

Chapitre I: Généralités

Botanique: vient du grec Botane=plante ou une herbe=Désigne la science qui a pour objet les végétaux

Depuis longtemps le terme végétal désignait l'immense diversité d'organismes **chlorophylliens**. actuellement une plante est définie comme un **organisme pluricellulaire photosynthétique** représentant un groupe naturel **autotrophe** avec une **paroi** constitué de **cellulose**.

La systématique: c'est identifier, décrire et inventorier

La classification: c'est rendre accessible cette diversité

Ces 2 concepts reposent sur la **Hiérarchisation** et la **nomenclature**

Devant l'immense du nombre des organismes, il est nécessaire de ranger et de mettre en ordre les taxa dans un système hiérarchisé.

Exemple selon la classification de Takhtajan Cronquist le blé

Règne: Plantae

Embranchement: Liliophyta= Phanérogames

Sous-embranchement: Angiospermes

Classe: Liliopsida= Monocotylédones

Sous-classe: Commelinidae

Ordre: Graminales

Famille: Poaceae= Gramineae

Sous-famille: Pooideae

Tribu: Triticeae

Genre: *Triticum*

Espèce: *durum*

Hiérarchisation taxonomique : Les suffixes utilisés pour désigner les groupes régis par le code de nomenclature botanique (De Riviers, 2002) sont les suivants:

Rang du taxon	Algues	Champignons	Embryophytes
Embranchement	-phyta	-mycota	-phyta
Classe	-phyceae	-mycetes	-opsida
Sous-classe	-phycidae	-mycetidae	-idae
Famille	-aceae	-aceae	-aceae
Sous-famille	-oideae	-oideae	-oideae
Tribu	-eae	-eae	-eae
Sous-tribu	-inae	-inae	-inae

Règle de nomenclature botanique : La nomination des espèces repose sur le code international de nomenclature botanique, le dernier code remis à jour a été adopté par le 17^{ème} congrès de botanique de Vienne en 2005

- Le nom d'une plante est toujours un binôme latinisé
- Le nom du genre débute par une **majuscule** et s'écrit en **italique** ou est **souligné**

exemple: *Ulva*, *Avena* ou Ulva, Avena

- Le nom d'espèce est écrit en **minuscule** en **italique** ou **souligné**

exemple: *lactuca*, *sterilis* ou lactuca, sterilis

- Le nom binôme nomenclaturale est suivi du nom du premier auteur qui a décrit la plante

exemple:

Avena sterilis L. Ou Avena sterilis L

Classification :

1) la classification de Linné: Le monde vivant séparé en animaux et végétaux existe depuis le 4^{ème} siècle

2) la classification de Whittaker: système de classification à 5 règnes ne rend pas compte des liens de parenté entre organismes

3) la classification de Woese et al: elle se base sur l'analyse des séquences génétiques ARN 16s, le monde vivant est subdivisé en trois lignées principales: Bacteria, Archaea, Eucarya

- Les procaryotes (Eubactéries et Archaeobactéries)
- Les eucaryotes sont subdivisés en 5 règnes: Plantae, Fungi, Animalia, Chromista (lignée brune), Protozoa

Notion de thallophytes et cormophytes :

Les notions de thallophytes et cormophytes sont basées sur l'organisation de l'appareil végétatif et de l'appareil reproducteur

- Thallophytes: l'appareil végétatif est un thalle dont les cellules ne sont pas organisées en tissus avec absence de tige, feuilles et racines, les cellules reproductrices (spores et gamètes) sont produites dans des cystes (sporocystes et gamétocystes)
- Cormophytes: l'appareil végétatif est un cormus dont les cellules sont organisées en tissus regroupés en organes (tige, feuille et racine) Les cellules reproductrices sont produites dans des structures reproductrices pluricellulaires (gamétanges et sporanges)

Chapitre II : Les Algues=Phycophytes *sensu lato*

1/Généralités :

- Les algues sont des organismes vivants photosynthétiques (possèdent la chlorophylle a)
- Leur cycle de vie se déroule généralement en milieu aquatique
- Leur appareil végétatif est un thalle, structure sans tige, ni feuille, ni racine
- Leur organe de reproduction sont des cystes: sporocystes et gamétocystes qui sont des structure cellulaire renfermant respectivement les spores et les gamètes.

2/Classification: les algues ne constituent pas un groupe ou unité systématique (taxon), mais un ensemble hétérogène, elle forment des groupes polyphylétiques (plusieurs groupes d'algues n'ont pas d'ancêtre commun direct)

Elles sont réparties en 11 groupes: dont un de nature procaryote « les cyanobactéries » appartenant au règne des Eubacteria, les 10 autres groupes d'algues eucaryotes sont répartis dans plusieurs lignées évolutives

La classification des algues est basée également sur: l'ultrastructure des plastes, la présence des pigments: chlorophylles a, b, c, et pigments surnuméraires, la morphologie du thalle, le type de réserves et leur localisation, la reproduction sexuée

Embranchement des Cyanophyta :(les algues procaryotes)

1/Généralités:

- Les Cyanophyta ou cyanobactéries « algues bleues »renferment 150 genres et 2000espèces
- Ce sont les seules algues procaryotes (sans enveloppe nucléaire)
- Possèdent de la chlorophylle a, des phycobilisomes (pigments surnuméraires: des phycocyanines-pigments bleues et phycoérythrine-pigments rouges) sur les thylakoïdes avec l'absence de plastes, de mitochondries, d'appareil de Golgi et de réticulum endoplasmique
- Présentent une gaine mucilagineuses communes à plusieurs cellules qui leur donne la capacité de bougé par glissement
- Elles possèdent une capacité de flottaison par la présence de vacuoles gazeuses
- Elles ne possèdent Jamais de flagelles

2/L'appareil végétatif: le thalle se présente sous différentes formes: colonial(*Merismopedia*),coccoïde (*Chroococcus*), et filamenteux=trichome (*Oscillatoria*, *Nostoc*)

3/Caractères cytologiques: l'ultrastructure confirme l'absence de noyau et d'organites cellulaires

- La paroi cellulaire est une paroi feuilletée constituée de 4 couches: les 3 premières composées de glucides, lipides et protéines, la couche interne d'acide muranique (muréine ou peptidoglycanes) (caractère des bactéries Gram- d'où l'appellation cyanobactéries)
- Il y a deux parties: le chromatoplasme et le centroplasme
- Le centroplasme: existe de l'ADN diffus, des plasmides, des réserves azotées; de carboxysomes et des vacuoles gazeuses
- Le chromatoplasme: des saccules de thylakoïdes isolés granuleux dans leur lumière il y a la chlorophylle a et à l'extérieur les phycobilisomes (phycoérythrine et phycocyanines)



Figure 2. Ultrastructure des Cyanobactéries

4/Multiplication et reproduction: la multiplication peut se faire par:

- Spores: il existe des endospores, qui se forment à l'intérieur d'une cellule végétative
- Il existe exospores: se forment par une succession de divisions transversales qui bourgeonnent en spores
- Les akinètes sont des spores de résistance
- Division cellulaire binaire: c'est une division par scissiparité par des cellules particulières: les hétérocystes, nécridies, cellules disjonctrices
- Il n'y a pas de reproduction sexuée.

Les phycophytes *sensu stricto* (les algues Eucaryotes)

1/l'appareil végétatif(Organisation du thalle):

- Absence d'organes et de tissus différenciés vrais
- Le thalle peut être unicellulaire ou pluricellulaire
- On distingue trois types principaux:

1/Archéthalle: ils concernent les algues unicellulaires coccoides et les simples colonies de cellules libres, les archéthalles peuvent être:

- ✓ Archéthalle unicellulaire: cellule mobile (Chlamydomonas, Euglena) ou cellule immobile (Diatomée)

- ✓ Archéthalle massif: colonies de cellules ou Cénobe, ce sont des groupes de cellules souvent unies entre elles par un gelée (Eudorina, Volvox)
- ✓ Archéthalle filamenteux: non ramifié (Spyrogira, Zygnema)

2/Protothalle: ce sont des thalles filamenteux ramifiés, ils peuvent être foliacés à une, deux ou plusieurs couches de cellules Exemple: *Ulva lactuca*

3/Cladome: ce sont des thalles présentant des axes croissances indéfinie et des axes courts (pleuridies) à croissances définie

2/Cytologie:

- Possèdent un vrai noyau
- L'appareil flagellaire montre une grande diversité concernant la structure, le nombre et a disposition des flagelles, il est absent chez les algues rouges
- Dans leur cytoplasme on observe les plastes qui contiennent le complexe pigmentaire chlorophyllien et qui peuvent élaborer des inclusions protidiques :les pyrénoides(structure protéique qui regroupe les réserves glucidiques:amidon)

On peut trouver:

1-Les plastes focaux: occupant le centre de la cellule volumineux et massifs exemple *Chlamydomonas*, *Volvox*

2-Plastes pariétaux: nombreux et alignés dans la couche périphérique du cytoplasme, ils sont soit libres soit réuni entre eux pour former des rubans exemple: *Spyrogyra*

3/Reproduction:

1-reproduction asexuée: le mode de reproduction le plus fréquent, se fait par:

- Fragmentation du thalle
- Formation de propagules, de stolons
- Formation de spores directes

2-reproduction sexuée: elle implique la méiose et la fécondation, elle fait intervenir la formation de gamètes et de spores méiotiques ont a:

- Isogamie: la fécondation est entre deux gamètes mobiles et identiques
- Anisogamie: la fécondation est entre deux gamètes mobiles et différents
- Oogamie: la fécondation est entre gamète femelle de grande taille immobile (oosphère) et gamètes mâles nombreux petits et mobiles (anthérozoïdes)

- Trichogamie: la fécondation est entre gamète femelle (oosphère) et des gamètes mâles immobiles (spermaties)
- Cystogamie: ou conjugaison, pas de vrais gamètes, fusion entre cytoplasmes

4/Le cycle de développement: fait intervenir 2 notions très importantes: la notion de génération et la notion de phase nucléaire

1/Génération: une génération est une étape du développement d'un organisme débutant par une cellule reproductrice (meiospore ou zygote) et aboutissant, après une activité végétative marquée, à la production d'autres cellules reproductrices déférentes ou non de celle ayant produit la génération envisagée »

- les gamètes produisant la génération gamétophyte,
- les spores produisant la génération sporophyte

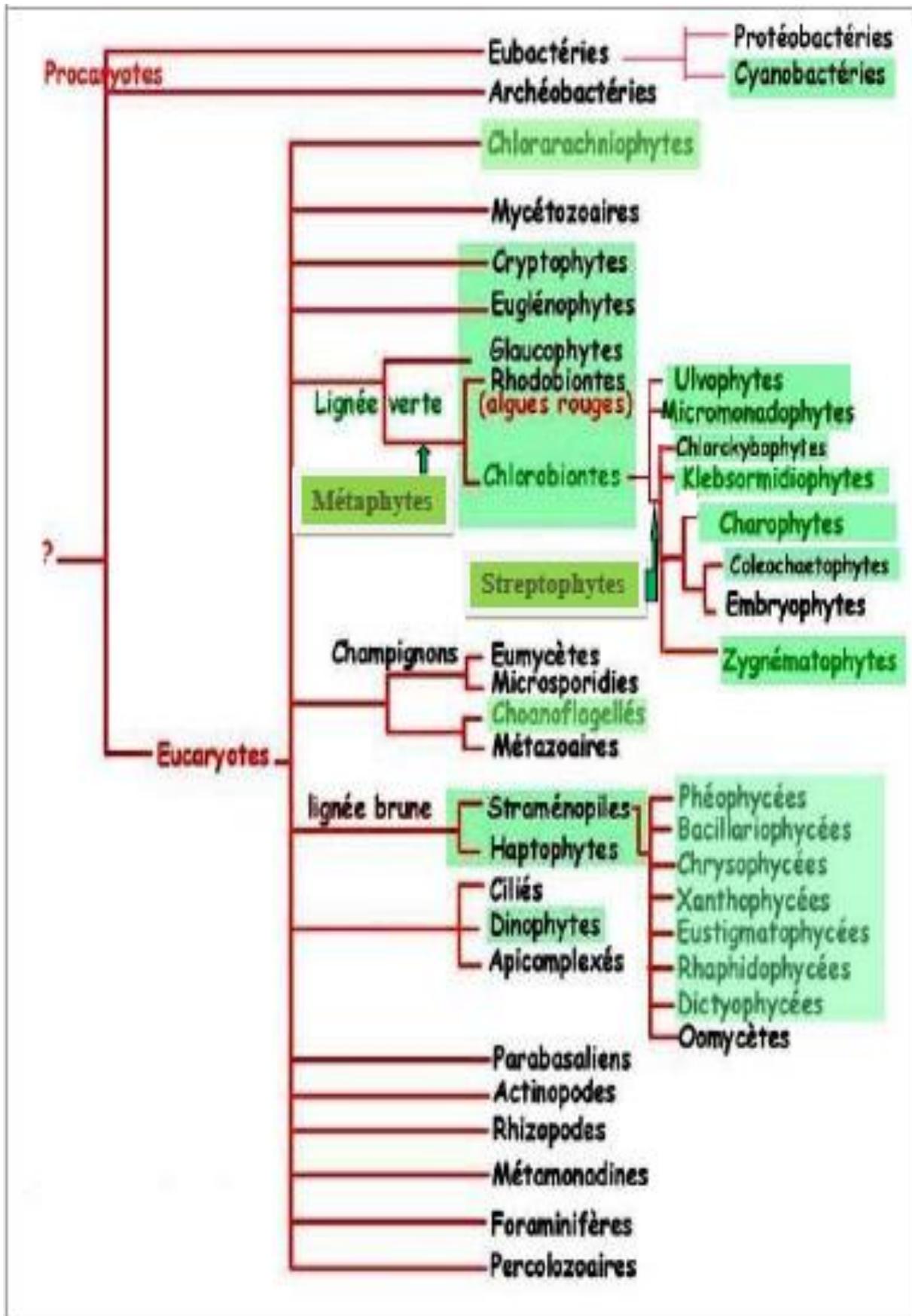
2/La phase nucléaire: correspond au stock de chromosomes, un individu peut être haploïde à n chromosome ou diploïde à $2n$ chromosomes

- Lorsque le cycle de développement est haploïde, on parlera de cycle haplophasique ou haplontique
- lorsque le cycle est diploïde on parlera de cycle diplophasique ou diplontique

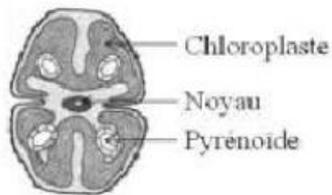
Les types de cycle de développement: Il existe 3 types de cycles de développement:

- Le cycle monogénétique: une seule génération le gamétophyte
- Le cycle digénétique: présence de 2 générations: un gamétophyte et un sporophyte
- Le cycle trigénétique: avec 3 générations: un gamétophyte et 2 sporophytes

5/Classification :

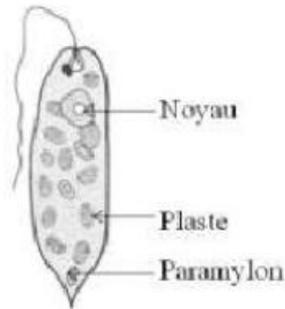


1- dissocié entraîné par l'eau



Cosmarium

2 - monadoïde



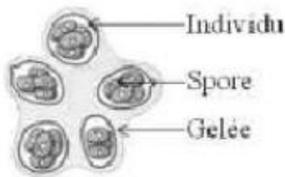
Euglena

3 - amiboïde ou plasmodial



Rhizochrysis

4 - Palmelloïde



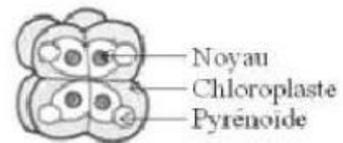
Chlamydomonas palmelloïde

5 - Coccoïde



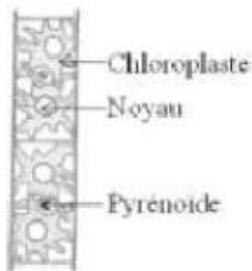
Clorella

6 - Massif (sans gelée)



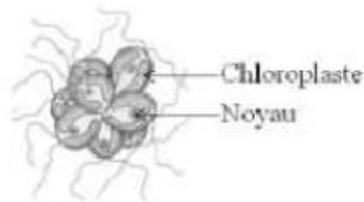
Pleurococcus

7- Trichoïde



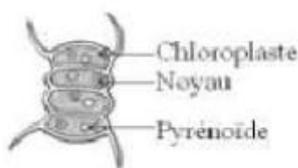
Zygnema

8- Colonial

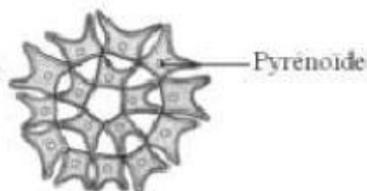


Synura

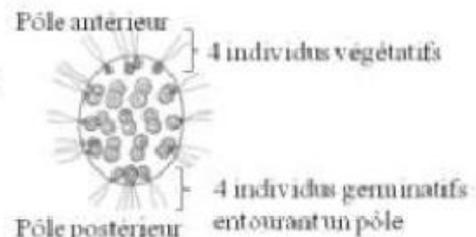
9- Cœnobial



Scenedesmus

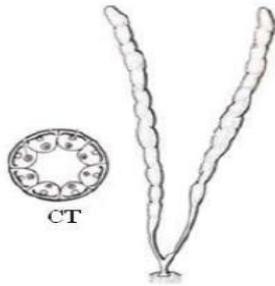


Pediastrum duplex

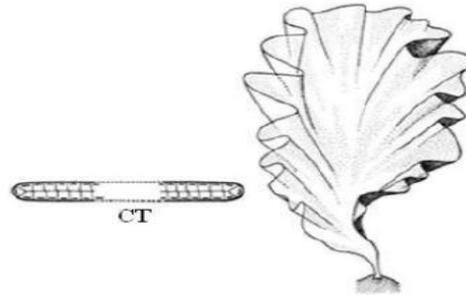


Eudorina illinoensis

Morphologie des algues : les Archéthalles

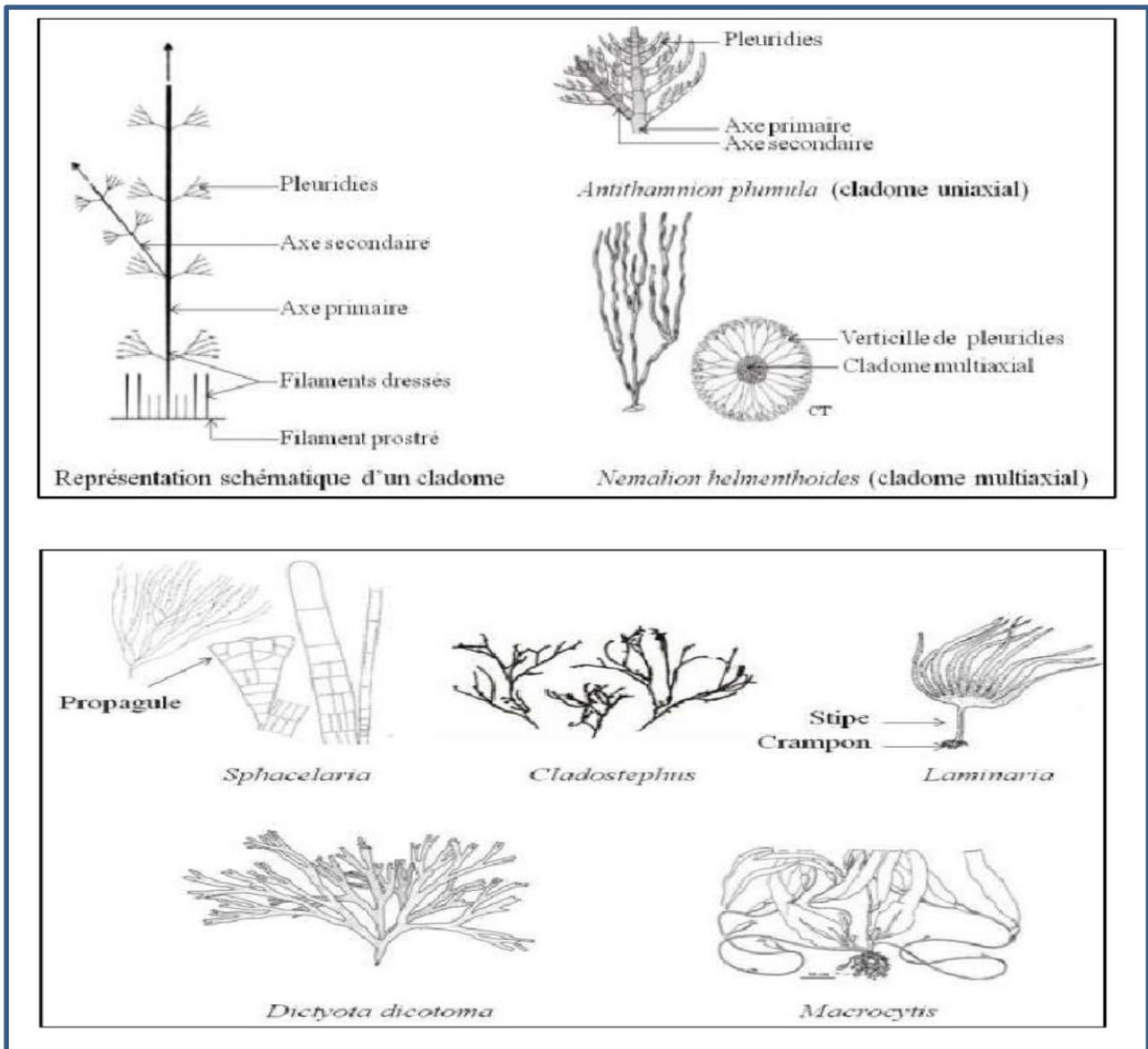


Enteromorpha intestinalis. Thalle constitué de tubes à paroi monostromatique (voir CT)

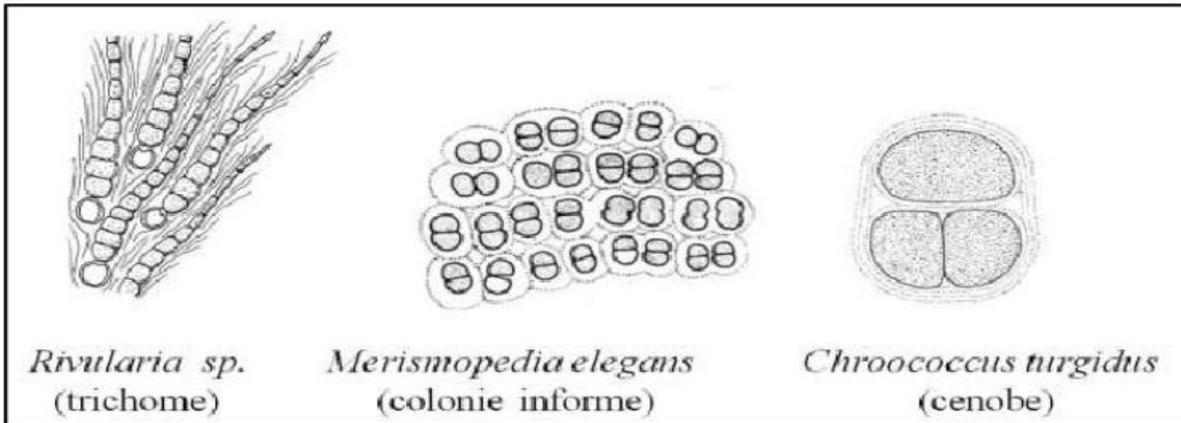


Ulva lactuca. Thalle foliacé bistromatique (la CT schématique montre le passage d'un tube monostromatique à la lame bistromatique par l'aplatissement de ce tube)

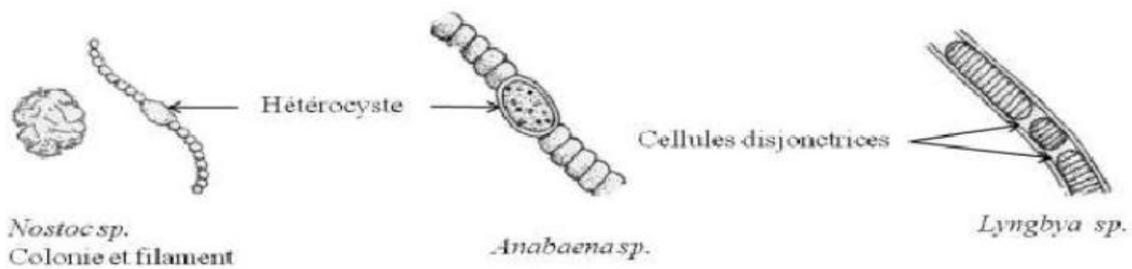
Morphologie des algues : les protothalles



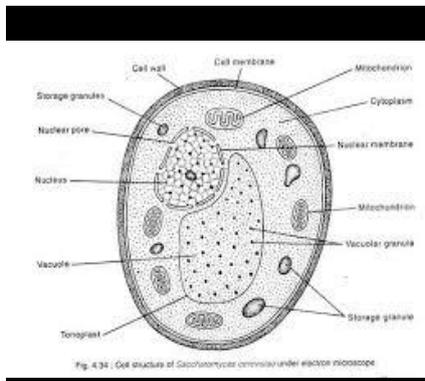
Morphologie des algues : cladome



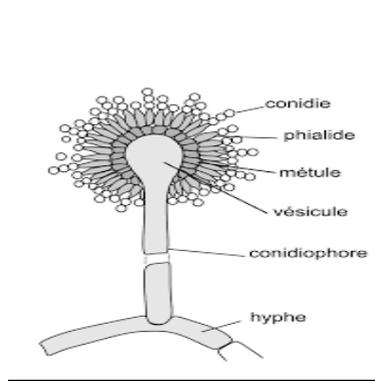
Aspects morphologiques de Cyanobactéries



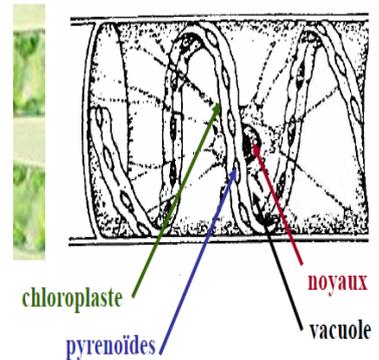
Colonies de Cyanobactéries montrant des hétérocystes et des cellules disjonctrices.



Saccharomyces cerevisiae



Aspergillus sp



Spirogyra sp.

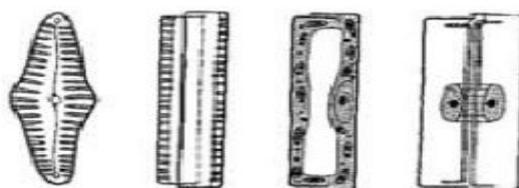
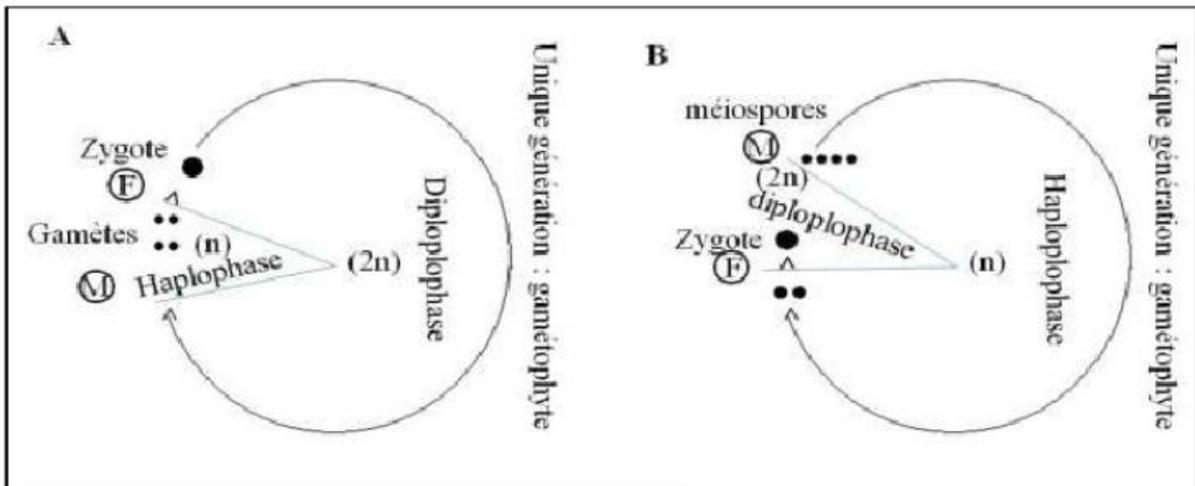
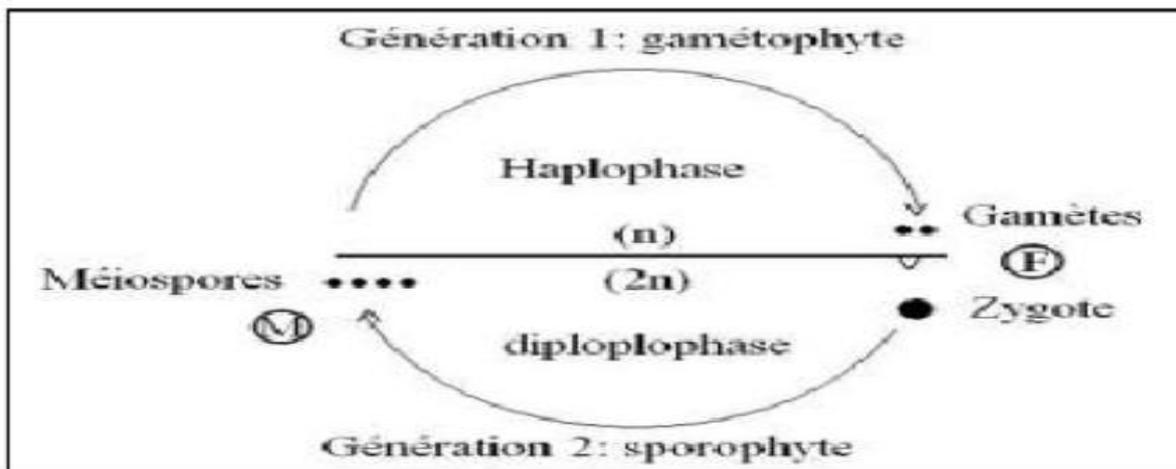


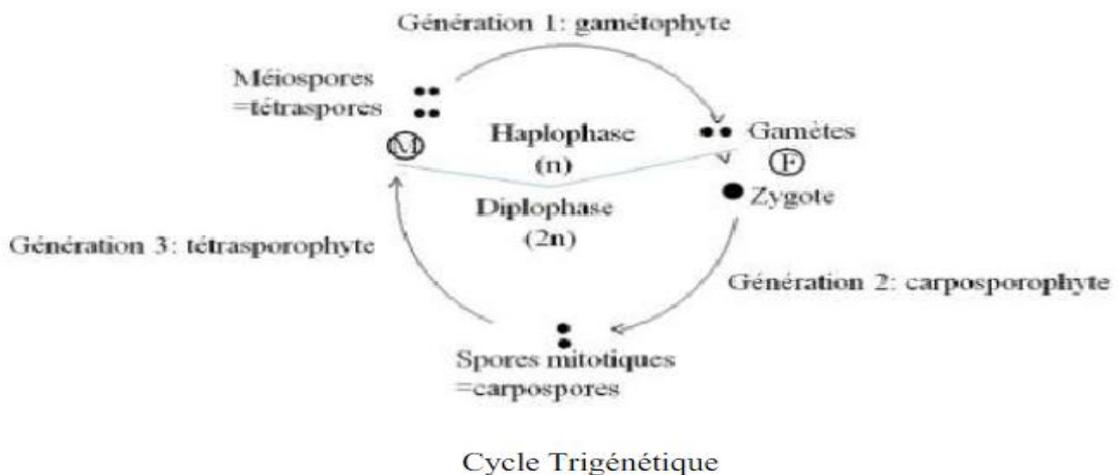
Schéma de quelques types de frustules chez les Diatomées



Cycles monogénétiques. A. diplophasique, B. haplophasique.



Cycle digénétique haplodiplaphasique.



Cycle Trigénétique

Chapitre III: Les Mycètes (les fungi=les Champignons)

1/Généralités :

- Classés dans les végétaux parmi les cryptogames ou végétaux à reproduction cachée, thallophytes non chlorophylliens
- Le cinquième règne ou règne fongique du latin fungus= champignon= qui vient des champs
- Eucaryotes
- Hétérotrophes

Absorbotrophes: se nourrissant par absorption et non par ingestion

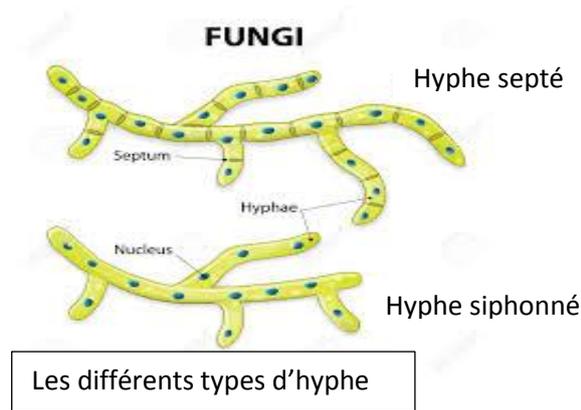
Thallophytes leur appareil végétatif appelé Mycélium ramifié et tubulaire constitué de filaments fins enchevêtrés, les hyphes croissance apicale

Ils se reproduisent par des spores non flagellées ou exceptionnellement à un seul flagelle
Ils fabriquent des substances qui leur sont propres (tréhalose, manitol) leur paroi contient de la chitine et l'hémicellulose, seuls les oomycètes contiennent de la cellulose ou un mélange de cellulose et de glucanes

- Saprophyte
- Parasites: utilisent les substrats organiques des êtres vivants qu'ils rendent malades ou qu'ils tuent (mycose des animaux et homme, maladies des plantes « la rouille, charbon », les nécroses, pourriture
- Symbiotes: Champignon+algue= Lichen
 Champignon+Bactérie= Thé noir (levure+bactérie)
 Champignon+plantes supérieures= Mycorhize

2/L'appareil végétatif:

- Le thalle peut être unicellulaire ou associées en colonies (levures)
- Pluricellulaire: différents types de thalles
- Thalle plasmodial=plasmode
- Thalle filamenteux: c'est un thalle constitué de filaments ramifiés latéralement ou par dichotomie appelés hyphes l'ensemble des hyphes constitue le mycélium
- Le mycélium végétatif peut s'organiser pour donner un enchevêtrement de filaments plus ou moins soudés entre eux constituant un pseudoparenchyme
- Les hyphes peuvent être cloisonnées dits septes ou bien non cloisonnés dits siphonnés, cette différence de morphologie permet de distinguer:
- Les septomycètes (Ascomycètes et Basidiomycètes) avec hyphe cloisonné
- Les siphonomycètes (Trichomycètes, Zygomycètes) avec hyphe siphonné



3/Reproduction:

Elle se fait par voie sexuée aboutissant à la formation de spores sexuées et (ou) par voie asexuée donnant des spores asexuées

Le cycle biologique des champignons peut se faire soit avec des:

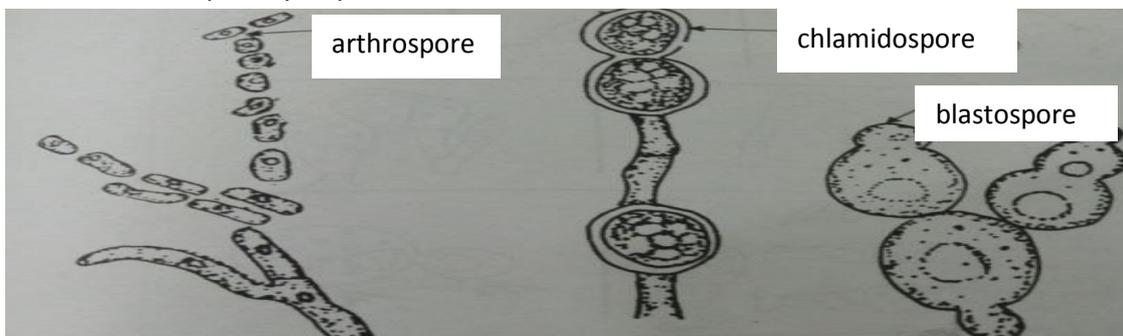
- Fructifications sexuées et asexuées
- Fructifications uniquement sexuées
- Fructifications uniquement asexuées
- Absence de fructification, la multiplication se réalise par les sclérotés ou par des fragments de mycélium

La reproduction asexuée: les spores asexuées uni ou pluricellulaire se former par:

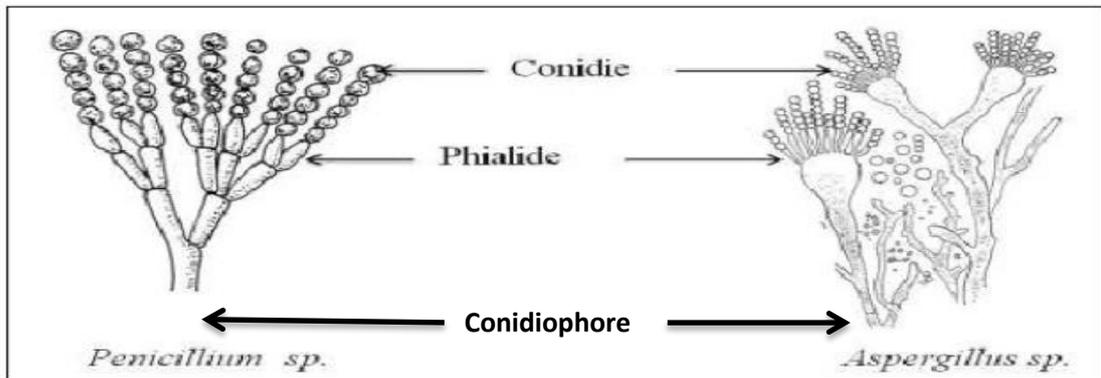
Fragmentation du thalle donnant des arthrospores ou des chlamydolespores

Scission ou bourgeonnement de cellules végétatives donnant des blastospores

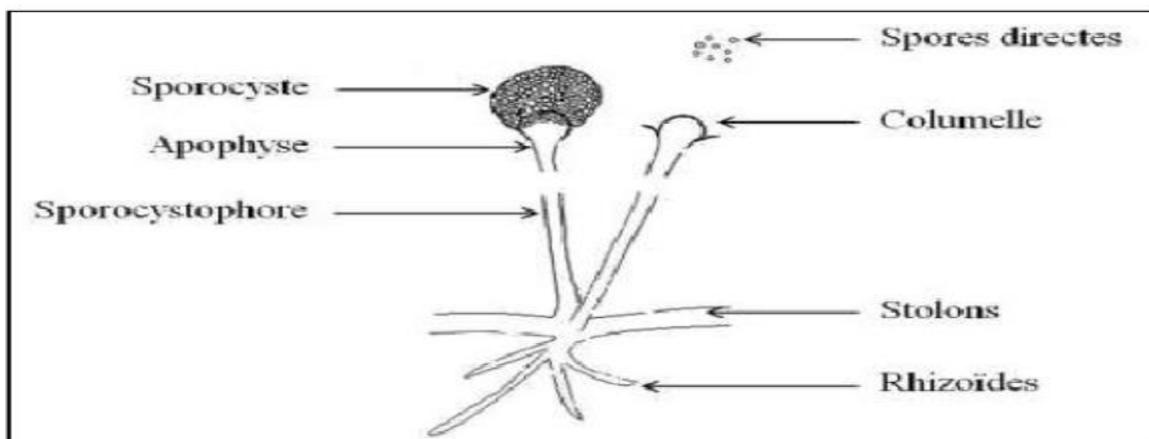
Sporulation directe soit sur des hyphes spécialisés les conidiophores donnant des spores exogènes=conidiospores=conidies soit à l'intérieur d'un organe le sporocyste porté par un filament le sporocystophore



Les différents types de spores asexuées chez les champignons



1 Mycélium de *Penicillium sp.* et de *Aspergillus sp.* montrant des conidies et des phialides



Reproduction sexuée: les organes de reproduction sexuée sont les gamétocystes à l'intérieur des quels se différencient les gamètes

- Les gamétocystes mâles: spermatocystes
- Les gamétocystes femelles: oogones
- Le cycle sexué des champignons comporte 3 phases:

1/Plasmogamie: union des 2 protoplasmes mâles et femelles aboutissant à la formation de cellules binuclées

- On distingue 5 types de plasmogamie:

1/Conjugaison planogamétique (planogamie): c'est la fusion de 2 gamètes dont l'un ou les deux sont mobiles

2/Contact gamétocystique (trichogamie): c'est le contact du gamétocyste femelle avec le gamétocyste mâle sans fusion des protoplasmes, les noyaux mâles migrent ensuite à travers un pore ou un tube de fertilisation

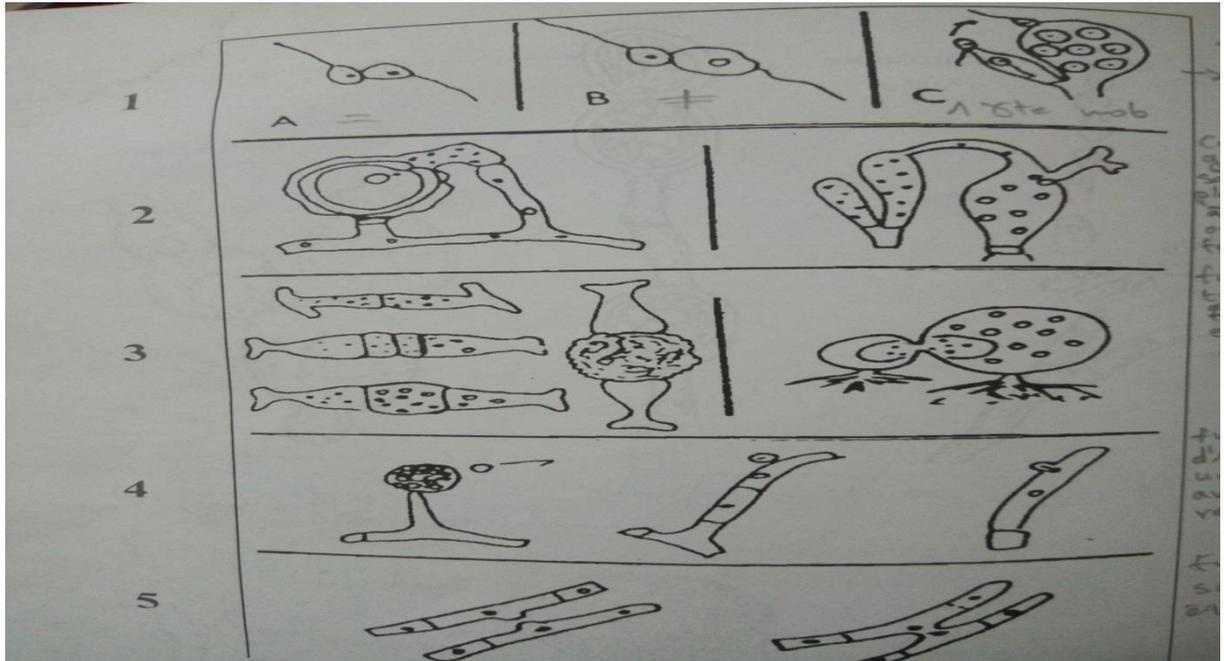
3/Conjugaison gamétocystique (cystogamie): c'est la fusion de 2 gamétocystes l'un mâle l'autre femelle pour donner un zygote qui peut se développer en spore de résistance

4/Spermatisation: c'est la fusion du contenu d'une spore non mobile et uninucléée (spermatie) avec une structure réceptive

5/Somatogamie (perritogamie): c'est la fusion de 2 cellules somatiques équivalentes

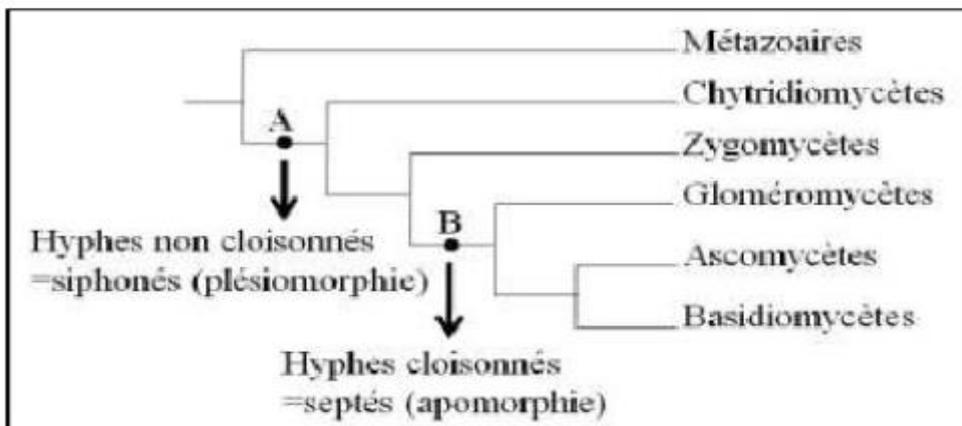
II/Caryogamie: fusion des 2 noyaux donnant un noyau diploïde

III/Méiose: restauration de 4 noyaux haploïdes



4/Classification :

- Seuls les Eumycota constituent maintenant le règne des champignons, on distingue 5 divisions (Embranchements):
- Chytridiomycota ou chytridiomycètes: espèces aquatiques dont les spores portent un flagelle, on les considère comme les ancêtres de tous les autres champignons
- Zygomycota ou zygomycètes: espèces à spores non flagellées dont les cellules ne sont pas séparées par des cloisons
- Glomeromycota: constituant une division à part, ce sont des champignons mycorhiziens
- Ascomycota ou ascomycètes: les spores sont produites à l'intérieur de sacs (les asques) et sont libérées à maturité à l'extérieur
- Basidiomycota ou basidiomycètes: les spores se développent à l'extrémité de cellules spécialisées (les basides) et sont dispersées par le vent à maturité



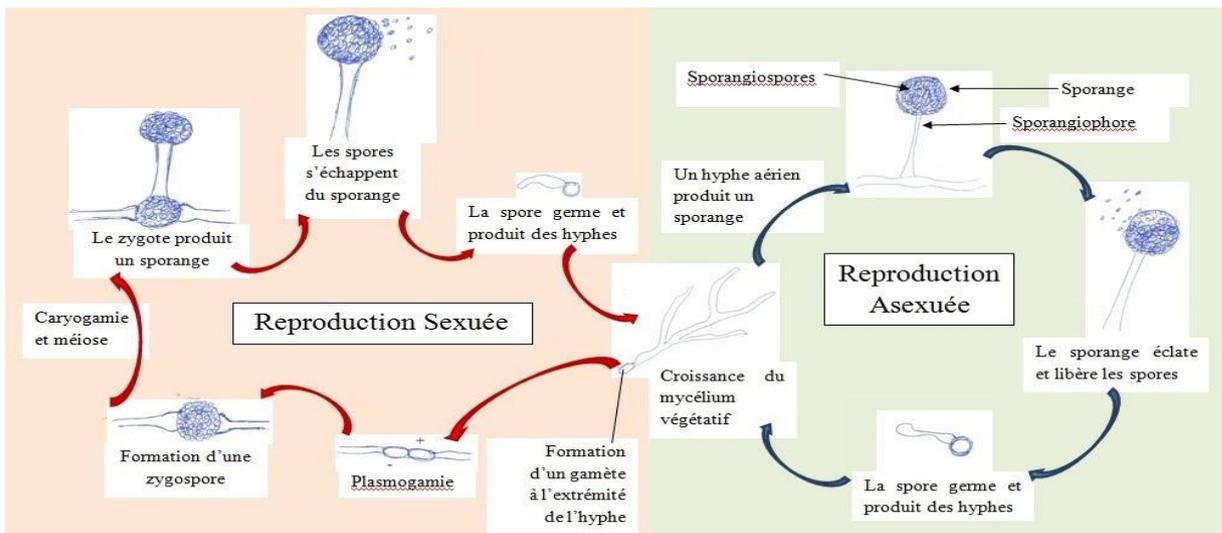
Classification des Eumycètes

5/Etude de quelque embranchement des Eumycètes :

1/les zygomycètes :

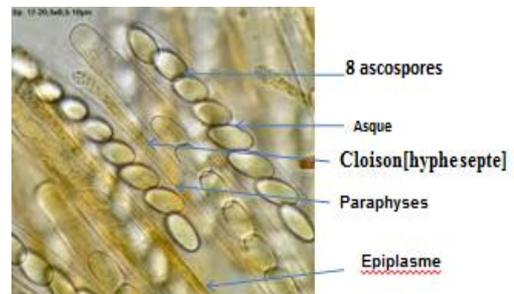
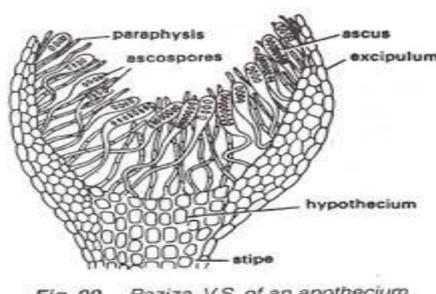


- Leur nom vient du mode de reproduction sexuée qui se fait par cystogamie avec formation de zygospore (zugos=couple)
- Champignons de taille le plus souvent microscopique
- Spores dépourvues de flagelles
- Le thalle souvent siphonné à paroi chitineuse ou chitino-cellulosique
- Les spores asexuées uni ou plurinucléés tuniquées formées dans des sporocystes
- Contient deux classes: Zygomycètes; Trichomycètes



Cycle de reproduction d'un zygomycète

2/les Ascomycètes:



- Le groupe le plus important avec 35000 espèces
- Thalle cloisonné (septé)
- Des sporocystes spéciaux appelés Asques contenant un nombre limité de spores endogènes les ascospores

- La fécondation se fait par contact gamétocystique (trichogamie: le gamétocyste femelle ascogone surmonté d'un trichogyne qui capte les spermatis), elle aboutit à la formation du sporophyte I (1n) puis sporophyte II (2n) donnant les asques qui sont logés dans l'ascocarpe et contiennent ascospores
- La reproduction asexuée est prédominante, elle est réalisée par des spores uninuclées ou conidies

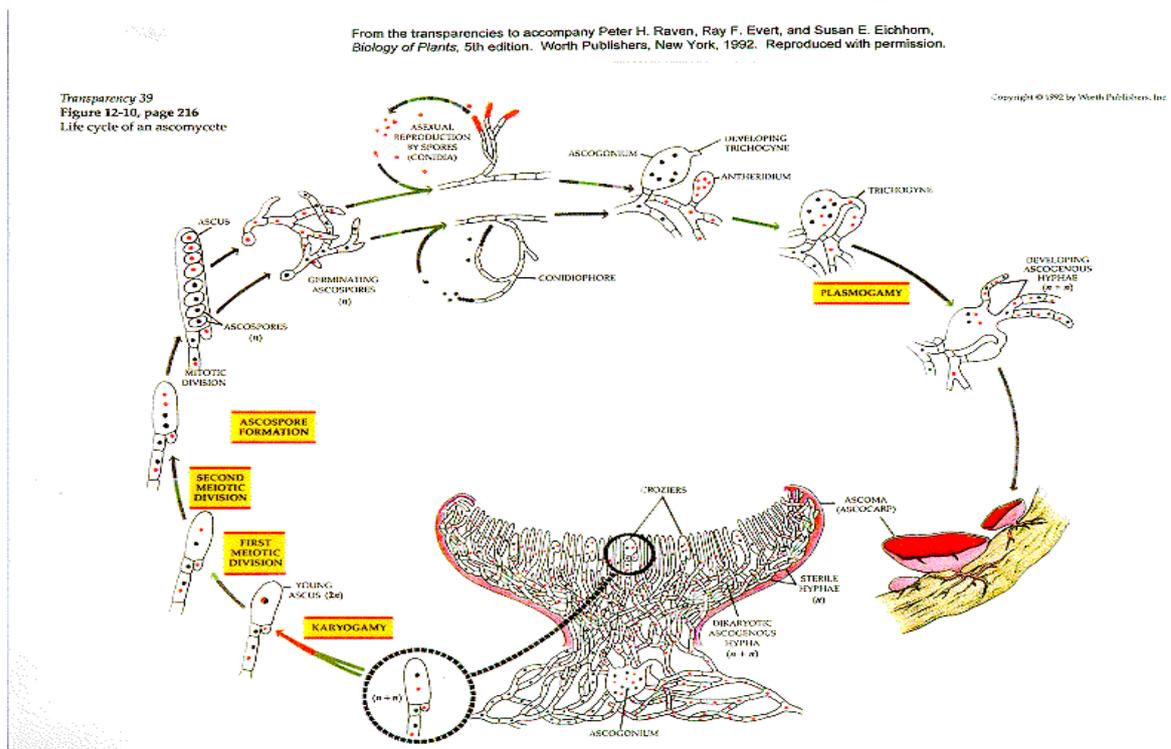
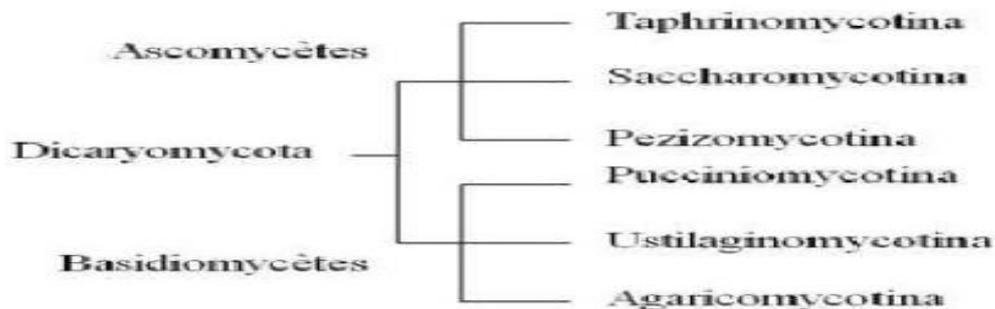
Classification :

Subdivise en 3 sous-embancements:

1/Taphrinomycotina=Archiascomycètes: sans ascocarpe, asques nus disposés sans ordre précis

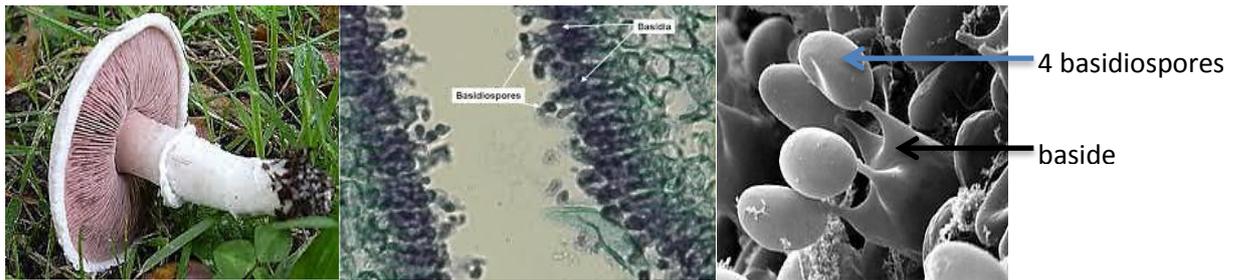
2/saccharomycotina=Hemiascomycètes: sans ascocarpe, asques nus disposés sans ordre précis

3/pezizomycotina=Euascomycètes: asques dans des ascocarpe

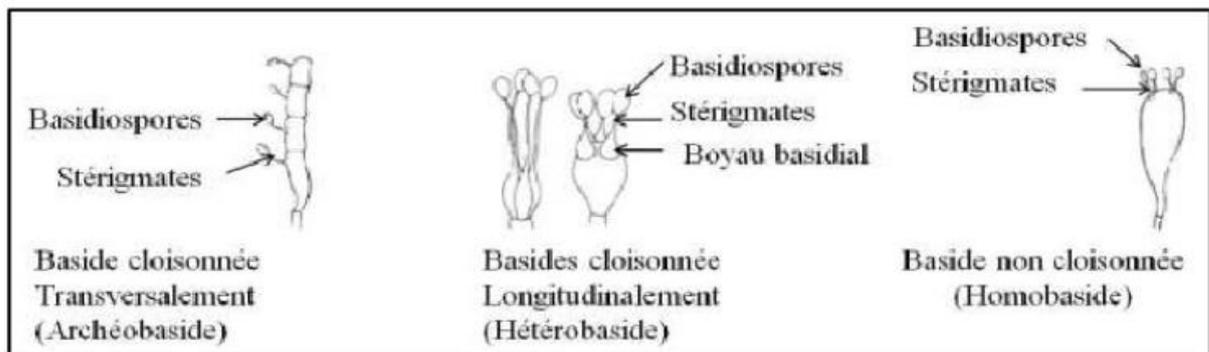


Cycle de développement d'une Ascomycète

3/ les Basidiomycètes :



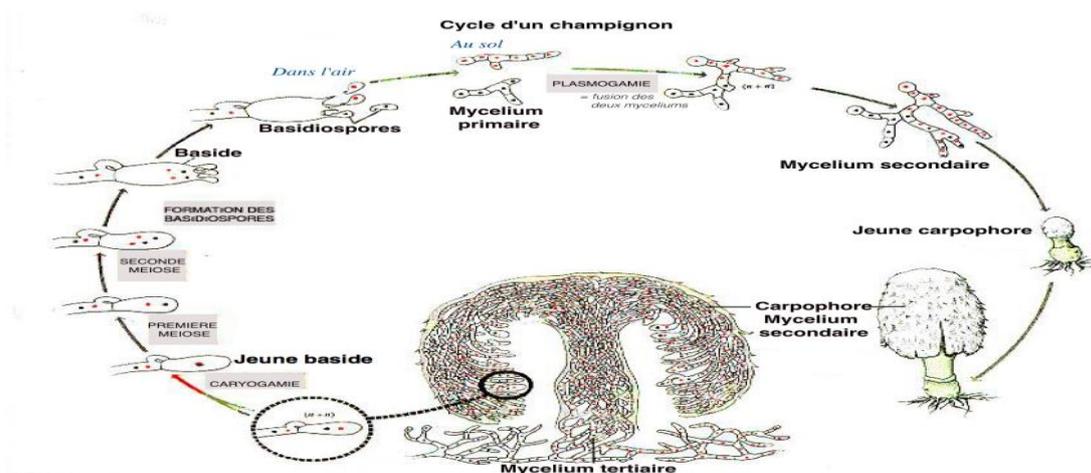
- Pratiquement les mêmes caractères que ceux des ascomycota
- Ce sont des champignons sans zoides
- Thalle septé
- L'appareil sporifère produit des spores exogènes (4 basidiospores) portées par des basides
- La baside peut être cloisonnée transversalement (Archéobaside) ou cloisonnée longitudinalement (hétérobaside) ou bien reste entière non cloisonnée (homobaside)



Type des basides

Classification :

3 sous embranchements: Puccinomycotina, Ustilaginomycotina, Agaricomycotina et 2 classes: Wallemiomycètes et Entorrhomycètes



Cycle de développement d'une Basidiomycète

1/Définition:

un lichen est une association symbiotique entre :

- une algue=Phytobionte procaryote (cyanobactérie 10% des cas) ou eucaryote (algue verte chlorophyceae 80% des cas) et un champignon=Mycobionte le plus souvent un ascomycète, plus rarement un basidiomycète
- Organisme autotrophe
- On les considère comme des champignons lichénisés adaptés à la vie symbiotique, représenté par environ 17000 espèces
- L'appareil végétatif: un thalle lichénique, l'algue est représentée par des cellules ou gonidies et le champignon est représenté par des hyphes

2/Morphologie:

la structure des lichens est très variée, deux principaux types se distinguent selon l'aspect du thalle:

➤ Les thalles secs et les thalles gélatineux

2-1/les thalles secs: le thalle se présente sous forme d'écaillés, de croutes, de filaments, de lobes

2-1-1/ thalles crustacés: plus de 4/5 des lichens, souvent appelés Microlichens, ils forment une croute fortement adhérente au substrat ex : Lecanora sp.



Lecanora sp.



Xanthoria parietina



Pseudevernia furfuracea



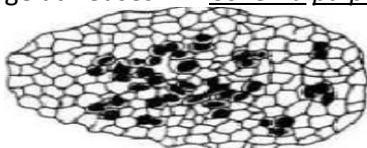
Cladonia pyxidata

2-1-2/thalles foliacés: ils forment des lames plus ou moins lobées, facilement séparables du substrat auquel ils sont parfois fixés par des rhizines, ou par une petite zone (crampon) ex : Xanthoria parietina

2-1-3/thalles fruticuleux: ils n'adhèrent au substrat que par une surface très réduite, ils sont plus ou moins buissonnants, plus ou moins ramifiés, à section ronde ou aplatie Ex: Pseudevernia furfuracea

2-1-4/ thalles composites: ils présentent un thalle primaire plus ou moins foliacé-squamuleux, plus ou moins adhérent au substrat et un thalle secondaire dressé, plus ou moins ramifié, développé sur le thalle primaire Ex: Cladonia pyxidata

2-2/ thalles gélatineux: ils contiennent des cyanobactéries réparties dans toute l'épaisseur du thalle, a l'état sec ils sont noirs, coriaces (durs), en présence d'eau ils gonflent pour donner des masses gélatineuses Ex: Collema pulposum



Thalle crustacé



Thalles fruticuleux (ou raïé)



Thalles complexes (ou stratifié-radié)



Thalle foliacé

Aspect morphologique des lichens



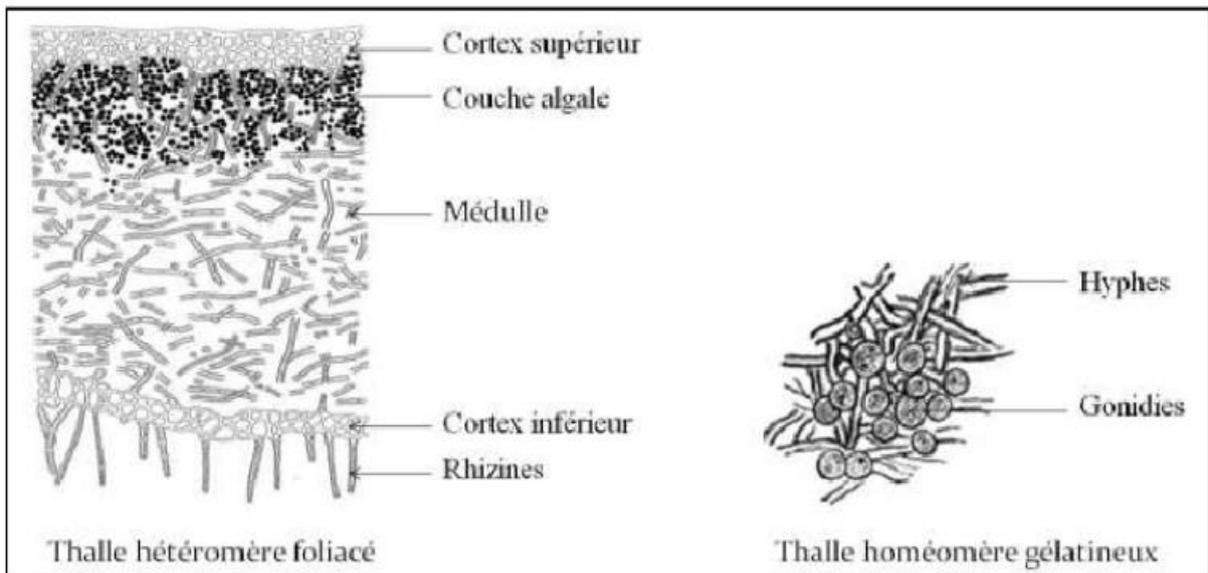
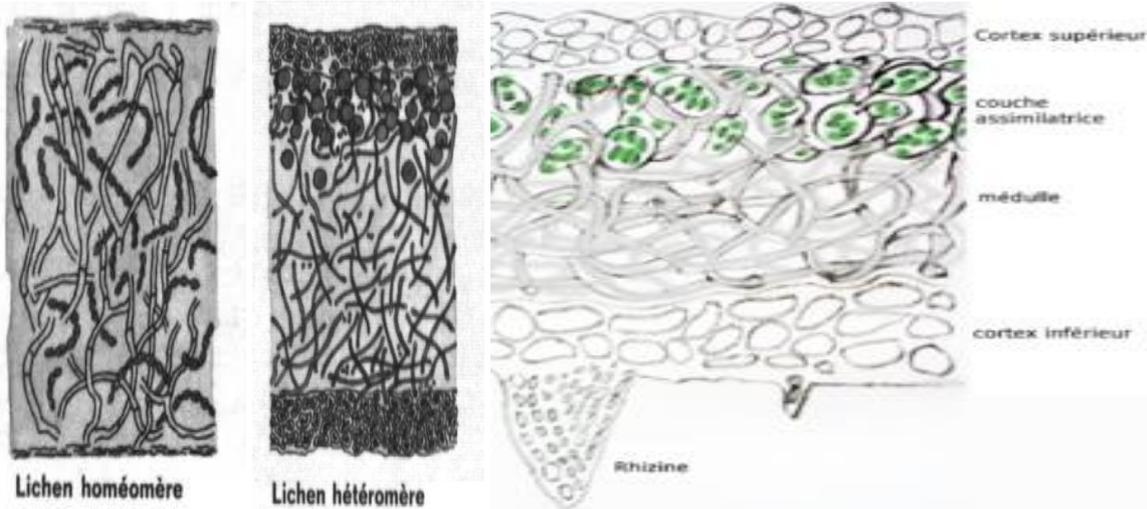
Thalle gélatineux

3/structure anatomique:

l'examen d'une coupe d'un lichen montre une structure soit homéomère soit hétéromère selon la structure morphologique

3-1/Thalle homéomère: les gonides ou cellules de l'algue isolées ou formant des couronnes sont mélangées aux hyphes du champignon dans toute l'épaisseur du thalle

3-2/Thalle hétéromère: le thalle est limité par le cortex inférieur, les gonidies et les hyphes sont réparties en couches superposées ou concentriques: couche gonidiale, médulle, le cortex inférieur avec des rhizines (pour la fixation)

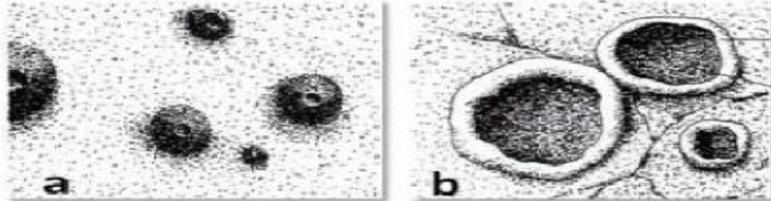


Structure anatomique des lichens

4/ la reproduction:

4-1/La reproduction sexuée: seul le champignon présente une reproduction sexuée avec formation de fructification sur le thalle du lichen, en général des apothécies:

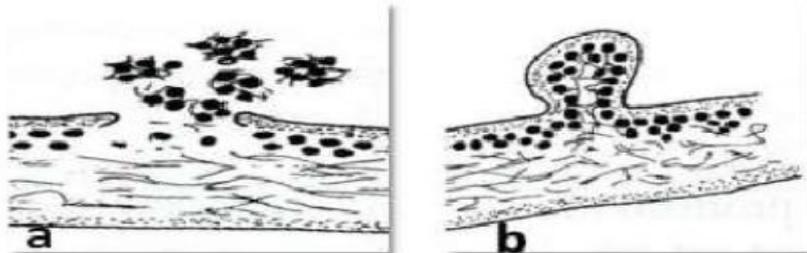
- Lecanorine: toutes les parties supérieures du thalle forment l'apothécie, formé par des asques contenant des ascospores
- Lécidéine: seule la médulle forme l'apothécie



Reproduction sexuée chez les lichens. **a** : Périthèce, **b** : Apothécie

4-2/La reproduction asexuée: l'algue et le champignon produisent des propagules permettant la reproduction directe du lichen, ce sont les:

- ❖ Sorédies: constituées par des gonidies et des hyphes qui reproduisent directement le thalle sur le substrat
- ❖ Isidies: des éclatements du thalle, sortes de bourgeonnement ayant la structure de ce thalle et qui sont libérés pour reconstituer le thalle



Reproduction asexuée chez les lichens. **a** : soralie, **b** : isidie

5/Classification :

- Les lichens sont subdivisées en 2 sous-classes:

1/Ascolichens: le champignon est un Ascomycète, comprenant environ 50 familles

2/Basidiolichens: le champignon est un Basidiomycètes avec seulement 3 genres et moins de 20 espèces tropicales