


Introduction à l'identification des moisissures

Laboratoire de Biotechnologie
Fac. Sciences Dhar El-Mehrez, Fès

Le 28 février 2014

A. TANTAOUI ELARAKI



Introduction à l'identification des moisissures

- 1- Généralités sur les champignons microscopiques
- 2- Caractéristiques particulières des moisissures
- 3- Principes généraux d'identification
- 4- Présentation des principaux genres



1- Généralités sur les champignons microscopiques

- 1.1- Place dans le Monde vivant
- 1.2- Caractères distinctifs par rapport aux autres
protistes supérieurs
- 1.3- Caractères distinctifs par rapport aux
bactéries
- 1.4- Structure



1.1- Place dans le monde vivant

Champignons (latin: *fungi* ; grec: *mykes*)

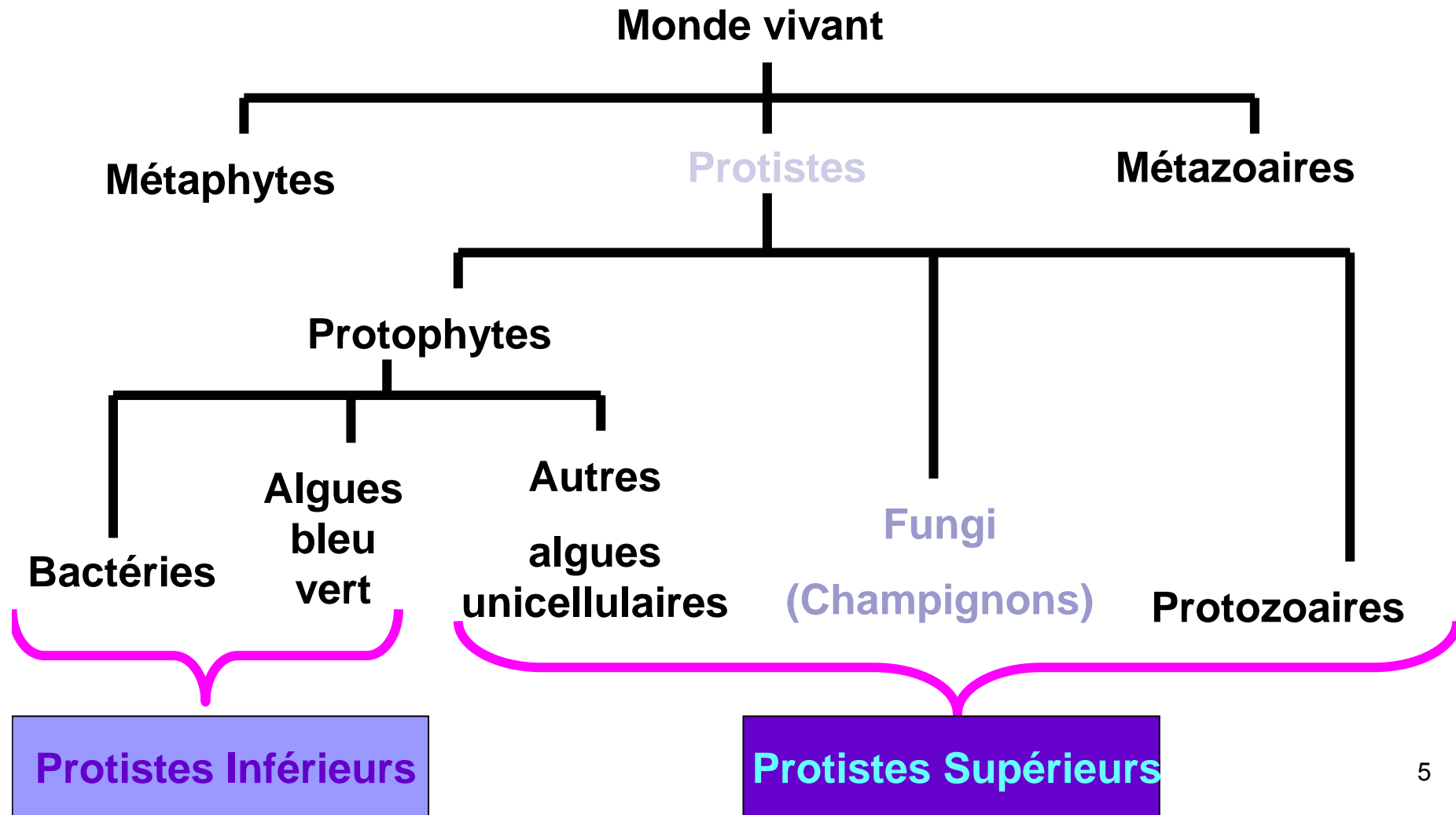
Étude des champignons: mycologie

Traditionnellement: la mycologie était (à tort)
considérée comme partie de la botanique

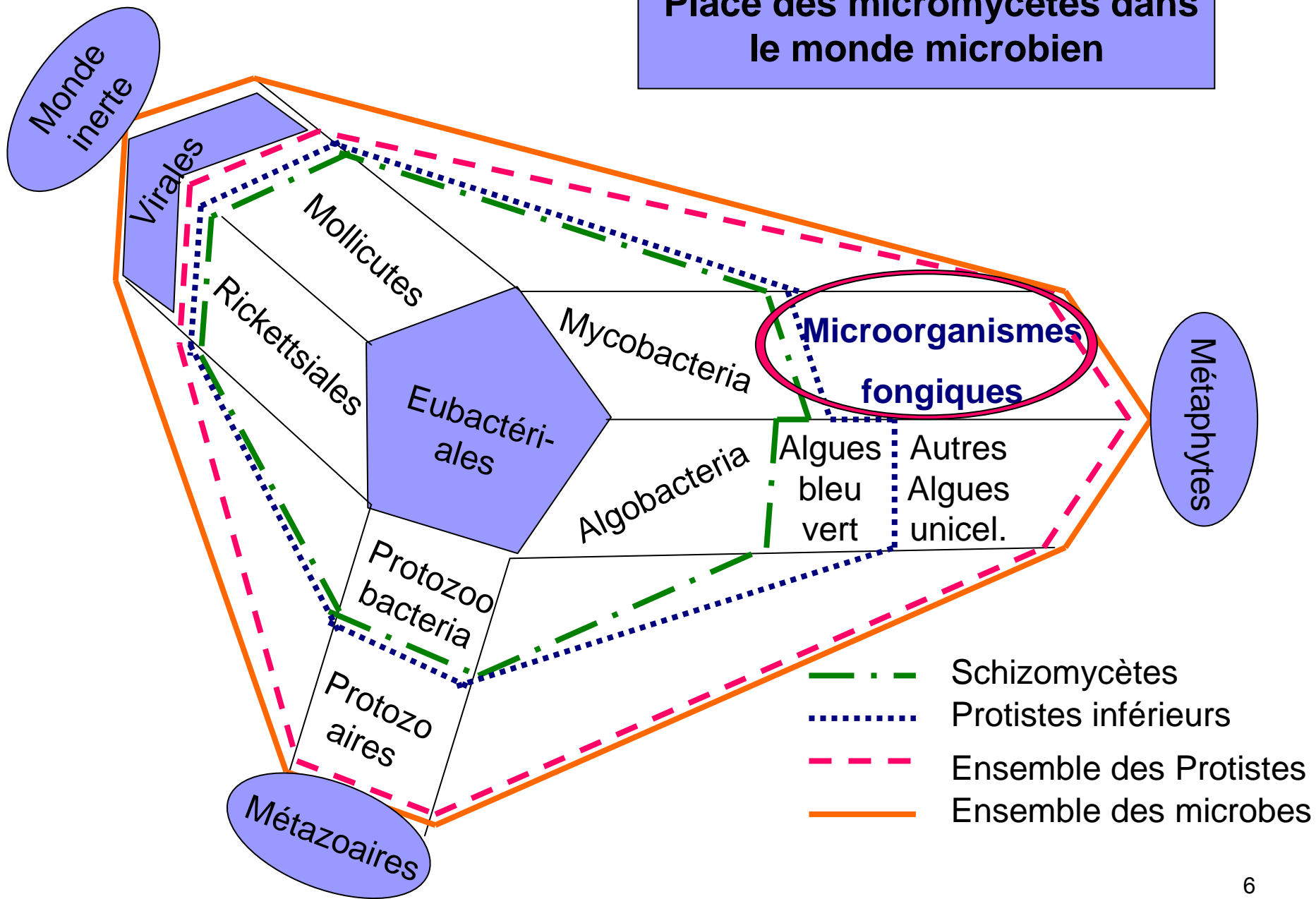
Dans la classification de Langeron (1945),
les *fungi* sont des Protistes supérieurs
(cellules eucaryotes)

Se distinguent de tous les autres micro-
organismes

Classification du Monde Vivant (d'après Langeron, 1945)



Place des micromycètes dans le monde microbien





1.2- Caractères distinctifs par rapport aux autres protistes supérieurs

Hétérotrophes pour le C (comme animaux)

Nutrition azotée simple: NH_4^+ ou NO_3^- (comme végétaux)

Saprophytes (le plus souvent); mais aussi espèces parasites (mycoses de l'Homme et des animaux et maladies cryptogamiques des végétaux) ou symbiotiques (lichens)

Structure filamenteuse ou mycélienne (sauf levures)

1.3- Caractères distinctifs par rapport aux bactéries

	Champignons microscopiques	Bactéries
Volume cellulaire (en μm^3)	Levure: 20-50 Moisissure: plus grand (difficile à déterminer)	1-5
Noyau Membrane cytoplasmique Paroi	Eucaryote Stérols Glucane, mannane, chitine, protéines	Procaryote Pas de stérols (<i>sauf Mycoplasma</i>) mucocomplexe
Métabolisme Agents chimiothérapeutiques Dimorphisme Virus (parasites)	Toujours hétérotrophe, jamais anaérobie strict Antifongiques: + Antibiotiques: - Présent Mycovirus (1974)	Hétéro- ou autotrophe, aérobie ou anaérobie Antibiotiques: + Antifongiques: - Inconnu Bactériophages (1915-17)



1.4- Structure

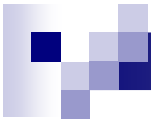
Structure type: structure filamenteuse, cénocytique

L'ensemble des filaments: mycélium, « thalle » ou appareil végétatif

Le mycélium porte les « organes fructifères » qui assurent la formation des spores pour la reproduction

La structure permet de définir trois catégories:

- Les champignons macroscopiques (charnus)
- Les moisissures: filaments non soudés
- Les levures: forme unicellulaire dominante



Les 3 catégories de champignons

Champignons (*Fungi*, Mycètes)

(du latin
Fungus)

(du grec
Mykes)

Champignons macroscopiques



Champignons microscopiques (micromycètes; microorganismes fongiques)

Moisissures



Levures





2- Caractères particuliers des moisissures

2.1- Généralités

2.2- Morphologie et structure

2.3- Croissance et reproduction



2.1- Généralités

Très répandues dans les milieux naturels (sol, air, déchets organiques, etc.)

Agents d'altération très actifs, surtout sur produits alimentaires au stockage (moitié des pertes après récolte)

Certaines espèces produisent des mycotoxines (très dangereuses)

Quelques espèces utiles dans l'alimentation (fromages, sauces fermentées, etc.)

Espèces pathogènes (plantes, animaux, Homme)



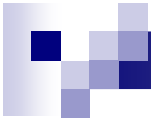
2.2- Morphologie et structure

Structure filamenteuse, mycélienne typique

L'ensemble des filaments (hyphes) plus ou moins enchevêtrés forme le mycélium

Mycélium visible à l'œil nu à la surface des supports: masse laineuse, cotonneuse ou veloutée et souvent pigmentée

Au microscope, on distingue la structure intime des filaments et la présence de « fructifications » produisant les spores de la reproduction



Diverses moisissures sur fruits



Rhizoctonia violacea
sur carottes

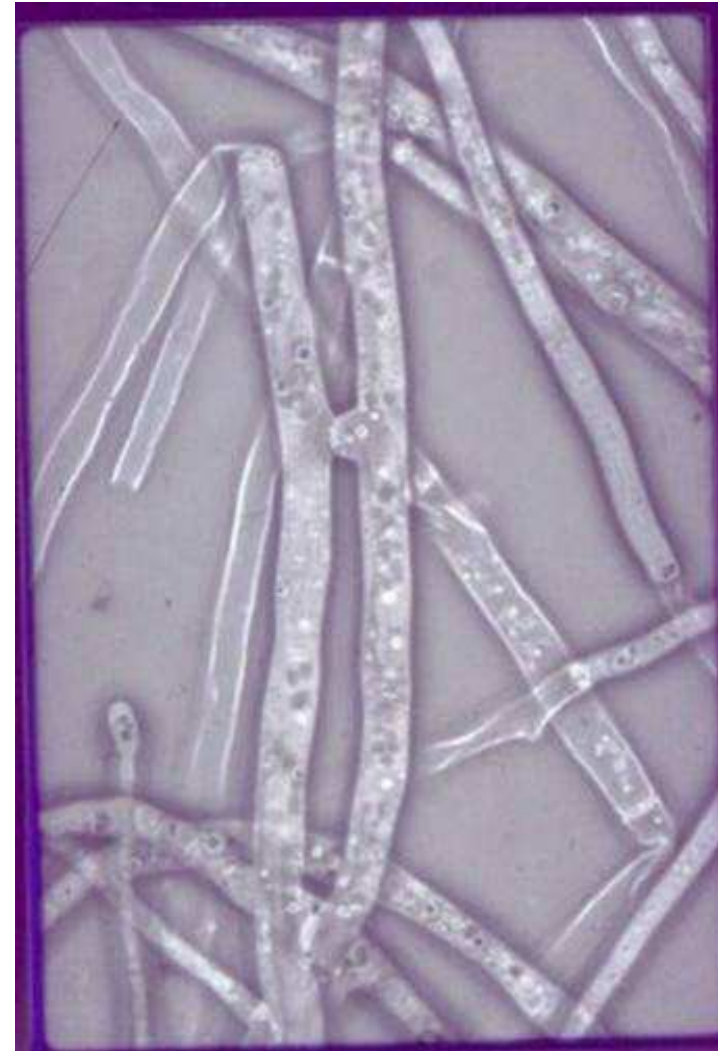
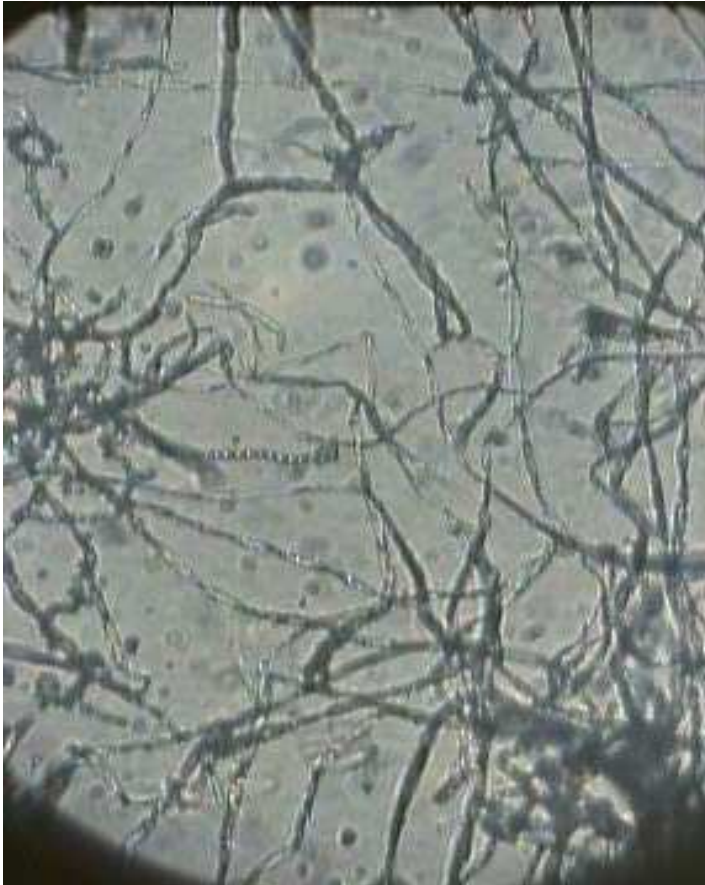


Penicillium

Cultures
en boîte
de Petri

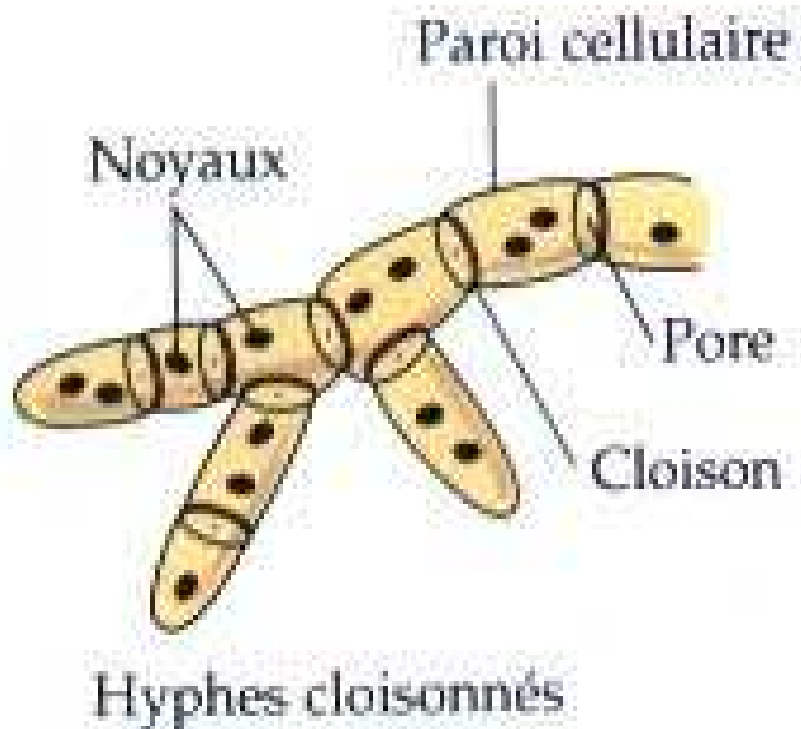


Aspergillus

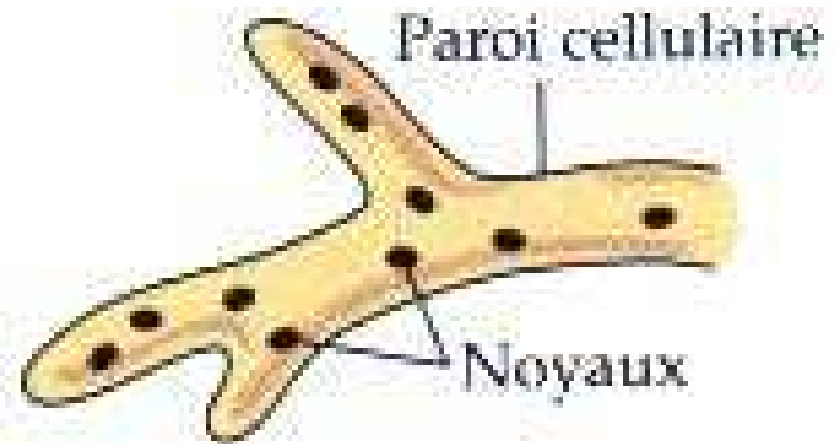


**Structure filamenteuse (mycélienne)
des moisissures**

Filaments non cloisonnés
(champignons inférieurs)



Filaments cloisonnés
(champignons supérieurs)



**Structure filamenteuse
des moisissures**



2.3- Croissance et reproduction

Croissance du mycélium

- . Élongation des filaments
- . Ramification des filaments

Reproduction asexuée

- . Formation de sporangiospores
- . Formation de conidies ou conidiospores
- . Autres types de spores

Reproduction sexuée

- . Cas des Ascomycètes
- . Cas des Basidiomycètes
- . Cas des Phycomycètes

Voir § 4



3- Principes généraux d'identification

- Observation macroscopique

- *in situ*
- Culture sur milieu gélosé (taille du thalle, aspect, couleur, revers, etc.)

- Observation microscopique

- Filaments cloisonnés ou non
- Structure de fructification (sporulation asexuée)
- Présence et type de reproduction sexuée

- Caractères biochimiques et génétiques



4- Présentation des principaux genres

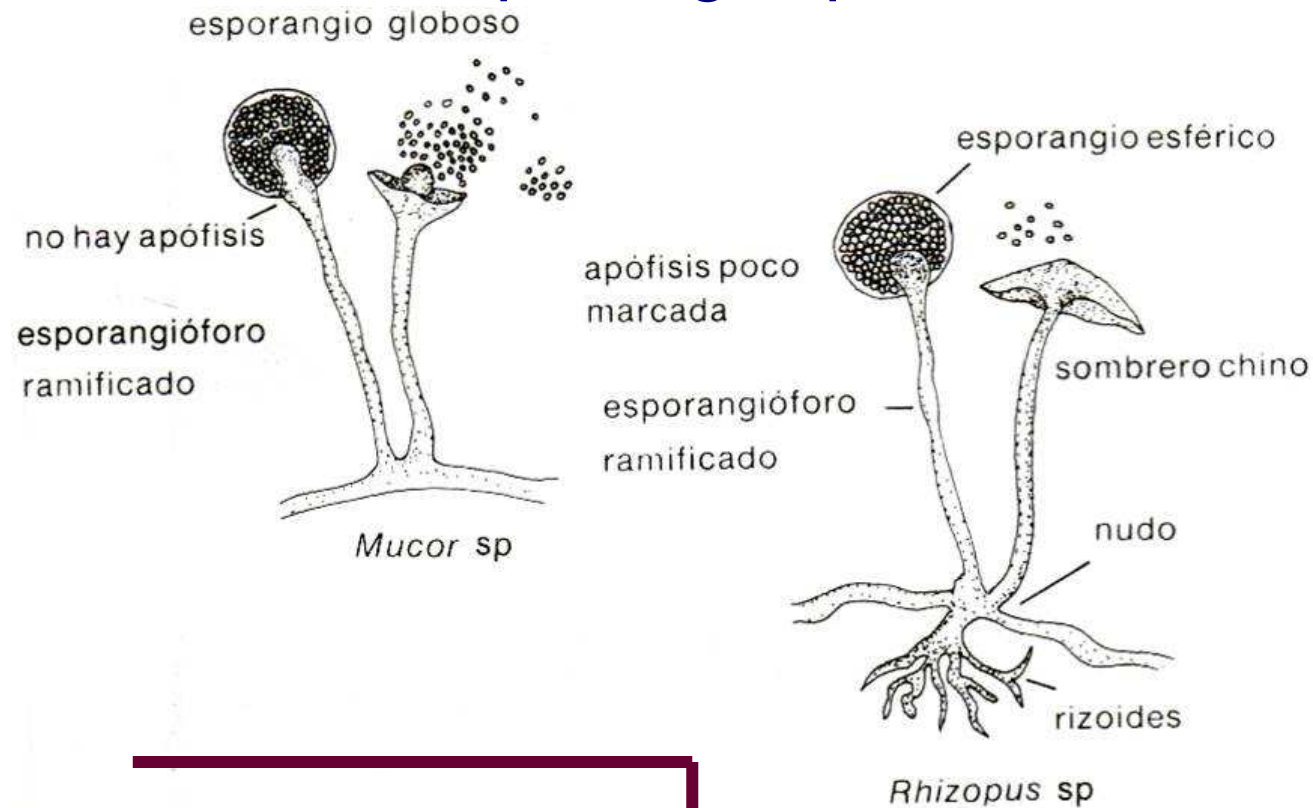
Cette présentation se fera essentiellement sur la base des modes de reproduction:

Reproduction asexuée

La reproduction asexuée se fait par formation de spores, qui germent pour donner un nouveau mycélium:

- . Sporangiospores (chez les champignons inférieurs)
- . Conidiospores (chez les champignons supérieurs)
- . Autres types de spores

. Formation de sporangiospores



Se forment dans un sac (sporange ou sporocyste) porté par un filament spécialisé (sporangiophore).

A maturité, le sporange éclate et libère les sporangiospores

Exemples:

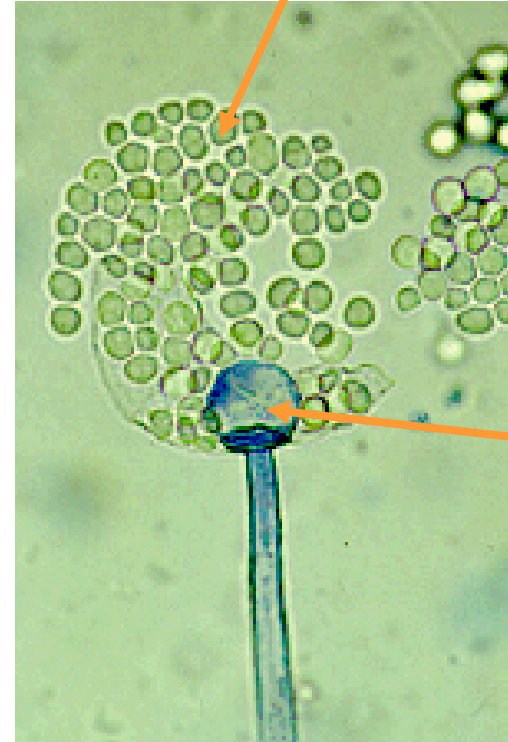
- *Mucor*
- *Rhizopus* (avec des rhizoïdes)



Sporocyste
entier

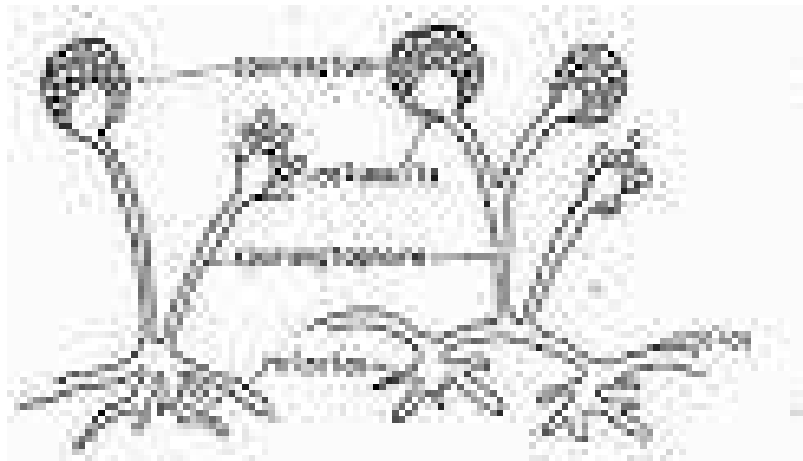
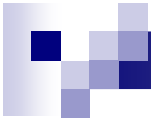


Sporangiospores

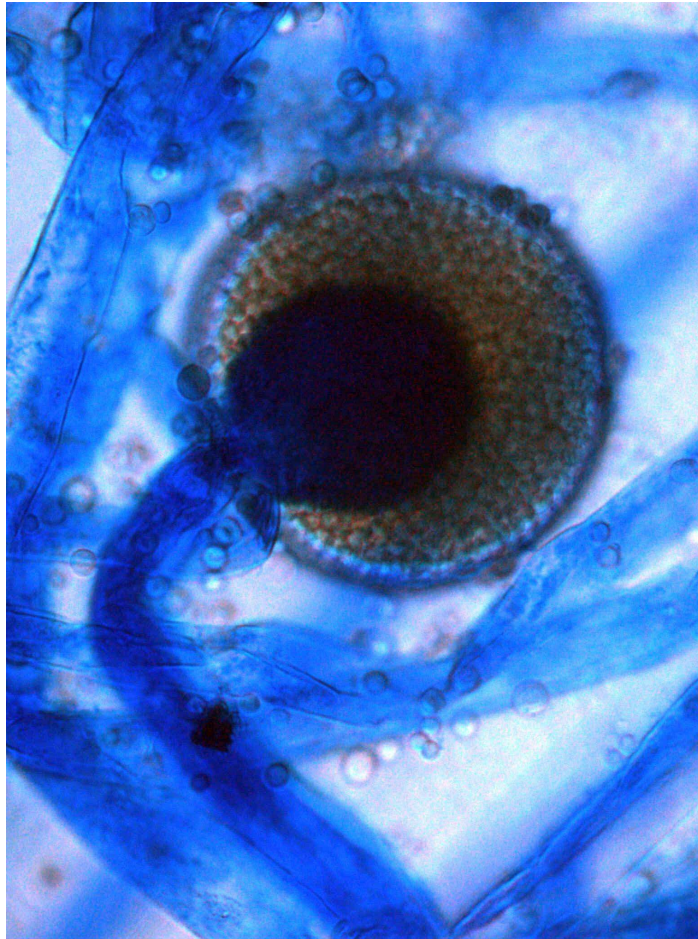


columelle

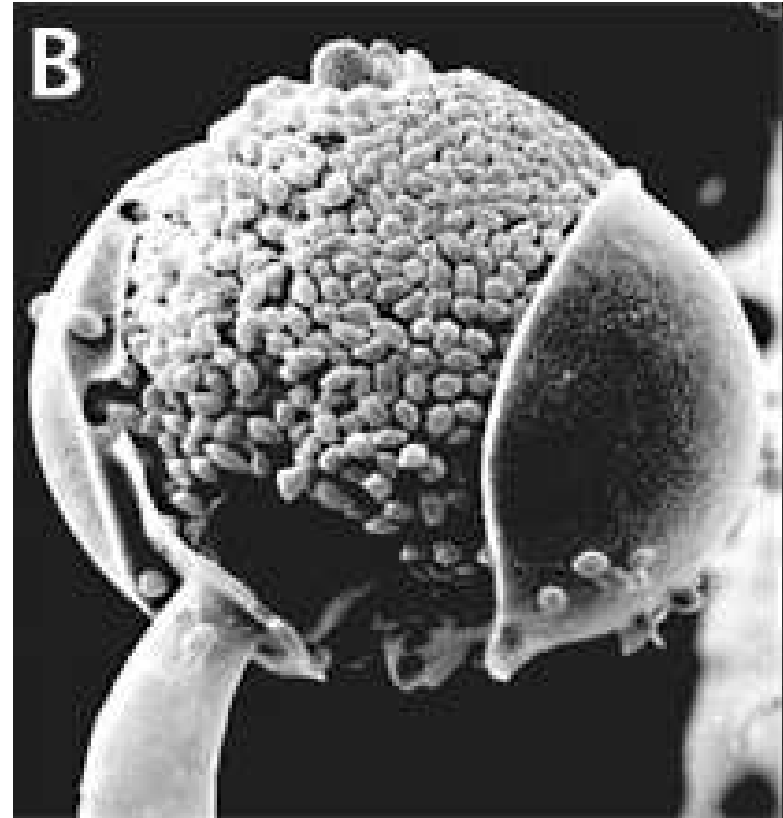
Mucor sp.



Comparaison *Rhizopus* - *Absidia*



Sporocystes avec
sporangiospores à
l'intérieur

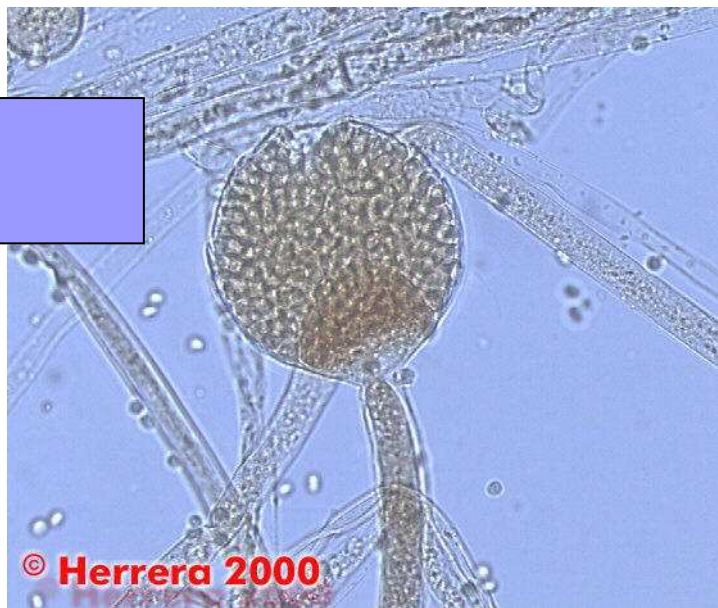


Sporocystes ouvert
à maturité pour
libérer les spores

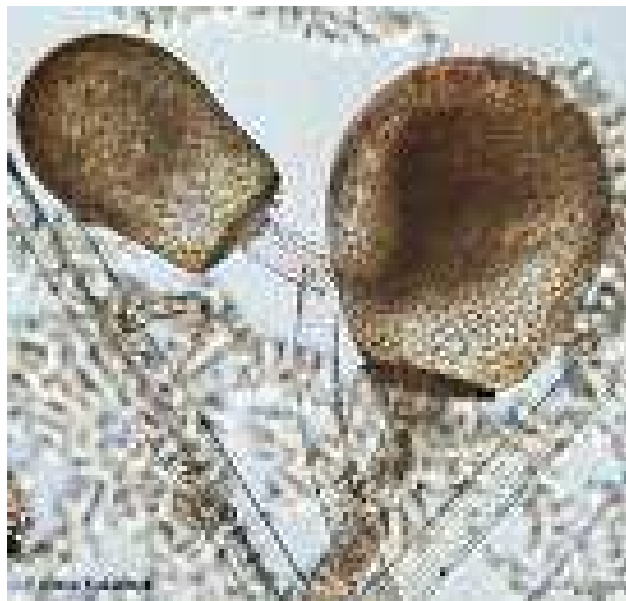


Mucor

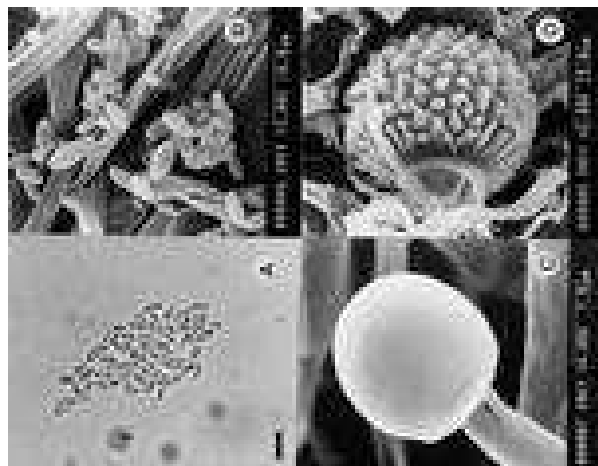
Mucor pusillus



Mucor globosus



Mucor mucedo



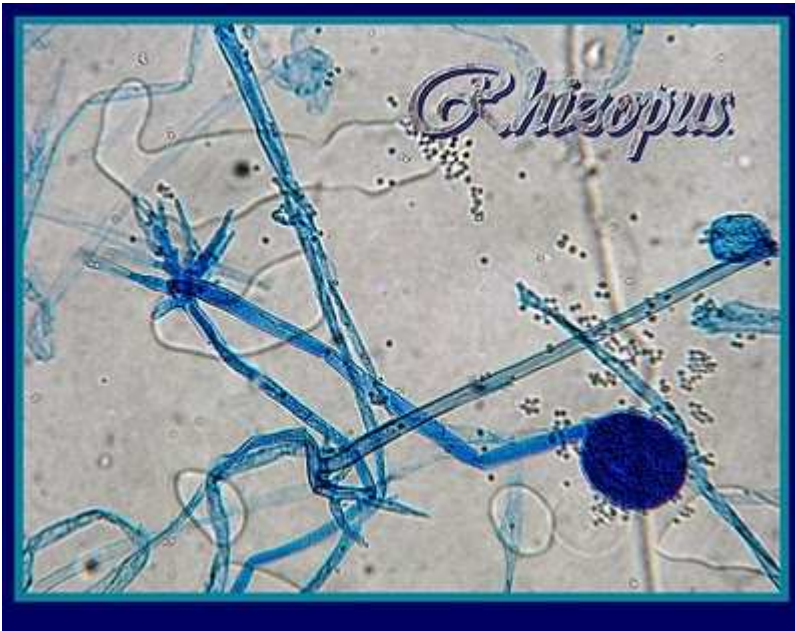
Mucor hiemalis

Mucor indicus
en boîte de Petri



Mucor mucedo
sur fruit d'agrumes

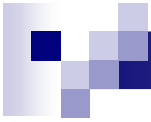
Rhizopus



Rhizopus sp.



Rhizopus sur tomate



Rhizopus nigricans



Absidia



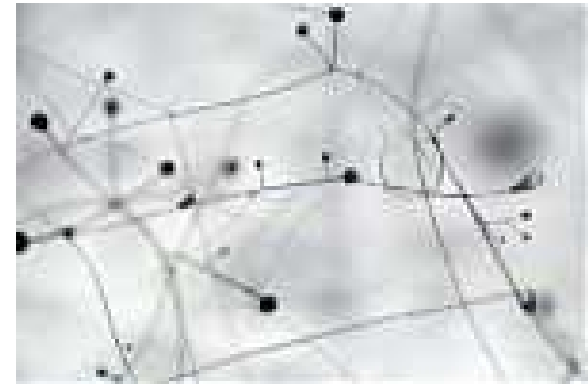
Absidia sp.



Absidia
corymbifera



Absidia
parricida





. Formation de conidies

Se forment à l'air libre (pas de sac)

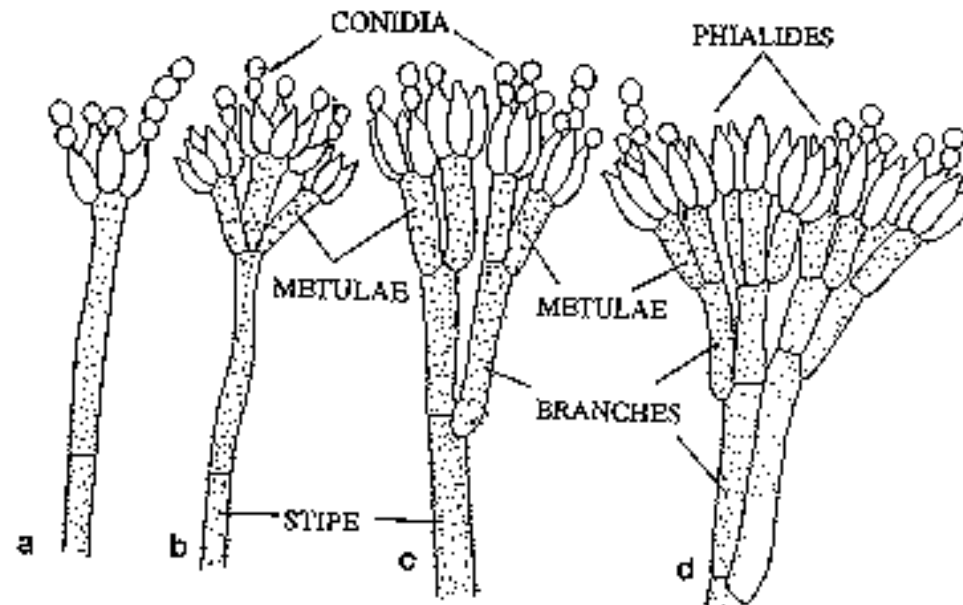
Sur filament spécialisé: conidiophore

Conidies unicellulaires, bicellulaires ou pluricellulaires

Parfois chez même espèce, microconidies unicellulaires et macroconidies pluricellulaires (*Fusarium*)

Souvent tête conidienne caractéristique (*Penicillium, Aspergillus, etc.*)

Penicillium

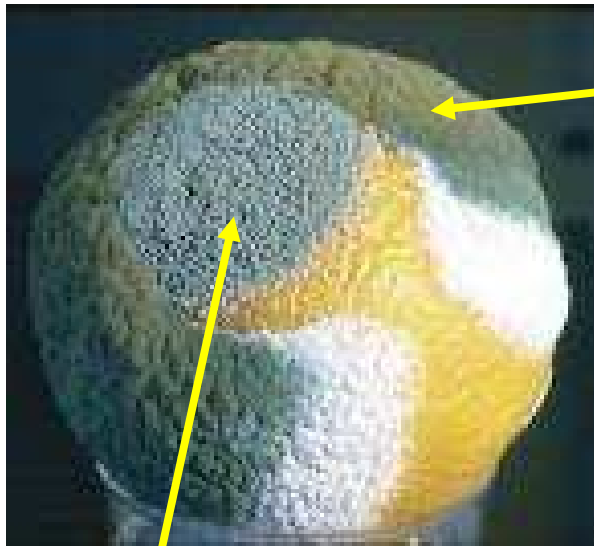


Stipe = conidiophore

Têtes conidiennes:

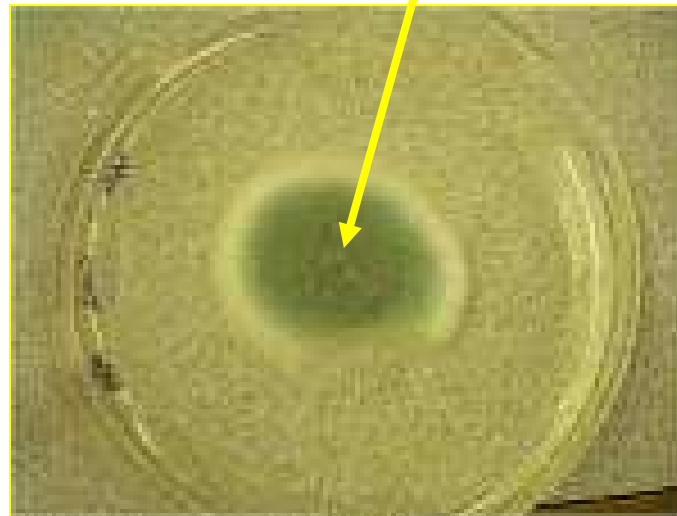
a & b: monovercillé; c: polyverticillé symétrique; d: polyverticillé asymétrique

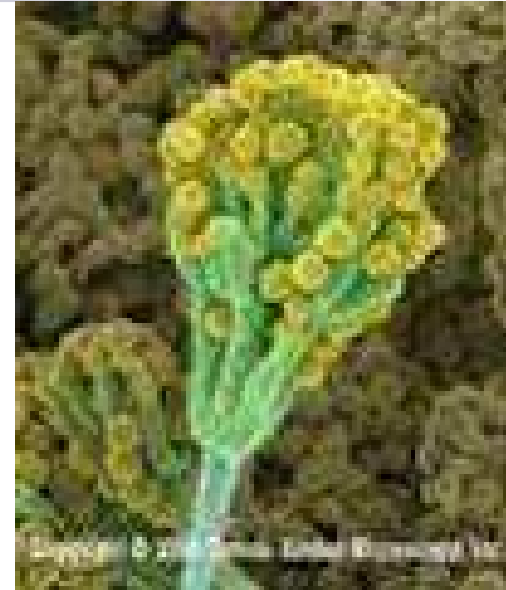
Pourritures verte et bleue des fruits d'agrumes



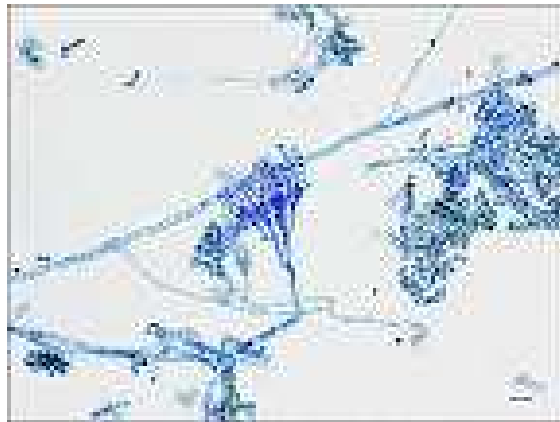
Penicillium italicum
(pourriture bleue)

Penicillium digitatum
(pourriture verte)



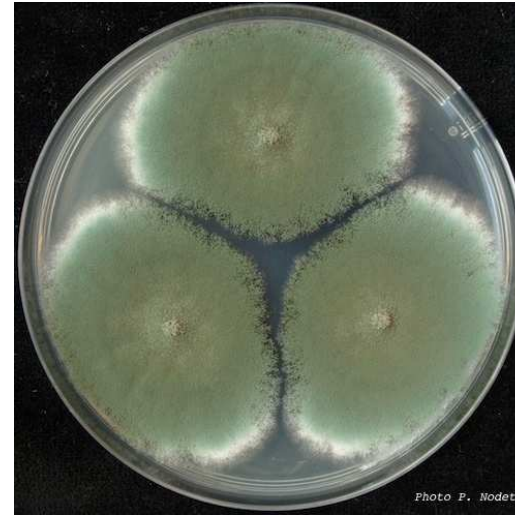
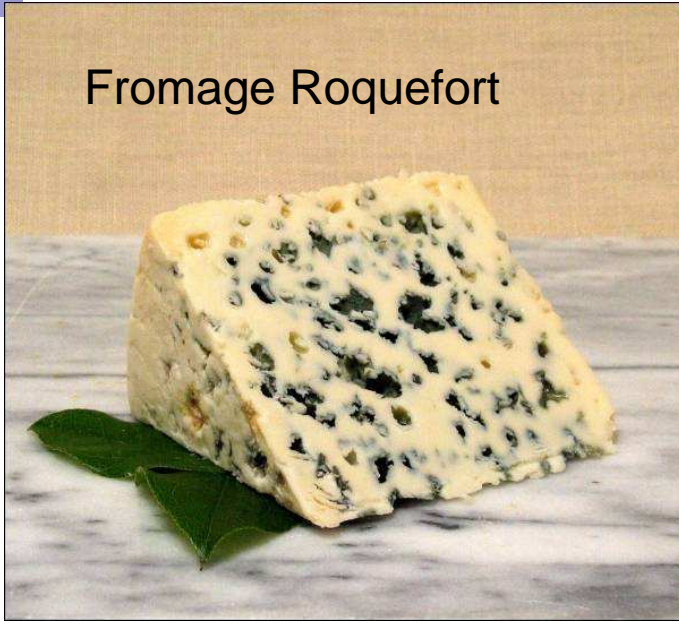


Penicillium notatum



Penicillium chrysogenum

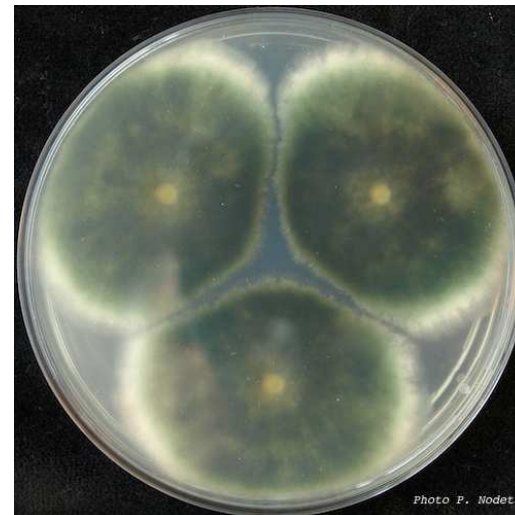
Fromage Roquefort



surface

Culture sur CYA

revers



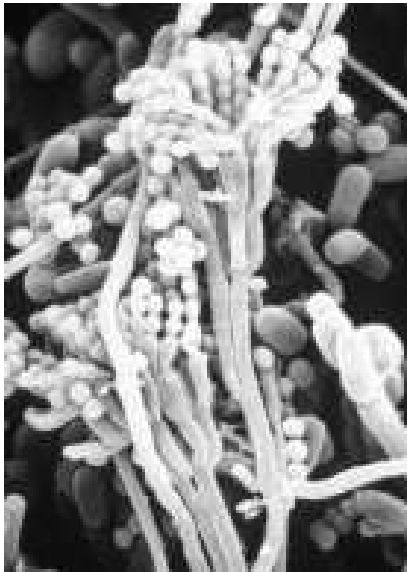
Penicillium roqueforti



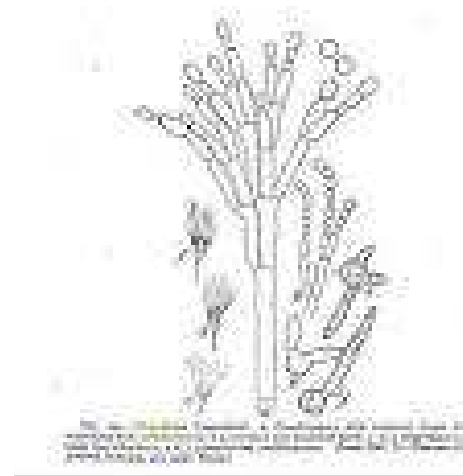
Fromage
Camembert

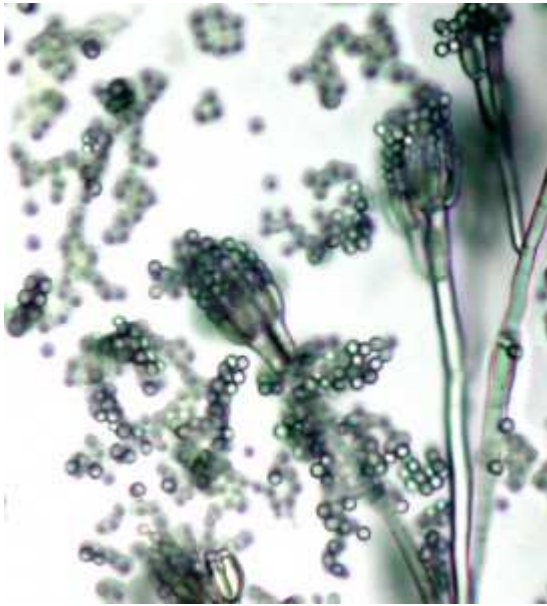
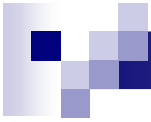


Penicillium
camemberti en culture



Tête
conidienne
de *P.*
camemberti

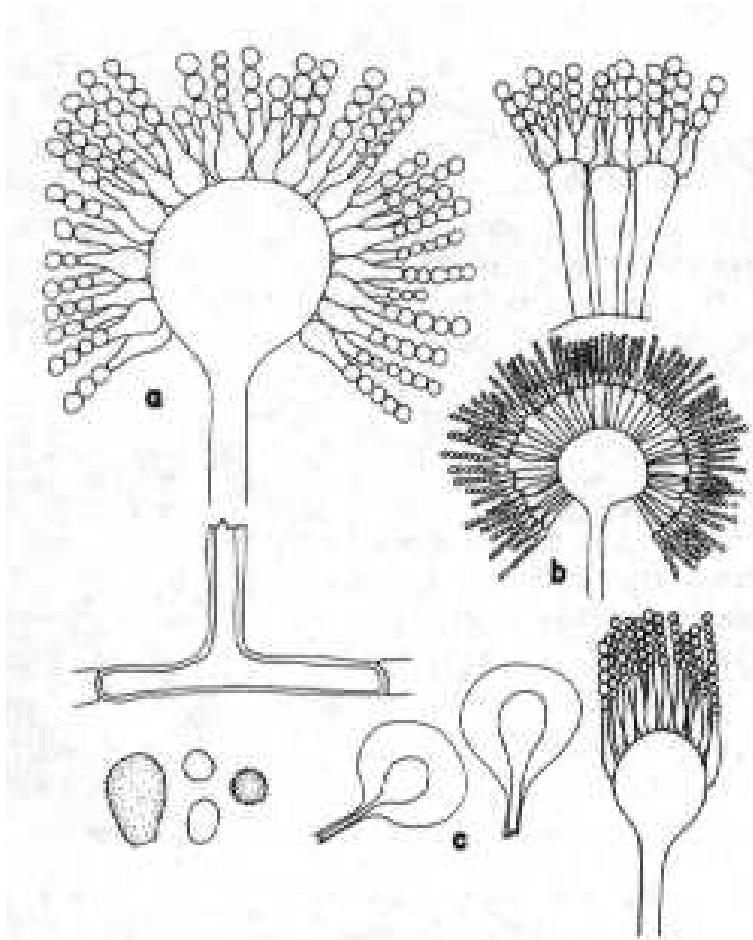




Penicillium cyclopium



Aspergillus



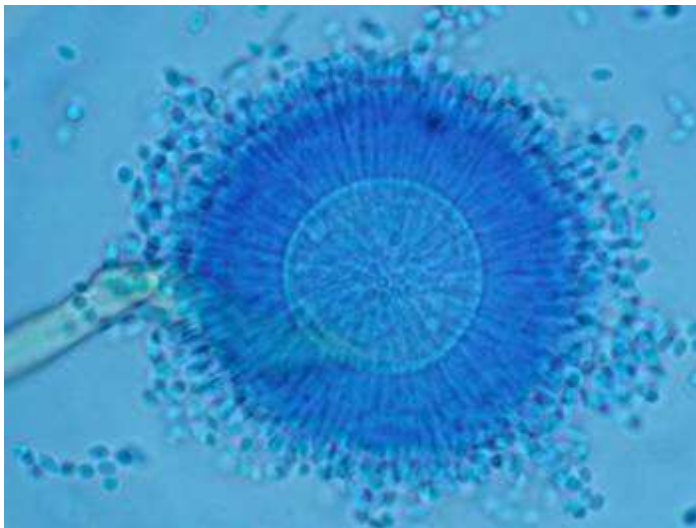
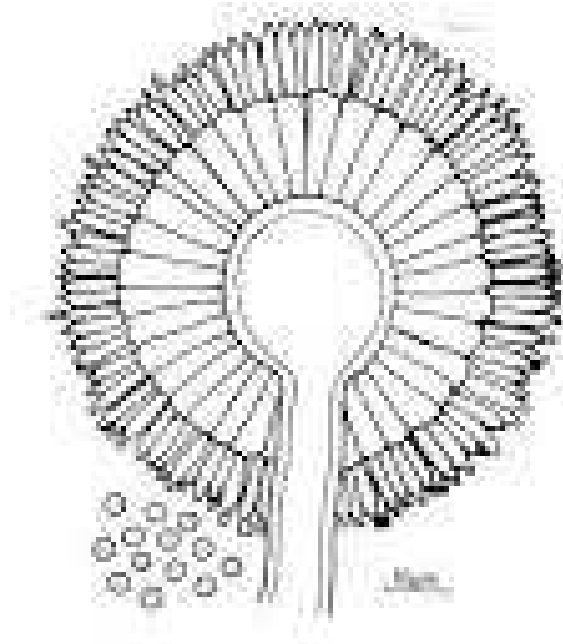
Têtes conidiennes
d'*Aspergillus*

a: monsériée

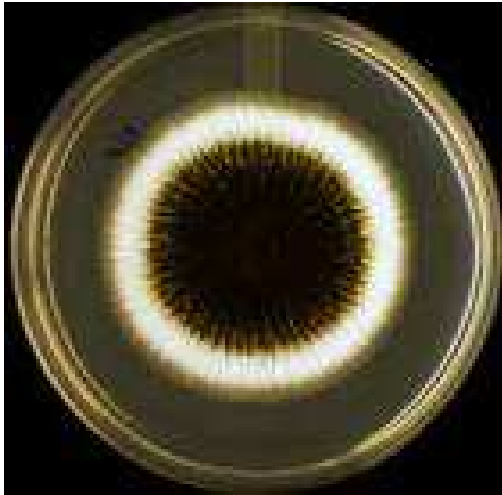
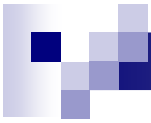
b: bisériée



Aspergillus sp.

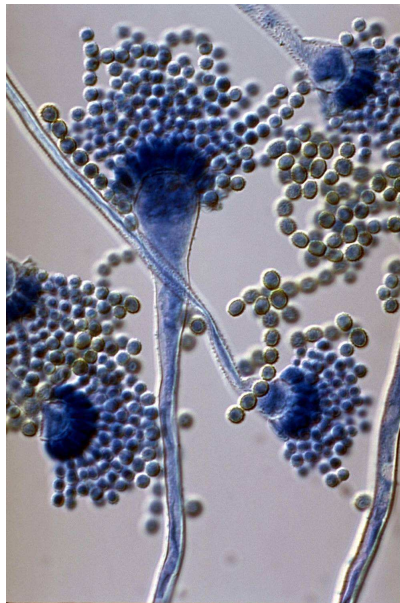
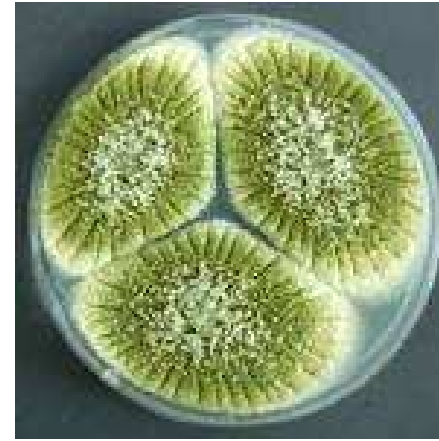
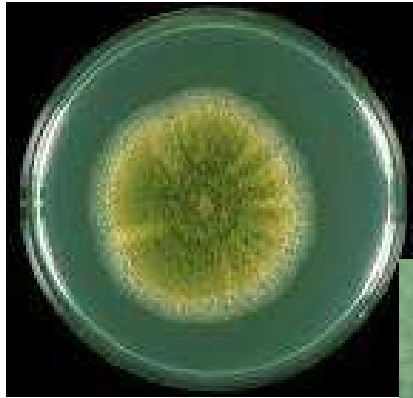
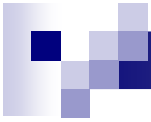


Aspergillus ochraceus

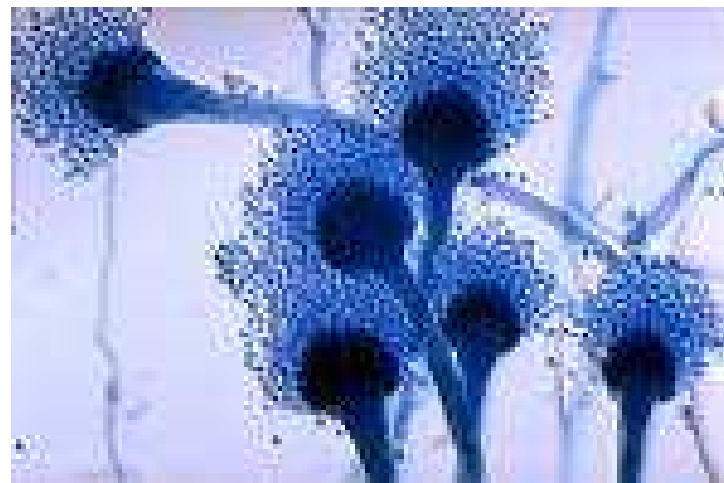


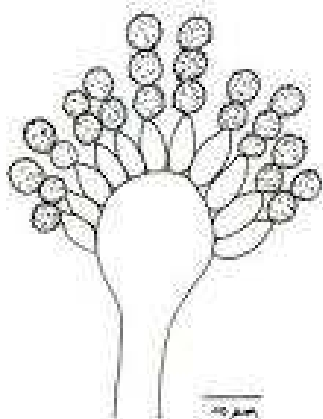
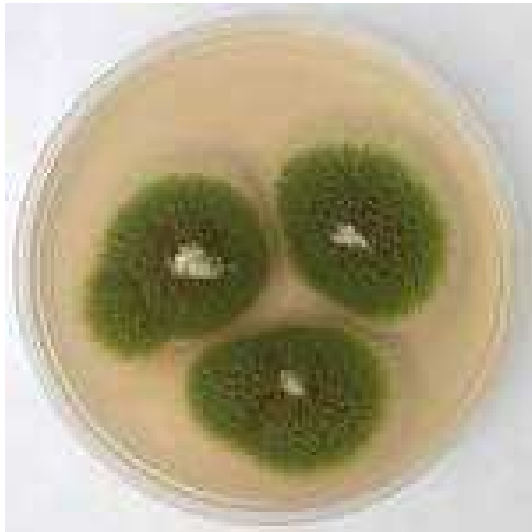
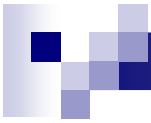
Aspergillus niger



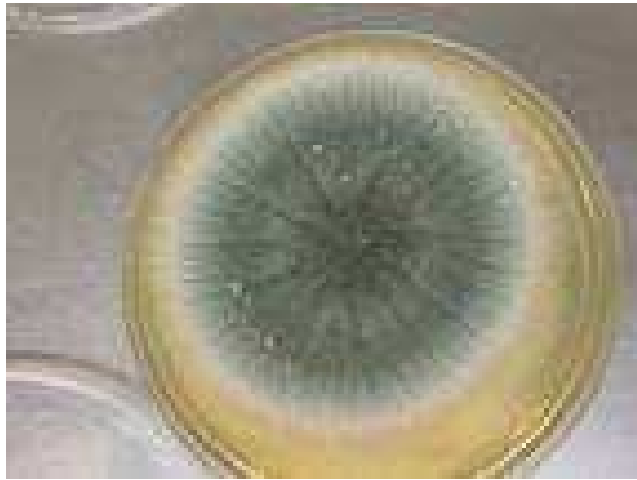


Aspergillus flavus

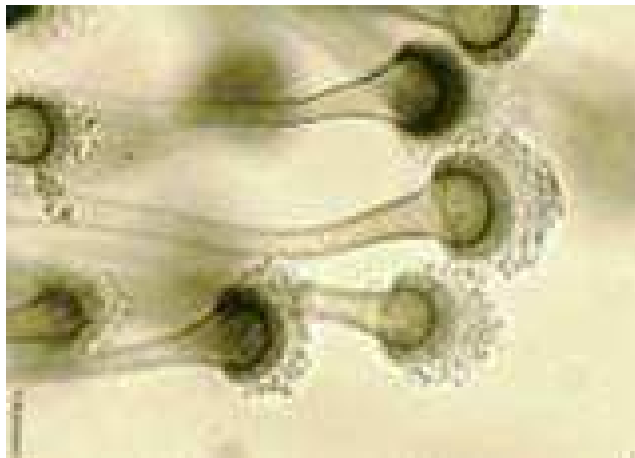




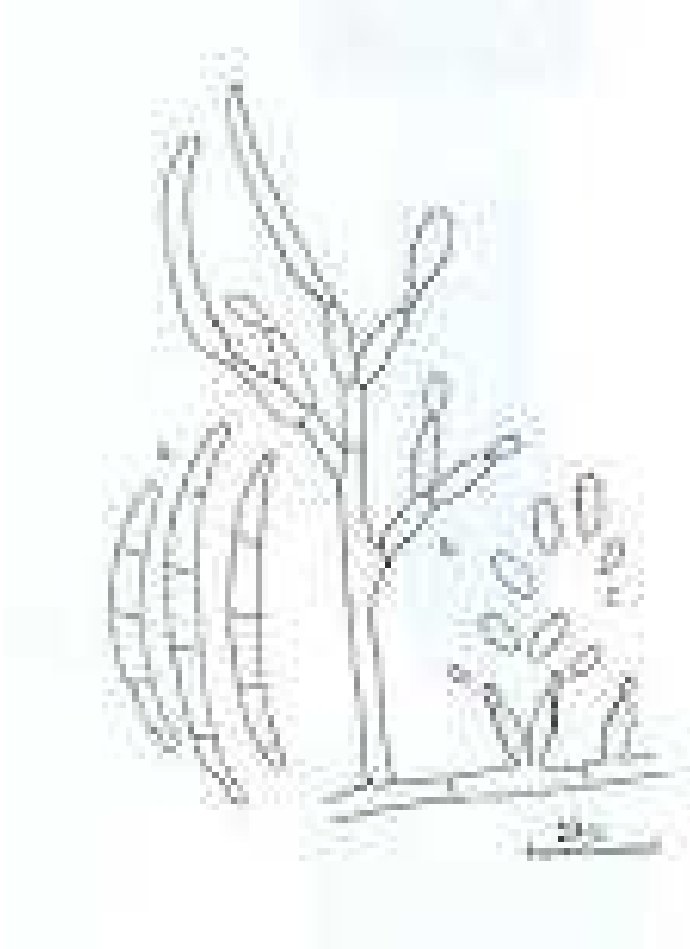
Aspergillus parasiticus



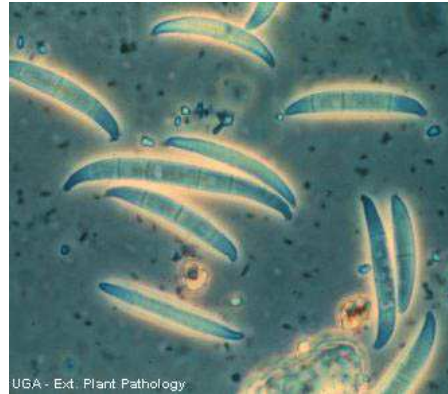
Aspergillus fumigatus



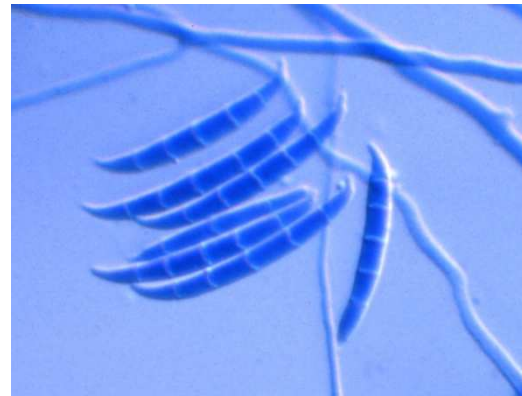
Fusarium



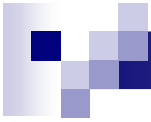
Macroconidies et
microconidies de
Fusarium



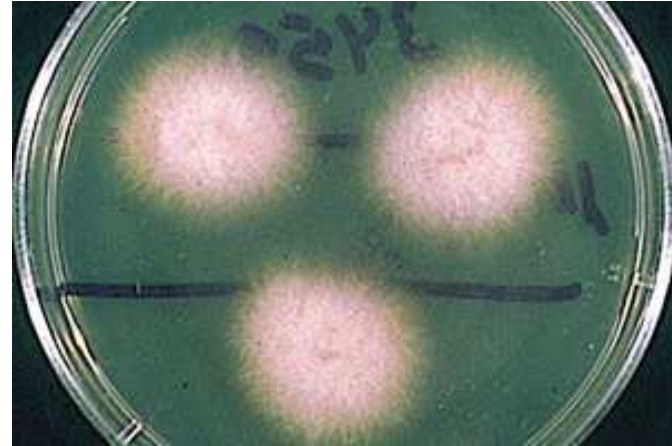
Macroconidies



Microconidies



Fusarium oxysporum

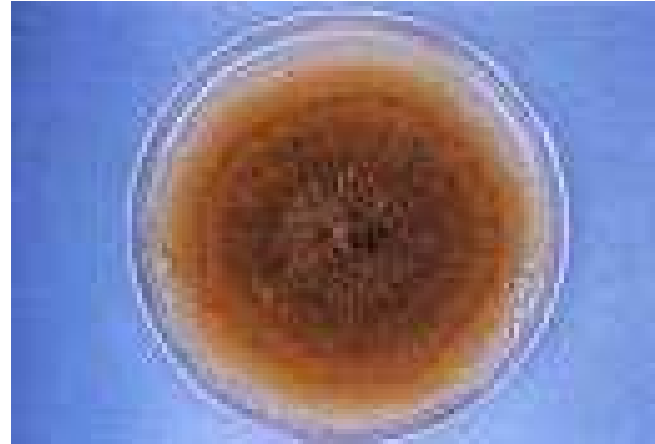
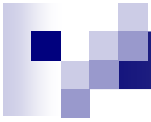


macroconidies

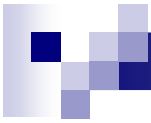
microconidies



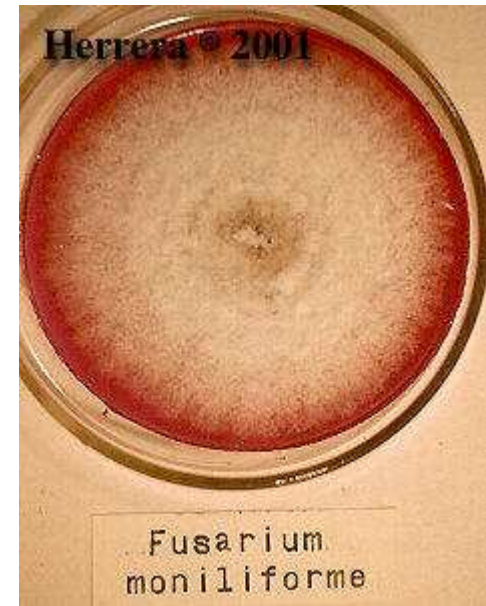
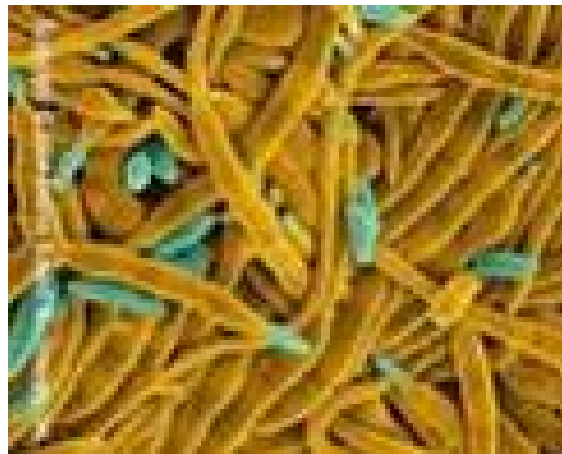
Image Courtesy of M. McGinnis
Copyright © 2000 Doctorfungus Corporation



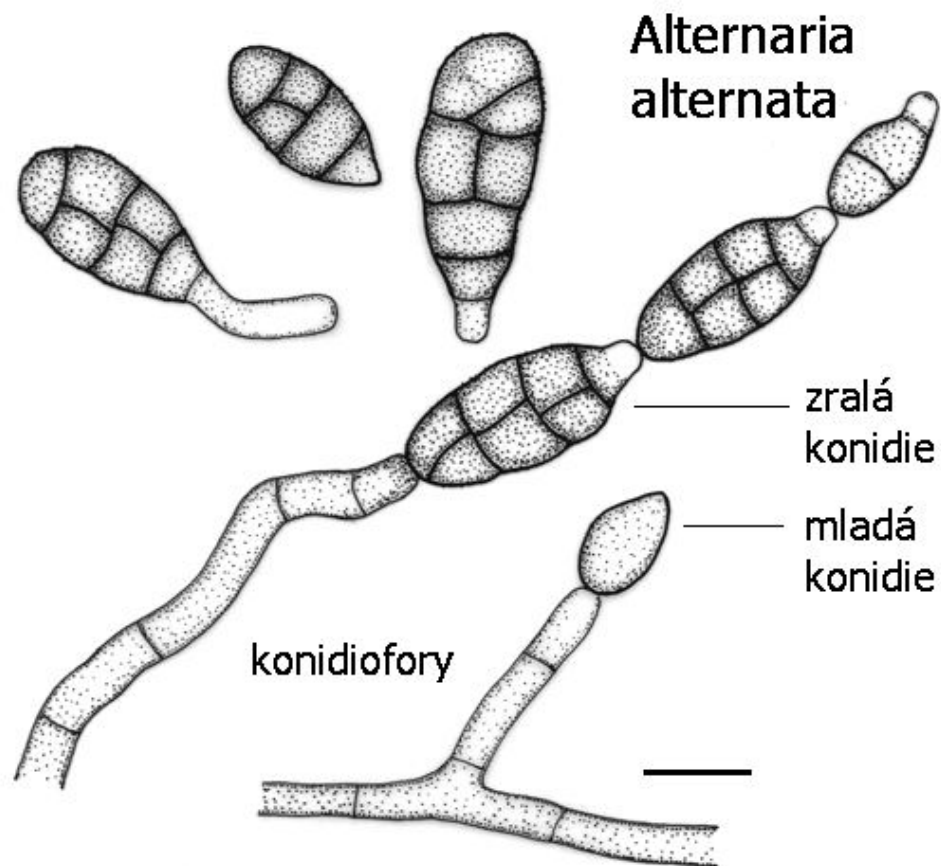
Fusarium graminearum



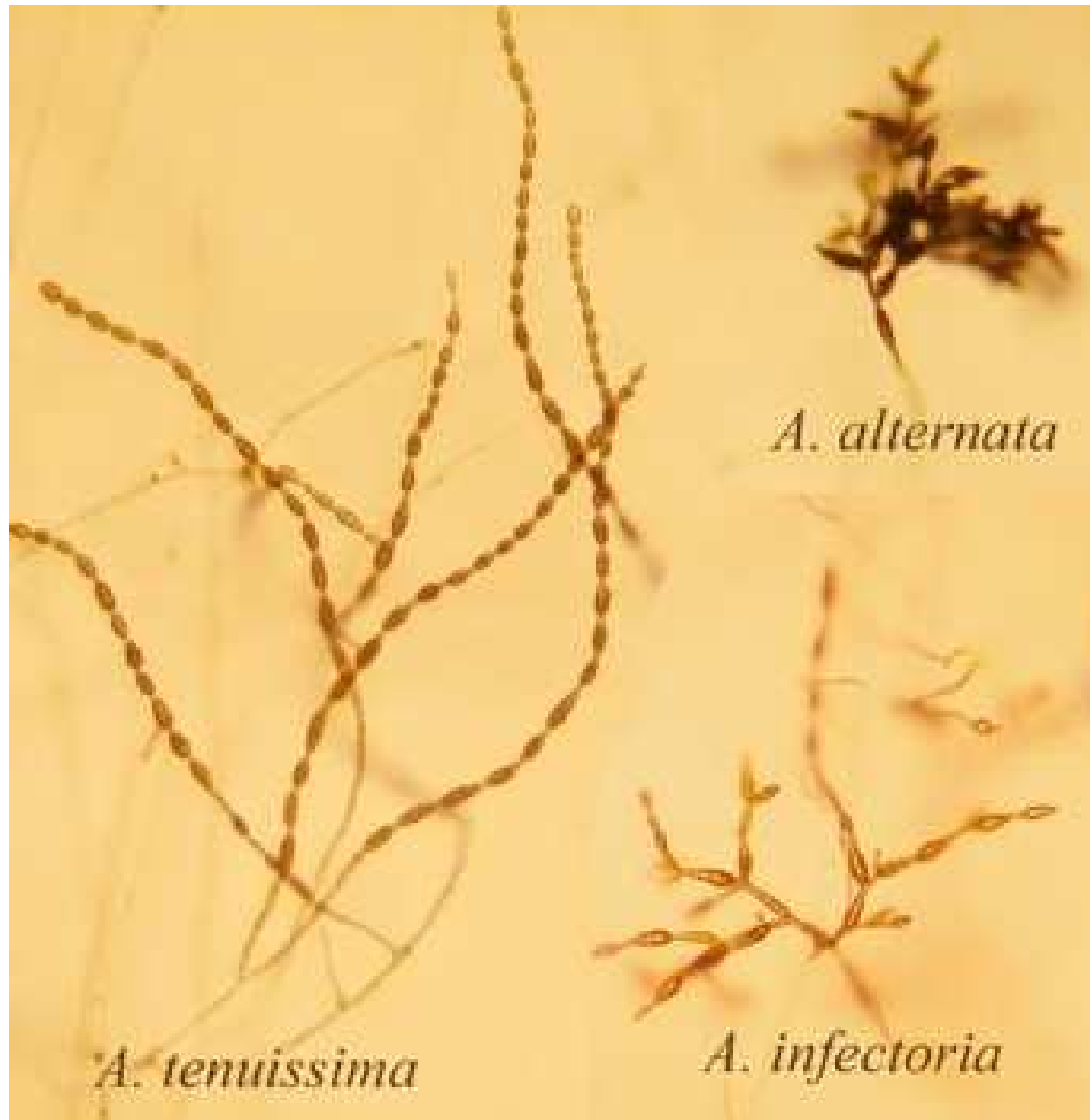
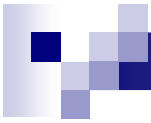
Fusarium moniliforme



Alternaria

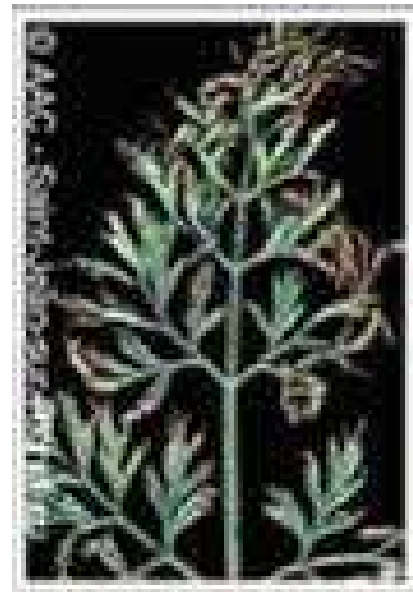
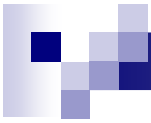


Alternaria: conidiophore,
microconidies et
macroconidies

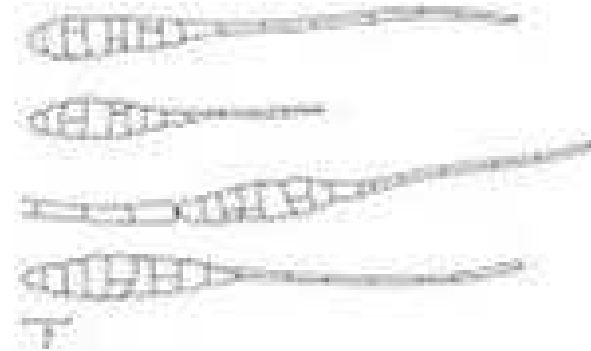


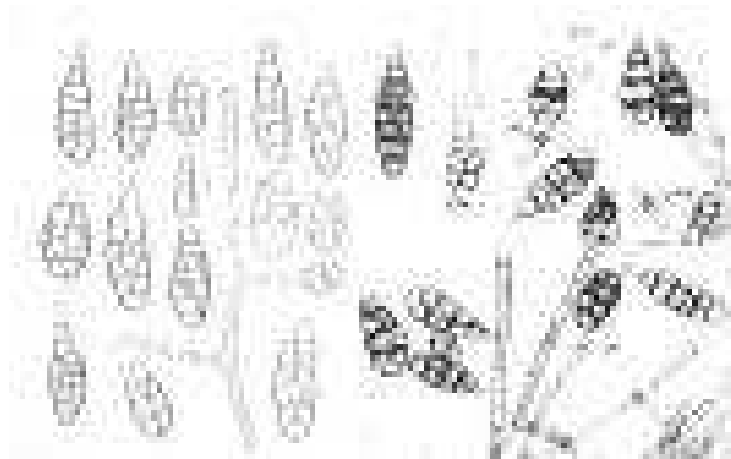
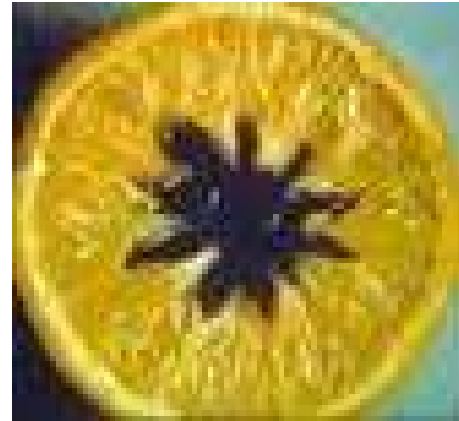
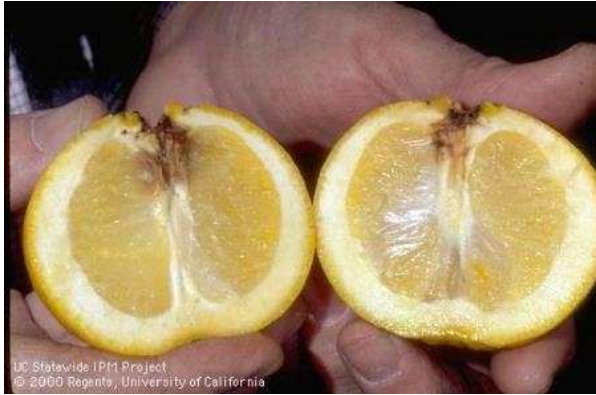
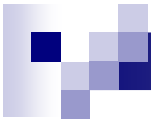


Alternaria alternata



Alternaria dauci

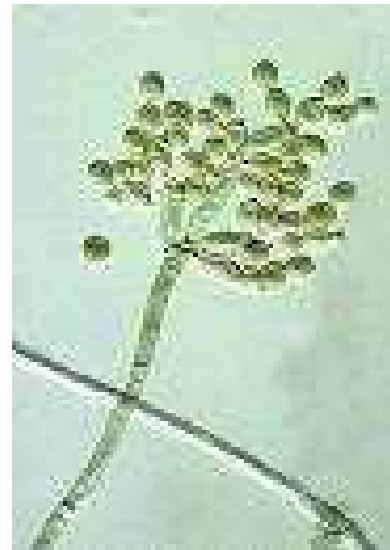




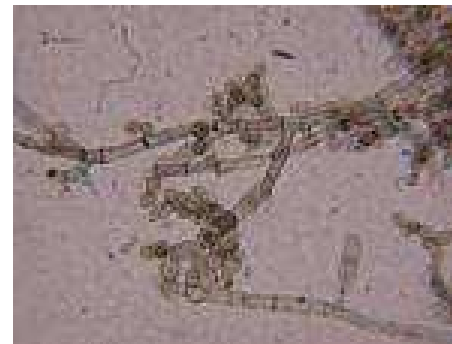
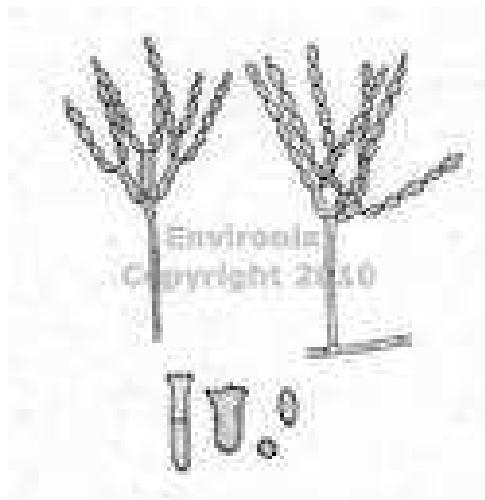
Alternaria citri



Cladosporium

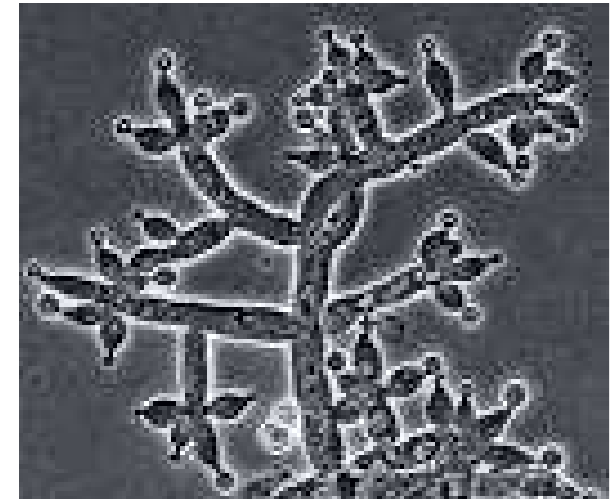
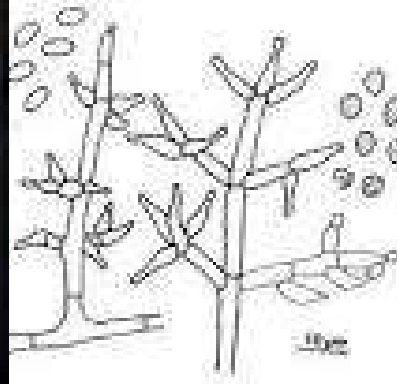


*Cladosporium
cladosporioides*



*Cladosporium
sphaerospermum*

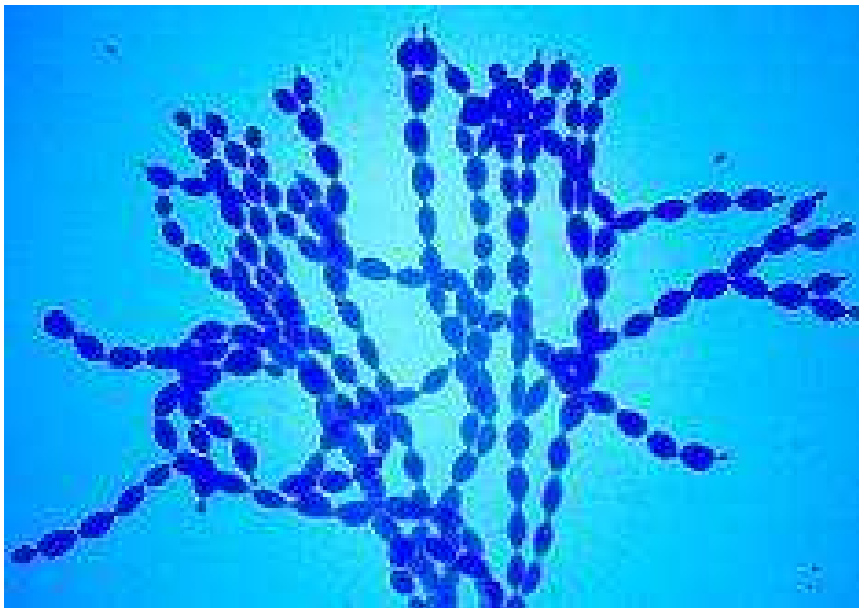
Trichoderma



*Trichoderma
viride*



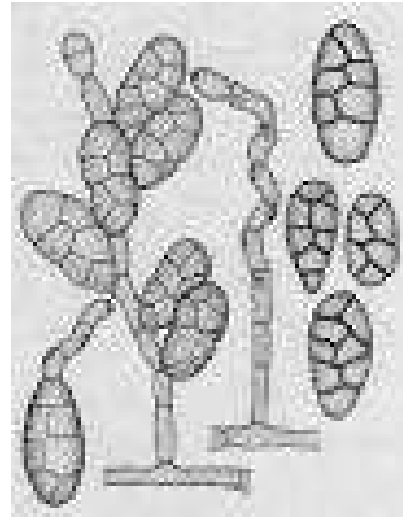
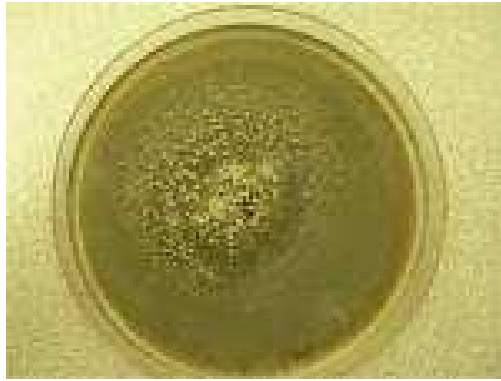
Monilia



Monilia fructigena



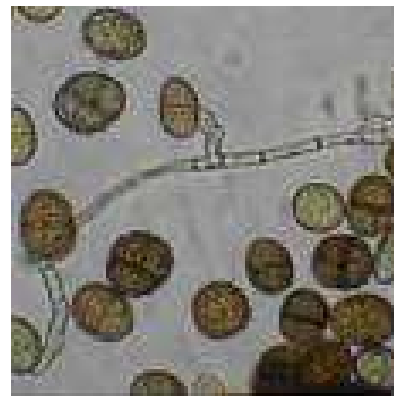
Ulocladium



Ulocladium cucurbitae

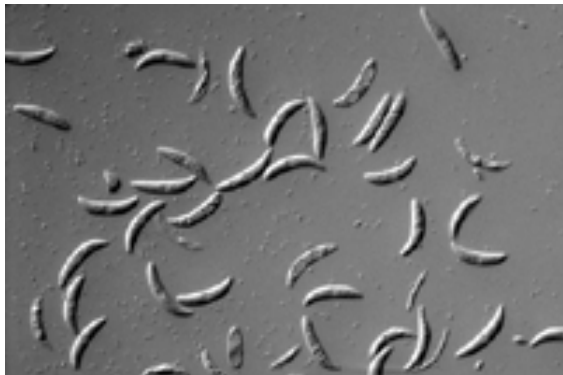


Ulocladium chartarum



Ulocladium sp.

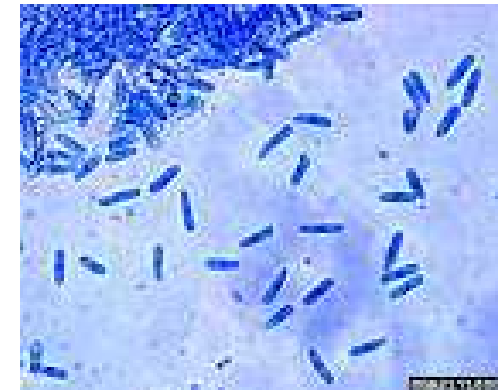
Colletotrichum



*Colletotrichum
cereale*



*Colletotrichum
graminicola*

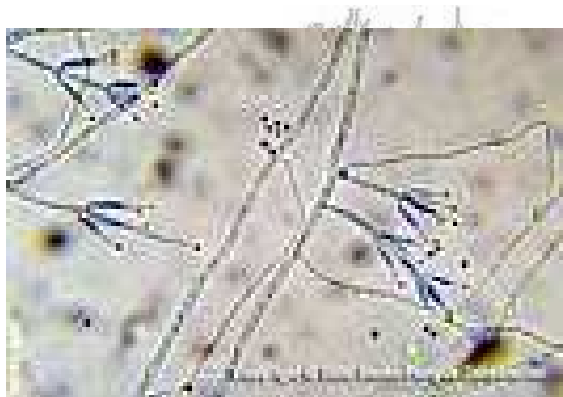
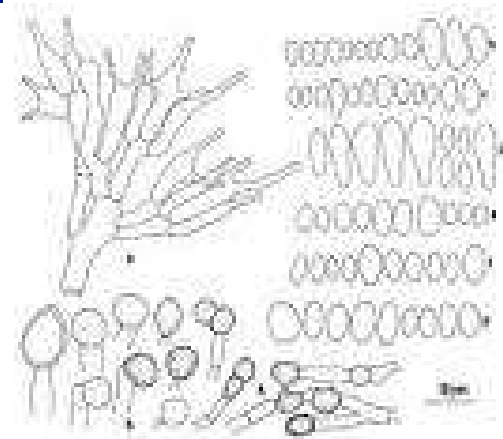


*Colletotrichum
gloesporioides*

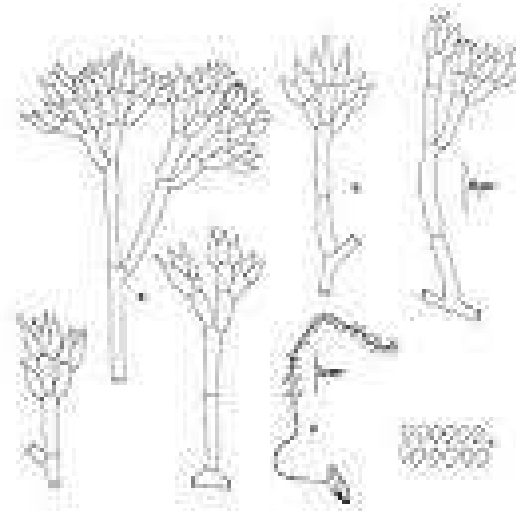
Paecilomyces



Paecilomyces variotii



Paecilomyces lilacinus



Paecilomyces ramosus

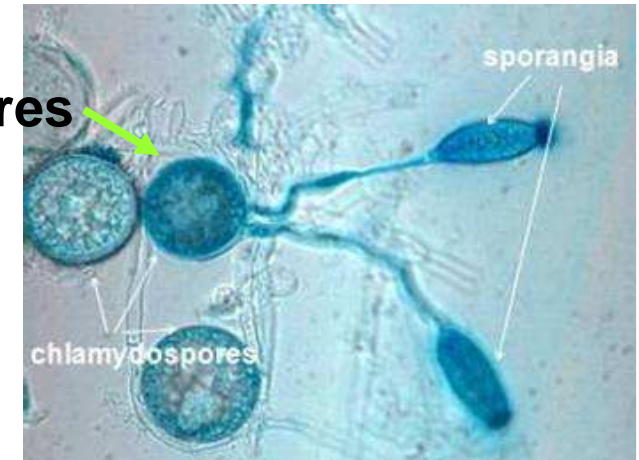
. Autres types de spores



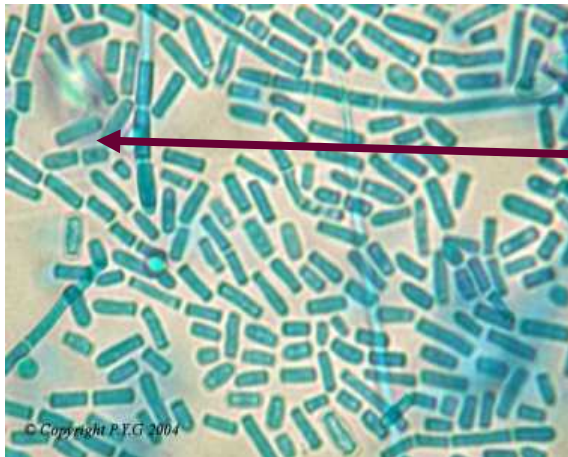
Fusarium oxysporum

Chlamydozoospores

(Rôle de résistance)



Phytophthora sp.



Geotrichum sp.

Arthrospores



Geotrichum candidum



Reproduction sexuée

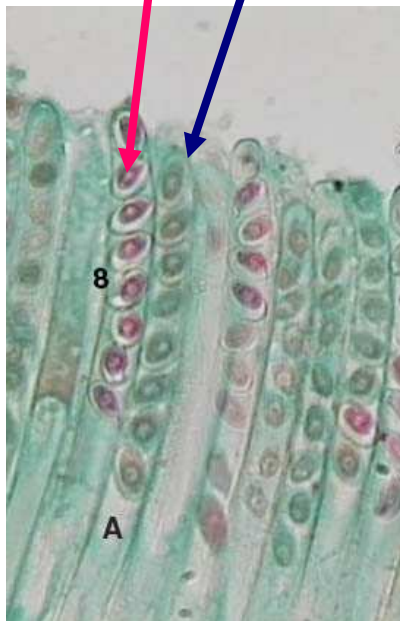
Champignons supérieurs (filaments cloisonnés)

- . Cas des Ascomycètes
- . Cas des Basidiomycètes

Champignons inférieurs ou Phycomycètes
(filaments non cloisonnés)

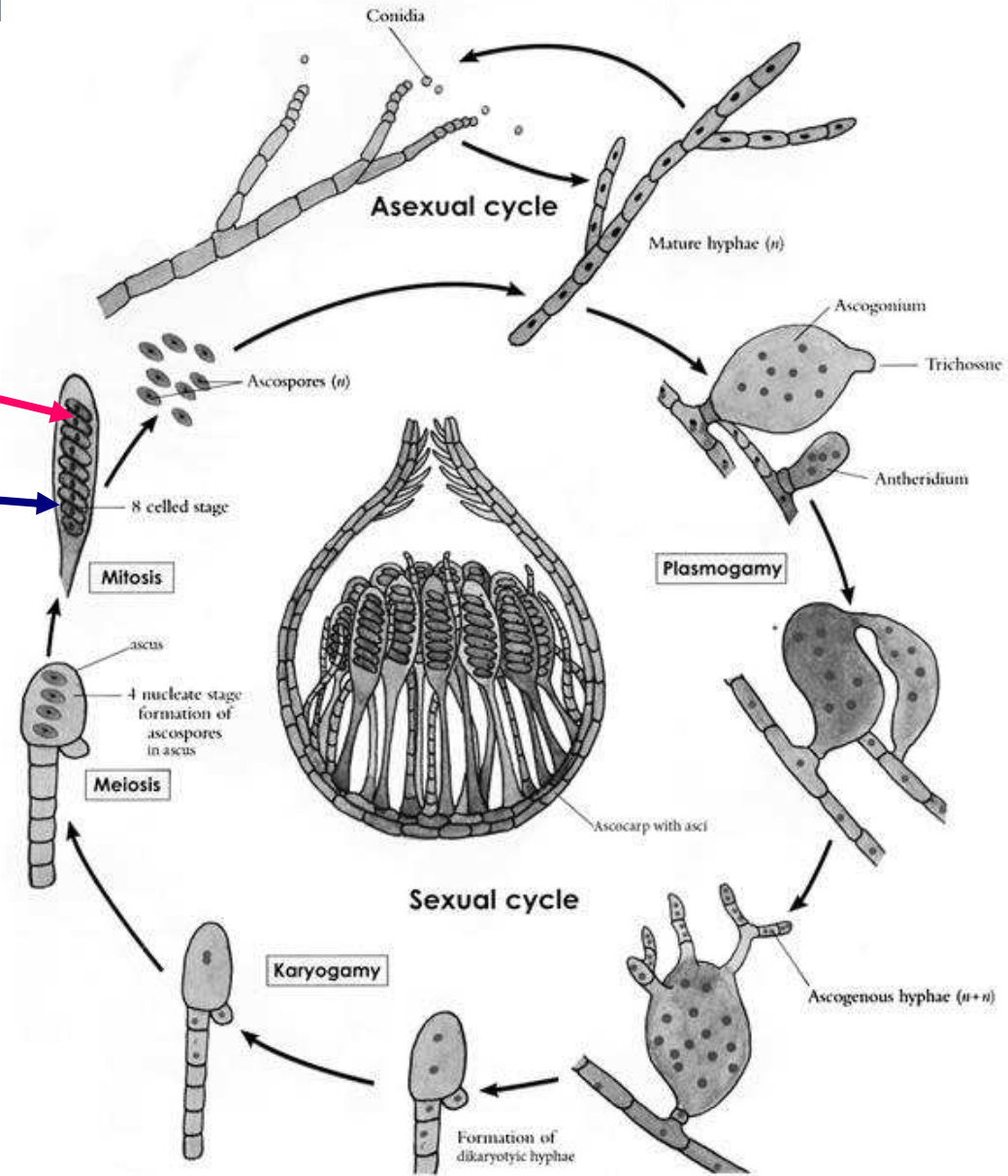
- . Formation de zygospores

Ascospores

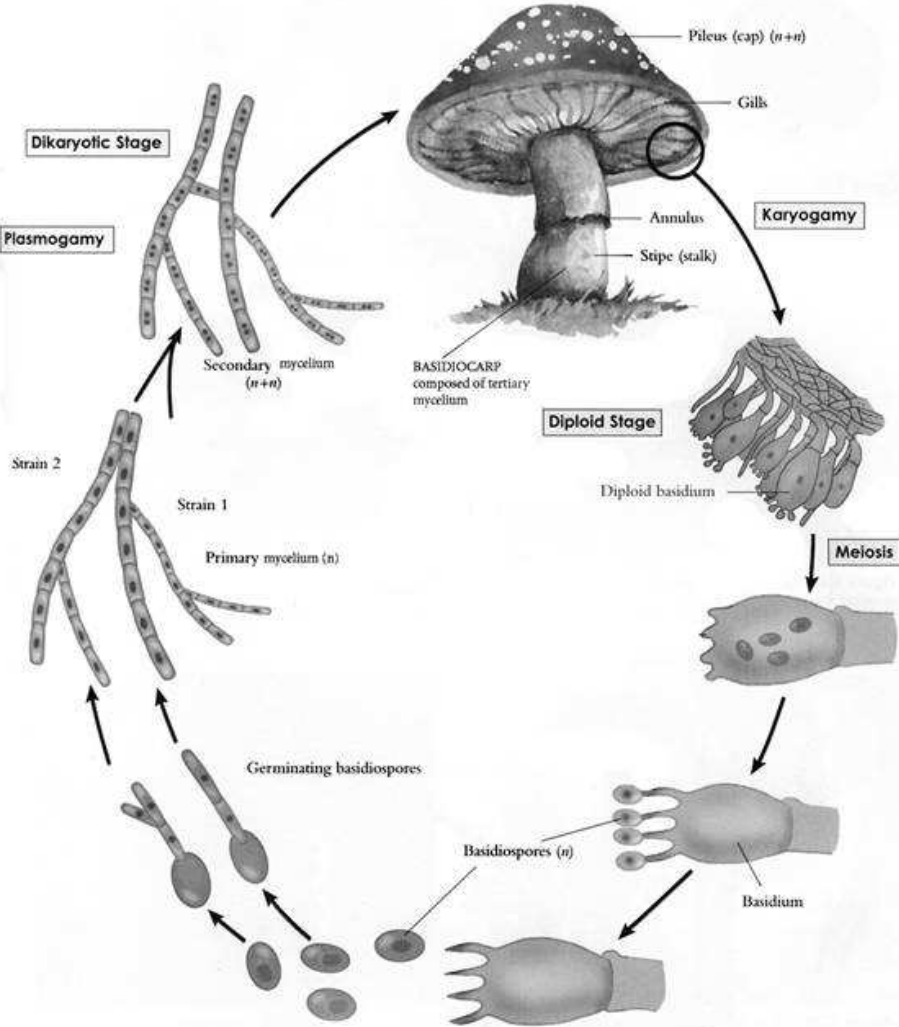
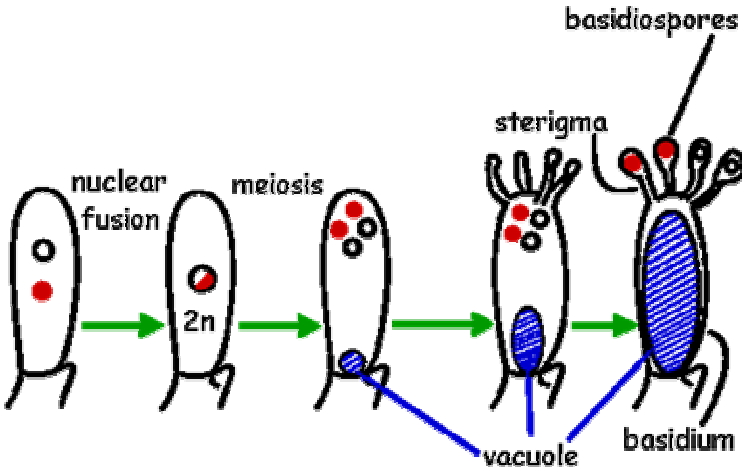


ascospores

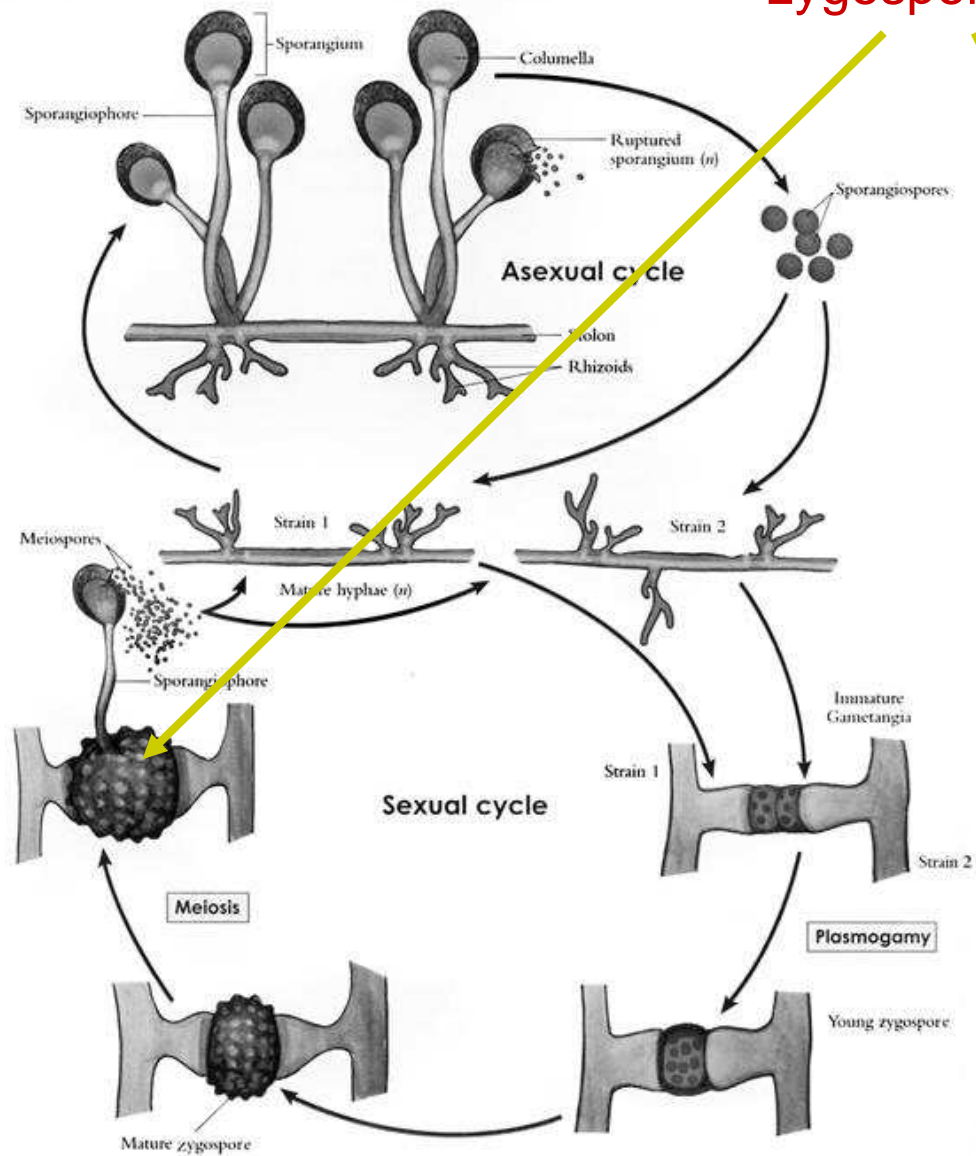
asque



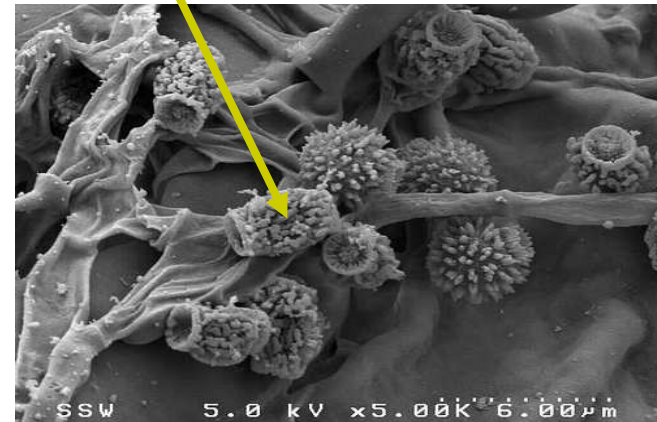
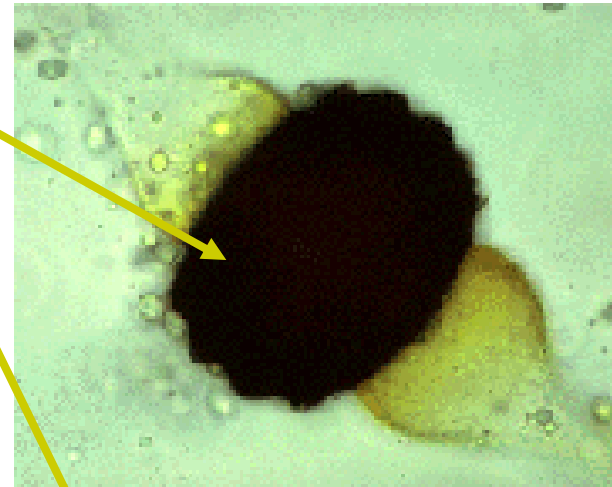
Basidiospores



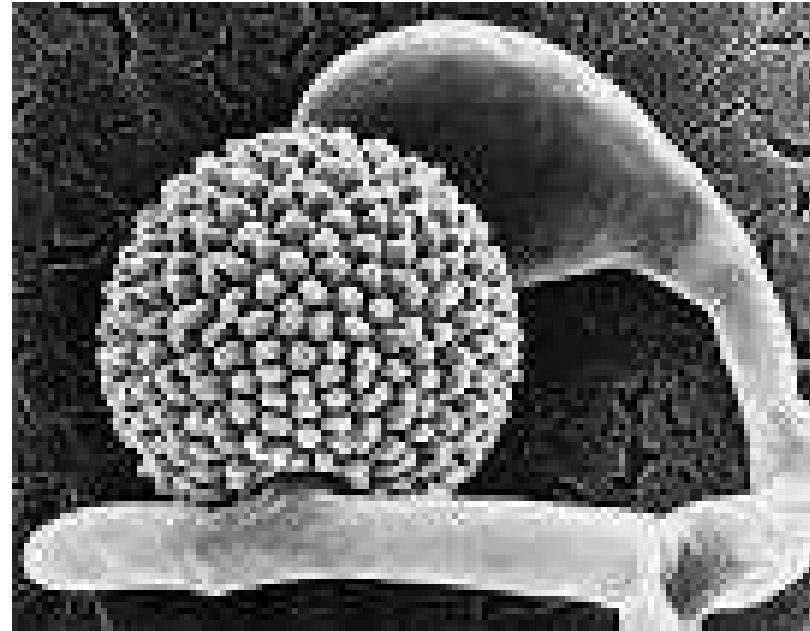
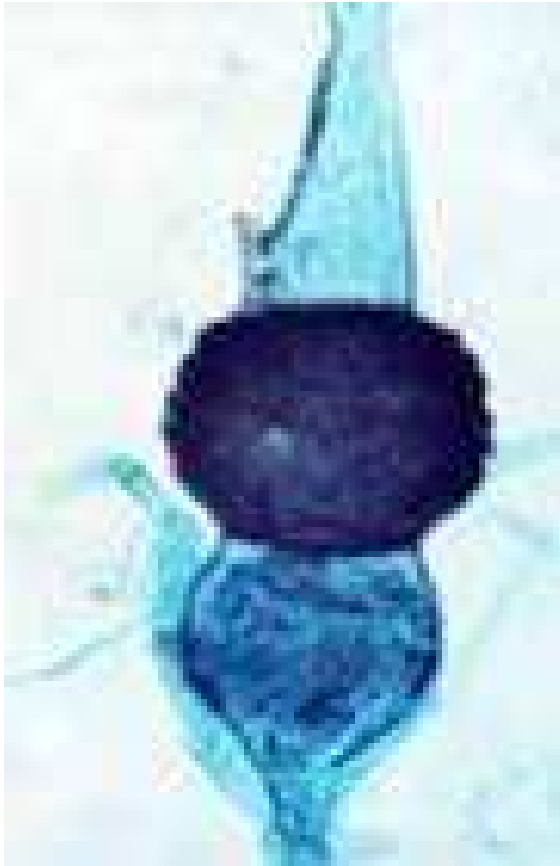
Zygosporos



zygosporos

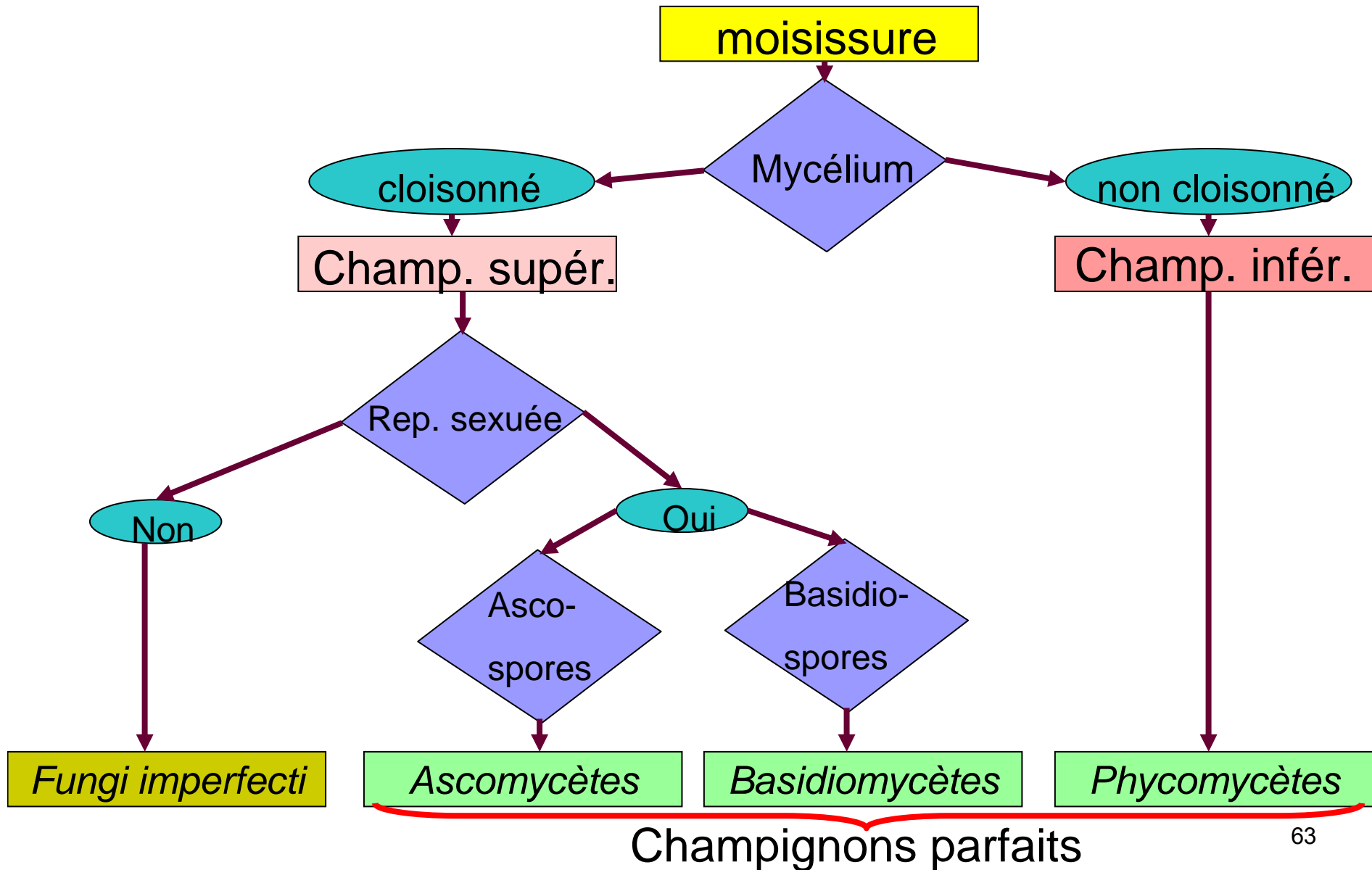


Zygospore de *Mucor* à pleine maturité



Zygospore de *Zygorhynchus*

Récapitulation- Classification des moisissures



Classification sommaire des mycètes

Classes	Sous-classes	Spores sexuées	Importance en alimentation
Phycomycètes	Zygomycètes	Zygosporés	Genres importants: <i>Mucor</i> , <i>Rhizopus</i>
	Oömycètes	Oösporés	Aucune
Ascomycètes	-	Ascospores	Nombreuses formes parfaites des levures et moisissures des aliments
Basidiomycètes	-	Basidiospores	La plupart des champignons macroscopiques (comestibles ou vénéneux)
Deutéromycètes	-	Inconnues	Nombreuses levures et moisissures des aliments