

Mycologie

à destination des BTS/DUT de biologie

TABLE DES MATIÈRES

<i>Introduction.....</i>	<i>2</i>
<i>Généralités.....</i>	<i>5</i>
<i>Mycoses.....</i>	<i>18</i>
<i>Mycologie au laboratoire</i>	<i>25</i>
<i>Les techniques de laboratoire utilisées en mycologie</i>	<i>26</i>
<i>Identification classique</i>	<i>38</i>

Introduction

Cette partie tente de rassembler les informations les plus utiles dans le cadre de la mycologie médicale et alimentaire. Des simplifications, parfois abusives, seront très faciles à mettre en évidence... que vous voudrez bien pardonner ou mieux critiquer. Merci

Quand on évoque les champignons, viennent avant tout à l'esprit les fructifications que les promeneurs vont chercher dans les forêts ou que l'on achète sur les marchés. Champignons de Paris, Cèpes ou amanites phalloïdes voici les champignons classiques. Et chacun connaît les "bons coins" où toujours repoussent les champignons.

Les esprits observateurs auront ajouté les moisissures et les "spécialistes" les levures.



Figure 1 – champignons des bois – poire moisie

Enfin quelques malades évoqueront les mycoses, maladies relativement rares mais forts désagréables :

- les **teignes**,
- les **mycoses transmises souvent à la piscine**,
- les **candidoses** comme le **muguet** dont la recrudescence est souvent liée à l'immunodépression dans les greffes ou le SIDA **ou les candidoses vaginales** .

1.1. COMMENT DÉFINIR UN CHAMPIGNON ?

Le monde des champignons est extrêmement vaste et pas toujours très bien connu car très complexe. Au niveau cellulaire on peut dire que les champignons sont des êtres vivants possédant :

- Des cellules **EUCARYOTES**.
- Des cellules pourvues d'une **paroi** contenant essentiellement des polymères de glucides (glucanes, fructanes, chitine).
- Des cellules **sans chloroplastes**. Ils sont donc **chimiotrophes**.
- Au niveau des ensembles cellulaires : la formation d'un **THALLE**, grâce à des filaments plus ou moins ramifiés en forme de tube ou hyphes et l'absence de tissus différenciés. Ce thalle est parfois confiné à une cellule (levures). Il ne constitue pas un tissu différencié. Les algues pluricellulaires sont proches des champignons dans leur structure mais pas génétiquement.

Les champignons se distinguent donc des plantes et des algues par l'absence de chloroplastes et des animaux par la présence de parois cellulaires. Du moins dans une approche pour le moins simpliste.

D'un point de vue génétique, les champignons sont très proches des animaux (branche des Unikontia) :

Mitochondries et chloroplastes sont des organites issues d'Eubactéries, respectivement bacilles Gram négatif et Cyanobactéries. Captés par des cellules eucaryotes, ils deviennent des endosymbiotes.

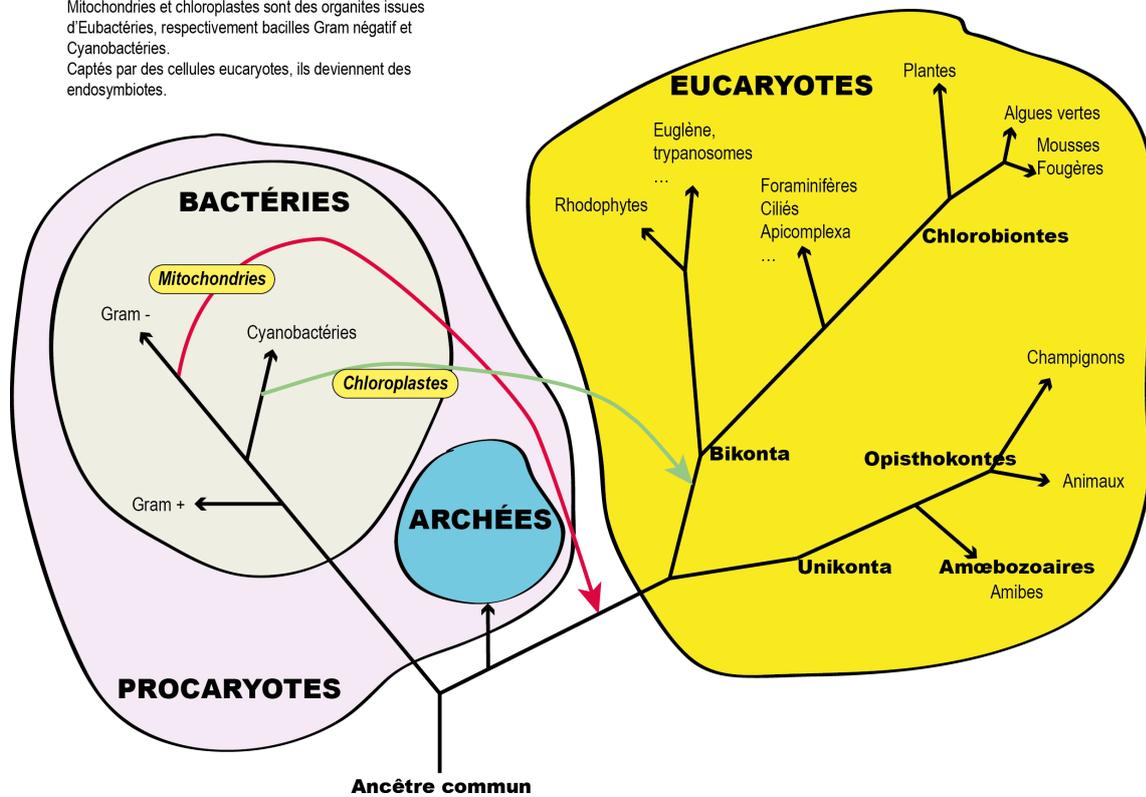


Figure 2 – Arbre du vivant en 2016

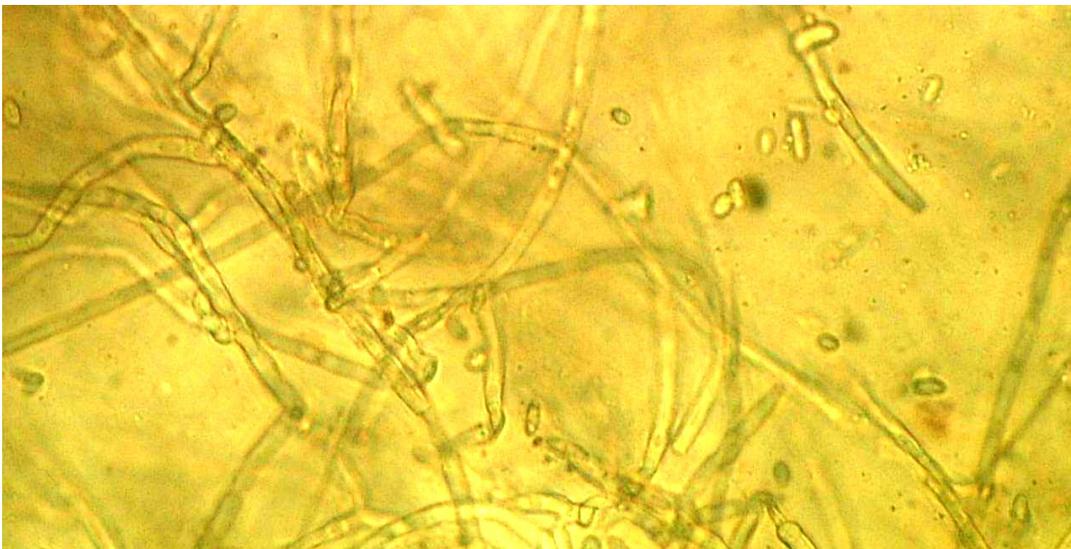


Figure 3 - Aspect microscopique

1.2. QUELLES PATHOLOGIES ?

Les champignons interviennent dans la pathologie humaine de deux façons :

- des **intoxications alimentaires** liées à certains champignons toxiques, essentiellement les Amanites. Des *Aspergillus* sont capables de produire des aflatoxines cancérigènes (*flavus* mais aussi *fumigatus*) même si l'on peut difficilement parler d'intoxications alimentaires pour des processus à long terme.
- des **infections appelées mycoses**, mais les champignons ne sont pas très pathogènes : ce sont essentiellement des opportunistes parfois commensaux, sauf les dermatophytes sont plutôt des pathogènes stricts mais les infections sont gênantes sans être graves. On trouve donc les mycoses chez les immunodéprimés (cancers, greffes, sida). La grande fréquence de ces affections et les progrès de la médecine donnent un regain non négligeable à la mycologie médicale.

1.3. APPLICATIONS UTILISANT DES CHAMPIGNONS

<p>en fromagerie</p>	<p>Les fromages sont des produits complexes élaborés à partir du caillé du lait, obtenu par l'action de la présure sur le lait frais. Interviennent dans la fabrication de nombreux microorganismes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des bactéries lactiques et d'autres bactéries pour les arômes. • des <i>Geotrichum candidum</i> • des <i>Penicillium</i> comme : <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>P. camembertii</i> qui utilise l'acide lactique et donc désacidifie et libère des enzymes intervenant dans la fabrication d'arômes. ○ <i>P. roquefortii</i> des fromages bleus qui grâce à des enzymes protéolytiques et lipolytiques modifie considérablement le goût du fromage original. Il est ajouté au départ et l'aération du fromage par piqûre suffit à assurer son développement.
<p>en charcuterie</p>	<p>Les moisissures interviennent soit comme contaminants soit pour donner l'aspect blanc extérieur du saucisson. Des bactéries lactiques sont aussi utilisées.</p>
<p>dans les préparations culinaires</p>	<p>Les champignons peuvent faire partie des repas (champignons de Paris, cèpes...) ou intervenir dans l'arôme des mets (truffes). Ils interviennent dans des préparations comme la choucroute (levures). En Asie surtout mais parfois aussi en Afrique les champignons sont très utilisés dans les préparations culinaires particulières de ces pays. De très nombreuses sortes de champignons servent : <i>Aspergillus</i>, Mucorales comme <i>Rhizopus</i> dans le tempech, Levures...</p>
<p>dans la fabrication des additifs</p>	<p>Des molécules sont souvent ajoutées à des aliments pour faciliter la préparation, améliorer la présentation, améliorer les qualités organoleptiques ou faciliter la conservation. Ces additifs peuvent évidemment être chimiques mais sont souvent apportés par des champignons :</p> <ul style="list-style-type: none"> • des acides organiques comme l'acide citrique (<i>Aspergillus niger</i>, <i>P. citrinum</i>) • des enzymes utilisées dans la préparation du pain (hydrolyse de l'amidon par amylases d'<i>Aspergillus</i>), la coagulation du lait (pseudoprésures de Mucorales), la clarification des jus de fruits (pectinases d'<i>Aspergillus</i>), l'hydrolyse du lactose (lactase d'<i>Aspergillus</i>), antioxydant comme la glucose oxydase comme additif des mayonnaises et des œufs en poudre (<i>Aspergillus niger</i>), ...
<p>dans la fabrication du pain (pâtes), du vin, de la bière...</p>	<p>La synthèse de l'éthanol biologique est essentiellement le fruit de l'action des levures (<i>Sacharomyces</i>). Les vins de grande qualité subissent l'action successive de plusieurs levures provenant de l'environnement de vinification (grain de raisin, matériel utilisé, cave...) Dans un cas, on utilise des moisissures naturelles : c'est la pourriture noble des Sauternes (<i>Botrytis cinerea</i>). La fermentation éthanolique est utilisée aussi en panification pour la levée de la pâte grâce au dioxyde de carbone. L'éthanol s'évapore à la cuisson. Un <i>Aspergillus</i> est utilisé dans la fabrication du saké au même titre que le malt (orge germé) dans la fabrication de la bière, donc pour l'apport d'amylases permettant la transformation de l'amidon en oses (ou en diholosides). Merci Antoine Gaudin.</p>
<p>dans la lutte biologique</p>	<p>Un certain nombre de champignons sont utilisés pour tuer des insectes ou vers nuisibles ; <i>Beauveria bassiana</i> peut parasiter les insectes, <i>Arthrobotrys superba</i> les nématodes.</p>
<p>dans la fabrication de médicaments</p>	<p>Le premier antibiotique, la pénicilline, est le fruit d'un champignon <i>Penicillium notatum</i>... (industriellement : <i>Penicillium chrysogenum</i> pour le noyau bêtalactamine, <i>Cephalosporum</i> pour les céphalosporines...) Ajoutons la cyclosporine, très important immunosuppresseur, utilisé pour les greffes. De nombreuses protéines issues du génie génétique sont aujourd'hui fabriquées par des levures. C'est le cas du vaccin contre l'hépatite B. L'avantage des levures réside dans leur nature eucaryote pour la synthèse des protéines, la possibilité de fabrication de particules membranaires et la facilité de leur culture par rapport aux cellules animales en culture.</p>

Généralités

Le texte ci-dessous est destiné, à priori, aux étudiants de BTS ou DUT biologiques.

Remerciements à Madame Èveline GUÉHO pour une formation efficace sur les champignons !

**Il doit subir une profonde mutation dès que cela sera possible
et de nombreuses erreurs doivent être réduites.**

Le monde des champignons est fort complexe car :

- le nombre de variétés de champignons est considérable (100 000 espèces...),
- les chromosomes sont difficiles à mettre en évidence et à étudier,
- la reproduction sexuée n'est pas toujours connue car il faut trouver deux individus des deux sexes pour faire le croisement.

De nombreux critères peuvent être ou ont été utilisés comme en Bactériologie et sont remis en cause par les études récentes.

Toutefois, l'étude des champignons est d'abord "botanique" : elle sera donc fondamentalement morphologique et reposera sur la détermination d'une forme sexuée. Seules les levures utilisent des techniques très bactériologiques.

1. LE MYCÉLIUM

1.1. Le thalle

Qu'est ce que le thalle

Un certain nombre de champignons sont unicellulaires : ce sont des **levures**.

La plupart des champignons sont formés de sortes de tubes, les **hyphes**, éventuellement interrompu par des cloisons ou septums. Ces hyphes forment un réseau avec des branchements.

Des **organes de fructifications**, générant des spores, peuvent apparaître sur certains tubes.

L'ensemble forme le **thalle** de l'individu champignon. On parle aussi de **mycélium**.

Une colonie de champignon est parfois le thalle d'un seul individu.

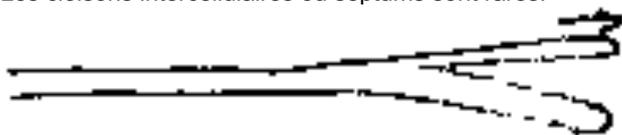
Des champignons existent sous deux formes : filamenteuse et levure (champignons dimorphiques).

Les champignons, comme de nombreuses algues, sont des thallophytes qui ne possèdent pas de vrais tissus différenciés, c'est-à-dire possédant des tissus dont les cellules ont des fonctions différentes.

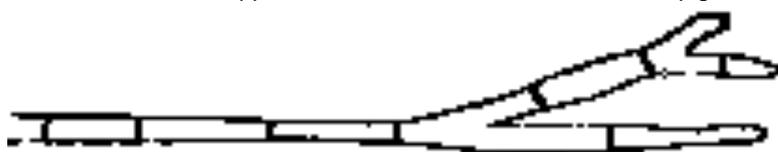
Deux types de thalles

Deux types de thalles sont distingués :

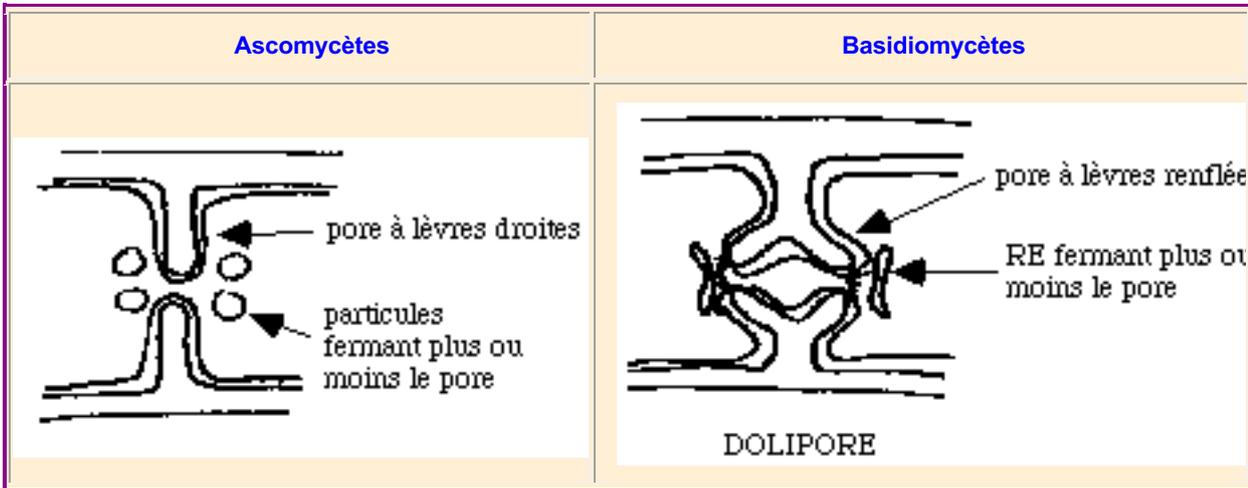
- les **thalles non cloisonnés**, formés d'un amas cytoplasmique contenant les noyaux, amas dit coenocytique (siphonnés). Ce type de mycélium détermine l'appartenance aux Champignons inférieurs. Les cloisons intercellulaires ou septums sont rares.



- les **thalles cloisonnés** où les cellules sont séparées les unes des autres par des cloisons présentant toujours une communication intercellulaire plus ou moins importante (septés). Ce type de mycélium détermine l'appartenance aux Champignons supérieurs.

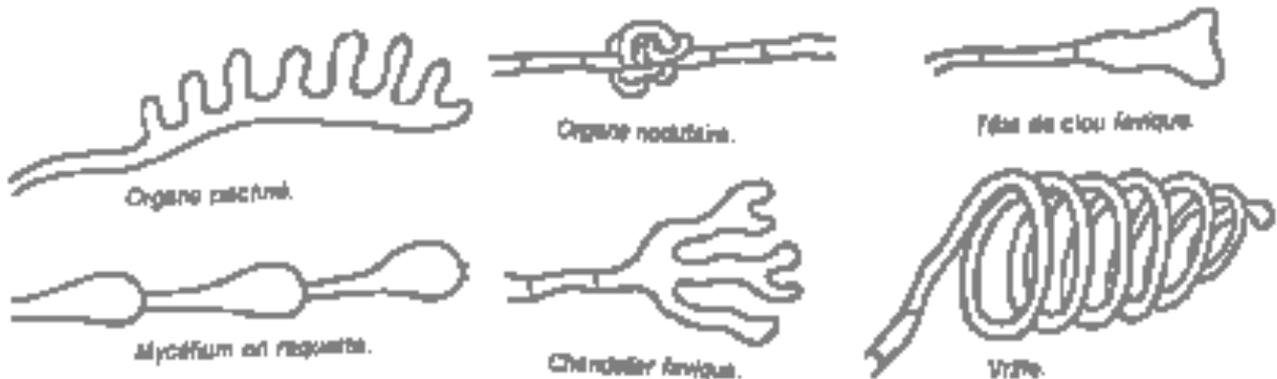


Deux types de pores peuvent être trouvés chez les champignons supérieurs :



Formations particulières

Différentes formes particulières peuvent être trouvées, d'importance taxonomique : organes pectiné, mycélium en raquette, organe nodulaire, chandelier favique, tête de clou favique, vrille, bois de cerf ...



Certains champignons présentent des sortes de racines, les rhizoïdes.

Membrane plasmique

Une caractéristique particulière : la membrane est riche en ergostérol qui y remplace le cholestérol des cellules eucaryotes animales.

Paroi

La paroi contient :

- de la chitine (polycondensat linéaire de β -D-1-4-N-Acétyleglucosamine proche de la cellulose)
- de la cellulose (polycondensat linéaire de β -D-1-4-glucose)
- parfois de la mélanine, pigment noir (champignons dits **dématés**)

Elle peut être différente selon les champignons. Les Basidiomycètes peuvent produire des polysides plus ou moins importants autour du mycélium. Ils forment une sorte de gangue gluante. Cette formation peut être une sorte de capsule lorsque son développement est suffisant. Elle est particulièrement nette chez **Cryptococcus**.

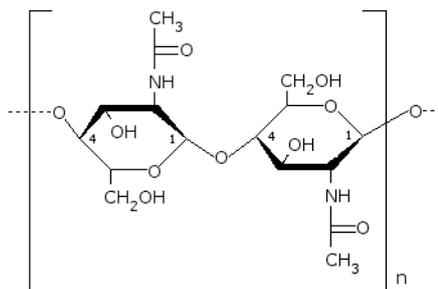


Figure Xxx – formule de la chitine (wikipédia)

2. LES DIFFÉRENTS MODES DE REPRODUCTION

La dissémination du champignon repose très souvent sur une **reproduction asexuée** par l'intermédiaire de "**spores**" ou **conidies**, à ne pas confondre avec les endospores de bacilles Gram + (mais proches des spores des Actinomycétales).

Dans d'autres cas, la reproduction est **sexuée** : deux filaments, généralement de deux individus différents (cas de l'hétérothallisme qui s'oppose à l'homothallisme) et opposés, se rencontrent et forme un "oeuf" par addition chromosomique (parfois sans fusion nucléaire). La reproduction sexuée n'est pas toujours connue et permet un classement, très contesté, des champignons supérieurs en :

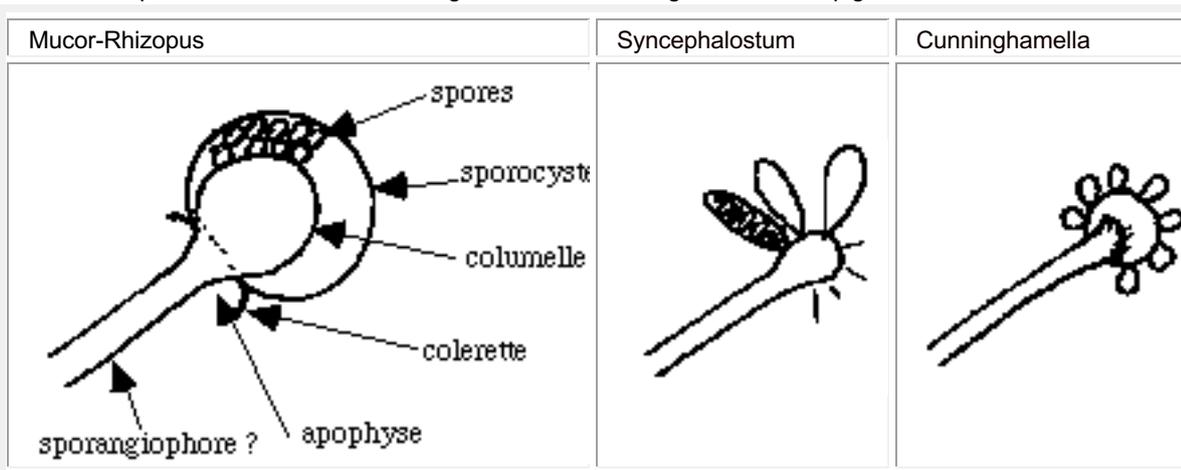
- champignons parfaits
- champignons imparfaits (*fungi imperfecti*) de reproduction sexuée inconnue ou sans reproduction sexuée.

La forme asexuée du champignon est l'anamorphe. La forme sexuée est la téléomorphe.

Si les deux formes sont simultanément présentes la forme est dite holomorphe.

2.1. REPRODUCTION ASEXUÉE des Champignons dits inférieurs : les SPORES ENDOGÈNES

Une partie du mycélium va se transformer en "sporocystophore" portant un sporocyste, sac dans lequel sont générées les spores. Les formes vont distinguer différentes catégories de champignons :



On peut même voir des sortes de stolons.



La présence de rhizoïdes permet de préciser la classification, notamment chez les mucorales. (*Rhizopus*)

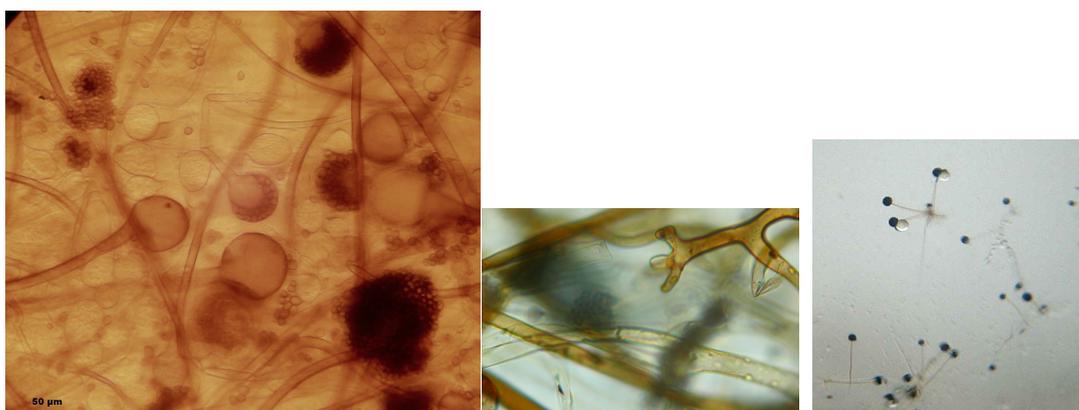


Figure – Mucorales (à gauche) – rhizoïdes (à droite) – macroscopie de conidiophore

2.2. REPRODUCTION ASEXUÉE des Champignons dits supérieurs : les SPORES EXOGÈNES

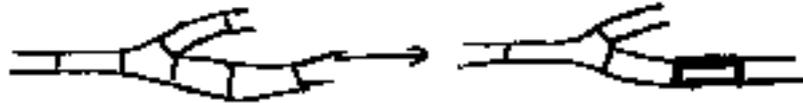
La formation des spores exogènes est appelée conidiogénèse. Les spores asexuées sont portées par du mycélium libre et sont appelées conidies. Un article du thalle va donner la spore. Cet article peut dégénérer ou persister selon les modes de conidiogénèse :

Les différents modes de conidiogénèse, sont la formation de spores thallique ou de spores blastiques.

la formation de spores thaliques

- arthrospores :

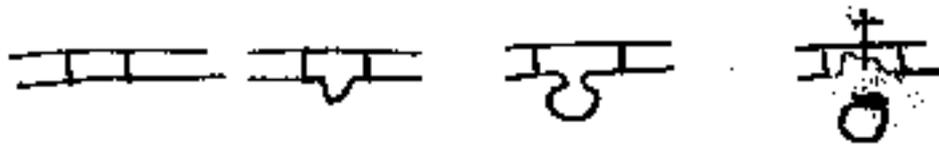
une cellule du filament (parfois plusieurs), forme la spore, ou se différencie en spore. C'est le cas de *Geotrichum* par exemple.



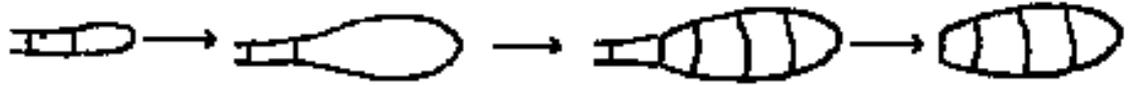
(*Geotrichum*, *Scytalidium* (*Natrassia mangiferae*) *Onuchocola*)

- alieuspores ou alieuriospores

Une cellule va bourgeonner. Le bourgeon donne la spore par différenciation, mais la cellule initiale dégénère et donc disparaît. On peut donc considérer que l'article en cause devient la spore.



(*Scedosporium*, *Chrysosporium*, *Histoplasma*)

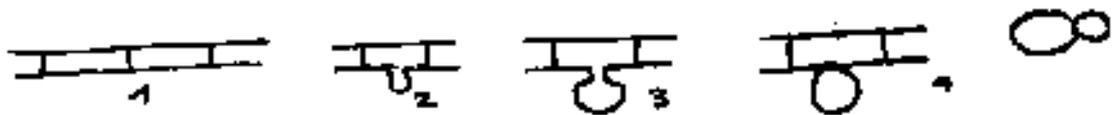


(dermatophytes)

la formation de spores blastiques

Dans cette reproduction, une cellule du thalle va synthétiser une spore (bourgeonnement plus ou moins complexe) puis une autre ...

par bourgeonnement (blastospores)



(*Candida*, Levures noires (*Aureobasidium*, *Exophiala*, *Hortaea*, *Wangiella*), *Cladosporium*)

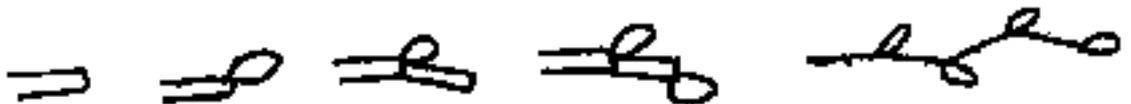
Note : les blastoarthrospores sont des spores qui se forment par raccourcissement du filament : ex. *Trichothecium*

annéospores



(*Scopulariopsis*)

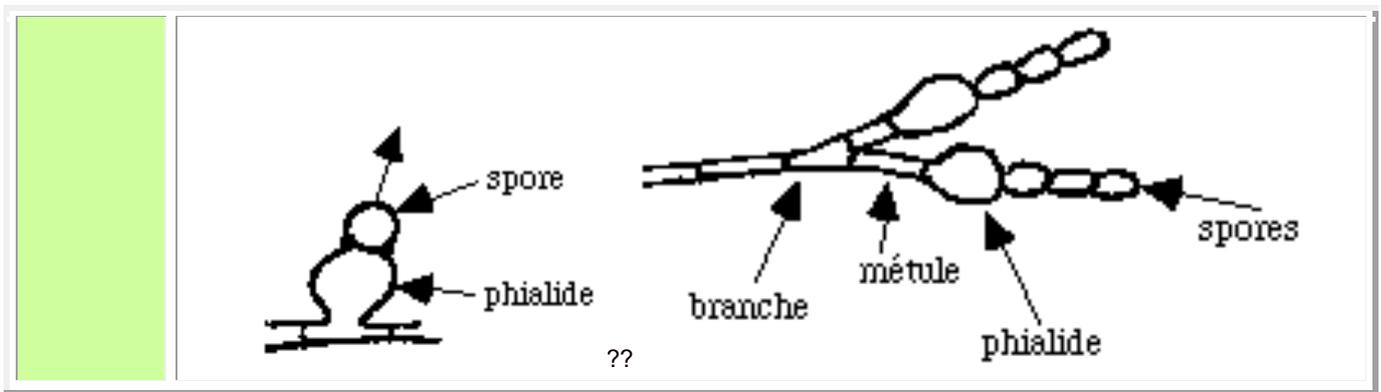
sympodulospore



(*Sporothrix*, *Ceratocystis*)

par l'intermédiaire d'une cellule spécialisée la phialide

La phialide est une cellule spécialisée du mycélium qui va émettre les ou phialospores. Elle a la forme d'une bouteille. Au pôle apical les ou phialospores sont produites une par une et laisse une columelle. Les spores peuvent être libérées mais restent souvent attachées ensemble et attachées à la phialide.



2.3. REPRODUCTION SEXUÉE des Champignons dits inférieurs et dits supérieurs

(la mycologie médicale s'intéresse peu au sexe des champignons puisque la plupart des pathogènes n'en ont pas. Par contre, elle est essentielle chez les supérieurs.)

La reproduction du champignon peut être sexuée. Cela suppose la présence de deux individus de signes opposés (+ -) dans le cas d'une reproduction hétérothallique, ou d'un seul filament dans le cas de la reproduction homothallique (sorte d'hermaphrodisme). Les levures sont concernées par la reproduction sexuée (*Saccharomyces cerevisiae* par exemple).

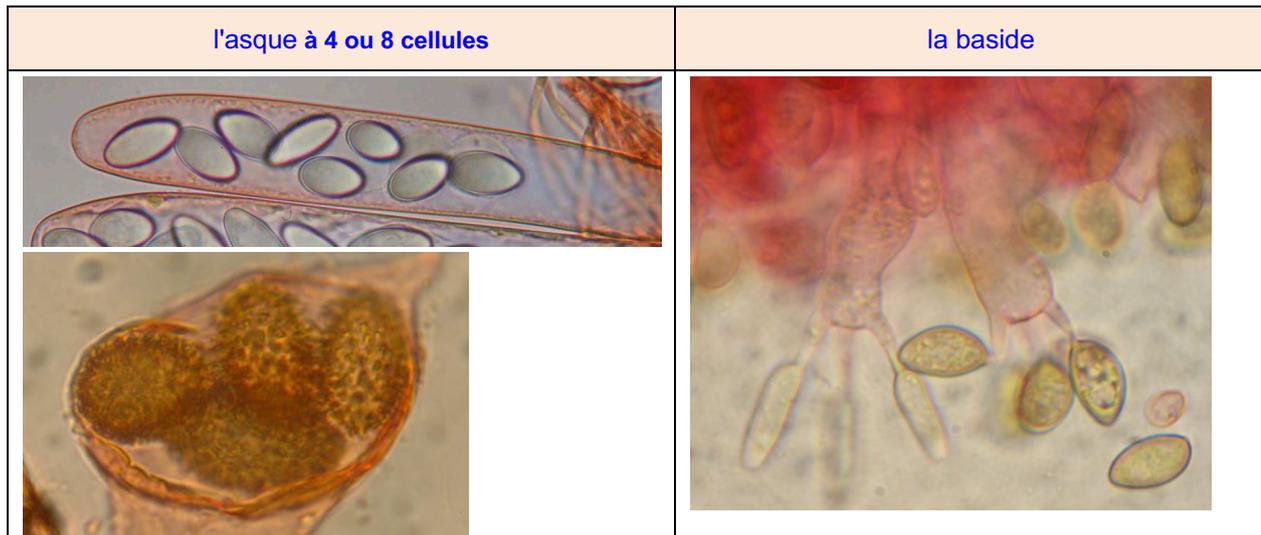
Les spores (oeuf) issues de la reproduction sexuée forme la phase haploïde : une méiose permet donc la formation de ces spores qui sont donc fondamentalement différente des spores asexuées.

Très fréquemment on connaît un champignon sous forme asexuée et sexuée mais les descriptions ayant été faites indépendamment, des noms différents ont été donnés... :

- *Aspergillus nidulans* et *Emericella nidulans* (sexué) (Ascomycètes)
- *Filobasidiella neoformans* et *Cryptococcus neoformans* (Basidiomycètes)

Les oeufs des champignons inférieurs sont appelés zygospores.

On distingue deux grandes catégories d'organes de reproduction sexuée chez les champignons supérieurs :



Images issues du site : <http://mycologie.catalogne.free.fr/ExemplePhotosMicro.htm>

Chez les champignons inférieurs existe aussi la reproduction sexuée. Les spores sont appelées zygospores.

2.4. Spores particulières : les chlamydo-spores

Elles apparaissent très réfringentes au microscope optique. Leur rôle reste obscur : spores de résistance ?

Elles peuvent être terminales ou intercalaires. Elles sont trouvées chez de nombreux champignons (notamment des dermatophytes) et caractérise les *Candida albicans* pour les levures.



Figure – Chlamydospores terminales de *Candida albicans*

3. CLASSIFICATION DES CHAMPIGNONS

3.1. Critères génétiques de taxonomie

La difficulté de mise en évidence de chromosomes ne permet pas un véritable caryotypage. On peut toutefois, par électrophorèses, les mettre en évidence.

Toutes les techniques classiques chez les bactéries peuvent évidemment être appliquées :

Détermination du GC%

Les ascomycètes : 35 à 55 %, les Basidiomycètes : 45 à 65 %

Hybridation DNA DNA

Séquençage des DNA "ribosomiaux"

Elles ont des conséquences essentielles sur les classifications comme en Bactériologie. Les *Torulopsis* par exemple sont considérées aujourd'hui comme des *Candida*... alors qu'une des caractéristiques du genre est la formation de filaments non développés par *Torulopsis* !

Note : Le génome de *Saccharomyces cerevisiae* contient 12 156 677 paires de bases pour 6275 gènes répartis en 16 chromosomes.

3.2. Classification des champignons

Le monde des champignons est divisé en supérieurs (cloisonnés) et inférieurs (non cloisonnés)... Les levures unicellulaires sont des champignons supérieurs.

Zygomycètes ou champignons inférieurs

Champignons dits "primitifs", coenocytiques non cloisonnés (thalle siphonné, non cloisonné)

L'ordre des Mucorales est particulièrement important en pathologie (comme contaminant ou responsable de mycoses).

La reproduction asexuée utilise un sac (sporocyste) différencié à partir d'un filament, à l'intérieur duquel se forment les spores asexuées. Il peut exister une reproduction sexuée donnant des zygotes.

Les différentes mucorales sont différenciés par :

- le mode de ramification des sporocystophores (filaments porteurs des sporocystes)
- le mode d'adhésion au support : présence ou non de rhizoïdes
- la morphologie de la columelle : collerette, apophyse, digitations.

Exemples :

- genre **Absidia** (pathogènes opportunistes) apophyse très marquée. Reste une collerette après éclatement du sporocyste
- genre **Rhizopus** (pathogènes opportunistes) apophyse peu marquée (beaucoup plus réduite que chez *Absidia*). Rhizoïdes.
- genre **Mucor** (non pathogènes) pas d'apophyse, pas de rhizoïdes
- genre **Cunninghamella** (pathogènes opportunistes) spores directement insérées sur la columelle (pas de sporocyste). Spores échinulées

Champignons supérieurs

Champignons à mycélium cloisonné et dont la reproduction asexuée est effectuée par des spores asexuées externes (non emballées dans un sac). Une reproduction sexuée est généralement assurée mais elle n'est pas toujours connue. Autrefois, avant les analyses génétiques, les champignons de sexualité inconnue étaient baptisés Deutéromycètes.

Aujourd'hui, on distingue :

- **Ascomycètes** : mycélium bien développé et cloisonné. Les spores de reproduction sexuée sont dans des organes en forme de sacs (asques). Le type le plus classique est la Morille... mais les *Saccharomyces* sexués en sont. La plupart des *Penicillium* ou des *Aspergillus* et d'autres moisissures de sexualité inconnue sont des Ascomycètes.
- **Basidiomycètes** : mycélium bien développé et cloisonné. Les spores de reproduction sexuée sont dans des organes situés en bout de mycélium appelés basides. Tous les champignons des bois, à l'exception notable des morilles, en sont. *Cryptococcus (Filobasidiella)* est une levure basidiomycète.

Vocabulaire

Les termes de moisissures et de levures sont très utilisés. On peut tenter de les définir de la façon suivante :

- **Moisissures** : champignons très filamenteux ne donnant pas de fructifications bien développées comme les champignons comestibles. Toutes les classes contiennent des moisissures... Les dermatophytes peuvent être considérés comme des moisissures si l'on ne privilégie pas leur pathogénicité potentielle et l'idée que nous puissions être moisis...
- **Levures** : champignons généralement unicellulaires pouvant présenter des pseudofilaments. Ce sont toujours des champignons supérieurs. Elles peuvent avoir une reproduction sexuée (pas toujours connue) et se rattachent alors aux trois classes de champignons supérieurs... Certains champignons filamenteux présentent une phase levure lors de leur développement (*Histoplasma*)... ce qui ne facilite pas l'identification !
- **Micromycètes** et macromycètes : les micromycètes sont sensés être microscopiques. On appelle pourtant micromycètes des individus visibles à l'oeil nu (moisissures...) que l'on oppose aux champignons présentant des fructifications importantes appelés macromycètes.

Un lien utile : <http://www.univ-brest.fr/esmisab/sitesc/Myco/classif/classif1.htm>

4. NOMENCLATURE SELON NCBI

Se reporter aux références ci-dessous sur internet pour une vision complète, mais complexe !

Dans wikipedia de nombreuses précisions pourront compléter la connaissance.

http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Undef&id=33154&lvl=3&p=has_linkout&lin=&keep=1&srchmode=1&unlock

On trouve, sur NCBI, pour *Microsporum canis*, le nom suivant : *Arthroderma otae*

Lineage (full): [root](#); [cellular organisms](#); [Eukaryota](#); [Opisthokonta](#); [Fungi](#); [Dikarya](#); [Ascomycota](#); [saccharomyceta](#); [Pezizomycotina](#); [leotiomyceta](#); [Eurotiomycetes](#); [Eurotiomycetidae](#); [Onygenales](#); [Arthrodermataceae](#); [Arthroderma](#)

Globalement

- **[Opisthokonta](#)** [LinkOut](#) *Click on organism name to get more information.*
 - **[Choanoflagellida](#)** [LinkOut](#) (voir : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Choanomonada>)
UNICELLULAIRES EUCARYOTES
 - **[Fungi](#)** (fungi) [LinkOut](#) CHAMPIGNONS
 - **[Blastocladiomycota](#)** [LinkOut](#)
 - [Blastocladiomycetes](#) [LinkOut](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[Chytridiomycota](#)** [LinkOut](#)
 - [Chytridiomycetes](#) [LinkOut](#)
 - [Monoblepharidomycetes](#) [LinkOut](#)
 - [unclassified Chytridiomycota](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[Cryptomycota](#)**
 - [Nucleophaga](#) [LinkOut](#)
 - [Paramicrosporidium](#) [LinkOut](#)
 - [Rozella](#) [LinkOut](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[Dikarya](#)** [LinkOut](#)
 - [Ascomycota](#) (ascomycetes) [LinkOut](#)
 - [Basidiomycota](#) (basidiomycetes) [LinkOut](#)
 - [Entorrhizomycota](#)
 - [unclassified Dikarya](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[Entomophthoromycota](#)**
 - [Basidiobolomycetes](#)
 - [Entomophthoromycetes](#)
 - [Neozygitymycetes](#)
 - **[Glomeromycota](#)** [LinkOut](#)
 - [Glomeromycetes](#) [LinkOut](#)
 - [unclassified Glomeromycota](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[Microsporidia](#)** (microsporidians) [LinkOut](#)
 - [Apansporoblastina](#) [LinkOut](#)
 - [Pansporoblastina](#) [LinkOut](#)
 - [unclassified Microsporidia](#)
 - [Microsporidia incertae sedis](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[Mixed fungal DNA libraries](#)**
 - [Schizosaccharomyces pombe/Puccinia graminis mixed DNA library](#)
 - [Stachybotrys elegans/Rhizoctonia solani mixed EST library](#)
 - **[Neocallimastigomycota](#)** [LinkOut](#)
 - [Neocallimastigomycetes](#) [LinkOut](#)
 - [unclassified Neocallimastigomycota](#)
 - [environmental samples](#)
 - **[unclassified Fungi](#)**
 - [beech leaf mycelium 1](#)
 - [fungal sp. ZJ13](#)
 - **[Fungi incertae sedis](#)** [LinkOut](#)
 - [Kickxellomycotina](#) [LinkOut](#)
 - [Mortierellomycotina](#)
 - [Mucoromycotina](#) [LinkOut](#)
 - [Nephridiophagidae](#) [LinkOut](#)
 - [Olpidiaceae](#) [LinkOut](#)

- [Zoopagomycotina](#) [LinkOut](#)
 - [unclassified zygomycetes](#)
 - [environmental samples](#)
- [mycorrhizal samples](#)
 - [vouchered mycorrhizae \(Fungi\)](#)
- [environmental samples](#)
 - [fungal clone UUF-02](#)
 - [uncultured yeast](#)
- [Metazoa](#) (metazoans) [LinkOut](#) **MÉTAZOAIREs** (incluant notamment les animaux)

Dermatophytes

- [Trichophyton](#) [LinkOut](#) *Click on organism name to get more information.*
 - [Trichophyton bulbosum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton cf. erinacei ATCC 24552](#)
 - [Trichophyton cf. mentagrophytes ATCC 18748](#)
 - [Trichophyton cf. mentagrophytes ATCC 46950](#)
 - [Trichophyton cf. mentagrophytes ATCC 60612](#)
 - [Trichophyton circonvolutum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton concentricum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton eboreum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton equinum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton equinum CBS 127.97](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton equinum var. autotrophicum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton eriotrephon](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton gourvilii](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton interdigitale](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton interdigitale H6](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton interdigitale MR816](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton kraidenii](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton longifusum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton mentagrophytes](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton mentagrophytes var. granulosum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton onychocola](#)
 - [Trichophyton phaseoliforme](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton quinckeanum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton redellii](#)
 - [Trichophyton rubrum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton schoenleinii](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton soudanense](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton soudanense CBS 452.61](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton terrestre](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton thuringiense](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton tonsurans](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton tonsurans CBS 112818](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton tonsurans var. sulfureum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton vanbreuseghemii](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton verrucosum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton verrucosum HKI 0517](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton violaceum](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton yaoundei](#) [LinkOut](#)
 - [Trichophyton sp. 1 24411-01-01-02](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA05](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA06](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA08](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA09](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA10](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA12](#)
 - [Trichophyton sp. 19VA13](#)
 - [Trichophyton sp. 2 44736-44-01-01](#)
 - [Trichophyton sp. 20KY07](#)
 - [Trichophyton sp. CZ-2011](#)
 - [Trichophyton sp. F0910-25X1](#)
 - [Trichophyton sp. FSU 10097](#)
 - [Trichophyton sp. IFM 41172](#)
 - [Trichophyton sp. LM 10725](#)

Sous [Lineage](#) (full): [root](#); [cellular organisms](#); [Eukaryota](#); [Opisthokonta](#); [Fungi](#); [Dikarya](#); [Ascomycota](#); [saccharomyceta](#); [Pezizomycotina](#); [leotiomyceta](#); [Eurotiomycetes](#); [Eurotiomycetidae](#); [Onygenales](#); [Arthrodermataceae](#)

- [Microsporium](#) [LinkOut](#) *Click on organism name to get more information.*

- [Microsporium aenigmaticum](#)
- [Microsporium amazonicum](#)
- [Microsporium appendiculatum](#)
- [Microsporium audouinii](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium boullardii](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium distortum](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium duboisii](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium equinum](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium ferrugineum](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium gallinae](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium gypseum](#) [LinkOut](#)
 - [Microsporium gypseum CBS 118893](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium incurvatum](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium langeronii](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium persicolor](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium praecox](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium rivalieri](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium vanbreuseghemii](#) [LinkOut](#)
- [Microsporium sp. CCF 5086](#)
- [Microsporium sp. JSC-2010a](#)
- [Microsporium sp. KL-2011](#)

Pour *Microsporium canis*

- [Arthroderma otae](#) [LinkOut](#) *Click on organism name to get more information.*

- [Arthroderma otae ATCC 36299](#)
- [Arthroderma otae CBS 113480](#) [LinkOut](#)

- [Epidermophyton](#) [LinkOut](#) *Click on organism name to get more information.*

- [Epidermophyton floccosum](#) [LinkOut](#)
 - [Epidermophyton floccosum var. floccosum](#)
- [Epidermophyton stockdaleae](#) [LinkOut](#)

Sous [Lineage](#) (full): [root](#); [cellular organisms](#); [Eukaryota](#); [Opisthokonta](#); [Fungi](#); [Dikarya](#); [Ascomycota](#); [saccharomyceta](#); [Pezizomycotina](#); [leotiomyceta](#); [Eurotiomycetes](#); [Eurotiomycetidae](#); [Onygenales](#); [Arthrodermataceae](#)

Disclaimer: The NCBI taxonomy database is not an authoritative source for nomenclature or classification - please consult the relevant scientific literature for the most reliable information.

Comments and questions to info@ncbi.nlm.nih.gov

5. GLOSSAIRE SOMMAIRE

Ce glossaire tente de rassembler les principaux termes utilisés en mycologie (mais il reste incomplet vu la complexité de la discipline) Il a été rédigé par Claudine SCHUSTER et Jean Noël Joffin à l'aide de la littérature, en particulier "*Les mycoses humaines*" de Renée GRILLOT collection OptionBio Elsevier).

Acladium	disposition en acladium : les spores sont disposées de part et d'autre du filament
Acropétale	se dit du développement par bourgeonnement de la spore distale dans une chaîne de spores. Alors les spores les plus jeunes sont à l'extrémité de la chaîne.
Actidione	antifongique utilisé pour éliminer les champignons saprophytes lors de l'isolement. Des champignons pathogènes sont inhibés. Sensibilité ou résistance à l'actidione sont utilisés pour l'identification. [= Cycloheximide]
Aleurie	spore asexuée latérale ou terminale non caduque, attachée par une large base au conidiophore ou au filament et qui se détache en fracturant la paroi mycéenienne (microconidies des dermatophytes)
Alieuspore ou Alieuriospores	bourgeonnement d'une cellule thalique pour donner une spore asexuée, cette cellule meurt.
Alopécie	chute des cheveux.
Anamorphe	forme asexuée (imparfaite) d'un champignon. Contraire : Téléomorphe
Annélospore	bourgeonnement d'une cellule thalique pour donner plusieurs spores asexuées qui restent accolées en formant des anneaux. L'annellide est la cellule conidiogène.
Anthropophile	qui cultive préférentiellement chez l'homme plutôt que chez l'animal
Apophyse	partie évasée du sporocystophore située sous la columelle de champignons inférieurs.
Arthrospore	(thallospore) différenciation d'un ou plusieurs articles du thalle qui se détache et devient une spore asexuée.
Ascocarpe	organe nodulaire parenchymateux contenant des asques
Ascomycète	mycélium septé et production de spores sexuées dans des asques
Asque	organe de reproduction sexuée contenant 4 ou 8 ascospores chez les Ascomycètes.
Auxanogramme	(du carbone) rassemble l'ensemble des sources de carbone qu'un microorganisme est capable d'utiliser comme source d'énergie et de carbone en présence d'un certain nombre de facteurs de croissance et d'ions minéraux. Le milieu utilisé ne contient pas d'autre source de carbone suffisante à la croissance. (de l'azote) même définition pour la source d'azote.
Baside	organe de reproduction sexuée en forme de massue en bout de filament mycélien chez les Basidiomycètes.
Basidiomycètes	mycélium septé et production de spores sexuées ou basidiospores dans des basides (en forme de massue)
Bisérié	cas où une phialide est portée par une métule sur la vésicule d'un <i>Aspergillus</i> .
Blastèse	ou filamentation en sérum. Certaines levures, essentiellement <i>Candida albicans</i> , sont capables de former, lorsqu'elles sont placées dans du sérum humain ou dans un milieu spécial, un filament ne montrant pas de cloison. Ce serait lié à la capacité d'invasion du champignon.
Blastospore	spore asexuée produite par bourgeonnement de la spore basale dans une chaîne de spores (ou à partir d'une seule spore chez les levures)
Bourgeonnement	formation de nouvelles cellules par excroissance à partir de la cellule initiale.
Cérébriforme	aspect macroscopique de champignons rappelant l'aspect du cerveau (gros plis surélevés et épais)
Chlamydospore	(thallospore) spores de résistances chez <i>Candida albicans</i> et de nombreux dermatophytes.
Cléistothèce	ascocarpe (organe contenant des asques) clos à paroi compacte
Cœnocytique	terme utilisé pour désigner une structure cellulaire contenant de nombreux noyaux. (un syncytium)
Colerette	membrane formant un petit col au niveau du sporangiophore.
Columelle	membrane séparant le sporangiophore du sporange (sporange) de champignons inférieurs.
Conidie	spore asexuée exogène sur du mycélium libre
Conidiogénèse	mode de formation des spores à partir du filament
Conidiophore	structure portant les conidies ou spores.
Corémie	(ou synéma ou graphium) filaments agglomérés en mèches terminés par des bouquet de spores
Cycloheximide	voir actidione.
Dématiés	champignons macroscopiquement foncés (noir, brun foncé, vert foncé). S'oppose à hyalin.
Dermatophytes	ensemble de champignons ayant une grande affinité pour la kératine.
Deutéromycètes	= champignons supérieurs imparfaits = Fungi imperfecti Classification désuète.

Dimorphiques	champignon existant sous deux formes, levure et moisissure (unicellulaire ou filamenteux)
Dolipore	pore particulier existant entre deux articles contigus du thalle des Basidiomycètes.
Échinulé	se dit d'un filament ou de spores recouverts de fines aspérités en forme d'épines.
Ectothrix	développement à l'extérieur du poil par le champignon
Endothrix	développement à l'intérieur du poil par le champignon
Épidermophyties	infections mycéliennes de la peau glabre
Faviques (teignes)	le poil est attaqué à la base du poil.
Favus	variété de teigne caractérisée par la formation d'un amas de croûtes jaunâtres et laissant une alopecie définitive.
Fungi imperfecti	champignons imparfaits c'est à dire ne présentant pas de reproduction sexuée
Géophile	êtres vivants de la terre
Glabre	sans poil.
Glossite	infection de la langue
Herpès circiné	épidermophytie caractérisée par une progression en cercles du champignon
Hétérothallisme	les deux formes sexuées du champignon ne sont pas portées par le même thalle.
Hile	cicatrice formée au niveau du point d'attache d'une spore à une autre ou à une cellule sporogène.
Homothallisme	les deux formes sexuées du champignon sont portées par le même thalle. (hermaphrodisme)
Hyalin	de couleur claire. S'oppose à dématié.
Hyphe	Filament constitué de cellules mises bout à bout.
Inflammatoires (teignes)	atteinte des poils (ou cheveux) avec suppurations et croûtes
Intertrigo	infection au niveau des plis de la peau
Levure	champignon le plus souvent unicellulaire (mais parfois filamenteux) pouvant être imparfait (non sexué), ascomycète (sexué avec ascospore) ou basidiomycète (sexué à baside). Voir Pseudomycélium.
Macroconidie	grandes alieuspores multicloisonnées.
Mélanine	Pigment noir dérivé de la tyrosine caractérisant les champignons dématiés.
Métule	préphialide : cellule précédent la phialide dans la fructification.
Microconidie	petites alieuspores s'opposant aux macroconidies.
Microsporique	le champignon se développe dans le poil et présente à l'extérieur un manchon de petites spores non dissociables à la potasse (type d'atteinte ecto-endothrix)
Microïde	le champignon se développe dans le poil et présente à l'extérieur un manchon de petites spores dissociables à la potasse (type d'atteinte ecto-endothrix)
Mégasporique	le champignon se développe dans le poil et présente à l'extérieur un manchon de grosses spores (type d'atteinte ecto-endothrix)
Moisissures	champignons formant des thalles sans les fructifications importantes et structurées des champignons comme les cèpes, les morilles... Elles peuvent être sexuées.
Mucorales	Champignons inférieurs ne présentant pas de rhizoïdes.
Mycélium	Appareil végétatif des champignons
Mycoses	Infections dues à des champignons
Noeud	endroit d'où stolons et rhizoïdes partent
Onyxis ou Onychomycoses	Infection de l'ongle
Organes de fructification	ensemble des organes sexués ou asexués contenant les spores
Périonyxis	Infection de la peau autour de l'ongle
Périthèce	ascocarpe clos possédant une ouverture
Phialide	cellule spécialisée du mycélium qui va émettre les spores ou encore cellule conidiogène la plus différenciée.
Pléomorphisme	phénomène le plus souvent irréversible de transformation d'un mycélium présentant des organes de reproduction avec spores en un mycélium stérile donnant un aspect duveteux et rendant l'identification pratiquement impossible.
Pseudomycélium	formation chez les levures, de formes allongées formant des chaînettes, les séparations entre les différents articles n'étant pas de vraies cloisons communicantes comme dans les mycéliums mais de simples étranglements fermés. Les cellules ne sont pas vraiment parallèles.
Pycnide	nodule parenchymateux clos contenant des spores asexuées caractéristiques des Coelomycètes.
Rhizoïdes	filaments modifiés en forme de racines et permettant la fixation au support d'un champignon

Rhizopus	champignon inférieur présentant des rhizoïdes.
Sclérote	forme de résistance formée d'une masse de filaments enkystés.
Septa (Septum)	cloison dans un filament
Sessile	attache au filament directement à la base dans intermédiaire.
Siphonnés	= coenocytiques
Sporange	vésicule close portée par un pédicelle et contenant à l'intérieur des spores asexuées produites par clivage
Spores	éléments unicellulaires généralement produit par des organes de fructification et intervenants dans la reproduction sexuée et asexuée.
Sporocyste	ou sporange sac contenant les endospores des Zygomycètes (champignons inférieurs)
Sporocystophore	filament portant le sporocyste
Stérigmate	= phialide
Stolon	partie aérienne de l'hyphe qui émet des rhizoïdes.
Sympode et Sympodulospore	croissance caractérisée par la reprise de croissance du conidiophore après la formation d'une spore
Teignes	Infections des cheveux par des champignons (dermatophytes)
Téléomorphe	forme sexuée (parfaite) d'un champignon. Contraire : Anamorphe
Thalle	mycélium c'est à dire l'ensemble des filaments, comprenant les appareils sporifères (spores et cellules génératrices). Certains excluent l'appareil sporifère.
Thalliques	issus du thalle (spores thalliques ou thallospores)
Thallospore	spore asexuée produite directement par le mycélium (chlamydospore, blastospore...)
Tubes germinatifs	(voir blastèse)
Verticille	groupe d'organes de même nature, insérés au même niveau sur un axe.
Wood (lumière de)	lampe délivrant des UV destinée à mettre en évidence la fluorescence de certains champignons (certains dermatophytes comme <i>Microsporum</i> , <i>Pityrosporum orbiculare</i>)
Zoophile	qui cultive préférentiellement chez l'animal plutôt que chez l'homme
Zygomycètes	= champignons inférieurs
Zygospores	spore sexuée unique caractéristique des Zygomycètes
Zymogramme	rassemble l'ensemble des glucides fermentés (ou utilisés) par un microorganisme

Mycoses

Les mycoses sont, en particulier sous nos latitudes, **des maladies rares** en particulier parce que le nombre de pathogènes est d'environ 100 sur un nombre estimé de 100 000 espèces. (On peut estimer que les populations animales existantes sont les descendants sélectionnés des résistants aux champignons...)

De plus, la plupart des champignons sont avant tout des **opportunistes**. Les **immunodéprimés** vont bien sûr payer un lourd tribut aux mycoses. Le **diabète** est une cause favorisante probablement parce que l'hyperglycémie facilite la croissance des champignons. **Attention : vous risquez de lire sur internet des tas d'imbécilités sur les causes des mycoses. Faites preuve d'intelligence !!!!**

Les dermatophytes peuvent être considérés comme pathogènes stricts : leur rencontre provoque, en général, la mycose.

1. LES CHAMPIGNONS PATHOGÈNES

1.1 Les différents types

Les champignons pathogènes sont très généralement sous forme de reproduction **asexuée**, ascomycètes le plus souvent pour les champignons supérieurs. Rares sont les champignons inférieurs pathogènes.

On les distingue, du fait de l'examen direct, en :

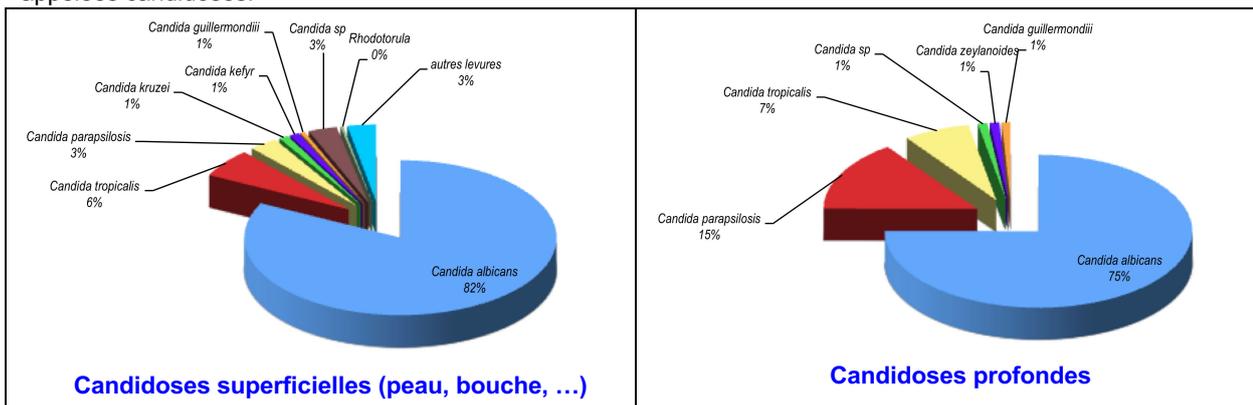
Champignons filamenteux (moisissures)	<ul style="list-style-type: none"> • Dermatophytes (genres <i>Trichophyton</i>, <i>Microsporum</i>, <i>Epidermophyton</i>) • Aspergillus (pneumonies)
Levures (unicellulaires et pseudomycélium)	<ul style="list-style-type: none"> • Candida et surtout <i>Candida albicans</i> commensal habituel de l'homme (y compris <i>Candida stellatoidea</i> et <i>Torulopsis</i> ainsi que <i>dubliniensis</i> quasiment non distinguable d'<i>albicans</i>) • Cryptococcus (méningites) • <i>Rhodotorula</i> • <i>Trichosporon</i> • <i>Malassezia furfur</i> levure lipophile commensale de la peau
Champignons dimorphiques (levures dans le produit pathologique + filaments en culture)	<ul style="list-style-type: none"> • Histoplasma, Blastomyces (pneumonies particulières très rares en Europe)

Les mycoses peuvent être distinguées selon leur localisation anatomique en **mycoses superficielles** et **mycoses profondes**.

1.2 Statistiques (France)

Levures

Les levures pathogènes appartiennent essentiellement au genre *Candida*. Les infections à levures sont souvent appelées candidoses.

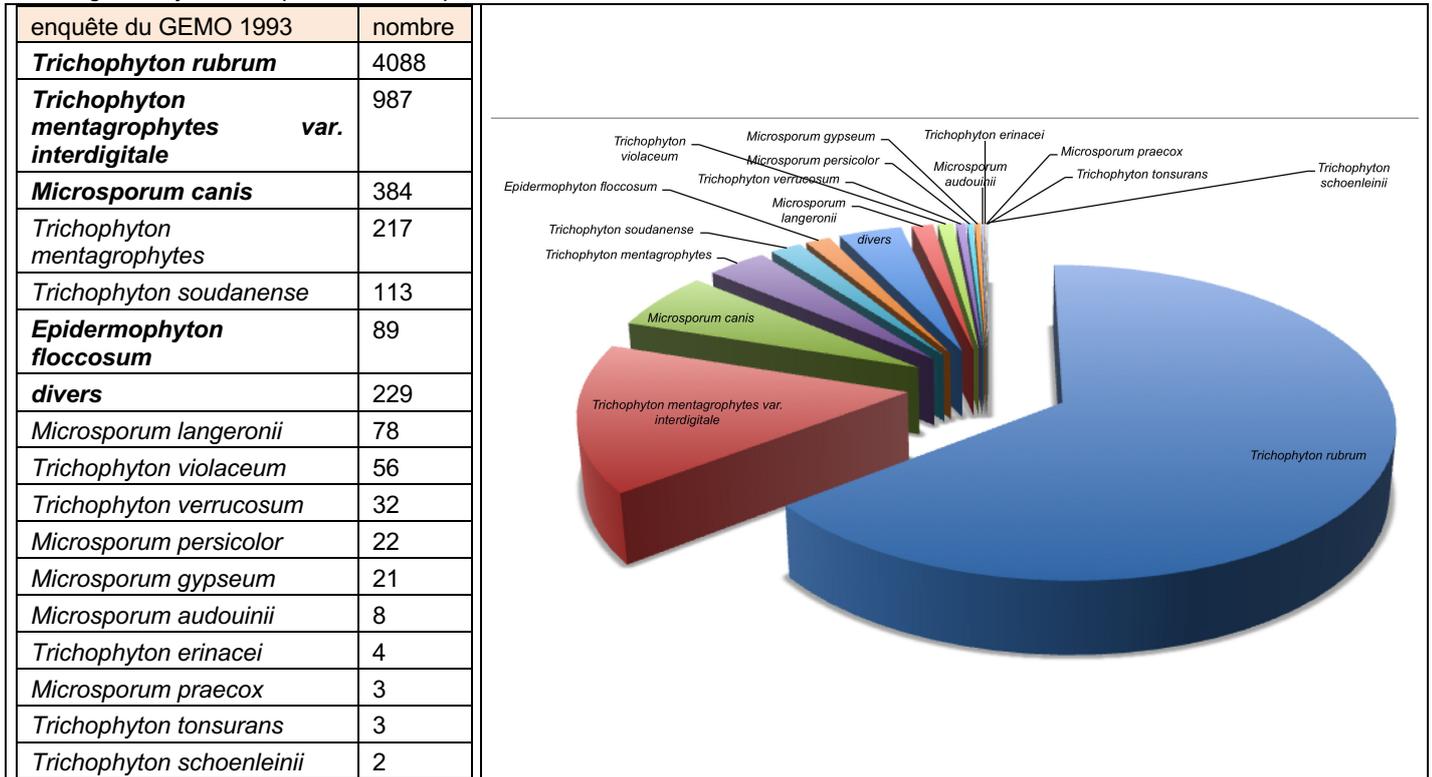


On constatera l'importance fondamentale de **Candida albicans** en pathologie. Ce champignon (cette levure) est un **commensal systématique** de l'homme (et de la femme) au niveau des muqueuses (mais pas de la peau) : on peut donc estimer qu'il s'agit d'un opportuniste qui profite d'une défaillance du terrain. Il n'est pas forcément exclu qu'une transmission d'un commensal vers un autre hôte soit à l'origine d'une infection.

Note : On dit *Candida albicans*, mais il faut entendre *Candida albicans/dubliniensis*, cette dernière espèce, rencontrée beaucoup plus fréquemment chez les sidéens, ne pouvant être distinguée que par un test immunologique (Fumouze).

Dermatophytes

Il s'agit de mycoses superficielles uniquement, souvent **TRÈS CONTAGIEUSES**.



On constatera l'importance de **Trichophyton rubrum** principal dermatophyte isolé.

Pour les dermatophytes, l'origine ou l'affinité du champignon peut être précisée :

<p>Dermatophytes anthropophiles (dermatophytes humains)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Microsporium audouinii</i> (teigne microsporique) • <i>Microsporium langeronii</i> • <i>Microsporium ferruginum</i> • <i>Trichophyton schoenleinii</i> (favus) • <i>Trichophyton tonsurans</i> (teigne trichophytique) • Trichophyton rubrum • <i>Trichophyton violaceum</i> • <i>Trichophyton interdigitale</i> • <i>Trichophyton soudanense</i> • Epidermophyton floccosum
<p>Dermatophytes zoophiles (dermatophytes animaux)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microsporium canis (chat, chien) • <i>Microsporium persicolor</i> • <i>Trichophyton mentagrophytes</i> (souris, cheval) • <i>Trichophyton erinacei</i> • <i>Trichophyton ochraceum ou verrucosum</i> • <i>Trichophyton faviforme</i> (bétail)
<p>Dermatophytes géophiles (dermatophytes venant de la terre)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Microsporium gypseum • Trichophyton mentagrophytes

2. LES DIFFÉRENTES MYCOSES

2.1. Les mycoses superficielles (mycoses de la peau et des phanères)

Les mycoses superficielles concernent la **PEAU** et les **PHANÈRES** (POILS-CHEVEUX et ONGLES - et plumes des oiseaux).

Les champignons concernés attaquent la **kératine**. Ils ne cultivent, pour les filamenteux, qu'à des températures inférieures à 37°C.

La peau (glabre)

Ce sont des **ÉPIDERMOPHYTIES**. Le champignon pénètre, grâce à une petite lésion préexistante dans la couche cornée de l'épiderme et s'y multiplie de façon concentrique en formant des vésicules qui se dessèchent donnant des squames. En s'étendant de façon centrifuge, le champignon disparaît du centre.

- **Dermatophytie ou Herpès circiné** (érythème-désquamation) dû à *Trichophyton-Microsporum-Epidermophyton* sous forme d'une tache annulaire à bord rouge prurigineuse,
- **Dermatophytie des grands plis** ou **Eczéma marginé de Hébra** (érythème-desquamation) à l'aîne, au pli interfessier ou aux aisselles dû à *Epidermophyton* ou *Trichophyton rubrum* formant des demi-cercles
- **Intertrigo des petits plis interdigito-palmaires ou plantaires (Mycose interdigitale)** de la main ou du pied dû à *Trichophyton*, *Epidermophyton* mais aussi *Candida albicans*. C'est le pied d'athlète au niveau du pied !
- **Périorionyx** souvent dû à *Candida*
- **Pityriasis versicolor** dû à *Malassezia furfur* (appelé aussi *Pityrosporum ovale* ou *furfur*), levure lipophile hôte normal de la peau pouvant devenir pathogène chez certains individus sensibles.

Les poils et les cheveux : les TEIGNES

Elles concernent les cheveux (avec souvent une alopecie), les poils de la barbe, des poils de la peau. Les poils pubiens et axillaires ne sont "jamais" atteints. Le champignon, infectant la peau, pénètre à partir de la base du poil. Il peut ensuite envahir le reste du poil vers le haut, ou/et s'intéresser au follicule pileux, vers le collet du bulbe pileux là où il n'y a plus de kératine.

Une réaction inflammatoire peut se développer.

Le tableau de la page rassemble les différents aspects du poil parasité.

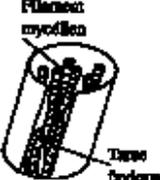
Elles sont :

- **tondantes** (cheveux cassés très courts, aspect sec) donnant de nombreuses squames et des plaques d'alopecie plus ou moins importantes. Elles concernent surtout l'enfant.
 - **type microsporique** (à *Microsporum*) : une grande plaque d'alopecie, fluorescence verte sous UV, gaine ectothrix (le cheveu est entouré de microspores) (*Microsporum audouinii*, *langeroni*, *canis*)
 - **type trichophytique** : (à *Trichophyton*) nombreuses petites plaques d'alopecie, pas de fluorescence sous UV, sporulation dans le cheveu (aspect endothrix) (*Trichophyton tonsurans*, *violaceum*, *soudanense*)
- **faviques** avec attaque de la base du poil (follicule pileux) conduisant à de grandes plaques d'alopecie définitive et des croûtes friables jaunâtres sur le cuir chevelu. (*Trichophyton schoenleinii*). fluorescence vert-jaunâtre sous UV
- **inflammatoires** (ou kériens) avec **suppuration**, pus et croûtes. (*Trichophyton mentagrophytes*, *verrucosum*...) atteignant particulièrement barbe, moustache et sourcils. (kérion de Celse, sycosis de la barbe...); *Candida* peut être en cause dans l'atteinte du follicule en particulier chez les héroïnomanes.

ONYXIS (Onychomycoses)

L'**onyxis** est une attaque de l'ongle qui peut être accompagnée d'un **périorionyx**, attaque de la peau voisine (*Candida albicans*). Les *Trichophyton (rubrum, interdigitale)* peuvent provoquer un onyxis sans périorionyx.

Le champignon pénètre, à la faveur de microtraumatismes antérieurs, de la partie distale de l'ongle vers la base.

Groupe	Type	Aspect	Champignons
ECTO-ENDOTHRIX à petites spores	Microsporique filaments intrapilaires septés manchon de petites spores NON DISSOCIABLE par la POTASSE (KOH)	 Filament mycélien intrapilaire Manchon de petites spores Fût pileux	commun à tous les <i>Microsporum</i>
ECTO-ENDOTHRIX à petites spores	Microïde: <ul style="list-style-type: none"> filaments intrapilaires septés manchon de petites spores DISSOCIABLE par la POTASSE (KOH) 	 Petites spores	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>
ECTO-ENDOTHRIX à grosses spores	Mégasporique : <ul style="list-style-type: none"> filaments intrapilaires septés manchon de grosses spores 	 Grosses spores	<i>Trichophyton ochraceum</i>
ENDOTHRIX CLASSIQUE	ENDOTHRIX CLASSIQUE <ul style="list-style-type: none"> pas de spore péripilaire filaments intrapilaires qui se fragmentent en arthrospores. 	 Filament arthrospore	<i>Trichophyton</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>tonsurans</i> <i>violaceum</i> <i>rubrum</i> <i>rosaceum</i>
ENDOTHRIX FAVIQUE	ENDOTHRIX FAVIQUE <ul style="list-style-type: none"> pas de spore péripilaire filaments intrapilaires avec par endroits, des "tarses faviques" (accumulation d'articles courts) 	 Filament mycélien Tarse favique	<i>Trichophyton schoenleinii</i>

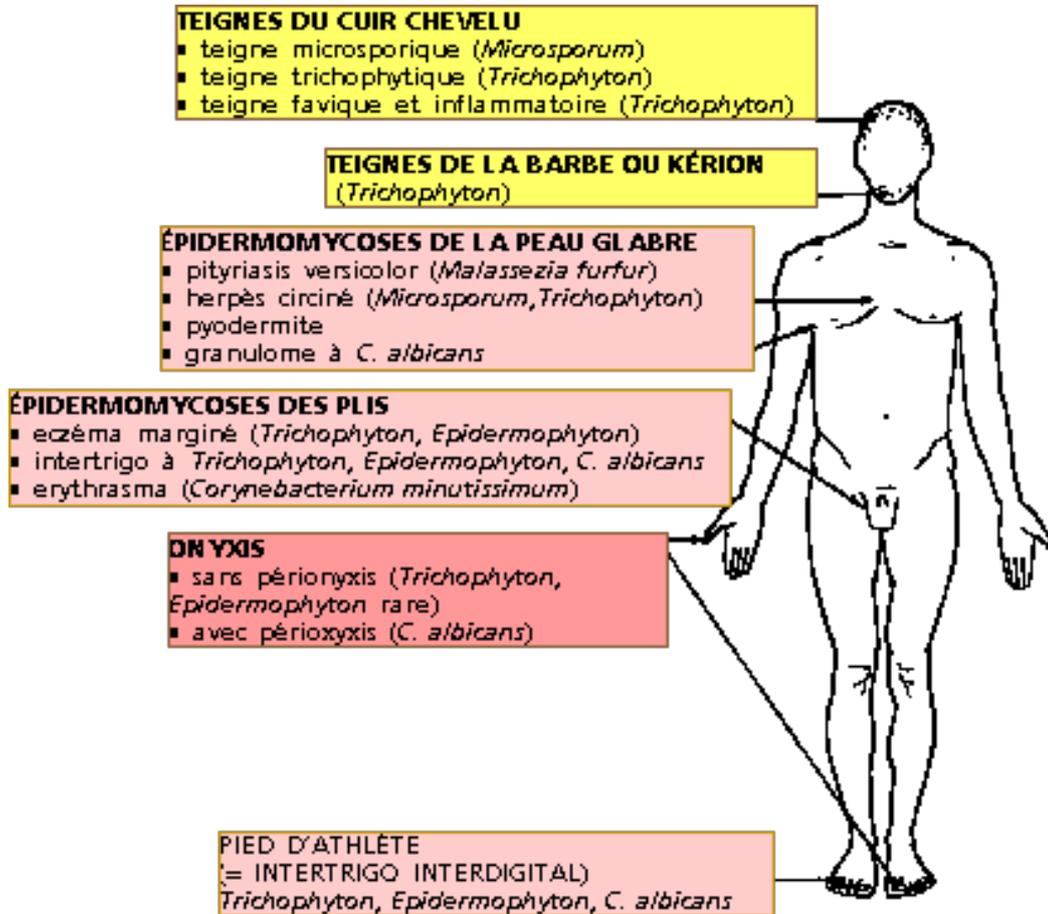
(d'après aide mémoire de parasitologie (P. BOURÉE) chez Flammarion)

Bilan des mycoses superficielles : les champignons responsables (d'après RFL)

Peau	Ongles	Cheveux / Poils
<ul style="list-style-type: none"> • Herpès circiné: • <i>Microsporum canis</i> <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Trichophyton mentagrophytes</i> ○ <i>Trichophyton rubrum</i> ○ <i>Microsporum gypseum</i> • Eczéma marginé de Hébra <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Trichophyton rubrum</i> ○ <i>Epidermophyton floccosum</i> • Intertrigo <ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Trichophyton mentagrophytes</i> ○ <i>Trichophyton rubrum</i> ○ <i>Epidermophyton floccosum</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Trichophyton rubrum</i> ○ <i>Trichophyton interdigitale</i> ○ <i>Trichophyton violaceum</i> ○ <i>Epidermophyton floccosum</i> ○ <i>Scopulariopsis</i> ○ <i>Candida albicans</i> (mains) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Microsporum audouinii</i> ○ <i>Microsporum canis</i> ○ <i>Trichophyton tonsurans</i> ○ <i>Trichophyton schoenleinii</i> ○ <i>Trichophyton violaceum</i> ○ <i>Trichophyton mentagrophytes</i> (kérion)

	Teignes tondantes grandes plaques	Teignes tondantes petites plaques	Teignes inflammatoires	Teigne favique	Herpès circiné	Lésions inflammatoires peau	Plis axillaires	Plis inguinaux	Espaces interdigito-palmaires	Espaces interdigito-plantaire	Kératodermes palmaires	Kératodermes plantaires	Onyxis des mains	Onyxis des pieds
<i>Epidermophyton floccosum</i>					assez fréquent		assez fréquent	assez fréquent						rare
<i>Microsporium audouinii</i>														
<i>Microsporium canis</i>	fréquent		rare		fréquent									
<i>Microsporium ferruginum</i>	rare													
<i>Microsporium gypseum</i>			rare			assez fréquent								
<i>Microsporium langeronii</i>	assez fréquent				assez fréquent									
<i>Microsporium persicolor</i>						assez fréquent								
<i>Trichophyton erinacei</i>			rare			assez fréquent								
<i>Trichophyton interdigitale</i>									fréquent		assez fréquent			assez fréquent
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>			assez fréquent			assez fréquent								
<i>Trichophyton ochraceum</i> (v.)			fréquent			assez fréquent								
<i>Trichophyton rubrum</i>							rare	fréquent	fréquent	fréquent	assez fréquent	fréquent	fréquent	fréquent
<i>Trichophyton schoenleinii</i>				seul agent										
<i>Trichophyton soudanense</i>		fréquent			assez fréquent									assez fréquent
<i>Trichophyton tonsurans</i>		rare			rare									
<i>Trichophyton violaceum</i>		assez fréquent			rare									rare

Résumé en image :



2.3. Les mycoses profondes (ni cutanées, ni des phanères)

Toutes sortes d'infections profondes sont possibles : urinaires, vaginales, méningites, pneumonies... Elles sont souvent analysées avec les prélèvements correspondants et leur "bactériologie". Les mycoses profondes sont redoutables car elles surviennent sur un terrain débilisé : leur découverte se fait souvent post mortem.

avec *Candida* et tout particulièrement *Candida albicans* : atteinte des muqueuses avec :

- le **muguet** pour *Candida albicans* seulement (buccal, bronchique, oesophagien, vaginal). Le muguet est constitué de fausses membranes superficielles contenant les débris cellulaires les leucocytes et les *Candida*
- glossite (langue) langue noire pour *Candida*, stomatite (muqueuse buccale), *Candida albicans*, *tropicalis*, *kefir*
- des atteintes viscérales profondes : dans la plupart des organes (rein, sang, coeur (endocardites), péritoine, poumon, appareil digestif, os-articulations, LCR, yeux ...)

avec *Cryptococcus neoformans* (Cryptococcoses)

Le principal réservoir de ces levures capsulées est (serait) la fiente de pigeon. Elle est extrêmement répandue. Elle n'atteint pratiquement que des individus immunodéprimés et tout particulièrement les sidéens. Le point de départ est pulmonaire et la maladie peut atteindre de nombreux organes en particulier le cerveau. Leur découverte impose une recherche de séropositivité HIV si elle n'est pas connue. Des atteintes cutanées sont aussi possibles.

avec *Aspergillus*

Il est responsable de dangereuses mais rarissimes pneumonies chez les **immunodéprimés**, la contamination étant aérienne. Les espèces en cause sont en général *fumigatus* ou *niger*. On peut probablement les rencontrer aussi chez des paysans entrant dans des silos de grains contaminés massivement par *Aspergillus*.

On estime à 1 à 20 UFC par mètre cube d'air la concentration aérienne en spores d'*Aspergillus*. Cette concentration est multipliée considérablement en cas de travaux dans des bâtiments contaminés.

Sous les flux laminaires hospitaliers, on tolère jusqu'à 2 UFC par mètre cube et l'on se méfie des travaux réalisés dans le secteur.

Le pouvoir pathogène des *Aspergillus* dépend essentiellement de la réceptivité de l'hôte. Il ne semble pas exister de souches très pathogènes.

avec *Histoplasma* ou *Blastomyces dermatidii*

Sont responsables, dans les pays tropicaux, de pneumonies particulières et redoutables. L'histoplasmose est endémique dans les zones tropicales et atteint de préférence les immunodéprimés (en particulier avec la tuberculose et le sida). Elle est asymptomatique dans 90 % des cas. (voir option bio n°271)

3. TRAITEMENT DES MYCOSES

Les champignons étant des eucaryotes, le traitement est délicat, plus délicat que celui des bactérioses puisque les produits utilisés peuvent être actifs sur le métabolisme de la cellule. Les médicaments (antibiotiques antifongiques) disponibles sont donc en nombre réduit, même si de nouveaux produits apparaissent. Une difficulté s'ajoute avec la nécessité de disposer de produits peu toxiques pour des malades, soignés avec de nombreuses thérapeutiques, en situation très délicate.

Classification

Les antifongiques peuvent être classés en :

Inhibiteurs de la synthèse de l'ergostérol nécessaire à la membrane fongique

- polyènes
- l'Amphotéricine B (Fungizone®) : polyène heptaénique actif sur le métabolisme de tous les champignons
- la Mycostatine (Nystatine ®) : polyène tétraénique actif sur le métabolisme des levures
- pyridone : la Ciclopiroxolamine : "agirait par inhibition de la capture et de l'incorporation des différents substrats nécessaires au métabolisme cellulaire". (<http://www.biam2.org/www/Sub635.html>)
- dérivés imidazolés (ou azolés) bloquant la synthèse de l'ergostérol des dermatophytes et des levures
- allylamines (terbinafine)

Inhibiteurs ou perturbateurs de la synthèse des acides nucléiques

- la Fluoro 5 Cytosine (Ancotil ®) active par compétition métabolique sur les levures et certains filamenteux.

Inhibiteurs de la synthèse du glucane pariétal

- nouveaux antibiotiques (caspofongine, micafungine). Ils agissent par inhibition de la synthèse du bêta-1-3-D-glucane pariétal.

Modifiant la sensibilité des cellules de l'hôte (kératinocytes)

- la Griséofulvine (Griséofulvine ®) active que sur la perméabilité cellulaire des dermatophytes (donnée ancienne) ou qui, en pénétrant dans les kératinocytes, les rend résistants à l'action des dermatophytes (et seulement eux).

De mode d'action inconnu

- sélénium dans le cas du Pytiriasis (remplacé aujourd'hui par des dérivés azolés)

Ces molécules seront retrouvées dans les milieux de culture où l'inhibition des champignons est recherchée comme dans le prélèvement vaginal (voir gélose chocolat enrichie au VCAT, où A = amphotéricine ou Fungizone ou au VCN avec N=Nystatine).

Autre mode de classement :

- antifongiques systémiques (= par voie générale) : Kétoconazole, Griséofulvine, Terbinafine (Lamisil®)
- antifongiques à usage cutané : amphotéricine B, Ciclopiroxolamine, dérivés imidazolés

Dans le cas des teignes, on associe un traitement général (systémique) et un traitement local à base de tolnaftate (Sporiline®) ou de dérivés azolés, de cyclopiroxolamine... Le traitement de la source est indispensable au vu de la contagiosité.

POUR EN SAVOIR PLUS SUR LES TRAITEMENTS :

Tous les antifongiques (et antiparasitaires) :

<http://arachosia.univ-lille2.fr/labos/parasito/Internat/medicam/index.html>

Serveur BIAM

Voir aussi pour les mycoses

<http://fr.calameo.com/read/000402214de3144bbf495>

Mycologie au laboratoire

Le document suivant rassemble des éléments devant permettre l'identification des champignons au laboratoire.

Il était présent dans la documentation technique réalisée pour le CRDP d'Aquitaine avec Guy LEYRAL, et qui n'a pas été rééditée. De nombreuses sources ont évidemment été consultées. Certaines sont mieux documentées et plus efficaces !

On retrouvera les données sur <http://www.techmicrobio.eu>

Les informations sur les techniques sont sommaires. On trouvera tous les détails notamment dans l'ouvrage "*Microbiologie technique : dictionnaire des techniques*" édité par le CRDP d'Aquitaine (édition 2014).

Note : les schémas et photos sont d'origines variées, y compris personnelles, mais avec une contribution particulière de Pascal FRAPERIE. Tous droits réservés.

Critiques : ijnoffin@wanadoo.fr

Les techniques de laboratoire utilisées en mycologie

L'identification des champignons est avant tout une identification morphologique. Ce n'est que pour les levures que l'étude des voies métaboliques permet d'affiner l'identification selon des techniques très proches de celles de la bactériologie.

1. EXAMEN DIRECT DU PRODUIT PATHOLOGIQUE ET ISOLEMENT DES CHAMPIGNONS PATHOGÈNES

1.1. Les produits pathologiques concernés

Tous les produits pathologiques classiques sont concernés par d'éventuels champignons. Leur prélèvement ne pose donc pas d'autres problèmes que ceux évoqués pour la Bactériologie sauf pour le sang qui peut être éventuellement ensemencé en Bouillon de Sabouraud citraté.

Seuls les prélèvements cutanés ou de phanères sont un peu particuliers :

- peau partant en lambeaux (squames)

- prélèvement à la périphérie des lésions avec un **bistouri ou vaccinostyle ou curette**
- prélèvement avec la **technique du carré de moquette (laine stérile)** : la moquette est frottée sur les lésions puis reportée sur un milieu approprié.

La technique du carré de moquette est une « nouvelle » méthode simple de prélèvement dans les mycoses superficielles; elle consiste à frotter la totalité de la surface à examiner (peau glabre, cuir chevelu) à l'aide d'un carré de tapis de laine (moquette) préalablement lavé, séché et stérilisé à l'autoclave. Le fragment de tapis après contact avec les lésions mycosiques, est appliqué sur la surface des boîtes de Pétri, contenant les milieux appropriés, et ensuite retiré.

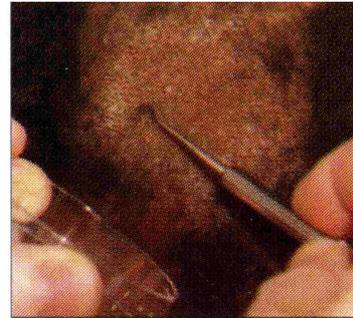
Le carré de moquette peut être remplacé par un carré de velours auto-adhésif ("Venilia", matériel utilisé en microbiologie pour réaliser des répliques de culture), stérilisé sous lumière ultraviolette et ensachés dans du papier sulfurisé.

- prélèvement à l'aide de **cellophane adhésive** (pour *Pityriasis versicolor*)

- cheveux, poils

Cheveux et poils sont de même nature. Un seul mot est utilisé en anglais... hair.

- choisir bien entendu les phanères malades, éventuellement sous lumière UV (lampe de Wood avec les cheveux fluorescents. Les arracher au lieu de l'infection à l'aide d'une pince stérile.
- prélever au carré de moquette.



- ongles

racler l'ongle à la curette

- En cas d'onxyxis, on grattera la partie lésée avec le tranchant d'un bistouri. On est parfois obligé de meuler l'ongle pour arriver à la zone lésée. Il faut prélever au niveau de la jonction partie saine-partie pathologique. L'atteinte du bout des ongles oriente les recherches vers les dermatophytes; l'atteinte de la base vers *Candida albicans*, dans ce cas il y a péronyxis.

- En cas de périonyxis (le plus souvent dû à un champignon du genre *Candida*), s'il existe un écoulement, presser la région et prélever à la pipette stérile. Sinon on écouvillonne avec force la région atteinte.

Le prélèvement est bien entendu l'acte essentiel : il faut qu'il soit réalisé avec soin pour être efficace.

1.2. Examen direct - problèmes posés par certains prélèvements

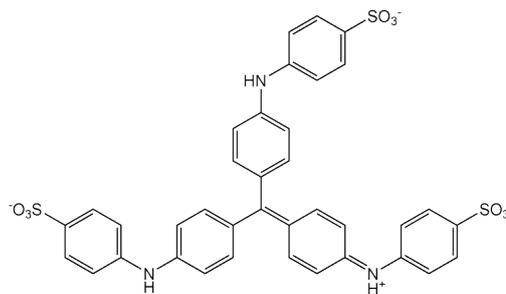
L'examen direct peut être fait avec :

- état frais de préférence au contraste de phase
- état frais au bleu coton colorant vital (augmentation du contraste) contenant du bleu de méthyle
- état frais à l'encre de Chine (capsule de *Cryptococcus neoformans*)
- Giemsa
- Gram
- etc. ?

L'examen direct permet une orientation du diagnostic grâce aux éléments parasitaires mis en évidence. Pour les champignons éventuellement commensaux comme les levures, on prendra garde à **bien évaluer le nombre d'éléments vus à l'examen direct** : la conclusion en dépend puisque les levures peuvent être commensales. Il faudra veiller à bien distinguer des filaments de chaînes de blastospores.

Dans le cas des prélèvements contenant de la kératine (poils, ongles ?), on traite par la potasse (hydroxyde de potassium) ou le lactophénol (phénol, acide lactique, glycérol...) pour éclaircir.

Voir par exemple : http://www.champignons-passion.be/tech_23.htm pour le lactophénol et le bleu coton



Bleu de méthyle du bleu coton

1.3. L'isolement

Il met en jeu :

- **un milieu de culture adapté** : la gélose SABOURAUD contenant une base peptonée additionnée de glucose, milieu convenant donc aux bactéries qui peuvent toutefois être inhibé par un pH acide (hydrolysant parfois l'agar...). Les champignons cultivent bien sûr le plus souvent sur gélose ordinaire.

Ce milieu est souvent conditionné en **tubes** plutôt qu'en boîte afin d'éviter la dessiccation.

- **des additifs sélectifs éventuels** :
 - **Antibiotiques antibactériens** pour éliminer la flore bactérienne contaminante (Chloramphénicol, Gentamicine ou les deux)
 - Un antibiotique actif sur les champignons commensaux ou saprophytes : **l'actidione** (cycloheximide) qui peut toutefois inhiber des champignons pathogènes.
- **une température d'incubation adaptée** : les champignons apprécient souvent une température modérée de 30°C. Selon le prélèvement il faudra :
 - pour les mycoses profondes : 37°C (ce qui éliminera les saprophytes)
 - pour les mycoses superficielles : 27-30°C ce qui correspond à la température de la peau ou des phanères concernés.
- **une durée d'incubation suffisante**, à un taux d'humidité adéquate :
 - 1 à 2 jours pour les Levures
 - 1 à 4 jours pour les Moisissures
 - 3 à 15 jours pour les Dermatophytes

En conséquence, le milieu sera conditionné de préférence en TUBE.

Notes :

- il existe des milieux chromogènes mettant en évidence une enzyme de *Candida albicans* (N-Acétalgalactosaminidase). Voir chapitre *levures*
- Certaines levures lipophiles impose un "badigeonnage" de la surface de la gélose avec de l'huile d'olive... (*Malassezia furfur*)

En bactériologie

On doit prendre garde à l'éventualité de la découverte de levures en particulier sur un milieu d'isolement en BACTÉRIOLOGIE. Le produit pathologique doit être examiné en ce sens et l'isolement sur Sabouraud pratiqué en fonction de l'examen direct. L'odeur caractéristique des levures permet de les détecter... en prenant garde de ne pas mettre le nez sur la culture évidemment !

Problèmes de sécurité

Au niveau de la sécurité de la manipulation il faut bien dire que les champignons ne sont, en règle générale, **pas dangereux** pour le manipulateur. Leur dissémination par les spores (conidies) impose de bien faire attention au moment du prélèvement car les spores ont une fâcheuse tendance à tomber de la spatule : il suffira donc de regarder et de désinfecter en cas de contamination de la paillasse. Par contre, les tubes ensemencés ne posent aucun problème : les champignons ne sautent pas de tubes en tubes !!!

Certains préconisent l'**utilisation d'un PSM** : je ne pense pas qu'un tel outil soit d'une quelconque utilité dans la mesure où les spores ne "volent" pas vers les poumons du laborantin, et qu'en tout état de cause la probabilité de l'infection, à moins de le faire exprès, est aussi grande que celle d'une météorite frappant le tube. L'excès de précaution que représente le PSM met en exergue un danger imaginaire : commençons par une analyse de risque avant d'imposer des mesures de ce genre.

Le plus important au laboratoire n'est pas de séparer mycologie et bactériologie mais **de prendre les mesures d'hygiène normale en permanence** : désinfection des paillasses (évidemment !), désinfection simple des étuves (par exemple en passant une chiffonnette imbibée d'éthanol). Dans ces conditions, les *Aspergillus* mis dans l'étuve de bactériologie à 37 °C ne vont pas sur les boîtes de géloses, même Chocolat enrichie.

Se méfier d'éventuels acariens prélevés en même temps que les champignons. Ces acariens peuvent passer de tubes en tubes à 30 °C...



Figure – Acarien découvert dans une culture

1.4 Coupes histologiques

La coloration par l'**hématoxyline-éosine** utile pour localiser les lésions inflammatoires ne facilite pas l'observation des éléments fongiques habituellement mal colorés par cette technique. Par contre la technique de Hotchkiss-Mac Manus colore intensément la paroi polysidique de tous les champignons et permet un diagnostic rapide.

L'**imprégnation argentique** (technique de Gromori modifiée par Grocott) permet également de reconnaître facilement les champignons dans les tissus, la paroi fongique étant intensément colorée en noir par l'argent.

L'examen histopathologique est très utile au diagnostic d'une mycose. Les lésions des mycoses revêtent souvent l'allure d'inflammations aiguës, subaiguës ou chroniques des plus banales. D'autres lésions sont en revanche très évocatrices et permettent de porter d'emblée un diagnostic (inflammation nodulaire pseudotumorale des mycétomes).

Le diagnostic histopathologique est fréquemment un élément d'orientation, mais il arrive qu'il soit décisif à lui seul.

Cet examen est souvent indispensable pour prouver le rôle pathogène d'un champignon habituellement saprophyte.

2. IDENTIFICATION DES CHAMPIGNONS PATHOGÈNES

2.1 L'examen macroscopique des colonies

Deux types de milieux, parfois même deux milieux "identiques" mais de marques différentes, apportent une meilleure approche : un milieu de Sabouraud et un milieu à l'extrait de malt.

De nouveaux milieux chromogéniques apparaissent : des substrats particuliers permettent la mise en évidence directe d'enzymes, en particulier d'une β -galactosaminidase, qui hydrolyse un hétéroside constitué de β -D-NAcétyl-Galactosamide lié à un chromogène. Voir notamment la documentation bioMérieux sur le milieu chromogénique commercialisé.

L'examen macroscopique permet de distinguer :

des colonies de type bactérienne

Il s'agit en général de colonies de levures ne présentant pas de particularités par rapport aux colonies bactériennes hormis éventuellement une pigmentation (*Rhodotorula*)

Sur milieu chromogénique, les colonies bleues sont des *Candida albicans* (le plus souvent, mais comme elles ne sont alors pas identifiées, les faux positifs ne sont pas détectés. On ne peut donc que faire confiance aux fabricants). Certains milieux chromogènes permettent la recherche de différentes enzymes, malheureusement pas toujours précisées dans les documentations.

des colonies filamenteuses

voir : <http://thunderhouse4-yuri.blogspot.fr/2012/02/trichophyton-rubrum.html>

Pour les champignons filamenteux, l'identification macroscopique est un acte essentiel.

On doit noter :

CRITÈRES	EXEMPLES													
la vitesse de croissance	Nombre de jours pour obtenir une culture : 1, 2, une semaine, deux à trois semaines. La date d'ensemencement doit donc être mentionnée sur le tube.													
l'aspect et la forme de la colonie en surface et au revers	<p>Noter l'aspect : type bactérienne ou filamenteuse (préciser alors selon le tableau ci-dessous)</p> <table border="1"> <tr> <td>aspect en duvet</td> <td rowspan="12"> </td> </tr> <tr> <td>avec acumination centrale</td> </tr> <tr> <td>aspect vermiculé</td> </tr> <tr> <td>aspect poudreux</td> </tr> <tr> <td>aspect plissé</td> </tr> <tr> <td>aspect granuleux</td> </tr> <tr> <td>à centre déprimé</td> </tr> <tr> <td>à centre en cratère</td> </tr> <tr> <td>aspect cérébriforme</td> </tr> <tr> <td>aspect en coupole</td> </tr> <tr> <td>aspect astéroïdé</td> </tr> <tr> <td>aspect étoilé</td> </tr> </table>	aspect en duvet		avec acumination centrale	aspect vermiculé	aspect poudreux	aspect plissé	aspect granuleux	à centre déprimé	à centre en cratère	aspect cérébriforme	aspect en coupole	aspect astéroïdé	aspect étoilé
aspect en duvet														
avec acumination centrale														
aspect vermiculé														
aspect poudreux														
aspect plissé														
aspect granuleux														
à centre déprimé														
à centre en cratère														
aspect cérébriforme														
aspect en coupole														
aspect astéroïdé														
aspect étoilé														
la couleur de la colonie au recto	blanc, jaune, ocre, jaune, rouille, chamois \pm clair, beige, violet, cireuse, rosée, gris verdâtre, ... S'aider de : https://fr.wikipedia.org/wiki/Liste_de_noms_de_couleur													
l'aspect de la colonie au verso (en revers)	noter la couleur du revers éventuellement la pénétration du mycélium dans la gélose													

ATTENTION : les champignons donnent souvent un duvet informe : C'est le **pléomorphisme** malheureusement très fréquent, qui empêche toute identification.



Aspect macroscopique de différentes moisissures très courantes : *Penicillium*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Rhizopus*

2.2 Tests microscopiques après isolement

2.2.1. Examen direct

Comme à l'examen direct du produit pathologique, l'état frais (éventuellement au bleu coton pour améliorer le contraste) permettra une orientation de l'identification ou une identification en lien avec la macroscopie. Pour les filamenteux, cet examen doit **absolument prélever le mycélium sans le casser pour voir les fructifications**.

On peut utiliser

- la technique du drapeau (ruban adhésif placé sur la palette de prélèvement qui sert à prendre, par la partie collante, le champignons à sa surface),
- la culture sur lame (une lamelle déposée à la surface de l'ensemencement autorise une vision directe)
- ou réaliser un prélèvement large incluant de la gélose.

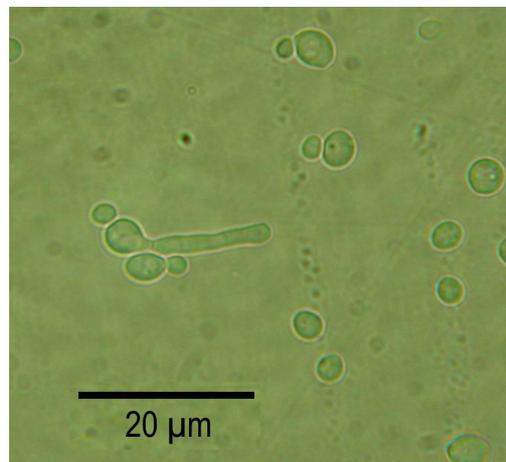
Dans tous les cas, il faut veiller à ne pas disséminer les spores et désinfecter par exemple le microscope !

2.2.2. Test de la blastèse (production de tubes germinatifs)

Certaines levures du groupe des *Candida albicans* présentent la particularité de former des tubes germinatifs, tubes ressemblant à un mycélium mais sans cloisonnement entre la levure et le filament, quand on les place

- dans du sérum pendant 1 à 3 heures à 37°C
- suspension en milieu pour la blastèse (Diagnostics Pasteur devenue Biorad)

Ces tubes germinatifs seraient représentatifs de la capacité invasive de *C. albicans*. Les autres levures ne le font pas.



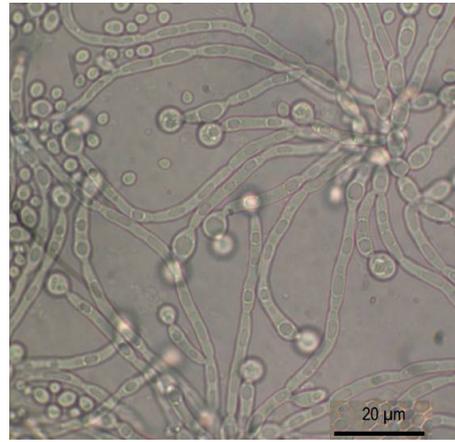
Test de blastèse (*Candida albicans*)

2.2.3. Recherche des chlamydospores

Certaines levures du groupe des *Candida albicans* présentent la particularité de former des Chlamydospores et un pseudomycélium quand elles sont cultivées sur milieu PAUVRES :

- PCB (Pomme de Terre Carotte Bile, DIAGNOSTICS PASTEUR) ou
- RAT (Riz Agar Tween bioMérieux) qui n'est plus commercialisé depuis 2001. Solution de remplacement : cliquez.

Les chlamydospores sont des spores rondes, généralement réfringentes, situées aux extrémités du pseudomycélium. Leur rôle est inconnu car il n'est pas sûr qu'elles puissent redonner des levures. ATTENTION les milieux doivent être incubés à 30°C durant 48 heures (ce qui rend le test sans intérêt en microbiologie médicale).



Chlamydospores (*Candida albicans*)

2.2.4. Recherche de capsule (état frais à l'Encre de Chine (*India ink*))



Cryptococcus neoformans (*Filobasidiella neoformans*) à l'encre de Chine

2.3. Tests biochimiques après isolement

Ces tests ne concernent pratiquement que les LEVURES. Ils étaient explorés à l'aide de tubes ou de boîtes. Aujourd'hui de très nombreuses minigaleries permettent une approche beaucoup plus précise et beaucoup plus simple des différentes levures. Les différents tests sont :

Le zymogramme

Le zymogramme est l'étude de la fermentation des glucides (s'il est réalisé en anaérobiose...) ou de leur utilisation (en aérobiose).

Il peut être réalisé en tube de milieu CTA régénéré additionné de glucide et ensemencé par piqûre centrale d'une souche absolument pure. Le glucide peut être apporté sous la forme de disque imprégné ou d'une solution. La lecture semble être la production de gaz et non l'acidification mais les choses ne sont pas claires (à mon sens acidification d'abord).

Il peut aussi être une cupule de la galerie API20 C (acidification).

Le zymogramme est donc la liste des glucides fermentés (utilisés) ou non par la levure ou le champignon.

L'auxanogramme

L'auxanogramme est l'étude de l'utilisation comme seule source de carbone pour la croissance d'une molécule carbonée ajoutée à un milieu contenant les ions minéraux, les coenzymes (vitamines), les bases azotées et acides aminés indispensables à la croissance. Les molécules carbonées utilisées comme facteurs de croissance métaboliques ne permettent pas une croissance visible. Elle peut être utilisée pour les bactéries et non seulement pour les Champignons (API20 NE, API32 GN).

technique en boîte

Réaliser une suspension de la culture de levure : 2 anses dans 1 cm³.

En boîte, la culture est ensuite :

- soit directement incorporée dans le milieu pour auxanogramme puis coulée en boîte (technique la plus efficace)
- soit 0,1 mL sont étalés à la surface la boîte.

On ajoute ensuite des disques préimprégnés de molécules carbonées diverses (glucides mais aussi acides organiques, acides aminés...). Après séjour à l'étuve, la culture microbienne est appréciée par lecture autour des disques : présence ou non de colonies. Veillez à vérifier la pureté de la souche ?

technique API Auxanogramme

La technique est similaire. Le milieu ensemencé est placé dans des cupules qui contiennent le substrat. On apprécie la culture ou non de la souche en référence à un témoin sans carbone suffisant pour assurer la culture.

Autres tests

Des tests biochimiques classiques de la bactériologie peuvent être pratiqués. Par exemple :

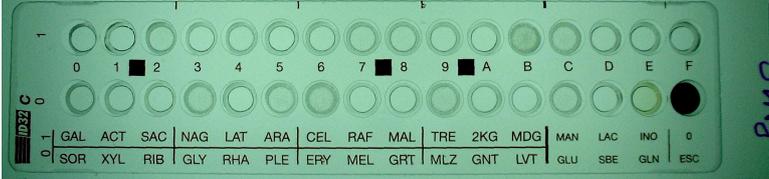
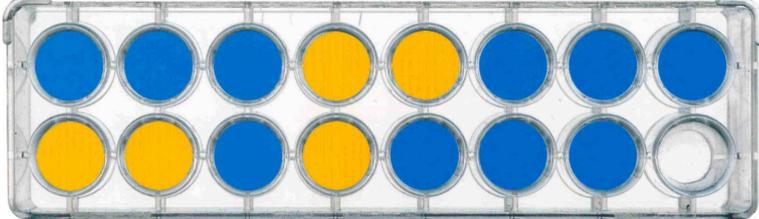
- recherche de l'URÉASE obligatoire sur une levure isolée du LCR
- réduction du tétrazolium (TTC)
- sensibilité à l'actidione (cycloheximide) à 0,1 % (100 µg/mL)
- étude des besoins en facteurs de croissance (pour les filamenteux)

Les nouvelles galeries miniaturisées ajoutent :

- la recherche de nombreuses **aminopeptidases** (Proline aminopeptidase, His aminopeptidase?)
- la recherche d'une **phénoloxydase** assez caractéristique des basidiomycètes (*Cryptococcus*)
- des enzymes de type ONPG hydrolase

Minigaleries commercialisées

Les principales galeries miniaturisées sont :

API Candida (bioMérieux)	
API20C (bioMérieux)	Cette galerie ne présente pas un grand intérêt car elle étudie d'une part l'auxanogramme de 10 sources de carbone et d'autre part la fermentation des mêmes sources de carbone.
API20Aux (bioMérieux)	
Id32C (bioMérieux)	
Auxacolor (Biorad)	 <p>tests :</p> <p>Auxanogramme : GLU, MAL, SAC, GAL, LAC, RAF, INO, CEL, TRE, ADO, MEL (MLZ), XYL, ARA</p> <p>Enzymes : HEX (N-acétyl-galactosaminidase), POX (phénoloxydase) et PRO (proline aminopeptidase)</p>

Fungichrom (Elitech)	
FungiFast (Elitech)	
FungiView (Fumouze)	

2.4. Tests immunologiques après isolement

Recherche des Antigènes (immunofluorescence) capsulaires de *Cryptococcus*

ex : Ag capsulaires pour *Cryptococcus*

Il existe quatre sérovars A,B,C,D. Or seuls les sérotypes A et D sont retrouvés chez les patients atteints de sida.

Il est possible de rechercher les Ag circulants par des particules de latex sensibilisés.

Recherche des Antigènes (coagglutination) des *Candida*

Les laboratoires Fumouze développent des tests de coagglutination avec des particules sensibilisées par des Ac spécifiques pour l'identification :

- de *Candida albicans/dubliniensis*
- de *Candida dubliniensis* (distinction d'avec *albicans*)
- de *Candida kruzei*

Recherche des Anticorps

La recherche des anticorps est possible pour de nombreux champignons à l'aide d'Ag spécifiques.

La sérologie courante est utile pour le dépistage de certaines mycoses viscérales: aspergillose, candidose, histoplasmosse, coccidioidomycose...

Les techniques utilisées sont: l'immunodiffusion en milieu gélifié (immunoélectrophorèse, électrosynérèse), l'hémagglutination indirecte, l'immunofluorescence, l'ELISA.

La sérologie reste encore du domaine de la recherche pour beaucoup de mycoses à caractère systémique.

2.5. Autres méthodes

La spectrométrie de masse, développée pour les bactéries, peut s'appliquer aux champignons.

Sitographie

<http://www.mycology.adelaide.edu.au/>

3. ANTIBIOGRAMME DES CHAMPIGNONS

Les techniques utilisées pour les bactéries sont applicables aux champignons quand la recherche de la sensibilité a un intérêt c'est à dire dans le traitement des malades immunodéprimés. Il existe des champignons constamment sensibles.

Cet antibiogramme (ou antifongigramme) est très discuté quant à ses résultats.

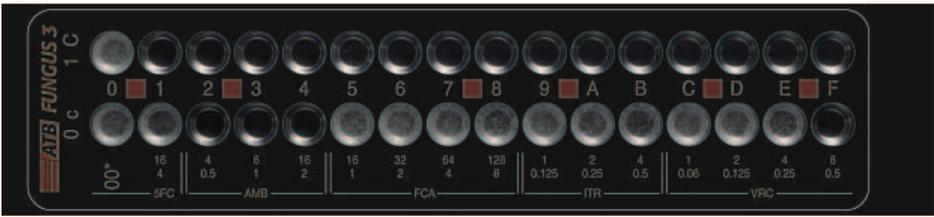
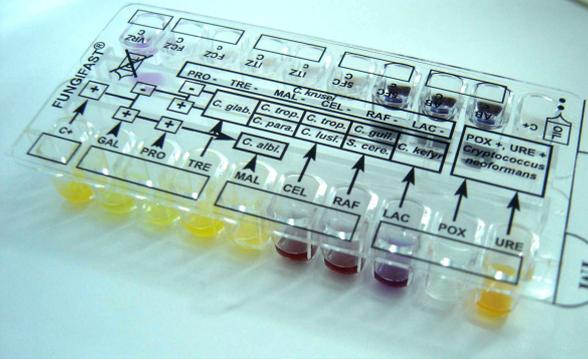
Ces techniques sont :

- la technique de diffusion en gélose
- la technique de culture en cupules du champignon à deux concentrations critiques.

Quelques particularités :

- le milieu utilisé peut être particulier en raison de particularités des antifongiques (milieu semi-synthétique pour la 5 fluorocytosine et les autres en routine, milieu complexe à la casitone pour les polyènes et imidazolés car donnant lecture plus franche)
- la durée d'incubation dépend du champignon.
- la mesure ou une approche de la CMI est parfois réalisée.

Galeries miniaturisées

<p>ATB Fungus (bioMérieux)</p>	<p><i>Candida krusei</i></p> <p>Flucytosine (5FC) Intermédiaire Amphotéricine B (AMB) Sensible</p> 
<p>Fungitest (Biorad)</p>	
<p>FungiFast (Elitech)</p>	
<p>FungiGram (Fumouze)</p>	

ANNEXE 1 : FEUILLE DE RÉSULTAT EN MYCOLOGIE

Cette feuille est issue d'un sujet de BTS de 1995. Elle permet de bien cerner les éléments à prendre en compte pour une bonne identification d'un champignon.

identification du tube de culture :

Date :

En fonction des observations, compléter le tableau idoine :

- Culture levuriforme
- Culture filamenteuse

CULTURE LEVURIFORME	
ASPECT MACROSCOPIQUE	
Culture lisse	
Culture muqueuse coulante	
Culture rugueuse membraneuse	
Culture blanche à beige	
Culture rose à rouge	
ASPECT MICROSCOPIQUE SUR MILIEU D'ISOLEMENT	
Levures	
Levures avec capsule (examen à l'encre de Chine)	
Levures avec mycélium ou pseudomycélium	
Levures avec mycélium et arthrospores bourgeonnantes	
Arthrospores bourgeonnantes avec levures et mycélium	
TEST DE BLASTÈSE	
sérum à 37°C présence d'une filamentation en 3-4 h.	
SUR MILIEUX PCB, RAT OU AUTRES, À 25/27°C, PRÉSENCE DE :	
levures seules	
levures avec pseudomycélium	
levures avec pseudomycélium et chlamydozoospores	
Arthrospores non bourgeonnantes avec mycélium	
Arthrospores bourgeonnantes avec levures et mycélium	
CARACTÈRES BIOCHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES	
Absence de culture sur actidione en 24 h	
Réduction du tétrazolium, rouge à violet, en 24 h	
Présence d'une uréase en 4 h	
GALERIE UTILISÉE	
Nom :	
IDENTIFICATION ET COMMENTAIRES	

CULTURE FILAMENTEUSE	
EXAMEN MACROSCOPIQUE	
ASPECT	
	Glabre
	Poudreux grain ± gros
	Duveteux
RELIEF	
	Culture plissée
COULEUR DES COLONIES RECTO	
	Blanc à beige
	Jaune vert à vert foncé
	Gris- Brun - Noir
	Autres (rose, violet, etc...)
COULEUR DES COLONIES VERSO	
	Jaune-orange
	Rouge foncé à Brun
EXAMEN MICROSCOPIQUE	
ASPECTS ET FORMATIONS DIVERSES	
	filaments non septés
	filaments en "buisson", en bambou
	vrilles ou spires
	chandeliers
	clous
MICROSPORES	
	Microspores rondes
	Microspores piriformes ou ovales
	Microspores échinulées à base tronquée
	Microspores en chaînettes
MACROSPORES	
	Macrospores à paroi échinulée
	Macrospores à paroi épaisse, extrémités effilées
	Macrospores à paroi mince
	Macrospores fusiformes arquées à logettes
AUTRES SPORES	
	Chlamydo-spores
	Spores murales ou muriformes
TÊTE ASPERGILLAIRE PRÉSENTANT :	
	une vésicule en massue
	une rangée de phialides
	deux rangées de phialides
	un conidiophore court, brun, sinueux
	un conidiophore ponctué
	Cleistothèce avec ascospores et/ou cellules en noisette
FRUCTIFICATION EN PINCEAUX	
AUTRES FRUCTIFICATIONS	
GALERIE (ÉVENTUELLE)	
	Nom de la galerie :
IDENTIFICATION ET COMMENTAIRES	

ANNEXE 2

Solution de remplacement pour le milieu RAT

Diverses solutions sont envisagées, expérimentées au Lycée VALIN de La Rochelle (information de Pierre CORNET) ou au lycée Paul Éluard de Saint Denis.

Milieu utilisé pour le concours de technicien de laboratoire spécialité C

Session 2001 (publication par le SNAEN FEN)

- crème de riz 10 g (en fait semoule de riz de marque Tipiak donnant un milieu assez trouble)
- tween 80 : 10 mL
- gélose 10 g
- eau distillée qsp 1000 mL

Milieu utilisé à Saint Denis :

- eau de cuisson du riz
- gélose : 15 g pour 1 L

Ce milieu sans Tween80 a été testé en parallèle avec le même milieu additionné de tween. Les souches de *Candida* provenaient de bouches d'étudiants, avec une souche test sûre de même provenance et conservée depuis quelques années. Les chlamydospores ont pu être observées en 24 heures.

Milieu commercialisé : chez BD-BBL (anciennement DIFCO) :

Rice Extract Agar, référence BD - 211567 au prix de 77 € pour 100 g !

Bleu au lactophérol dit " bleu coton "

Composition pour 1 L :

- Phénol 20 g
- Acide lactique 20 g
- Glycérol (propan-triol) 40 g
- Eau distillée 20 g
- Bleu de méthyle 0,5 g
- pH = 7,3

Bleu coton = bleu coton C4B = bleu de méthyle = bleu d'aniline WS

Réaction au bleu de DIAZONIUM B (non testée)

- culture en milieu de Sabouraud enrichi en extrait de levure à pH 7,0 en milieu liquide dans des tubes durant 2 à 3 jours
- traitement du culot par KOK 50 mM 10 min. à ébullition
- diluer directement par éthanol 0,95 (95 %)
- éliminer l'éthanol par centrifugation
- recouvrir de réactif DBB : réaction colorée en quelques secondes à une min.

Réactif

- tris-HCl 0,25 M pH 7, 0,15 mL
- bleu de diazonium B 15 mg
- à mélanger extemporanément sur glace et utiliser dans les minutes qui suivent.
- fixation possible de la réaction colorée par l'éthanol

Résultats :

- basidiomycètes : rouges à violet
- ascomycètes : incolore à jaune.

Identification classique

ORIENTATION

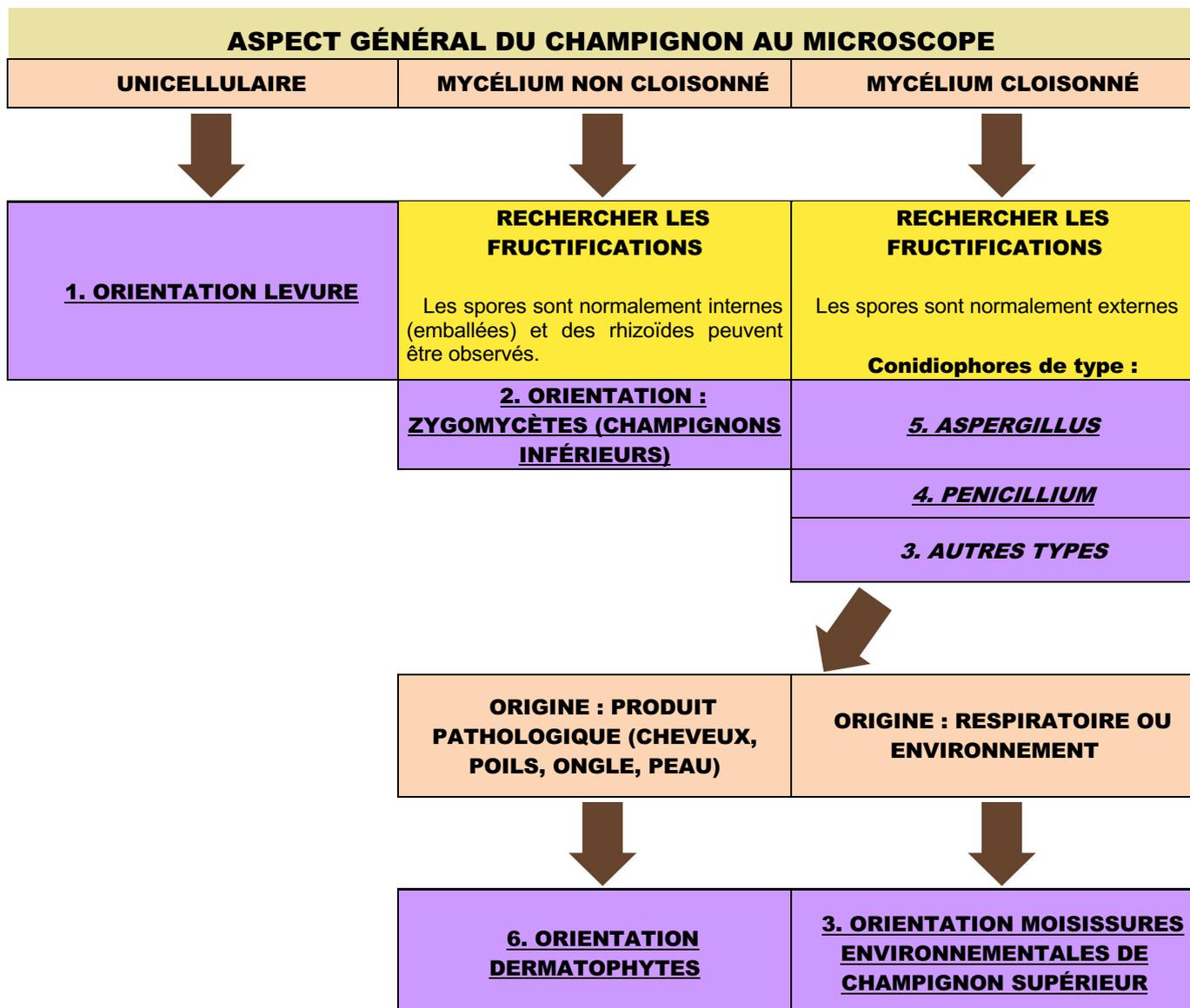
Les champignons sont une catégorie d'êtres vivants extrêmement diversifiée. Ceux qui nous intéressent ici, en particulier pour la pathologie, sont des champignons "dits" microscopiques (micromycètes), c'est-à-dire que l'on observe avant tout au microscope bien que les individus puissent être visibles à l'œil nu.

Ne seront donc vus que :

- les **levures**, en particulier *Candida albicans* cause du muguet digestif, des mycoses vaginales et d'infections cutanées mais aussi commensal, *Cryptococcus neoformans*, cause de méningites chez les sidéens
- les **moisissures**, champignons filamenteux avec :
 - les **dermatophytes**, champignons kératinophiles attaquant les phanères (poils, ongles, cheveux) et la peau, que l'on qualifie rarement de moisissures pour éviter de parler de personnes moisies !
 - les **moisissures classiques** de l'environnement, rarement pathogènes et plutôt chez des immunodéprimés sévères (greffés, cancéreux, sidéens...)

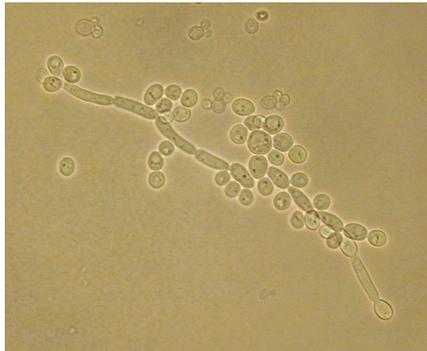
Si vous observez un champignon unicellulaire ou pseudomycélien : levure.

Si vous observez un champignon avec son mycélium : moisissure ou dermatophyte (pour un prélèvement pathologique de surface). Vous devez alors déterminer s'il possède des **cloisons** ou non.



1. LEVURES

Les levures sont des champignons (donc eucaryotes) unicellulaires en général mais formant souvent des pseudomycéliums...



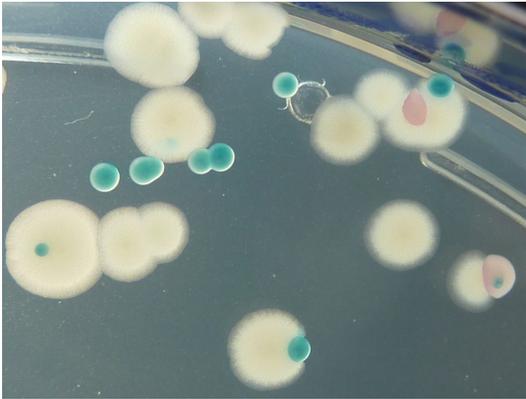
Pseudomycéliums (cliché de Pascal FRAPERIE)

Elles sont utilisées en alimentaire pour fabriquer l'éthanol (vin, bière, alcools forts comme le rhum, biocarburant...) ou/et le dioxyde de carbone du pain (levée de pâte) avec *Saccharomyces cerevisiae* notamment, nommée levure de boulanger ou levure de bière.

1.1. Prélèvement

Les prélèvements médicaux sont **classiques** et traités classiquement comme pour les bactéries sauf le **test à la cellophane adhésive** sur la peau pour le Pytiriasis dû à *Malassezia furfur* (*Pitysporum orbiculare*).

1.2. Isolement

<p>Il peut être réalisé sur</p> <ul style="list-style-type: none">• gélose Sabouraud (additionné ou non de Chloramphénicol et/ou Gentamycine),• gélose chromogène mettant en évidence la N-acétylgalactosaminidase de <i>C. albicans</i> (ou d'autres milieux chromogéniques de composition secrète) et contenant des inhibiteurs antibactériens.	
	<p>exemple de milieu chromogène CAN2 (Biomérieux) avec des colonies bleues de <i>C. albicans</i>, roses de <i>C. tropicalis</i> (à vérifier) et blanches d'autres levures.</p>

1.3. Identification

L'identification repose sur :

1.3.1. En microbiologie médicale

Si le produit pathologique est le **LCR** : faire l'uréase rapide et l'état frais à l'encre de Chine (recherche de *Cryptococcus* (*Filobasidiella*) *neoformans*, levure classique chez les sidéens)



sinon

Faire le test de blastèse et éventuellement ensemercer pour la recherche des Chlamydo-spores (pour *Candida albicans*), ou pour une identification précise, une galerie miniaturisée.



1.3.2. En général

L'ensemencement d'une galerie miniaturisée (voir *Les techniques de laboratoire utilisées en mycologie*)

L'aspect macroscopique, confronté aux résultats des tests biochimiques et à l'origine du prélèvement (médical ou industriel) permet de conclure.

1.3.3. Galerie possible

- gélose de réisolement (Sabouraud)
- milieu RAT ou PCB pour la recherche des chlamydo-spores,
- sérum ou milieu spécial pour le test de filamentation (jour 1)
- urée tryptophane (indole) en cas de soupçon de *Cryptococcus*
- galerie miniaturisée.

1.3.4. Test de coagglutination

Les laboratoires Fumouze commercialisent des tests de coagglutination pour l'identification des levures pathogènes (Bichro-Latex Albicans, Bichro-Dubli, Krusei-Color) ainsi qu'un test de mise en évidence de la tréhalase (Glabrata RTT).

Le test Bichro-Latex Albicans permet, pour d'identifier *C. albicans* ou *C. dubliniensis*, levure très proche mais fréquente particulièrement chez les sidéens. Ce test sera utilisé si l'on part d'un isolement sur Sabouraud.

Le test Bichro-Dubli permet, pour une souche identifiée *C. albicans*, l'identification de *C. dubliniensis*, levure très proche mais fréquente particulièrement chez les sidéens. Ce test sera utilisé en partant des colonies caractéristiques observées sur le milieu chromogène.

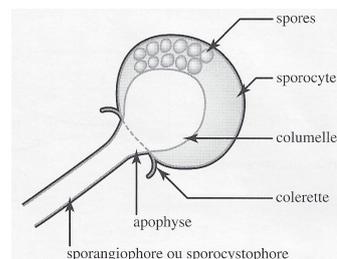
1.3.5. Antibiogramme (antifongigramme)

Il peut être réalisé en boîte avec des disques ou à l'aide de galeries miniaturisées. Dans certaines d'entre-elles, antifongigramme et identification sont rassemblées. Voir *Les techniques de laboratoire utilisées en mycologie*.

2. CHAMPIGNONS NON CLOISONNÉS

Ces champignons présentent un mycélium sans cloisons (ou quasiment sans cloisons) et les spores sont emballées dans un sporocyste. Le schéma suivant montre les différents éléments de la fructification.

Les plus fréquents sont des mucorales présentées ci-dessous. Il va de soi qu'une identification "sérieuse" impose l'utilisation de documentations plus complètes.



	<i>Absidia</i>	<i>Mucor</i>	<i>Rhizomucor</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Cunninghamella</i>	<i>Syncephalastrum</i>
Rhizoïdes	présents	Absents	Rares	Présents, ramifiés, bruns	Absents	Absents
Sporocysto-phores (filaments portant le sporocyste)	Isolés ou ramifiés sur le trajet des stolons	Simple ou branchés	Simple ou branchés	Simple ou en bouquets partant du stolon à partir des nœuds	Longs, ramifiés en verticille, vésicule terminale	Longs, ramifiés latéralement, vésicule terminale
Fructifications	Sporocystes , piriformes, à columelle en spatule, à apophyse très marquée. Spores ovoïdes à sphériques.	Sporocystes , globuleux, à columelle ovoïde, lisse ou spiculée, sans apophyse. Spores ovoïdes brun clair.	Sporocystes , courts, noirs, à columelle ovoïde, lisse, sans apophyse. Spores globuleuses et lisses.	Sporocystes , globuleux, noirs, à columelle large et arrondie. Apophyse présente mais discrète Spores allongées et striées	Sporangioles (sacs contenant une seule spore) portés par la vésicule et reliés à elle par un court pédicelle Spores allongées.	Mérosporocystes , (sacs en forme de tubes contenant des spores en chaîne) portés par une vésicule. Spores ovoïdes, rugueuses, brun clair.
Aspect microscopique						

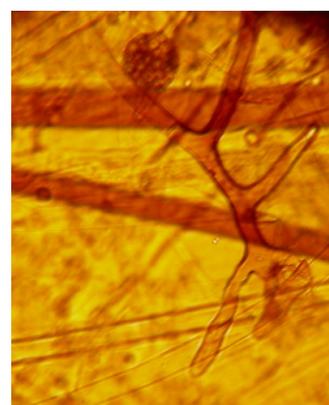
(dessins d'après Èveline GUÉHO)



Têtes de mucorales



Mucorale isolée d'une aubergine... moisie



Rhizoïde (orientant vers Rhizopus...)

3. CHAMPIGNONS CLOISONNÉS

Voici une méthode pour identifier les champignons moisissures supérieures (mycélium cloisonné)

Suivre les liens internes.

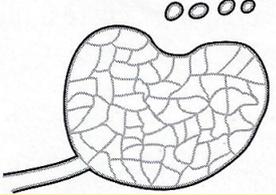
COULEUR DU CHAMPIGNON : [NOIR](#) ou [DIFFÉRENT DE NOIR](#)

3.1. CHAMPIGNON NOIR

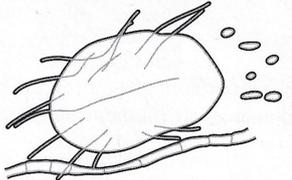
3.1.1. CROISSANCE RAPIDE (1 à 10 jours)

Présence de [PYCNIDES](#) / [PÉRITHÈCES](#) / [SPORES UNICELLULAIRES](#) / SPORES PLURICELLAIRES [à cloisons transversales](#) ou à [cloisons transversales et longitudinales](#)

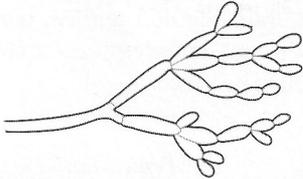
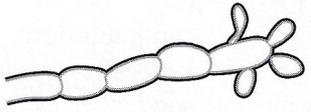
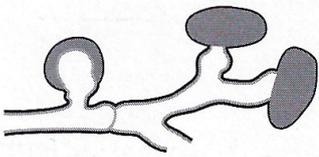
Présence de **PYCNIDES**

Genre <i>Phoma</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
colonies poudreuses ou veloutées, gris-brun revers noir pigment rouge diffusible	Pycnides (sacs colorés en noir contenant des spores hyalines, avec une ouverture, dite ostiole, de 70 à 100 µm)	

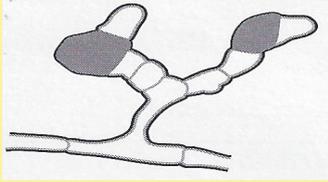
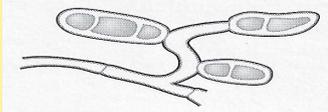
Présence de **PÉRITHÈCES**

Genre <i>Chaetomium</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
colonies cotonneuses, d'abord blanches puis fonçant avec le temps. revers orangé à brun-noir	Périthèces (sacs en forme de bouteille recouverts de filaments, pigmentés en noir, contenant des ascospores et des asques avec une ouverture dite ostiole. Taille : 100-150 µm sur 110-220 µm)	

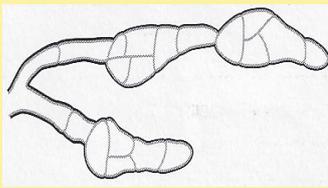
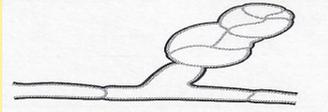
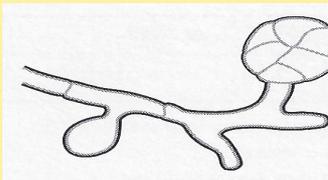
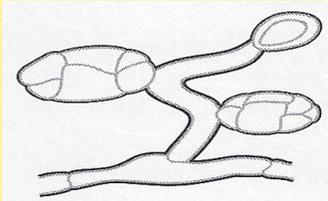
Présence de **SPORES UNICELLULAIRES**

Genre <i>Cladosporium</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Aspect velouté, brun verdâtre à noir Colonies peu extensives	Spores brunes, ovoïdes, produites en chaînettes (3-6 x 13 µm)	
Genre <i>Aureobasidium</i>		
Aspect voisin de colonies de levures, d'abord blanc crémeux puis noircissant	Blastospores hyalines et arthrospores brunes à parois épaisses	
Genre <i>Nigrospora</i>		
Blanc puis noircissant	Spores situées au bout du conidiophores renflé à l'extrémité	

Présence de SPORES PLURICELLAIRES à cloisons transversales

Genre <i>Curvularia</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Aspect velouté en moquette, gris brun à noir Revers noir	Spores incurvées montrant des cellules centrales plus foncées. Brun doré 8-15 x 20-35 µm	
Genre <i>Dreschlera</i>		
Aspect velouté en moquette, gris brun à noir Revers noir	Spores fusiformes à 4 cellules ou plus, lisses, produites en sympodes 6-12 x 15-35 µm	

Présence de SPORES PLURICELLULAIRES à cloisons transversales et longitudinales

Genre <i>Alternaria</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Aspect velouté en moquette, gris-brun à noir Revers noir	Spores lisses en forme de mûres, produites en chaînes, en forme de massue. 10 x 24 µm	
Genre <i>Semphylium</i>		
Aspect cotonneux, brun-noir Revers noir	Spores lisses en forme de mûres, isolées présentant une constriction marquée au centre. 30-40 x 24-30 µm)	
Genre <i>Epicoccum</i>		
Grande variété de couleurs, pigment diffusible dans la gélose	Spores lisses puis rugueuses en forme de mûres, produites en amas diamètre 15-30 µm	
Genre <i>Ulocladium</i>		
Aspect velouté, brun-noir Revers noir	Spores lisses ou rugueuses en forme de mûres, produites en sympodes sur un conidiophore géniculé diamètre 10-15 µm	

3.1.2. CROISSANCE LENTE (10 À 30 JOURS)

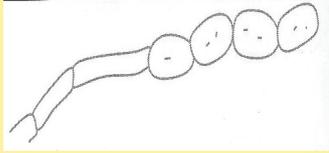
Genres *Exophiala*, *Cladosporium*, *Phialospora* : les spores sont produites par annélides ou phialides

3.2. LE CHAMPIGNON N'EST PAS NOIR :

[ARTHROSPORES](#) / [PHIALOSPORES EN SUCETTE](#) / [PHIALOSPORES EN BOUQUET](#) / [PHIALOSPORES EN PINCEAU](#) / [PHIALOSPORES EN GOUPILLON](#)

3.2.1. ARTHROSPORES

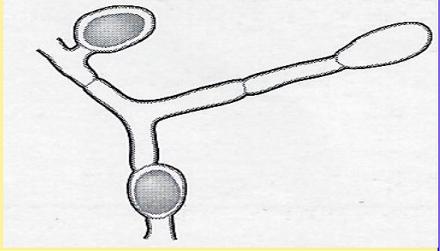
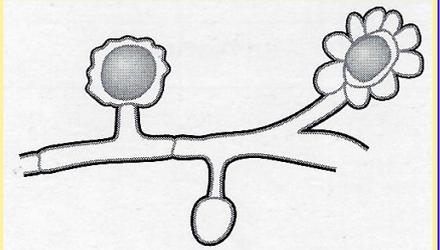
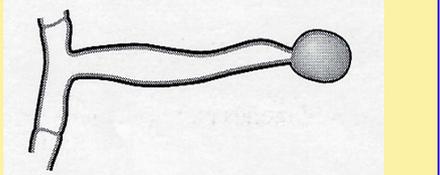
Le filament génère des spores mais meurt. Il arrive que ce soit le filament qui se fragmente en spores.

Genre <i>Geotrichum</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
		

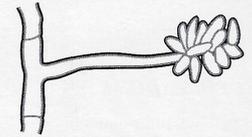
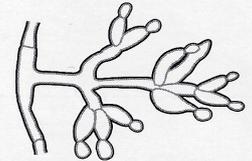
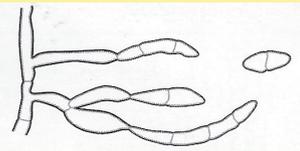
3.2.2. PHIALOSPORES

Le filament génère des spores sans se détruire (une cellule spécialisée peut générer des spores en général)

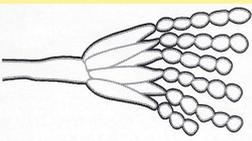
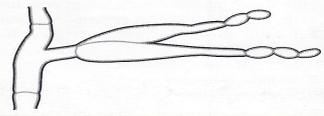
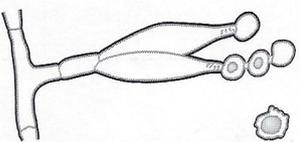
Spores en SUCETTE

Genre <i>Chrysosporium</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Colonies cotonneuse ou granuleuses. Toutes couleurs. Revers brun à blanc.	Spores unicellulaires (2-10 μm) ovoïdes, lisses ou rugueuses, arthrospores.	
Genre <i>Sepedonium</i>		
Colonies blanches puis cireuses allant vers le jaune. Revers non pigmenté.	Spores de grande taille (7-17 μm), rondes, à paroi épaisse, rugueuses. Conidiophore non ramifié.	
Genre <i>Pseudallescheria boydii</i> (forme sexuée) et <i>Scedosporium apiospermum</i> (forme asexuée)		
Colonies cotonneuses envahissantes blanches puis gris-noir. Revers blanc puis gris-noir.	Spores isolées (4-7 x 5-12 μm) sur un conidiophore non ramifié. Cléistothèces bruns (50-250 μm) avec ascospores ovalaires dans la forme sexuée.	

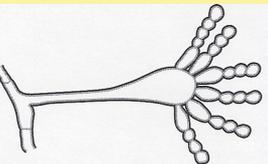
Spores en BOUQUET

Genre <i>Acremonium</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Aspect levuriforme puis velouté. Blanc à rose-orangé. Revers blanc à rose-orangé.	Conidiophore formé d'une seule phialide libérant un amas de spores longues à une cellule (parfois deux), amas d'aspect cérébriforme.	
Genre <i>Trichoderma</i>		
Colonies laineuses se couvrant d'amas verdâtres. Revers incolore à beige-orangé.	Conidiophores très court portant un amas de spores nombreuses et rondes (3 µm) en paquet.	
Genre <i>Fusarium</i>		
Colonies cotonneuses blanches puis souvent rose-violacé. Pigment rose diffusible au revers de la culture.	Macroconidies (3-8 x 11-70 µm) en forme de faux, multiseptés, lisses, sur de petits conidiophores. Microconidies (3 x 4-8 µm) unicellulaires, très nombreuses, portées par des phialides courts.	

Spores en PINCEAU

Genre <i>Penicillium</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Colonies veloutées à poudreuses, de couleur verte, bleu-vert, gris-brun... Souvent des gouttelettes d'exsudat en surface. Pigments possibles.	Pinceaux (conidiophore, ramifié ou non, portant des métules sur lesquelles se placent des bouquets de phialides productrices de longues chainettes de spores ronde de 2,5 à 5 µm. VOIR Penicillium	
Genre <i>Paecilomyces</i>		
Colonies veloutées à poudreuses, de couleur jaune-brun (parfois rose, violette, grise...)	Comme les <i>Penicillium</i> mais phialides plus allongées et spores elliptiques	
Genre <i>Scopulariopsis</i>		
Colonies blanches et glabres puis beige-brun. Revers miel. Cultivent sur actidione	Pinceaux à conidiophore court portant des annélides (et non des phialides) montrant des cicatrices en haut ; spores en noisettes, grosses (4-9 µm) à paroi épaisse.	

Spores en GOUPILLON

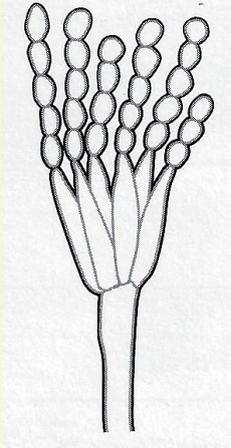
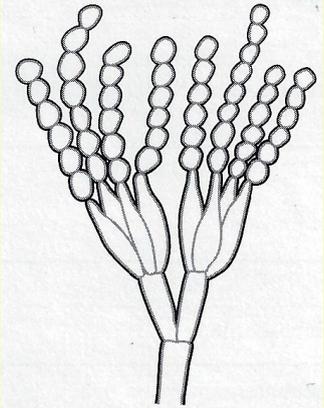
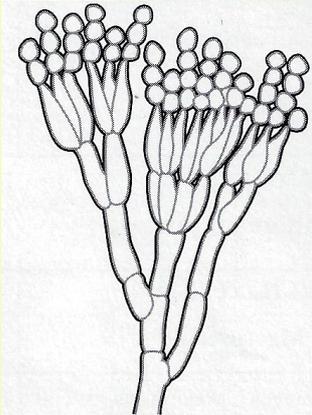
Genre <i>Aspergillus</i>		
Macroscopie	Microscopie	Schéma
Colonies cotonneuses de couleurs variées.	Conidiophore en forme de goupillon portant une série de phialides (avec éventuellement une série de métules entre tête et phialide) VOIR Aspergillus	

4. GENRE *PENICILLIUM*

Le genre *Penicillium* comprend de très nombreuses espèces (environ 400).

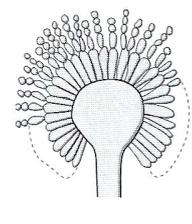
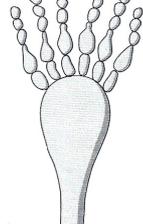
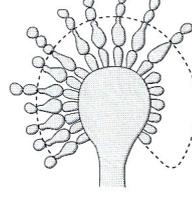
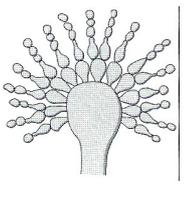
Ce sont des contaminants fréquents.

Le nombre de verticilles permet une première distinction :

MONOVERTICILLÉ	POLYVERTICILLÉ SYMÉTRIQUE	POLYVERTICILLÉ ASYMÉTRIQUE
 <p data-bbox="154 857 461 913">Les phialides sont attachées au même conidiophore.</p>	 <p data-bbox="509 837 892 893">Les phialides sont attachées à des métules attachées au conidiophore</p>	 <p data-bbox="927 824 1495 913">Les phialides sont attachées à des métules multiples attachées au conidiophore. Les ramifications se produisent d'un seul côté.</p>
<p data-bbox="137 925 435 952">Section Monoverticillata :</p> <p data-bbox="137 987 392 1043"><i>P. thomii, decumbrens, frequentans, adametzi</i></p>	<p data-bbox="483 925 868 952">Section Biverticillus - Symetrica :</p> <p data-bbox="483 987 892 1043"><i>P. luteum, purpurogenum, rugulosum, duelauxii, funiculosum</i></p>	<p data-bbox="927 925 1166 952">Section Asymetrica :</p> <ol data-bbox="927 987 1495 1724" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="927 987 1495 1099">1. Ramifications de pénicilles irréguliers avec ramifications et métules divergentes sous section <i>Divaricata</i> <i>P. lilacinum, janthinellum, nigricans...</i> <li data-bbox="927 1133 1495 1167">2. Ramifications irrégulières mais compactes <ol data-bbox="927 1200 1495 1724" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="927 1200 1495 1312">2.1. colonies d'aspect lisse et velouté sous section <i>Velutina</i> <i>P. citrinum, chrysogenum, brevicompactum, roquefortii, casei, oxalicum, digitatum...</i> <li data-bbox="927 1346 1495 1435">2.2. Colonies d'aspect laineux (chaines conidiennes enchevêtrées) sous-section <i>Lanata</i> <i>P. camembertii, caseicolum, commune...</i> <li data-bbox="927 1469 1495 1559">2.3. colonies visqueuses (hyphes agrégés en cordelettes) sous-section <i>Funiculosa</i> <i>P. terrestre</i> <li data-bbox="927 1592 1495 1724">2.4. Colonies granuleuses ou farineuses (conidiophores en faisceaux) sous-section <i>Fasciculata</i> <i>P. gladiolo, viridicatum, cyclopium, expansum, claviforme, italicum, granulatum, patulum...</i>

5. GENRE ASPERGILLUS

Le tableau suivant rassemble un certain nombre de données sur les principaux *Aspergillus* rencontrés. La reproduction sexuée n'est présente que que *A. nidulans* (*Emericella*) qui apparait comme un Ascomycète. Pour les autres, elle n'est pas encore connue si elle existe.

	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus (Emericella) nidulans</i>	<i>Aspergillus flavus</i>	<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Aspergillus terreus</i>
Croissance	Rapide, y compris à 37°C et jusqu'à 50°C	Rapide à 25°C et tout à fait possible à 37°C	Plus lente à 37°C (1 à 2 semaines pour avoir les cléistothèces)	Rapide	Lente	
Aspect macroscopique recto	Velouté, tapis régulier, cotonneux, vert franc puis grisâtre avec l'âge. Quelques souches blanches	Mycélium aérien blanc à jaune citron se ponctuant rapidement de têtes noires	Poudreux, plane, velouté, montrant des pointes jaunes (cléistothèces) vert cresson foncé.	Poudreux, irrégulier, vert jaune à bronze-vert olive	Poudreux, plane, jaune à verte	Colonies veloutées cannelle, plis possibles, exsudat ambré.
Aspect macroscopique verso (revers)	Incolore à jaune puis rouge foncé mais en fait très variable	Incolore à jaune pâle	Vert cresson à reflets rouges pourpre à sombre (cléistothèces)	Incolore à jaunâtre puis brun à rouge foncé	Incolore ou variant du jaune au rouge pourpre	Blanc à brun
Tête aspergillaire	En longue colonne	Radiaire	En courte colonne	Radiaire ou en colonne	Radiaire ou irrégulière	En colonne
Conidiophore (qui porte la tête)	Lisse, long, incolore (ou en tons de vert) 300-700 µm	Lisse, incolore, jaune ou brun, paroi épaisse 1500-3000 µm	Lisse, très court, sinueux, brun 60-130µm	Incolore, discrètement piqueté ou très rugueux 1000-2500 µm	Lisse en général, incolore ou brun 500-700 µm	Lisse 500-700 µm
Vésicule	En massue hémisphérique 20 µm	Globuleuse ou elliptique 20-50 à 100 µm	Hémisphérique, brune 8-10 µm	Sphérique ou en dôme 10-40 µm	En tête de serpent (ovoïde à elliptique)	En dôme
Phialides (stérigmates)	1 série, parallèles, fixées sur la partie supérieure de la vésicule	1 série, pour les jeunes têtes puis 2 recouvrant toute la vésicule	2 séries, parallèles, couvrant 1/3 à 2/3 de la vésicule	1 série pour les jeunes têtes puis 2	2 séries formées sur les ¼ de al vésicule	2 séries
Spores (conidies)	Globuleuses, rugueuses à échinulées, vertes 2-3 µm	Globuleuses, lisses puis rugueuses, brun sombre, vertes 2-5 µm	Globuleuses, échinulées, vertes 3-4 µm	Piriformes à presque globuleuses, lisses ou échinulées	globuleuses, échinulées	Elliptiques, en courte chainettes, hyalines, jaune faible, paroi lisse 2-3 µm
Sclérotes		Globuleuses, crème puis brunes		Rouge-brun à noir		
Reproduction sexuée			Cléistothèces brun rouge avec des asques entourées de cellules en noisette			
Aspect						

quelques exemples de macroscopie

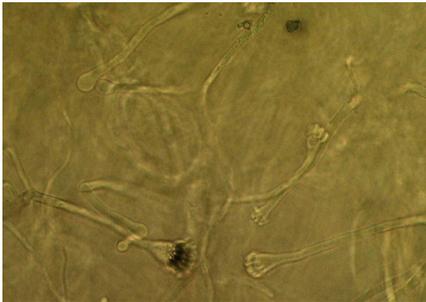


Penicillium / A. fumigatus / A. flavus / A. niger / Rhizopus

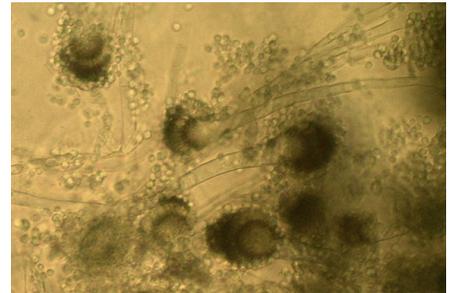


Macroscopie d'une colonie d'*Aspergillus* montrant les fructifications

quelques exemples de microscopie



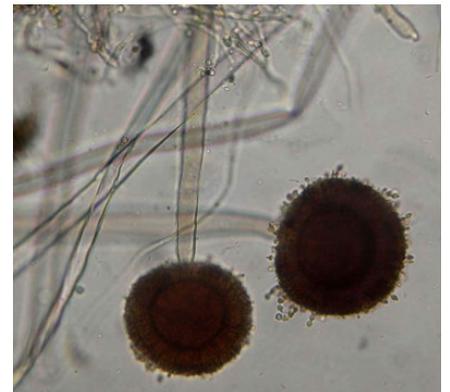
Aspergillus nidulans



Aspergillus fumigatus



Aspergillus niger



Aspergillus niger



Aspergillus flavus



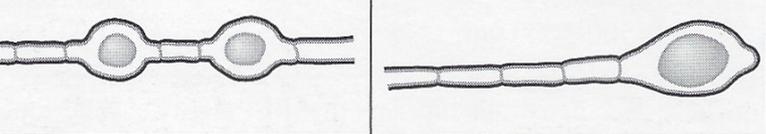
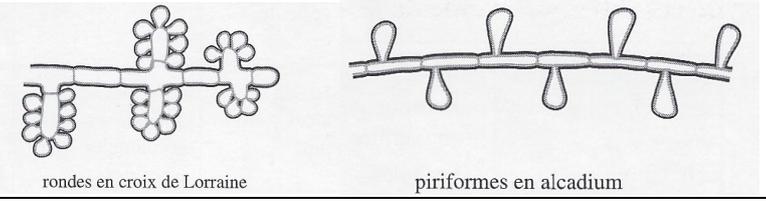
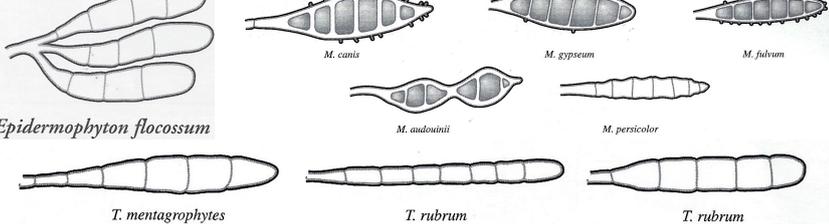
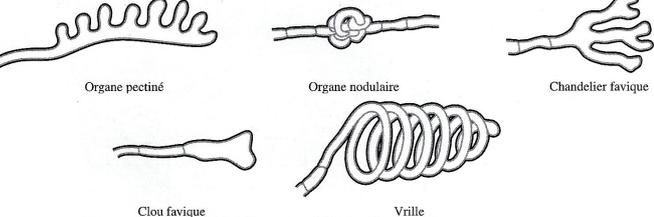
Aspergillus "confitoris"

6. DERMATOPHYTES

Les DERMATOPHYTES sont des "moisissures" pathogènes (classe 2) qui s'attaquent aux phanères (poils, cheveux, ongles) et à la peau.

Les identifier suppose donc l'examen du produit pathologique et l'examen des culturesensemencées à partir du produit pathologique. Nous nous intéresserons ici essentiellement à l'identification à partir des cultures.

6.1. Critères pour réaliser l'identification

VITESSE DE CROISSANCE	Nombre de jours pour obtenir des colonies visibles...	
NATURE DU PRÉLÈVEMENT	Le prélèvement est issu d'un produit pathologique : cheveux (teignes), poils, peau, ongle,... Attention, il est infectieux.	
ORIGINE DU PATIENT	C'est l'origine géographique qui est intéressante (lieu de résidence ou de voyage). On peut être noir sans avoir quitté la France !	
MACROSCOPIE	<ul style="list-style-type: none"> • aspect et forme de la colonie en surface <ul style="list-style-type: none"> • Duveteuse, poudreuse, granuleuse • vermiculée, à acumination centrale, plissée, cérébriforme, centre déprimé, en cratère, en coupole, en étoile... • couleur de la colonie au recto <ul style="list-style-type: none"> • blanc, jaune, rouille, chamois plus ou moins clair, gris verdâtre, beige, violet, ocre, rosée, vert olive, vert jaune, vert foncé, bleu-vert, noir... • couleur de la colonie au verso (et éventuellement la présence de filaments pénétrant dans la gélose) <ul style="list-style-type: none"> • la couleur oriente vers certaines levures (voir documentation du milieu) 	
MICROSCOPIE	On observera en particulier	
	le mycélium	
	la présence de chlamydoconidies intercalaires ou terminales	
	la présence de microconidies, leur forme (sphériques ou piriformes) et leur disposition	 <p>rondes en croix de Lorraine piriformes en alcaidium</p>
	la présence de macroconidies et leurs caractéristiques plus ou moins spécifiques :	 <p><i>Epidermophyton floccosum</i> <i>M. canis</i> <i>M. gypseum</i> <i>M. fulvum</i> <i>M. audouinii</i> <i>M. persicolor</i> <i>T. mentagrophytes</i> <i>T. rubrum</i> <i>T. rubrum</i></p>
	la présence de formations ornementales	 <p>Organe pectiné Organe nodulaire Chandelier favicole Clou favicole Vrille</p>

On tient compte aussi de la fréquence d'apparition du champignon...

6.2. Des tableaux pour identifier

Un premier tableau permet une orientation face à des DERMATOPHYTES. Vous devez vérifier dans le [TABLEAU GÉNÉRAL](#) ou l'utiliser pour identifier directement.

6.2.1. Orientation

Ne faire qu'une confiance relative à l'orientation. Vérifier en particulier la compatibilité avec le produit pathologique concerné : on ne peut conclure *Epidermophyton* pour une teigne !

	macro-conidies	micro-conidies				
absence de conidies	-	-	croissance rapide et extensive			<i>M. audouinii</i>
			croissance lente plutôt restrictive	colonies violettes	filaments irréguliers	<i>T. violaceum</i>
				colonies blanc crème	filaments toruloïdes (1)	<i>T. verrucosum</i>
					clous et chandeliers faviques	<i>T. schoenleinii</i>
					filaments irréguliers	<i>T. violaceum var glabrum</i>
colonies jaunes à rouille	filaments en tiges de bambous	<i>M. ferruginum</i>				
			filaments en fil de fer barbelé	<i>T. soudanense</i>		
présence exclusive de macroconidies	+	-	macroconidies en massue			<i>E. floccosum</i>
			macroconidies allongées	paroi mince et échinulée	verso beige, absence de pigment, macroconidies en cocon	<i>M. gypseum</i>
					verso jaune et pigment diffusible, macroconidies lancéolées	<i>M. praecox</i>
paroi épaisse et lisse		<i>T. ajelloi</i>				
présence exclusive de microconidies	-	+	polymorphes (piriformes, rondes ou en massue)			<i>T. tonsurans</i>
			piriformes disposées en accladium	croissance restreinte, verso de la colonie incolore ou brun	<i>T. rubrum (souches autochtones)</i>	
				croissance rapide, verso de la colonie brun acajou	<i>T. equinum</i>	
rondes, disposées en buisson		<i>T. mentagrophytes</i>				
présence de macroconidies lisses et de microconidies	lisses	+	hétérogénéité de taille des conidies			<i>T. terrestre</i>
			nette différente de taille macro et microconidies	microconidies piriformes pas de vrilles	verso rouge vineux à noir	<i>T. rubrum (souches africaines)</i>
					verso acajou	<i>T. equinum</i>
					verso jaune à orangé	<i>T. erinacei</i>
microconidies rondes ± vrilles	<i>T. mentagrophytes</i>					
présence de macroconidies échinulées et de microconidies	échinulées	+	paroi épaisse	macroconidies en cocon	<i>M. cookei</i>	
				macroconidies en quenouille	<i>M. canis</i>	
			paroi mince	microconidies rondes en bout d'allumette	<i>M. persicolor</i>	
				microconidies piriformes	<i>M. gypseum</i>	

genre Epidermophyton	absence de microconidies, macroconidies en forme de massue à paroi mince, n'attaquant jamais les poils, cheveux et ongles.
genre Microsporum	présence en général de macroconidies fusiformes à paroi verruqueuse ou échinulée et de microconidies le plus souvent piriformes parfois rondes attaquant rarement ongles
genre Trichophyton	présence en général de macroconidies à paroi lisses et de microconidies piriformes ou rondes.

(1) toruloïde

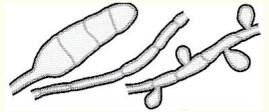
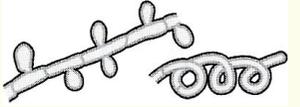
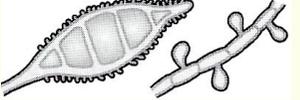
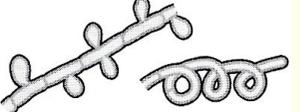
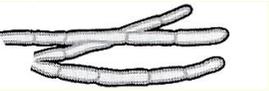
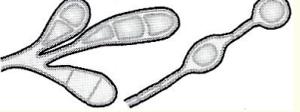
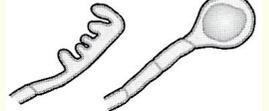
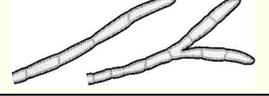
se dit d'un filament végétatif ou d'un conidiophore présentant une série de renflements et d'étranglements

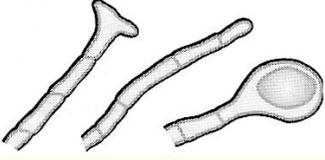
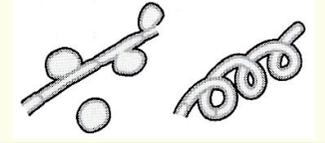
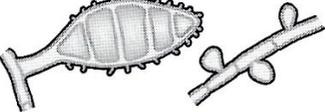
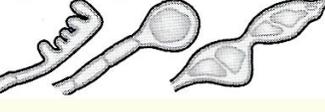
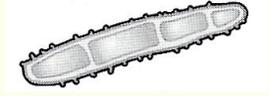
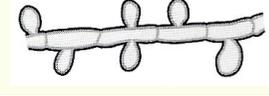
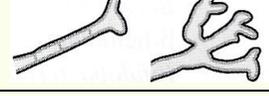
6.2.2. Vérification de l'identification

Dans le tableau lié : vérifier l'ensemble des critères?

En cas d'échec : rechercher le taxon le plus proche de l'observation.

ATTENTION : des erreurs, des imprécisions sont inévitablement présentes dans le tableau !!!

	fréquence	réservoir	lieu	cuir chevelu (teigne)	barbe	plis de la peau	ongles	durée de culture (jours)	aspect mycélium	macroconidies	microconidies	chlamydospores	Aspect colonies	Couleur recto	Verso colonies	aspect microscopique dessin
<i>Trichophyton rubrum</i>	66,9	homme	cosmopolite			+	+	5 à 10	filaments en raquette Pas de vrilles	nombreuses (souches tropicales) en fuseaux étroits (saucisses) ou absentes	piriformes en acladium souvent rares	+	glabre couverte de mèches (5° j) puis duveteuse avec dôme central. Pigment rouge diffusible.	blanc	rouge brun à violet parfois blanc...	
<i>Trichophyton mentagrophytes</i> var. <i>interdigitale</i>	16,2	homme	cosmopolite			+	+	6	filaments en raquette, vrilles	rares en fuseau petits à parois minces et lisse (20-50 x 6-8 µm)	rondes et piriformes et en acladium	-	plane, finement granuleuse puis duveteuse au centre	blanc à beige	jaune à brun foncé	
<i>Microsporum canis</i>	6,3	chat-chien	Europe, Amérique du Sud	+		+		5 à 7	filaments en raquette	+++ (30-60 x 15 µm) échinulées parois épaisses très cloisonnées	piriformes absentes ou abondantes	-	grandes colonies étoilées, aspect soyeux et brillant, rayons fins et longs	blanche puis chamois au centre	jaune orangé vif	
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	3,6	cheval, rongeur	cosmopolite	+?	+			rapide (moins de 10 j)	filaments en raquette, vrilles, bois de cerf	rares en fuseau petits à parois minces et lisse (20-50 x 6-8 µm)	rondes et piriformes et en acladium	-	plane, poudreuse à granuleuse voire plâtreuse	blanc à crème	jaune (rouge) ou brune	
<i>Trichophyton soudanense</i>	1,9	homme	Afrique noire	+		+	(+)	15 (lente)	en fil de fer barbelé	-	abondantes ou rares (piriformes)	+ (en cultures âgées)	glabre, aspect étoilé pouvant devenir cérébriforme	abricot sec	brun-rouille	
<i>Epidermophyton floccosum</i>	1,5	homme	cosmopolite			+		4 à 8	filaments épais	+ en régime bananes à 5 logettes max (20-35 x 7 µm) parois peu épaisses, lisse	-	+ (à 8 j)	colonies rayonnées, planes, finement poudreuses puis plissés-cérébriformes (15°j)	vert olive à jaune moutarde	chamois à orangé	
<i>Microsporum langeronii</i>	1,3	homme	Afrique noire, Asie	+		+		4 à 5	filaments épais en raquette, rares organes pectinés et nodulaires	- (rares et déformées)	piriformes souvent absentes	grosses en citron termianles ou intercalaires	duveteuse, plane, à duvet ras	beige saumoné	chamois	
<i>Trichophyton violaceum</i>	0,9	homme	pourtout méditerranéen, Afrique noire	+		+	rare	20 à 30	filaments épais irréguliers	-	(-)	+	glabre, plane devenant plissée ou cérébriforme ensuite	violet clair à foncé (rarement blanche...)	violet clair à foncé (rarement blanche...)	

<i>Trichophyton verrucosum</i> (=ochraceum)	0,5	bovidés	cosmopolite	+	+		21 à 42	filaments irréguliers	fuseaux dégénérés rares	rares (piriformes)	grosses, intercalaires ou terminales (cultures âgées)	verruqueuses, très cérébriformes, glabres	blanc à ocre	brun		
<i>Microsporium persicolor</i>	0,4	rongeurs			+		6 à 8	filament en raquette, vrilles, organes pectinés, en bois de cerf	incontantes en fuseau échinulations parfois peu visibles (35-60 x 4-8 µm)	rondes et très nombreuses		colonie plane, poudreuse à granuleuse, épaisse au centre avec aspect feutré (en moquette)	blanche à rosé	rose à lilas (pas pigment diffusible)		
<i>Microsporium gypseum</i>	0,3	sol	cosmopolite			+	5 à 6		très nombreuses, ovales en bouquet à paroi fine et échinulées (40-60 x 12-15 µm)	piriformes, rares ou abondantes	-	colonie plate, rayonnée, plâtreuse, duveteuse à la périphérie	beige à ocre (café au lait)	brun chamois		
<i>Microsporium audouinii</i>	0,1	homme	cosmopolite	+		+	6		rares, souvent déformées, échinulées à paroi épaisse	piriformes souvent absentes	intercalaires	duvet		orange		
<i>Trichophyton erinacei</i>	0,1	hérisson	cosmopolite			+	2 à 3	filaments irréguliers pas de vrilles	rares (massues)	piriformes abondantes	en bouquets	rayonnée, poudreuse à finement granuleuse ((toile d'araignée au sucre galce)	blanc pur	jaune vif à brun		
<i>Microsporium praecox</i>	0,0	cheval				+	rapide		très nombreuses	-		colonie poudreuse ou en duvet fin	blanche à bordure jaune	jaune orangé		
<i>Trichophyton tonsurans</i>	0,0	homme	Afrique du Nord, Amérique	+			5	filaments irréguliers	exceptionnelles et lisses)	nombreuses, piriformes en épis ou grappes	quelques	duveteuse plane, petit dôme central, parfois poudreuse, cérébriforme ou cratériforme	blanc à beige	brun à beige		
<i>Trichophyton schoenleinii</i>	0,0	homme	Afrique du Nord	+		+	(+)	15 à 30	clous, chandeliers faviques	-	piriformes dans le duvet	intercalaires	petite taille, glabre, très cérébriforme	brun à beige duvet blanc	brun foncé	
<i>Microsporium ferrugineum</i>	0,0	homme	cosmopolite	+			15 à 20	tige de bambou	- (sur sabouraud)	- (sur sabouraud)	+	glabre parfois duveteuse plissements	orangé à rouille	brun		
<i>Microsporium fulvum</i>	0,0	zoophile					très rapide	fins en raquette	très nombreuses	piriformes et nombreuses		colonie plane, plâtreuse, épaisse au centre, duveteuse à la périphérie	beige-rosé	beige rosé		

