

Champi : groupe des **thallophytes**, groupe **ubiquiste**

mode de vie varié :

- **saprophytisme**
- **parasitisme**
- **mutualisme**

décomposeurs de MO et acteur de la minéralisation du sol

Importance du point de vue anthropique :

- infections (animaux, plantes, homme)
- moisissures sur tous substrats
- utilisations en procédés alimentaires
- utilisations pharmaceutiques
- relations symbiotiques des cultures (mycorhizes)

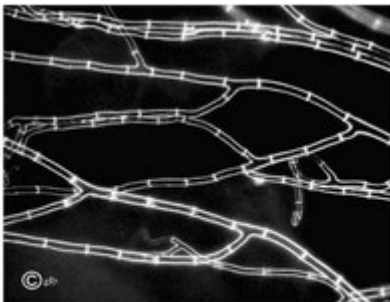
Caractéristiques cytologiques :

- Pas de plaste
- Noyaux petits (transfert possible au travers de pores)
- Vacuoles
- Paroi cellulaire, contenant chitine et ergostérol
- Réserves de glycogène

membrane constitué de phospholipides et ergostérol

hyphe : filament

mycélium : ensemble d'hyphes



Hyphes cloisonnées = **septées**
(1 ou 2 noyaux / segment) 11

proximité avec les animaux :

- hétérochontes : cellule flagellée, flagelle en position postérieure
- paroi chitineuse
- mise en réserve des glucides : glycogène

1. production d'enzymes de dégradation spécifiques au substrat, exocytose à l'extrémité apicale des hyphes

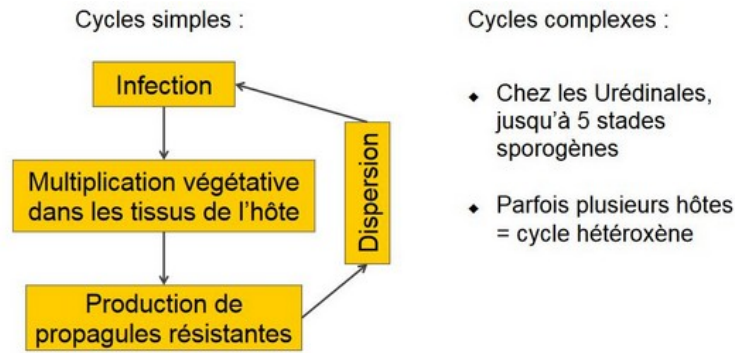
2. dégradation du substrat en mono- ou oligo-polymères

3. assimilation des produits de dégradation par diffusion

parasites des végétaux

Parasitisme = association d'au moins deux organismes, dont l'un, le **parasite**, réalise son cycle biologique aux dépens du développement de l'autre, l'**hôte**.

- sur des vertébrés
 - aspergilloses
 - teignes
 - maladies du muguet
- sur des invertébrés
 - muscardine du ver à soie
 - pyrénomycète



Selon les espèces fongiques, il y a différents degrés de spécificité:

- **Spécialistes**, spécifiques à un hôte
- **Généralistes**, capables de parasiter une gamme de plantes-hôtes

Il existe différents modes d'infection des tissus végétaux:

- **Ectoparasites** = suçoirs traversant les cellules épidermiques (mise en place d'un **haustoria**)
- **Endoparasites** = pénétration par orifices naturels (blessures, stomates); des méats et colonisation des tissus

Les mécanismes biochimiques sont contrastés selon le mode de vie:

- **Biothrophes** = enzymes spécifiques d'évitement de la reconnaissance par l'hôte, puis colonisation des tissus
- **Nécrotrophes** = gamme d'enzymes capables de:
 - lyser les cellules de différents hôtes (catalase, laccase, polyphénol oxydase)
 - éviter les réactions de défense

pathogène va se développer sur la plante hôte

- épuisant les réserves de l'hôte, **processus physiologique**
- sécrétant des enzymes et toxines dégradant les cellules-hôtes **processus biochimiques**

hôte :

- barrière naturelles de tissus adaptés et des toxines constitutives
- une défense et une activation de protéines élicitrices
- une réaction **hypersensible** où on aura une nécrose précoce des tissus empêchant la progression du pathogène

Symbiose

Mutualisme : association entre au moins deux espèces qui en tirent un bénéfice réciproque

Symbiose : mutualisme avec lien physique, durable (une vie)

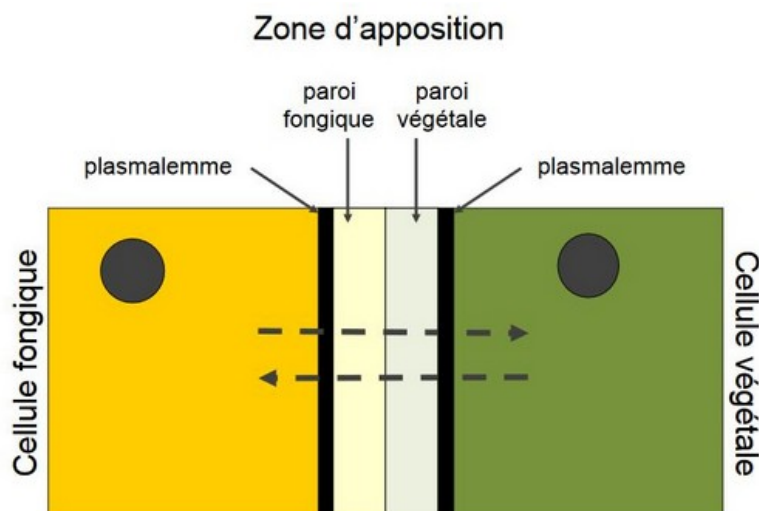
symbiote : plante "hôte" mais chaque espèce est un partenaire

contraintes colonisation des milieux terrestres : ségrégation des ressources et ressources hydriques peu persistantes

poils absorbants des racines avec une durée de vie assez courte

rhynia sp : premier trachéotypes

mycorhize : champignon + racine → coévolution



ectomorphizes : s'associe avec des arbres

- 1) Contact racine - hyphes, signaux d'évitement de réaction de défense
- 2) Initiation du manteau et pénétration de coins entre cellules épidermiques
- 3) Développement du manteau
- 4) Formation du réseau de Hartig

bénéfices pour la plante :

- Augmentation de la production de biomasse végétale
- Réseau extra-racinaire mycélien augmentant le volume exploratoire, modification de l'architecture racinaire
- Nutrition : dégradation de matière organique et solubilisation de N, P par partenaire fongique
- Participation à l'assimilation d'eau et absorption sélective des ions du sol, protection contre dessiccation

protection sanitaire des plante :

- Compétition avec la microflore pathogène; protection mécanique par manteau fongique
- Amélioration du statut physiologique de la plante
- Émission de substances antibiotiques par les champignons
- Modification des exsudats racinaires
- Élicitation par transfert de signaux chimiques entre plantes via le réseau mycorhizien

échanges :

- 1) On fournit au partenaire donneur un élément marqué
 - CO₂ pour la plante
 - P ou N pour le mycélium
- 2) Différentes substances se retrouvent marquées : dans le donneur, puis dans le receveur

Mise en évidence de flux de composés **depuis la plante**:

- vitamines et hormones non synthétisable par le champignon
- surtout des composés C: passant la zone d'apposition sous forme de sucres simples, puis stockés dans les champignons sous forme de glycogène et de mannitol. 20 à 40% de la production photosynthétique de la plante est transmise au partenaire fongique.

Applications: sélection de souches fongiques mycorhiziennes pour mycorhization contrôlée en pépinières ou trufficulture

Bénéfices :

- augmentation de production de biomasse végétale
- baisse d'interventions mécaniques
- baisse intrants (phyto, engrais)
- production de carpophores

Limites :

- investissements à long terme
- maintien de l'association à la transplantation non maîtrisé (pas encore une domestication)
- risques d'introduction de souches invasives ?

Les Endomycorhizes Vésiculo-Arbusculaires (VAM) : champignon ubiquiste

- 1) Germination des spores, stimulée par les exsudats racinaires (liquide)
- 2) Haustoria entre cellules du cortex, production d'enzymes cellulolytiques par le champignon pour traverser la paroi (mécanisme semblable aux parasites)
- 3) Pénétration dans les cellules végétales; formation de palotons ou d'arbuscules, vésicules éventuelles repoussant et invaginant la membrane plasmique (extension du champignon limitée par la cellule-hôte)

Mise en place de la mycorhize du point de vue de la cellule-hôte:

- production d'une membrane d'isolement pectocellulosique de réaction
- observation (pafrois) de phagocytose du champignon par la cellule-hôte
- échanges dans la cellule-hôte par un apoplasme mixte similaire à celui des ectomycorhizes
- pas de pénétration du cylindre central

Echanges nutritionnels dans la symbiose VAM:

- C: de la plante vers le champignon
- P: du champignon vers la plante, sous forme de polyP, à travers les hyphes intracinaires (hydrolyse par ATPase dans les cellules végétales)
- N: du champignon vers la plante, sous forme d'arginine (passage dans cellules végétales par transporteurs d'ammonium, décomposition en urée)

Rôles du réseau mycélien extra-racinaire:

- Augmentation du volume de sol prospecté: facilitation en nutriments P, N et stabilisation des agrégats du sol (glomaline + réseau d'hyphes)
- Protection contre excès d'éléments toxiques: teneur en Mn inférieur chez champignons mycorhizés/témoins, développement de Poacées mycorhizées sur sols pollués en métaux lourds (Zn, Ni)

Les bénéfices des endomycorhizes pour la plante sont:

- facilitation de la nutrition
- augmentation du développement

Les mécanismes impliqués dans la protection contre les pathogènes sont:

- Compétition spatiale pour le site d'infection
- Compétition trophique pour les ressources carbonées de l'hôte
- Modification de la communauté racinaire de la rhizosphère
- Modification de la morphologie du système racinaire, stimulation production de lignine
- Modification de la physiologie : production composés phénolés, induction d'enzymes hydrolytiques de résistance

endomycorhizes

L'association est mutualiste lors des stades suivant de la plante:

- la pénétration des cellules par mycélium
- le développement de pelotons d'hyphes non ramifiés

Endomycorhizes **éricoides** :

- Partenaires végétaux sont des Ericacées
- Partenaires fongiques sont surtout des Ascomycètes (Helotiales), des Basidiomycètes (Sebacinales)

La symbiose et d'autres interactions sont des stratégies compatibles:

- Compétition plante/plante influencée par le(s) symbiote(s) fongique(s)
- Compétition champignon/champignon influencée par le(s) symbiote(s) végétal(aux)
- Symbiose maintenue par communication hôte-champignons
- Chaque partenaire de la symbiose (plante, champignon) est associé à plusieurs individus, souvent de plusieurs espèces

plantes **mycohétérotrophes** : totalement dépendant des champi pour les ressources N,P du sol et N,C organique

champi **endophytes** : interactions fréquentes et sous évaluée dans tous les organes végétaux