

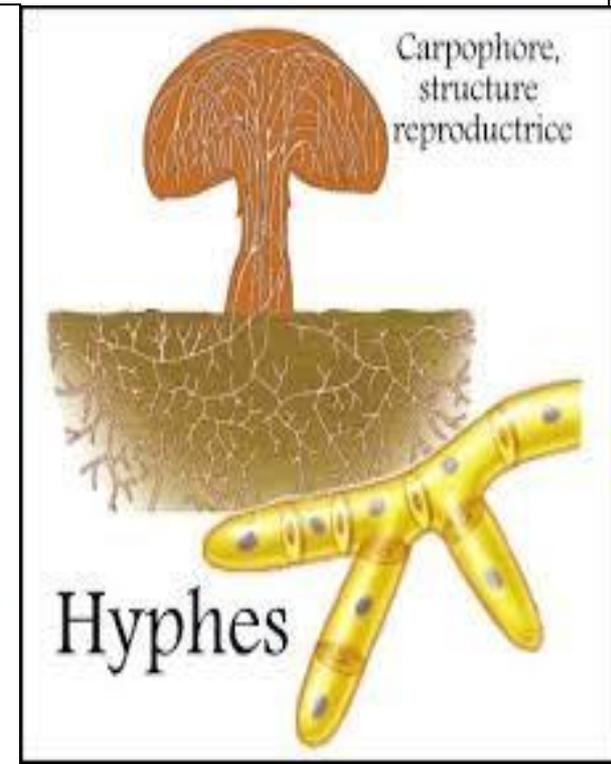
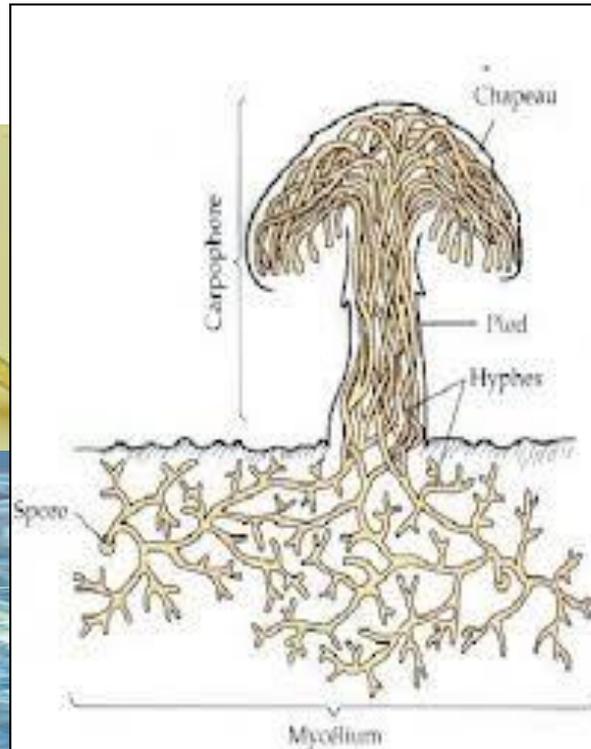
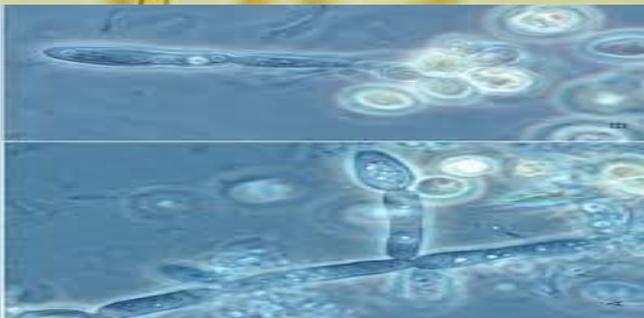
TD N°3

LES THALLOPHYTES

II) LES CHAMPIGNONS OU MYCOPHYTES

Introduction

Les mycophytes (du grec, mukès : champignons) : sont des thallophytes qui se distinguent des plantes et des algues par l'absence de chlorophylle et même de toute ébauche de plastes (hétérotrophes) et des animaux par la présence de paroi cellulaire.



Leurs cellules sont entourées de parois qui ne sont pas constituées de cellulose comme chez les végétaux, mais de chitine (polymère d'un dérivé aminé du glucose, constituant également l'exosquelette des insectes).



- Ensemble très diversifié avec un million d'espèces, ces organismes nécessitent beaucoup d'eau pour accomplir leur cycle biologique et ils ne vivent donc que sur des milieux terrestres très humides ou en parasitant d'autres êtres vivants.
- D'un point de vue écologique, ils sont essentiels pour le recyclage de la matière et constituent avec les bactéries les grands destructeurs des molécules complexes.

- Les premiers champignons seraient apparus au précambrien, il y a 600 millions d'années.

Quant à leur origine, il y a 2 hypothèses :

- La première propose qu'ils dérivent d'algues eucaryotes ayant perdu leurs plastes et leur complexe pigmentaire.

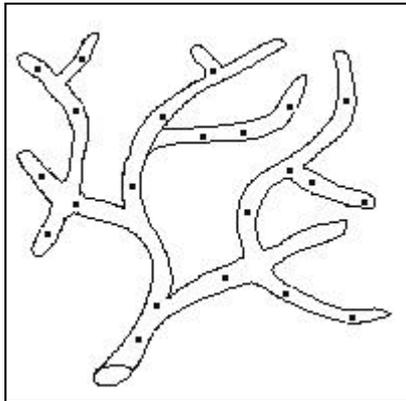
Les champignons supérieurs ou mycophytes (comprenant ascomycètes et basidiomycètes) seraient donc apparentés aux algues rouges. Les champignons inférieurs ou phycomycophytes (regroupant les phycomycètes et les trichomycètes) seront apparentés à certains groupes alliés aux algues brunes comme les chrysophycées et les xanthophycées.

- La seconde propose que les champignons dérivent d'un ancêtre commun, un protiste indifférencié parmi les premières cellules eucaryotes.

Morphologie

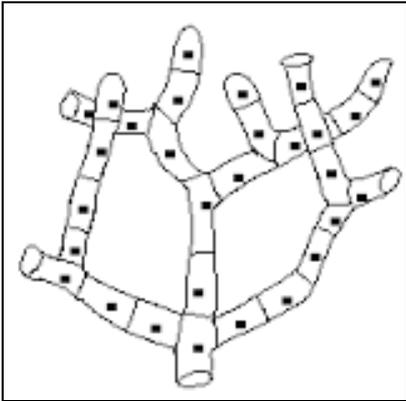
Le thalle de la très grande majorité des espèces, est constitué par l'enchevêtrement de nombreux filaments très fins et ramifiés formant un **mycélium**.

- Le mycélium peut être **continu**, on l'appelle **siphon** et contient de très nombreux noyaux. Sa structure est **plurinucléé** ou **cénocytique**.



les **siphomycètes**
(Chytridiomycètes aquatiques et Zygomycètes): filaments non cloisonnés appelés siphons.

- Le mycélium peut être **cloisonné**, on l'appelle **hyphe**, constitué de cellules ou d'articles **plurinucléés**. Les **cloisons** transverses appelées **septums** sont percées par des pores permettant les échanges.



septomycètes (Ascomycètes et Basidiomycètes): filaments cloisonnés appelés hyphes

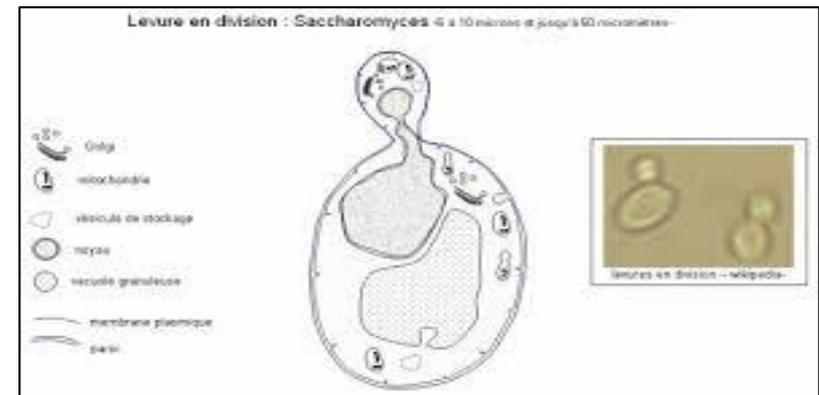
NB: - Plus souvent, les filaments qui s'unissent sont pourvus de ramifications plus ou moins enchevêtrées. Ils constituent des tissus appelés **plectenchymes**.

- Le mycélium peut être **dissocié**: chez des champignons à thalles unicellulaires comme les levures **Ex** : Levure de bière (*Saccharomyces cerevisiae*).

Leur mode de reproduction se fait :

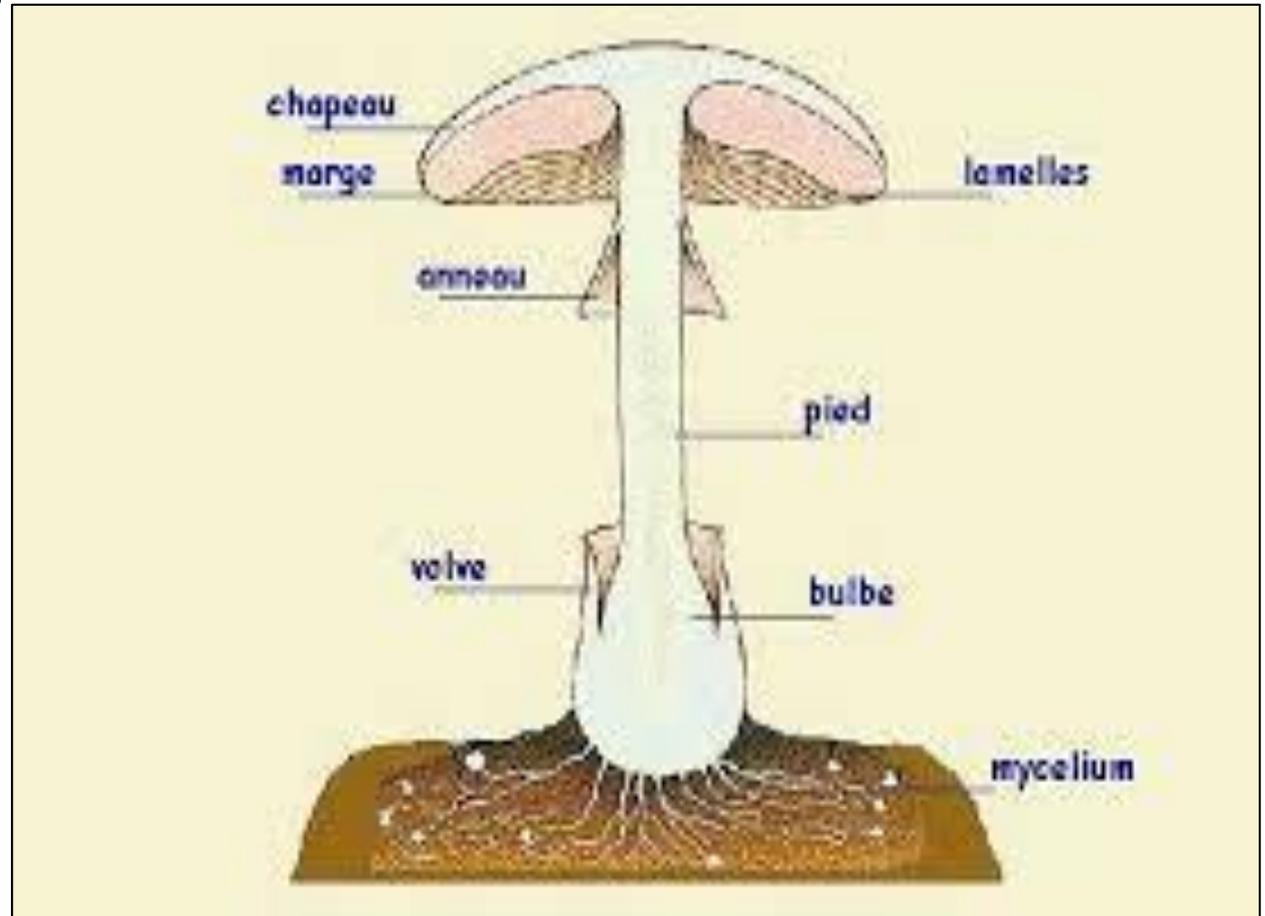
➔ par multiplication végétative (formation d'une protubérance, c'est-à-dire un bourgeon qui grandit et se détache de la vésicule primaire, quand il atteint une certaine taille.

➔ Ou par reproduction sexuée



- Le mot "**CHAMPIGNON**" est utilisé par les gastronomes car en réalité, ce que nous appelons communément champignon est en fait l'organe reproducteur : le fruit du champignon.
- Son vrai nom est : LE **CARPOPHORE** ou **SPOROPHORE**.
- Le champignon proprement dit, (comme nous l'avons défini précédemment) est un enchevêtrement de filaments microscopiques, très minces et souvent cachés qui se nomme **MYCELIUM**.

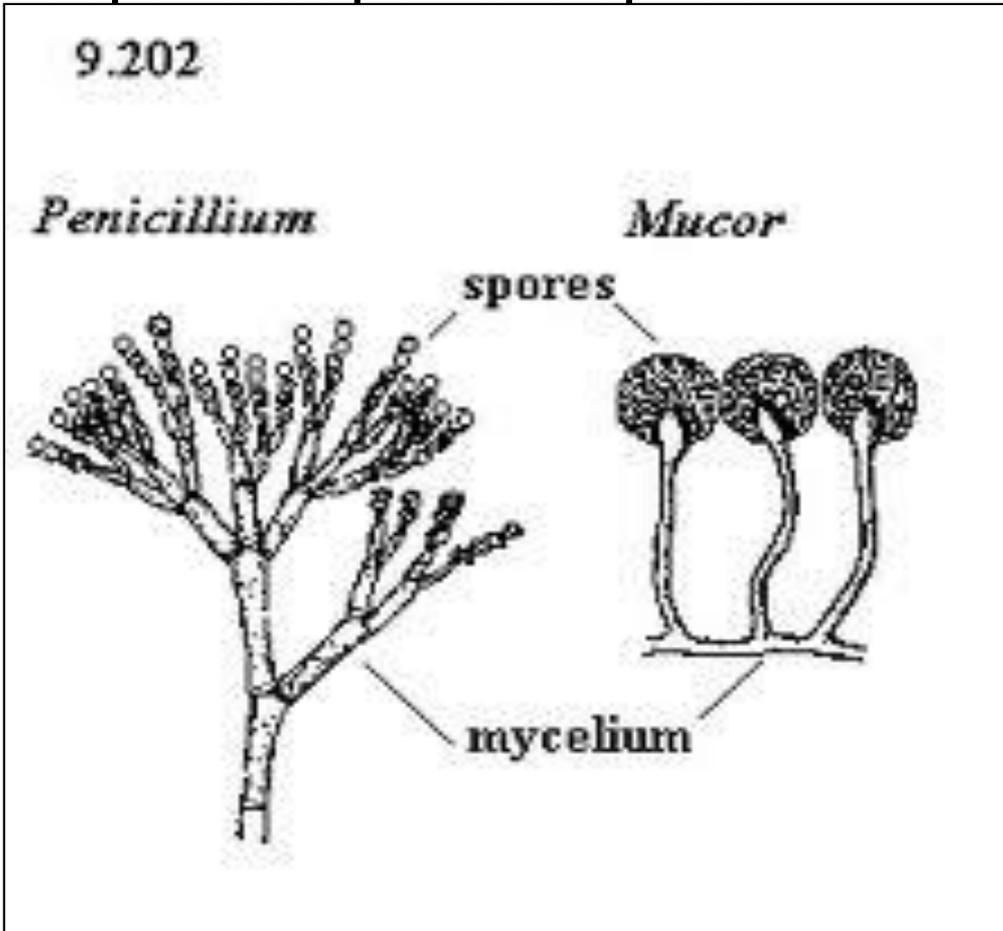
- Lorsqu'il y a reproduction sexuée chez les **basidiomycètes**, il y a formation d'un **carpophore** constitué d'un pied et d'un chapeau (seul le mycélium secondaire donne naissance aux appareils massifs qui sont les carpophores).



- Par contre, les **ascomycètes** forment des **ascocarpes** en forme de coupe très évasé comme chez la Pezize ou replié sur elle-même en forme de tubercule comme chez la truffe.



- Les champignons qui possèdent un mycélium apte à donner des **spores sans** produire **d'appareils massifs** constituent le groupe des **champignons inférieurs**
- **Ex : Mucor** connue sous le nom de moisissure qui se reproduit par des spores.



Les filaments superficiels se renflent à l'extrémité formant des sporocystes dans lesquelles se développent des spores (pas de production d'appareil massif et pas de formation de mycélium secondaire).

Modes de vie

L'hétérotrophie a imposé aux champignons plusieurs modes de vie :

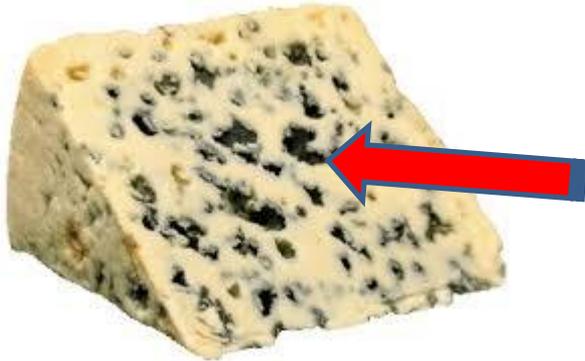
- **Saprophytes** : Se **nourrissent de matières organiques mortes** (arbres morts, débris végétaux, cadavres d'animaux et excréments). Ce sont des **détritivores** qui dégradent toutes sortes de substrats et jouent un rôle essentiel dans la nature, notamment dans l'élaboration de l'humus et des sols.

Ex 1 : Mucor du pain



EX 2: Penicillium → veinures d'un fromage de type bleu et croûte blanchâtre du camembert.

Penicillium roqueforti



Penicillium camemberti



- **Parasites** : **S'accroissent aux dépens d'autres cellules vivantes**. Ils sont pathogènes et peuvent causer des dégâts considérables notamment aux plantes cultivées.

Ex : Quelques champignons parasites des spermaphytes :

Phycomycètes : Mildiou de la vigne (*Plasmopora viticola*) → attaque les feuilles (face inférieure taches duveteuses).



Myxomycètes : Hernie du chou au niveau du collet (excroissance)



Ascomycètes : Ergot du seigle et des céréales. Au moment de l'épiaison, attaque le champ (grain de l'épi est remplacé par sclérote très toxique → forme de conservation du champignon).



Basidiomycètes : Carie du blé

➤ **Même l'homme est sujet à diverses affections mycosiques : teignes, muguet, mycétomes...dont certaines peuvent être mortelles.**

- **Symbiotiques** : Ils **établissent avec d'autres êtres vivants un équilibre à bénéfices réciproques**. Ex : **Lichens** : premiers à avoir colonisés le milieu terrestre. C'est une association permanente et stable établie entre un champignon (septomycètes) et une algue (cyanobactérie ou algue verte unicellulaire « chlorelle »). Ce sont des **bioindicateurs** de la pollution atmosphérique (sensibilité à certain gaz tel que le SO₂).



- La **catastrophe nucléaire de Tchernobyl**, également désignée comme l'**accident** nucléaire de Tchernobyl, est un l'**accident** nucléaire, le plus élevé.





Les **mycorhizes** sont des symbioses bénéfiques qui s'instaurent entre les racines de plantes et certains champignons du sol.

les associations mycorhiziennes donnent un meilleur accès aux éléments nutritifs du sol et aide les plantes à mieux résister aux stress environnementaux (sécheresse, salinité, attaque par des agents pathogènes...) de façon naturelle.

Les **mycorhizes** jouent aussi un rôle de bio-protection contre des agents pathogènes du sol (nématodes, autres champignons/bactéries pathogènes) en renforçant notamment les défenses naturelles des plantes.

Qu'est-ce qu'une mycorhize?

La mycorhize (du grec «mukês» pour champignon et «rhiza» pour racine) est l'association symbiotique d'un champignon avec les racines d'une plante.

En d'autres termes, c'est une racine colonisée par un champignon mycorhizien qui en a modifié la morphologie.

En effet, le champignon entoure d'un épais tissu de filaments (appelé le mycélium) l'extrémité des radicelles.

C'est ainsi qu'apparaît le manteau fongique

L'aspect des racines mycorhizées varie largement d'un champignon à l'autre .

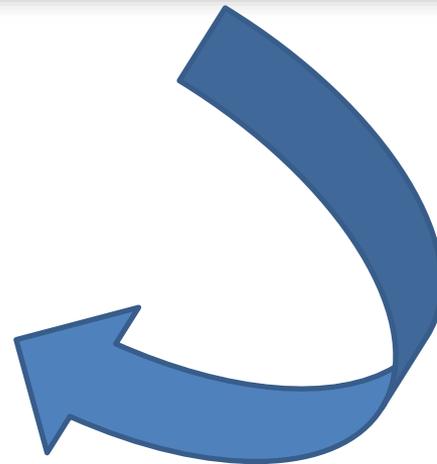
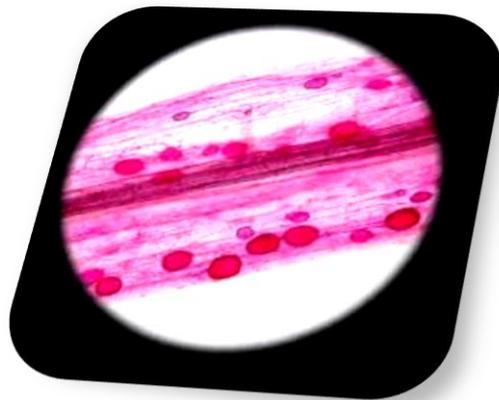
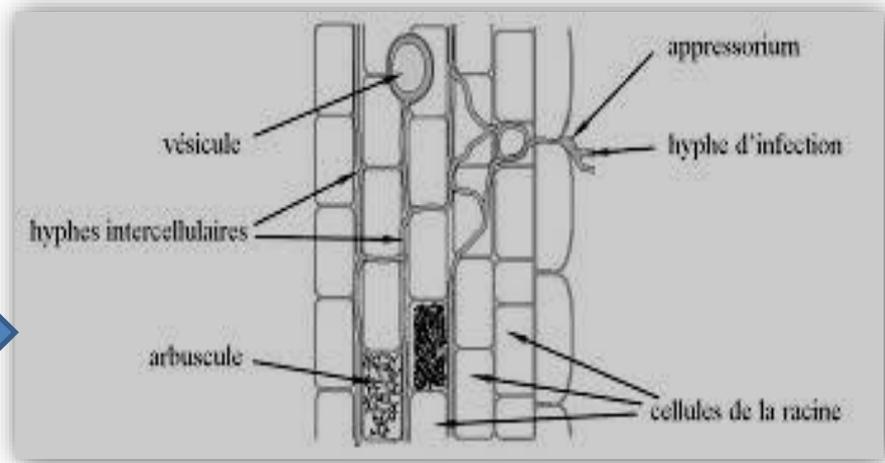
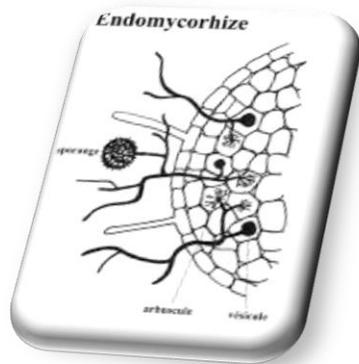
Les endomycorhizes, invisibles à l'œil nu

Dans les endomycorhizes, les filaments mycéliens souterrains du champignon (hyphes) ne forment pas de manchon autour de la racine mais franchissent les parois des cellules racinaires, d'où leur nom, « endomycorhize », qui traduit la présence du champignon à l'intérieur des cellules de la plante-hôte.

Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules forment le type dominant qui intéresse plus de 80 % des espèces de plantes vertes forestières.

L'observation au microscope, permet de voir à l'intérieur de la racine le mycélium et les formations qui sont à l'origine du nom de ce type de mycorhizes : les vésicules (organes de réserve) et les arbuscules (ramification intracellulaire où se font les échanges entre la plante et le champignon).

régions tempérées tels que frênes, noyers, érables et fruitiers de la famille des rosacées ont des endomycorhizes.



Les ectomycorhizes, celles qui produisent le “champignon”

Un manchon autour des racines

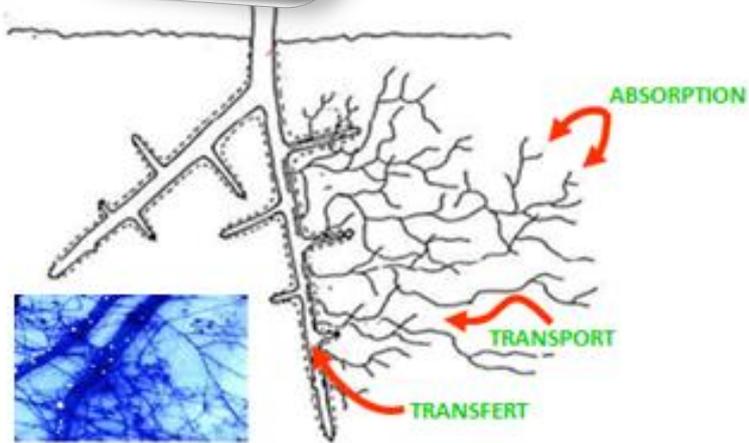
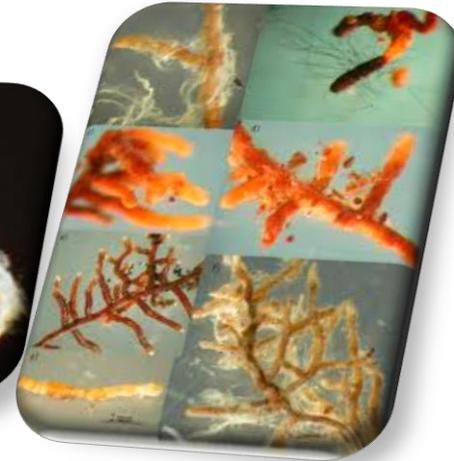
- Dans les ectomycorhizes, les filaments mycéliens souterrains du champignon (hyphes) entourent la racine pour former un manteau fongique. Ils pénètrent entre les cellules de la racine en formant un réseau d'où les filaments partent explorer le sol.

C'est le manteau, visible à l'oeil nu ou à la loupe après arrachage des plants, qui fait que les ectomycorhizes sont les seules à être visibles à l'oeil nu.

- Les ectomycorhizes sont dues à des ascomycètes et basidiomycètes supérieurs qui produisent les ectomycorhizes intéressent plus particulièrement les forestiers, car elles sont présentes sur la totalité des essences forestières des régions tempérées et, principalement, sur les essences Forestières appartenant aux familles des fagacées (chêne, hêtre),

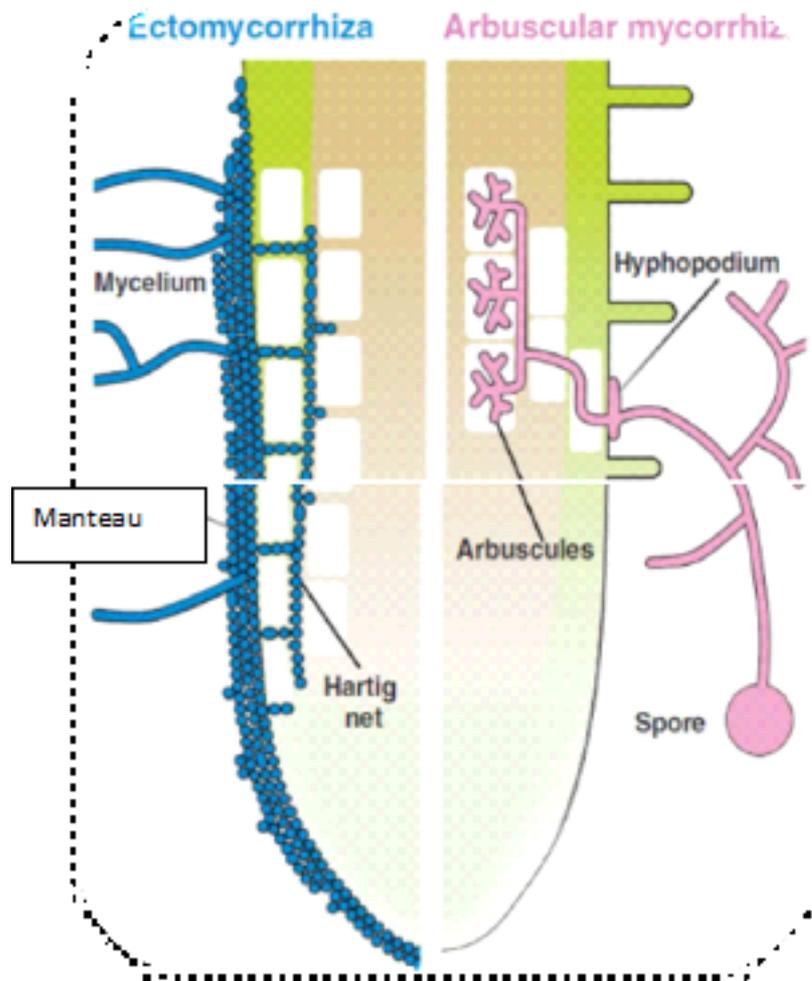
bétulacées (bouleau, charme), salicacées (peuplier, saule), pinacées (pins, sapins, mélèzes, épicéas).

- La présence de carpophores permet de les isoler facilement. De plus, le champignon peut être cultivé sur milieu artificiel indépendamment de son hôte, ce qui n'est pas le cas des champignons endomycorhiziens.



Actions des hyphes extra-radiculaires des champignons mycorrhizogènes sur l'apport en eau et nutriments à la plante





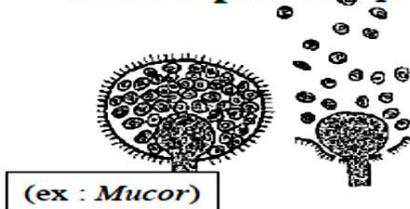
Structures de colonisation des champignons ectomycorhiziens (en bleu) et endomycorhiziens à arbuscules (en rose) (Bonfante *et al.* 2010).

- Reproduction des champignons

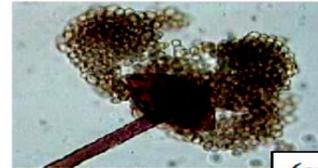
Multiplication végétative

- Différents types :
- Fragmentation du mycélium (sclérote)
 - Production de **stolons** (ex : Mucorales, *Mucor*)
 - Production de **spores directes** :

- **Endospores** : produites à l'intérieur du sporocyste

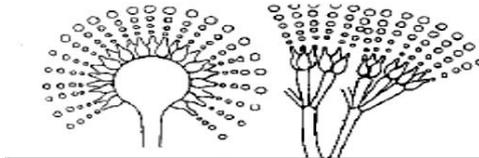


(ex : *Mucor*)

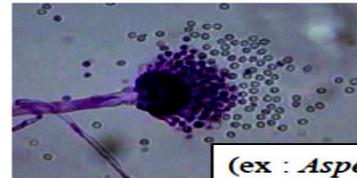


(ex : *Mucor*)

- **Exospores** : générées en continu à l'extrémité des filaments spécialisés



(ex : *Aspergillus* et *Penicillium*)



(ex : *Aspergillus*)

Mode de reproduction asexuée qui assure:

- 1 production de spores en grandes quantité
- une grande capacités de prolifération

La spore :

- 1 forme de résistance aux conditions défavorables du milieu

Reproduction

Reproduction sexuée

- Les trois types de cycles existent chez les champignons :

monogénétique haplophasique → *Chitridiomyètes, Oomycètes et Zygomycètes*

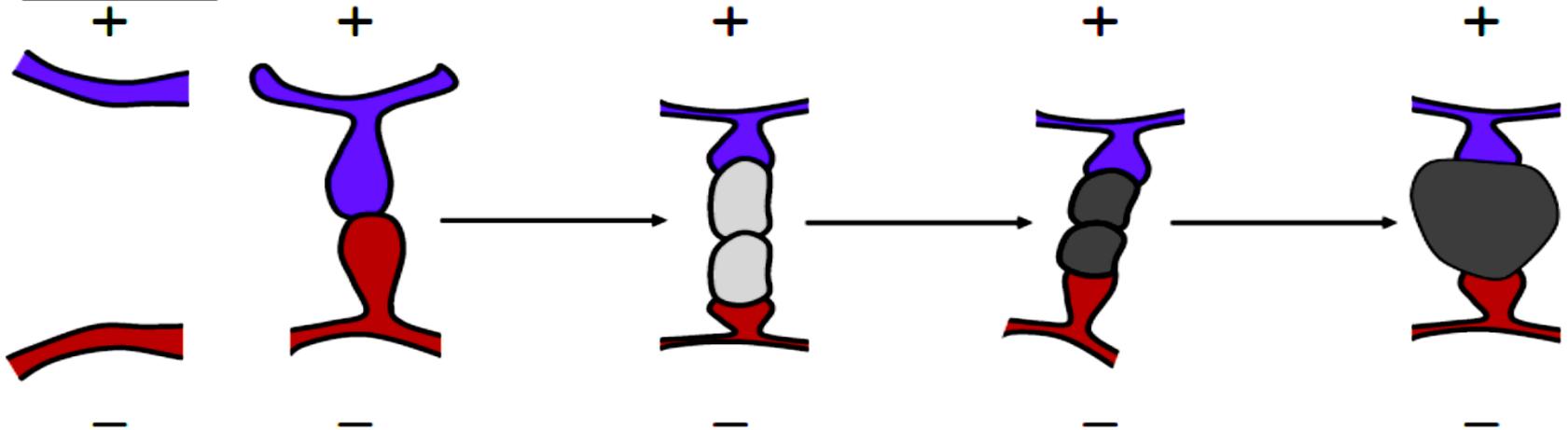
digénétique → *Tous sauf Ascomycètes*

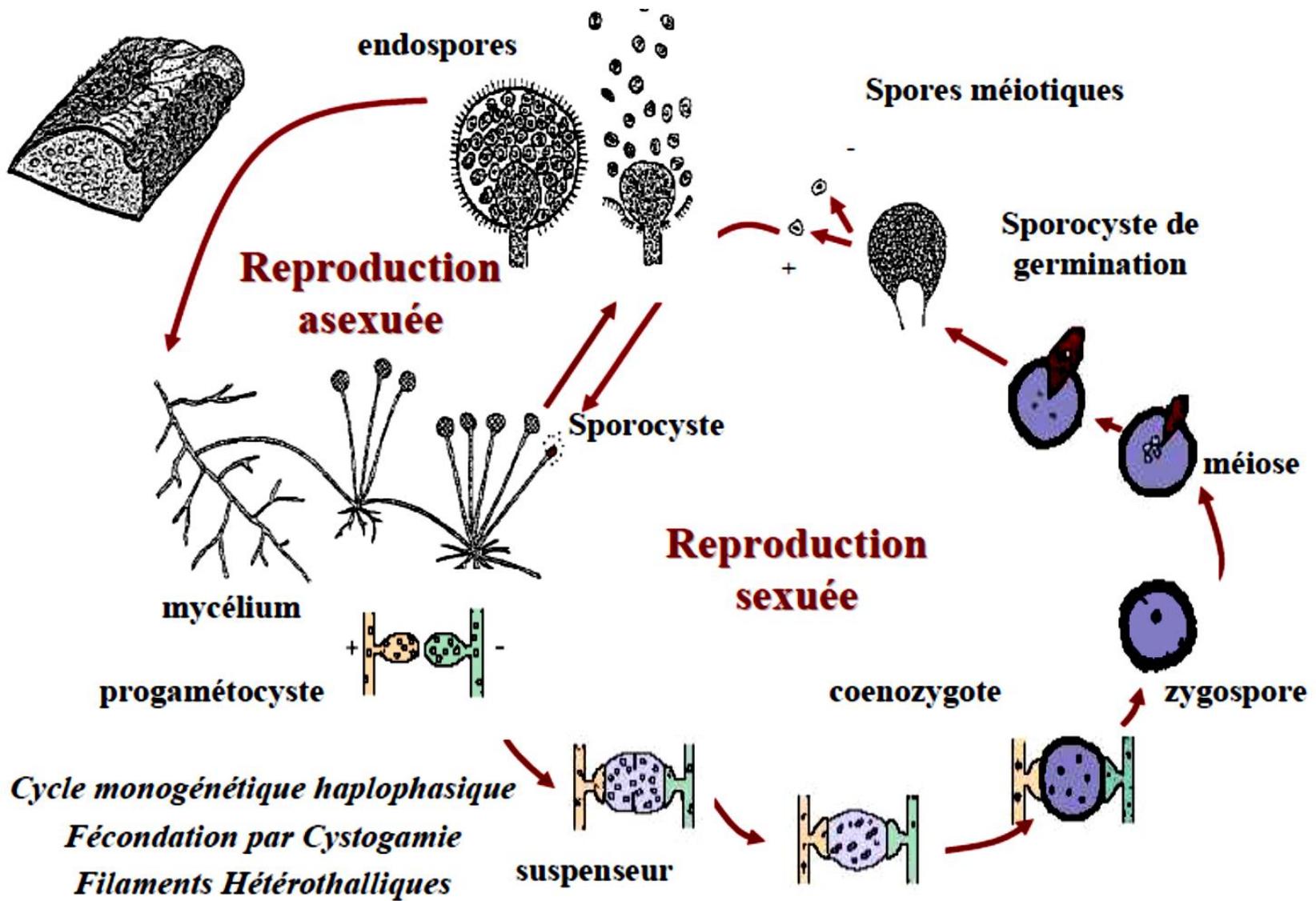
trigénétique → *Ascomycètes et certains Basidiomycètes*

Cystogamie

fécondation par **fusion simultanée** de la totalité des contenus des 2 gamétocystes complémentaires

exemple : *Mucor*, moisissure blanche du pain





Cas des Champignons supérieurs

Ascomycètes et Basidiomycètes

Fécondation en deux étapes

1. **Plasmogamie** ou Cytogamie → fusion des cytoplasmes
2. **Caryogamie** → fusion des noyaux

Basidiomycètes - Exemple du Coprin

Coprinus comatus

Cycle digénétique

- 1^{ère} génération **gamétophytique** = filaments mycéliens haploïdes (n)

mycélium primaire

Plasmogamie

reproduction sexuée par union des filaments 2 à 2

- 2^{ème} génération **sporophytique**, avec cellule à 2 noyaux haploïdes = Dicaryon

mycélium dicaryotique = mycélium secondaire

mycélium organisé en **carpophore**

Caryogamie

fusion des noyaux au niveau des sporocystes
= **Basides**

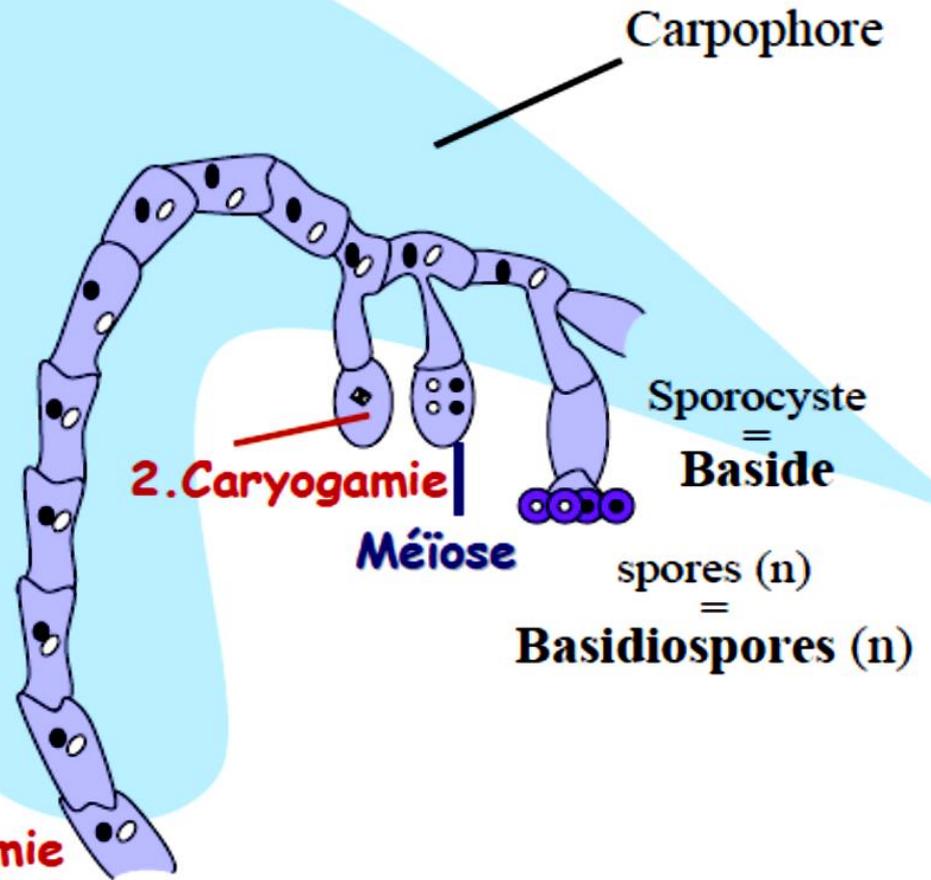
Caryogamie + méiose 4 spores méiotiques exogènes = **Basidiospores**

chaque Basidiospore à l'origine d'un mycélium gamétophytique haploïde (n)

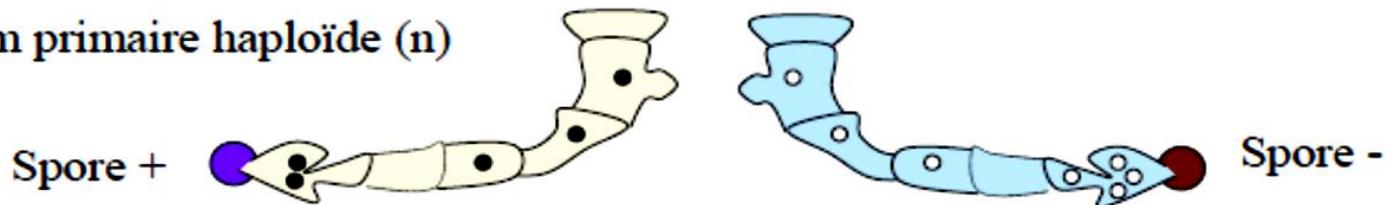
Basidiomycètes - Exemple du Coprin



Mycélium à dycarion (n+n)



Mycélium primaire haploïde (n)



Ascomycètes - Exemples des Pezizes



Cycle trigénétique

- 1ère génération **gamétophytique** représentée par 1 mycélium primaire haploïde (n)

Plasmogamie

une structure particulière = un mycélium myctohaploïde (n+n)

1ère génération sporophytique

- 2ème génération **sporophytique** = mycélium dicaryotique (n+n) (mycélium secondaire)

Ascomycètes - Exemples des Pezizes

IMPORTANT : « **Dicaryotique** » vient de « **Dicaryon** »

Chez les champignons supérieurs :

- chaque compartiment du mycélium secondaire = 1 Dicaryon
- quand **la plasmogamie** a eu lieu, **la caryogamie** n'est pas immédiate
- chaque Dicaryon renferme 2 noyaux complémentaires
- allongement du filament par mitose simultanée lors de la genèse d'un nouveau dicaryon

Ascomycètes - Exemples des Pezizes

