Aération du sol.**
- **Certains sont antagonistes vis-à-vis des agents pathogènes (lutte biologique).**

2. Champignons nuisibles

a. Champignons toxiques: Ils sont vénéneux ou mortels (Ex: Certaines Amanites)

b. Champignons pathogènes sur l'Homme et les animaux (mycoses de la peau, des ongles, des cheveux...)

Quelques espèces mortelles



Amanite phalloïde



Cortinaire doré

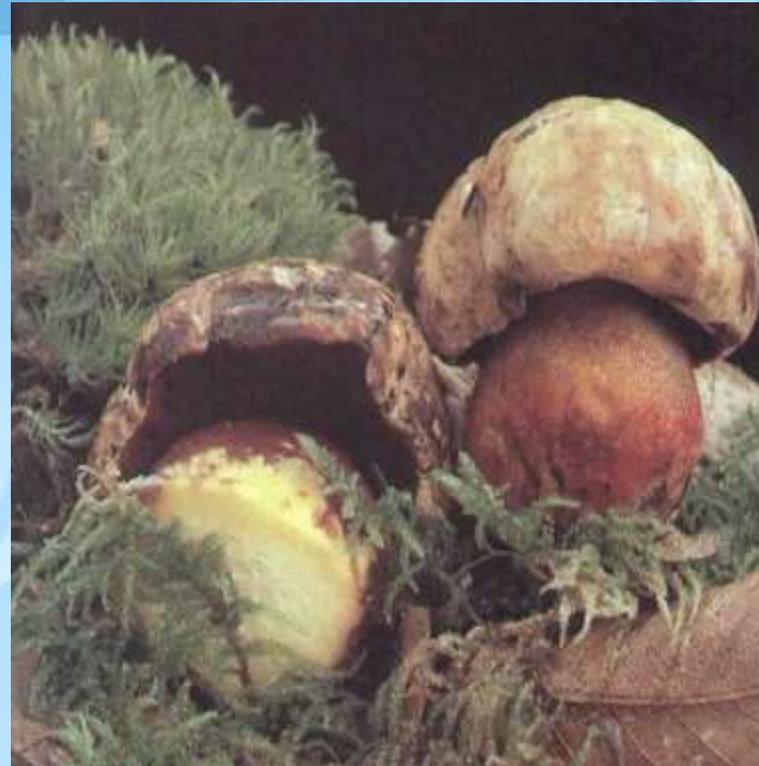


Amanite vireuse

Quelques espèces vénéneuses



Amanite tue-mouches



Bolet Satan

c. Champignons phytopathogènes qui
attaquent les plantes cultivées vivantes et
causent des pertes considérables.

-

d. Moisissures qui sont responsables de pourritures sur légumes et fruits frais et secs et des attaques d'autres substrats comme le cuir, le coton, la laine, le papier...





MUCOR

Mucor spp.



Penicillium



CHAPITRE IV

LES LICHENS

PRESENTATION

Evernia prunastri



Ramalina



Pseudevernia furfuracea

















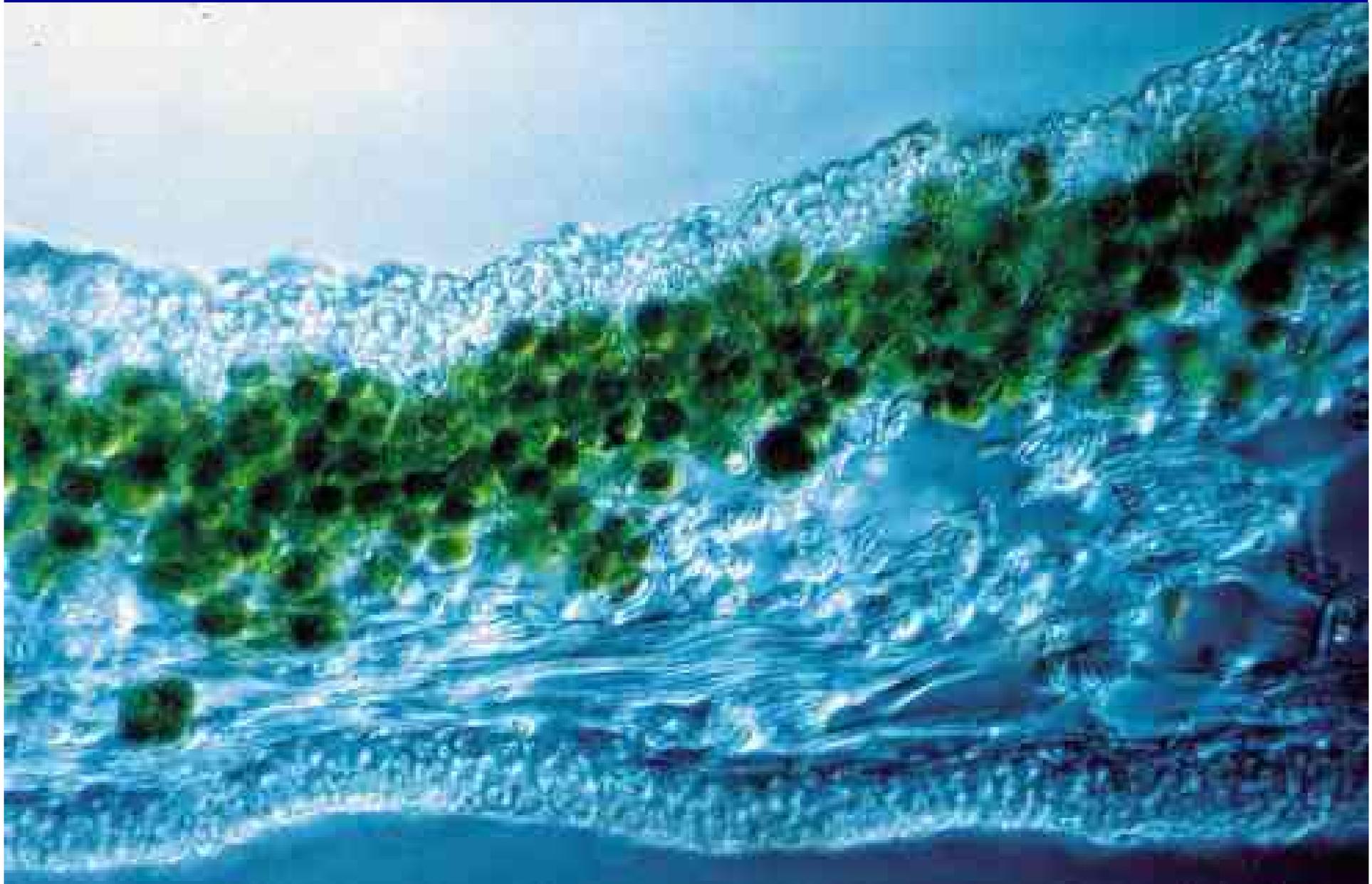
Les lichens présentent une grande diversité (couleurs, taille et forme)

I. INTRODUCTION

Un lichen est **une association symbiotique (bénéfice réciproque) intime et durable** entre:

- 1. Un champignon ou mycobionte (hétérotrophe).**
- 2. Une algue ou phycobionte (autotrophe).**

Coupe transversale dans le thalle



II. Organisation de l'appareil végétatif

1. Les deux partenaires de la symbiose:

a. Le champignon

+ Les champignons des lichens sont essentiellement des **septomycètes **Ascomycètes** (90 % des lichens).**

b. L'algue

Ce sont des algues unicellulaire appelées **gonidies** qui appartiennent à deux groupes:

+ **Les Cyanophycées (algues bleues)**

Dans 10 % des lichens .

Le genre **Nostoc** est le plus important.

+ **Les chlorophycées (algues vertes)**

Dans 90% des lichens.

Ex : le genre ***Cystococcus***.

+ L'algue utilise l'énergie solaire pour élaborer des substances organiques (photosynthèse) à partir de l'eau et des sels minéraux fournis par le champignon.

2. Structure de l'appareil végétatif

Deux types de structures:

- Structure homéomère :

les deux constituants forment un mélange homogène.

- Structure hétéromère :

les deux partenaires forment des couches distinctes.



Lichen homéomère



Lichen hétéromère

III. Différents types de thalles

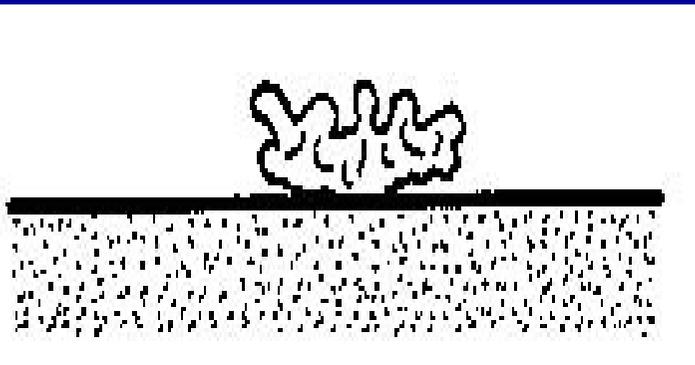
On distingue plusieurs types de thalle :

1. Les thalles gélatineux: EX: Collema.

Ils contiennent des cyanobactéries.

+ A l'état sec, ils sont noirs et friables.

+ En présence d'eau, ils gonflent et donnent des masses gélatineuses.

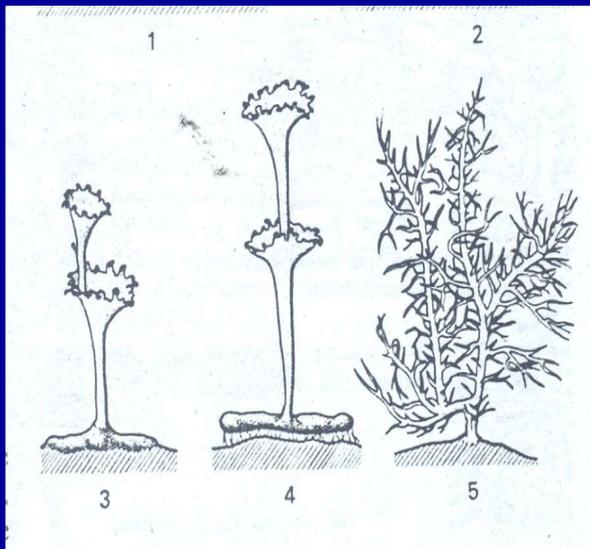


2. Les thalles fruticuleux ou buissonnants

Ces thalles sont fixés au substrat par une surface très réduite. Ils sont \pm buissonnants et sont constitués :

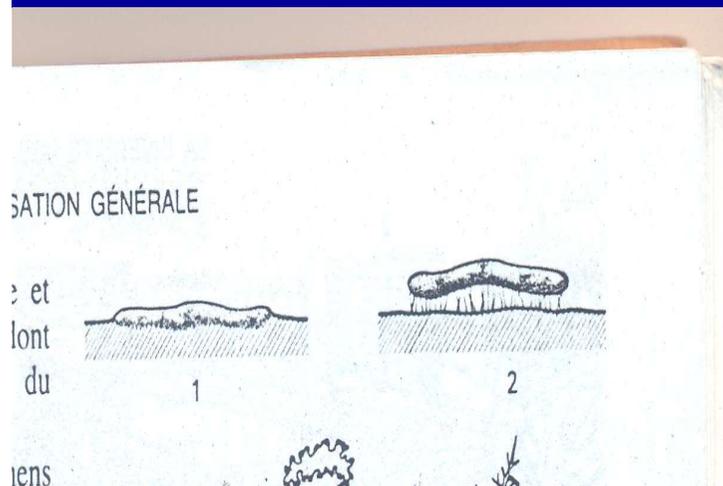
- + d'axes plus ou moins ramifiés (Ex : *Usnea*)
- + ou de lanières (rubans) entières ou divisées.

Ex: *Ramalina*.



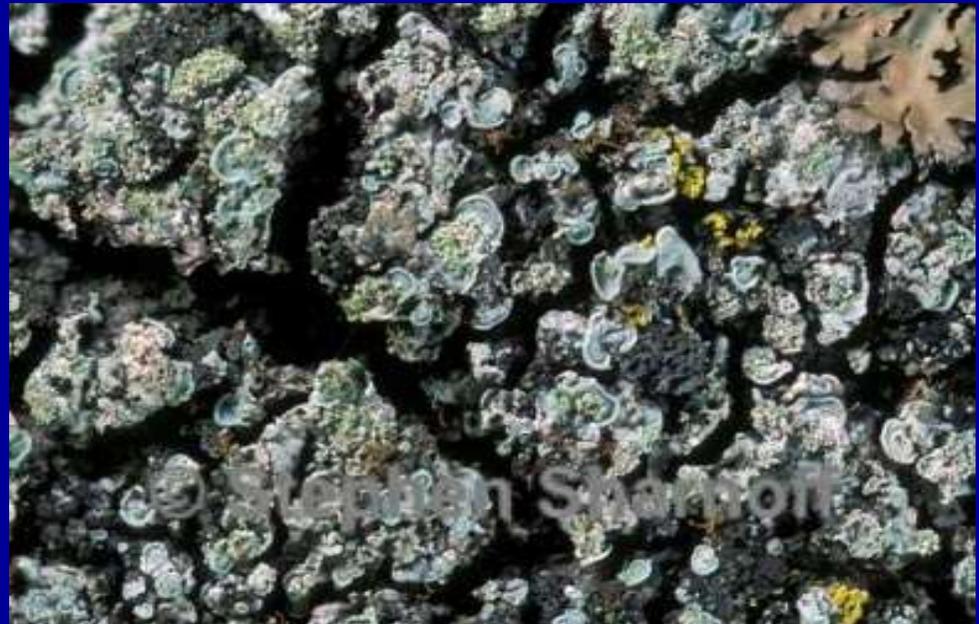
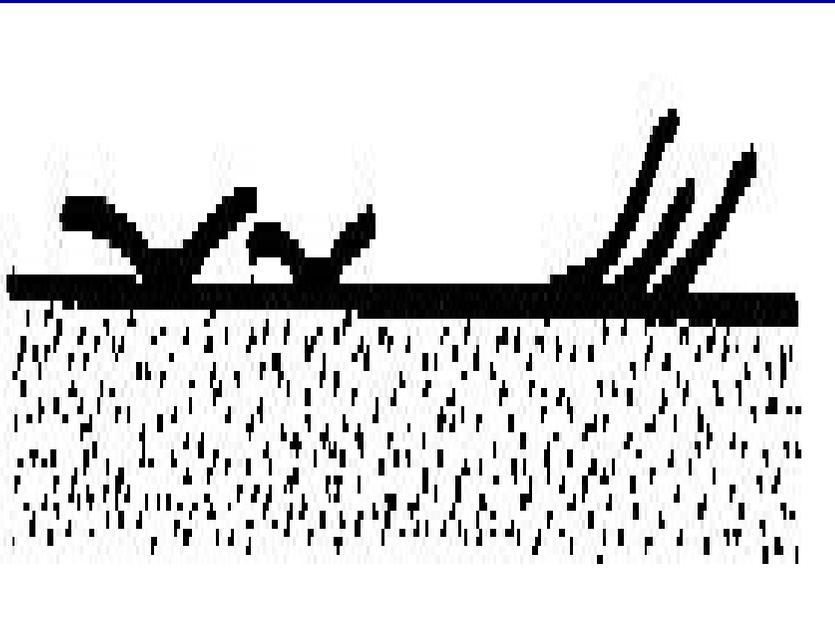
3. Les thalles foliacés

Formés par des lames plus ou moins divisées fixées au substrat par des rhizines
. Ex: *Parmelia*



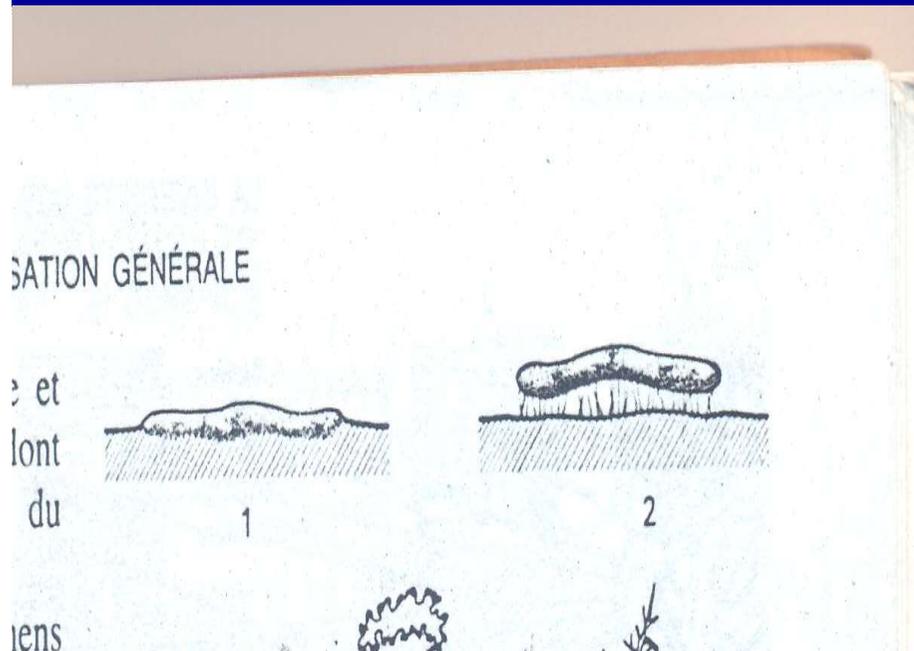
4. Les thalles squamuleux

Formés de petites écailles qui se chevauchent. Ils se collent au substrat par toute leur face inférieure, sauf sur le bord.
(*Toninia*, *Posora*, *Normandina*...).



5. Les thalles crustacés

Ils forment une croûte fortement collée au substrat. Ex : Placodium, les *Lecanora*.



6. Les thalles composites ou complexes

Constitués d'un thalle primaire fixé au substrat, et d'un thalle secondaire dressé.

Ex : *Cladonia*



IV. Organes de fixation

Les lichens possèdent divers organes de fixation comme:

- + les rhizoïdes
- + Les disques
- + les crampons
- + les rhizines (filaments parallèles groupés)

V. Nutrition des lichens

1. Nutrition minérale

Les sels minéraux nécessaires au développement du thalle sont présents dans l'eau atmosphérique, dans l'eau de pluie et dans les divers substrats (même rocheux).

2. Nutrition organique

+ l'Algue symbiotique est photosynthétique (fabrique les substances organiques pour elle et pour le champignon).

+ Certains Lichens vivent en saprophytes (sur des êtres morts).

VI. Mode de vie et répartition géographique

Les lichens peuvent vivre en parasite ou en saprophytes .

- En période de sécheresse, le lichen devient sec, inactif, mais capable de survivre jusqu'à la prochaine pluie.**
- Les Lichens ont une grande extension terrestre à cause de la diversité des substrats qu'ils utilisent et des conditions climatiques qu'ils supportent.**

Ils ont

- **un pouvoir de reviviscence:** Passer vite de l'état sec à l'état hydraté.
- **un pouvoir lithogène** qui Leur permet de s'installer sur des milieux durs (roches) .
- **La résistance à des températures extrêmes:**

**Certains résistent aux
températures extrêmes
(jusqu' à - 40 °C).**

VII. Reproduction des lichens

Les lichens peuvent se reproduire selon les deux modes asexué et sexué.

1. Multiplication végétative (Reproduction asexuée)

La formation de nouveaux thalles lichéniques peut se faire :

1.1. Par fragmentation :

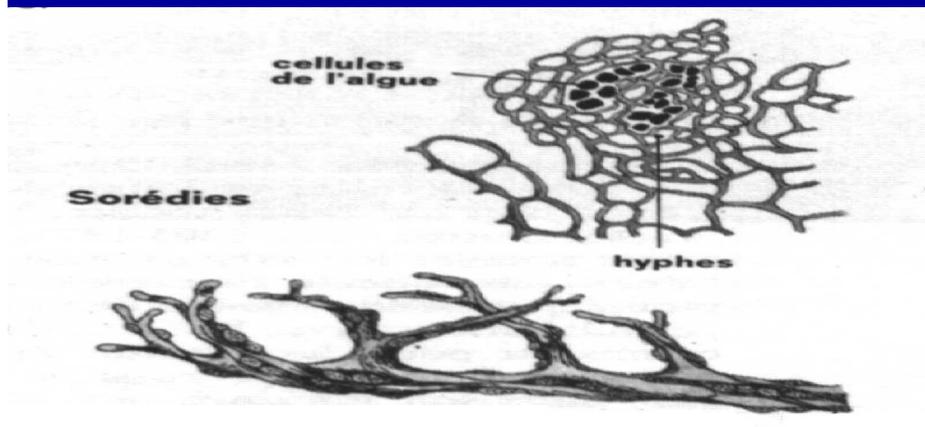
Les lichens sont capables de subsister longtemps à l'état sec; ils deviennent cassants. Leurs fragments dispersés par le vent ou les animaux, peuvent engendrer de nouveaux individus quand les conditions du milieu sont favorables.

1.2. Par formation d'organes spécialisés:

- Les soralies :

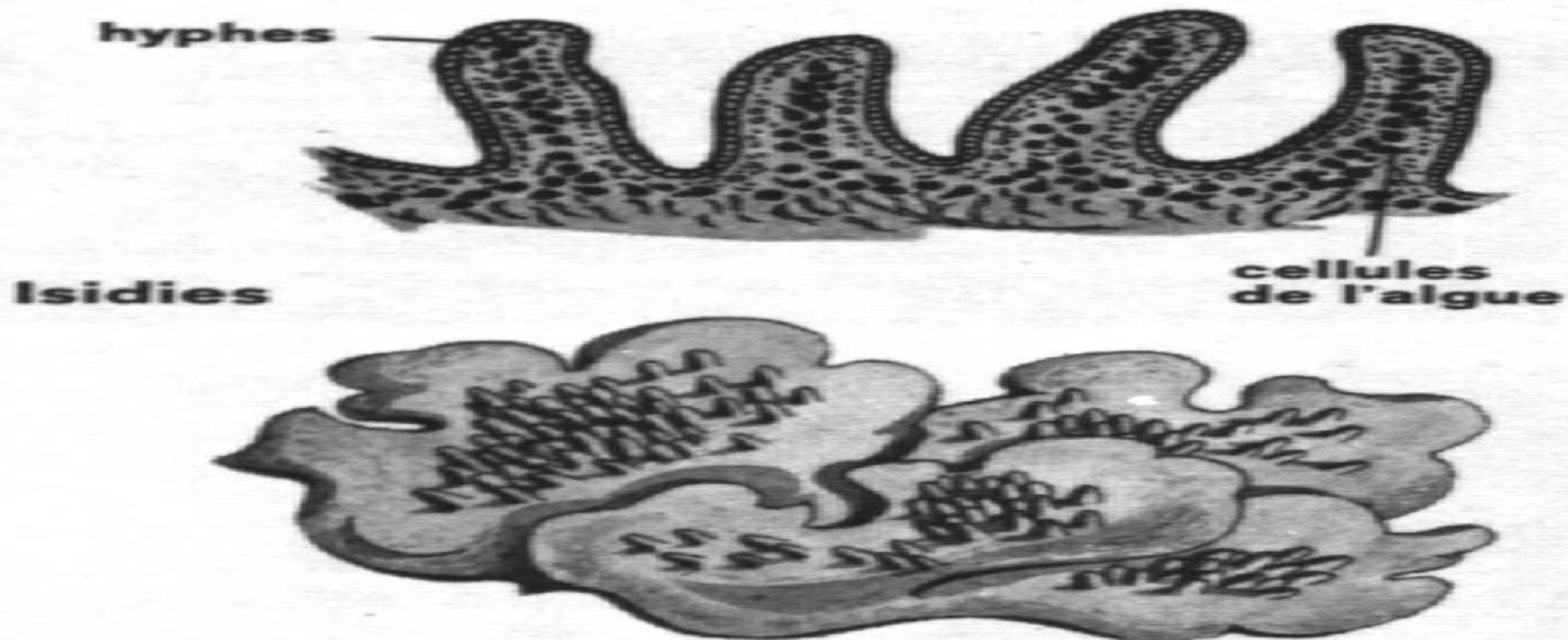
Ce sont des papilles de couleur différente par rapport à celle du thalle. Elles libèrent, par déchirures du thalle; des granules ou **sorédies** contenant un mélange d'algue et de champignon.

Elle sont légères et facilement transportées par le vent, la pluie, les insectes.



- Les isidies

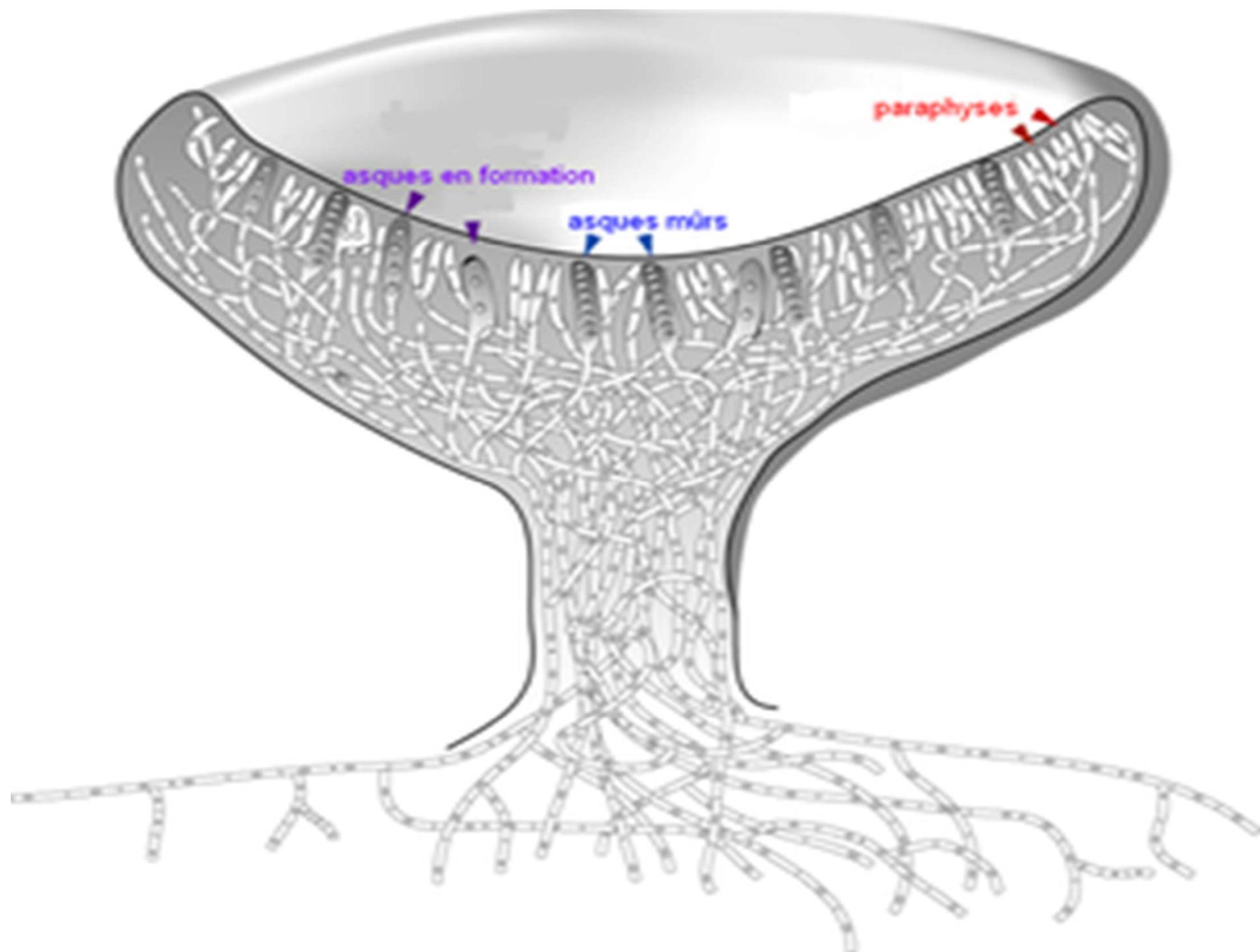
Le thalle émet à sa surface de petits bourgeons contenant l'algue et les filaments; ce sont des isidies qui sont plus lourdes que les soralies et ne peuvent donc être transportées aussi loin, elles assurent plutôt une colonisation du substrat.



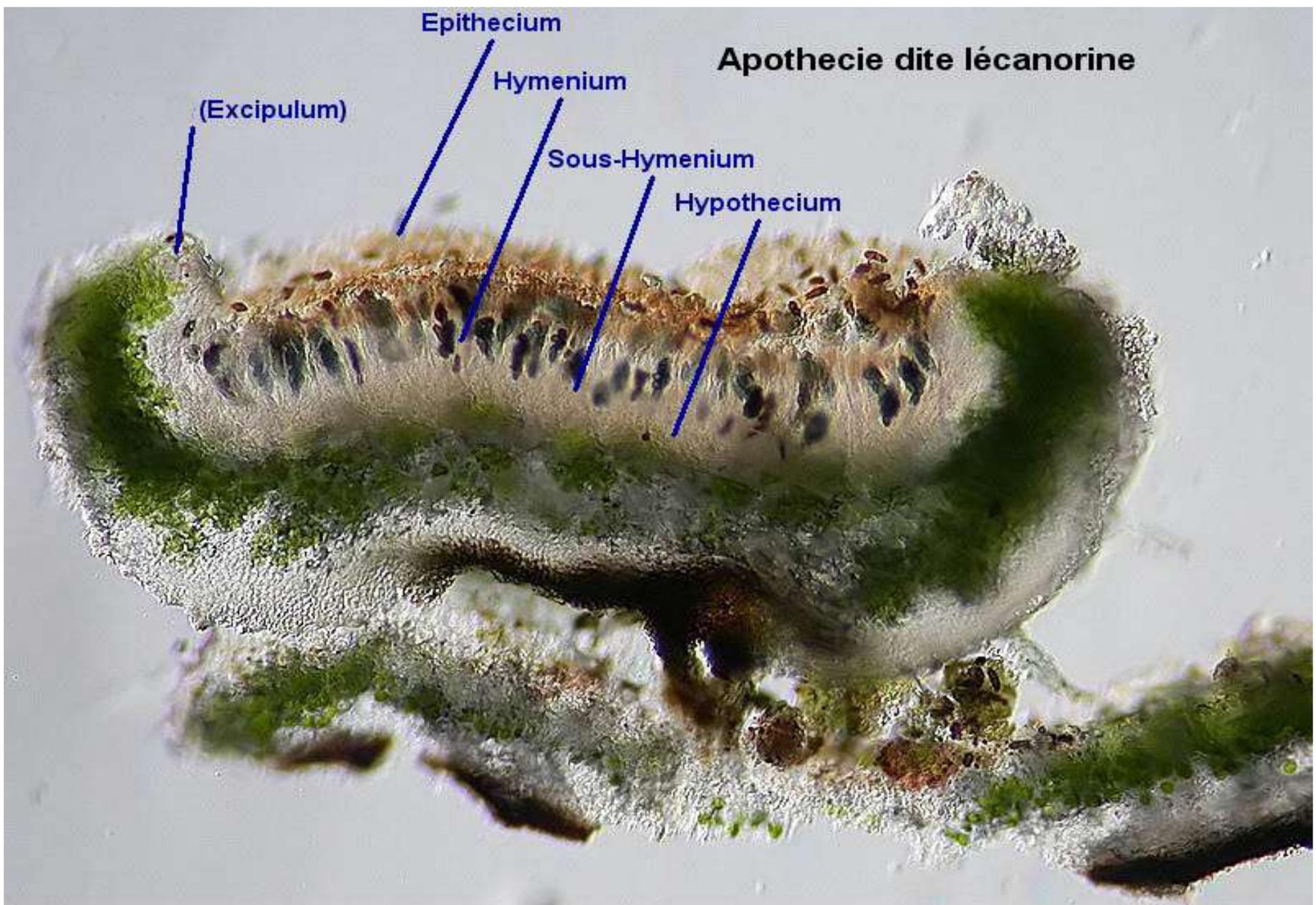
2. Reproduction sexuée

Seul le champignon réalise une reproduction sexuée. Après la fécondation, le champignon forme des organes de fructifications appelés **apothécies** (disques) contenant des asques avec ascospores.





Apothécie dite lécanorine



(Excipulum)

Epithecium

Hymenium

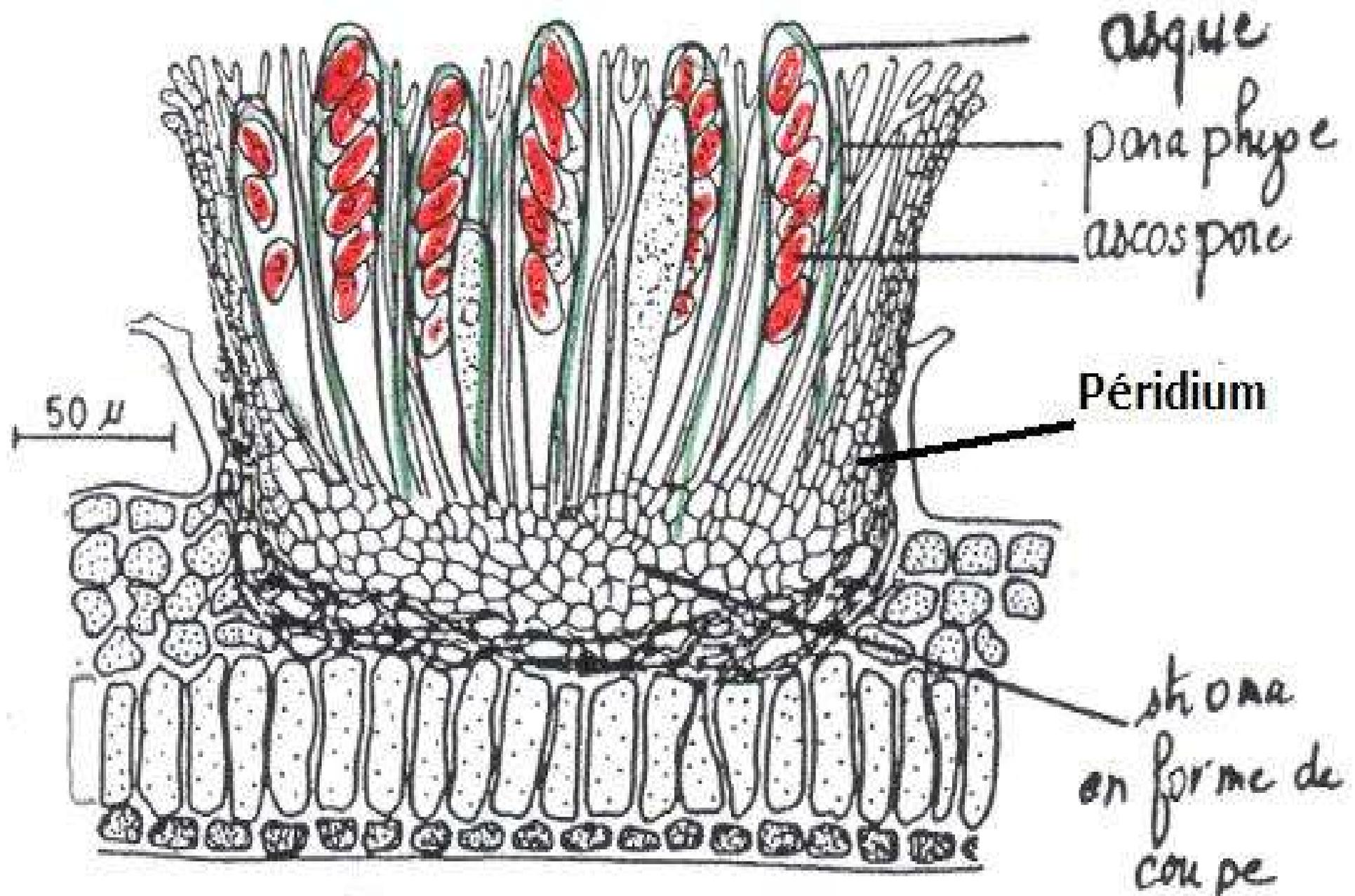
Sous-Hymenium

Hypothecium

Phaeophyscia orbicularis (Necker) Moberg

Apothécie -Coupe

André Advocat - 30/10/2008



Asques dans une APOTHECIE

L'algue ne subit qu'une division par **bipartition**. Après leur libération, les ascospores germent et donnent des filaments qui se rencontrent avec des algues pour donner un nouveau lichen

VIII. Quelques usages des lichens

1. Bio-détection de pollution

Pour leur nutrition , les lichens dépendent de l'atmosphère qui leur apporte l'eau et les sels minéraux.

Les lichens sont **sensibles aux polluants atmosphériques** (disparaissent) et sont donc des **bio-indicateurs de pollution**

La présence d'espèces de lichens de sensibilités différentes permet de :

- + **Mesurer le taux de pollution d'une région.**
- + **Suivre sa progression dans une zone.**

2. Usages médicaux

Certains lichens sont utilisés en pharmacie pour:

- la fabrication de sirops, pastilles...**
- la fabrication d'antibiotiques**

(Certains lichens ont des propriétés anti-tumorales et inhibitrices de la réplication du virus du SIDA).

3. Usages alimentaires

+ L'alimentation animale. Ex : Cladonia (nourriture des rennes au Canada).

+ L'alimentation humaine. EX: la mousse d'Islande dans les pays nordiques. La manne du désert en Asie (Iran).

4. Usages industriels

-Extraction de produits de **la parfumerie.**

-

-Fabrication de **colorants.**

EX : Rocella tinctoria donne le rouge violacé et le violet.

5. Toxicité des lichens

Certains lichens ont été utilisés en Scandinavie pour empoisonner les loups (*Letharia vulpina* et *Cetraria pinastri*).

L'orseille extraite à partir de certains lichens a été interdite comme colorant alimentaire à cause de sa toxicité.