

Sommaire :

Introduction : place des thallophytes dans le monde vivant	1
Chapitre I– définitions et caractères généraux des Thallophytes.....	2
1. Définitions	2
1.1. La cellule eucaryote et la cellule procaryote.....	2
1.2. L'appareil végétatif	3
1.3. L'appareil reproducteur	3
2- Caractères généraux	3
2.1. L'appareil végétatif des Thallophytes.....	3
2.2. Les organes reproducteurs des Thallophytes.....	4
Chapitre II– Les thallophytes eucaryotes.....	6
1. Les caractères cytologiques	6
1.1. La paroi cellulaire.....	6
1.1.1. Chez les algues	6
1.1.2. Chez les champignons	7
1.2. Le noyau.....	8
1.3. L'appareil plastidial chez les algues.....	8
1.3.1. le pyrénôïde	9
1.3.2. les différents types d'appareils plastidiaux	9
1.4. Les pigments.....	11
1.5. Les produits du métabolisme.....	11
1.5.1. Chez les algues.....	11
1.5.2. Chez les champignons.....	11
1.6. La vacuole.....	12
1.7. L'appareil cinétique.....	12
1.7.1. Structure.....	12
1.7.2. Nombre	13
1.7.3. Disposition sur la cellule.....	14
1.8. Conclusion.....	15
2. L'appareil végétatif	15
2.1. Organisation des thalles.....	17
2.1.1. Les archéthalles.....	17
2.1.1.1. Les archéthalles unicellulaires.....	17
2.1.1.2. Les archéthalles coenobiaux.....	18
2.1.1.3. Les archéthalles plasmodiaux.....	19
2.1.1.4. Les archéthalles filamenteux.....	19
2.1.2. Les protothalles.....	20
2.1.3. Les thalles à cladome.....	24
2.2. La croissance et la ramification.....	25
2.2.1. La croissance.....	25
2.2.1.1. Définition.....	25
2.2.1.2. La croissance en longueur.....	26
2.2.1.3. La croissance en épaisseur.....	28
2.2.2. La ramification.....	29
2.2.2.1. La ramification irrégulière.....	29
2.2.2.2. La ramification alterne.....	29
2.2.2.3. La ramification opposée.....	29
2.2.2.4. La ramification verticillée.....	30
2.2.2.5. La ramification dichotome.....	30

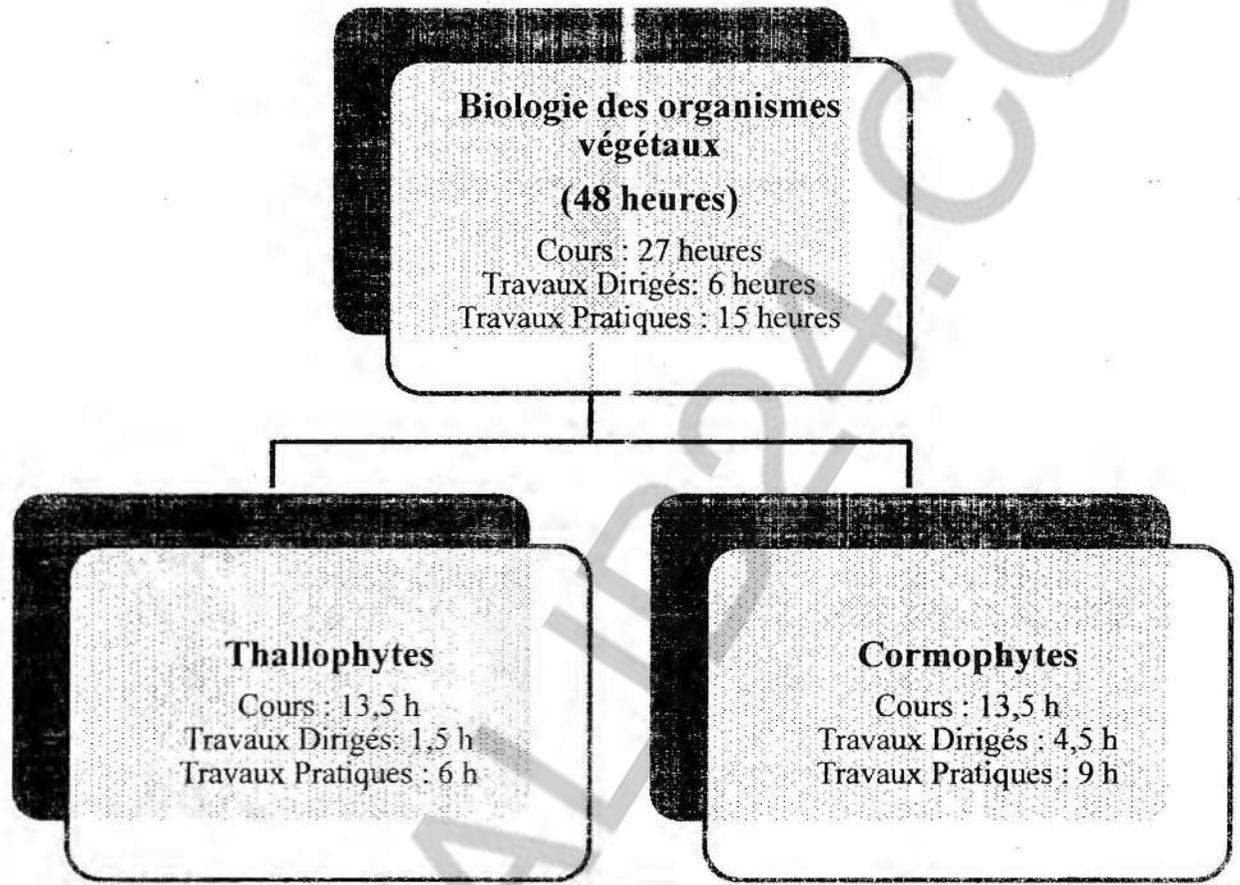
3. Les organes et les tissus	32
3.1. Les organes de fixation.....	32
3.1.1. La cellule adhésive.....	32
3.1.2. Les rhizoïdes.....	32
3.1.3. Les crampons ou haptères.....	33
3.1.4. Le disque de fixation.....	33
3.2. Les organes d'absorption.....	34
3.3. Les organes de propagation.....	35
3.3.1. Les stolons.....	35
3.3.2. Les rhizomorphes.....	35
3.4. Les tissus des thallophytes.....	36
4. La reproduction des thallophytes eucaryotes.....	37
4.1. La reproduction asexuée.....	37
4.1.1. La bipartition.....	37
4.1.2. Le bourgeonnement.....	37
4.1.3. La fragmentation	38
4.1.4. Les Chlamydozoides.....	40
4.1.5. La sporulation.....	40
4.2. La reproduction sexuée.....	41
4.2.1. Les étapes de la fécondation.....	42
4.2.2. Monoécie et diécie.....	43
4.2.3. Les différents types de fécondation.....	43
4.3. La reproduction chez les algues.....	45
4.4. La reproduction chez les champignons	48
4.5. Les cycles de développement.....	53
4.5.1. L'alternance de phases.....	53
4.5.2. L'alternance de générations.....	54
4.5.3. Les types de cycles biologiques.....	54
5. Classification générale des thallophytes eucaryotes.....	57
5.1. Les algues : phycophytes.....	57
5.2. Les champignons : Mycophytes.....	59
5.2.1. Classe des Myxomycètes.....	60
5.2.2. Classe des Oomycètes.....	61
5.2.3. Classe des Zygomycètes.....	61
5.2.4. Classe des Ascomycètes.....	62
5.2.5. Classe des Basidiomycètes.....	63
5.3. Les lichens.....	65
5.3.1. Définition.....	65
5.3.2. La symbiose.....	65
5.3.3. Les types morphologiques.....	66
5.3.4. L'appareil végétatif.....	68
5.3.5. La reproduction.....	69
5.3.6. Classification.....	71
Chapitre III – les thallophytes procaryotes : Les algues bleues.....	72
1. Introduction.....	72
2. Caractères cytologiques.....	73
3. Appareil végétatif.....	74
3.1. Les types de thalle.....	74
3.2. La taille.....	75
3.3. La mobilité.....	75
4. Reproduction.....	76

5. Ecologie.....	77
6. Fixation de l'azote.....	77
Chapitre IV– mode de vie des thallophytes eucaryotes.....	78
1. Mode de vie des algues.....	78
2. Mode de vie des champignons	78
2.1. Champignons saprophytes.....	78
2.2. Champignons parasites.....	79
2.3. Champignons symbiotiques.....	79
2.3.1. Les lichens.....	79
2.3.2. Les mycorhizes.....	79
Chapitre V – Place et utilisations des thallophytes dans l'écosystème terrestre.....	81
1. Place dans l'écosystème terrestre.....	81
2. Utilisation des thallophytes.....	84
2.1. Utilisation en alimentation humaine.....	84
2.2. Utilisation en élevage.....	86
2.3. utilisation industrielle.....	86
2.4. utilisation en agroalimentaire.....	87
2.5. utilisation médicale.....	87
Planches de travaux dirigés.....	88

WWW.TALIB24.COM

AVANT – PROPOS

Le module « Biologie des Organismes Végétaux » se structure de la façon suivante :



Objectifs du module :

Ce module constitue une introduction à la biologie végétale. Ses objectifs sont :

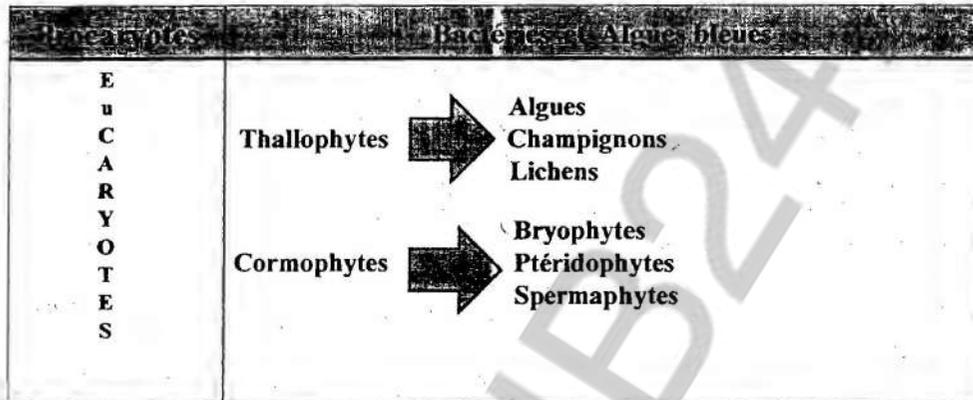
- Acquérir les connaissances scientifiques indispensables sur la diversité morphologique et anatomique des grands groupes du monde végétal.
- Acquérir les principales notions et principaux concepts de base de la Botanique.
- Se sensibiliser aux multiples intérêts que suscite l'étude des végétaux.
- Se préparer à poursuivre les formations ultérieures plus spécialisées dans le domaine de la botanique en particulier et de la biologie en général.

Introduction : place des thallophytes dans le monde vivant

Avant la découverte du microscope, le monde vivant était subdivisé en deux règnes: le règne Animal et le règne Végétal. Les algues et les champignons sont considérés comme des végétaux.

Au début du XX^e siècle, les organismes vivants sont répartis en 2 groupes:

- Les **Procaryotes** qui sont des organismes sans noyau véritable.
- Les **Eucaryotes** possédant un cytoplasme renfermant un vrai noyau entouré d'une double membrane.



Dans ce système de classification classique, les végétaux inférieurs appelés **Thallophytes** sont représentés par les algues, les champignons et les lichens. Ces derniers résultent d'une association symbiotique entre un champignon et une algue verte.

Les **Végétaux supérieurs** sont appelés **Cormophytes** et regroupent les plantes ayant un système d'axes feuillés avec des racines, ce sont:

- Les **Bryophytes** (les mousses) :
- Les **Ptéridophytes** (fougères) :
- Les **Spermaphytes** :

Chapitre I : Définitions et caractères généraux

1. Définitions

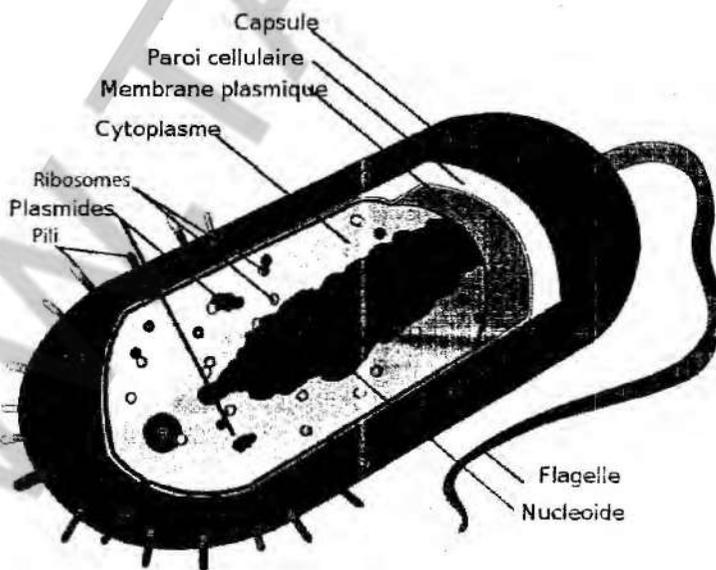
1.1. La cellule procaryote et la cellule eucaryote:

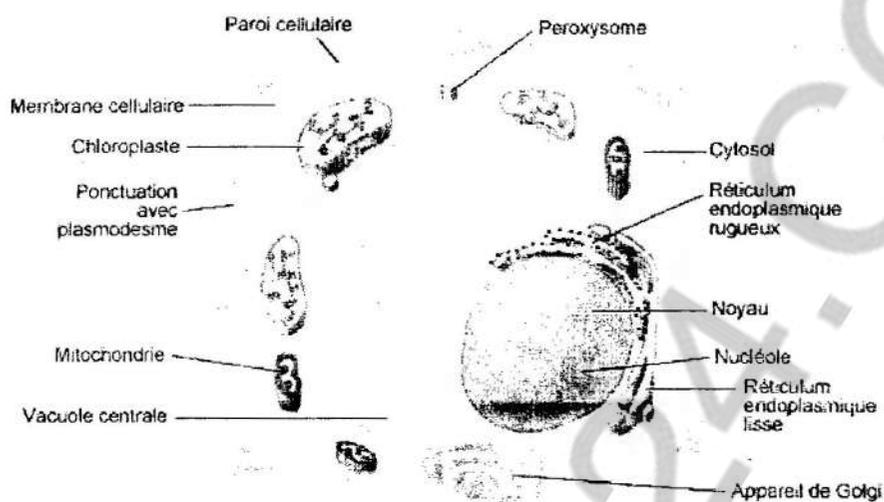
Toutes les cellules ont en commun deux constituants essentiels:

- une membrane externe, **membrane plasmique** (plasmalemmme ou membrane cellulaire) qui isole le contenu cellulaire du milieu extérieur.
- Le **matériel génétique** (information génétique) qui dirige les activités de la cellule. Il lui permet de se reproduire.

Dans la **cellule procaryote**, le matériel génétique est représenté par **un ou deux chromosomes**, non isolés du cytoplasme par une membrane propre.

Dans la **cellule eucaryote**, l'ADN est formé par **plusieurs chromosomes** qui sont entourés d'une **enveloppe nucléaire** délimitant le noyau. Le cytoplasme contient des **organites**, délimités par des membranes, comme les mitochondries, l'appareil de Golgi et le réticulum endoplasmique....





1.2. L'appareil végétatif:

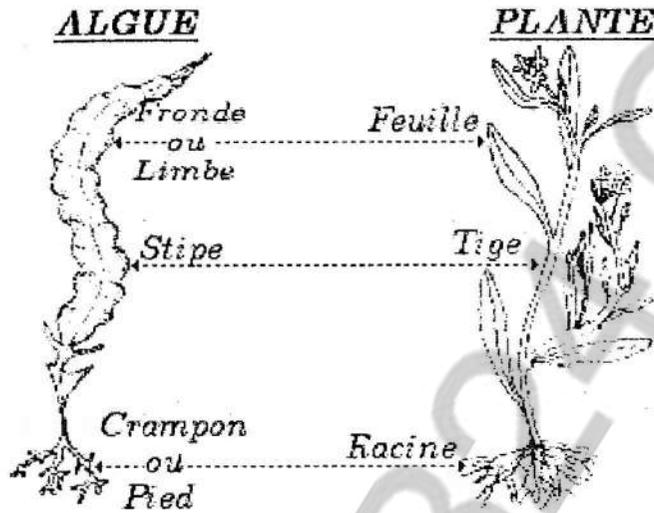
1.3. L'appareil reproducteur:

2. Caractères généraux

2.1. L'appareil végétatif des Thallophytes:

Chez les végétaux supérieurs, l'appareil végétatif est un **cormus**, il est formé d'organes différenciés : la racine, la tige, les feuilles.

Les **thallophytes** ont un appareil végétatif qui ne comporte ni tige, ni feuille, ni racine, ni vaisseaux conducteurs, c'est le **thalle**.



2.2. les organes reproducteurs des Thallophytes:

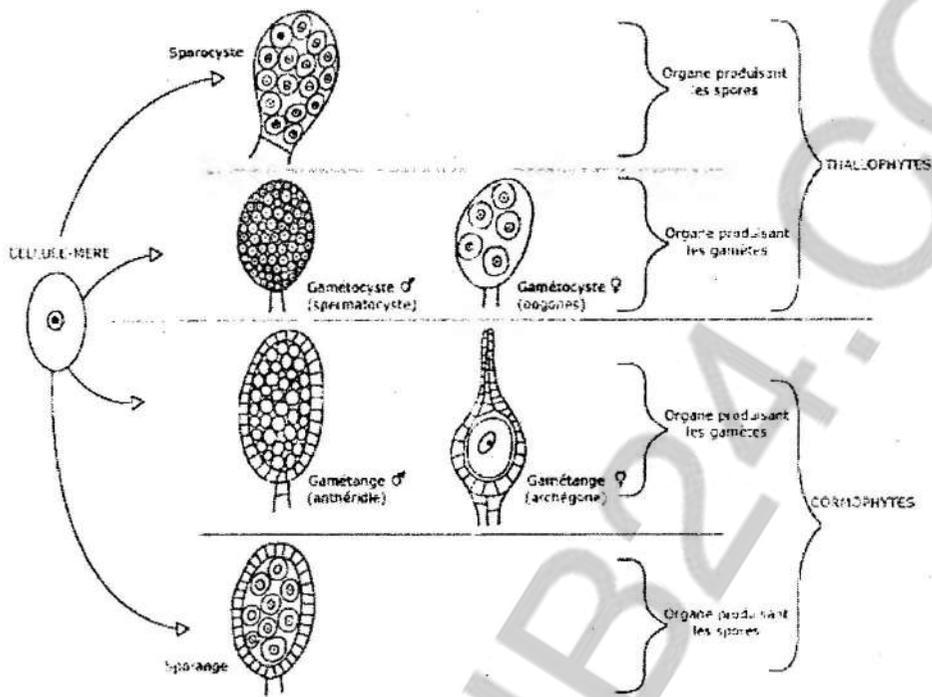
Les organes de reproduction sont des cystes. Ce sont des cavités(ou sacs) issues d'une cellule mère sur l'appareil végétatif.

Ce sont soit :

- ✓ des sporocystes = cavités portant des **spores** qui sont des cellules de la reproduction asexuée, ou
- ✓ des gamétocystes cavités portant des **gamètes** qui sont des cellules de la reproduction sexuée.

Les cystes sont des organes constitués par la paroi de la cellule mère dont le contenu se divise pour donner les spores ou les gamètes. On les retrouve chez les algues et les champignons.

Les anges (gamétanges et sporanges) sont des organes issus de la cellule mère dont les divisions successives aboutissent, d'une part, à la formation d'une paroi constituée de cellules et, d'autre part, à la formation de spores ou de gamètes. On les retrouve chez les cormophytes (Bryophytes)



Les spores comme les gamètes sont issus d'une **cellule mère** dont le noyau subit plusieurs mitoses successives.

Chaque noyau fils s'entoure d'une masse de cytoplasme et se transforme en spore (dans le sporocyste) et en gamète (dans le gamétocyste), donc tout le contenu de la cellule mère se transforme en cellules reproductrices.

Le nombre de spores ou de gamètes mâles formés est très élevé, car leur taille est réduite, alors que dans les gamétocystes femelles, le nombre des gamètes est souvent réduit en un seul gamète appelé **oosphère.**

Chez les Cormiophytes, les cellules reproductrices sont formées uniquement de la division de la partie interne de la cellule mère. La partie externe se transforme en une enveloppe formée d'une ou plusieurs couches cellulaires. Ainsi l'organe producteur de spore est appelé **sporange**, et celui qui produit les gamètes, un **gamétange**

Principales différences entre les Végétaux inférieurs et les végétaux supérieurs

Caractères	Thallophytes	Cormophytes

Chapitre II : Les Thallophytes eucaryotes

1. Caractères cytologiques

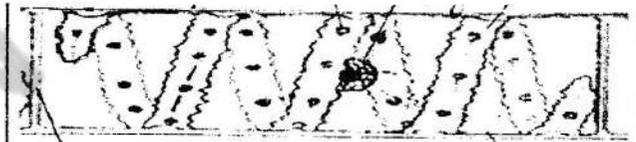
1.1. La paroi cellulaire:

1.1.1. Chez les Algues :

La paroi est de nature cellulosique ou pecto-cellulosique. Elle participe à la régulation des relations avec les autres cellules et avec l'extérieur, de manière passive, au transport, à l'absorption et à la sécrétion de multiples substances.

La paroi des Algues pluricellulaires est généralement constituée de plusieurs couches.

- Chaque cellule a sa paroi propre : la locula.
- Les cellules sont unies entre elles par un ciment plus ou moins épais.
- L'ensemble des cellules est recouvert par une couche mince et perméable : la vagina.



1.1.2. Chez les Champignons la paroi est de nature glucidique, constituée de cellulose, de callose, d'hémicellulose et de chitine.

Communications cellulaires:

Les communications entre deux cellules voisines sont assurées par des **plasmodesmes**, ou à travers des **synapses**.



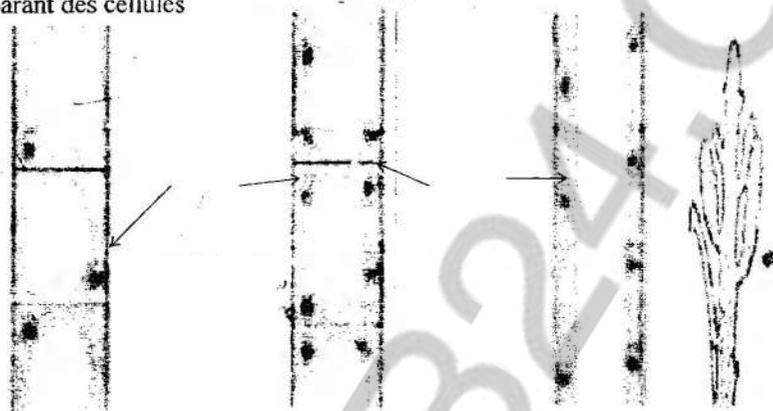
D'autres substances s'ajoutent à la paroi cellulaire selon le groupe d'algue:

- Les **xylanes** et **mannanes** sont des composés des parois cellulaires rencontrés chez les algues vertes.
- Les **alginates** et **sels alginiques** sont des substances rencontrées dans les parois cellulaires des algues brunes
- La **gélose** et **carraghénine** sont abondantes dans les parois cellulaires de certaines algues rouges.
- La **silice** est un sel minéral qui constitue le squelette des **Diatomées**.
- Le **carbonate de calcium** se rencontre dans la paroi cellulaire de certaines algues rouges, ce qui leur confère une organisation calcarisée (solide).

1.2. Le noyau:

Le noyau des Thallophytes eucaryotes est entouré d'une enveloppe à double membrane, et contient de l'ADN. Les cellules peuvent être uninucléées, ou plurinucléées. Parfois, des cloisons délimitent des territoires cytoplasmiques contenant plusieurs noyaux appelés articles.

Chez certaines espèces, on a une structure cœnocytique ou siphonnée, c'est-à-dire sans cloison séparant des cellules

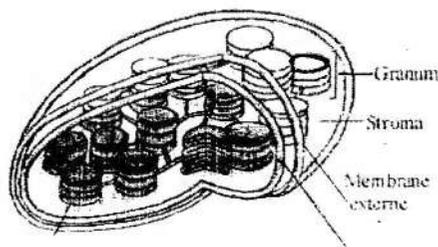
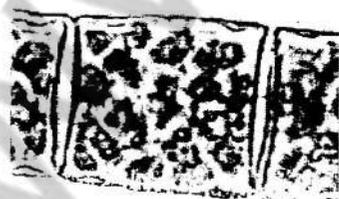


1.3. L'appareil plastidial chez les algues:

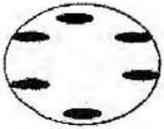
Les chloroplastes sont des organites propres à la cellule végétale. Les Champignons n'en contiennent pas et sont donc dépourvus de chlorophylle.

Les chloroplastes contiennent les pigments photosynthétiques, capables de réaliser la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique.

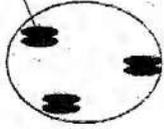
Les thylakoïdes sont un ensemble de vésicules aplaties en disques et interconnectées, groupées en piles ou « granum ». Elles baignent dans un espace appelé stroma, elles contiennent les pigments photosynthétiques



L'organisation des **thylacoïdes** dans les plastes, est différente selon les groupes:



Algues Rouges
isolées, parallèles au
au grand axe du plaste



Algues Brunes
groupées par 2



Algues Vertes
se groupent
en granum

1.3.1. Le pyrénôïde est une structure cellulaire interne du chloroplaste de certains groupes d'algues, il concentre les enzymes responsables de la photosynthèse. Chez les algues vertes, le pyrénôïde est entouré d'une enveloppe de grains d'amidon.



Pyrénôïdes présents dans le chloroplaste unique de chacune des cellules de *Mougeotia*

1.3.2. Les différents types d'appareils plastidiaux :

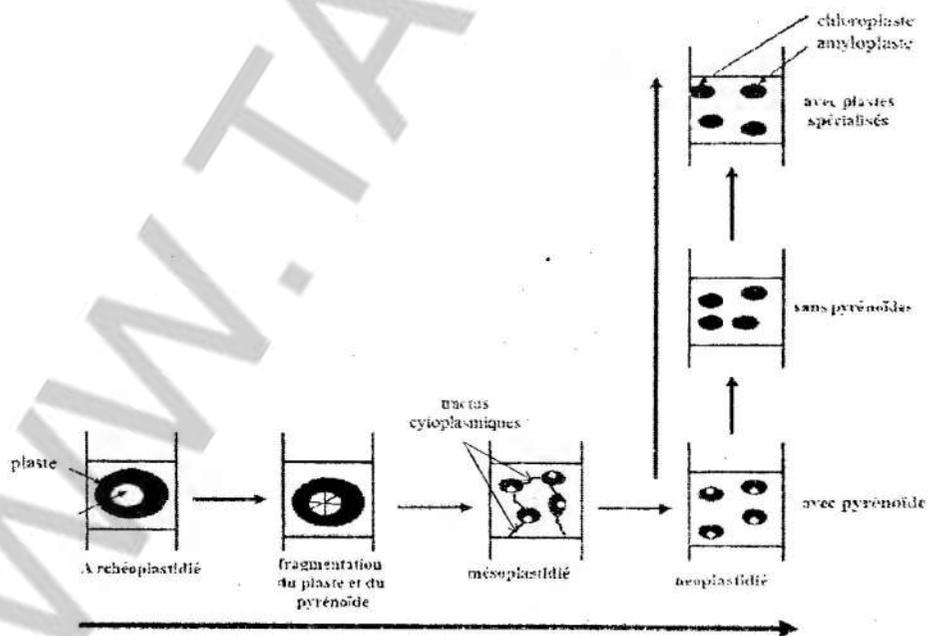
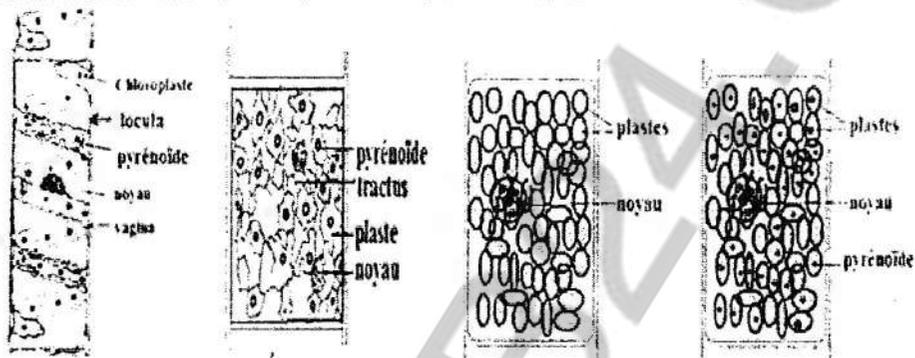
1.3.2.1. Le type archéoplastidié :

Les genres d'algues considérés les moins évolués ne renferment qu'un plaste par cellule, le plus souvent de grande taille.

1.3.2.2. Le type mésoplastidié :

Ce type est caractérisé par de nombreux plastes de petite taille et de forme variée, pourvus de pyrénoïdes. Les plastes sont liés par des filaments fins appelés tractus

1.3.2.3. Le type néoplastidié : Chez les groupes les plus évolués, on a plusieurs plastes de petite taille par cellule. C'est une structure qui ressemble à celle des végétaux supérieurs, les plastes portent des pyrénoïdes, soit ils en sont dépourvus.



1.4. Les pigments

Un pigment est une substance chimique colorante. Les pigments plastidiaux peuvent être répartis en trois groupes :

- **Les chlorophylles** : La chlorophylle a est présente chez toutes les Algues, elle est associée à d'autres chlorophylles dont la nature varie selon les groupes, mais elle est toujours la plus abondante.
- **Les pigments caroténoïdes** présents chez toutes les algues :
 - **Carotènes** : α - carotène et β -carotène (orange)
 - **xanthophylles** (jaune)
- **Les phycobilines** propres aux Rhodophycées et aux Cyanophycées. :
 - Les phycocyanines (cyan=kyanos du grec, bleu-vert)
 - Les phycoérythrine (rouge)

1.5. Les produits du métabolisme

1.5.1. Chez les algues

- Chez les Chlorophycophytes, l'amidon est le principal produit de métabolisme formé toujours autour du pyrénioïde.
- Chez les Rhodophycophytes, l'amidon est stocké sous forme de vésicules dans le cytoplasme : l'amidon floridéen (aussi appelé rhodamylon).
- Chez les Phéophycophytes, Il n'y a pas d'amidon mais des petites molécules carbonées : du mannitol et de la laminarine à l'extérieur des plastes

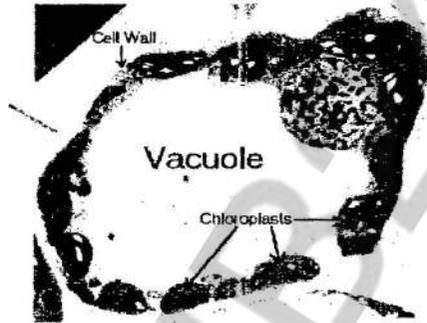
1.5.2. Chez les champignons, la substance de réserve est le glycogène, comme pour les animaux

1.6. La vacuole

C'est un compartiment cellulaire délimité par une membrane appelée tonoplaste. Elle représente la majorité du volume cellulaire de la cellule adulte (entre 80 et 90%).

En général, la vacuole joue les rôles suivants:

- le maintien de l'équilibre hydrique
- le stockage de l'eau et d'autres molécules telles que les molécules de défense (toxines),
- L'accumulation des déchets ce qui lui permet de détoxifier la cellule.



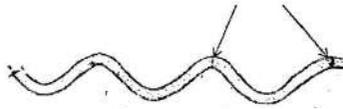
1.7. L'appareil cinétique

Il est composé de flagelles (appareil flagellaire) et permet aux algues unicellulaires et aux cellules reproductrices mobiles de se déplacer.

La morphologie, le nombre et la disposition des flagelles sont très variés selon le groupes d'Algues.

1.7.1. Structure

1.7.1.1. Flagelle :



1.7.1.2. Fouet :



1.7.1.3. **Flagelle pectiné**: portant des prolongements, appelés **mastigonèmes** d'un seul côté.

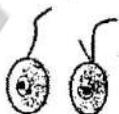
1.7.1.4. **Flagelle penné** ou plumeux: portant des **mastigonèmes** des deux côtés.



1.7.2. Nombre :

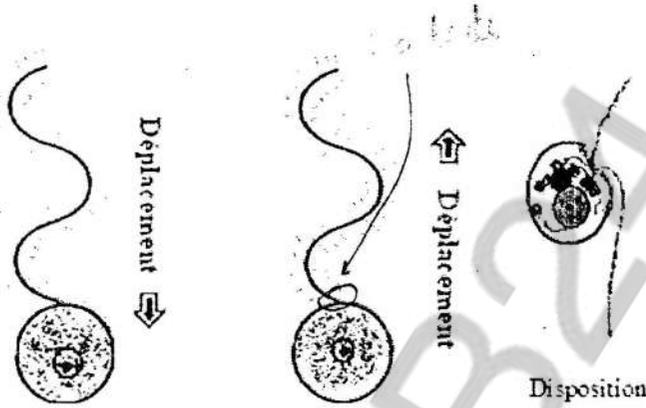
Le nombre est variable, il est généralement de un ou deux , parfois 4 mais rarement plus.

- La cellule est **isokontée** Lorsqu'elle porte 2 ou 4 flagelles identiques.
- La cellule est appelée **anisokontée** lorsqu'elle porte 2 flagelles de même structure et de tailles différentes
- La cellule est **hétérokontée** lorsque les 2 flagelles ont des structures différentes
- La cellule est **stéphanokontée** lorsque les flagelles sont nombreux et répartis en couronne ou sur toute la surface.



1.7.3. Disposition sur la cellule :

- Disposition **acrokontée** : les flagelles sont insérés à l'apex
- Disposition **basikontée** : les flagelles sont insérés à la partie postérieure
- Disposition **amphikontée** : les flagelles sont insérés latéralement.



Remarque :

- L'absence ou la présence puis la nature des cellules flagellées sont caractéristiques des grands groupes, ainsi chez les Algues :
- Les **Chlorophytes** sont caractérisés par des cellules isokontées ou stéphanokontées.
- Les **Chromophytes** sont caractérisés par des cellules anisokontées ou hétérokontées.
- Les **Rhodophytes** sont caractérisés par des cellules sans flagelle.

1.8. Conclusion

Les différents groupes d'organismes peuvent être distingués par différents caractères :

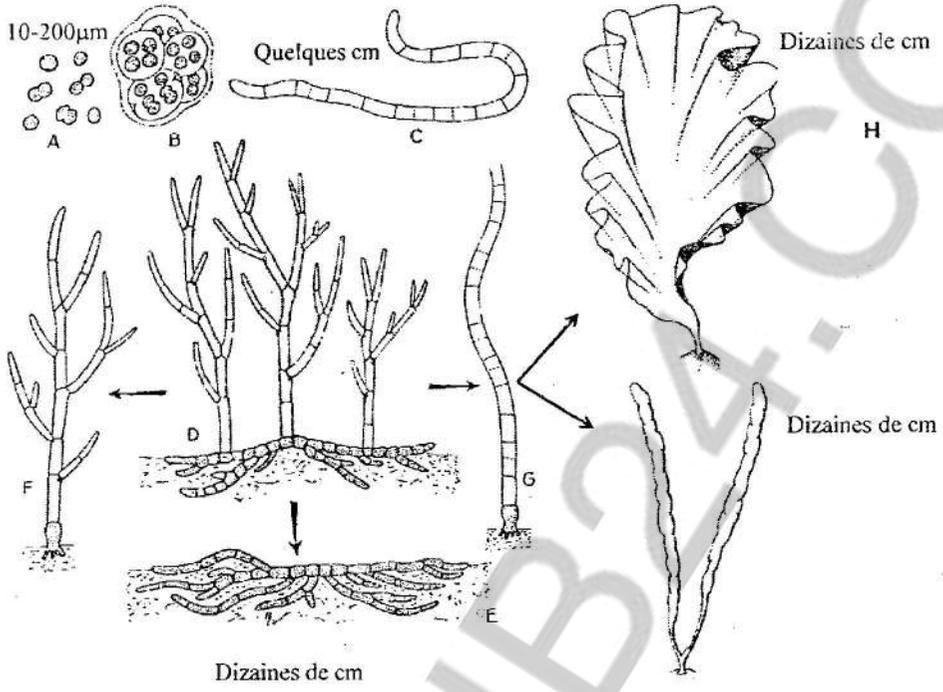
- a- La structure cellulaire, permet de différencier les **Eucaryotes** des **Procaryotes**.
- b- L'organisation de l'appareil végétatif permet de **distinguer** les **Thallophytes** des **Cormophytes**.
- c- La chlorophylle, permet de séparer entre les **Champignons** et les **Algues**.

Au sein des Algues, 3 types de caractères peuvent distinguer différents groupes :

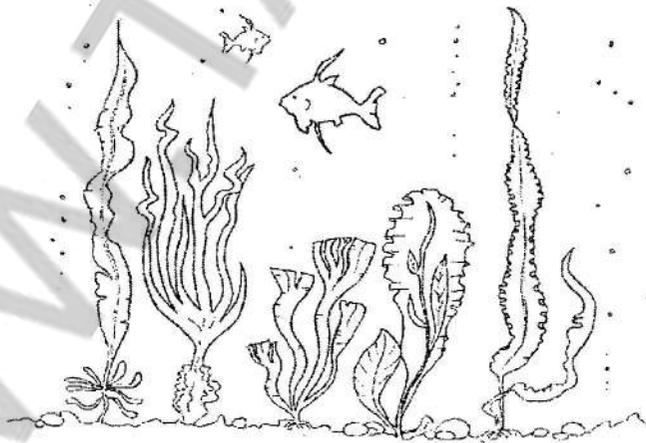
- a- la nature des pigments photosynthétiques
- b- la présence et la structure des cellules flagellées
- c- la présence de l'amidon intraplastidial

2. L'appareil végétatif

L'appareil végétatif des Thallophytes est morphologiquement très diversifié et de dimensions très variées. Les plus simples sont microscopiques et unicellulaires (**A,B**), leur taille ne dépasse pas quelques **dizaines de micromètres**, d'autres, ont une structure plus évoluée et leur taille atteint **quelques centimètres (C)** à **quelques dizaines de centimètres (D, E, F, G, H, I)**. Enfin, les formes les plus évoluées atteignent des **dizaines de mètres (J)**.



des dizaines de mètres (jusqu'à 70m)



2.1. Organisation des thalles

L'appareil végétatif des Algues est un **thalle**, qui peut être, selon son degré d'évolution, un **archéthalle**, un **prothalle** ou un **thalle à cladome**.

2.1.1. Les archéthalles:

L'archéthalle pluricellulaire est formé de cellules végétatives **toutes semblables**. Elles peuvent se diviser par bipartition ou se transformer en sporocystes ou gamétozystes.

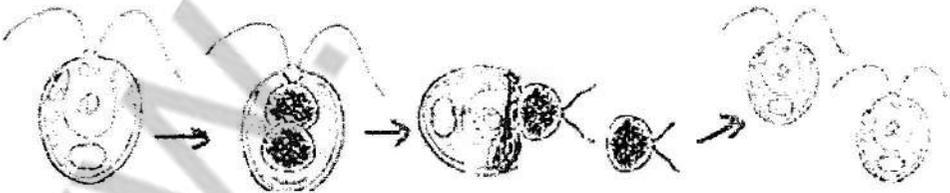
L'archéthalle peut être **unicellulaire**, **cénobial**, **plasmodial** ou **filamenteux**.

2.1.1.1. Les archéthalles unicellulaires

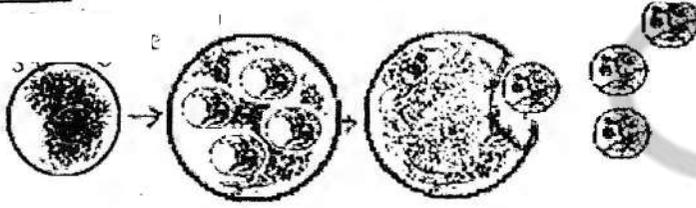
• Plusieurs archéthalles unicellulaires se dissocient par **bipartitions**, les cellules filles se séparent et se comportent comme des individus unicellulaires indépendants.



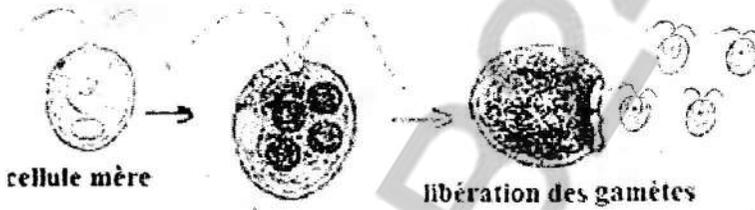
• Certains archéthalles unicellulaires sont incapables de bipartitions végétatives. Chaque cellule se transforme alors en **sporocyste** produisant des spores mobiles par des flagelles, des zoospores; ce type de thalle est appelé thalle **monadoïde** (groupe des **Monadophycidées**) Exp. *Chlamydomonas sp.*



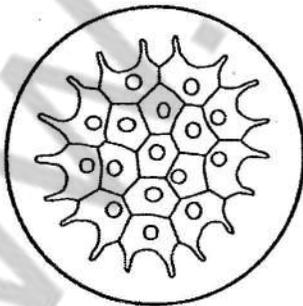
- Chez d'autres archéthalles unicellulaires, on assiste à la transformation en cellules sans flagelle ou en spores immobiles (des autospores) ; on parle dans ce cas de thalle **coccoïde** (groupe des **Cocophycidées**). Exp. *Chlorella sp.*



- Parfois, la cellule se transforme en gamétocyste produisant des gamètes.

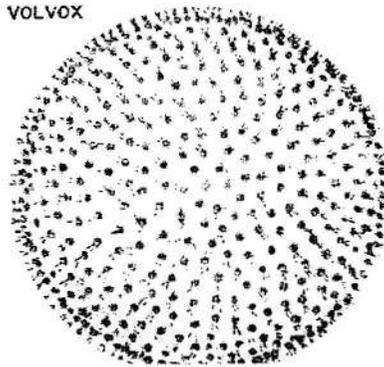


2.1.1.2. Les archéthalles cœnobiaux ou cœnobes sont formés d'un ensemble de cellules, issues les unes des autres par divisions et maintenues ensemble par une **matrice gélatineuse**.

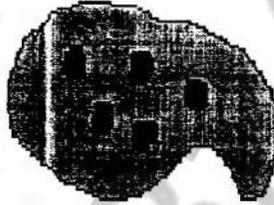


Pediatrum

VOLVOX

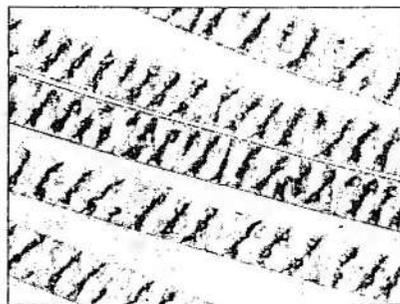


2.1.1.3. Les archéthalles plasmodiaux : Ce sont des organismes formés par des masses cytoplasmiques nues renfermant plusieurs noyaux et ayant une structure cœnocytique . Ces plasmodes se déplacent par des pseudopodes.



2.1.1.4. Les archéthalles filamenteux :

Chez les algues, L'archéthalle filamenteux n'est pas fixé et flotte dans l'eau, c'est un filament n'ayant ni base ni sommet .

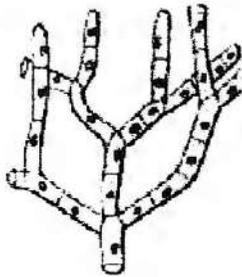


• Chez les champignons , le thalle filamenteux est appelé mycélium et représente la structure de base des thalles des champignons.

• C'est un filament cylindrique, très ramifié et rampant :

– Il est appelé **hyphes**, s' il est organisé en cellules ou articles. Il est rencontré chez les formes les plus évoluées, telles que les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

– Il est appelé **siphon**, s' il est non cloisonné, présentant une structure cœnocytique, rencontré surtout chez les Phycomycètes et les Zygomycètes



hyphes

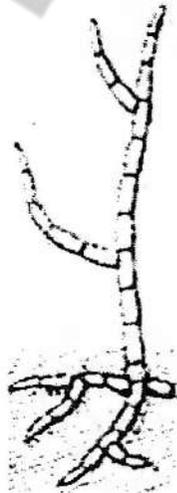


Siphon

structure cœnocytique

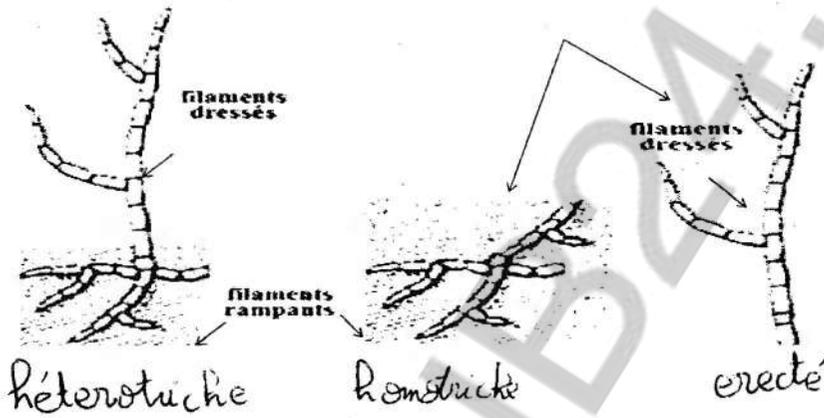
2.1.2. Les protothalles :

Ce sont des thalles caractérisés par deux types de filaments : des filaments dressés ramifiés et/ou des filaments rampants ramifiés. Il n'y a pas d'axe principal.



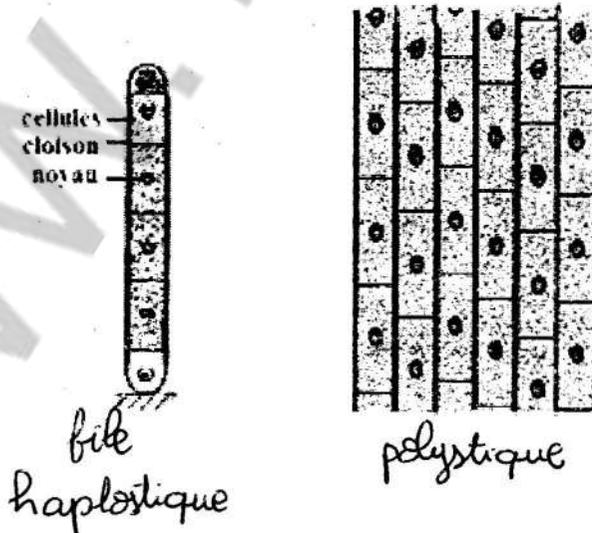
2.1.2.1. Variation:

- Un protothalle peut être complet, avec des filaments dressés et rampants, c'est un thalle **hétérotriche**.
- Un protothalle peut être **homotriche** soit **prostré**, avec des filaments rampants uniquement, les filaments dressés sont absents. soit **erecté**, avec des filaments dressés uniquement.

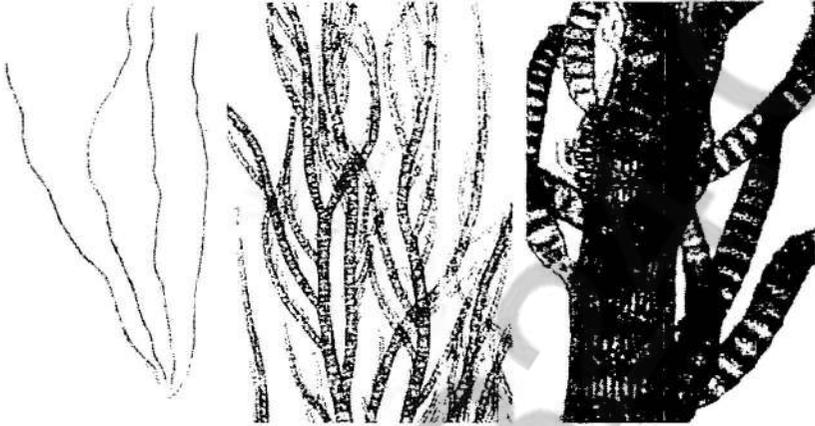


2.1.2.2. Structure :

- Les filaments sont **haplostiques** s'ils sont formés d'une seule file de cellules.
- Les filaments sont **polystiques** s'ils sont formés de plusieurs files de cellules séparées par des cloisons longitudinales.



Les filaments



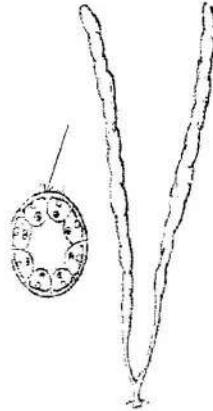
Chaetomorpha aerea

Pylaiella littoralis

Spyridia filamentosa

La structure polystique peut prendre des formes variables:

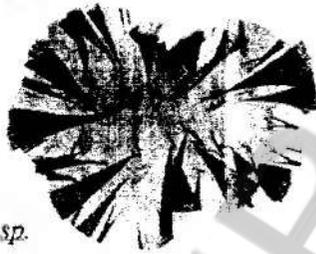
- * en lamé filiacée **monostromatique** si elle est formée d'une seule couche de cellules, ou **polystromatique**, lorsqu'elle est formée de plusieurs couches de cellules.
- * en tube, dont les cellules se sont associées pour former un tube creux, avec une paroi monostromatique ou polystromatique





*Halymenia
latifolia*

Les lames



Ulva sp.



Laminaria saccharina

Les tubes



Asperococcus fistulosus

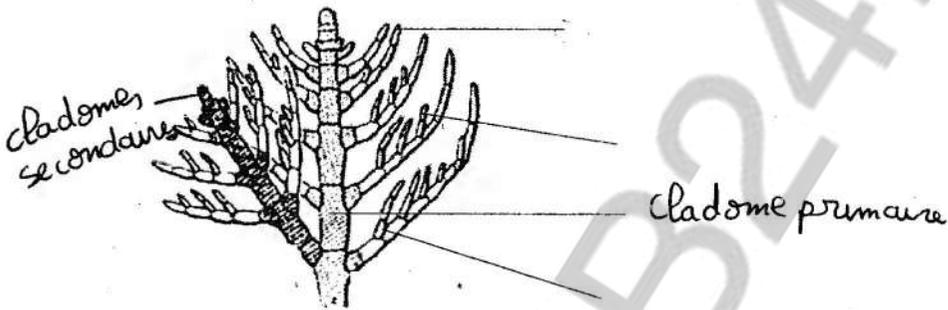


Enteromorpha compressa

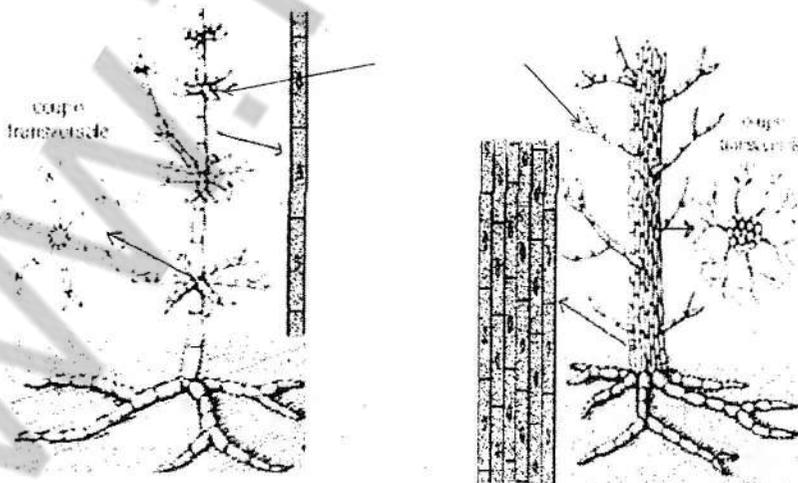
2.1.3. Les thalles à cladome :

C'est la forme la plus évoluée, le thalle présente un axe principal à croissance indéfinie: c'est le cladome primaire sur lequel sont insérés les axes secondaires ou rameaux appelés pleuridies ayant une croissance définie. l'articulation entre cladome et pleuridie se fait par l'intermédiaire de cellules coxales.

Le cladome primaire peut donner naissance à des cladomes secondaires, à leur tour, ils peuvent former des cladomes tertiaires, etc.....

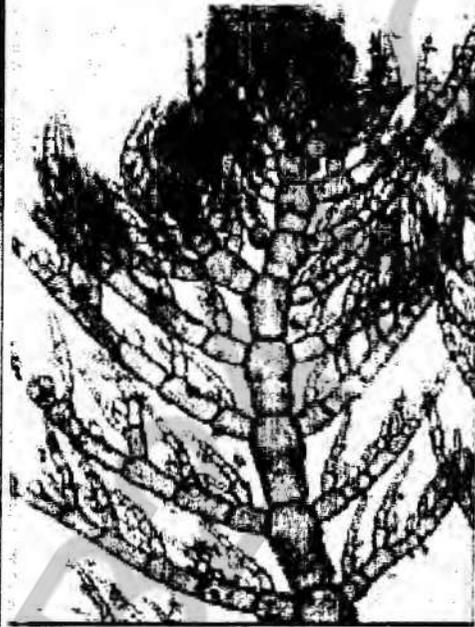


l'axe du cladome peut être uniaxial (structure haplostique) ou multiaxial (structure polystique).





Chara vulgaris



Antithamnion plumula

2.2. La croissance et la ramification

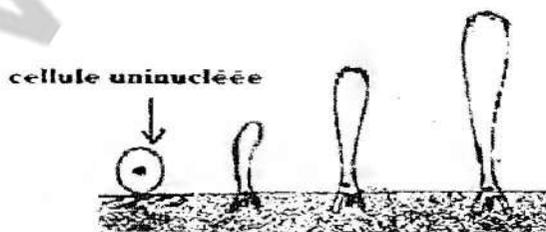
2.2.1. La croissance

2.2.1.1. Définition

La croissance est l'augmentation de la taille de l'appareil végétatif. Elle se manifeste par l'augmentation de la matière vivante et donc du poids de l'individu

Chez les algues:

- Tous les thalles unicellulaires effectuent leur croissance par grandissement cellulaire.

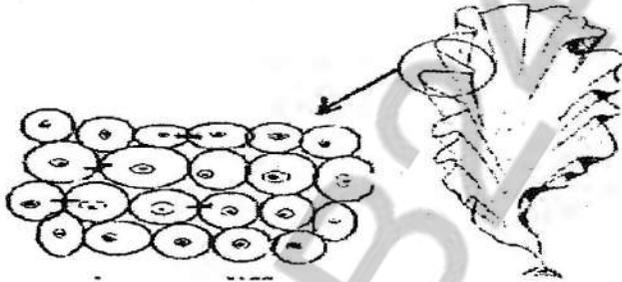


- Pour les thalles pluricellulaires, la croissance se fait en longueur et en épaisseur par divisions cellulaires

2.2.1.2. La croissance en longueur ,

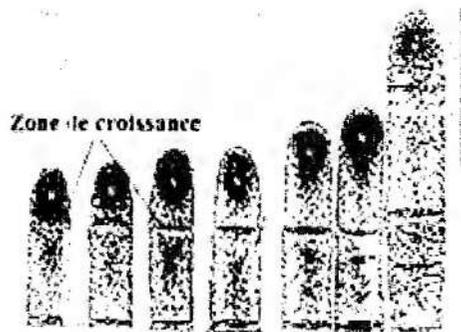
Elle se fait de 3 manières:

a. **La croissance diffuse** : les divisions cellulaires intéressent tour à tour l'une ou l'autre des cellules du filament, la croissance se fait de façon diffuse dans l'ensemble de l'organisme. Les mitoses ne sont pas synchrones.

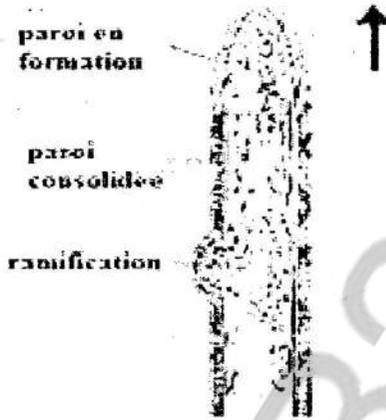


b. **La croissance apicale** : c'est la cellule de l'extrémité, appelée l'initiale, qui se spécialise dans la fonction de se diviser et c'est donc depuis ce point que l'organisme grandit

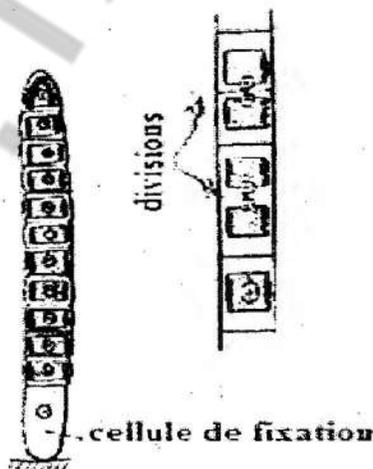
la cellule terminale augmente de taille puis se divise donnant naissance à une nouvelle cellule apicale (ou initiale), qui conserve les potentialités de la cellule mère.



Chez les formes coenocytiques, un processus comparable se déroule dans la formation du siphon avec une croissance localisée au sommet du filament, les divisions nucléaires sont nombreuses mais il n'y a pas formation de cloison.

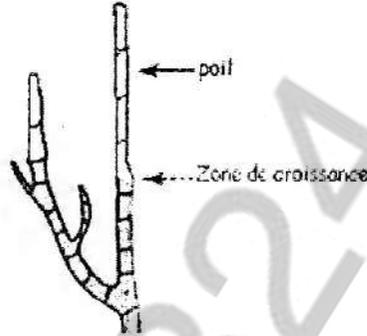


c. **La croissance intercalaire:** les cellules de croissance sont situées le long du filament mais pas à l'apex et conservent le pouvoir mitotique



d. **La croissance trichothallique** : une cellule, située juste en arrière de l'extrémité du filament cellulaire se spécialise dans cette fonction de division, on parle alors de croissance sub-apicale.

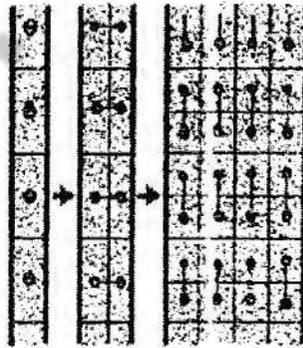
Les cellules de la base acquièrent les caractères physiologiques et structuraux de l'espèce, celles d'en haut sont plus étroites et s'allongent en donnant une allure de poil



2.2.1.3. La croissance en épaisseur

La croissance en longueur est souvent accompagnée d'une croissance en épaisseur.

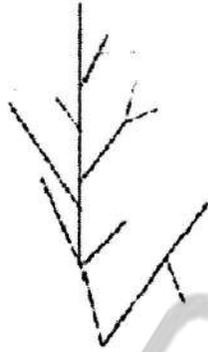
Dans une structure polystique, les divisions longitudinales des cellules conduisent à une croissance en épaisseur.



2.2.2. La ramification:

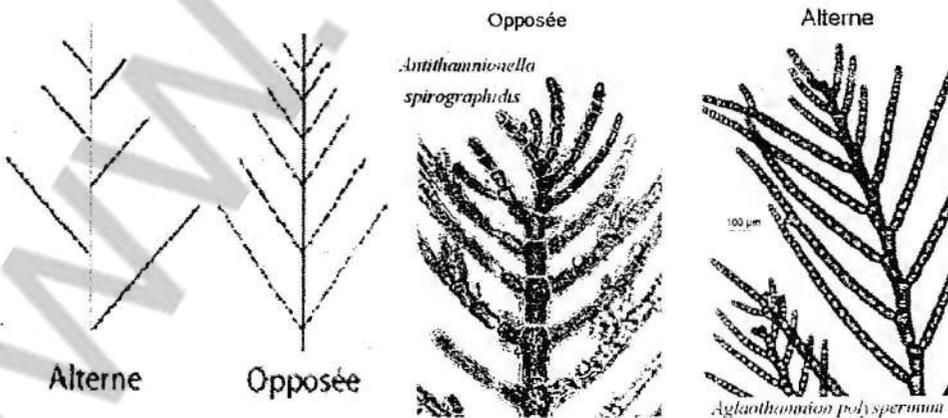
Le thalle est souvent formé de filaments porteurs de ramifications latérales de différents types :

2.2.2.1. Irrégulière : Ramification non symétrique ni uniforme.

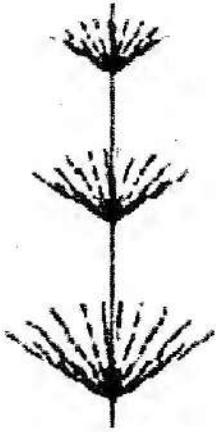


2.2.2.2. Alterne : Les ramifications sont disposées de part et d'autres, une à une, en spirale, le long des axes du thalle.

2.2.2.3. Opposée : Les pousses sont portées par un même axe et n'ont qu'un seul point commun. Elles sont insérées par deux au même nœud, dans deux directions inverses.



2.2.2.4. **Verticillée** : Sur l'axe principal sont insérés plusieurs filaments au même niveau.

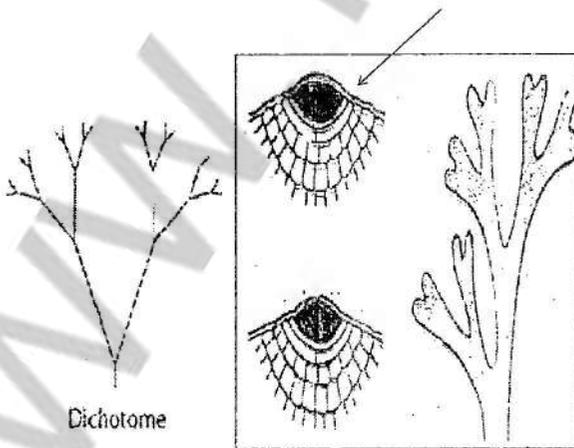


Verticillée

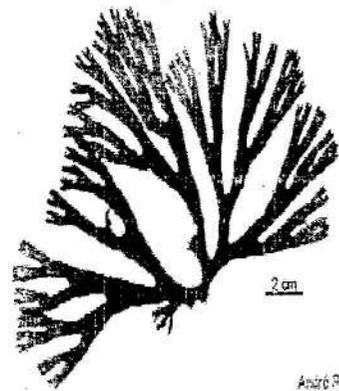


Chara vulgaris

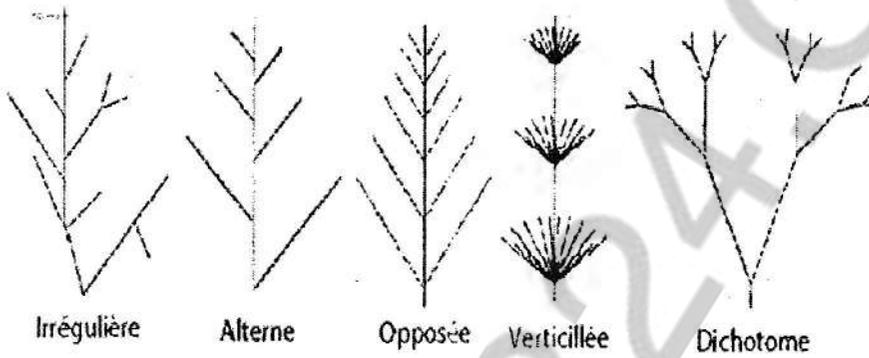
2.2.2.5. **Dichotome** : La cellule apicale se divise par mitose en deux axes identiques qui continuent à croître simultanément à la même vitesse et ont donc toujours la même longueur.



Dichotome



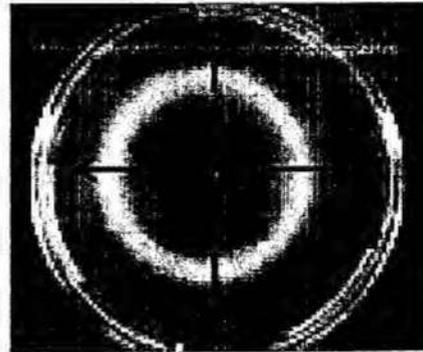
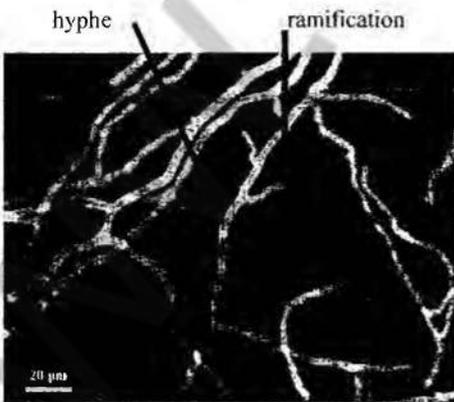
Dictyota dichotoma



Remarque:

chez les champignons:

- la croissance se fait en longueur, elle est exclusivement apicale, il n'y a jamais de croissance intercalaire.
- La ramification est subapicale assurant la colonisation du substrat



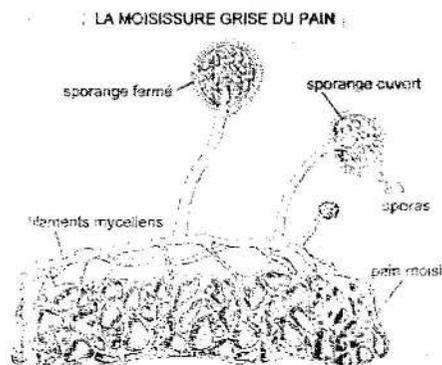
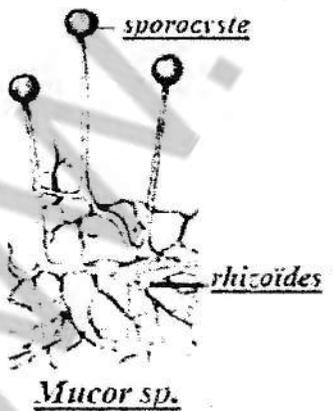
3. Les organes et les tissus des thallophytes eucaryotes

3.1. Les organes de fixation

3.1.1. La cellule adhésive : Dans le cas des thalles cellulaires simples, la fixation peut se faire par une cellule basale ayant une grande surface adhésive.

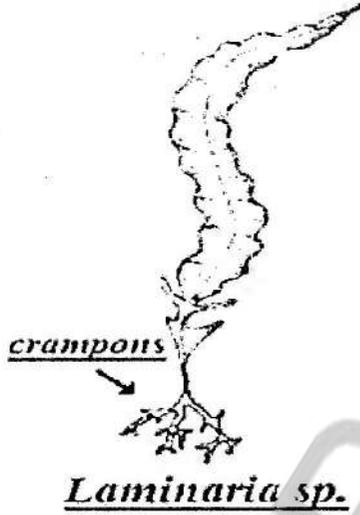


3.1.2. Les rhizoïdes : Ce sont des filaments végétatifs très ramifiés qui s'insèrent à la base du thalle, de taille plus petite et sont incolores.



3.1.3. Les crampons ou haptères :

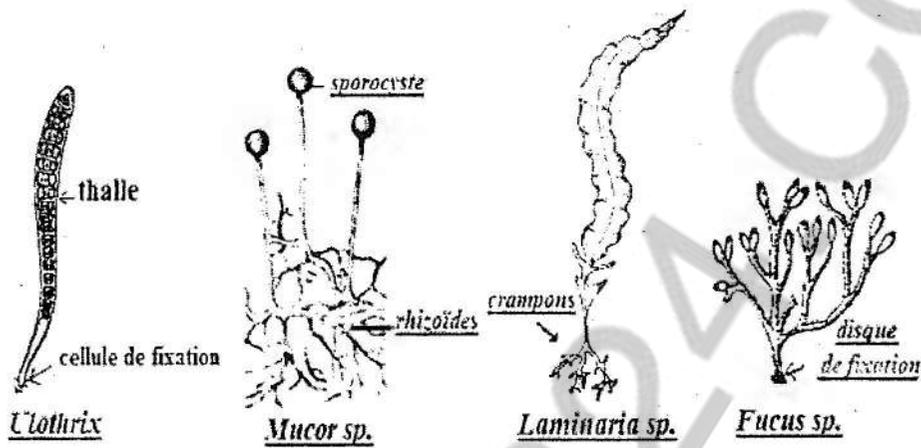
Les grandes algues marines se fixent par des filaments cylindriques pluricellulaires et très ramifiés.



3.1.4. Le disque de fixation :

C'est un ensemble de cellules adhésives ayant la forme d'un petit disque.

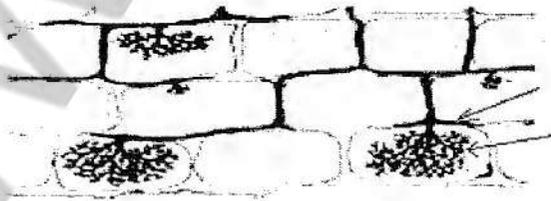




3. 2. Les organes d'absorption :

L'absorption chez les Thallophytes est réalisée par l'ensemble des cellules du thalle qui sont capables de puiser les nutriments du milieu ambiant (puisque'ils n'ont pas de racine).

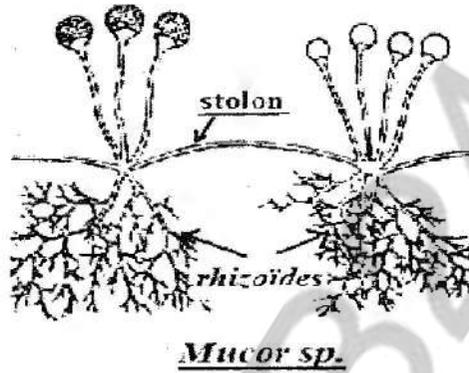
Les espèces parasites (champignons) développent des organes caractéristiques appelés **suçoirs**. Ces organes pénètrent à l'intérieur des cellules de l'hôte pour prélever les nutriments.



3.3. Les organes de propagation :

3.3.1. Les stolons :

Ce sont des filaments végétatifs rampants s'étalant rapidement en surface et colonisant de nouveaux espaces



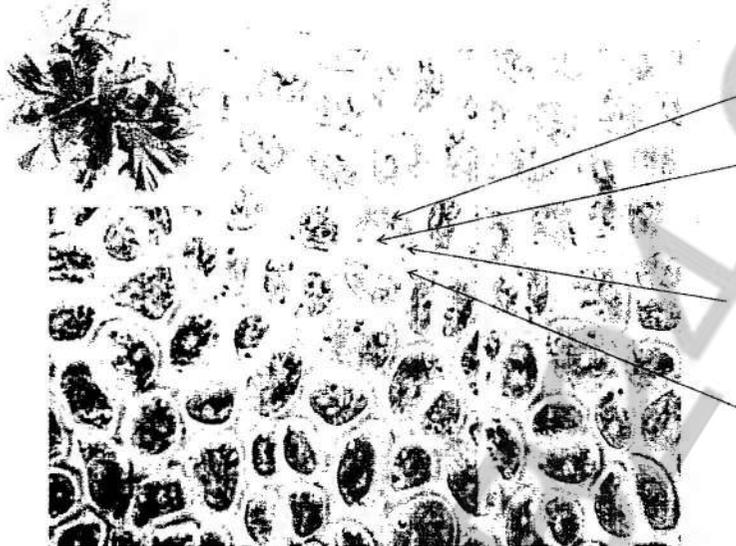
3.3.2. Les rhizomorphes :

Ce sont des agrégations d'hyphes parallèles formant des cordons mycéliens que l'on trouve sous les écorces d'arbres ou dans l'humus. Elles permettent au mycète d'absorber plus de nutriments.



3.4. Les tissus des thallophytes

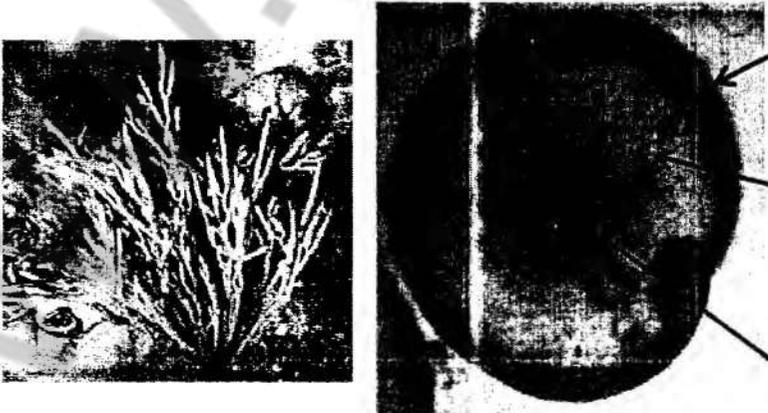
En général, les Thallophytes ne présentent pas de tissus différenciés,



Ulva lactuca, protothalle

Chez les espèces les plus évoluées, on assiste à une différenciation tissulaire accompagnée d'une spécialisation dans les fonctions qui rappelle l'histologie des végétaux supérieurs.

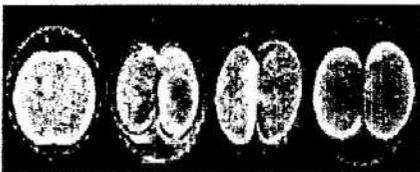
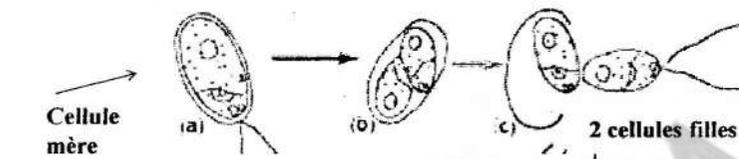
Exemple 1 : *Bifurcaria tuberculata*, algue brune évoluée, ayant un thalle à cladome



4. La reproduction des thallophytes eucaryotes

4.1. La reproduction asexuée ne met en jeu que la mitose qui donne des individus identiques aux parents.

4.1.1. La bipartition (ou scissiparité) c'est le partage d'une cellule adulte (a) en deux cellules filles identiques (c), après dédoublement de son matériel génétique (b).

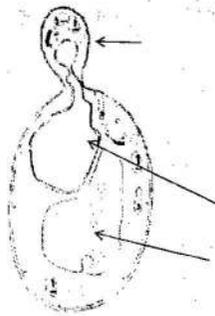
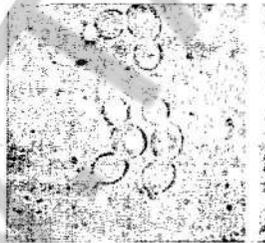


dédoublement du matériel génétique.

Pr Samira SERGHAT
Département de Biologie

4.1.2. Le bourgeonnement

c'est quand la cellule mère bourgeonne une cellule fille plus petite, possédant la même information génétique.



4.1.3. La fragmentation :

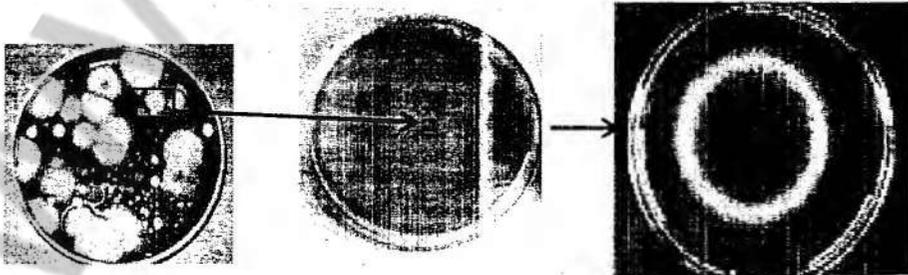
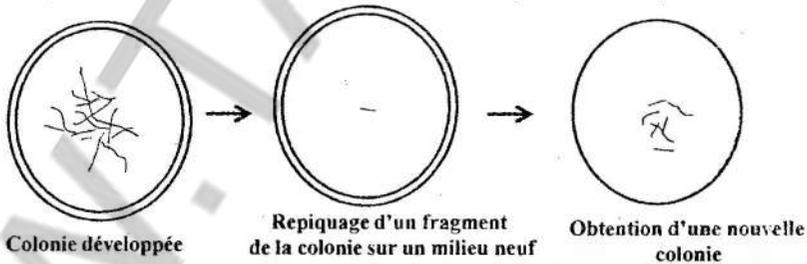
4.1.3.1. Le bouturage:

- ✓ Chez les algues, une partie du thalle se brise, elle est emportée par les courants et les vagues et redonnera un nouvel individu. C'est un **bouturage par fragmentation**.

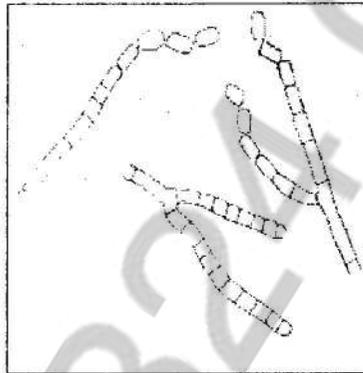
Exemple : Chez les Algues rouges du genre *Asparagopsis*, les Algues vertes du genre *Caulerpa* ou des Algues brunes du genre *Fucus*.

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

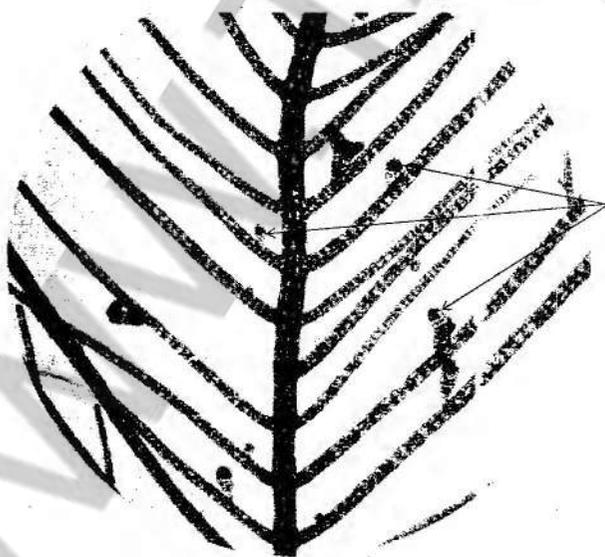
- ✓ Dans la nature, les champignons se reproduisent et se propagent très souvent par bouturage. En laboratoire, on utilise ce phénomène pour les multiplier.



4.1.3.2. Les arthrospores : Ce sont des spores asexuées de champignons, issues de la fragmentation des hyphes. Ces spores, globuleuses ou anguleuses, servent à la reproduction ou au maintien de l'espèce dans des conditions défavorables (spores de conservation).

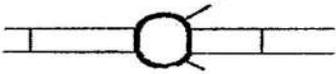
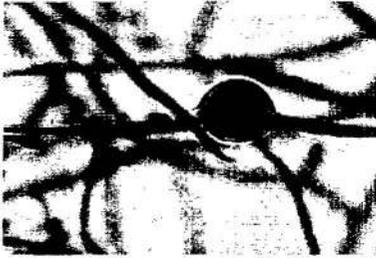


4.1.3.3. les propagules : Ce sont des petits massifs de cellules formés par certaines espèces sur le thalle et capables après séparation de l'algue-mère de donner naissance à un nouvel individu. Exemple : chez les algues brunes du genre *Sphacelaria*



Branches de *Sphacelaria* avec des propagules à différents stades de développement

4.1.4. les chlamydo-spores : Ce sont des spores de multiplication végétative qui accumulent des réserves et s'entourent d'une paroi épaisse. Elles se forment chez les champignons, le long des filaments mycéliens ou à leur extrémité. La paroi épaisse leur permet de subsister d'une année sur l'autre sur le sol ou dans les débris végétaux en décomposition. Elles peuvent être terminales ou intercalaires



Microsporium audouinii (dermatophyte)

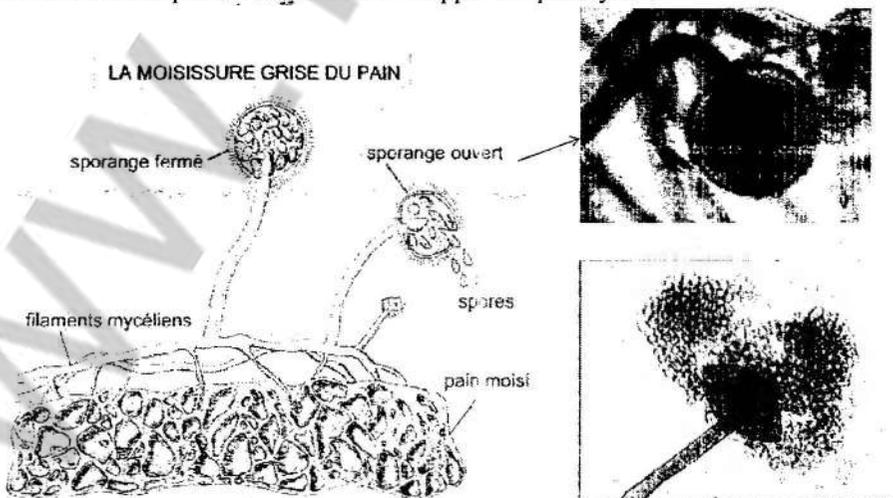
Candida albicans

4.1.6. La sporulation :

Le champignon produit des spores, ce sont des cellules reproductrices qui ont la capacité de germer et de régénérer un nouveau mycélium. Elles sont de deux types :

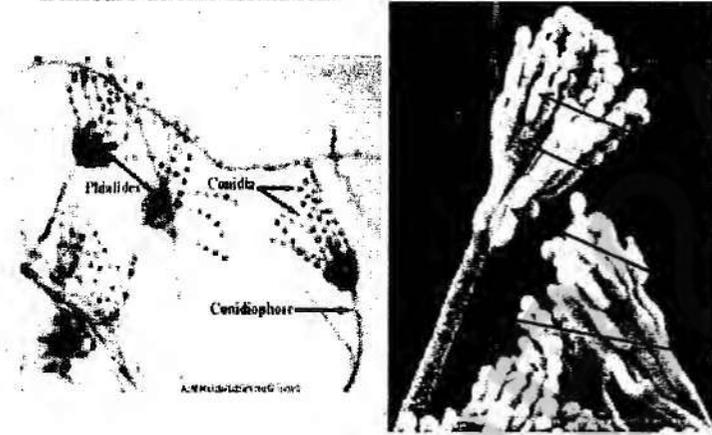
4.1.6.1. Spores endogènes :

Elles se forment à l'intérieur des organes fructifères clos : les sporocystes. Leur libération se fait par déchirure de l'enveloppe du sporocyste.



4.1.6.2. Spores exogènes ou Conidies :

- Les **conidies** se forment par bourgeonnement d'une cellule conidiogène apicale . Le noyau de cette cellule subit une mitose, l'un des noyaux fils évolue en conidie, l'autre reste dans la cellule conidiogène et se divise une autre fois pour former la conidie suivante.
- La production de ces conidies est illimitée, peut aller jusqu'à 400 millions conidies chez certains champignons. Leur libération dans le milieu extérieur se fait au fur et à mesure de leur formation.



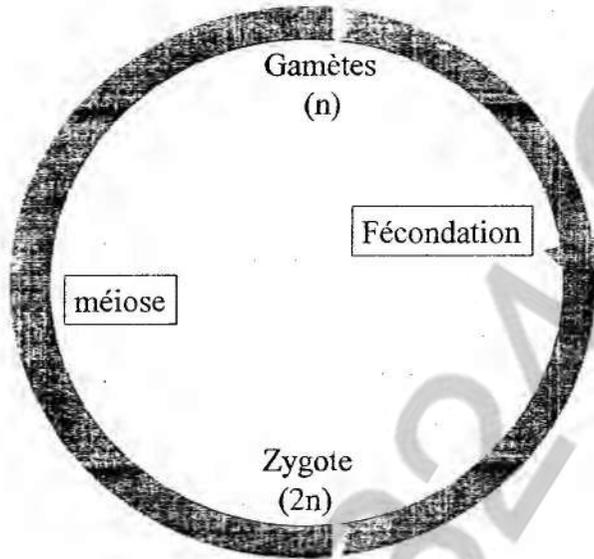
4.2. La reproduction sexuée

Met en jeu deux phénomènes importants : la **fécondation** et la **méiose** .

La reproduction sexuée débute par la rencontre et la fusion de deux gamètes , c'est la **fécondation**, donnant naissance à un œuf ou **zygote diploïde**, dont le patrimoine génétique est la somme des caractères génétiques parentaux.

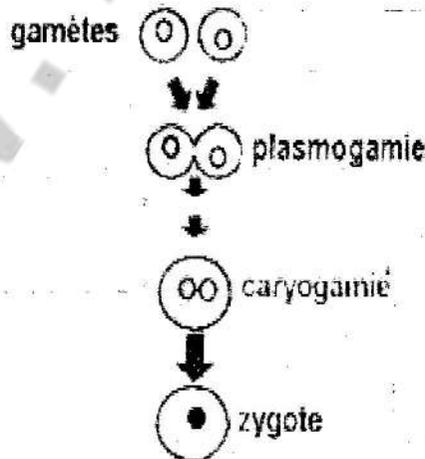
la formation de gamètes haploïdes fait intervenir la **méiose** qui réduit de moitié le nombre de chromosomes de cellules diploïdes.

La fécondation et la méiose se succèdent alternativement dans le cycle de développement d'un être vivant.



4.2.1. les étapes de la fécondation : La reproduction sexuée se fait en deux étapes simultanées:

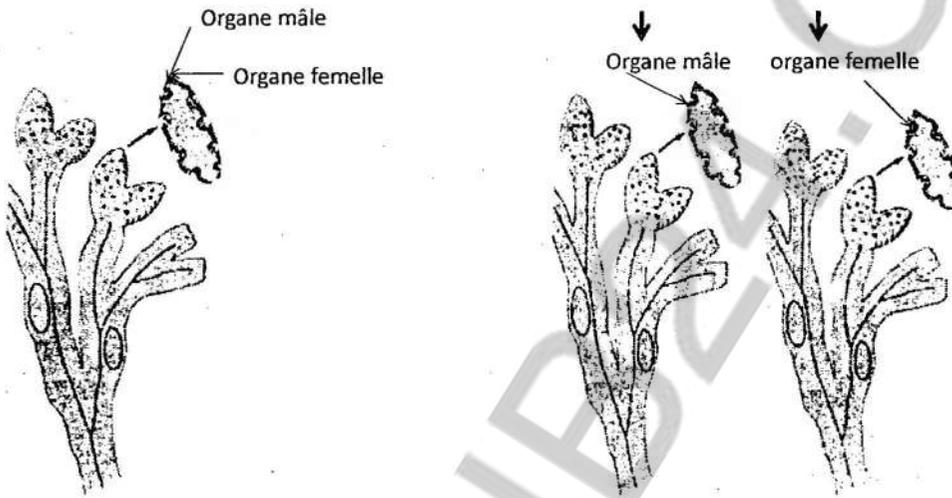
- La plasmogamie : le cytoplasme du gamète mâle se déverse dans celui du gamète femelle
- La caryogamie: fusion des noyaux des cellules gamètes.



4.2.2. Monoécie et diécie:

Chez une **espèce monoïque**, chaque individu (thalle) est capable de produire à la fois les organes mâles et les organes femelles. Le thalle est bisexué : à la fois mâle et femelle

Chez une **espèces dioïque**, les individus sont monosexués, c'est-à-dire que chaque pied porte soit des organes mâles (thalle mâle), soit des organes femelles (thalle femelle).



4.2.3. Les différents types de fécondation:

Le mode de fécondation est très variable chez les Thallophytes:

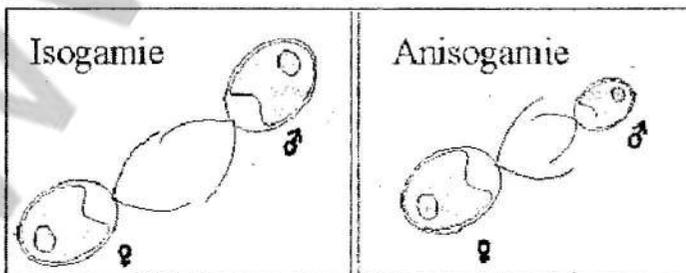
4.2.3.1. **Planogamie** : fécondation mettant en présence deux gamètes **mobiles**.

• **Planogamie isogame** :

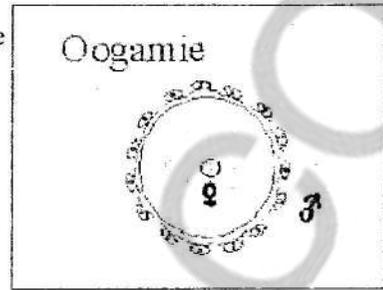
fécondation mettant en présence deux gamètes morphologiquement et physiologiquement identiques.

• **Planogamie anisogame** :

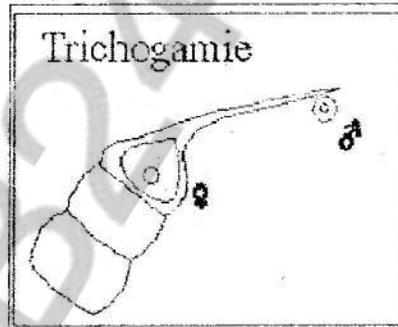
fécondation mettant en présence deux gamètes morphologiquement et physiologiquement différents.



4.2.3.2.. Oogamie : fécondation mettant en présence un gamète mâle petit, mobile (anthérozoïdes) et un gamète femelle, immobile (oosphère).



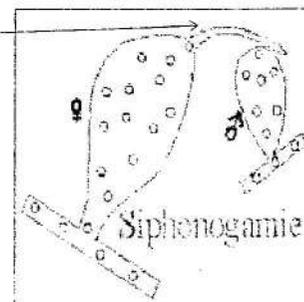
4.2.3.3. Trichogamie : le gamétocyste femelle émet un poil appelé **trichogyne** sur le que se fixe le gamète mâle immobile. Il y'aura fusion des parois du gamète mâle et du trichogyne puis injection du noyau mâle dans ce dernier.



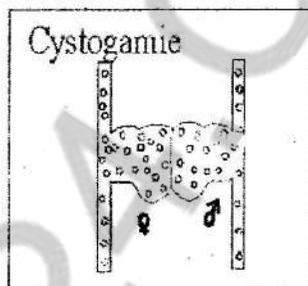
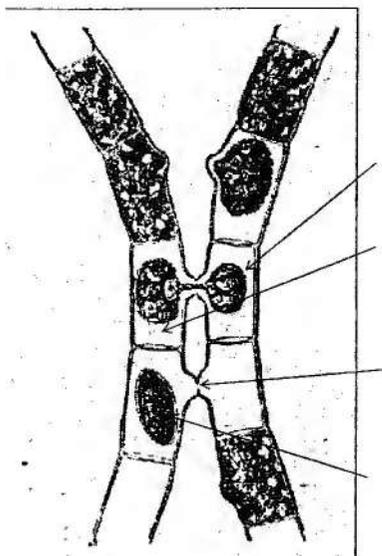
4.2.3.4. Perittogamie: ou somatogamie consiste en une fusion de cellules somatiques et non de gamètes.



4.2.3.5. Siphonogamie : les gamètes mâles sont cheminés jusqu'au gamétocyste femelle par un **siphon copulateur** qui les conduit au contact direct avec les gamètes femelles.



4.2.3.6. **Cystogamie ou conjugaison** : la fécondation se fait par la formation d'un pont cytoplasmique ou **pont de conjugaison** entre deux gamétocystes qui fusionnent leur contenus cytoplasmiques.



4.3. La reproduction chez les algues

Les algues se reproduisent selon deux modes : asexué et sexué

La reproduction asexuée peut se faire de plusieurs manières (chapitre II, §4):

- ✓ Bipartition ou scissiparité
- ✓ Bourgeonnement
- ✓ Fragmentation
- ✓ Chlamydozoaires
- ✓ Sporulation

La reproduction sexuée implique la méiose et la fécondation et fait intervenir les gamètes et les spores méiotiques

Les gamètes naissent à l'intérieur des gamétocystes, on distingue :

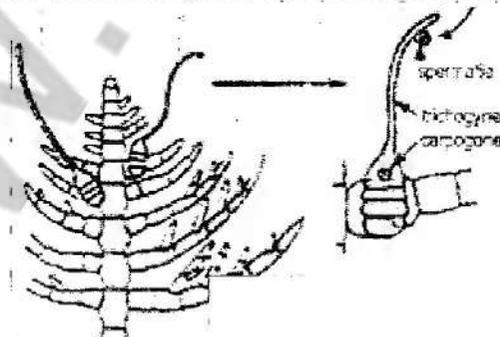
✓ Les **spermatocystes** : ce sont les gamétocystes qui donnent naissance à des gamètes mâles flagellés, mobiles appelés **spermatozoïdes** (sauf chez les Algues rouges où ils sont dépourvus de flagelles et portent le nom de **spermaties**).



✓ Les **gamétocystes femelles** donnent naissance aux gamètes femelles,

✓ chez les algues rouges ils sont appelés **carpogones**, ils sont prolongés d'un filament le **trichogyne** qui sert de collecteur et de vecteur des spermaties.

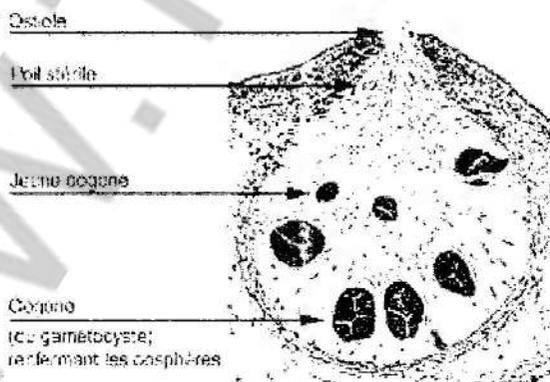
✓ Les **oocystes (ou oogones)** : ce sont des gamétocystes qui donnent naissance à des gamètes femelles immobiles appelés **oosphères**. On les retrouve chez les algues brunes



- Chez les algues brunes, les **receptacles** sont des structures rugueuses situées à l'extrémité des différentes branches du thalle.



- Ces structures spécialisées contiennent les organes reproducteurs appelés **conceptacles**. Ce sont des cavités munies d'un ostiole et contenant les gamétocystes.



4.4. La reproduction chez les champignons

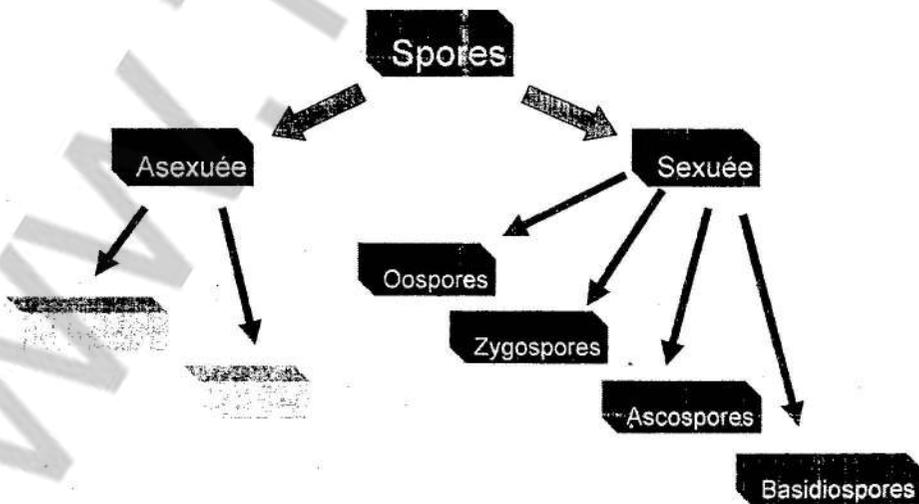
Les champignons se reproduisent selon deux modes : asexué (le plus fréquent) et sexué (le moins fréquent et le plus aléatoire).

La reproduction asexuée peut se faire de plusieurs manières (chapitre II, §4):

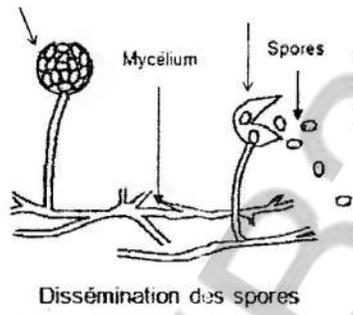
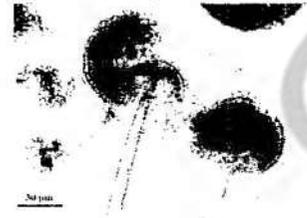
- ✓ Bourgeonnement
- ✓ Fragmentation
- ✓ Chlamydo-spores
- ✓ Sporulation

Chez les champignons, les spores peuvent être issues de la reproduction asexuée ou de la reproduction sexuée.

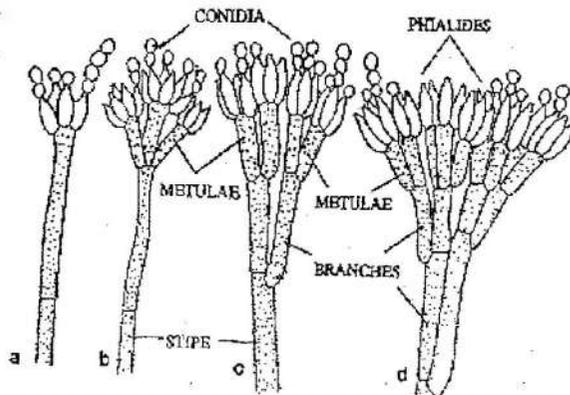
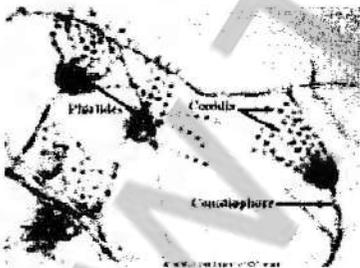
Multiplication asexuée et reproduction sexuée



Endospores à l'intérieur de sporocystes chez *Rhizopus*



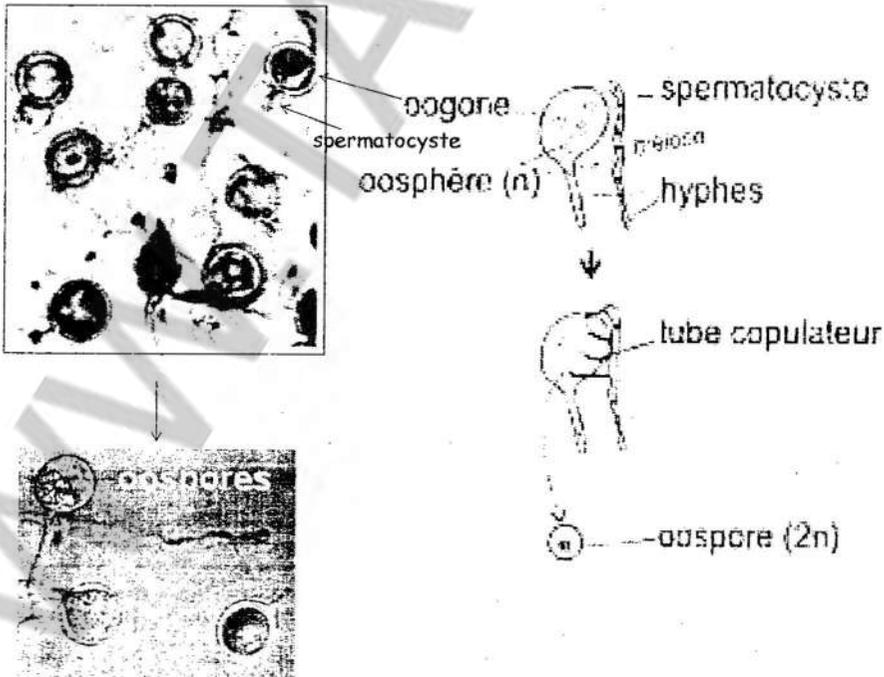
Exospores chez *Penicillium*
(stipe = conidiophore)



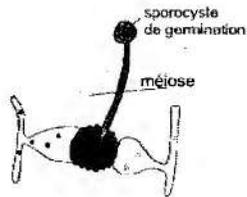
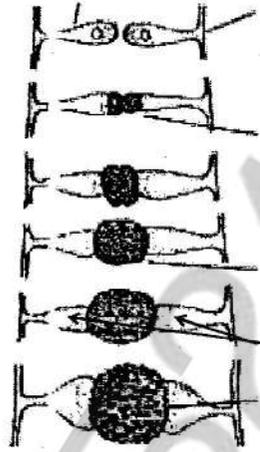
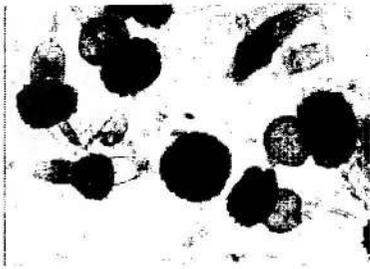
Les spores issues de la reproduction sexuée appartiennent à 4 catégories:

✓ **Les oospores** : résultent de l'union de deux gamétocystes morphologiquement différents l'anthéridie (gamétocyste mâle) et l'oogone (gamétocyste femelle). La fécondation se fait par l'intermédiaire de tubes copulateurs mâles qui pénètrent l'oogone. Les œufs formés s'appellent des oospores.

Ce type de spores caractérise la **classe des oomycètes**

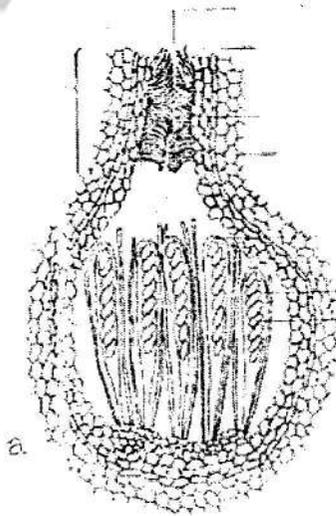
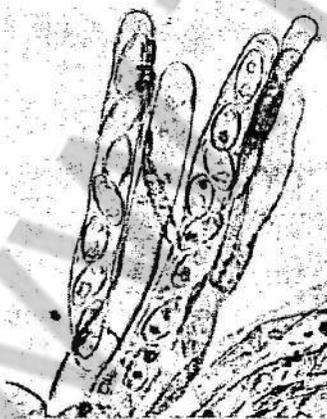


✓ **Les zygospores** : résultent de l'union de deux gamétocystes morphologiquement identiques. Ce type de spores caractérise la **classe des zygomycètes**.



✓ **Les ascospores** : se forment dans un asque, formé dans une fructification ascogène (ascocarpe), elles sont typiquement au nombre de huit par asque.

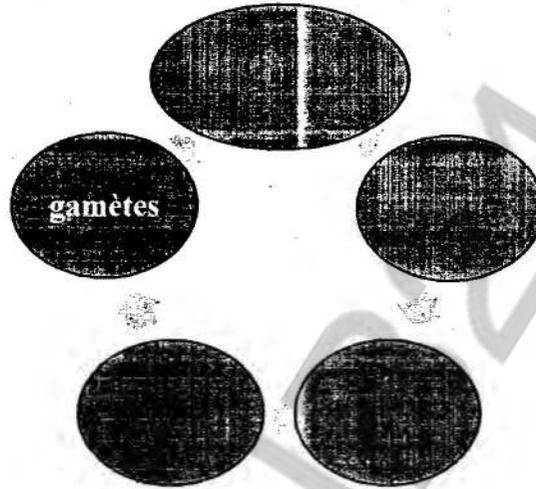
Ce type de spore caractérise la classe des **Ascomycètes**.



a. périthèce contenant les asques.
b. asque contenant les ascospores

4.5. Les cycles de développement ou cycles biologiques est l'ensemble des stades par lesquels passe l'espèce depuis l'union des gamètes en zygote, jusqu'à la naissance d'un nouveau zygote.

Dans le cycle de développement, il y'a une alternance de générations et de phases.

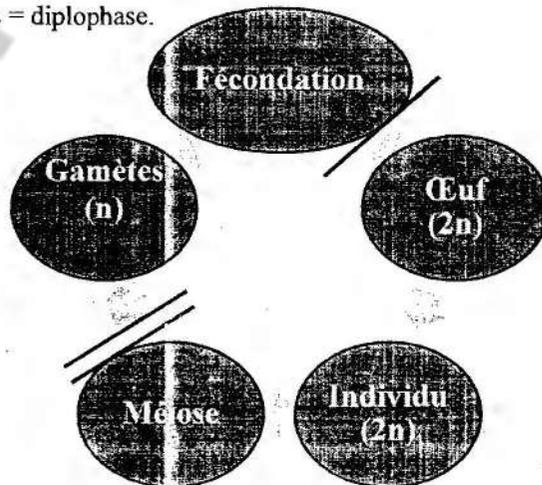


4.5.1. L'alternance de phases:

L'alternance méiose-fécondation donne un cycle de développement caractérisé par une alternance de 2 phases chromosomiques :

Une phase à n chromosomes = haplophase

Une phase à $2n$ chromosomes = diplophase.



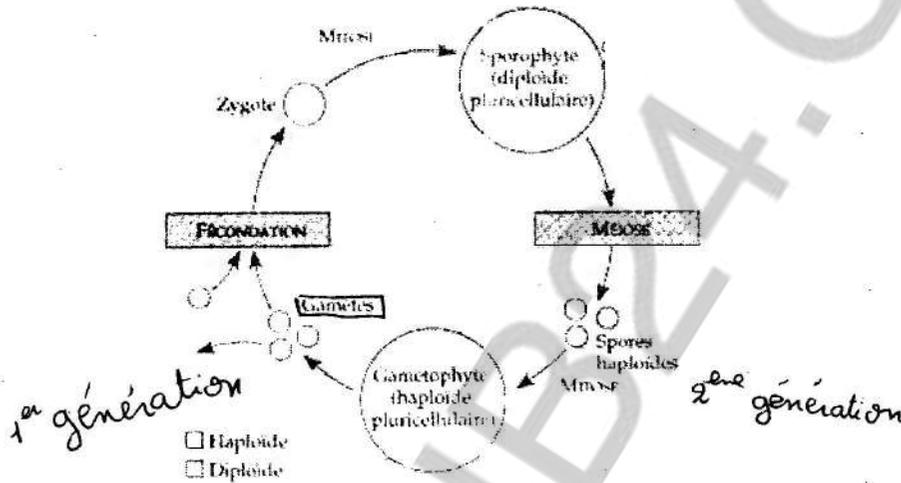
4.5.2. L'alternance de générations

à ces deux phases correspondent deux sortes d'organismes ou deux générations:

- Le premier organisme est constituée de cellules haploïdes (n chromosomes).

Dans ses organes reproducteurs, il élabore par simples mitoses des cellules reproductrices à n chromosomes : les **gamètes**.

Cette génération est donc le **gamétophyte** (individu qui génère les gamètes).



- La seconde génération résulte des divisions successives du zygote, donnant un organisme (**génération**) à cellules diploïdes.

Cet individu (**génération**) forme par méiose (réduction chromatique) dans ses organes reproducteurs des cellules haploïdes appelés **spores méiotiques**.

Cette génération est donc le **sporophyte**

4.5.3. Les types de cycles biologiques

Il existe plusieurs types de cycles définis par l'importance relative des périodes séparant la méiose de la fécondation et la fécondation de la méiose :

- **Les cycles digénétiques** : alternance de deux générations.
- **Les cycles monogénétiques** : dominance (ou disparition) de l'une des deux générations.
- **Les cycles trigénétiques** : apparition d'une troisième génération.

4.5.3.1. Les cycles digénétiques

Il y a alternance de deux générations : le gamétophyte (n) et le sporophyte ($2n$).

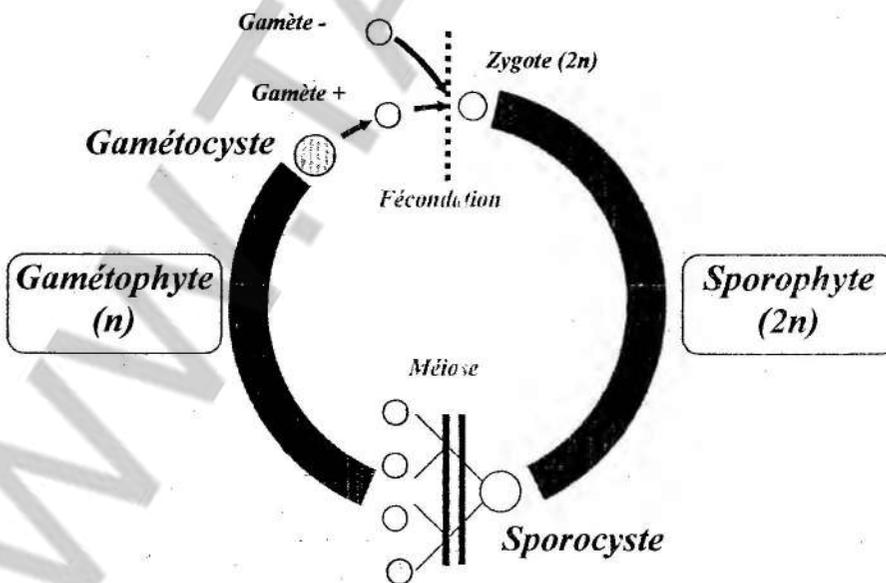
- Le cycle est **isomorphe**, si les deux générations sont de même morphologie.
- Le cycle est **hétéromorphe**, si les deux générations sont de morphologies différentes.

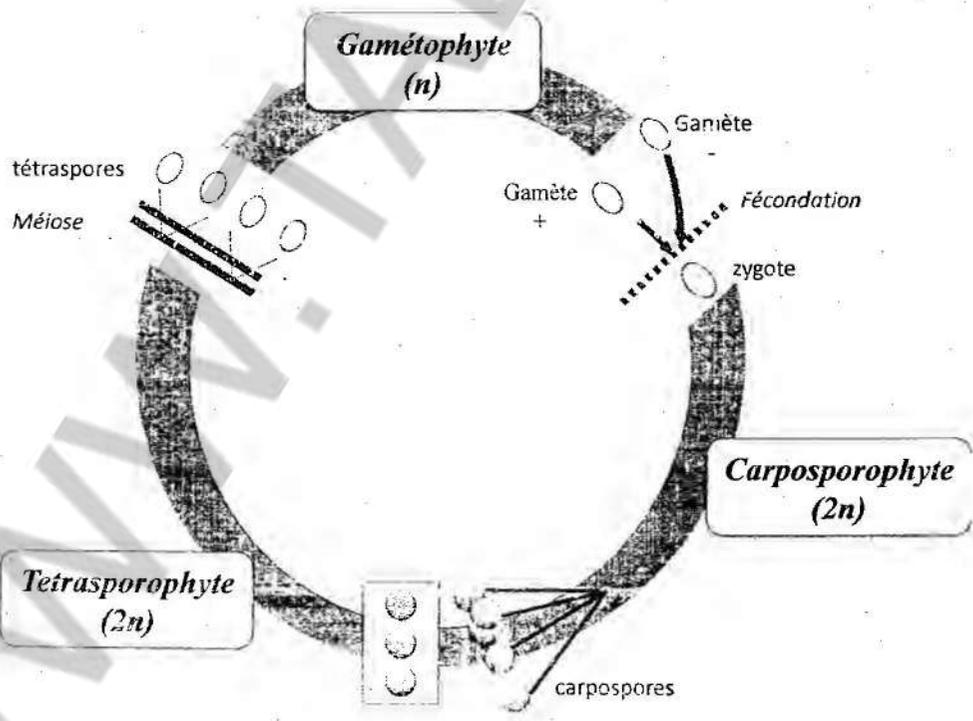
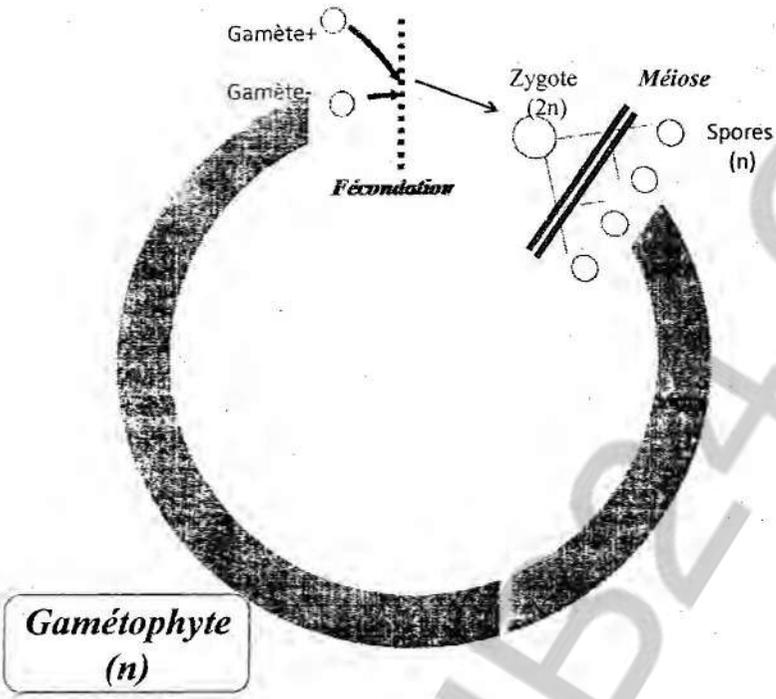
Le cycle est dit haplodiplophasique, si la phase haploïde est dominante, diplohaplophasique dans le cas contraire.

4.5.3.2. Les cycles monogénétiques :

Il y a dominance (ou disparition) de l'une des deux générations. L'espèce est donc représentée par un seul type de thalle ou une seule génération. Cette génération peut être diploïde : cycle monogénétique diplophasique ou haploïde : cycle monogénétique haplophasique.

4.5.3.3. Les cycles trigénétiques: mettent en jeu trois générations, un gamétophyte et deux sporophytes. Ce type de cycle est propre aux algues rouges.





5. Classification générales des thallophytes eucaryotes

5.1. Les algues eucaryotes = **Phycophytes**

Elles sont Apparues il ya 1,2 milliard d'années?

Les algues sont de couleurs variées, à cause de la présence des différents pigments:

- La chlorophylle a et b (pigments verts)
- Les caroténoïdes (pigments oranges) et xanthophylles (pigments jaunes)
- Les phycobilines = phycoérythrine (pigment rouge) et phycocianine (pigment bleu-vert)



La classification s'appuie principalement sur la nature des pigments des algues. On distingue 3 grands embranchements :

1. Algues vertes = Les Chlorophycophytes : Chlorophylle a et b + caroténoïdes (carotènes et xanthophylles)

Les algues vertes réunissent entre 6000 et 7000 espèces, constituent le plus grand groupe d'algues. Les algues vertes sont majoritairement des algues d'eau douce et constituent une grande part de phytoplancton. Un certain nombre de **chlorococcales** vivent en symbiose avec des champignons formant des lichens.

1. Algues brunes = Chromophycophytes : Chlorophylle a + caroténoïdes (carotènes et xanthophylles)

Presque toutes les algues brunes sont marines, elle vivent sur les côtes rocheuses à faible profondeur. Les diatomées (microalgues brunes unicellulaires de 2µm à 1mm) vivent dans l'eau douce et l'eau salée

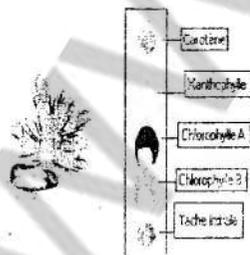
1. Algues rouges = Rodophycophytes : Chlorophyllé a + phycobilines (phycoérythrine et phycocyanine)

Cet embranchement compte environ 3000 à 5000 espèces dont la majorité sont marines. Ce sont des algues qui vivent en profondeur, fixées sur des supports tels que les rochers grâce à des crampons.

Pr Samira SERGHAT
Département de Biologie

Répartition des pigments chez les algues

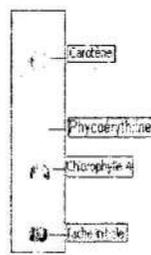
	Chlorophycophytes	Rhodophycophytes	Chromophycophytes
Chlorophylle a	+	+	+
Chlorophylle b	+	0	0
Caroténoïdes	+	+	++
Phycobilines	0	++	0



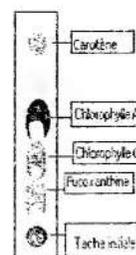
Ulva lactuca (algue verte)



Chondrus crispus (algue rouge)



Pelvetia canaliculata (algue brune)



5.2. les champignons = ~~mycophytes~~

Les premiers champignons seraient apparus il y a 600 Ma.

La classification des champignons est difficile et est souvent présentée de manière confuse.

- Linné (en 1735) a inventé la nomenclature latine binaire comprenant le nom du genre et celui de l'espèce.

Elle divise le monde vivant en 2 groupes : Animal et Végétal

- Whittaker, en 1969, a proposé la classification du vivant en 5 règnes :

1. Les Monères = unicellulaires procaryotes
2. Les Protistes = unicellulaires eucaryotes
3. Les Mycètes = eucaryotes multicellulaires, hétérotrophes et absorbotrophes
4. Les végétaux : eucaryotes multicellulaires autotrophes
5. Les animaux : eucaryotes multicellulaires hétérotrophes

pas de noyau	chromosomes enfermés dans un noyau (Eucaryotes)			
chromosomes en vrac dans le cytoplasme	- unicellulaires	presque toujours pluricellulaires (avec différenciation cellulaire)		
	- parfois pluricellulaires	autotrophes	hétérotrophes	
	- sans différenciation cellulaire	photosynthèse	ingestion	absorption
PROCARYOTES	PROTISTES	VÉGÉTAUX	ANIMAUX	CHAMPIGNONS

Vue d'ensemble simplifiée des caractères des 5 règnes

La classification classique des champignons est fondée sur:

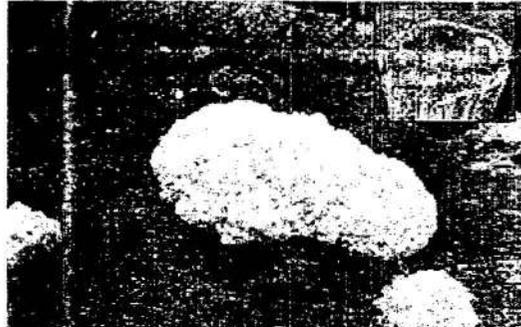
- Les caractéristiques du thalle
- La présence ou non de cellules nues flagellées
- Les modalités de la reproduction sexuée

On dénombre 5 classes

CARACTERISTIQUES	CLASSE
Existence d'un plasmode	
Pas de plasmode : thalle filamenteux ■ Thalle non septé : ■ Présence de zoospores biflagellées..... ■ Pas de zoospore..... ■ Thalle septé ■ Spores sexuées au nombre de 8 naissant dans un asque..... ■ Spores sexuées au nombre de 4 naissant dans une baside.....	

5.2.1. Classe des **Myxomycètes**

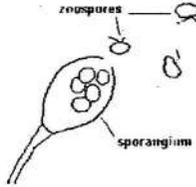
- Ce sont les champignons gélatineux
- Le thalle est un plasmode :
 - masse protoplasmique molle
 - contient plusieurs noyaux
 - se déplace par des mouvements amiboïdes
 - se nourrit par phagocytose
- Actuellement, ils ne sont plus classés parmi les champignons (Protistes)
- Il existe 600 espèces environ,



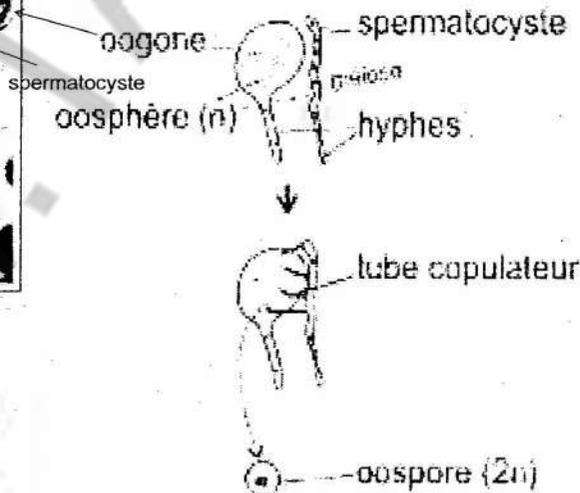
Fuligo septica ou fleur de tan

5.2.2. Classe des Oomycètes (Champignons inférieurs)

- Mycélium formé par des filaments siphonnés
- **La multiplication asexuée** dominante est assurée par des cellules nageuses portant deux flagelles, les zoospores (ou planospores), produites au sein de sporanges
- La zoospore peut aussi se débarrasser de ses flagelles et s'enkyster.

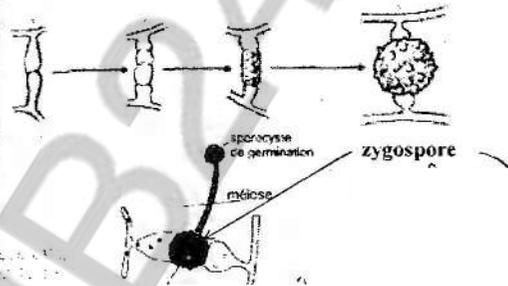
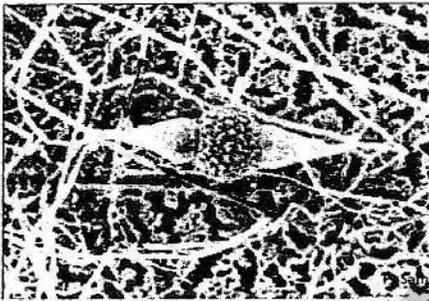


- **La multiplication sexuée** est une oogamie siphonogame
- Elle se fait à l'intérieur de sacs produits par le filament végétatif, nommés *gamétocystes*. La fécondation se fait entre un gamétocyste mâle, le spermatocyste, et un gamétocyste femelle, l'oogone, par l'intermédiaire de tubes copulateurs qui pénètrent l'oogone. Les œufs formés s'appellent des oospores.



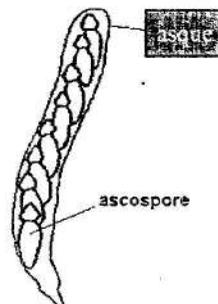
5.2.3. Classe des Zygomycètes

- intermédiaires entre champignons inférieurs et supérieurs
- Champignons microscopiques formés par des filaments siphonnés caractérisés par une abondante reproduction asexuée et une croissance rapide qui leur permettent de coloniser rapidement leur milieu.
- La reproduction sexuée se fait par conjugaison de filaments mâles (+) et de filaments femelles (-) aboutissant à la formation d'une zygospore diploïde. Cette zygospore germe, formant un sporange libérant après méiose des spores haploïdes



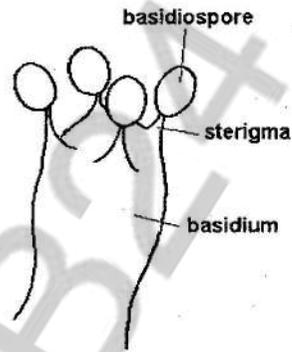
5.2.4. Classe des Ascomycètes

- Constituent avec les Basidiomycètes les champignons supérieurs
- Le mycélium est cloisonné
- La reproduction sexuée donne une cellule œuf dans laquelle se produit immédiatement la méiose suivie d'une mitose. Les spores méiotiques (8) restent enveloppées par la paroi de la cellule œuf et sont donc produites à l'intérieur de sacs appelés asques.
- Les spores (ou ascospores) sont projetées, à maturité, à l'extérieur par ouverture de l'asque.

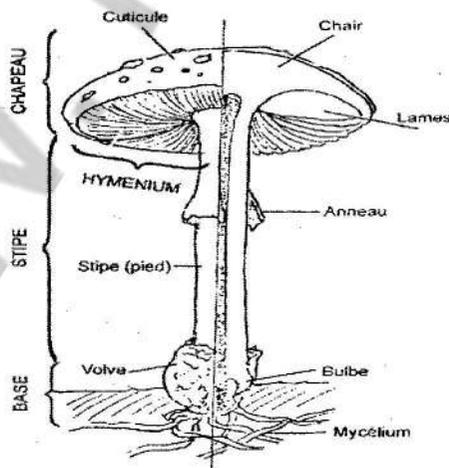


5.2.5. Classe des Basidiomycètes

- Le mycélium est cloisonné
- La reproduction sexuée donne une cellule œuf dans laquelle se produit immédiatement la méiose.
- Les quatre spores méiotiques se développent à l'extrémité de cellules spécialisées (les basides) et sont dispersées par le vent à maturité.



Chez certaines espèces de Basidiomycètes (champignons supérieurs, ordre des Agaricales), les basides sont rassemblées sur plusieurs lamelles formant un hyménium. Le tout est porté par une fructification appelé carpophore(ou basidiocarpe)



Périthogamie chez les basidiomycètes

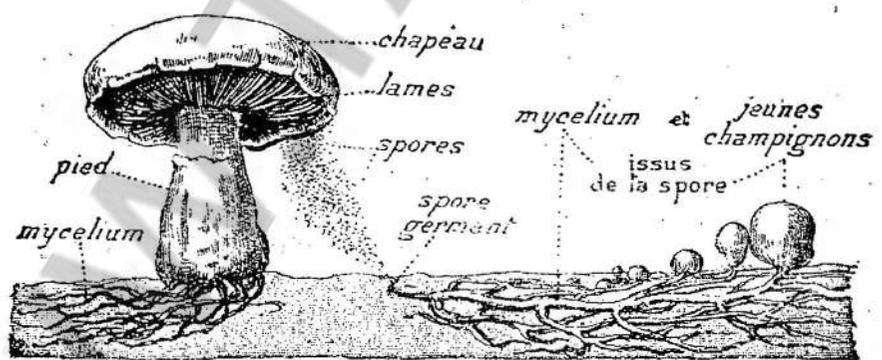
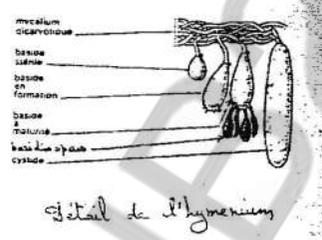
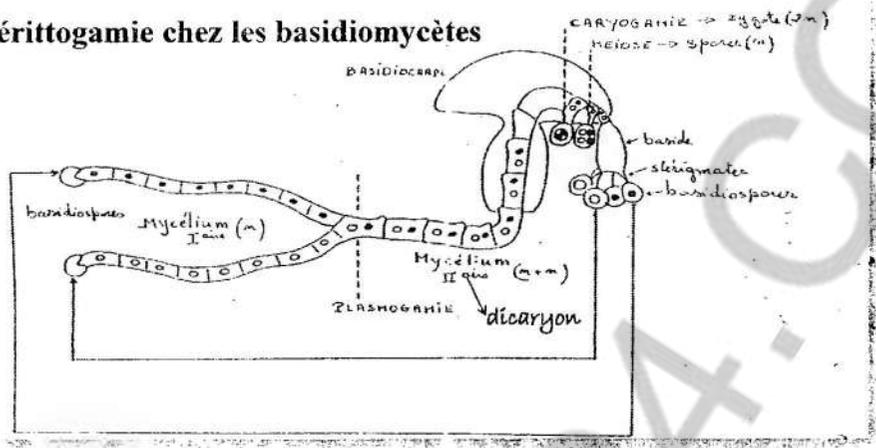


Schéma du développement de l'*Agaricus*

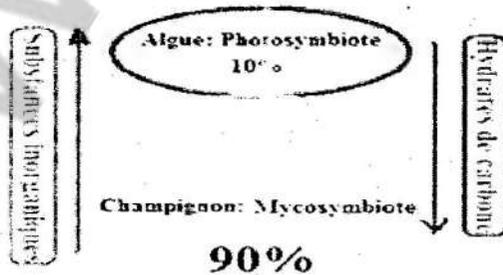
5.3. Les lichens

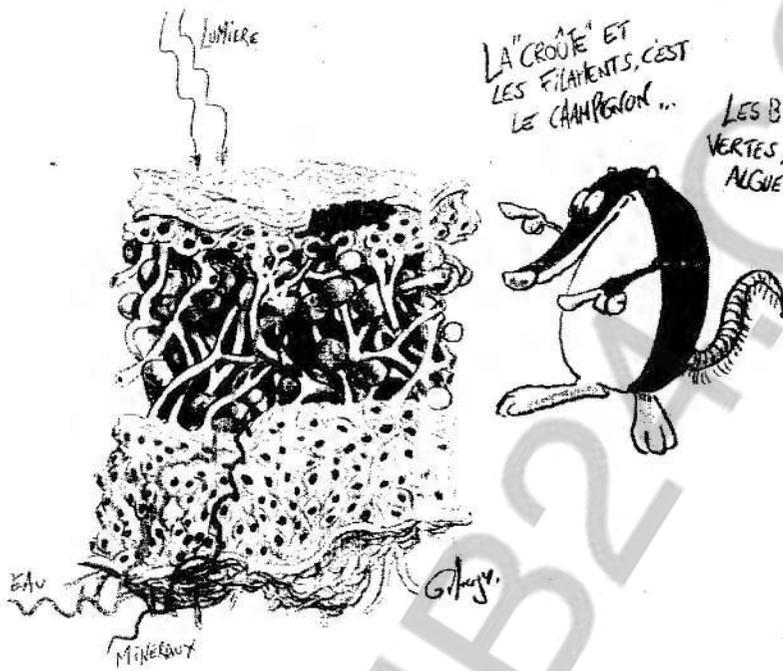
5.3.1. Définition

- Les lichens sont des organismes résultant d'une symbiose entre un champignon hétérotrophe appelé mycosymbiote (représentant 90 % de l'ensemble) et une algue autotrophe nommée photosymbiote.
- Cette symbiose dérive d'une association appelée lichénisation. Cette association :
 - est durable
 - entraîne des modifications morphologiques et physiologiques.
 - permet des bénéfices réciproques pour les partenaires,
- La grande majorité des lichens appartiennent aux Ascolichens, le champignon est rarement un basidiomycète
- L'algue est soit procaryote de la classe des Cyanophycées soit eucaryote appartenant aux Chlorophycophytes (algues vertes)

5.3.2. La symbiose

- L'algue fournit les glucides (sucres) grâce à la photosynthèse
- Le champignon grâce à la densité de ces filaments, protège l'algue de la sécheresse et de l'ensoleillement en plus des transferts de substances minérales.
- Il est démontré que chaque partenaire est incapable de s'établir dans les mêmes conditions où s'établit leur association, ce qui prouve l'efficacité écologique de la symbiose.

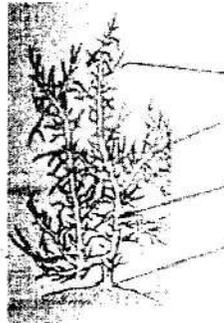
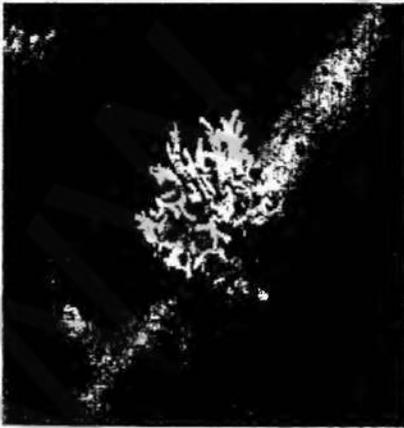




5.3.3. Les types morphologiques

On distingue 3 grands types de lichens :

5.3.3.1. Les lichens fruticuleux au thalle en forme arbuste ou de tige plus ou moins ramifiée (ex *Usnea* et *Ramalina*);

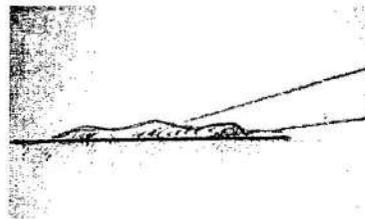


5.3.3.2. Les lichens foliacés dont le thalle en forme de limbe foliaire, attaché au substrat par un seul point plus ou moins étendu (ex *Parmelia*, *Xanthoria*)



Rhizine : organe de fixation des thalles foliacés, simple ou ramifié, formé d'un faisceau d'hyphes soudées et recouvertes d'une gaine gélatineuse facilitant l'adhésion au substrat.

5.3.3.3. Les lichens crustacés qui forment des croûtes minces ou épaisses fermement appliquées au substrat par toute la partie basale, tandis que le bord forme une limite imprécise, à tel point que le lichen ne se distingue du substrat que par une différence de couleur ou par l'apparition d'apothécies (ex *Rhizocarpon*, *Graphis*).



Les 3 types morphologiques



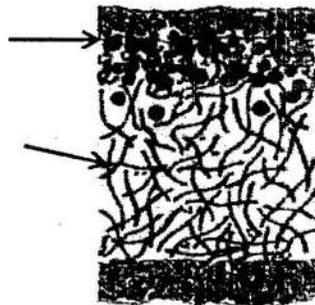
5.3.4. L'appareil végétatif

La répartition des cellules d'algues parmi les hyphes du champignon peut se faire de deux façons:

- un lichen **homéomère** : les cellules d'algue sont réparties de façon homogène
- un lichen **hétéromère** : les cellules d'algues sont groupées dans une couche déterminée.

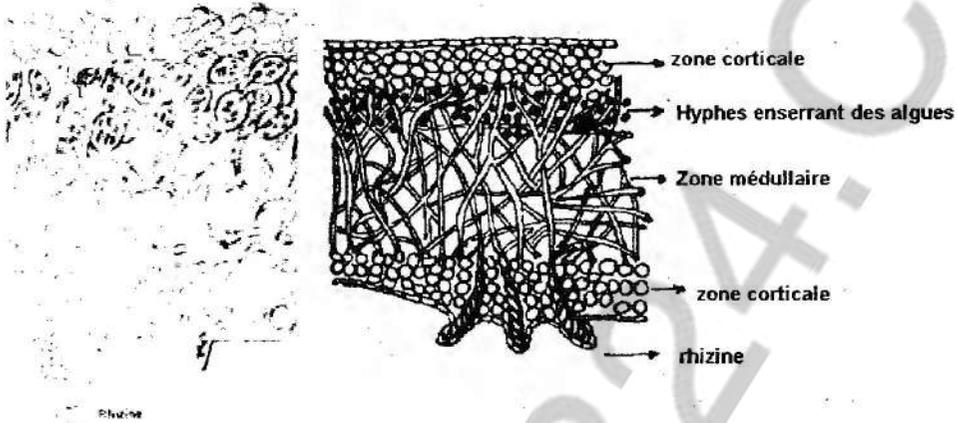


Lichen homéomère



Lichen hétéromère

Vue microscopique d'une coupe longitudinale d'un lichen crustacé



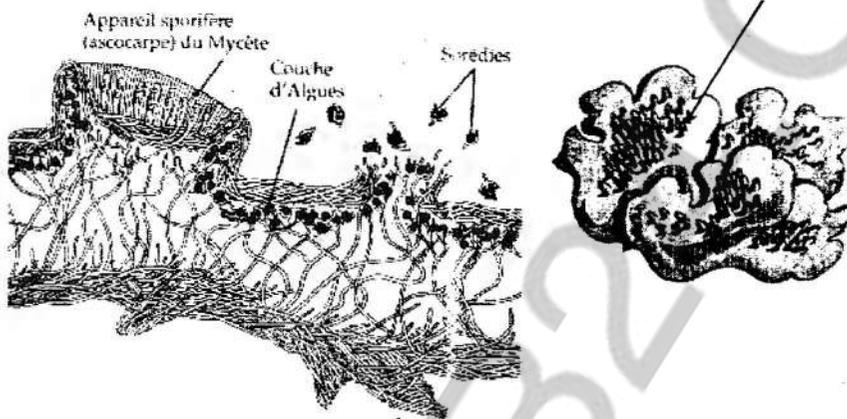
5.3.5. La reproduction

Le lichen a 2 modes de reproduction : la reproduction végétative et la reproduction sexuée.

5.3.5.1. La reproduction végétative : elle se fait de deux manières:

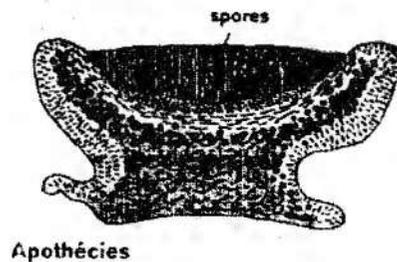
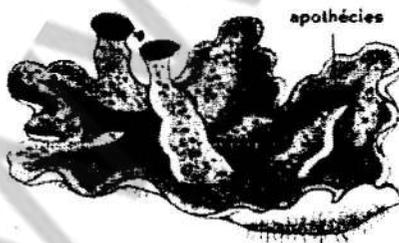
- Par les **fragments de thalle** dispersés par le vent et les animaux
- Par des **organes spéciaux**:
 - **Sorédies** : granules émises par les déchirures du thalle, formées d'un enchevêtrement d'algue et d'hyphes. elles sont facilement transportées par le vent, la pluie, les insectes
 - **Isidies** : à sa surface, le thalle émet de petits bourgeons de formes variées (sphériques, cylindriques, ramifiés...) contenant l'algue et les hyphes. Ces isidies, plus lourdes que les sorédies, ne peuvent être transportées aussi loin, elles assurent plutôt une colonisation du substrat.

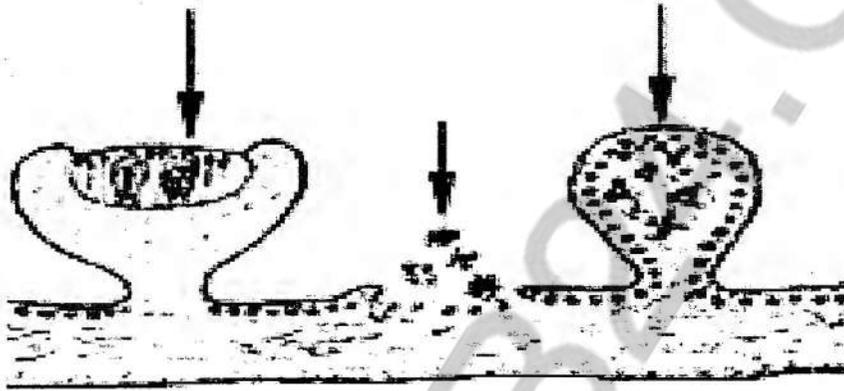
Sorédies et isidies des lichens : reproduction végétative



5.3.5.2. La reproduction sexuée

- Deux hyphes fongiques sexuellement différenciées fusionnent et donnent, à la surface du thalle, des structures en forme de boutons (les **apothécies**), ou de coupes plus ou moins fermées (les **périthèces**), dans lesquelles des cellules particulières (les **asques**) vont élaborer les ascospores, en général 8 spores par asque
- Après leur libération, ces spores germent et donnent des hyphes qui capturent des algues pour pouvoir redonner un nouveau thalle lichénique.





5.3.6. Classification

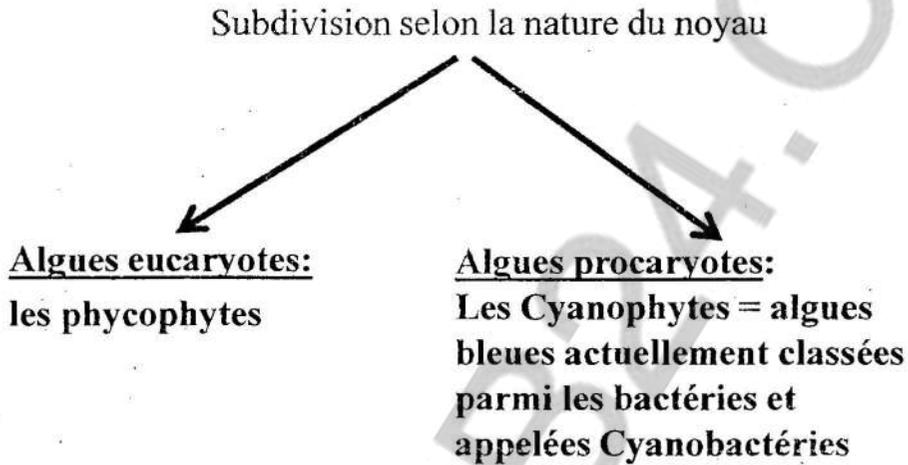
Il existe environ 16 000 espèces de lichens. Seules 17 espèces d'algues sont impliquées dans cette symbiose. La diversité des lichens est essentiellement due aux partenaires fongiques.

La classe des lichens est décomposée selon le schéma suivant :

- Sous-classe des *Ascolichens*: le champignon est un ascomycète, les spores sont produites dans des asques. Ce sont les plus fréquents
- Sous-classe des *Basidiolichens* : le champignon est un Basidiomycète, les spores sont produites sur des basides. Il existe trois genres en tout avec moins de vingt espèces, qui sont tropicales.

Chapitre III : Les thallophytes procaryotes : Les algues bleues ou Cyanophytes ou Cyanobactéries

1. Introduction



- Elles sont apparues il y a environ 3,8 milliards d'années, elles ont contribué à l'expansion des formes actuelles de vie sur Terre par leur production d'oxygène par photosynthèse
- elles possèdent à la fois des caractéristiques :
 - des bactéries : absence de noyau et d'organites intracellulaires
 - des algues : présence de chlorophylle a et de pigments accessoires et capacité à faire la photosynthèse.

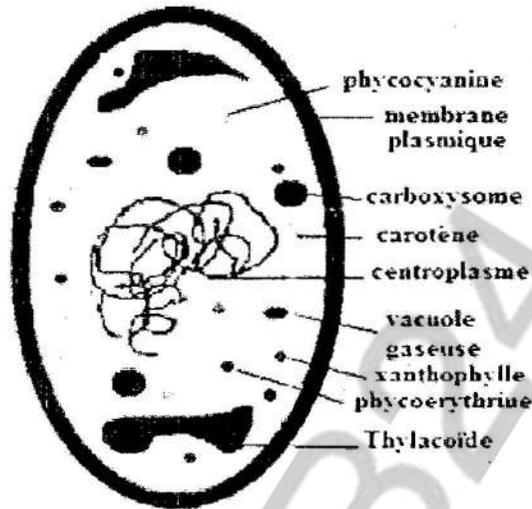
- Espèces unicellulaires et pluricellulaires
- Elles possèdent de la chlorophylle et d'autres pigments, d'où leurs couleurs variées
- dans près de 50 % des cas, elles sont de couleur bleue, ce qui explique leur nom,
- Les autres couleurs sont : dorée, jaune, brune, rouge, orangée, vert émeraude, violet, ou bleu foncé presque noir.
- La cellule des Cyanophytes réalise la photosynthèse et peut donc transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique utilisable en fixant le dioxyde de carbone et en libérant du dioxygène.
- La photosynthèse se produit directement dans le cytoplasme.

2. Caractères cytologiques

Les constituants de la cellule sont :

- La membrane est composée de plusieurs couches qui jouent un rôle de protection et de perméabilité sélective (nutriments, déchets...). Elle est entourée le plus souvent par une gaine mucilagineuse
- Le chromatoplasme est composé d'un cytoplasme riche en pigments non chlorophylliens : les carotènes et xanthophylles (jaunes), la phycocyanine (bleu-vert) et la phycoérythrine (rouge)
- Les thylakoïdes contiennent la chlorophylle a et sont le siège de la photosynthèse
- Le centroplasma incolore fait fonction de noyau et renferme l'information génétique (ou ADN).
- Les carboxysomes permettent de fixer le CO₂ (requis à la photosynthèse).
- Les vacuoles gazeuses leur permettent de faire des migrations verticales (pour aller chercher plus ou moins de lumière par exemple).

- Elles sont dépourvues de membrane nucléaire, de mitochondries, de réticulum, de chromosomes et de flagelle

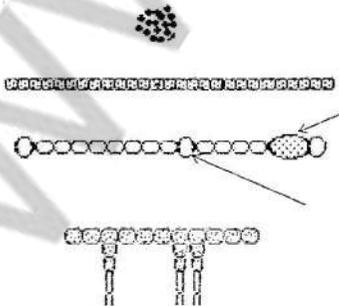


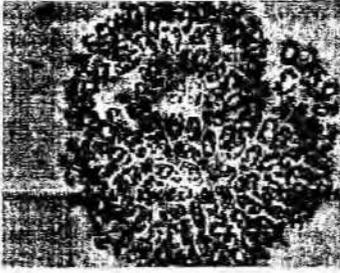
3. Appareil végétatif

3.1. Les types de thalle :

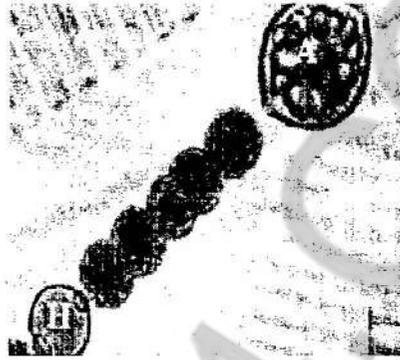
- unicellulaires, sphériques ou en bâtonnets, isolés ou formant des colonies de cellules
- filamenteux (trichomes) avec un seul type de cellules : filaments homocystés
- Filamenteux avec 3 types de cellules : des cellules végétatives, des hétérocystes (fixatrices d'azote) et des spores de résistance ou akinètes : filaments hétérocystés.

Les filaments peuvent être ramifiés ou non

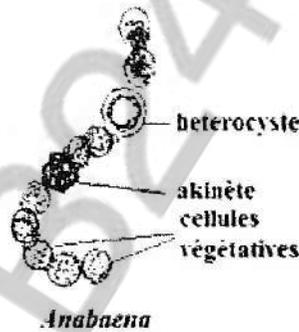




Cyanobactérie unicellulaire coloniale du genre *Woronichinia*.

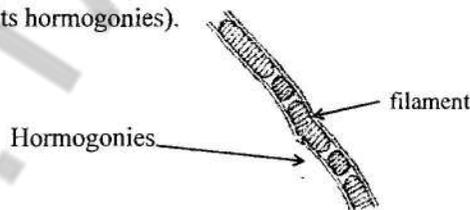


Trichome de cyanobactérie (genre *Anabaena*) présentant un hétérocyste (H) et un akinète (A).



3.2. La taille :

- certaines forment des filaments dépassant un mètre de long, mais pouvant se subdiviser en fragments (dits hormogonies).

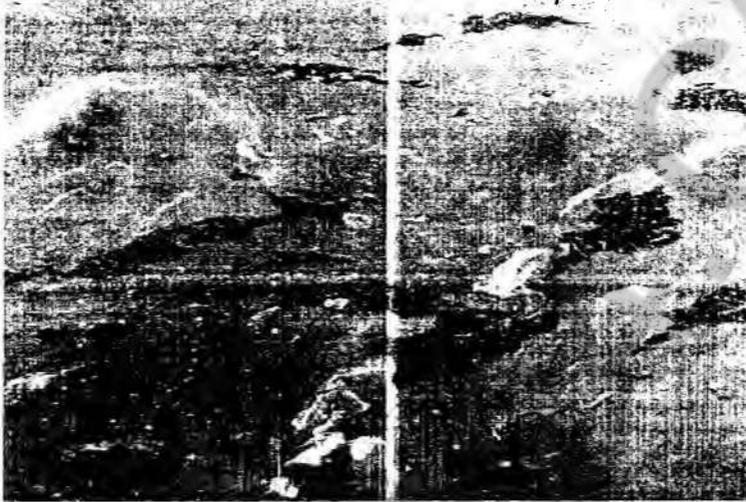


- La plupart sont invisibles à l'œil nu hormis par la coloration qu'elles donnent parfois à l'eau ou au support qu'elles colonisent (elles font partie du microplancton (20µm - 200µm) et nano-plancton (2µm et 20µm).
- D'autres - récemment découvertes - sont invisibles au microscope optique traditionnel, et font partie du picoplancton (entre 0,2 et 2 µm).

3.3. La mobilité:

Certaines espèces sont mobiles par reptation ou grâce à des vésicules gazeuses.

Efflorescence de Cyanophytes = importante prolifération ou bloom



Ces blooms sont souvent corrélés à un processus d'eutrophisation, c'est-à-dire à l'enrichissement du milieu en nutriments (surtout l'azote).

4. Reproduction

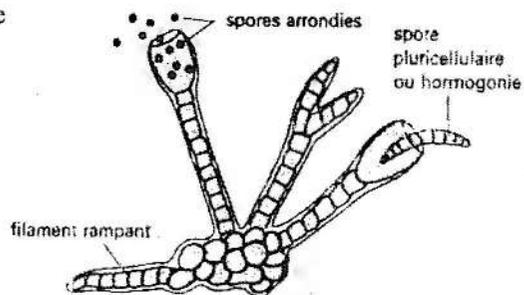
Elle est uniquement asexuée, elle se fait :

4.1. Par division végétative : scissiparité

4.2. Par sporulation :

- spores unicellulaires, germent et donnent de nouveaux thalles
- Akinètes : spores de résistance en conditions défavorables

4.3. Par fragmentation du thalle en filaments appelés **hormogonies** pouvant se développer et former un nouveau thalle



5. Ecologie

Les cyanophytes sont très tolérantes vis-à-vis des conditions extrêmes, elles sont présentes dans tous les milieux:

- terrestres (même les plus extrêmes, sable du désert à 70°C)
- aquatiques (eau douce, eau thermale, eau salée, glaces des pôles...)
 - En milieu aquatique, les cyanobactéries sont soit :
 - planctoniques ou encore pélagiques si elles prolifèrent en suspension dans une colonne d'eau,
 - soit benthiques quand elles se développent fixées à un support aux fonds des milieux aquatiques.

6. Fixation de l'azote

Certaines cyanobactéries peuvent fixer le N₂ (azote) atmosphérique dans les hétérocystes, qui sont des cellules différenciées transparentes qui ne peuvent effectuer la photosynthèse oxygénique.

Les cyanobactéries photoautotrophes et fixant l' N_2 peuvent littéralement vivre d'air et d'eau!

- Les cyanobactéries jouent un rôle important dans le cycle de l'azote, puisqu'elles ont la capacité de transformer l'azote atmosphérique en ammonium ou en nitrates, substances assimilables par les plantes.
- En mourant, elles libèrent des sels nutritifs produits par la fixation de l'azote et augmentent ainsi le rendement agricole, tout particulièrement en rizicultures. On les utilise ainsi comme engrais « vert » pour amener un apport d'azote directement

Chapitre IV : Mode de vie des thallophytes eucaryotes

1. Mode de vie des algues

- Elles possèdent la chlorophylle permettant la photosynthèse, l'accès à la lumière leur est donc indispensable.
- On peut rencontrer les algues partout, dans l'eau (douce et salée) et sur terre, mais à deux conditions qu'il y ait :
 - de la lumière (pour la photosynthèse)
 - de l'eau (pour la reproduction).
- Les algues peuvent réaliser des associations symbiotiques avec les champignons pour donner des lichens

2. Mode de vie des champignons

- Les mycètes sont hétérotrophes pour le carbone
- Ils vivent en général de manière aérobie.
- Ils prélèvent les nutriments par absorption, en libérant dans le milieu des enzymes lytiques.
- Ils adoptent alors 3 modes de vie :

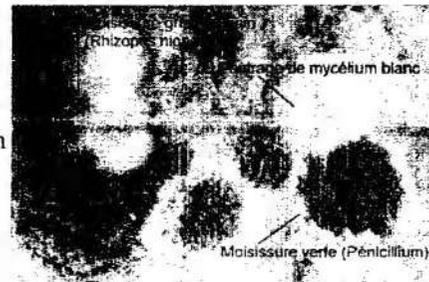


2.1. Champignons saprophytes :

Ils vivent sur la matière organique inerte. Ils sont très importants en tant que décomposeurs et recycleurs de matières mortes.

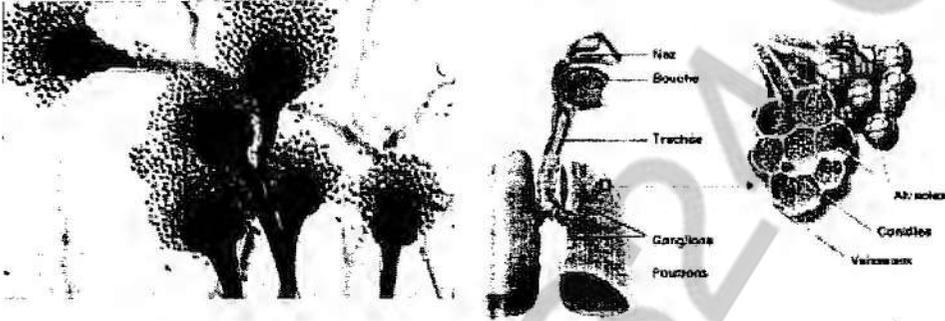
– Exemples :

- *Rhizopus nigricans* : moisissure grise du pain
- *Penicillium* : moisissure verte du pain



2.2. Champignons parasites : ils vivent au dépens d'un organisme vivant (homme, animal ou plante) sur lequel ils provoquent des maladies

Exemple : *Aspergillus fumigatus* provoquant l'aspergillose pulmonaire chez l'Homme



ABPA = Aspergillose broncho-pulmonaire allergique

2.3. Champignons symbiotiques : ils font des associations à bénéfices réciproques avec d'autres organismes.

2.3.1. Les lichens : association entre un champignon et une algue

2.3.2. Les mycorhizes :

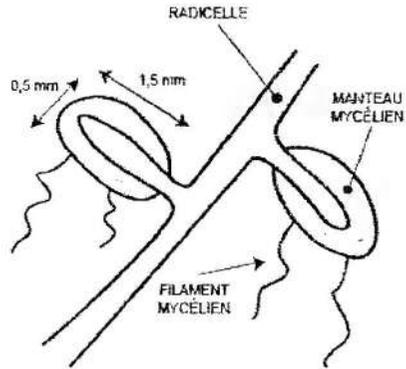
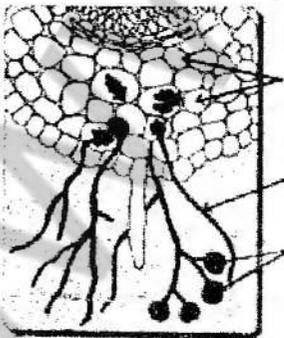
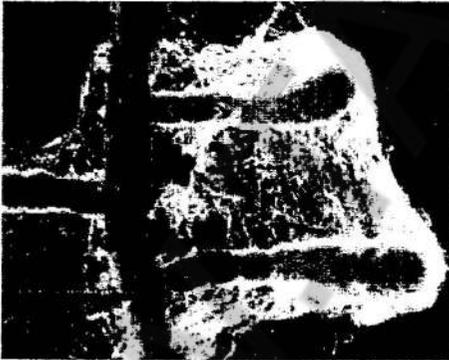
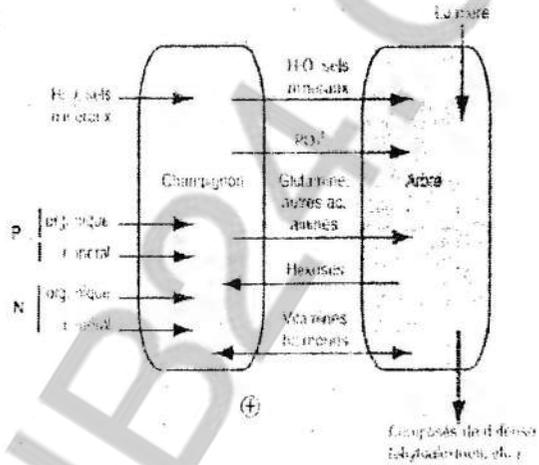
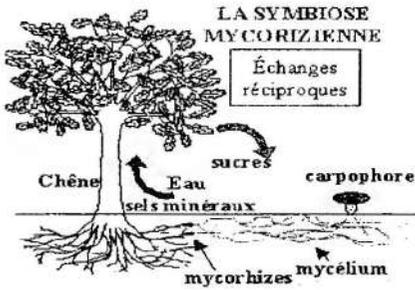
2.3.2.1. Définition :

Une mycorhize (du grec *myco* = champignon et *rhiza* = racine) est un organe résultant de l'association d'une racine de plante et d'un champignon qui réalisent ensemble une symbiose.



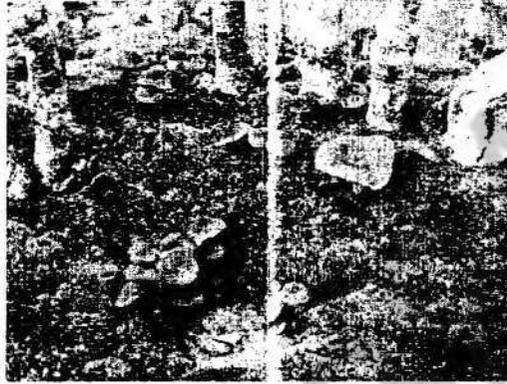
2.3.2.2. Les échanges symbiotiques

- Le champignon absorbe des produits carbonés résultant de la photosynthèse de la plante
- Les champignons décomposent la matière organique du sol et la restituent sous une forme assimilable par la plante.
Parfois le champignon sécrète des hormones ou des antibiotiques pour protéger ou défendre son hôte
- Ce type d'association est essentiel symbiose avec des mycorhizes



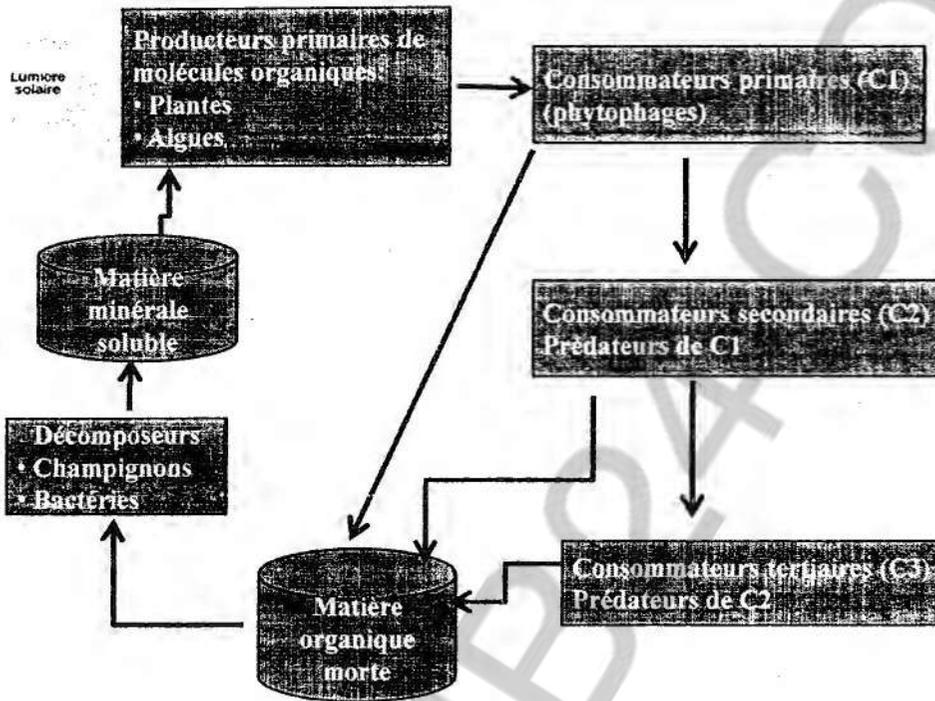
SCHEMA SIMPLIFIÉ DE DEUX MYCORHIZES JEUNES

***Lactarius glyciosmus* sous des bouleaux**



Chapitre V : Place et utilisations des Thallophytes dans l'écosystème terrestre

1. Place dans l'écosystème terrestre



-  Être vivant de l'écosystème
-  Matière minérale et organique
-  Transfert d'énergie et de matière
-  Transfert de matière

Les producteurs primaires :

- Ce sont les végétaux autotrophes: plantes + algues eucaryotes + algues procaryotes
- Grâce à la photosynthèse, ils transforment la matière minérale en matière organique
- La biomasse produite dans un écosystème s'appelle : production primaire

Les consommateurs :

- Ils sont tous hétérotrophes.
- Ils élaborent leur matière organique en transformant celle qu'ils prélèvent sur d'autres êtres vivants.
- On distingue trois niveaux :
 - les consommateurs primaires appelés C1, ils sont phytophages
 - Les consommateurs secondaires appelés C2, ils sont prédateurs de C1
 - Les consommateurs tertiaires appelés C3, ils sont prédateurs de C2

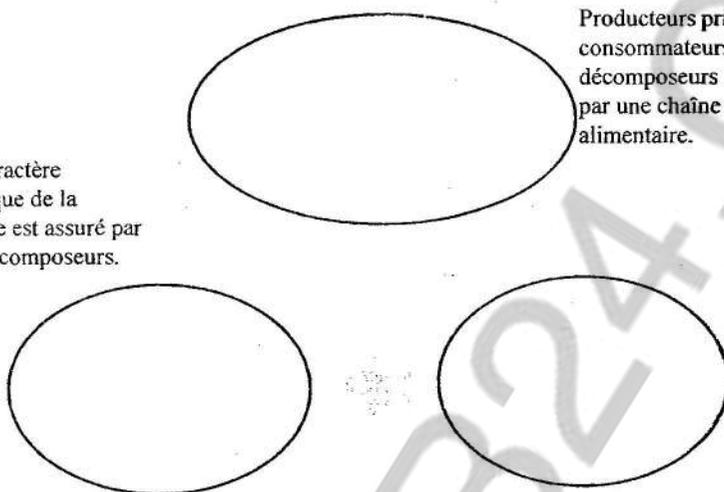
Le plus souvent un consommateur est omnivore

Les décomposeurs :

- Ce sont essentiellement:
 - des invertébrés du sol,
 - des champignons
 - des bactéries
- Ils consomment la matière organique inerte (cadavres, débris végétaux, matière organique dissoute, ...) et sont appelés pour cela saprophages (de sapos = pourri et phageïne = manger).
- La matière minérale soluble fait retour au sol et au milieu aquatique
- Les décomposeurs peuvent être consommés par des C2

La chaîne alimentaire

Le caractère cyclique de la chaîne est assuré par les décomposeurs.



Producteurs primaires, consommateurs et décomposeurs sont liés par une chaîne alimentaire.

2. Utilisations des thallophytes

2.1. Utilisation des algues en alimentation humaine :

- Faible valeur calorique
- Valeur nutritionnelle élevée
 - riches en fibres
 - Riches en minéraux : calcium, sodium, potassium, magnésium, manganèse, phosphore, soufre...
 - Riches en oligoéléments: zinc, cuivre, fer,
 - Riches en vitamines : A, B, C, D...
 - Riches en acides aminés

Exemples : *Laminaria japonica* (algue brune, Kombu), *Porphyra tenera* (algue rouge, Nori) consommées en Asie

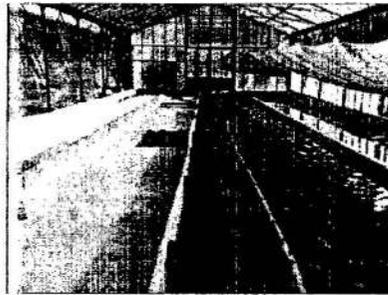
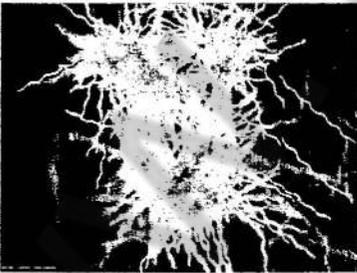


Laminaria japonica



Porphyra tenera

- Autre exemple : la spiruline (*Arthrospira platensis*, algue bleue procaryote) constitue un très bon complément alimentaire, elle est très riche en protéines, en fer et en β -carotène (30 fois plus riche que la carotte), en vitamines, en minéraux et en oligoéléments



2.2. Utilisation en élevage :

les animaux sont nourris avec de la farine d'algues:

- Moutons : plus de laine, meilleure qualité des peaux, meilleure fertilité
- Poules : meilleure ponte, meilleure qualité des œufs (provitamine A ou carotène : jaune orange)
- Vaches laitières : augmentation de la production de lait avec teneur en vitamine A plus élevée.



2.3. Utilisation industrielle :

- Extraction d'acides alginiques et d'alginate ayant des propriétés gélifiantes et utilisés dans les glaces, la confiserie, les flans...
 - Ex : à partir de *Laminaria*
- Extraction de l'agar agar utilisé pour la gélification des milieux de culture à partir de *Gelidium sesquipedale* (algue rouge)



2.4. Utilisation en agroalimentaire :

- Fabrication du fromage : ex *Penicillium camemberti* pour la fabrication du camembert



2.5. Utilisation médicale :

- Extraction d'antibiotiques à partir de cultures de moisissures : exemple pénicilline à partir de *Penicillium notatum*

