

ZYGOMYCETES

MICROscopiques, adaptés à la vie aérienne, 9 ordres dont 3 importants (ceux que l'on étudie)

Surtout **Saprophytes** (moisissures) mais aussi **Parasites** des animaux et de l'Homme

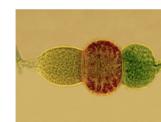
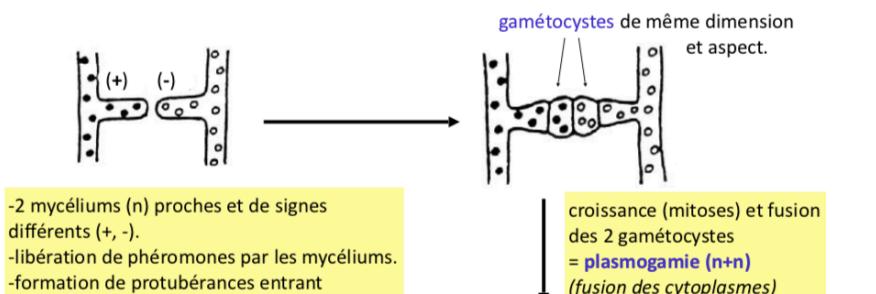
ASEXUE et SEXUE

- Thalle **siphonné**
- Filaments **NON cloisonnés (siphons)**
- Structure **cénocytique** : noyaux disséminés sans cloison interne dans une masse cytoplasmique continue uniquement limitée par une membrane à sa périphérie

<u>ORDRE des MUCORALES</u> : le + important	<u>ORDRE des ENDOMOPHTORALES</u>	<u>ORDRE des ENDOGONALES</u>
Genre <u>Rhizopus</u> : Asexuée	Genre <u>Mucor Mucedo</u> : Asexuée ou Sexuée	« <u>Mucorales parasites</u> »
<u>SAPROPHYTES</u> : (le + souvent) <ul style="list-style-type: none"> - Agents de pourriture les + répandus dans air, sol, MO - Croissance rapide - Moisissures les + efficaces de la biosphère : « nettoyeurs » - Biotechnologie : fermentation, prod d'AA et bioconversions - Très utilisés en agro-alimentaire et pharmacie 	<ul style="list-style-type: none"> - Parasite <u>algues, insectes et petits animaux</u> - Destructeurs d'insectes très efficace - Parasite <u>l'Homme</u> : mycoses tropicales graves 	Agent de mycorhize = symbiose champi + racine
<u>PARASITES</u> chez l'Homme : les mucormyoses <ul style="list-style-type: none"> - Touchent les hommes et les animaux - Touchent +++ les immunodéprimés - mucromycose rhinocérébrale 		

REPRODUCTION SEXUEE : *Mucor Mucedo*

rare, si diminution des nutriments



- formation d'une paroi épaisse brune et verrueuse (= protection).
=> forme de résistance aux conditions défavorables.
- avortement de tous les noyaux, sauf 2 qui fusionnent = **caryogamie**.
- libération de la zygospore du mycélium.

Zygospore (2n)

Méiose



noyau (n), par exemple de signe +

Conditions favorables (T, humidité) :

- germination de la zygospore
- méiose : — 4 noyaux haploïdes (2+ et 2-) dont 3 dégénèrent.
- production d'un tube se terminant par un sporocyste contenant des spores (n). X par mitose.

Chez la plupart des zygomycètes :

HETEROTHALLISME = reproduction de 2 mycéliums complémentaires (+ et -)

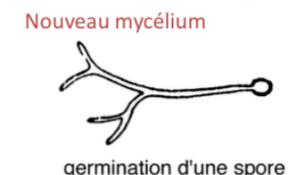
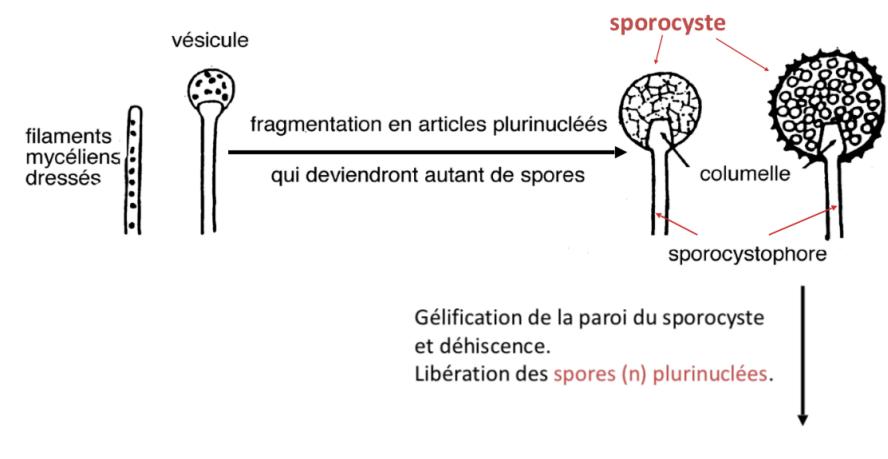
La méiose produit donc :

50% de spores +

50% de spores -

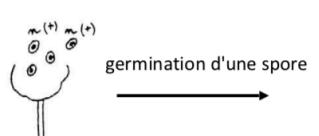
REPRODUCTION ASEXUÉE : *Rhizopus*

majoritaire

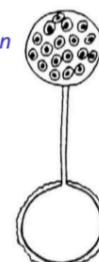


sporocyste de germination

déhiscence du sporocyste



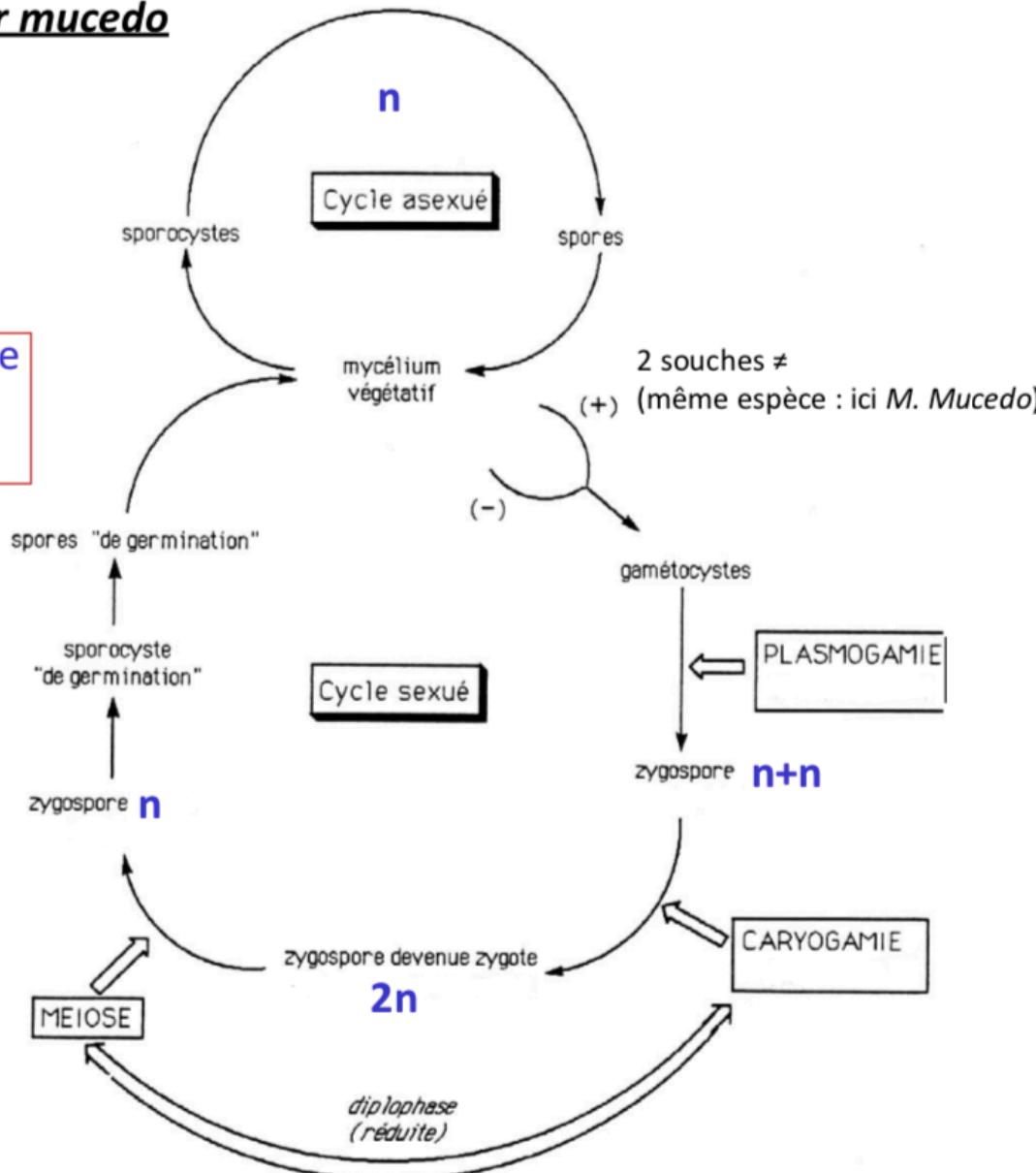
nouveau mycélium à noyaux (n) de signe (+)



germination d'une spore

Cycle résumé de *Mucor mucedo*

Haplophase dominante
Diplophase réduite



Haplophase dominante car la plupart des tempes zygomycètes se trouvent sous forme haploïdes

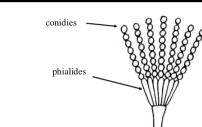
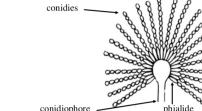
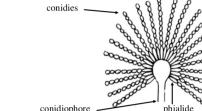
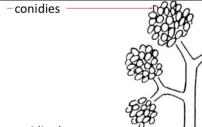
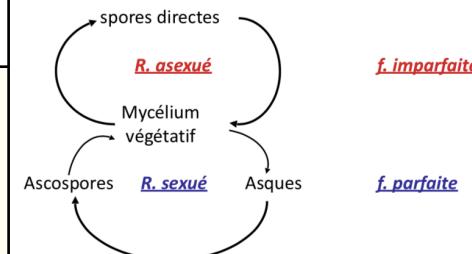
On observe la **diplophase** seulement après la caryogamie

ASCOMYCETES

MICROscopiques en majorité (levures) et MACROscopiques (truffes et morilles)

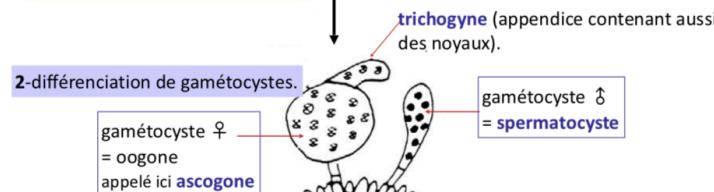
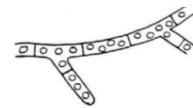
Utiles et pathogènes

- Thalle **cloisonné**
- Filaments **cloisonnés** : champignons supérieurs
- Structure « **hyphé** » : chaque cellule possède un ou plusieurs noyaux

ASEXUE	ASEXUE et SEXUE	SEXUE		
ASEXUE : dominante chez petits champis et moisissures <ul style="list-style-type: none"> • CONIDIES = conidiospores = spores uncinucléés : <ul style="list-style-type: none"> - Par mitose : haploïdes - Prod par bourgeonnement des sporocystes simples = phialides - Phialide bourgeonne en un nb illimité de spores - Phialide à l'extrémité de filament porteur = conidiophore - Séparation <u>facile</u> en chapelet - Spores = blastopores ou pycnidiospores (endogènes) 	Couple Sclerotinia / Botrytis : <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px; vertical-align: top;"> Sclerotinia fuckeliana: Parfaite, sexuée, rare </td><td style="width: 50%; padding: 5px; vertical-align: top;"> Botrytis cinerea : Imparfaite, asexuée → pourriture grise des vignes </td></tr> </table>	Sclerotinia fuckeliana : Parfaite , sexuée, rare	Botrytis cinerea : Imparfaite , asexuée → pourriture grise des vignes	SEXUE : dominante chez Asco développés <p>CLEISTOTHECE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sporophore en forme de sphère • Les + rudimentaires : libération ascospores par désagrégation de la paroi → Plectomycètes : <i>Aspergillus</i>, <i>Penicillium</i>, <i>Oïdium de la Vigne</i> = <i>Erysiphe nectar</i>
Sclerotinia fuckeliana : Parfaite , sexuée, rare	Botrytis cinerea : Imparfaite , asexuée → pourriture grise des vignes			
PENICILLIUM : Pinceau 	LEVURE DE BIÈRE : saccharomyces cerevisiae Souvent homothallique mais parfois hétérothallique 	PERITHECE : <ul style="list-style-type: none"> • Sporophore en forme de poire, d'urne, de bouteille • Structure fermée mais avec ostium → Pyrénomycètes : <i>Claviceps</i> 		
ASPERGILLUS : Goupillon à distrib de l'eau bénite 				
BOTRYTIS : Grappe 		APOTHECIE : <ul style="list-style-type: none"> • Ascocarpe forme de coupe, rose/rouge, petite • Au fond : stroma mycélien • Au-dessus : hyménium = partie fertile composée : <ul style="list-style-type: none"> - paraphyses - asques content 8 ascospores → Discomycètes : Pézize orangée, étoilée, Morilles, Truffe noire 		
Il y'a aussi des spores produits par fragmentation du mycélium : <ul style="list-style-type: none"> • ARTHROSPORES : fragments du mycélium en articles • CHLAMYDOSPORES : leurs articles prennent une forme ronde avec une paroi épaisse, accumulent réserves donc résistance 				

Mycélium végétatif :
-articles plurinucléés
-noyaux haploïdes

Conditions favorables (T, humidité)

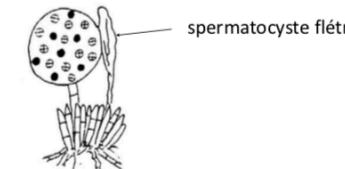


1-association des filaments en stroma mycélien et formation de fil. dressés.

Fécondation

- contact entre le trichogyne et le spermatocyste.
- résorption des parois.
- contenu du spermatocyste déversé dans l'ascogone par l'intermédiaire du trichogyne.
= **trichogamie**.

plasmogamie (n+n)

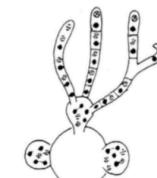


-rapprochement des noyaux ♀ et ♂ — ascogone fécondée et plurinucléée.

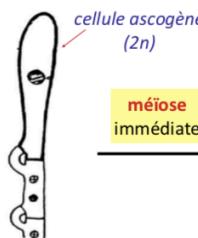


-formation de vésicules.
-migration des noyaux dans celles-ci.

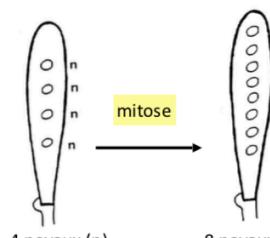
-formation de filaments dans lesquels s'engagent les **dicaryons** qui s'individualisent par des cloisons.
-allongement des hyphes dicaryotiques par des mitoses synchrones des noyaux.



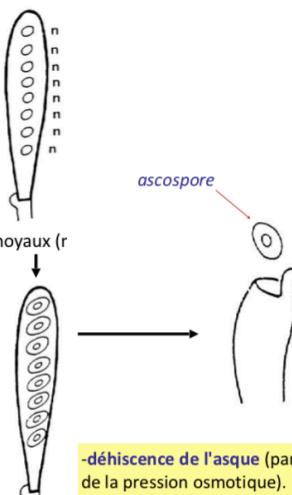
caryogamie dans la cellule terminale



Formation de la cellule ascogène :
caryogamie + allongement
(les 2 noyaux qui fusionnent sont considérés comme les gamètes)



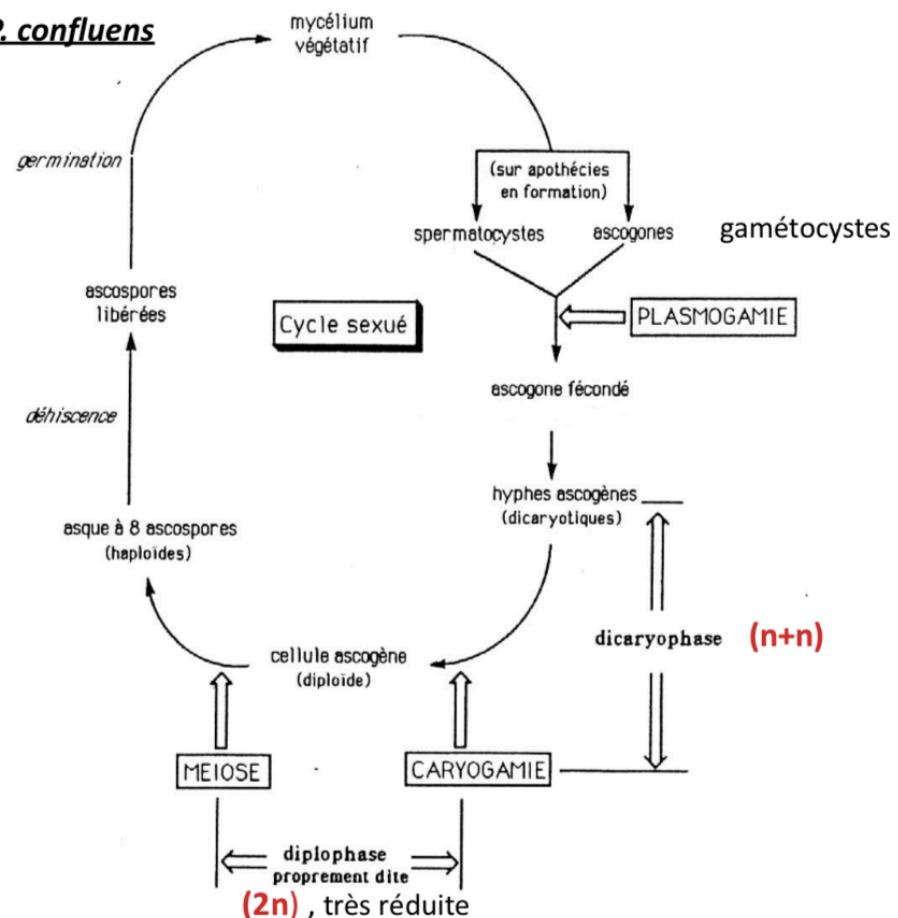
Différenciation des spores :
chaque noyau s'entoure de cytoplasme et d'une paroi.
asque avec 8 ascospores =



-déhiscence de l'asque (par augmentation de la pression osmotique).
-libération des ascospores par l'opercule.

Cycle résumé de *P. confluens*

**haplophase (n)
dominante**



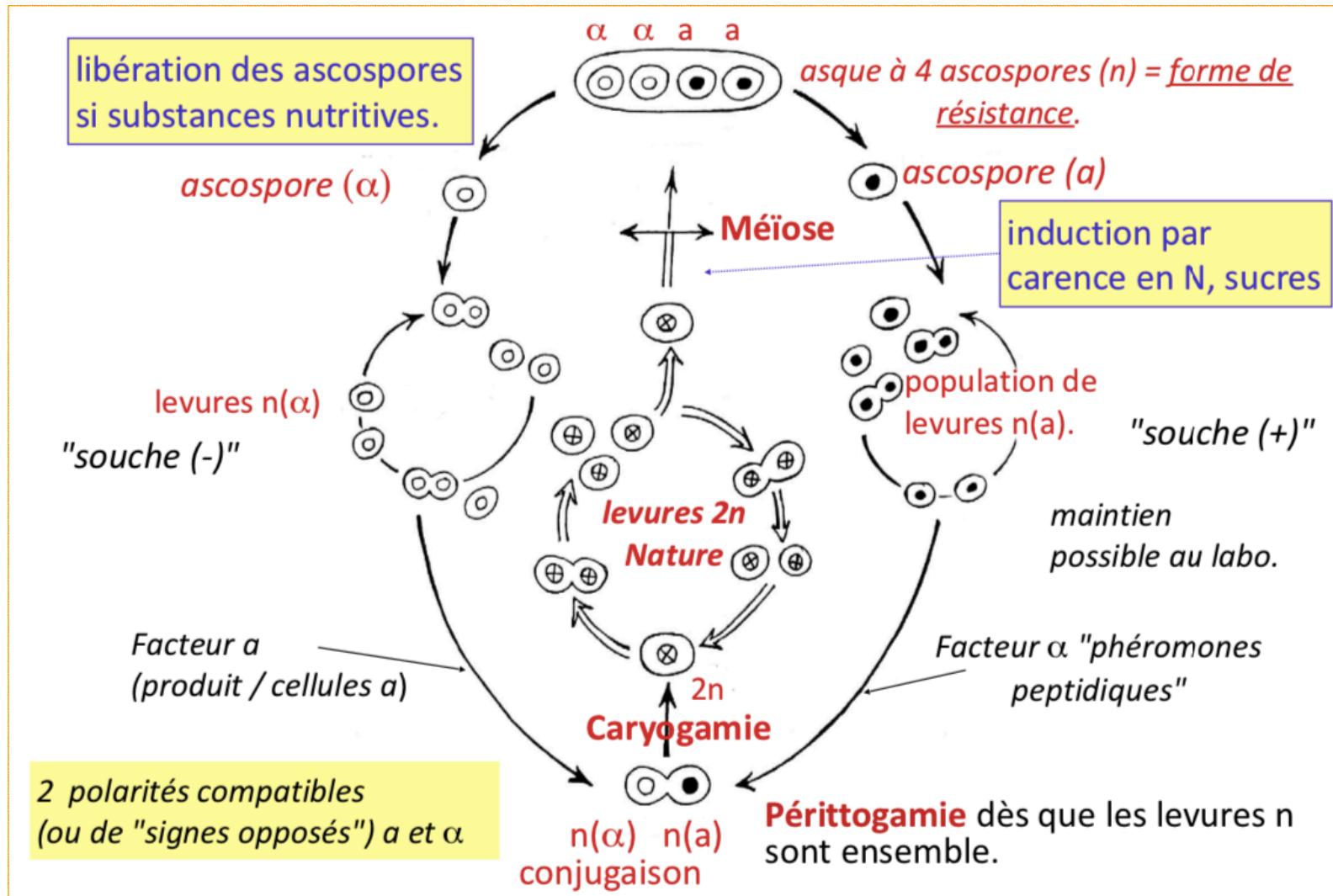
CYCLE SEXUE des *Pyronema confluens*

90% des ascomycètes sont **HOMOTHALLIQUE** = reproduction sexuée se fait avec des mycéliums issus de spores identiques ou d'un seul spore

REPRODUCTION SEXUEE DES LEVURES

Exemple de *Saccharomyces cerevisiae* hétérothallique

Chez les levures il n'y a pas de différenciation de forme sexuelles (gamétocystes)



Périttogamie : surévolution de la reproduction sexuée, rencontre de 2 filaments haploïdes (+) et (-) engendrant 1 dicaryon puis un filament dicaryotique (par mitoses). Il n'y a pas de différenciation de gamétocystes —> chez les Truffes et les Morilles ++++

LES 4 CLASSES D'ASCOMYCETES

LABOULBENIOMYCETES	HEMIASCOMYCETES	PLECTOMYCETES	HYMENOASCOMYCETES
<ul style="list-style-type: none"> - Pas très important en Pharma - Thalle cladomien : gros filament central dressé avec ramifications latérales - Fécondation sans ascocarpe ► Parasites d'arthropodes 	<p>Pas d'ascocarpe donc asques nus</p> <p>ORDRE TAPHRINALES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parasites de végétaux supérieurs - Crètent déformations/hypertrophies ► Cloque du pêcher par <i>Taphrina deformans</i> <p>ORDRE ENDOMYCETALES : levures</p> <p>Famille + importante : Saccharomycétacée</p> <p>2 espèces/genres importants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Saccharomyces cerevisiae : agro et Pharma - Candida : pathogène pour Homme et animaux, mycoses 		<p>Ascocarpe avec hyménium, groupe le + important en nb</p> <p>3 sous classes d'intérêt :</p> <p>ERYSIPHOMYCETIDEES :</p> <p>Ordre des Erysiphales —> <u>maladie oïdium</u> :</p> <p>Parasites <u>obligatoires</u> superficiels des végétaux, sur baies et feuilles</p> <p>► <i>Erysiphe nectar</i> : oïdium des Vignes</p> <p>PYRENOMYCETIDEES :</p> <p>Parasites végétaux : <i>Nectria</i>, <i>Claviceps</i></p> <p>Saprophytes humus/fumier : <i>Sordaria</i></p> <p>Saprophytes bois : <i>Xylaria</i>, <i>Hypoxyylon</i></p> <p>► Claviceps purpurea : forme des sclérotes, parasite des épis d'orge et de seigle</p> <p>PEZIZOMYCETIDEES :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ordre des Hélotiales = Léotiales : parasites végétaux, ► Botrytis cinerea/Sclerotinia fuckeliana - Ordre des Pézizales : ascocarpe au-dessus du sol, 3 familles : <ul style="list-style-type: none"> ► Pézizacées : apothécie ► Helvellacées : hyménium à la surface ► Morchellacées : nombreuses apothécies - Ordre des Tubérales : ascocarpe globuleuse/ souterraine, apothécies refermées ► Truffe : symbiose ou saprophyte, évolution des asco, peu de reproduction asexuée (pas démontré)

BASIDIOMYCETES

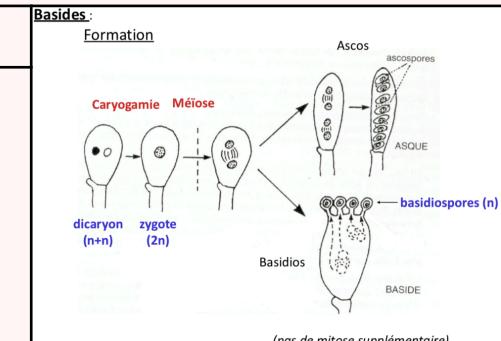
MICROscopiques et MACROscopiques +++ → champignons les + perfectionnés

14 000 espèces décrites : 100 toxiques et 20 mortelles

SEXUEEE prédominante et **ASEXUEEE** réduite (avec formation de conidies limitée)

Reproduction sexuée :

- Formation de sporocystes = **basides** a/n des lames et lamelles
- Formation basides par **caryogamie** de 2 noyaux haploïdes pour donner un zygote, puis méiose
- **Basidiospores** : se forment par méiose, sont exogènes et sont portés à l'extrémités des **stérigmates** = filaments courts
- Lames avec basides et il y'a 4 basidiospores par baside
- 3 types de basides en fonction du cloisonnement : **archéobaside** (transversal), **héterobaside** (longitudinal) et **homobaside** (sans)
- Thalle **cloisonné**, filaments **cloisonnés** et structure en « **hyphe** » : chaque cellule possède 1 ou plusieurs noyaux
- Sporophore appelé **carpophore** = **basidiocarpe**



TELIOBASIDIOMYCETES

- Pas de carpophore
- Parasites végétaux supérieurs
- **Archéobasides**

PHRAGMOBASIDIOMYCETES

- Carpophore : développé, gélatineux plissé, en forme d'oreille ou découpé en lobes foliacés, lignicole
- Peu d'intérêt
- **Basides cloisonnés**

HOMOBASIDIOMYCETES

- Sporophores de grandes tailles : « gros champignons », les + évolués
- Ont des **homobasides**

3 sous classes :

APHYLOPHOROMYCETIDEES : + primitive

- Pas de lames, hyménium porté par replis du carpophore (toujours à l'extérieur)
- Croissance de l'hyménium indéfinie, peut durer plusieurs années
- ➔ gyrolle, trompettes de la mort

AGARICOMYCETIDEES : évolués, 8 ordres

- Champis à chapeau, à lames ou à tubes, croissance hyménium défini
- Hyménium au début protégé par voile puis en contact avec extérieur
- ➔ Amanites, Bolets

ORDRE des USTILAGINALES :

- **Ustaliginacées** : maladie charbon
- **Tillétiacées** : maladie carrie

ORDRE des TREMELLALES :

Hétérobasides : *Tremella mesenterica*

ORDRE des DACRYMYCETALES :

Basides +/- cloisonnées : transition avec homobasides

GASTEROMYCETIDEES : surévolués, certains souterrains

- Evolution régressive du sporophore : chapeau inclus dans voile général = péridium
- Lames se transforment en glèbe = masse charnue
- **Sporophore clos à maturité**, basidiospore libéré par choc ou dégradation tissus
- ➔ *Lycoperdons* : ostiole (trou) qui permet la sortie des spores

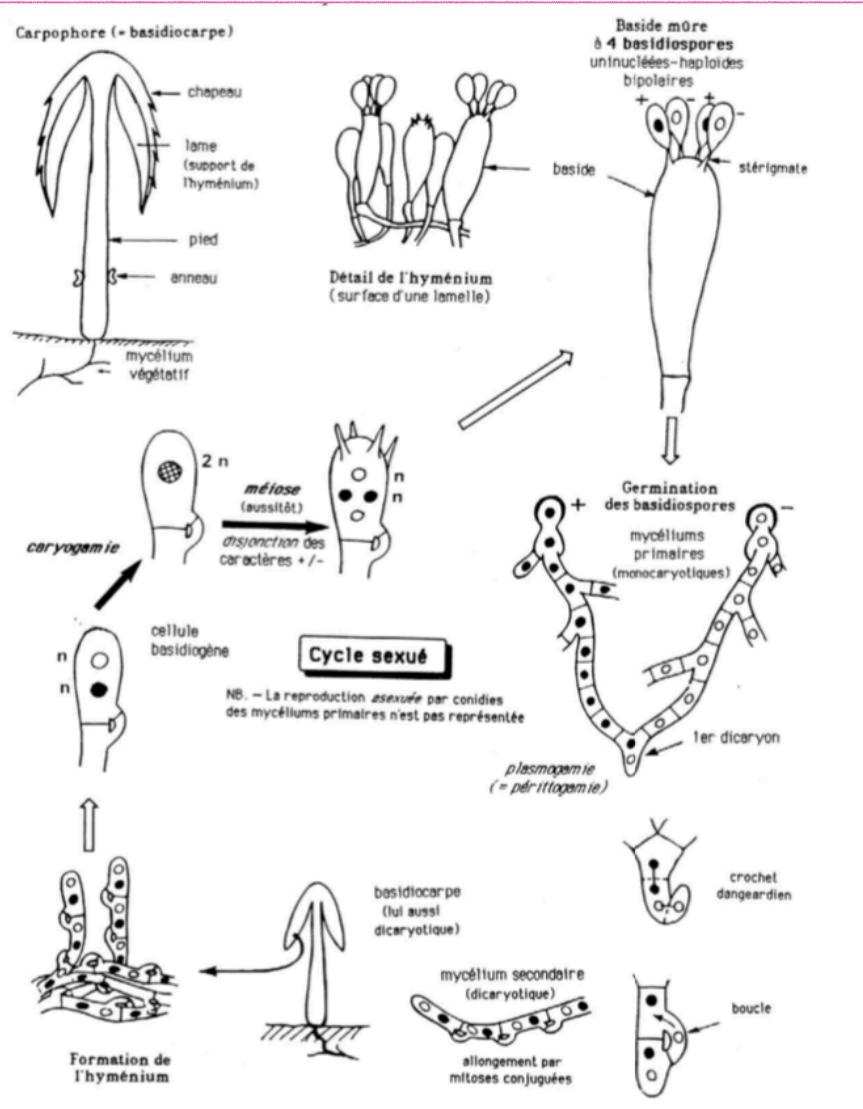
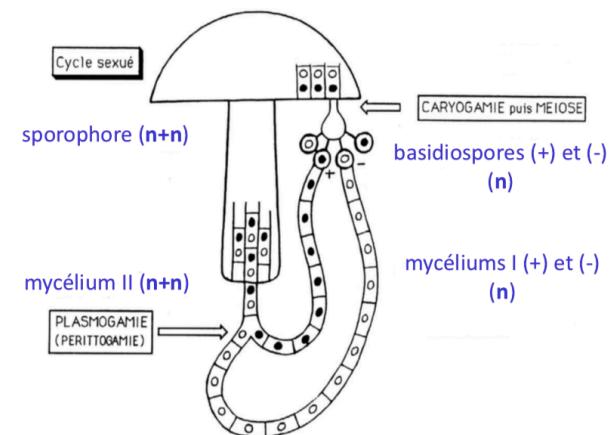
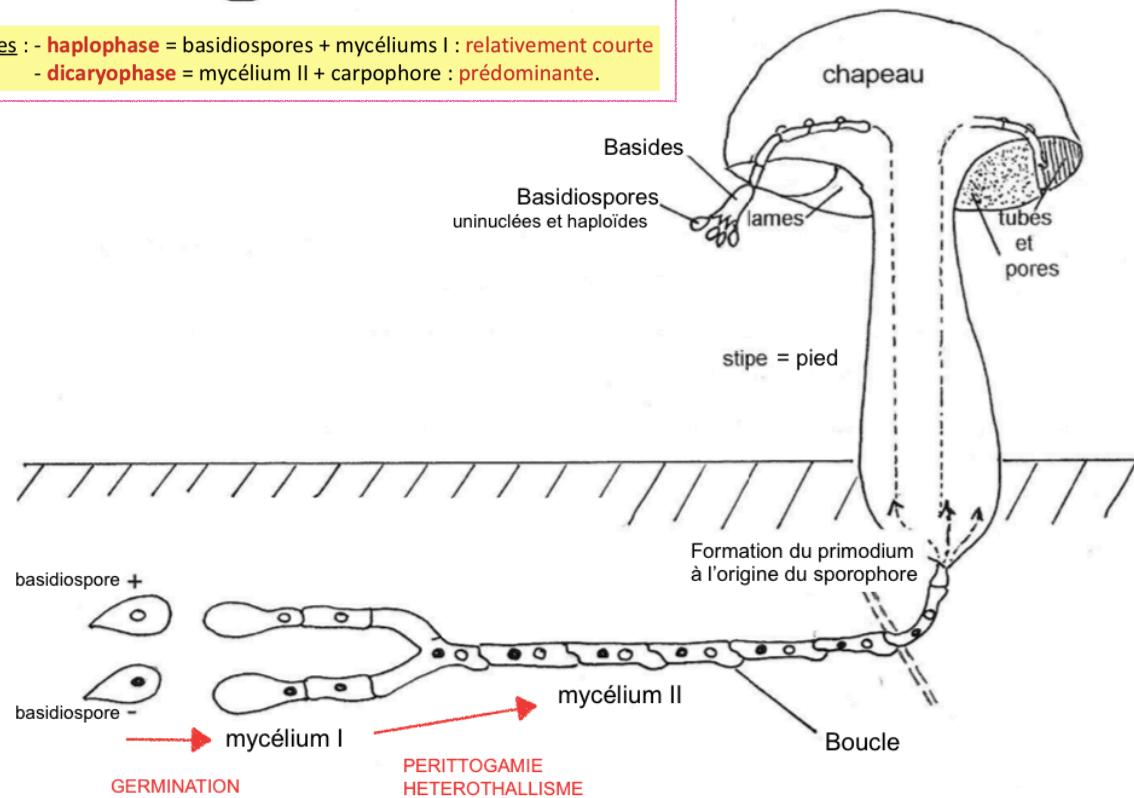


Schéma du cycle d'un basidiomycète hétérothallique bipolaire

Coprinus comatus



2 phases : - **haplophase** = basidiospores + mycéliums I : **relativement courte**
- **dicaryophase** = mycélium II + carpophore : **prédominante**.



Variations de la reproduction :

- Asexuée : peu fréquente, conidies à/p du mycélium I uniquement
- Homothallisme : 10 espèces, 1 type de basidiospore et de mycélium I
- Hétérothallisme bipolaire : 30% espèces, 1 facteur génétique A
- Hétérothallisme tétrapolaire : 60% espèces, 2 facteurs génétiques A et B

CYCLE SEXUE des *Coprinus comatus*