

CAHIER DE

Formation

N° 25

Biologie médicale

Mars 2002

**LES MOISSURES
D'INTÉRÊT MÉDICAL**



CAHIER DE

Formation

Biologie médicale



Ceci est la VERSION NUMERIQUE des CAHIERS BIOFORMA déjà parus et distribués à l'ensemble des LABORATOIRES D'ANALYSES de BIOLOGIE MEDICALE en FRANCE.

]

TOUT LE CONTENU DE CE FICHER RESTE LA PROPRIETE DE BIOFORMA.
LES DROITS D'AUTEURS SONT PROTEGES A LA B.N.F.

]

Toute reproduction, toute utilisation, partielle ou totale, des textes, schémas et photos de cet ouvrage, sans l'autorisation écrite de BIOFORMA, seront poursuivies devant les tribunaux compétents.

]

Seule une impression pour une copie personnelle (étudiant, interne, biologiste de labm) est permise.





Cher Confrère,

Le Cahier de Formation que nous vous proposons ci-après nous entraîne pour un voyage passionnant dans l'univers des Mycètes, l'un des cinq ordres du vivant.

Outre un rappel bienvenu des bases scientifiques en la matière, la lecture du glossaire est en soi une action de formation et une mise à jour des connaissances, indispensable avant d'entreprendre la consultation de cet ouvrage.

La relation des moisissures avec des pathologies devenues fréquentes offre un terrain de choix à la collaboration et au dialogue avec les cliniciens.

C'est dire l'importance de ce Cahier en pratique quotidienne. L'importance et la qualité de l'iconographie permettent l'identification précise et rapide de l'agent causal soupçonné.

Ce Cahier de Formation, œuvre d'experts reconnus, ouvre un nouveau front du savoir pour ceux qui, au cours de leurs études, n'ont pas eu l'occasion de se pencher sur cette discipline.

Nous vous souhaitons une bonne réception de cet ouvrage et espérons que sa qualité technique répondra à vos attentes.

Nous vous prions d'agréer, Cher Confrère, nos cordiales et confraternelles salutations.

Adrien BEDOSSA

Président

LES MOISSURES D'INTÉRÊT MÉDICAL

CAHIER **BIOFORMA**
DE
Formation
version numérique

Ouvrage réalisé par le Laboratoire de Parasitologie-Mycologie
du CHU d'Angers – 4, rue Larrey
49033 Angers cedex

LISTE DES AUTEURS



- Dominique Chabasse
Professeur des Universités - Praticien Hospitalier
Chef de Service

- Jean-Philippe Bouchara
Maître de Conférence des Universités - Praticien Hospitalier

- Ludovic de Gentile
Praticien Hospitalier

- Sophie Brun
Assistante Hospitalo-Universitaire

- Bernard Cimon
Attaché (Maître de Conférence des Universités IUT d'Angers)

- Pascale Penn
Attachée

S O M M A I R E



INTRODUCTION	9
I - GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAMPIGNONS	11
1 - Définitions, champignons et mycoses.....	11
2 - Classification des champignons d'intérêt médical.....	12
2.1- Introduction.....	12
2.2- Taxinomie	12
a - Les Mastigomycotina	12
b - Les Zygomycotina	13
c - Les Ascomycotina	14
d - Les Basidiomycotina.....	15
e - Les Deuteromycotina	15
II - CRITÈRES D'IDENTIFICATION	17
1 - Examen macroscopique des cultures	17
2 - Examen microscopique des cultures.....	18
2.1- Le thalle végétatif	18
a - Le thalle siphonné ou coenocytique.....	18
b - Le thalle septé ou cloisonné.....	18
2.2- La couleur des hyphes	18
2.3- L'origine endogène ou exogène des spores	18
a - Spores endogènes	18
b - Spores exogènes.....	19
2.4- L'aspect des spores	19
2.5- La présence de chlamydospores	19
2.6- Les différents modes de formation des conidies	19
2.6.1- Le mode thallique.....	19
a - Le type thallique solitaire ou terminal	20
b - Le type thallique arthrique	20
2.6.2- Le mode blastique	20

a - Le type blastique solitaire	20
b - Le type blastique acropète	20
c - Le type blastique synchrone.....	20
d - Le type blastique sympodial	20
e - Le type blastique régressif	21
f - Le type blastique percurrent (ou blastique annellidique).....	21
g - Le type blastique phialidique.....	21
h - Le type blastique porique.....	21
2.7- Le mode de groupement des conidies	22
a - En grappes.....	22
b - En masse	22
c - En têtes ou « balles »	22
d - En chaînes basipètes	22
e - En chaînes acropètes	22
2.8- Le mode d'implantation des cellules conidiogènes.....	22
2.8.1- Cellules conidiogènes indifférenciées ou peu différenciées.....	22
2.8.2- Cellules conidiogènes différenciées	22
2.9- La présence de structures protectrices compactes	23
2.9.1- D'origine asexuée.....	23
a - Les pycnides	23
b - Les acervules.....	23
2.9.2- D'origine sexuée.....	23
a - Les gymnothèces	23
b - Les cléistothèces	23
c - Les périthèces	24
3 - Démarche diagnostique d'une moisissure d'intérêt médical	24
III - ÉTUDE DES PRINCIPALES MOISSURES D'INTÉRÊT MÉDICAL.....	35
1 - Les Mucorales	36
1.1- Épidémiologie.....	36
1.2- Pouvoir pathogène	36
1.3- Caractères cultureux	36
1.4- Morphologie microscopique.....	36
1.5- Genres présentés	37
<i>Absidia</i>	38
<i>Mucor</i>	40
<i>Rhizomucor</i>	42
<i>Rhizopus</i>	44

2 - Les <i>Aspergillus</i>	46
2.1- Epidémiologie	46
2.2- Pouvoir pathogène	46
2.3- Caractères culturels	47
2.4- Morphologie microscopique	47
2.5- Espèces présentées	48
<i>Aspergillus fumigatus</i>	52
<i>Aspergillus flavus</i>	54
<i>Aspergillus niger</i>	56
<i>Aspergillus terreus</i>	58
<i>Aspergillus nidulans</i>	60
<i>Aspergillus versicolor</i>	62
<i>Aspergillus</i> du groupe <i>glaucus</i>	64
<i>Aspergillus candidus</i>	66
3 - Les autres Mucédinés ou hyalohyphomycètes	68
3.1- Epidémiologie	68
3.2- Pouvoir pathogène	68
3.3- Caractères culturels	69
3.4- Morphologie microscopique	69
3.5- Genres et espèces présentés	69
<i>Acremonium</i> (ex <i>Cephalosporium</i>)	70
<i>Beauveria bassiana</i>	72
<i>Chrysosporium keratinophilum</i>	74
<i>Chrysosporium</i> (<i>Geomyces</i>) <i>pannorum</i>	76
<i>Fusarium</i>	78
<i>Fusarium moniliforme</i> (= <i>F. verticillioides</i>)	80
<i>Fusarium oxysporum</i>	82
<i>Fusarium solani</i>	84
<i>Onychocola canadensis</i>	86
<i>Paecilomyces</i>	88
<i>Penicillium</i>	90
<i>Scedosporium apiospermum</i>	94
<i>Scopulariopsis brevicaulis</i>	98
<i>Scytalidium hyalinum</i>	100
<i>Trichoderma</i>	102
<i>Trichothecium</i>	104
4 - Les Dématiés (ou phaeohyphomycètes) et les Coelomycètes	106
4.1- Epidémiologie	106
4.2- Pouvoir pathogène	106

4.3- Caractères cultureux	106
4.4- Morphologie microscopique	107
4.5- Genres et espèces présentés	107
<i>Alternaria</i>	108
<i>Aureobasidium pullulans</i>	110
<i>Bipolaris</i>	112
<i>Cladosporium</i>	114
<i>Curvularia</i>	116
<i>Exophiala</i>	118
<i>Phialophora</i>	120
<i>Scytalidium dimidiatum</i>	122
<i>Ulocladium</i>	124
<i>Phoma</i>	126
5 - Démarche diagnostique au laboratoire	128
5.1- Prélèvements	128
5.2- Examen direct	128
5.3- Culture	128
5.4- Incubation	129
5.5- Examen des colonies fongiques.....	129
5.6- Culture sur lame.....	130
5.7- Interprétation.....	131
RÉFÉRENCES GÉNÉRALES CONSEILLÉES	133
RÉFÉRENCES SPÉCIFIQUES	133
GLOSSAIRE	145
ANNEXES	155
1 - Eclaircissants.....	155
2 - Colorant des cultures.....	156
3 - Milieux d'isolement	156
4 - Autres milieux utilisés en mycologie	157

INTRODUCTION

Les progrès en médecine ont permis de mieux maîtriser l'évolution de nombreuses maladies jadis rapidement fatales. Le développement des traitements immunodépresseurs et l'apparition de nouvelles maladies comme le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), mais aussi la multiplication des facteurs iatrogéniques et l'extension des greffes d'organes ou de tissus (moelle osseuse), à l'origine de nombreuses infections nosocomiales, sont autant de circonstances qui expliquent l'extension actuelle des mycoses.

La liste des nouveaux champignons émergeant en médecine ne cesse de s'augmenter. Beaucoup d'espèces, en particulier des champignons filamenteux appelés « moisissures », issues du sol, de l'air ou des plantes et jadis inconnues du biologiste, ou qualifiées de « contaminants de laboratoire », sont réellement impliquées dans un processus pathologique.

Le but de cet ouvrage est d'apporter au biologiste, confronté à un champignon, une démarche diagnostique pratique ainsi que les éléments morphologiques nécessaires à son identification. Notre propos se limitera aux espèces filamenteuses ou moisissures.

I. GÉNÉRALITÉS SUR LES CHAMPIGNONS

■ 1. DÉFINITIONS, CHAMPIGNONS ET MYCOSES

Les champignons, appelés aussi mycètes, sont des organismes eucaryotes uni- ou pluricellulaires, incluant des espèces macroscopiques (macromycètes) et d'autres microscopiques (micromycètes), d'aspect filamenteux ou levuriforme.

Cosmopolites, ils sont retrouvés partout dans la nature. Ils jouent un rôle essentiel de recyclage des matières organiques en puisant leur énergie à partir des sources carbonées externes (hétérotrophie).

Dans la classification du monde du vivant, les champignons constituent aussi un règne à part, distinct de celui des plantes ou des animaux.

Leur particularité morphologique est d'être étroitement liés à leur substrat nutritif grâce à un réseau mycélien très développé.

Sur un plan biochimique, les champignons sont caractérisés par la présence d'une paroi constituée essentiellement de polysaccharides, notamment des β glucanes et de la chitine. L'ergostérol constitue le principal stérol de leur membrane, et la synthèse de la lysine s'effectue par la voie de l'acide ϵ amino-adipique.

Une autre de leur caractéristique remarquable est leur reproduction. Ils produisent en effet un grand nombre de spores, ce qui leur assure un pouvoir de diffusion (et de contamination) considérable. Ces spores sont issues de plusieurs modalités de reproduction sexuée ou asexuée qui seront la base de leur classification.

Si les macromycètes sont bien visibles à l'œil nu à cause de leurs carpophores (organes reproducteurs) abondants dans les sols à certaines saisons, ils intéressent peu les biologistes médicaux car ce ne sont pas des agents habituels de mycoses. En revanche, les micromycètes qui font l'objet de notre étude, peuvent être à l'origine d'infections humaines parfois redoutables. Ces champignons, habituellement microscopiques, deviennent dans certaines circonstances, visibles dans notre environnement. C'est ce que l'on appelle couramment les « moisissures », véritables agglomérats de filaments mycéliens et d'organes fructifères recouvrant des substrats divers (fruits ou végétaux en décomposition, vieux murs, tapisserie, ...), et capables de produire des quantités extraordinaires de spores.

Les champignons, partout présents, établissent aussi avec les espèces animales ou végétales des interactions qui vont du saprophytisme au parasitisme, en passant parfois par le commensalisme, ou encore participent à des phénomènes symbiotiques, traduction vraisemblable de leur co-évolution avec les végétaux d'une part, et les animaux d'autre part.

Le pouvoir pathogène des champignons peut s'exprimer de diverses façons. En produisant des toxines, ils peuvent être à l'origine d'intoxication alimentaire, ou de mycotoxicoses

par l'accumulation de ces toxines dans des végétaux et leur consommation par l'homme ou l'animal. Différent est le développement du champignon dans l'organisme humain ou animal (colonisation, invasion, dissémination) ; ce parasitisme est à l'origine de maladies appelées mycoses (car produites par des mycètes).

Ce sont les principaux agents de mycoses produites par les micromycètes filamenteux qui seront abordés dans cet ouvrage.

■ 2. CLASSIFICATION DES CHAMPIGNONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

2.1- Introduction

Le règne des champignons comprend des divisions, elles-mêmes subdivisées en classes. Celles-ci englobent les ordres qui rassemblent les familles.

Les noms se terminent par : **mycotina** pour les divisions, **mycètes** pour les classes. Le suffixe **-ale** est employé pour désigner les ordres, le suffixe **-aceae** pour les familles et le suffixe **-adeae** pour les sous-familles. Une famille comprend des genres qui englobent des espèces, celles-ci peuvent se subdiviser en variétés. Chaque champignon porte un nom qui suit les règles de la nomenclature binomiale (genre et espèce) énoncées par Carl Von Linné au 18^e siècle.

L'identification des champignons est essentiellement morphologique. Un micromycète peut parfois se présenter sous différentes formes : une forme sexuée ou **téléomorphe** et une forme asexuée ou **anamorphe**, les deux formes portant des noms différents. Lorsque plusieurs aspects coexistent pour la forme asexuée, on parle de **synanamorphes**. Lorsque l'espèce fongique existe dans la même culture sous forme sexuée et asexuée, on parle d'**holomorphe**. En pratique, lorsqu'un champignon est découvert en culture, il portera le nom de la forme isolée. Lorsqu'il existe sous les deux formes (anamorphe et téléomorphe), c'est le nom de la forme sexuée qui sera retenu en priorité.

2.2- Taxinomie

La classification de Hawksworth, Sutton et Ainsworth (1970) modifiée par Kwon Chung et Bennett (1992), puis par de Hoog (1995), est la plus utilisée actuellement (Figure 1).

On différencie quatre divisions selon les modalités de la reproduction sexuée : les Mastigomycotina, les Zygomycotina, les Ascomycotina et les Basidiomycotina. En outre, lorsque la reproduction sexuée n'est pas connue, la division est appelée Deuteromycotina ou *Fungi imperfecti*.

a - Les Mastigomycotina

Les Mastigomycotina qui sont très rarement impliqués en pathologie humaine, se répartissent en deux classes : les Chytridiomycètes et les Oomycètes. Ils sont caractérisés par la présence de spores munies de flagelles (un pour les Chytridiomycètes, deux pour les Oomycètes). Cependant, aujourd'hui la nomenclature ne retient dans le règne des champignons que les Chytridiomycètes, en raison de la présence de chitine dans leur paroi et de leur nutrition qui se fait par absorption.

- Domaine : Eucaryotes
- Règne : Champignons
- Division : - Ascomycotina
(phylum) - Basidiomycotina
- Zygomycotina
- Chytridiomycotina
- (Deuteromycotina)

Champignons inférieurs

Champignons supérieurs

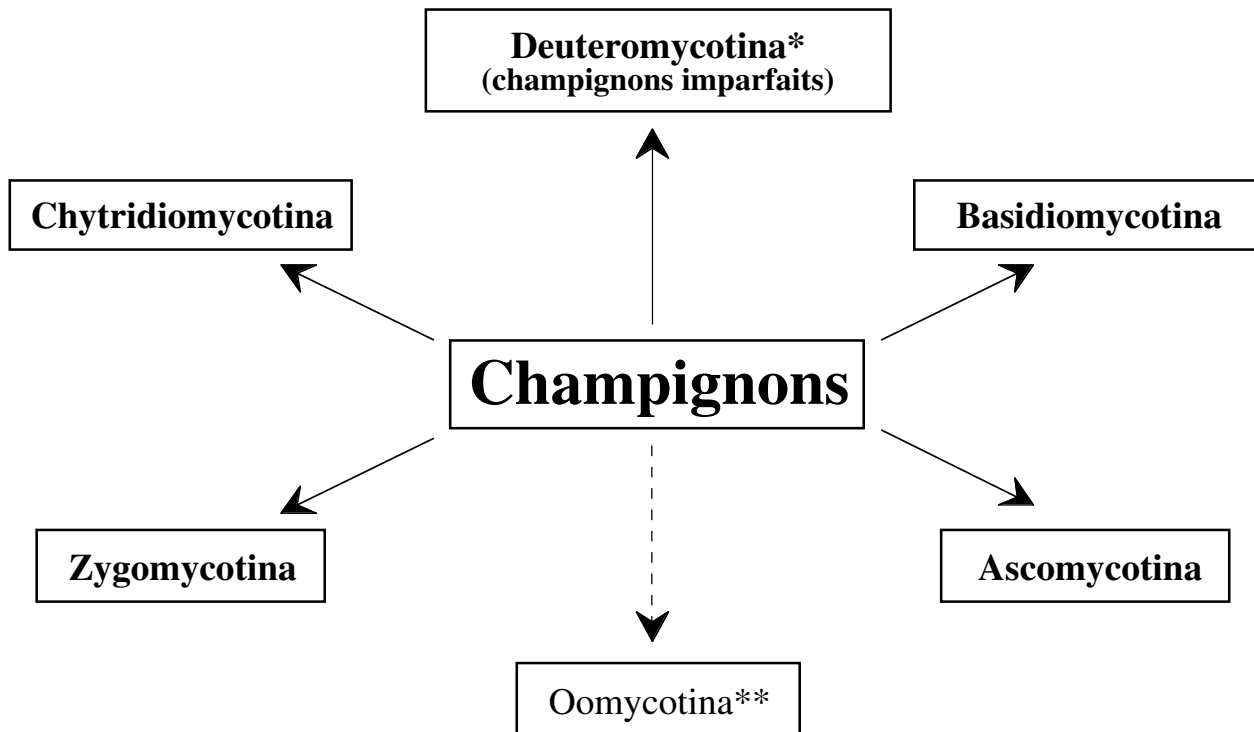


Figure 1 : Classification générale des champignons.

* Champignons connus seulement par leur stade asexué, en attente de classification.

** Actuellement les espèces issues de cette division ne sont plus classées parmi les champignons vrais.

b - Les Zygomycotina

Cette division qui est caractérisée par la production de spores sexuées appelées zygospores, comporte de nombreux pathogènes : les Mucorales, agents des mucormycoses et les Entomophthorales, agents des entomophthoromycoses (Figure 2). Ils sont considérés, avec les Mastigomycotina, comme des champignons inférieurs. Deux caractéristiques les différencient des autres champignons dits « supérieurs » (Ascomycotina et Basidiomycotina) : le mycélium végétatif est plus large, souvent dilaté, peu ou pas cloisonné et la reproduction asexuée est dite endogène. Chez les Mucorales, par exemple, les spores sont produites à l'intérieur d'un sac appelé sporocyste, d'où le nom de sporocystophore donné aux filaments porteurs de ce sac. Chez les Entomophthorales, les spores asexuées sont produites à l'extrémité de filaments et sont habituellement projetées à distance, elles portent le nom de ballistospores.

Règne

CHAMPIGNONS

Phylum

Zygomycotina

Classe

Zygomycètes

Ordre

Mucorales

Entomophthorales

Famille

Mucoraceae

Cunninghamellaceae

Syncephalastraceae

Saksenaceae

Genre

Mucor sp.*

Absidia sp.*

Rhizopus sp.*

Rhizomucor sp.*

CAHIER DE **BIOFORMA**
Formation
version numérique

Figure 2 : Classification des Zygomycètes.

Seuls les genres marqués d'une astérisque seront abordés dans cet ouvrage.

c - Les Ascomycotina

Dans ce groupe qui comprend aussi un grand nombre de pathogènes de l'homme (levures ascosporées, champignons filamenteux tels que les *Aspergillus*, les dermatophytes, ...), les spores issues de la reproduction sexuée (appelées ascospores) sont produites de manière endogène à l'intérieur d'un sac appelé asque. Ces asques, généralement octosporés, seront libres (levures ascosporées ou Hémiascomycètes) ou produits à l'intérieur d'un organe protecteur de forme variable appelé ascocarpe (Ascomycètes vrais ou Euascomycètes). Les Hémiascomycètes (levures ascosporées) et les Ascomycètes filamenteux se répartissent en six ordres différents au moins :

1. Les Onygnéales : Les ascospores sont produites principalement dans des gymnothèces et la reproduction asexuée s'effectue selon le type thallicque solitaire.
2. Les Eurotiales : Les ascospores sont produites dans des cléistothèces, et la reproduction asexuée s'effectue selon le type phialidique ou annellidique.
3. Les Microascales : L'ascocarpe est clos, il contient des asques et des ascospores brunes et la reproduction asexuée s'effectue selon le type annellidique.

4. Les Ophiostomatales : Les ascorcarpes sont des périthèces et la reproduction asexuée s'effectue selon le type sympodial.
5. Les Sordariales : Les anamorphes sont hyalins. Les ascocarpes sont des périthèces, et la reproduction asexuée s'effectue selon le type phialidique.
6. Les Dothidéales : Les anamorphes sont mélanisés. Les ascocarpes sont des cléistothèces ou des périthèces.

NB : *Pneumocystis carinii* forme (ou variété) *hominis* est actuellement rattaché aux Ascomycètes. Sa position taxinomique précise au sein de cette division est encore discutée.

d - Les Basidiomycotina

Ils sont caractérisés par la production de spores sexuées (appelées basidiospores) formées par bourgeonnement à l'apex de cellules allongées, les basides. Les Basidiomycètes ont un thalle cloisonné avec présence de « boucles » au niveau des cloisons. Les cloisons des filaments mycéliens (« clamp connexion ») comportent le plus souvent un pore central unique de structure complexe appelé dolipore.

La plupart des Basidiomycètes sont des saprophytes de l'environnement ou parfois des pathogènes de plantes, mais ils sont peu impliqués en pathologie humaine. Ceux qui vivent en parasite chez l'homme sont le plus souvent des *Cryptococcus*, notamment *C. neoformans* dont la forme parfaite appartient au genre *Filobasidiella*. D'autres levures appartenant aux genres *Malassezia*, *Rhodotorula* et *Trichosporon* dont les formes sexuées ne sont pas connues, ont des caractères communs avec les Basidiomycètes.

Les Basidiomycètes comprennent deux groupes principaux : les Hétérobasidiomycètes (Ustilaginales) à basides divisées ou ramifiées et les Holobasidiomycètes à basides simples. Chez les Holobasidiomycètes qui sont essentiellement des macromycètes, deux ordres sont exceptionnellement impliqués en pathologie humaine : les Aphylophorales et les Agaricales.

e - Les Deuteromycotina (champignons imparfaits ou Fungi imperfecti)

C'est dans cette division qu'on retrouvera le plus grand nombre de ces espèces d'intérêt médical. Cet ensemble, très hétérogène, englobe toutes les espèces se multipliant sur le mode asexué. Des données récentes reposant d'une part sur la microscopie électronique, d'autre part sur la biologie moléculaire (comparaison des séquences d'ADN ribosomique par exemple), permettent d'établir des liens étroits avec de nombreux Ascomycètes ou Basidiomycètes. En pratique, le maintien de cette division s'avère utile car beaucoup d'espèces n'expriment pas en culture leur reproduction sexuée.

Les Deuteromycotina sont divisés en trois classes (Figure 3) :

- Les Blastomycètes qui regroupent l'ensemble des champignons levuriformes.
- Les Hyphomycètes qui regroupent tous les champignons filamenteux à thalle septé dont les cellules conidiogènes (productrices de spores ou conidies) sont libres.
- Les Coelomycètes qui rassemblent les champignons filamenteux dont les cellules conidiogènes sont contenues dans des organes protecteurs appelés pycnides ou acervules.

Schématiquement, on oppose deux types d'Hyphomycètes : les hyalins ou clairs (hyalohyphomycètes) appartenant à la famille des Moniliaceae et les foncés ou noirs appelés Dématiés ou phaeohyphomycètes appartenant à la famille des Dematiaceae.

Cet ouvrage se propose de ne traiter que les champignons filamenteux d'intérêt médical. Les espèces étudiées vont appartenir principalement aux Deutéromycètes, et le plus souvent aux Hyphomycètes. Plus rarement, ils se recrutent parmi les Coelomycètes producteurs de pycnides, ou parmi les Zygomycètes.

Règne

CHAMPIGNONS

CAHIER DE **BIOFORMA**
Formation
version numérique

Phylum

Deuteromycotina (Fungi Imperfecti)

Classe

Blastomycètes

Coelomycètes

Hyphomycètes

Ordre

Cryptococcales

Moniliales

Famille

Moniliaceae
(hyalohyphomycètes)

Dematiaceae
(phaeohyphomycètes)

Genre

Candida sp.
Cryptococcus sp.
Malassezia sp.
Trichosporon sp.

Natrasia sp.
Phoma sp.*

Acremonium sp.*
Aspergillus sp.*
Beauveria sp.*
Chrysosporium sp.*
Cylindrocarpon sp.
Fusarium sp.*
Onychocola sp.*
Paecilomyces sp.*
Penicillium sp.*
Scedosporium sp.*
Scopulariopsis sp.*
Scytalidium sp.*
Trichoderma sp.*

Alternaria sp.*
Aureobasidium sp.*
Bipolaris sp.*
Cladosporium sp.*
Curvularia sp.*
Exophiala sp.*
Phialophora sp.*
Scytalidium sp.*
Ulocladium sp.*

Figure 3 : Classification des Deutéromycètes.

Seuls les genres marqués d'une astérisque seront abordés dans cet ouvrage.

II - CRITÈRES D'IDENTIFICATION

Schématiquement, l'identification d'une espèce repose sur des critères macroscopiques (aspect général des colonies) et microscopiques (étude des filaments végétatifs, des organes de fructification et des spores). Certaines données (température, vitesse de pousse, sensibilité au cycloheximide) seront des compléments utiles à l'identification.

■ 1. EXAMEN MACROSCOPIQUE DES CULTURES / MORPHOLOGIE MACROSCOPIQUE

La vitesse de pousse est déjà une bonne orientation. Elle peut être rapide comme chez les *Aspergillus* et les Mucorales, plus lente chez les dermatophytes (non traités ici) et certaines Dématiés, ou même très lente comme chez *Onychocola canadensis*, agent d'onyxis. La vitesse de pousse varie aussi en fonction de la richesse de l'inoculum. Elle est en effet d'autant plus rapide que l'inoculum est important. Les cultures issues du revêtement cutané poussent habituellement bien à 25-30 °C, celles issues de prélèvements profonds à 37 °C. Une atmosphère humide est favorable à la pousse et l'aération des tubes ou des boîtes doit être correcte (ne pas visser à fond les tubes).

L'aspect des colonies est également un bon critère d'orientation. Les champignons levuriformes donnent des colonies lisses, glabres, humides, d'aspect brillant ou mat, parfois rugueuses. A l'opposé, les filamenteux dont il sera essentiellement question ici, ont une texture différente : duveteuse, laineuse, cotonneuse, veloutée, poudreuse ou granuleuse. Parfois certaines colonies de filamenteux peuvent avoir une apparence glabre en raison de l'absence ou de la pauvreté du mycélium aérien. Le relief des colonies (plates, plissées, cérébriformes, ...), tout comme leur consistance, est aussi à observer. Elles peuvent en effet être molles, friables, élastiques, cartonnées ou dures.

Il convient de préciser aussi la taille des colonies, petites, étendues, voire envahissantes comme chez les Mucorales.

La couleur de la colonie est également un élément pertinent d'orientation ainsi que la présence d'un pigment dans la gélose bien que ces derniers critères sont soumis aux conditions de culture. En général, les hyalohyphomycètes restent clairs : colonies blanches, mais aussi crèmes ou colorées (vertes, brunes, orangées, violettes, grises, ...). Par contre, les phaeohyphomycètes deviennent rapidement foncés ou noirs. Le pigment et sa couleur, diffusible ou non dans la gélose, doivent être notés. Enfin l'observation macroscopique des cultures devra rechercher en surface, et surtout au centre de la culture, les structures de fructification sexuée (cléistothèces) ou asexuée (pycnides) ainsi que des amas mycéliens ou mèches (corémies).

■ 2. EXAMEN MICROSCOPIQUE DES CULTURES / MORPHOLOGIE MICROSCOPIQUE

Un ou mieux plusieurs fragments de culture seront prélevés à l'oëse pour les cultures glabres, ou au scotch (test du drapeau) pour les cultures filamenteuses et poudreuses, et ensuite déposés dans une goutte de bleu lactique entre lame et lamelle.

Plusieurs prélèvements au centre et en périphérie de la colonie sont parfois nécessaires. De même, il faut savoir répéter les montages afin de saisir le meilleur moment (cultures ni trop jeunes, ni trop âgées) pour observer la conidiogénèse.

On analysera successivement :

2.1- Le thalle végétatif

Tous les champignons possèdent un appareil végétatif constitué de filaments (ou hyphes), l'ensemble est appelé thalle ou mycélium. On distingue schématiquement :

a - Le thalle siphonné ou coenocytique

Il est constitué d'éléments tubulaires peu ou pas ramifiés, de diamètre large et irrégulier (5 à 15 μm en moyenne) et non cloisonnés. Ces filaments caractérisent les champignons inférieurs (Zygomycètes, Chytridiomycètes). En pratique médicale, ils orientent, sous nos climats, vers un diagnostic de Mucorales.

b - Le thalle septé ou cloisonné

Il correspond aux champignons dits « supérieurs » : Ascomycètes, Basidiomycètes et Deutéromycètes filamenteux. Ces filaments ont un diamètre étroit (2 à 5 μm) et régulier : leurs bords sont parallèles. Ils sont divisés par des cloisons ou *septa* en articles uni ou pluricellulaires.

2.2- La couleur des hyphes

La paroi des hyphes peut être mélanisée (ou foncée). Les Hyphomycètes dont les filaments restent clairs (ou hyalins) sont appelés Mucédinés ou hyalohyphomycètes. En revanche, les Hyphomycètes qui ont une paroi pigmentée ou foncée seront appelés Dématiés ou phaéohyphomycètes.

2.3- L'origine endogène ou exogène des spores

On peut mettre en évidence deux modes de formation des spores asexuées :

a - Spores endogènes

Ces spores (ou endospores) sont produites à l'intérieur d'un sac fermé porté par un filament spécialisé. Ainsi chez les Mucorales, les spores asexuées naissent à l'intérieur de sacs appelés sporocystes (ou sporanges) et seront libérées par déchirement de la paroi du sporocyste à maturité.

b - Spores exogènes

Chez les Basidiomycètes, les Ascomycètes et les Deutéromycètes, les spores asexuées sont formées de manière exogène, généralement par bourgeonnement à partir d'une cellule spécialisée appelée cellule conidiogène. On appelle les spores ainsi produites des conidies.

2.4- L'aspect des spores

La forme des spores et leurs modalités éventuelles de septation étaient initialement à la base de la classification des Deutéromycètes. Selon leur aspect, on distinguait cinq groupes de spores chez les champignons d'intérêt médical :

- les amérospores : spores unicellulaires de petite taille (exemples : *Penicillium*, *Aspergillus*)
- les didymospores : spores bicellulaires (exemple : *Trichothecium*)
- les phragmospores : spores pluricellulaires à cloisons transversales (exemples : *Drechslera*, *Bipolaris*, *Curvularia*)
- les dictyospores : spores pluricellulaires à cloisons transversales et longitudinales (exemples : *Alternaria*, *Ulocladium*)
- les scolécospores : spores étroites, effilées, souvent incurvées et cloisonnées transversalement (exemple : *Fusarium*)

Ces critères ont aujourd'hui une importance secondaire dans la classification, et en pratique seuls les termes de dictyospores, et à un degré moindre de phragmospores, restent utilisés.

2.5- La présence de chlamydospores

Les chlamydospores sont des spores de résistance qui sont formées à partir d'un article du filament mycélien ou à son extrémité. Elles ont une paroi épaisse.

Contrairement aux autres spores, elles ne possèdent pas de mécanisme de libération permettant leur dissémination à maturité.

Bien que peu spécifiques puisqu'elles se retrouvent chez pratiquement toutes les espèces lorsque les conditions sont défavorables (culture trop âgée, appauvrissement du milieu nutritif), elles peuvent cependant constituer une aide au diagnostic lorsqu'elles apparaissent précocement (par exemple chez certaines espèces du genre *Fusarium*).

2.6- Les différents modes de formation des conidies

Chez les Deutéromycètes (ou champignons imparfaits), une cellule (ou article) spécialisée ou non du thalle devient une cellule conidiogène (cellule produisant les conidies). Cette cellule peut être issue directement des filaments végétatifs ou bien portée par un filament spécialisé appelé conidiophore. Deux grands modes de conidiogénèse doivent être différenciés.

2.6.1- Le mode thallique

Ici la formation des spores s'effectue à partir d'éléments préexistants du thalle. On en distingue deux variantes principales :

a - Le type thallique solitaire ou terminal (holothallique)

Un article (ou groupe d'articles) latéral ou terminal de l'hyphe s'individualise en une spore unicellulaire (ou pluricellulaire) appelée aleurie (exemples : les dermatophytes, les *Chrysosporium* et *Scedosporium*).

b - Le type thallique arthrique

Le filament (ou l'hyphe) se différencie en spores de manière progressive et rétrograde (depuis le sommet jusqu'à la base), puis les spores ainsi formées, d'aspect rectangulaire, sont libérées. Ces conidies sont appelées arthrospores (exemples : *Geotrichum* sp. et *Scytalidium hyalinum* pour les hyalohyphomycètes, *Scytalidium dimidiatum* pour les phaeohyphomycètes).

2.6.2- Le mode blastique

Dans ce cas, les spores sont formées par bourgeonnement à partir de cellules conidiogènes différenciées ou non, puis une cloison se forme à l'émergence du bourgeon et la cellule fille (ou spore) se sépare de la cellule mère.

Ce mode de conidiogénèse est le plus répandu. On en distingue également plusieurs variantes :

a - Le type blastique solitaire

C'est l'exemple des levures appelées aussi **blastospores**. Une spore est produite à partir de la cellule mère par simple bourgeonnement (exemples : *Candida*, *Malassezia*, ...). Dans ce mode de conidiogénèse, chaque site de bourgeonnement ne fonctionne qu'une seule fois. Cependant une même blastospore peut produire plusieurs cellules filles, de manière successive et en des sites différents mais contigus.

b - Le type blastique acropète

Chaque cellule mère bourgeonne une ou plusieurs conidies qui à leur tour produisent de nouvelles conidies et ainsi de suite. Les conidies restent accolées les unes aux autres formant une chaîne de spores dite acropète, la plus jeune des spores (dernière produite) étant située à l'extrémité de la chaîne. En outre, cette chaîne est plus ou moins ramifiée, puisqu'une même cellule mère peut bourgeonner plusieurs cellules filles de manière successive et en des sites différents, mais contigus (exemples : *Cladosporium*, *Alternaria*). On visualise facilement le point d'attache des conidies entre elles (cicatrices de bourgeonnement) lorsqu'elles sont libérées.

c - Le type blastique synchrone

Il y a alors bourgeonnement simultané de plusieurs conidies à partir d'une cellule conidiogène qui est renflée à sa partie apicale (exemple : *Botrytis*, non traité ici).

d - Le type blastique sympodial

Les conidies naissent toujours par bourgeonnement, mais après chaque bourgeonnement, la cellule conidiogène reprend sa croissance latéralement. Cette alternance de phénomènes de bourgeonnement terminal et de reprise de croissance latérale se traduit

par un aspect en sympode ou en zig-zag de la cellule conidiogène où chaque angle correspond à un site de bourgeonnement (exemples : *Beauveria* et *Sporothrix schenckii*, agent de la sporotrichose).

e - Le type blastique régressif

Ici les conidies sont formées à la fois d'éléments préexistants du thalle et d'éléments néoformés. Elles sont produites en effet l'une après l'autre par bourgeonnement au sommet de la cellule conidiogène. Mais ces bourgeonnements successifs s'accompagnent d'une fragmentation progressive et rétrograde de la cellule conidiogène. La cellule conidiogène se raccourcit au fur et à mesure de son fonctionnement. Les conidies apparaissent par ailleurs bicellulaires et disposées en grappes (exemple : *Trichothecium roseum*).

f - Le type blastique percurrent (ou blastique annellidique)

La cellule conidiogène (appelée **annellide**), parfois peu différenciée du filament, produit à son extrémité apicale une conidie, puis reprend sa croissance à son sommet. Elle forme ensuite une deuxième conidie qui repousse la première, et ainsi de suite.

Les spores restent ainsi accolées les unes aux autres en chaînes basipètes, la plus jeune étant à la base de la chaîne, chaîne non ramifiée puisque les spores sont issues d'une cellule conidiogène à site de bourgeonnement unique. Cependant, cet édifice est fragile, et se dissocie souvent au montage. De plus, les reprises de croissance successives induisent au sommet de la cellule conidiogène une succession d'anneaux peu visibles, l'élaboration de la nouvelle paroi s'effectuant lors de ces reprises de croissance seulement à partir des couches pariétales internes de la cellule conidiogène (exemple : *Scopulariopsis*).

g - Le type blastique phialidique

La cellule conidiogène, appelée **phialide**, apparaît souvent bien différenciée. Elle a une forme de bouteille renflée au milieu avec une base étroite et une partie apicale effilée, et se termine parfois par une collerette plus ou moins visible.

Les phialides sont posées directement sur des hyphes végétatifs (exemple : *Phialophora*), ou au contraire, sur un filament spécialisé appelé conidiophore, plus ou moins ramifié. Les conidies formées par bourgeonnement sont accolées les unes aux autres en chaînes basipètes, la plus jeune étant à la base (exemples : *Aspergillus*, *Penicillium*), ou glissent les unes sur les autres pour se rassembler en amas ou « balle » au sommet de la phialide (exemple : *Acremonium*).

h - Le type blastique porique

La conidie quand elle se détache du filament porteur (conidiophore), laisse sur ce dernier une empreinte visible, en forme de dépression, le pore, d'où le terme de porospores donné aux spores ainsi produites (exemples : *Alternaria*, *Stemphylium*, *Ulocladium*, *Bipolaris*, *Curvularia*).

2.7- Le mode de groupement des conidies

On peut observer plusieurs modalités de groupement des conidies à l'extrémité des cellules conidiogènes :

a - En grappes

Les grappes de spores résultent de la production de conidies solitaires par une cellule conidiogène qui s'accroît (type blastique sympodial ; exemple : *Beauveria*) ou se raccourcit (type blastique régressif ; exemple : *Trichothecium roseum*) au fur et à mesure de son développement.

b - En masse

Ce mode de groupement s'observe chez les espèces dont les conidies sont produites sur le type blastique synchrone (*Botrytis*).

c - En têtes ou « balles »

A l'extrémité apicale de certaines phialides, les conidies produites restent agglomérées par une substance adhésive qui maintient l'ensemble au sommet de la phialide (*Acremonium*, *Trichoderma*).

d - En chaînes basipètes

- Type blastique percurrent chez les hyalohyphomycètes (*Scopulariopsis*)
- Type blastique phialidique avec des phialides disposées en têtes aspergillaires (*Aspergillus*) ou organisées en pinceau (*Paecilomyces*, *Penicillium*)

e - En chaînes acropètes

Type blastique acropète chez les phaéohyphomycètes (*Cladosporium*, *Alternaria*)

2.8- Le mode d'implantation des cellules conidiogènes

Les cellules conidiogènes peuvent naître de structures plus ou moins élaborées issues du mycélium végétatif.

2.8.1- Cellules conidiogènes indifférenciées ou peu différenciées

Certaines sont intégrées dans les hyphes, intercalaires ou situées en position terminale (*Aureobasidium*). D'autres naissent latéralement, mais restent peu différenciées des filaments végétatifs (*Exophiala*).

2.8.2- Cellules conidiogènes différenciées

a - directement insérées sur les filaments végétatifs (*Acremonium*, *Fusarium*)

b - bien distinctes des filaments végétatifs, portées par des conidiophores dispersés sur le thalle végétatif :

- regroupées à l'extrémité dilatée du conidiophore, formant une tête aspergillaire (*Aspergillus*)

- regroupées en verticille au sommet du conidiophore : pinceau (*Penicillium*)
 - disposées en verticilles le long du conidiophore (*Verticillium*)
- c - bien distinctes des filaments végétatifs, portées par des conidiophores groupés :
- conidiophores disposés parallèlement les uns aux autres, agrégés en une gerbe sporifère appelée corémie ou synnema (*Graphium*, *Scedosporium*)
 - conidiophores agrégés en coussinets superficiels appelés sporodochies (*Myrothecium*, non traité ici)

2.9- La présence de structures protectrices compactes, issues de la reproduction asexuée ou sexuée

2.9.1- D'origine asexuée

En pratique, seules les pycnides peuvent être observées sur les milieux de culture utilisés en mycologie médicale, les acervules ne se formant que dans les tissus de l'hôte végétal.

a - Les pycnides

Ce sont des nodules mycéliens (parfois visibles à l'œil nu), creux, composés d'une paroi épaisse formée par un feutrage compact de filaments mycéliens. La face interne de la paroi est tapissée de conidiophores produisant des conidies. Les pycnides ont un petit orifice (ostiole) qui s'ouvre à maturité pour libérer les spores (*Phoma*). Ils caractérisent, au sein des Coelomycètes, les Sphaeropsidales.

b - Les acervules

Ce sont des agrégats de filaments mycéliens enchevêtrés, solidement attachés sur un végétal délimitant une cavité avec une ouverture. A l'intérieur, on retrouve une assise de conidiophores produisant les conidies. Ce mode de groupement des conidiophores caractérise, au sein des Coelomycètes, les Mélanconiales.

2.9.2- D'origine sexuée

Dans de rares cas, on peut observer pour les moisissures d'intérêt médical la forme parfaite du champignon. Si celle-ci apparaît dès l'isolement, le champignon prendra le nom de sa forme sexuée. Dans la plupart des cas, ce sont des Ascomycètes qui produisent des asques renfermant à maturité 8 ascospores. Une structure, l'ascocarpe, protège les asques. On en distingue plusieurs types :

a - Les gymnothèces

L'ascocarpe clos est entouré d'un réseau d'hyphes périidiens périphériques lâches : dermatophytes du genre *Nannizzia* (*Microsporium*) ou *Arthroderma* (*Trichophyton*). En pratique, ce type d'ascocarpe n'est pas rencontré chez les moisissures d'intérêt médical.

b - Les cléistothèces

L'ascocarpe est arrondi et lisse, mais il n'y a pas de réseaux mycéliens périphériques. Il est clos et sa paroi se fissure à maturité pour libérer des asques sphériques contenant chacun 8 ascospores (*Emericella nidulans*, *Pseudallescheria boydii*).

c - Les périthèces

L'ascocarpe est voisin du cléistothèce, mais prend une forme de bouteille avec, à l'extrémité rétrécie, une ouverture appelée ostiole. Il renferme des asques allongés, entourés d'une paroi à simple membrane (unituniqués) ou à deux membranes (bituniqués) et contenant chacun 8 ascospores (exemples : *Chaetomium*, *Sordaria*, non étudiés ici).

■ 3. DÉMARCHE DIAGNOSTIQUE D'UNE MOISSURE D'INTÉRÊT MÉDICAL

Les clés d'identification qui vont suivre ont pour objet de faciliter la démarche du diagnostic morphologique afin d'arriver au genre (ou espèce).

Après un arbre décisionnel basé sur les caractéristiques des filaments mycéliens, sont présentées des clés d'identification correspondant aux différents groupes étudiés dans cet ouvrage : Mucorales, Mucédinés, Dématiés et Coelomycètes (Figures 4 à 8).

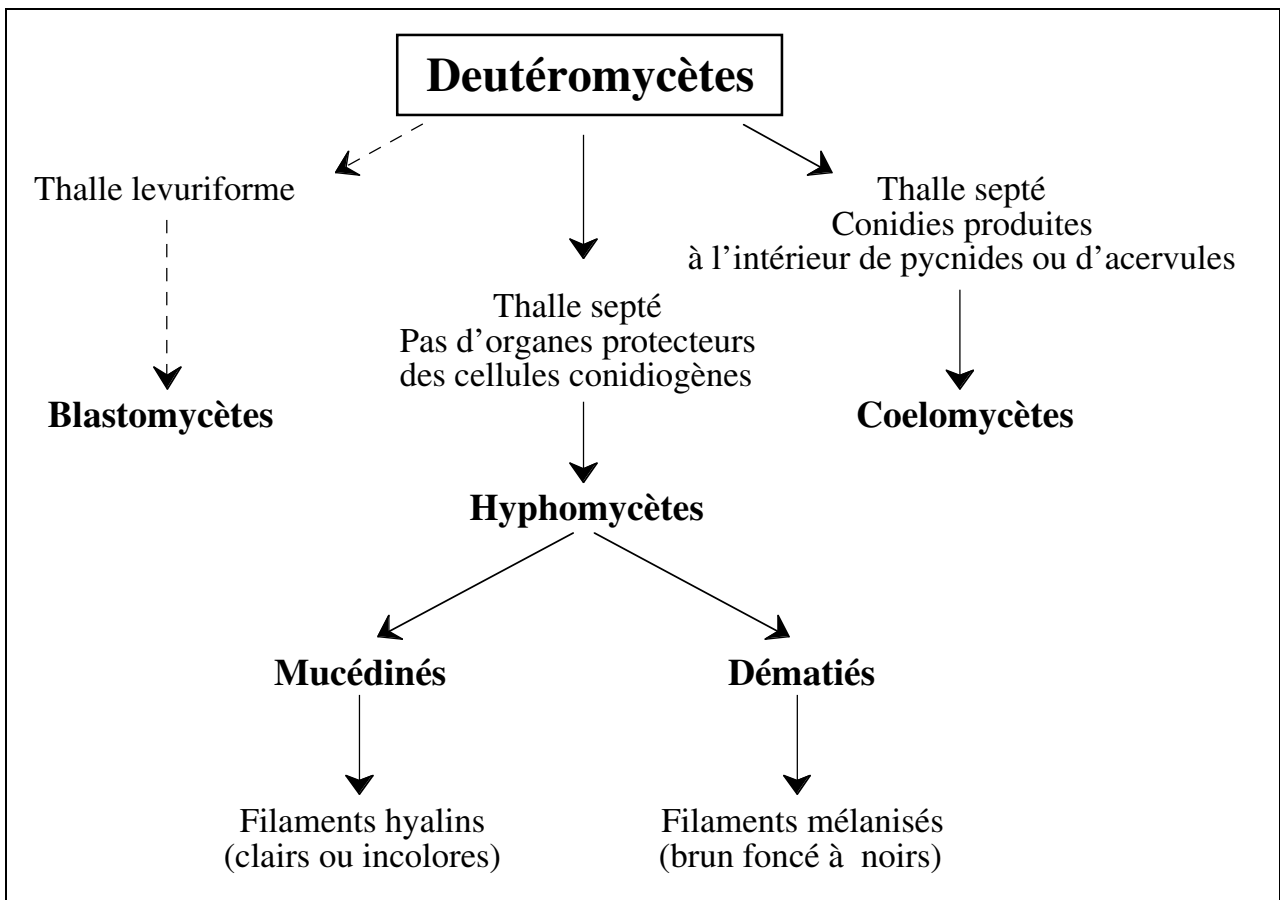
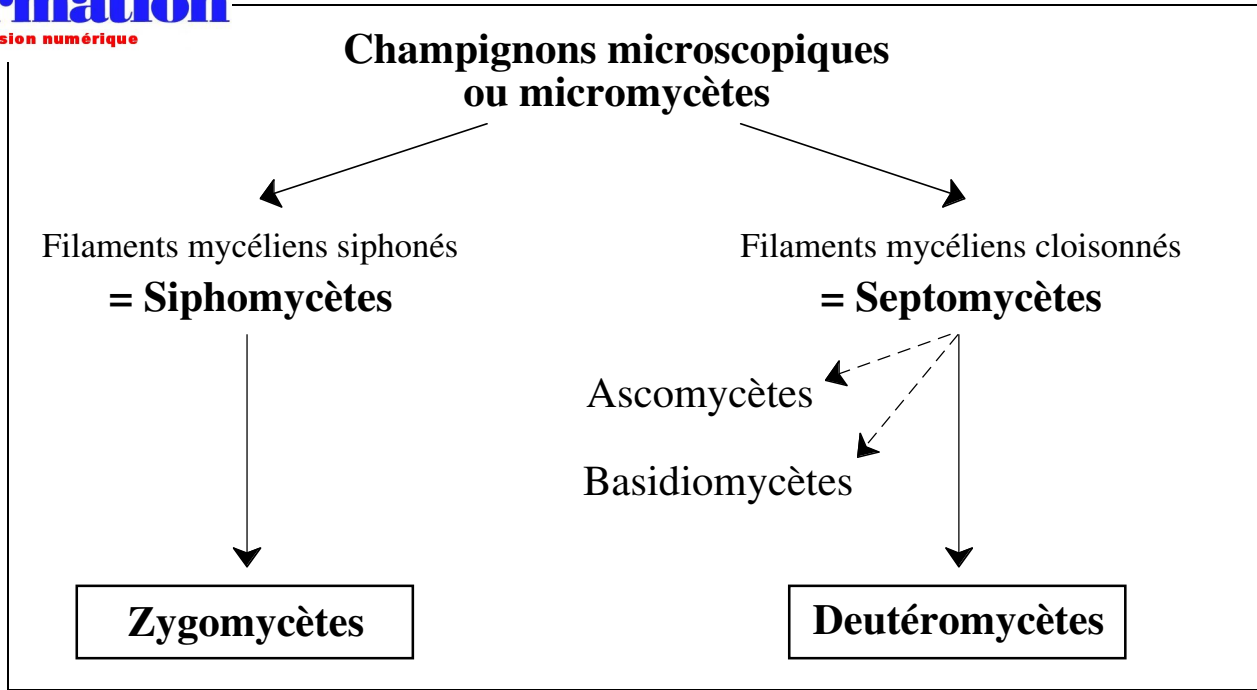


Figure 4 : Démarche générale du diagnostic d'une moisissure.

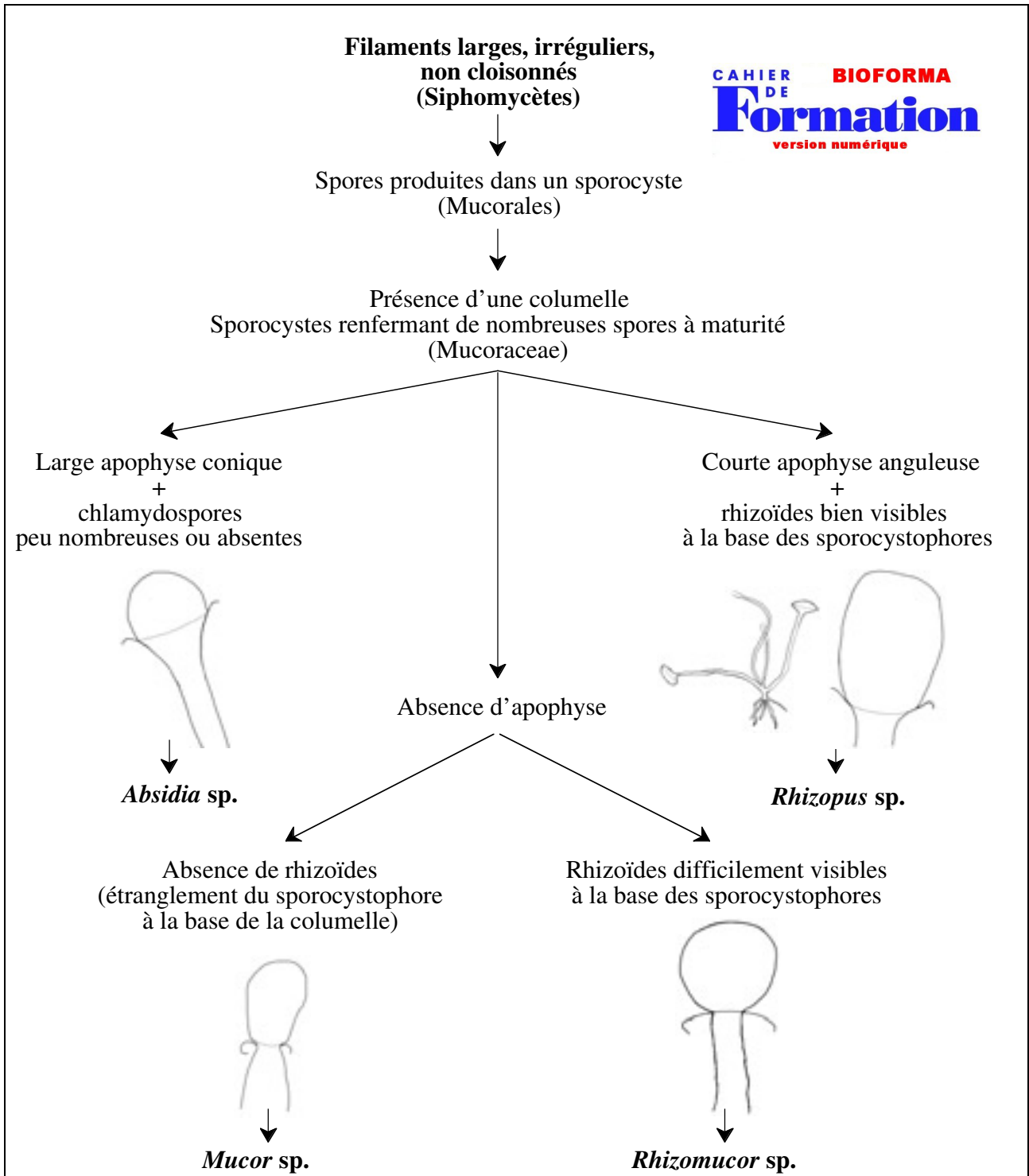


Figure 5 : Clé d'identification des Mucorales.

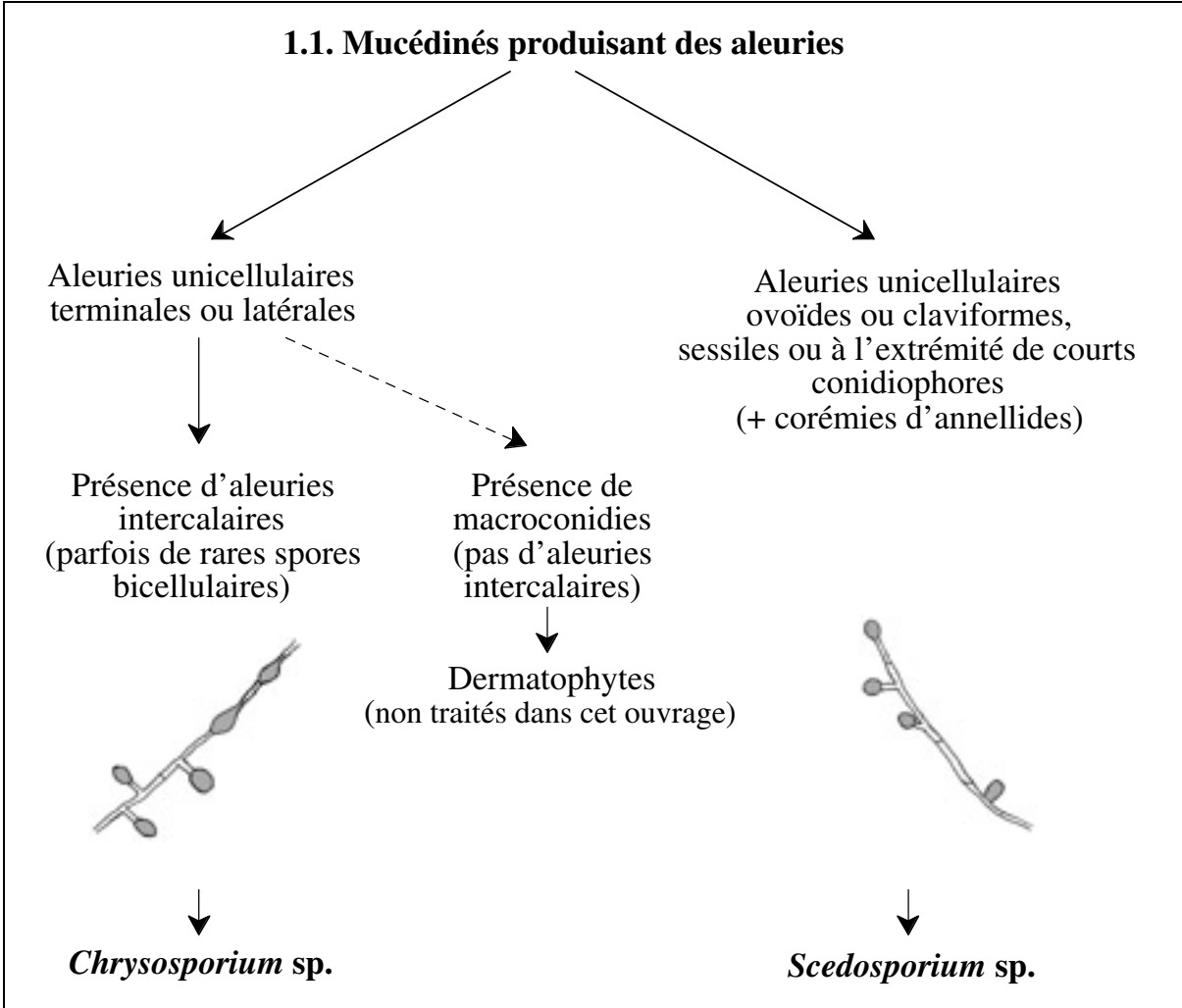
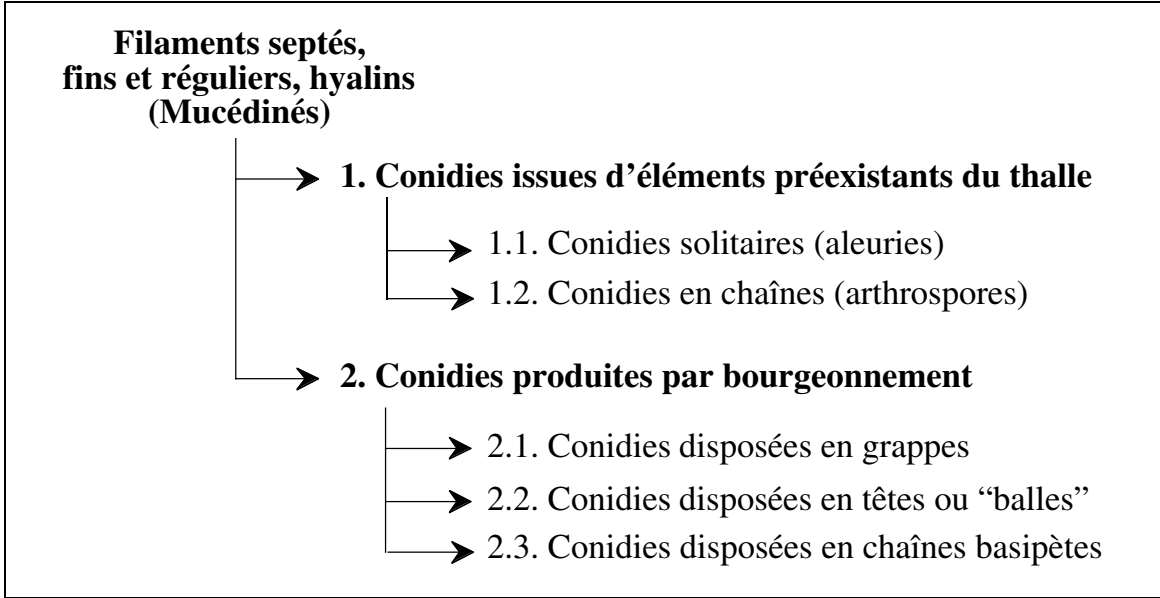


Figure 6 : Clé d'identification des Mucédinés.

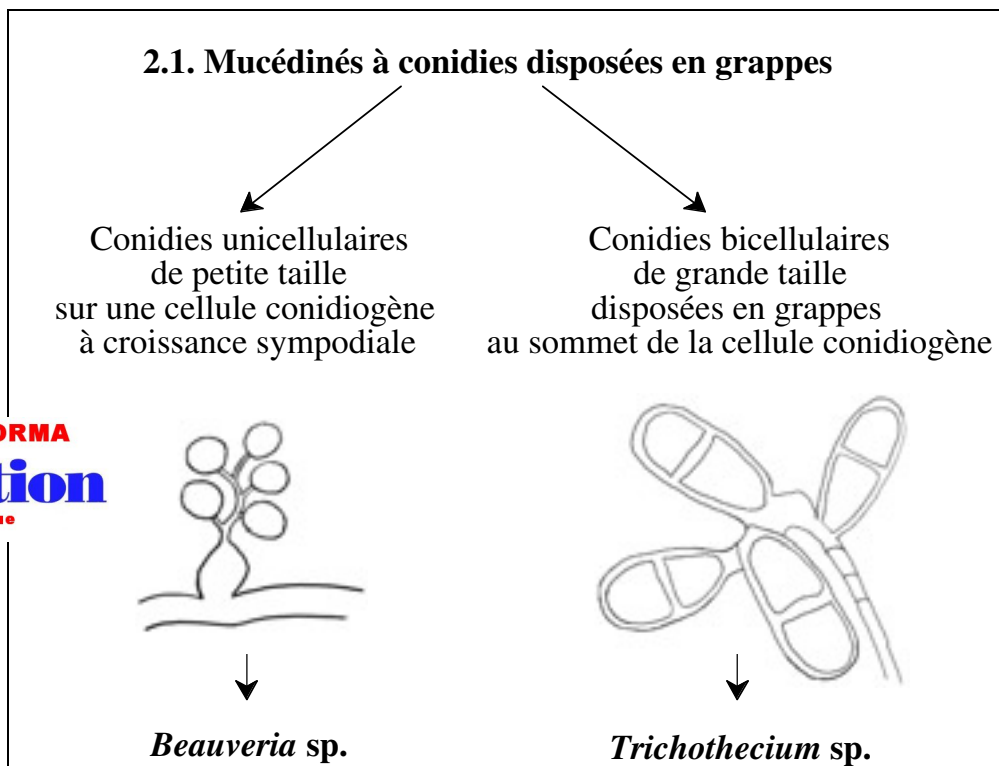
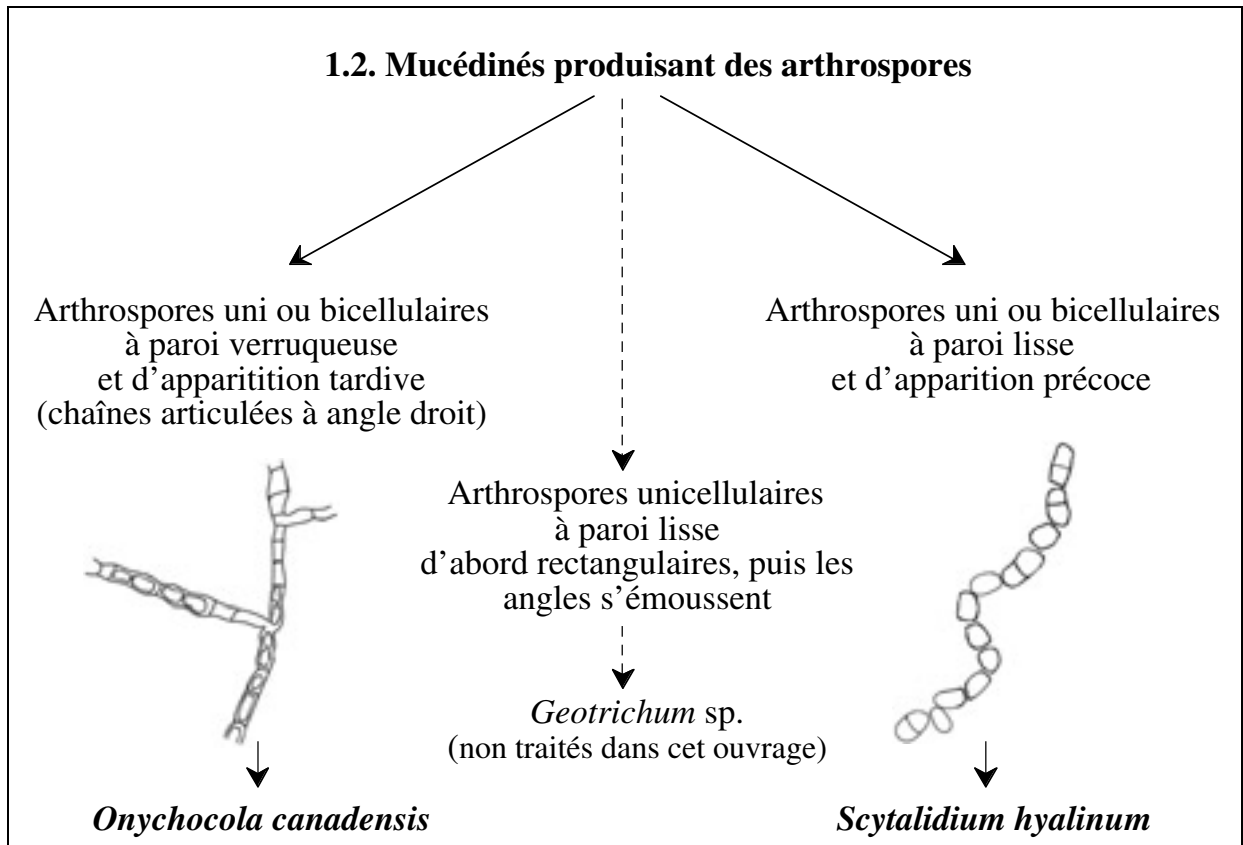


Figure 6 (suite) : Clé d'identification des Mucédinés.

2.2. Mucédinés à conidies disposées en têtes ou en “balles” au sommet de phialides

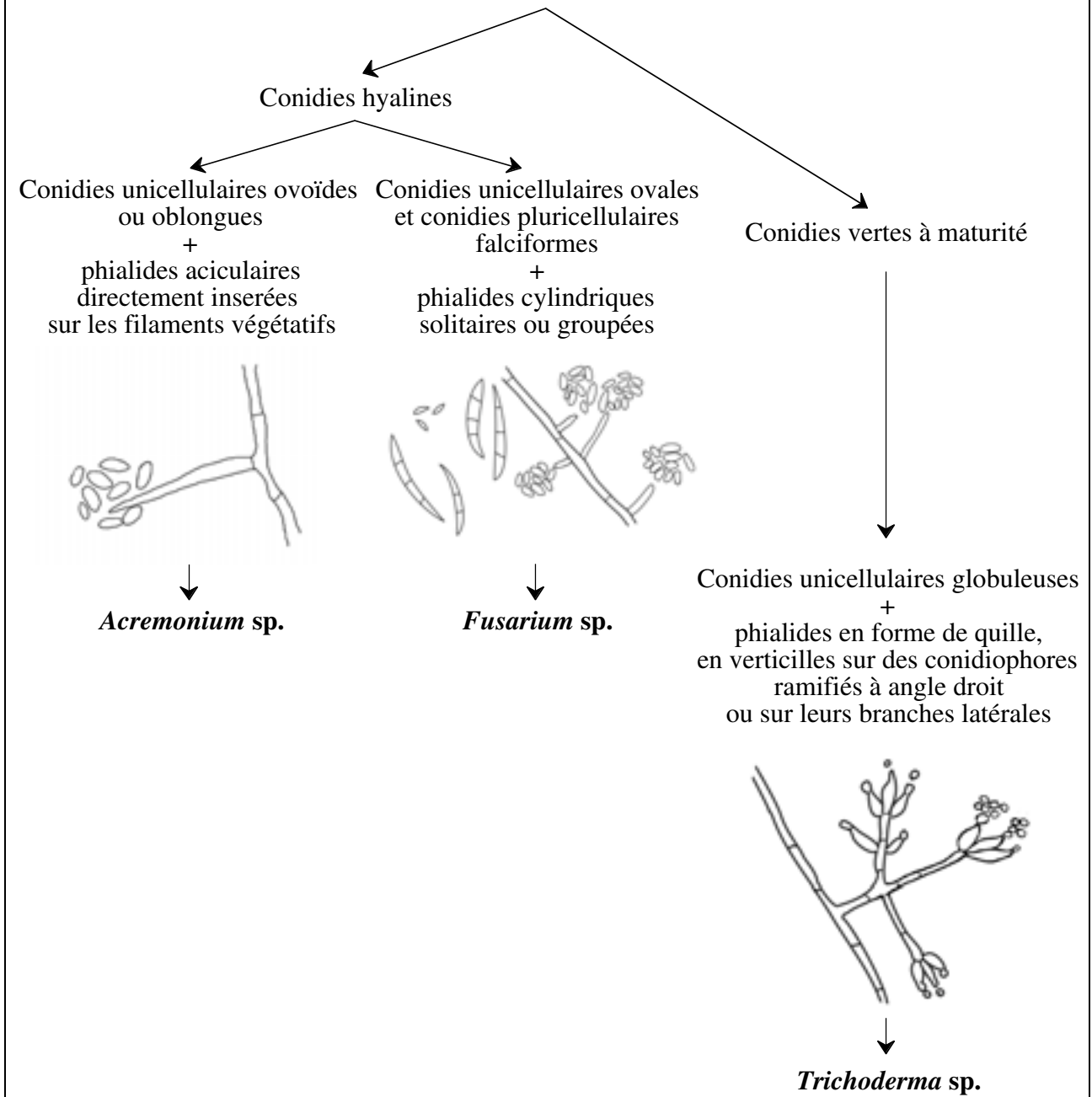


Figure 6 (suite) : Clé d'identification des Mucédinés.

2.3. Mucédinés à conidies unicellulaires disposées en chaînes basipètes

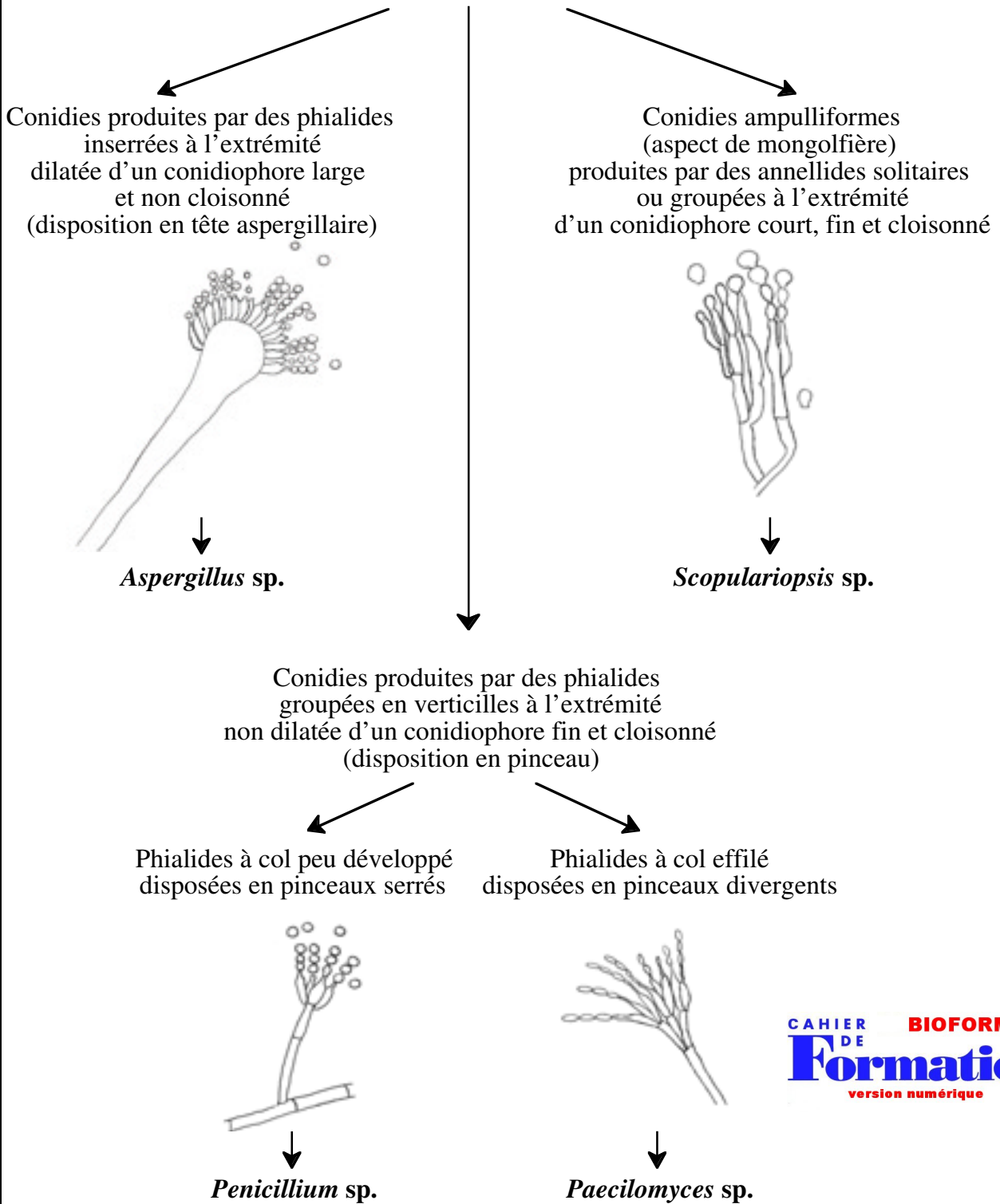


Figure 6 (fin) : Clé d'identification des Mucédinés.

**Filaments septés, fins et réguliers,
brun foncé à noirs
(Dématiés)**

- 1. Dictyospores (spores pluricellulaires cloisonnées transversalement et longitudinalement)
- 2. Phragmospores (spores pluricellulaires multiseptées cloisonnées seulement transversalement)
- 3. Spores unicellulaires disposées en amas
- 4. Spores unicellulaires ou bicellulaires disposées en chaînes

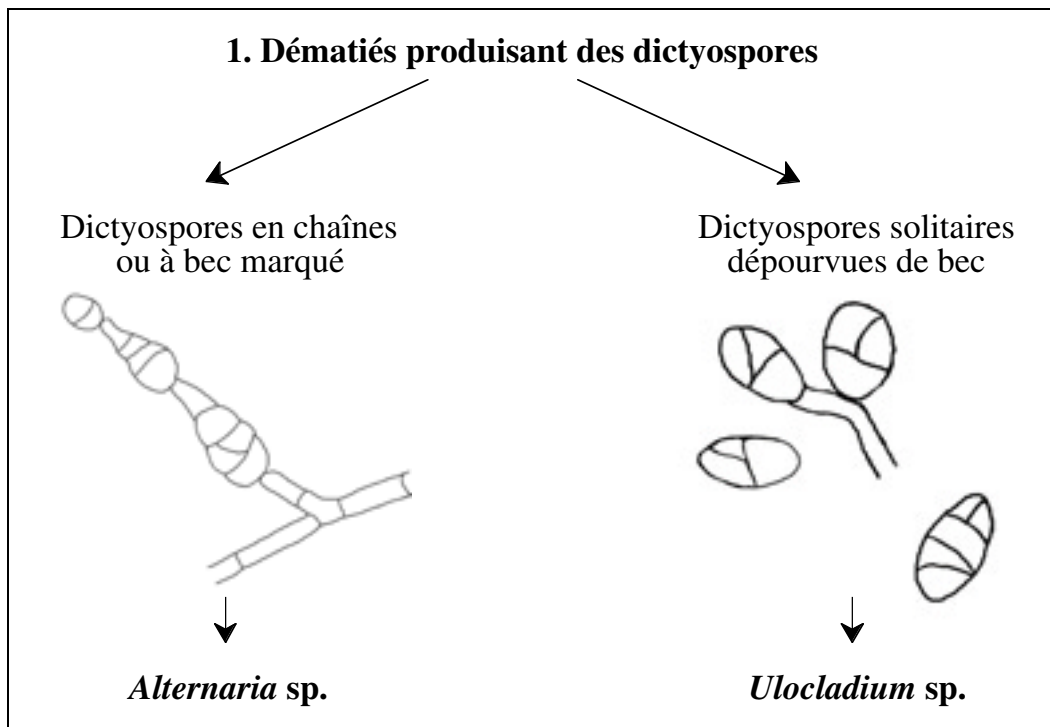


Figure 7 : Clé d'identification des Dématiés.

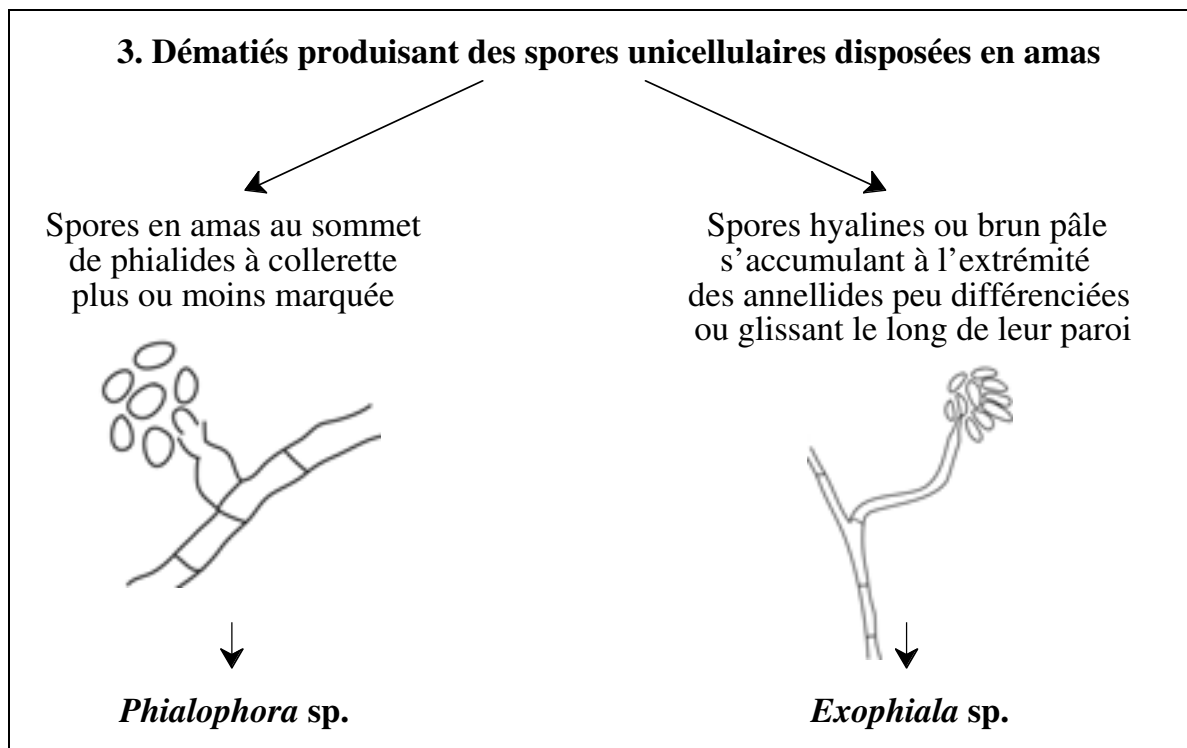
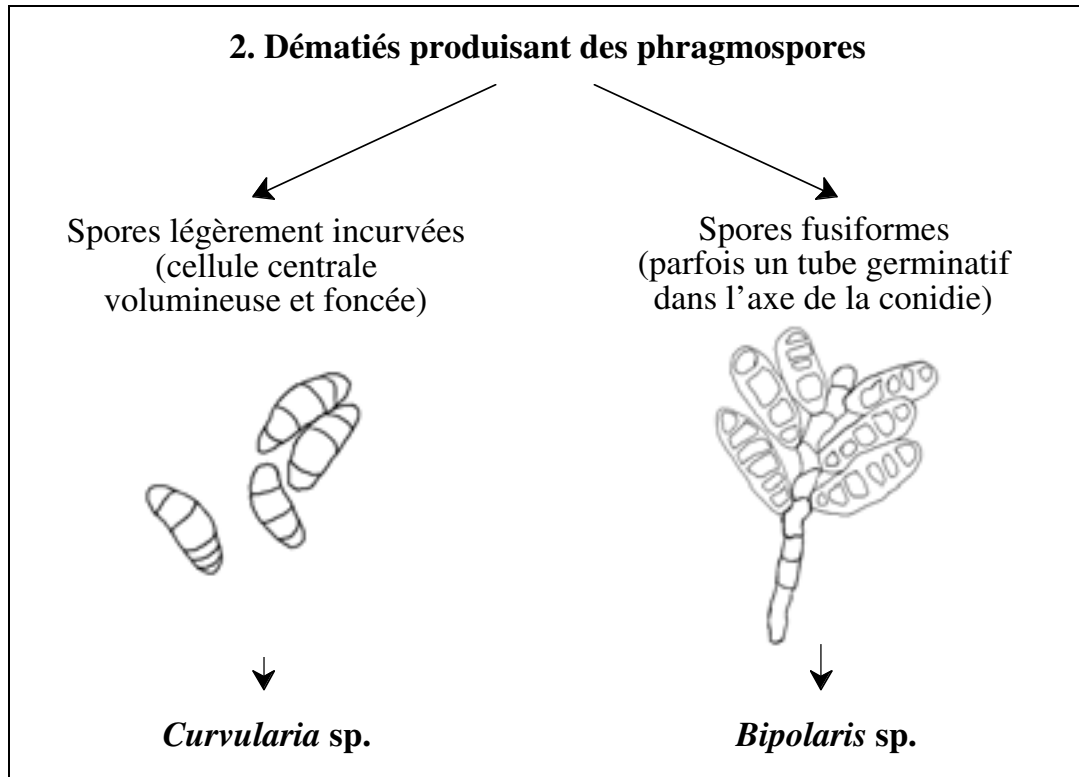


Figure 7 (suite) : Clé d'identification des Dématiés.

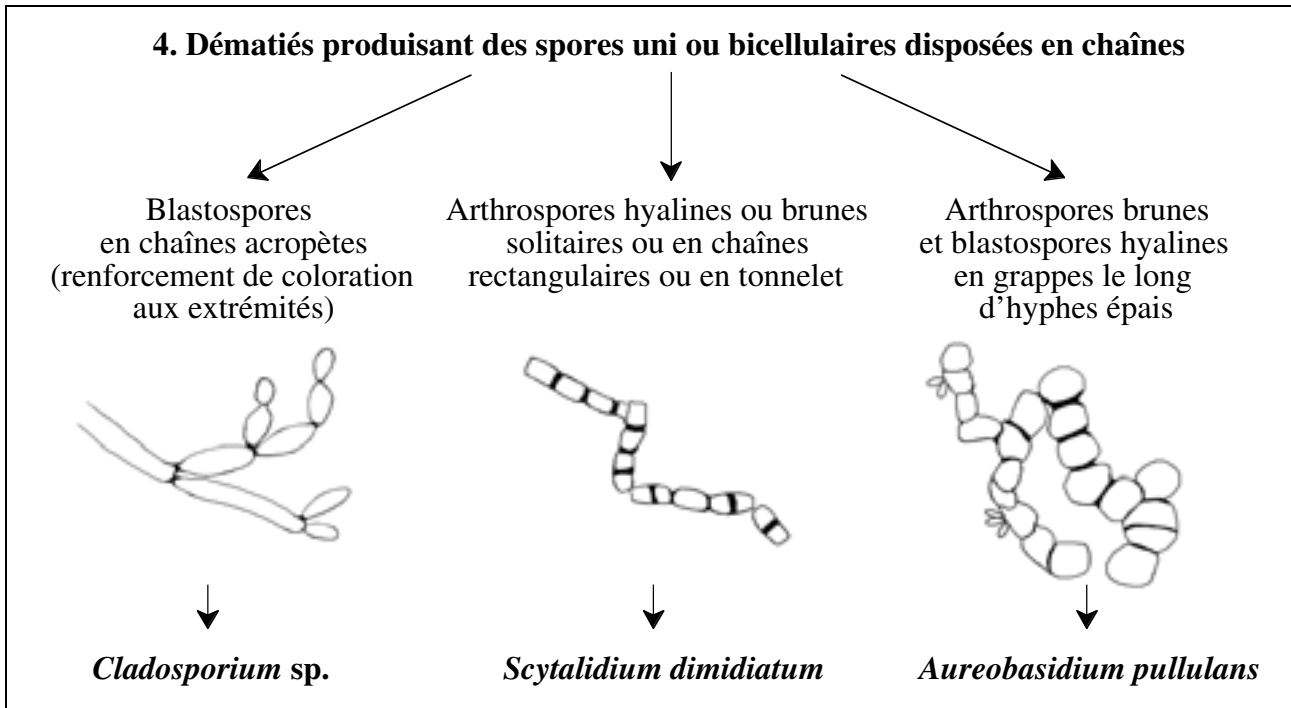


Figure 7 (fin) : Clé d'identification des Dématiés.

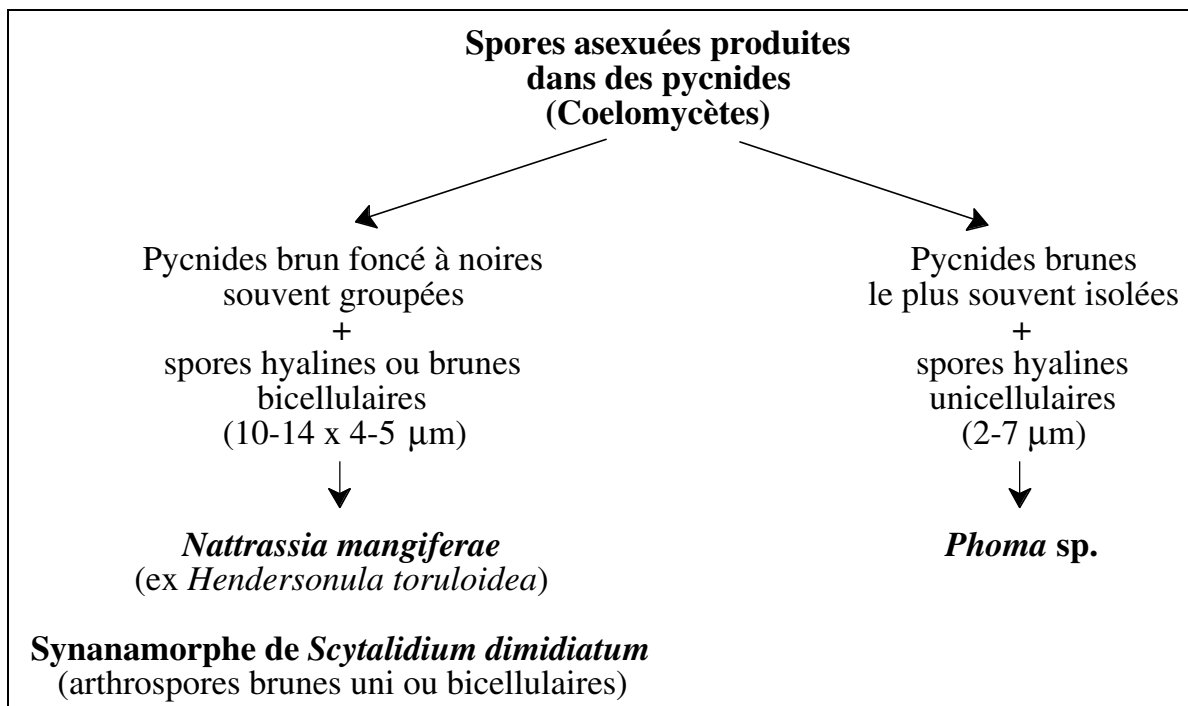


Figure 8 : Clé d'identification des Coelomycètes.

III - ÉTUDE DES PRINCIPALES MOISSURES D'INTÉRÊT MÉDICAL

CAHIER DE **BIOFORMA**
Formation
version numérique

Ce chapitre présente de façon synthétique les principaux genres et espèces de moisissures susceptibles d'être incriminées dans un processus pathologique.

Seront abordés successivement :

- les Mucorales
- les *Aspergillus*
- les autres Mucédinés
- les Dématiés et les Coelomycètes.

Chaque champignon est présenté sous forme d'une fiche illustrée comportant, outre sa description morphologique, des renseignements épidémiologiques et cliniques utiles à l'interprétation.

Ce chapitre sera complété par une présentation de la démarche diagnostique au laboratoire.

■ 1- LES MUCORALES

1.1- Épidémiologie

Les Mucorales sont des champignons cosmopolites très répandus. Saprophytes du sol où ils se nourrissent à partir de végétaux, des céréales ou des excréments, ils contaminent fréquemment les denrées alimentaires (fruits, légumes, ...). Certaines espèces sont pathogènes de plantes.

1.2- Pouvoir pathogène

Redoutables opportunistes, les Mucorales sont des agents de zygomycoses (*Rhizopus oryzae*, *Rhizomucor pusillus*, *Absidia corymbifera*, *Mucor circinelloides*, ...), notamment chez les sujets diabétiques et les patients atteints d'hémopathies. Ils sont à l'origine d'atteintes rhinocérébrales, cutanées (chez les grands brûlés) et viscérales (pulmonaires, digestives, rénales, ...).

1.3- Caractères cultureux

Ces zygomycètes se développent bien sur tous les milieux utilisés en mycologie. Leur croissance rapide est cependant inhibée par le cycloheximide (Actidione®). Les températures optimales de croissance varient de 20 °C pour les *Mucor* ou 20-25 °C pour les *Rhizopus*, à 36 °C pour les *Absidia*, mais les espèces incriminées dans les zygomycoses humaines sont très thermophiles et présentent des températures maximales de croissance plus élevées (40 °C). D'une manière générale, la croissance en culture est rapide et extensive sur gélose de Sabouraud ou PDYA (Peptone-Dextrose-Extrait de levure-Agar). Les colonies présentent un développement aérien souvent important, en particulier chez les *Rhizopus*, et envahissent de manière quasi-totale les boîtes de culture en 5 à 7 jours.

1.4- Morphologie microscopique

Le thalle est constitué de filaments **siphonnés (coenocytiques)**, non (ou peu) cloisonnés, de diamètre large (5-15 µm) et irrégulier. Le champignon émet généralement des stolons qui courent à la surface du support gélosé et adhèrent au substrat par des sortes de racines appelées **rhizoïdes** (Figure 9). Des stolons partent des filaments dressés, les **sporocystophores** (aussi appelés sporangiophores), filaments porteurs des organes de reproduction, les **sporocystes** (ou sporanges). La partie apicale du sporocystophore se dilate en une vésicule, appelée **columelle**, qui fait saillie à l'intérieur du sporocyste d'aspect globuleux ou piriforme selon les espèces. Ce sont dans ces sporocystes que sont produites les spores (spores internes parfois appelées sporocystospores ou sporangiospores). Ces spores à surface lisse, striée ou granuleuse selon les espèces, sont libérées à maturité par déchirement de la paroi du sporocyste. La paroi peut, cependant, persister autour de l'apex du sporocystophore (au niveau de la columelle) sous forme d'une collerette. Chez certains genres (*Absidia*, *Rhizopus*, ...), le sporocystophore présente à son extrémité un élargissement plus ou moins marqué juste au-dessous du sporocyste, qu'on appelle **apophyse**. A l'inverse, chez les *Mucor*, un étranglement du sporocystophore est souvent observé sous la columelle. On observe parfois des chlamydospores, terminales, intercalaires ou en chaînes.

La différenciation des familles au sein de cet ordre se fera sur un ensemble de critères : l'existence ou non de ramifications sur les sporocystophores, la forme des sporocystes, la présence d'une columelle faisant saillie dans le sporocyste et l'abondance des spores dans les sporocystes à maturité. Quant à la différenciation des genres au sein de la famille des Mucoraceae (qui comprend la plupart des Mucorales d'intérêt médical), elle se fera sur l'aspect des sporocystophores et leur groupement éventuel, sur la forme de la columelle et les caractéristiques de sa surface, mais surtout sur la présence ou non d'une apophyse et sa taille, la présence ou non de rhizoïdes, et l'abondance des chlamydospores.

1.5- Genres présentés

- *Absidia* sp.
- *Mucor* sp.
- *Rhizomucor* sp.
- *Rhizopus* sp.

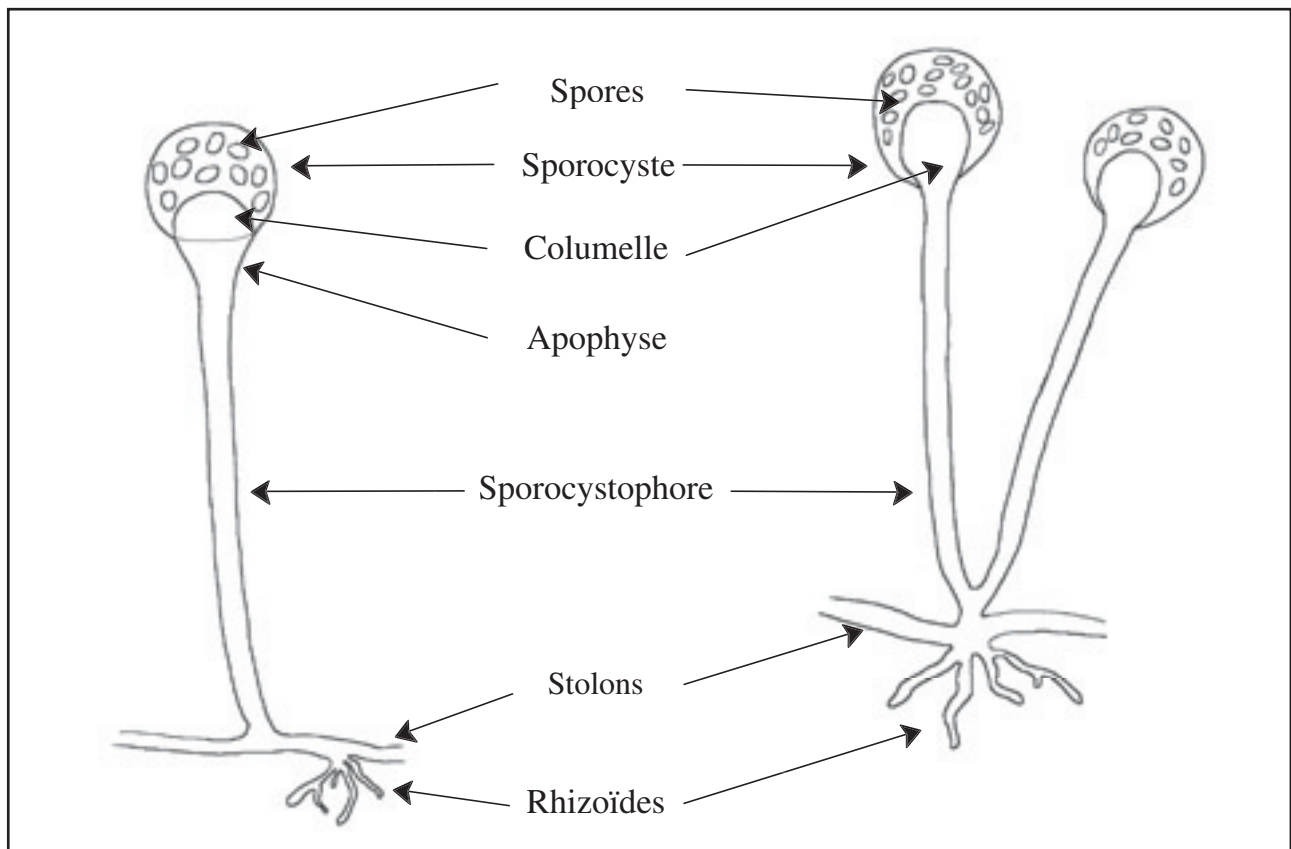


Figure 9 : Appareil reproducteur des Mucorales.

Absidia

(Cohn) Saccardo et Trotter (1912)

Espèce type : *Absidia corymbifera*

■ Caractères cultureux

- Colonies à croissance rapide, envahissant rapidement la boîte ou le tube, et de texture floconneuse.
- Couleur grise en surface, incolore au verso.
- Pousse plus rapidement à 37 °C qu'à 25 °C (croissance possible jusqu'à 48 à 52 °C).

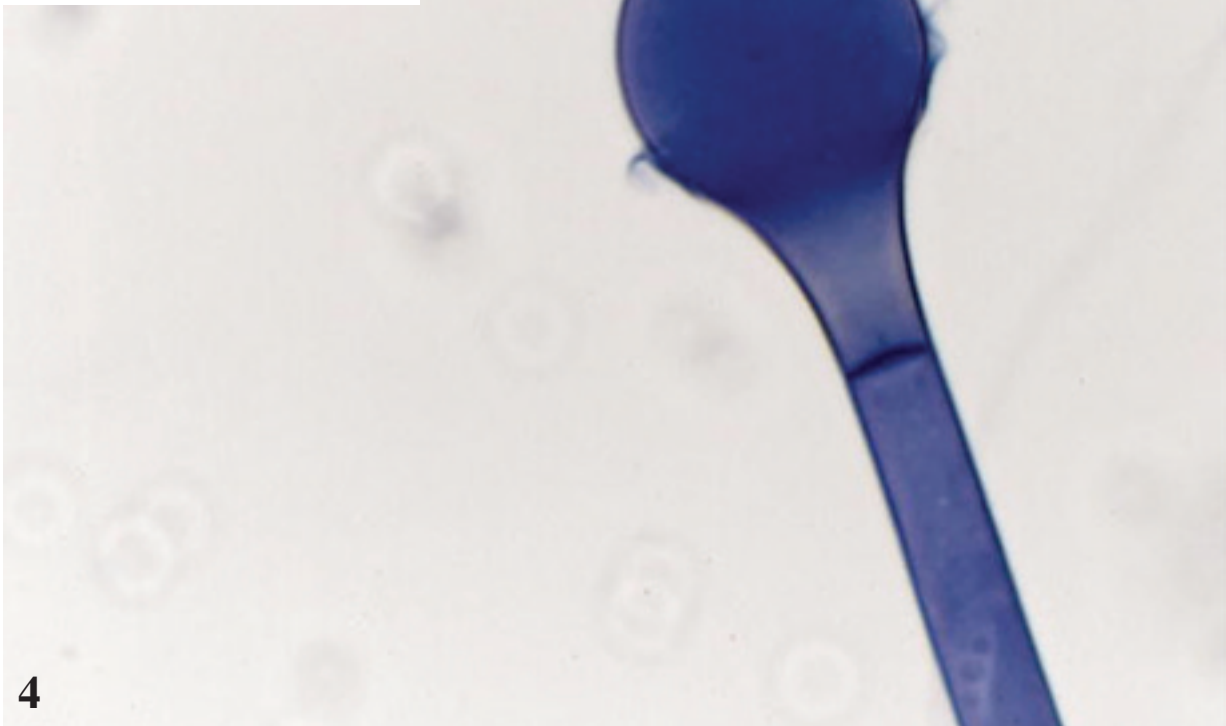
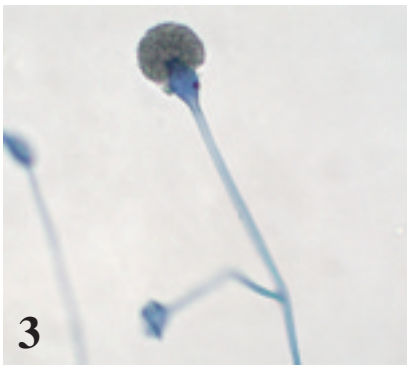
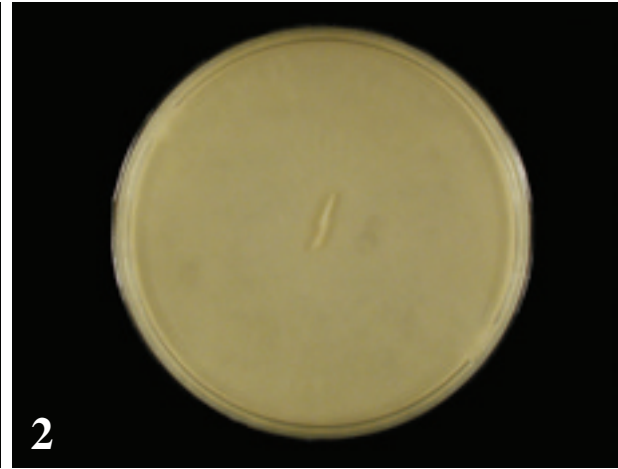
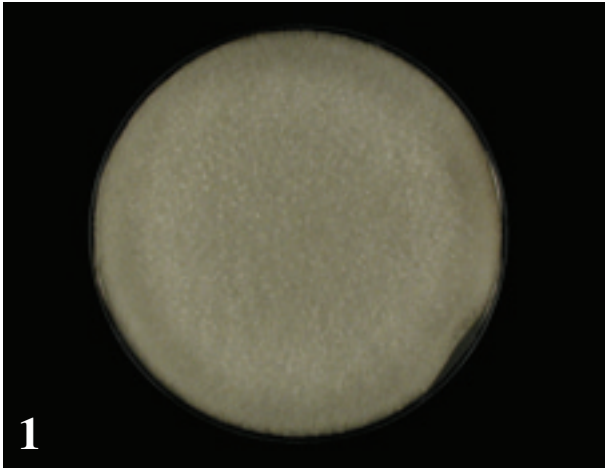
■ Morphologie microscopique

- Filaments larges (5 à 15 µm) peu ou pas septés.
- Sporocystophores isolés ou groupés, fixés au milieu des stolons et ramifiés en grappe ou en corymbes. Ils se terminent par une large apophyse conique (évasement en forme d'entonnoir).
- Sporocystes de 10 à 120 µm de diamètre, d'aspect piriforme avec une columelle hémisphérique.
- Spores cylindriques lisses, jaunâtres, de 3,4 à 4,6 µm de long sur 2,8 à 3,8 µm de large.
- Rhizoïdes peu nombreux, situés sur les stolons à distance des sporocystophores.
- Chlamydospores absentes ou peu nombreuses, contrairement au genre *Chlamydoabsidia* non décrit dans cet ouvrage.

■ Commentaires

Absidia corymbifera est, au sein du genre *Absidia*, la seule espèce reconnue comme pathogène. Cette espèce qui peut pousser jusqu'à 50 °C, est impliquée dans des infections opportunistes chez l'immunodéprimé avec atteintes pulmonaires, neuroméningées, rénales ou cutanées.

Les *Absidia* se distinguent des *Mucor*, *Rhizopus* et *Rhizomucor* par leur apophyse bien développée (en forme d'entonnoir).



***Absidia* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Sporocystophore ramifié terminé par une columelle faisant saillie dans le sporocyste globuleux (3, objectif 4). Après déchirement du sporocyste, la collerette permet de visualiser la large apophyse conique (4, objectif 100).

Mucor

Micheli ex Fries (1832)

Espèces types : *Mucor circinelloides*
Mucor plumbeus

■ Caractères cultureux

- Les colonies à croissance très rapide et extensive, ont une texture laineuse.
- La couleur varie du gris au brun en surface, le verso est incolore.
- La température optimale de croissance de ces champignons est de 25 °C.

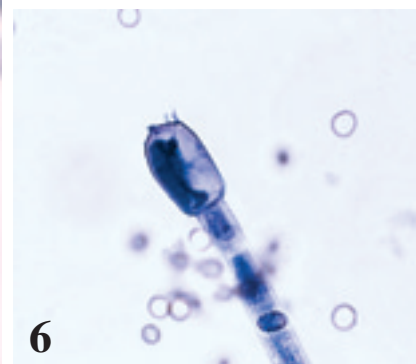
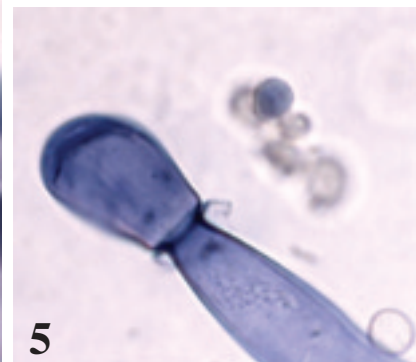
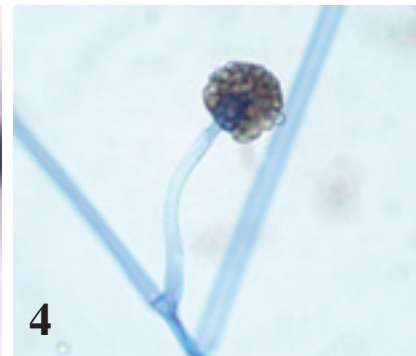
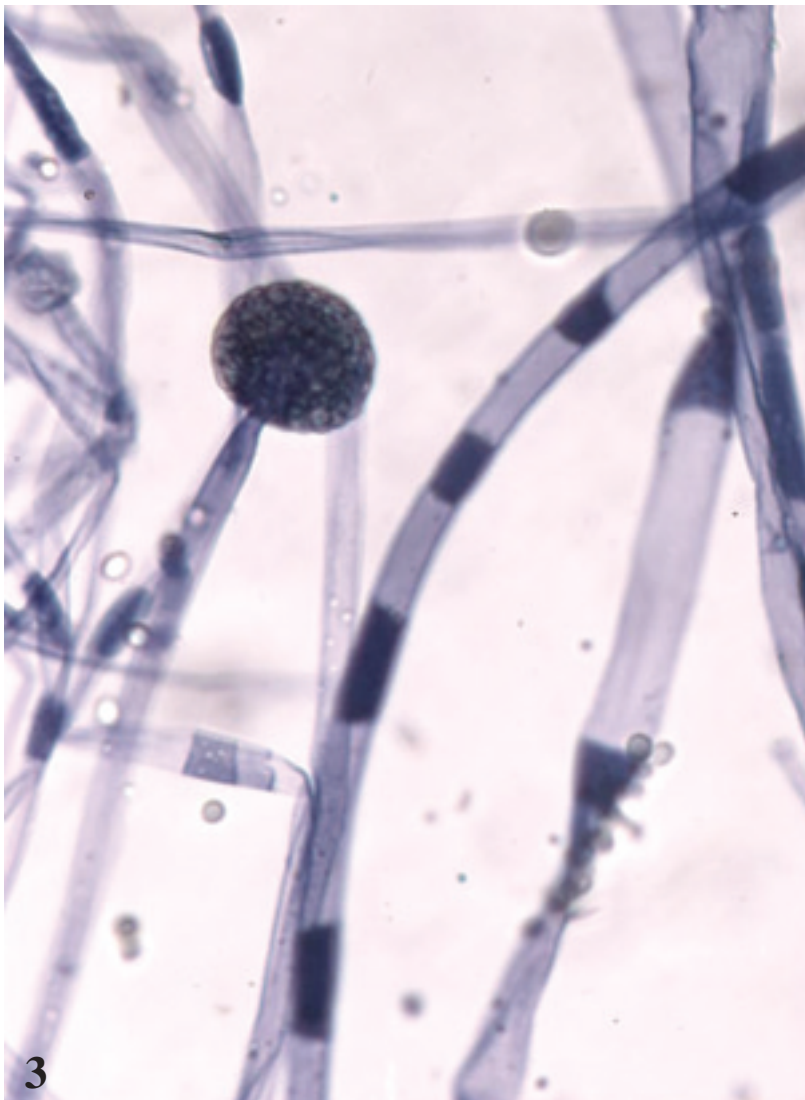
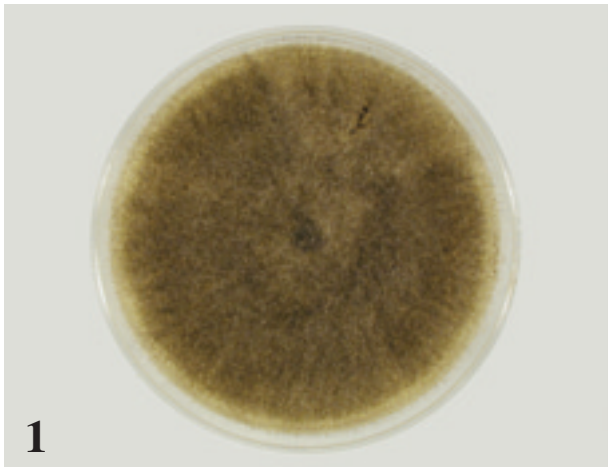
■ Morphologie microscopique

- Filaments larges peu ou pas septés.
- Pas de stolons ni rhizoïdes.
- Sporocystophores issus le plus souvent du thalle végétatif. Ils se terminent par une columelle ovoïde sans apophyse et présentent souvent un rétrécissement sous la columelle.
- Sporocystes globuleux.
- Spores rondes à ellipsoïdales, lisses ou ornementées de spicules.
- Chlamydospores parfois présentes et abondantes

■ Commentaires

Les champignons du genre *Mucor* sont très rarement impliqués comme agents de mycoses (mucormycoses).

Ils se distinguent des *Absidia* par l'absence d'apophyse et des *Rhizopus* par l'absence de rhizoïdes. Par rapport aux *Rhizomucor*, thermophiles, avec lesquels la confusion est possible, la plupart des *Mucor* ne poussent pas à 37 °C, et ils ne possèdent pas de rhizoïdes.



***Mucor* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Sporocystophore portant un sporocyste globuleux (3, objectif 40 et 4, objectif 10) dépourvu d'apophyse (5, objectif 40 et 6, objectif 20). Notez la présence de chlamydospores (3) et l'étranglement du sporocyste sous la columelle (3, 5, 6).

Rhizomucor

(Lucet et Constantin) Wehmer ex Vuillemin (1936)

Espèce type : *Rhizomucor pusillus*

■ Caractères cultureux

- Les colonies à croissance très rapide et extensive, ont une texture laineuse.
- Les colonies sont brun pâle au départ, devenant brun sombre en vieillissant ; le verso reste incolore.
- L'optimum thermique est de 37 °C, mais la croissance est possible jusqu'à 54 °C.

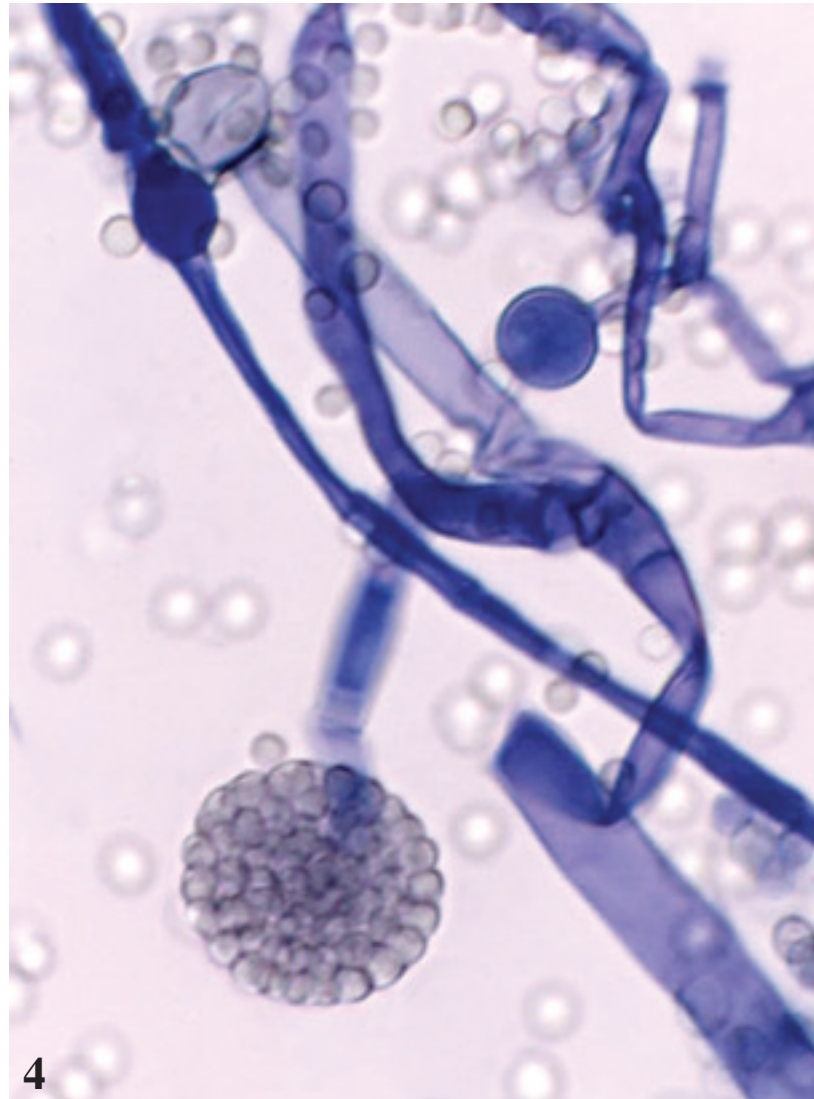
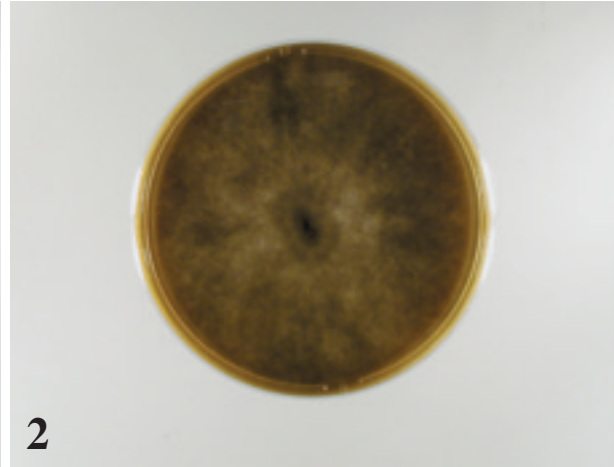
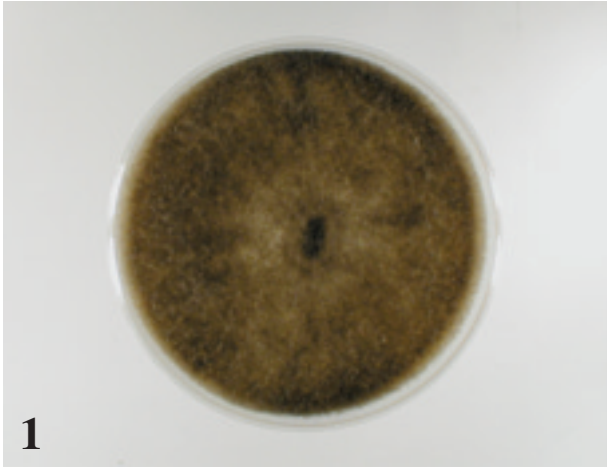
■ Morphologie microscopique

- Filaments larges peu ou pas septés.
- Les rhizoïdes et les stolons sont présents, mais parfois difficiles à reconnaître.
- Les sporocystophores sont assez courts, avec des ramifications subterminales en sympodes.
- Les sporocystes sont foncés (noirs), recouverts d'aspérités.
- La columelle est bien développée, mais il n'y a pas d'apophyse.
- Les spores sont globuleuses (3 à 4 µm de diamètre), lisses et hyalines.

■ Commentaires

Seul *Rhizomucor pusillus* est considéré actuellement comme un pathogène opportuniste. Ce champignon thermophile est à l'origine de mucormycoses rhinofaciales, cérébrales, pulmonaires et généralisées. Le terrain de prédilection est le patient leucémique.

Les *Rhizomucor* diffèrent des *Mucor* par la présence de rhizoïdes (pas toujours bien développés), et par leur thermophilie (température maximale 54 °C), la température optimale de croissance des *Mucor* étant de 25-30 °C. Par ailleurs, contrairement aux *Absidia*, ils n'ont pas d'apophyse. Enfin, par rapport aux *Rhizopus*, les sporocystophores sont bien ramifiés et les rhizoïdes moins développés.



***Rhizomucor* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Rhizoïdes et court sporocystophore à ramifications subterminales (3, objectif 4).

Après rupture du sporocyste, on visualise une columelle bien développée sans apophyse (4, objectif 40).

Rhizopus

Ehrenberg (1820)

Espèces types : *Rhizopus oryzae* et *Rhizopus rhizopodiformis*

■ Caractères cultureux

- Les colonies à croissance très rapide et extensive, ont une texture cotonneuse.
- Les colonies, blanches au départ, deviennent grises et foncées en vieillissant.
- L'optimum thermique est de 25 °C ou 37 °C selon les espèces, mais la croissance est possible jusqu'à 50 °C pour *R. rhizopodiformis*.

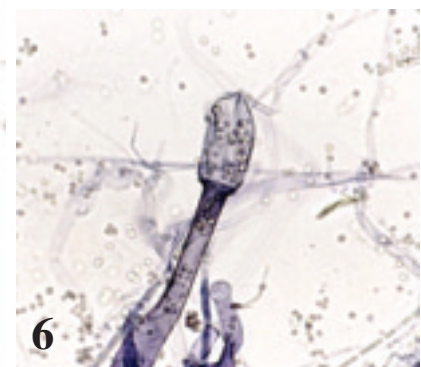
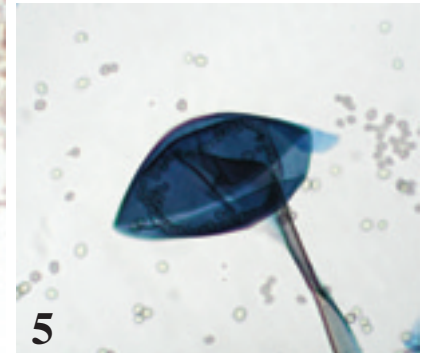
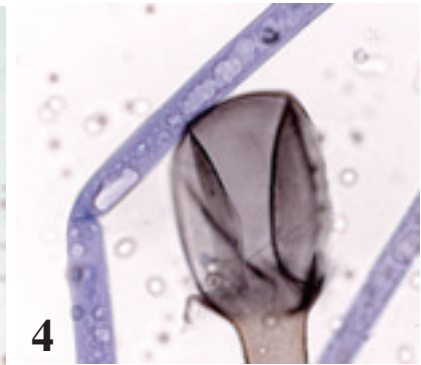
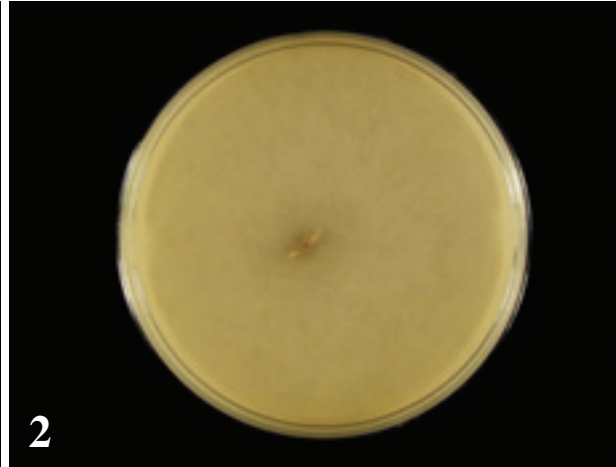
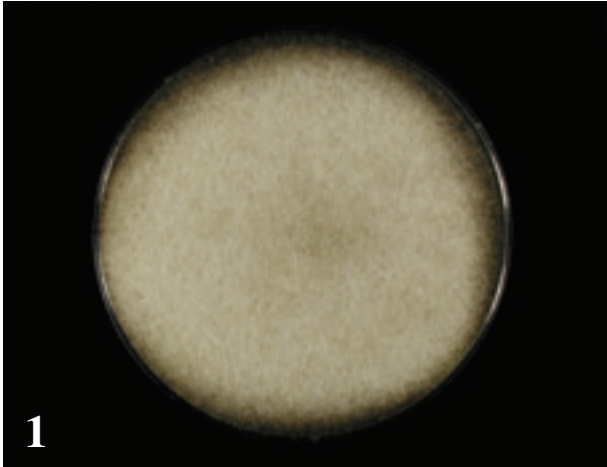
■ Morphologie microscopique

- Filaments larges non ou peu septés.
- Stolons, rhizoïdes et sporocystophores sont bien différenciés. Ces 3 éléments naissent d'une même origine : le nœud.
- Les sporocystophores bruns sont isolés ou disposés en bouquets de 2 à 6 éléments.
- Les sporocystes sont globuleux avec une columelle globuleuse ou cylindrique et une apophyse courte et anguleuse. Après rupture du sporocyste, la columelle s'affaisse sur le sporocystophore (aspect en parapluie).
- Les spores sont ovoïdes.
- Des chlamydo-spores peuvent être présentes, isolées ou disposées en chaînes.

■ Commentaires

Rhizopus oryzae et *Rhizopus rhizopodiformis* sont les principaux agents des mucormycoses. Thermophiles, ils déterminent des atteintes rhinocérébrales, mais aussi pulmonaires et intestinales. Les patients réceptifs sont les diabétiques en acidocétose, les grands brûlés, les patients atteints d'hémopathies malignes ou sous-alimentés (kwashiorkor, ...).

En règle générale, on différencie bien les *Rhizopus* des autres Mucorales par la présence de rhizoïdes bien développés, situés au niveau des nœuds et par la disposition fréquente des sporocystophores en bouquets.



***Rhizopus* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Rhizoïdes situés au niveau du noeud (3, objectif 10). Après rupture du sporocyste, la collerette permet de visualiser une courte apophyse, puis la columelle se replie en parapluie sur le sporocystophore (*R. oryzae*, 4 et 5, x 40; *R. rhizopodiformis*, 6, x 20).

■ 2- LES ASPERGILLUS

2.1- Épidémiologie

Les *Aspergillus* sont des champignons cosmopolites, très répandus dans le milieu extérieur. Ce sont des champignons ubiquistes : on les rencontre aussi bien en milieu rural (silos à grains, foin, paille tassée et humide, céréales ou fruits moisissés, matières organiques en décomposition) qu'en milieu urbain, et aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations (poussières accumulées derrière les meubles, cadres, faux plafonds, conduits d'aération, plantes en pots, ...).

Les différentes enquêtes aéromycologiques révèlent que les spores aspergillaires se situent au 4^e rang des spores fongiques de l'air (après les spores d'*Alternaria*, de *Cladosporium* et de *Penicillium*).

2.2- Pouvoir pathogène

Aspergillus fumigatus est l'espèce la plus pathogène, responsable d'environ 80 à 90 % des aspergilloses humaines. D'autres espèces sont aussi impliquées. Par ordre décroissant de fréquence, citons *A. flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, *A. nidulans*.

Les *Aspergillus* sont des pathogènes opportunistes. Leur développement chez l'hôte nécessite l'existence de conditions favorables, locales (caverne tuberculeuse, cancer broncho-pulmonaire, broncho-pneumopathie chronique obstructive, emphysème, dilatation des bronches, mucoviscidose, ...) ou générales (corticothérapies prolongées, hémopathies malignes, chimiothérapie aplasante, SIDA, ...). En outre, des facteurs environnementaux (abondance des spores aspergillaires dans l'air inhalé lors de la manipulation du fumier, du foin moisissé) ou liés au champignon (taille des spores aspergillaires, thermotolérance, facteurs de virulence) contribuent à la fréquence de la pathologie aspergillaire.

Les *Aspergillus* sont ainsi à l'origine de diverses mycoses : des otomycoses, des kératites, des onyxis, des atteintes cutanées, ou encore des mycoses profondes résultant d'une inoculation traumatique des spores. Toutefois, les *Aspergillus* sont principalement des pathogènes respiratoires, l'infestation s'effectuant par inhalation des conidies véhiculées par le vent. On les rencontre à l'origine de sinusites ou de surinfections bronchiques au cours des broncho-pneumopathies chroniques obstructives et de la mucoviscidose. Mais la pathologie aspergillaire chez le sujet non immunodéprimé est dominée par l'aspergillome, qui est lié au développement du champignon dans une bronche ou dans le parenchyme pulmonaire, sous forme d'une boule fongique appelée truffe aspergillaire. Le développement du champignon s'effectue alors dans une cavité le plus souvent préexistante (caverne tuberculeuse, bulle d'emphysème, ...) et se traduit par des troubles respiratoires avec hémoptysies et, sur le plan radiologique, par l'image classique en grelot.

Les formes les plus graves sont cependant observées chez les patients fortement immunodéprimés, notamment chez les patients sous chimiothérapie aplasante pour

préparation à la greffe de moelle osseuse. L'infection revêt alors un caractère invasif, et présente une évolution très rapide et souvent fatale.

2.3- Caractères cultureux

Ces champignons présentent une croissance rapide sur milieu de Sabouraud additionné d'antibiotiques. Ils sont cependant, pour la plupart, inhibés par le cycloheximide. Après 24 à 48 h de culture, on observe des colonies plates, formées de courts filaments aériens blancs. C'est en effet avec la maturation des structures conidiogènes (48 à 96 h selon les espèces) que ces colonies vont prendre leur teinte caractéristique, brune, verte, jaune ou noire selon les espèces.

La couleur de la culture permet ainsi une orientation rapide du diagnostic d'espèce. Au recto, les colonies sont gris-vert pour *A. fumigatus*, vert-jaune pour *A. flavus* et les espèces du groupe glaucus, vert foncé à chamois pour *A. nidulans*, brun cannelle pour *A. terreus*, chamois clair, jaunes et roses pour *A. versicolor*, jaunes puis noires pour *A. niger*. Elles restent blanches pour *A. candidus*. Le revers de la colonie est incolore à jaune, il peut aussi brunir ou rougir avec l'âge (*A. nidulans*).

Les *Aspergillus* se développent habituellement bien sur les milieux classiques de mycologie comme le milieu de Sabouraud. Si nécessaire, leur fructification peut être stimulée par repiquage de la colonie sur gélose au malt ou sur milieu de Czapek qui constituent les milieux de référence pour ces champignons. Enfin, les *Aspergillus* poussent à 22-25 °C et à 37 °C pour les espèces thermophiles (*A. fumigatus*).

2.4- Morphologie microscopique

Les *Aspergillus* sont caractérisés par un thalle végétatif formé de filaments mycéliens hyalins, de diamètre fin et régulier, septés et ramifiés. L'identification du genre *Aspergillus* reposera sur la mise en évidence des **têtes aspergillaires** à l'examen microscopique des colonies. Sur les filaments végétatifs, prennent en effet naissance des filaments dressés, non cloisonnés. Ces derniers, qu'on appelle **conidiophores**, se terminent par une **vésicule** de forme variable sur laquelle sont disposées les cellules conidiogènes ou **phialides**. La conidiogénèse s'effectue en effet sur le mode blastique phialidique, par bourgeonnement à l'apex des phialides d'une série de spores ou **conidies** qui restent accolées les unes aux autres en chaînes non ramifiées, basipètes, la plus jeune étant à la base de la chaîne.

Les spores, toujours unicellulaires, sont de forme variable, globuleuses, subglobuleuses ou elliptiques. Divercement pigmentées, elles peuvent être lisses ou recouvertes d'aspérités plus ou moins marquées.

Les phialides peuvent être insérées directement sur la vésicule (**têtes unisériées**), ou portées par des petits articles insérés sur la vésicule, les **métules (têtes bisériées)**.

L'ensemble vésicule (\pm métules) + phialides + conidies constitue la tête aspergillaire qui caractérise le genre *Aspergillus*.

Quant au diagnostic d'espèce, il sera porté sur un ensemble de critères macroscopiques et microscopiques (Figures 10 à 12).

• **critères macroscopiques :**

- la vitesse de pousse
- l'aspect des colonies à maturité : surface (duveteuse, veloutée, poudreuse ou granuleuse), relief (colonies planes ou surélevées), couleur au recto et au verso

• **critères microscopiques :**

- la taille du conidiophore, la présence ou non d'une pigmentation ou d'échinulations
- la taille et la forme de la vésicule
- l'aspect général de la tête aspergillaire qui est lié à l'implantation des phialides sur la vésicule : tête en colonne si les phialides sont disposées seulement sur la partie supérieure de la vésicule ; tête ronde, radiée, si elles sont insérées sur tout le pourtour de la vésicule
- la présence ou non de métules
- la pigmentation, la taille et la surface des conidies
- l'existence ou non d'une reproduction sexuée : présence ou non de cléistothèces, et de cellules en noisette ou « Hülle cells ».

En effet, pour certaines espèces, apparaissent parfois en culture des formations sexuées (stade téléomorphe). Ce sont des cléistothèces contenant des ascques arrondis renfermant chacun 8 ascospores. Les « Hülle cells », ou cellules en noisette, sont des formations arrondies, réfringentes à paroi épaisse qui accompagnent souvent les formes sexuées, mais qu'on peut également observer isolément, indépendamment de la reproduction sexuée.

2.5- Espèces présentées (par ordre d'importance en mycologie médicale)

- *Aspergillus fumigatus*
- *Aspergillus flavus*
- *Aspergillus niger*
- *Aspergillus terreus*
- *Aspergillus nidulans*
- *Aspergillus versicolor*
- *Aspergillus* du groupe *glaucus*
- *Aspergillus candidus*

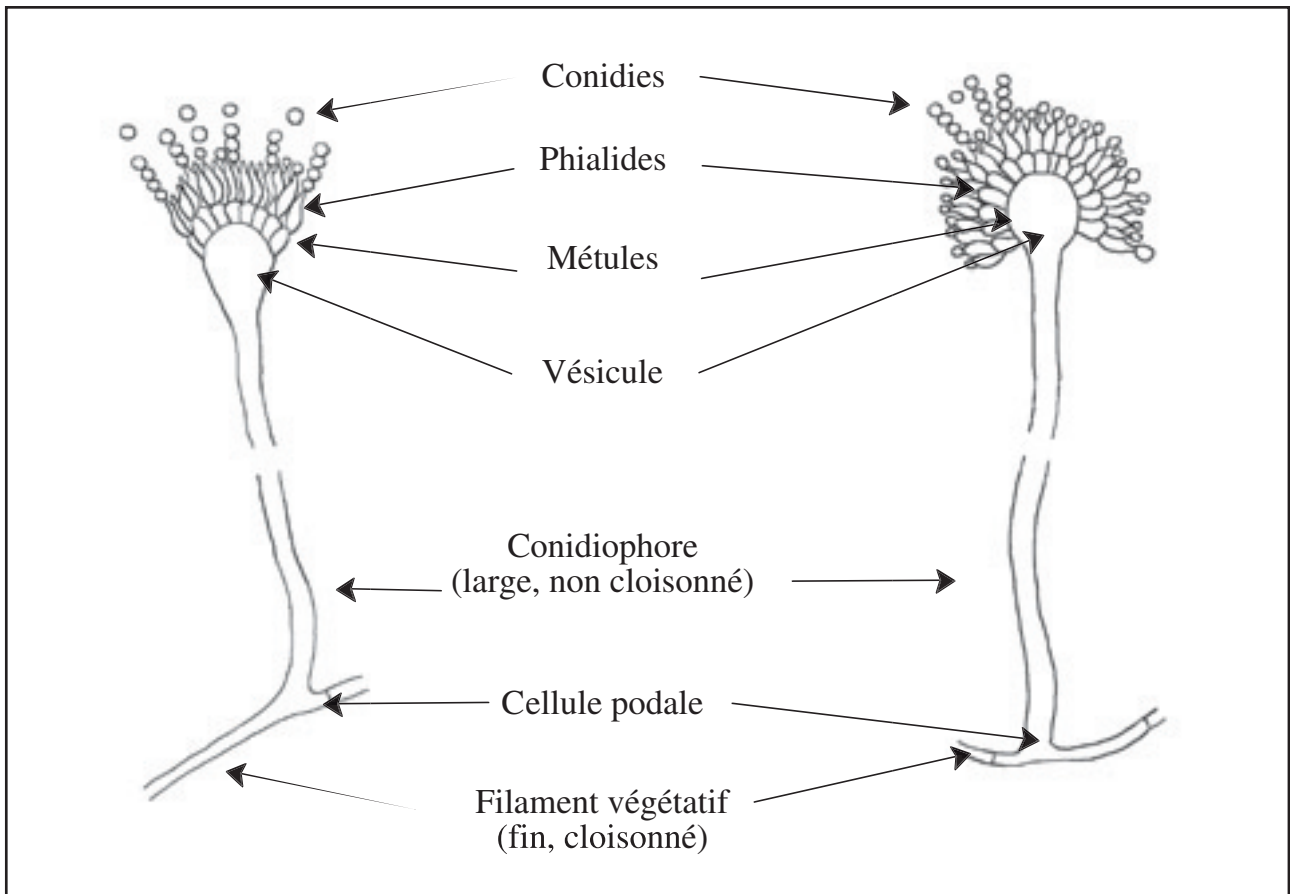


Figure 10 : Appareil reproducteur des Aspergillus.

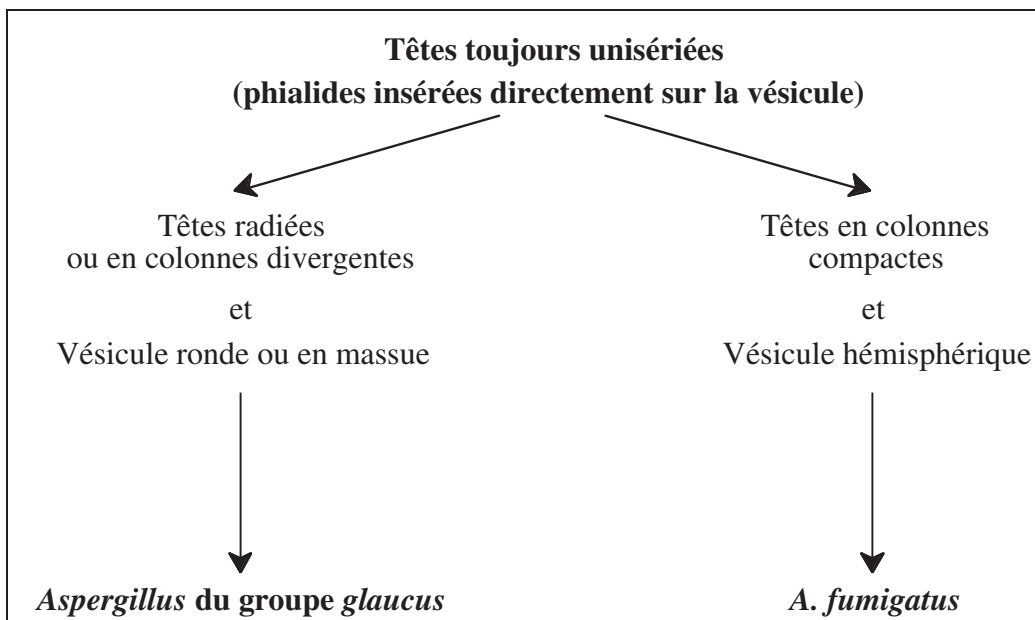


Figure 11 : Clé d'identification des Aspergillus présentés.

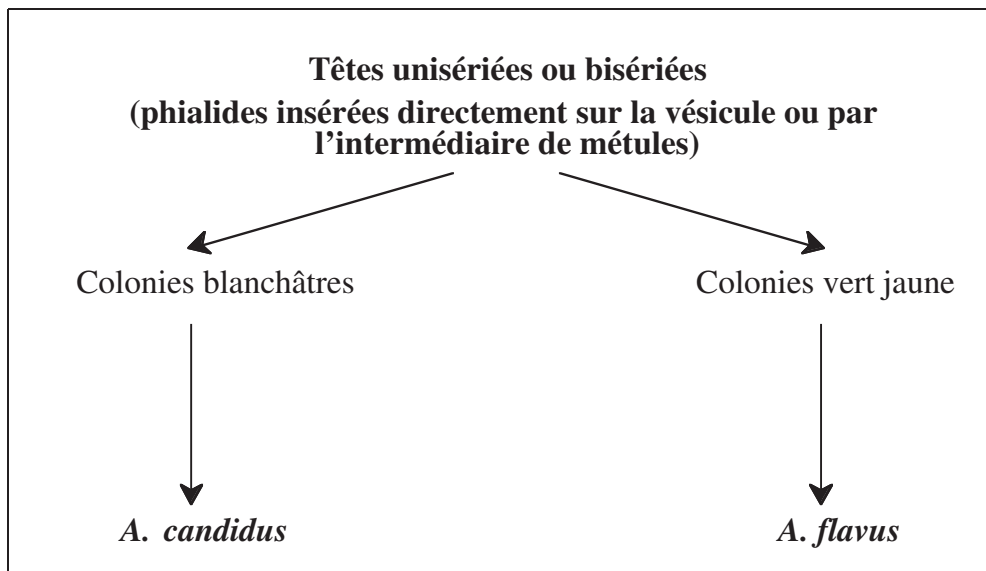
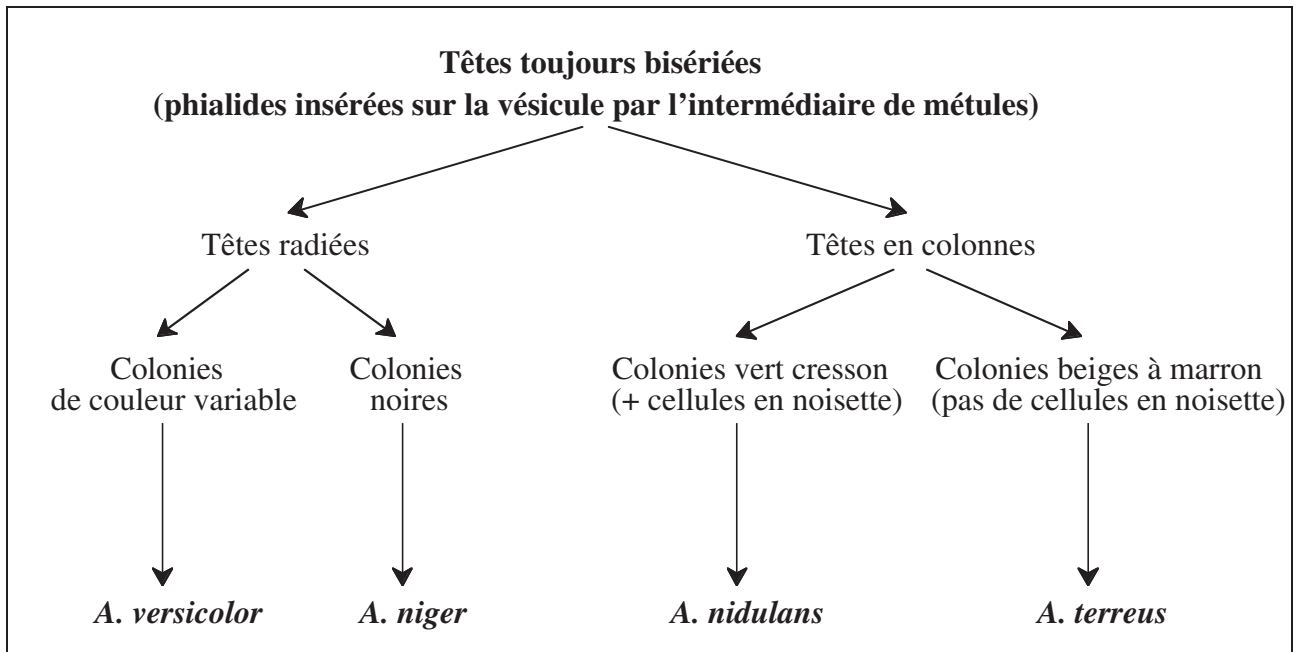
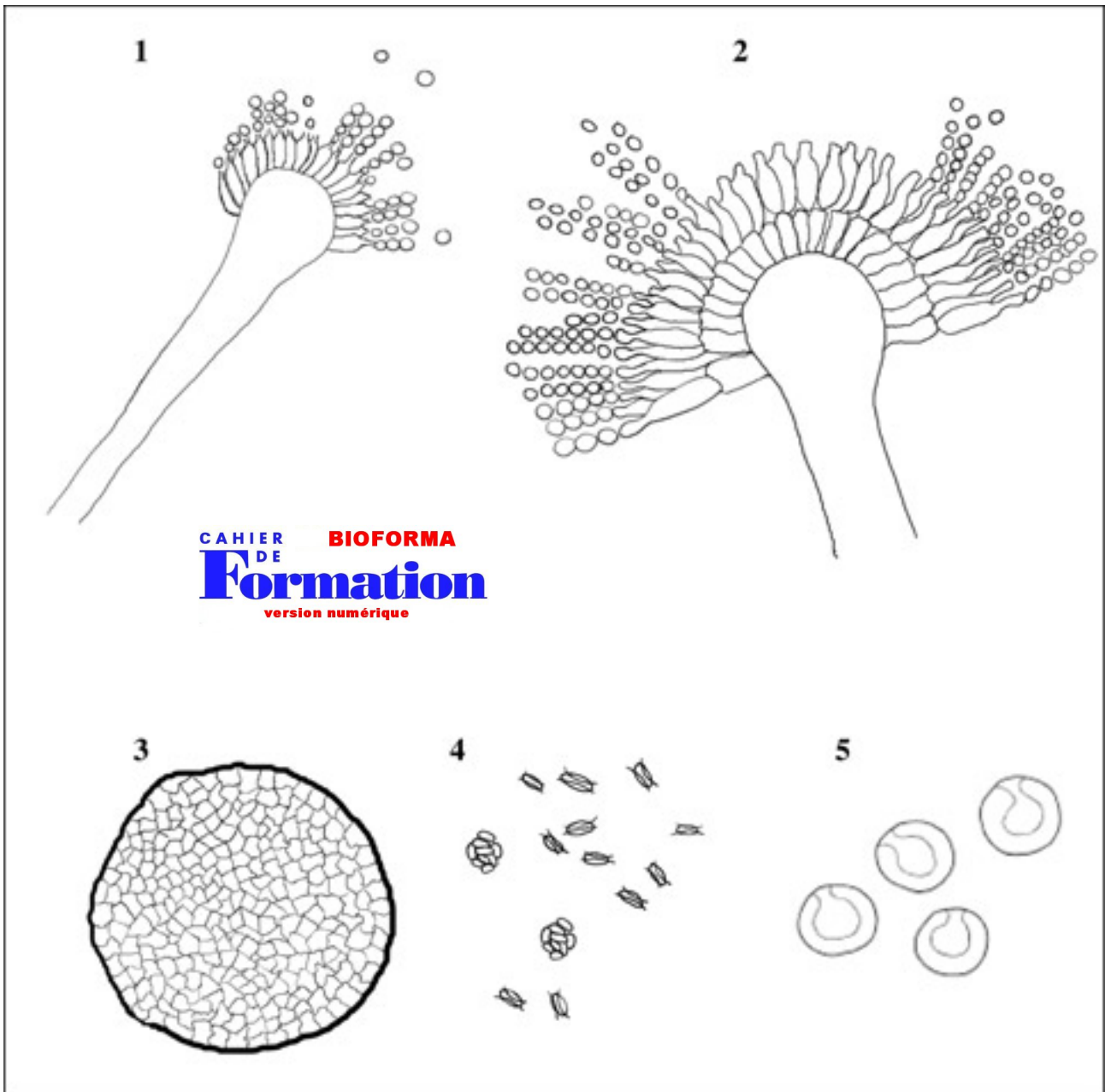


Figure 11 (suite) : Clé d'identification des Aspergillus présentés.



CAHIER DE **BIOFORMA**
Formation
 version numérique

Figure 12 : Organes de fructification des Aspergillus.

1 et 2 : Morphologie des têtes aspergillaires. En fonction des modalités d'implantation des phialides sur la vésicule, on distingue des têtes unisériées (**1**) ou bisériées (**2**), et des têtes en colonne (**1**) ou radiées (**2**).

3-5 : organes de reproduction sexuée chez *Emericella nidulans* (téléomorphe d'*Aspergillus nidulans*) : cléistothèque (**3**), asques et ascospores (**4**) et cellules en noisette (**5**).

Aspergillus fumigatus

Fresenius (1863)

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies blanches, puis bleu-vert, virant ensuite au vert-foncé à gris noirâtre.
- Verso : incolore, jaune, vert ou brun-rouge suivant les souches.
- Croissance très rapide à 37° C (24 à 48 h).
- Optimum thermique : 40-42 °C (mais il se développe très bien à 45 °C et pousse jusqu'à 57 °C).

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : court, 300 µm, lisse et incolore
avec évasement progressif au sommet

vésicule : hémisphérique, 20 à 30 µm

phialides : directement portées par la vésicule, dressées, densément groupées

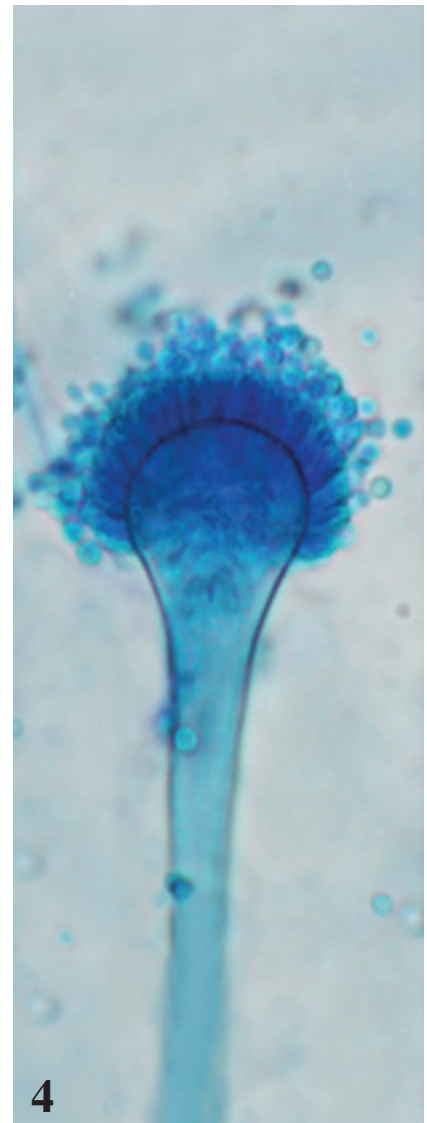
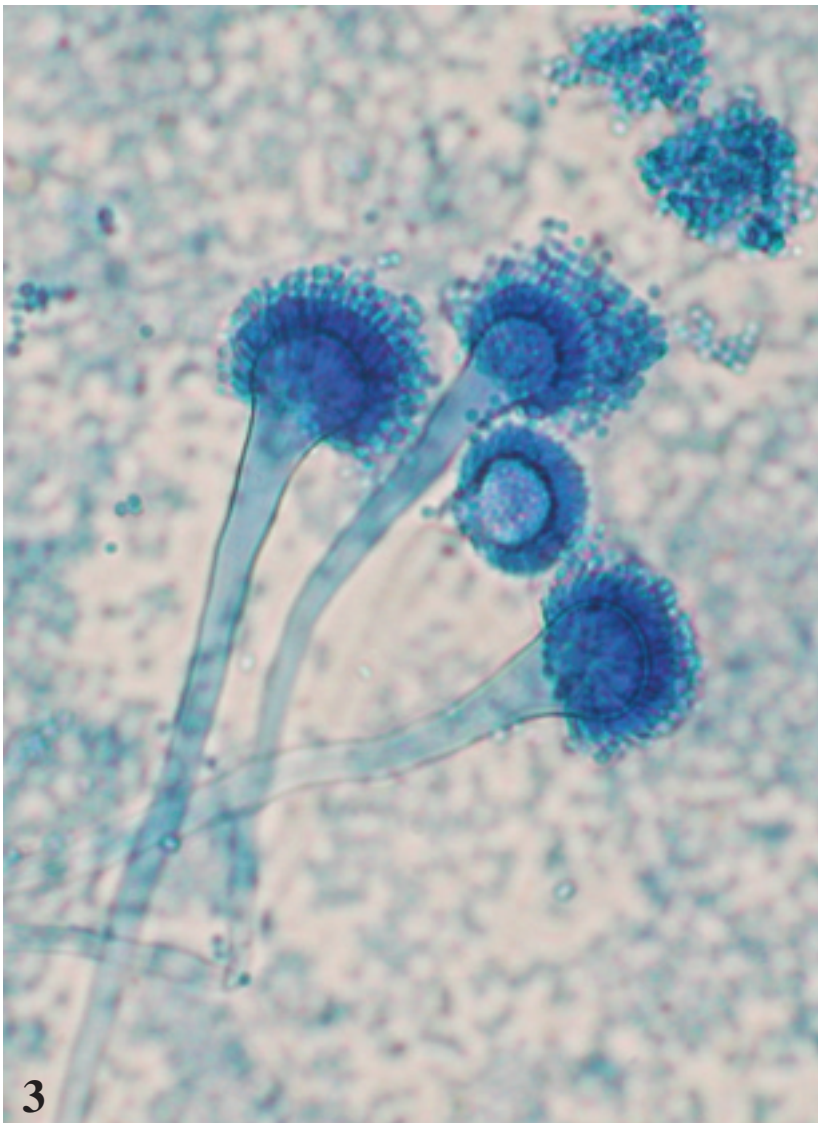
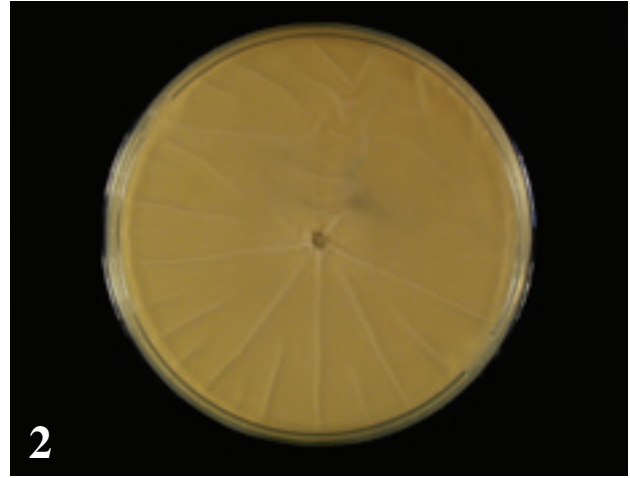
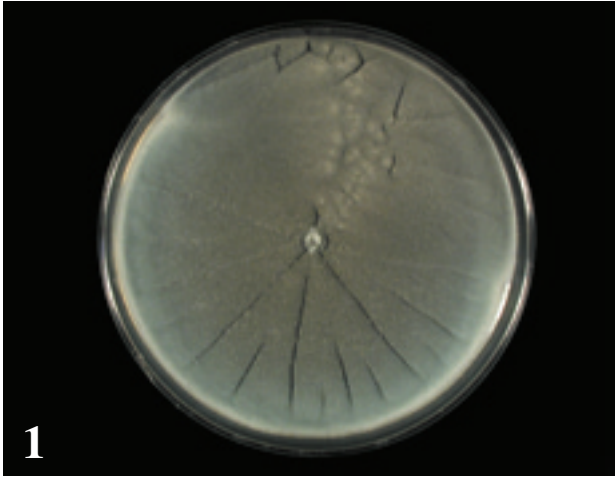
conidies : globuleuses, vertes, échinulées, petites (2,5 à 3 µm de diamètre)

tête aspergillaire : unisériée, en colonne compacte, assez grande (jusqu'à 100 µm de long)

- Pas de reproduction sexuée connue
- Pas de « Hülle cells »

■ Commentaires

Aspergillus fumigatus est l'agent le plus fréquent des aspergilloses humaines et animales. Sur le plan morphologique, il se distingue des autres *Aspergillus* par la couleur de ses colonies à maturité, par l'évasement progressif du conidiophore à son sommet, et par ses têtes unisériées en colonnes. Contrairement aux autres espèces, il se développe bien à 45 °C.



***Aspergillus fumigatus* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires à l'objectif 20 (3) et 40 (4), avec un évasement progressif du conidiophore et des phialides densément groupées sur une vésicule hémisphérique.

Aspergillus flavus

Link (1809)

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies duveteuses à poudreuses, d'abord blanches, puis jaunes, puis vert-jaune.
- Verso : incolore, rosé ou brun-rouge foncé.
- Croissance rapide (2 à 3 jours).
- Optimum thermique : 37 °C.

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : long, 1 mm et parfois jusqu'à 2,5 mm, hyalin, verruqueux avec des aspérités (surtout visibles près de l'apex, mais inconstantes)

vésicule : sphérique, 25 à 45 µm

phialides : directement insérées sur la vésicule ou portées par des métules

conidies : globuleuses à subglobuleuses, vert pâle, échinulées, 3,5 à 4,5 µm de diamètre

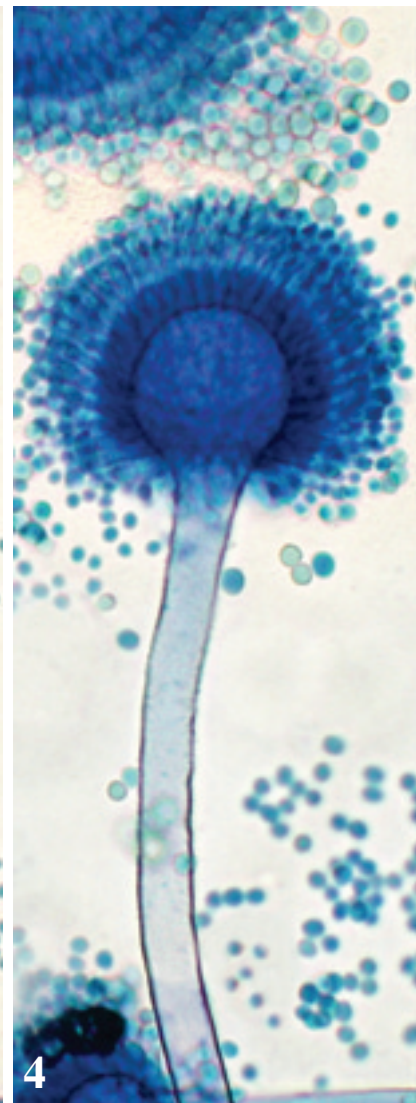
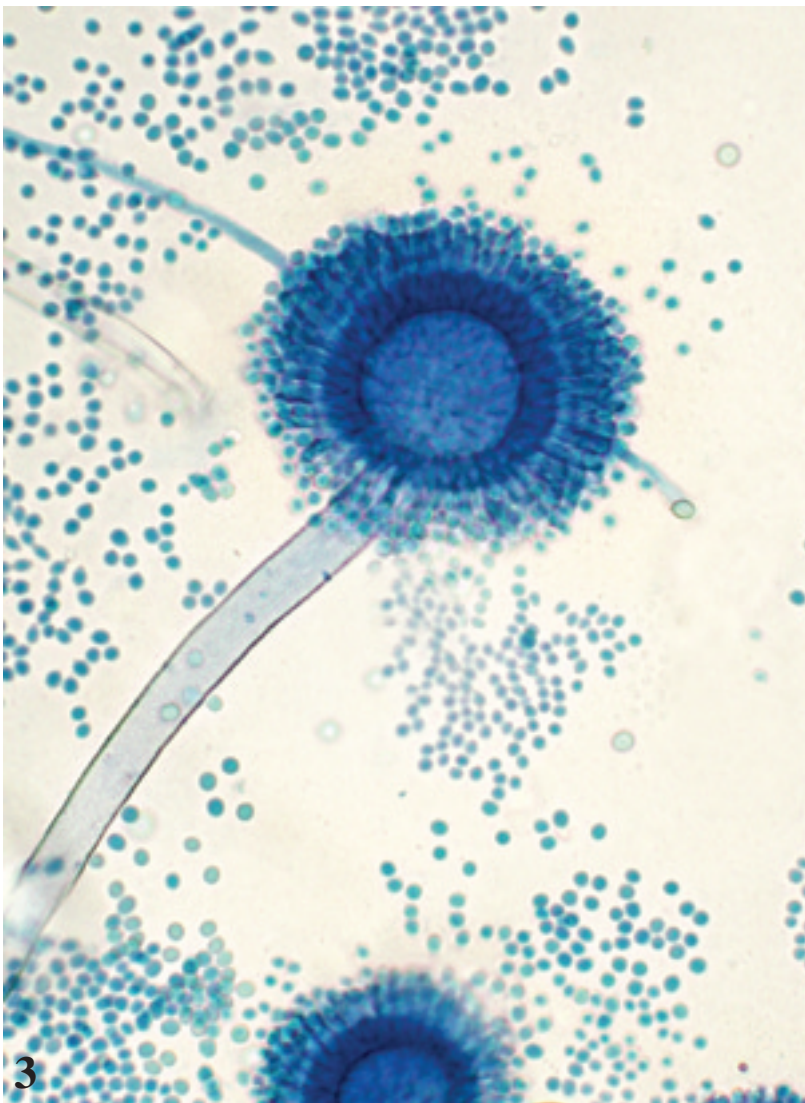
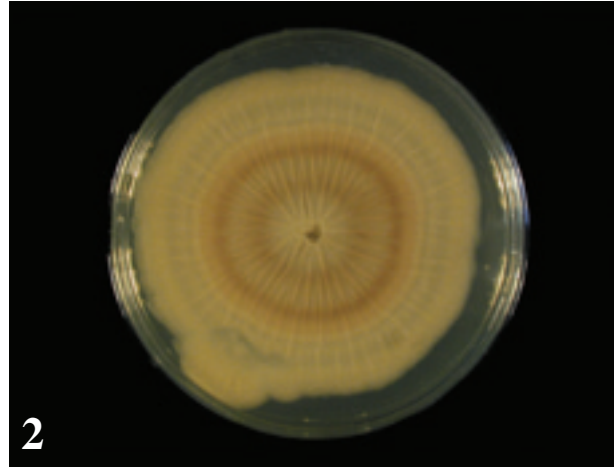
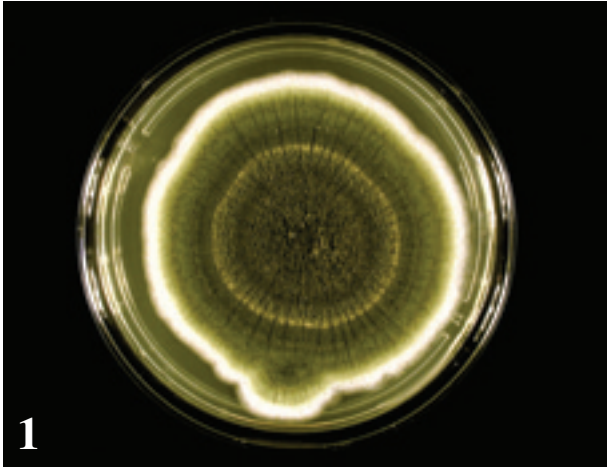
tête aspergillaire : unisériée ou bisériée, 300 à 400 µm de long, radiée, puis se scindant en plusieurs colonnes sporales mal individualisées

- Pas de reproduction sexuée connue
- Pas de « Hülle cells »

■ Commentaires

Aspergillus flavus est un agent d'aspergillose pulmonaire ou généralisée chez l'immuno-déprimé.

Sur le plan morphologique, il se distingue des autres espèces d'*Aspergillus* par la couleur vert-jaune de ses colonies et par ses conidiophores à paroi verruqueuse.



***Aspergillus flavus* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires bisériées visualisées à l'objectif 40 (3 et 4), et caractérisées par leur aspect radié et leur vésicule sphérique. Les spores sont globuleuses à subglobuleuses, de couleur vert pâle.

Aspergillus niger

Van Tieghem (1867)

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies d'abord blanches, puis jaunes, et enfin granuleuses noires.
- Verso : incolore à jaune pâle.
- Croissance rapide (2 à 3 jours).
- Optimum thermique : 25-30 °C (mais il peut pousser jusqu'à 42 °C).

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : lisse, hyalin ou brunâtre dans sa moitié supérieure, très long (1,5 à 3 mm)

vésicule : globuleuse, 30 à 100 µm (en moyenne 45 à 75 µm)

phialides : insérées sur la vésicule par l'intermédiaire de métules disposées sur tout le pourtour de la vésicule

conidies : globuleuses (3,5 à 5 µm de diamètre), brunes, échinulées à très verruqueuses, souvent disposées en chaînes

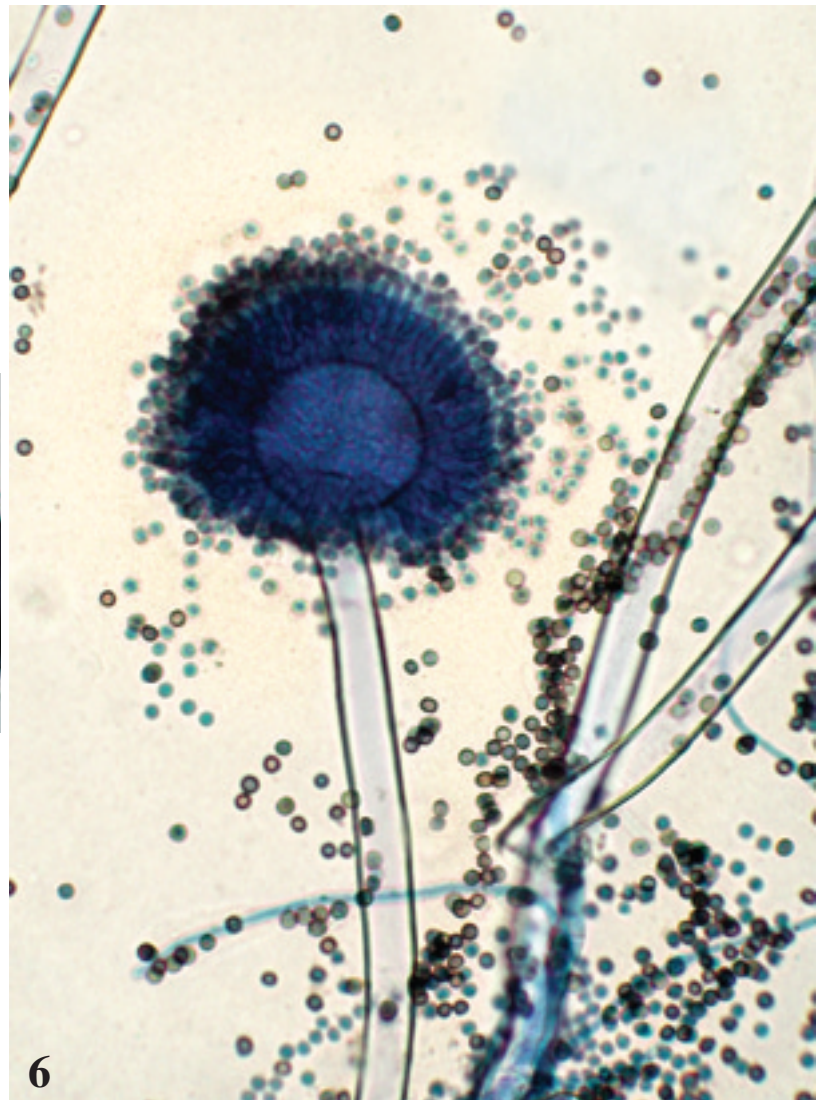
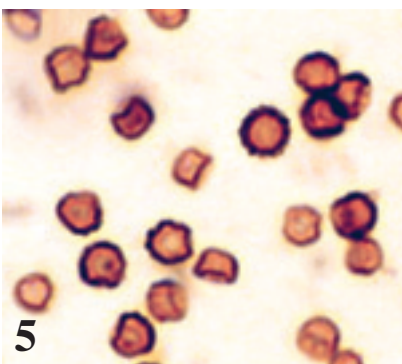
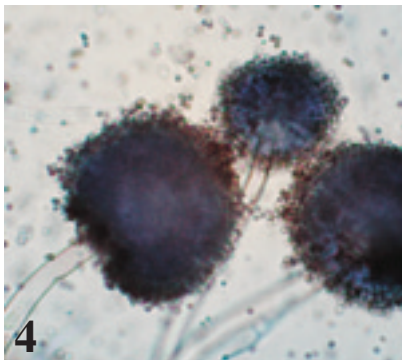
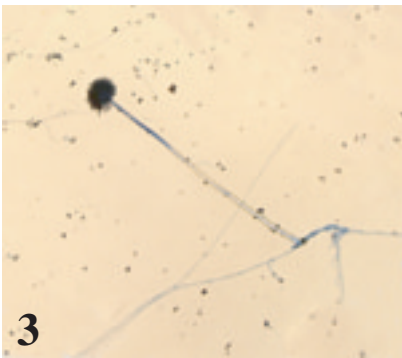
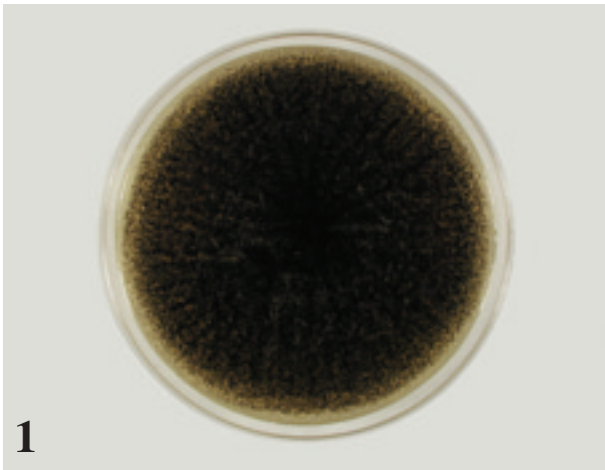
tête aspergillaire : bisériée radiée, noire à maturité

- Pas de reproduction sexuée connue
- Pas de « Hülle cells »

■ Commentaires

Aspergillus niger peut provoquer chez le sujet non immunodéprimé des aspergillomes, mais aussi des otites, voire des sinusites. Il est plus rarement rencontré chez l'immunodéprimé, à l'origine d'infections cutanées, pulmonaires ou généralisées.

Sur le plan morphologique, il est caractérisé par ses têtes aspergillaires radiées, bisériées, noires à maturité.



***Aspergillus niger* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires visualisées à l'objectif 4 (3), 20 (4) et 40 (6). Notez la longueur du conidiophore et l'aspect radié des têtes aspergillaires noires à maturité. 5, détail des spores (objectif 100).

Aspergillus terreus

Thom (1918)

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies duveteuses à poudreuses, de teinte beige à brun noisette ou cannelle.
- Verso : jaune à brun orange.
- Croissance rapide (3 à 5 jours).
- Optimum thermique : 25-30 °C (mais il pousse aussi à 37 °C).

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : lisse, incolore, de 100 à 250 μm de long

vésicule : globuleuse

phialides : portées par des métules insérées surtout sur la partie supérieure de la vésicule

conidies : de petite taille (1,5 à 2,5 μm), lisses, globuleuses à légèrement elliptiques,

parfois associées à des aleuries solitaires, rondes ou ovales, de 6 à 7 μm de diamètre, à base tronquée, formées latéralement sur le mycélium végétatif, en profondeur

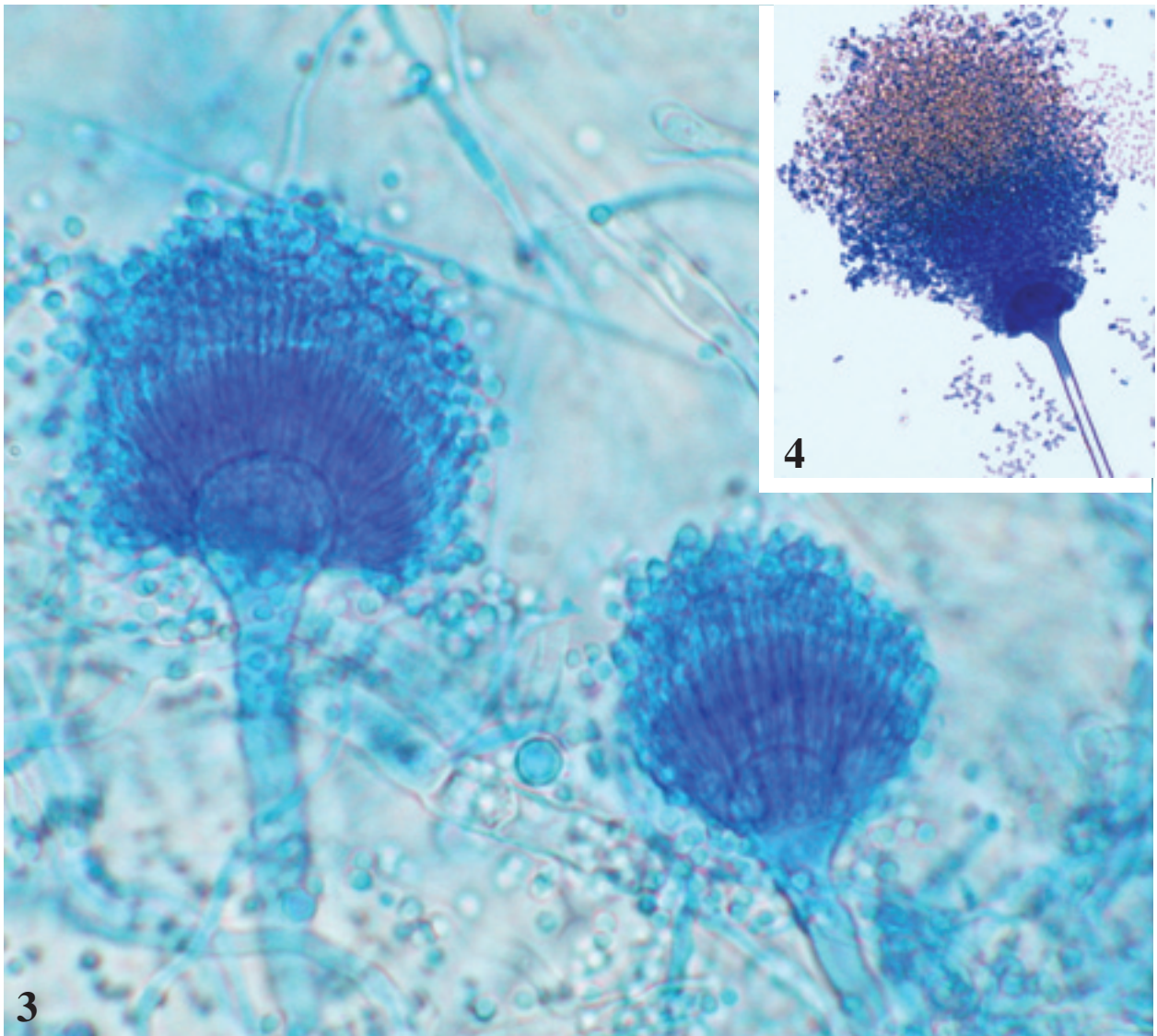
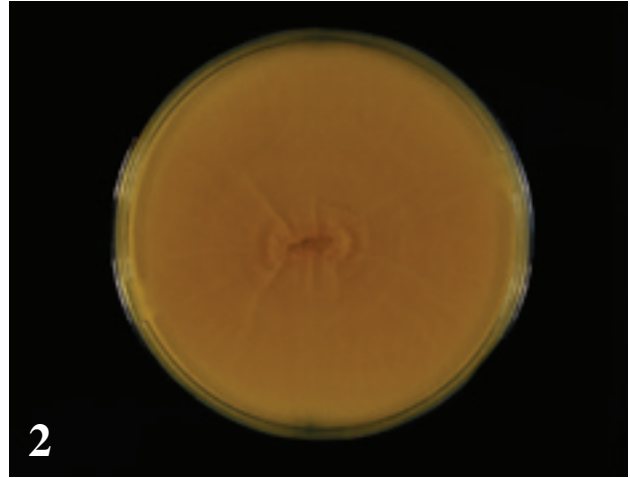
tête aspergillaire : bisériée, en colonne évasée (aspect d'éventail)

- Pas de reproduction sexuée connue
- Pas de « Hülle cells »

■ Commentaires

Aspergillus terreus peut être à l'origine d'aspergilloses pulmonaires et cérébrales chez l'immunodéprimé. Ce champignon est également souvent isolé des expectorations chez les patients atteints de mucoviscidose.

Sur le plan morphologique, il se distingue des autres *Aspergillus* par la couleur brune ou cannelle de ses colonies, ses têtes aspergillaires en colonne et parfois l'existence de conidies solitaires à base tronquée produites directement sur le mycélium.



***Aspergillus terreus* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires bisériées visualisées à l'objectif 10 (4) et 40 (3), avec une disposition en colonne évasée (aspect en éventail).

Aspergillus nidulans

(Eidam) Winters (1884)

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies duveteuses à poudreuses de couleur habituellement vert foncé ou vert cresson, jaunâtre pour les souches productrices de cléistothèces.
- Verso : rougeâtre, pourpre.
- Croissance rapide (3 à 5 jours).
- Optimum thermique : 25 à 30 °C (mais il pousse aussi à 37 °C).

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : brun, lisse, sinueux, très petit (75 à 100 µm de long en moyenne, ne dépassant pas 300 µm)

vésicule : sphérique

phialides : portées par des métules insérées sur la partie supérieure de la vésicule

conidies : rondes, vertes, échinulées, 3 à 3,5 µm de diamètre, souvent disposées en chaînes

tête aspergillaire : bisériée en colonne, courte et compacte (65-100 × 30-35 µm)

- Reproduction sexuée : *Emericella nidulans*

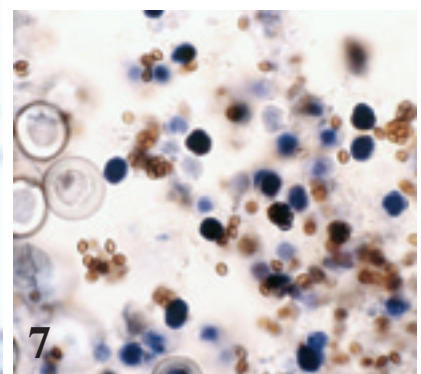
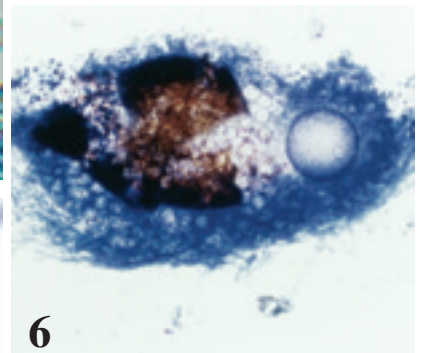
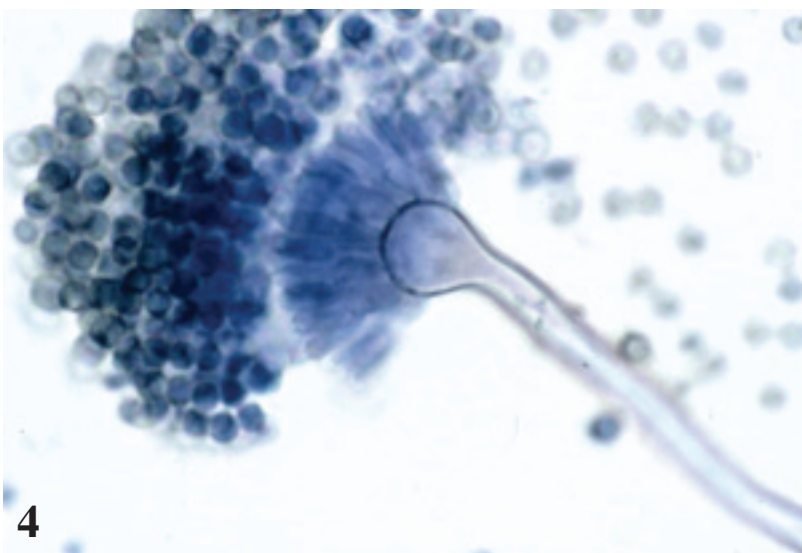
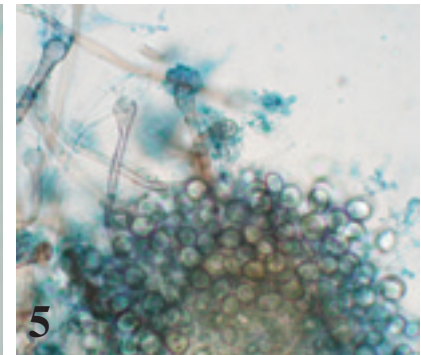
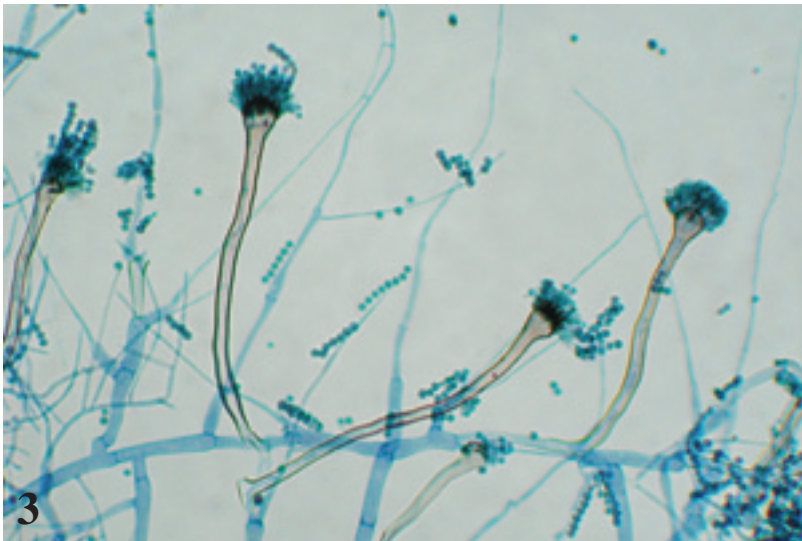
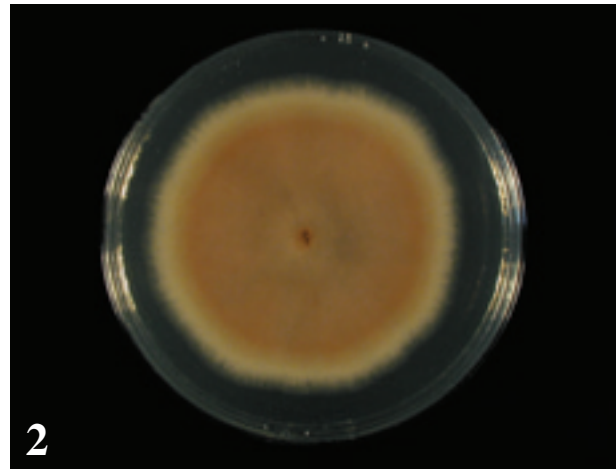
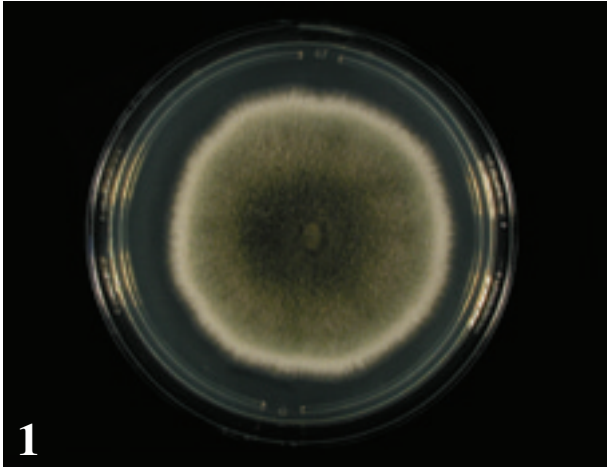
Présence de cléistothèces globuleux, de 100 à 300 µm de diamètre. Brun-orangé à maturité, ils ont une paroi bien délimitée, et renferment de nombreux asques globuleux, octosporés. Les ascospores (3-4,5 × 2-3,5 µm), rouges à maturité, présentent deux crêtes équatoriales.

- Présence de « Hülle cells » :

Cellules arrondies (10 à 20 µm de diamètre), à paroi très épaisse et réfringente, disposées autour des cléistothèces ou éparses sur le mycélium végétatif.

■ Commentaires

Ce champignon qui peut occasionner des sinusites ou des infections pulmonaires chez l'immunodéprimé, se distingue des autres *Aspergillus* par ses colonies vert foncé à revers rougeâtre, ses conidiophores courts et bruns, ses têtes en colonne bisériées et la présence de « Hülle cells ».



***Aspergillus nidulans* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires bisériées visualisées à l'objectif 10 (5), 20 (3) et 100 (4), associées sur la figure 5 à des Hülle cells. Cléistothèces (6), asques sphériques octosporés et ascospores rouges (7) visualisés à l'objectif 4 (6) ou 100 (7).

Aspergillus versicolor

(Vuillemin) Tiraboschi, 1929

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies peu extensives d'abord blanches, puis de couleur variée, rosée, jaunâtre, ocre ou verte, parfois sur une même colonie.
- Verso : incolore ou variant du jaune au brun rougeâtre.
- Certaines souches sont résistantes au cycloheximide.
- Croissance lente (5 à 7 jours).
- Optimum thermique : 25-30 °C (il peut cependant pousser de 4 °C à 40 °C).

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : lisse, jaunâtre, généralement long mesurant de 500 à 700 µm

vésicule : ovale, 12 à 16 µm de diamètre

phialides : portées par des métules insérées sur tout le pourtour de la vésicule

conidies : globuleuses, de 2 à 3,5 µm de diamètre, échinulées

tête aspergillaire : bisériée, radiée

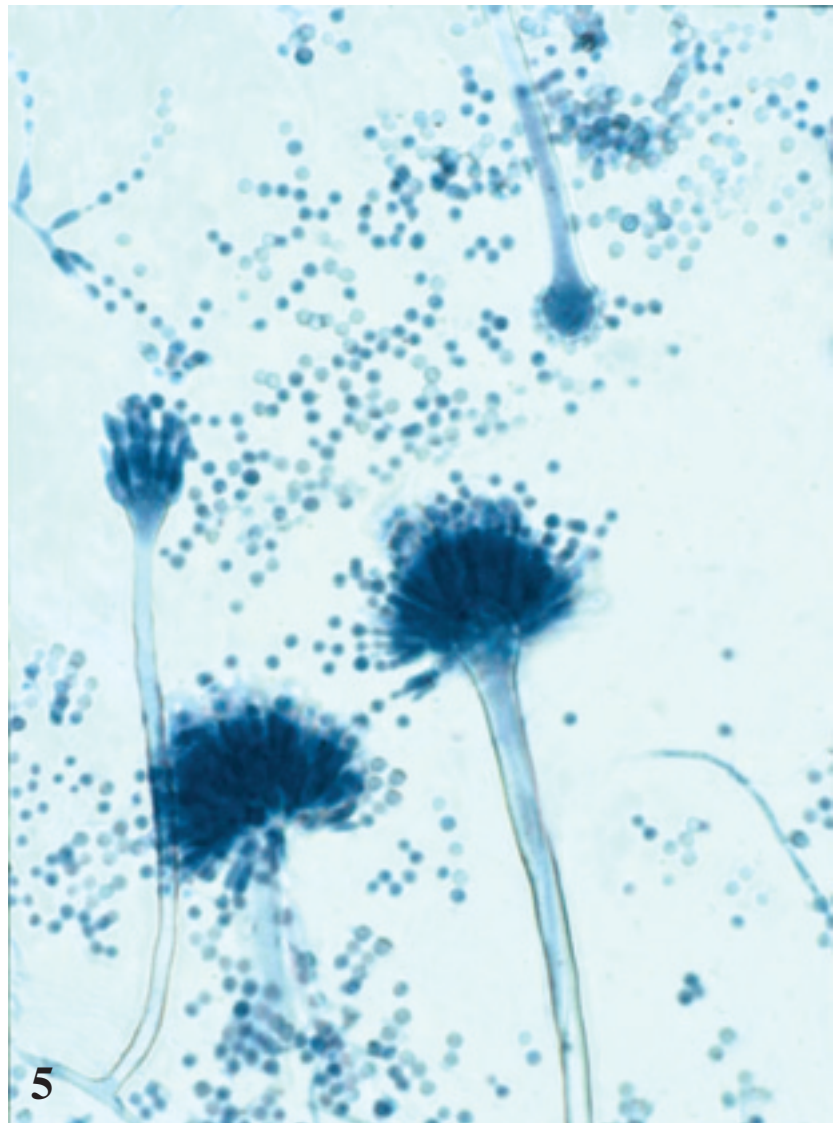
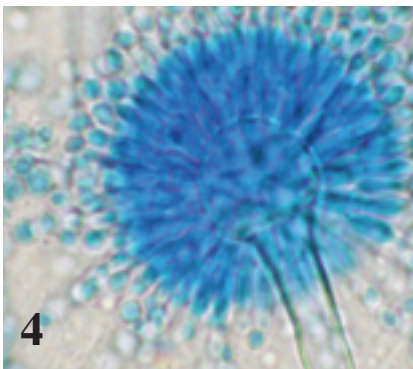
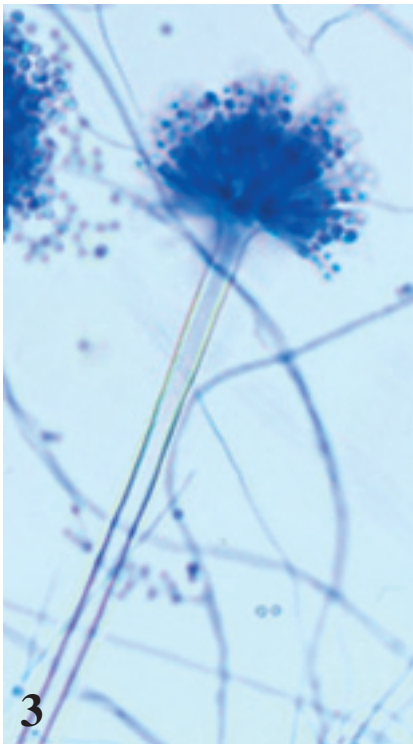
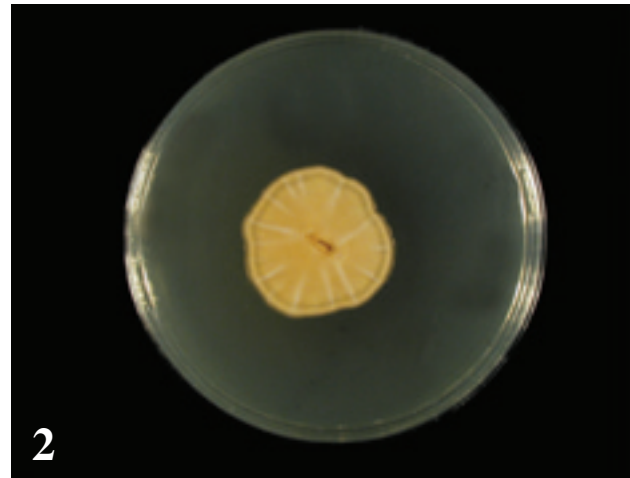
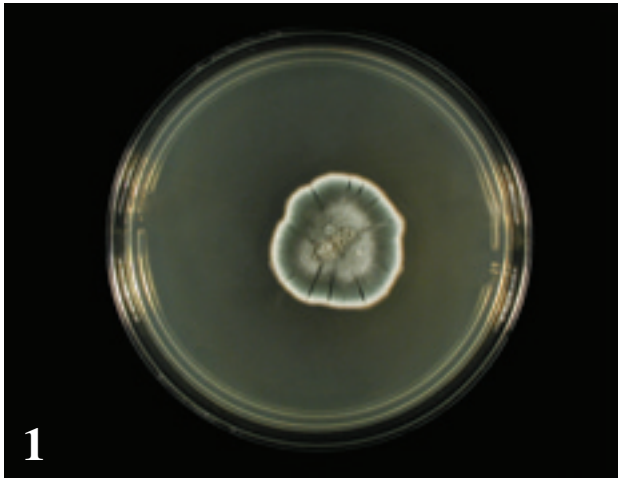
En outre, on peut noter pour cette espèce, à côté des têtes aspergillaires, la présence de pinceaux évoquant un *Penicillium* (bouquets de 2 à 3 phialides disposés en verticilles à l'extrémité de conidophores courts, fins et cloisonnés).

- Pas de reproduction sexuée connue
- On peut retrouver parfois des « Hülle cells » semblables aux cellules en noisette d'*Emericella nidulans*

■ Commentaires

Il est exceptionnellement retrouvé dans des tissus profonds chez l'immunodéprimé. Par contre, il est fréquemment isolé dans des prélèvements de peau et de phanères, parfois en tant qu'agent d'onychomycoses.

Sur le plan morphologique, il se distingue des autres *Aspergillus* par la polychromie de ses colonies et la présence de pinceaux associés aux têtes aspergillaires.



Aspergillus versicolor :

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires bisériées observées à l'objectif 40 (3 et 5) et 100 (4), associées sur la figure 5 à des formes de type *Penicillium* .

Aspergillus du groupe *glauca*

Link (1809)

■ Caractères culturels

- Recto : colonies peu extensives, planes, poudreuses, de couleur verte. Des tâches jaunes vives peuvent apparaître lorsque les cleistothèces sont produits en grand nombre.
- Verso : jaune orangé à brun foncé.
- Croissance rapide (3 à 5 jours).
- Optimum thermique : 25-30 °C.

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : lisse, incolore

vésicule : ronde ou en massue

phialides : courtes, trapues, directement insérées sur la vésicule

conidies : globuleuses ou ovales, grandes (6-8 × 3-5 µm de diamètre), le plus souvent finement rugueuses

tête aspergillaire : unisériée, radiée ou en forme de colonnes lâches

- Reproduction sexuée : *Eurotium*

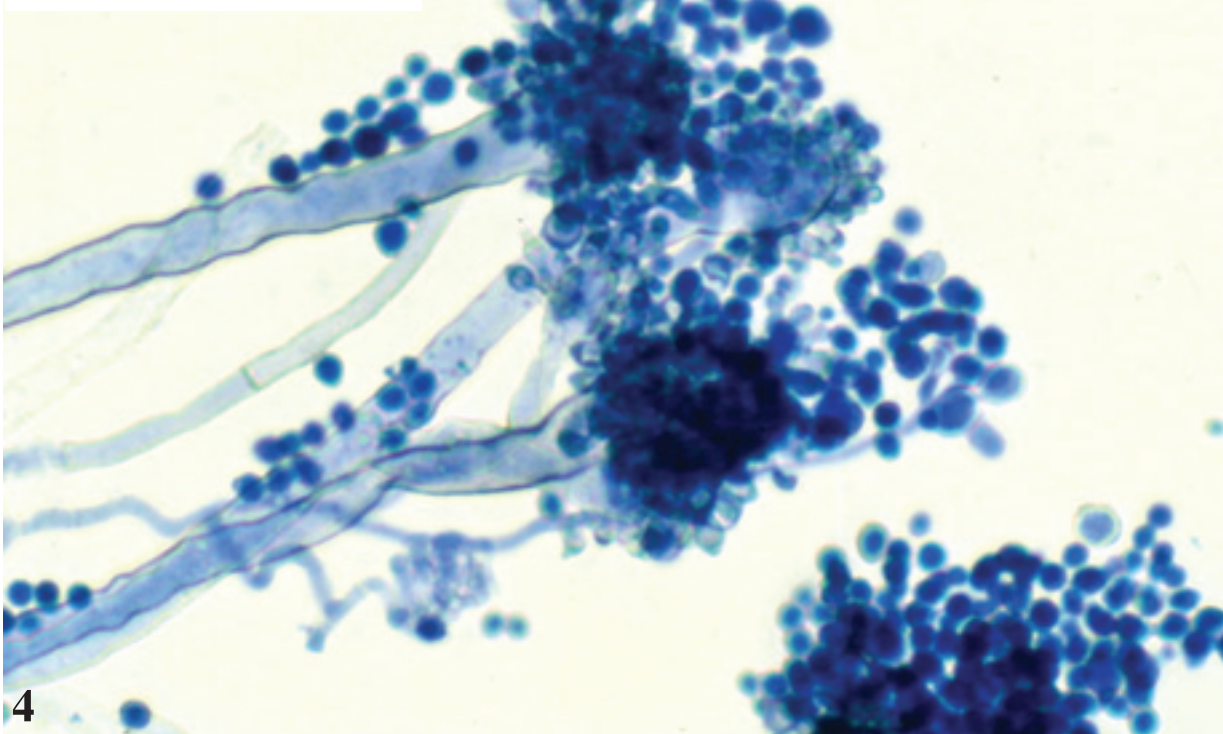
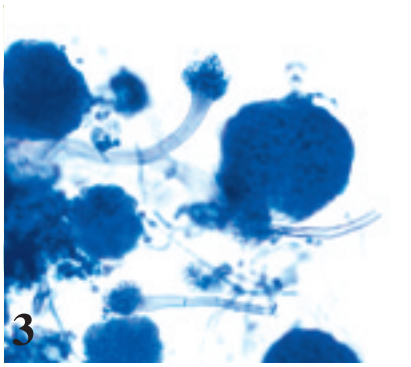
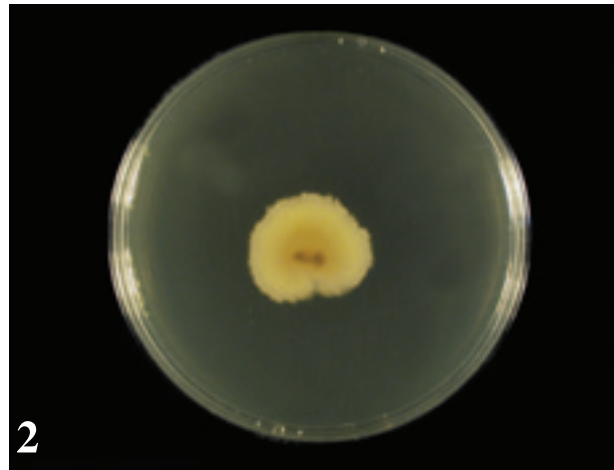
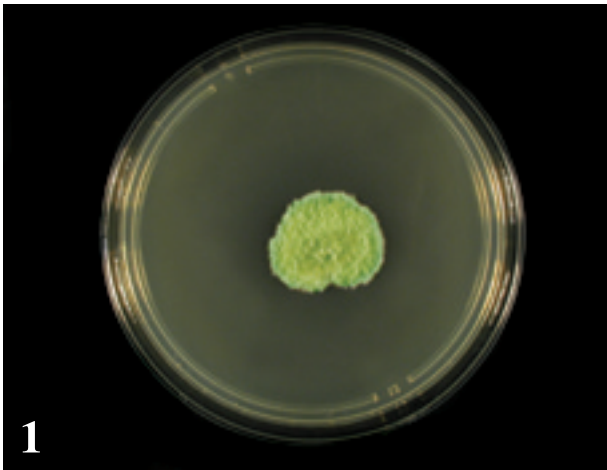
Présence de cleistothèces de 75 à 200 µm de diamètre. De couleur jaune à maturité, ils présentent une paroi bien délimitée, et renferment de nombreux asques globuleux, octosporés. Les ascospores unicellulaires sont de couleur jaune pâle, de forme lenticulaire avec ou sans crêtes équatoriales.

- Pas de « Hülle cells »

■ Commentaires

Peu ou pas pathogène, on signale cependant de rares observations d'atteintes pulmonaires ou généralisées chez des patients immunodéprimés.

Sur le plan morphologique, les espèces appartenant au groupe *glauca* se caractérisent par des colonies de couleur verte (liée à la conidiogénèse) avec un centre jaune (lié à la présence de cleistothèces).



***Aspergillus* du groupe *glaucus* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires visualisées à l'objectif 10 (3) et 100 (4), et associées sur la figure 3 à des cléistothèces. Les phialides sont insérées directement sur la vésicule hémisphérique, et produisent des conidies de grande taille, globuleuses ou ovales.

Aspergillus candidus

Link (1809)

■ Caractères cultureux

- Recto : colonies poudreuses blanches à crème.
- Verso : incolore ou jaune pâle.
- Croissance lente (5 à 7 jours).
- Optimum thermique : 25-30°C.

■ Morphologie microscopique

- Multiplication végétative :

conidiophore : lisse, incolore

vésicule : globuleuse

phialides : insérées sur la vésicule par l'intermédiaire de larges métules, chacune portant 1 ou 2 phialides (directement sur la vésicule pour les têtes jeunes)

conidies : globuleuses et lisses

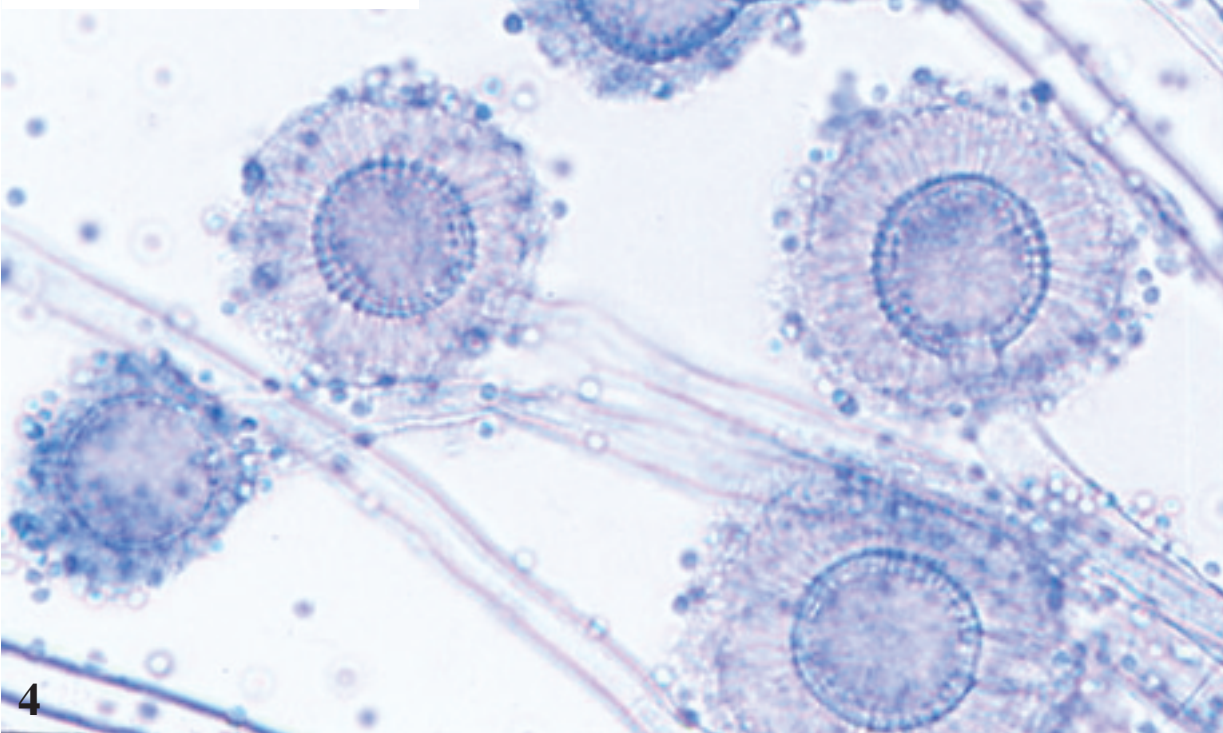
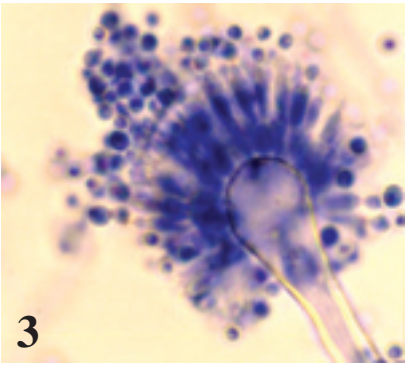
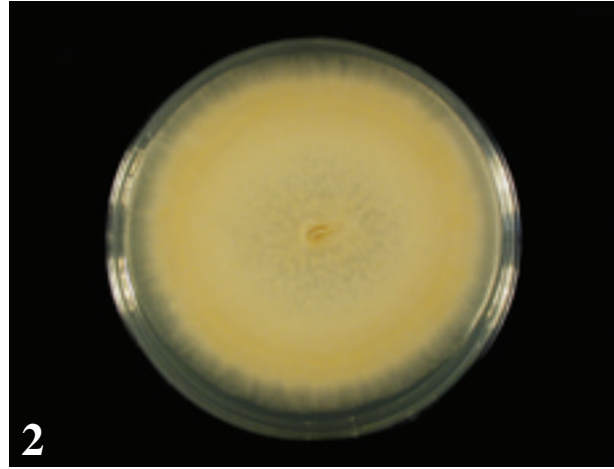
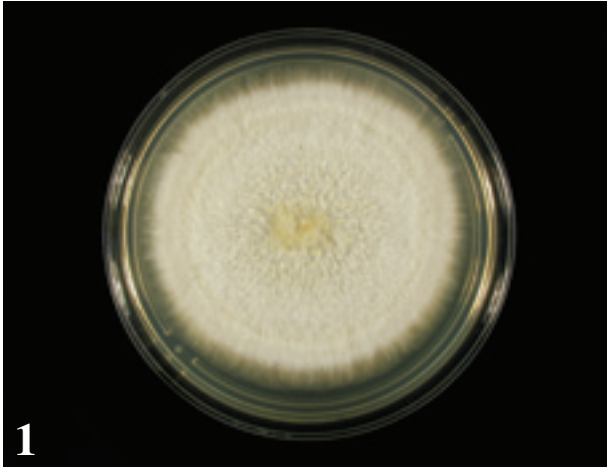
tête aspergillaire : bisériée (unisériée pour les têtes jeunes), radiée se scindant en plusieurs colonnes

- Pas de reproduction sexuée connue
- Pas de « Hülle cells »

■ Commentaires

Aspergillus candidus est très répandu dans la nature. On le rencontre souvent dans des céréales stockées (farine, graines, ...). Rarement pathogène, il est parfois impliqué dans d'authentiques onyxis des orteils.

Sur le plan morphologique, il se distingue des autres *Aspergillus* par sa couleur, puisque la colonie reste blanche.



***Aspergillus candidus* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Têtes aspergillaires bisériées visualisées à l'objectif 100 (3 et 4), et caractérisées par leur aspect radié, et leur vésicule globuleuse. Le conidiophore est lisse et incolore et les conidies sont globuleuses, hyalines.

■ 3- LES AUTRES MUCÉDINÉS OU HYALOHYPHOMYCÈTES

3.1- Épidémiologie

Les hyalohyphomycètes sont des micromycètes cosmopolites appartenant à la famille des *Moniliaceae*. Ils vivent pour la plupart en saprophytes, dans le sol ou sur des végétaux en décomposition. D'autres espèces colonisent plus volontiers des substrats telluriques divers comme les débris kératiniques pour les *Chrysosporium*. Enfin, certains sont des pathogènes de plantes (surtout les espèces appartenant au genre *Fusarium*), ou d'insectes comme *Beauveria bassiana*.

A partir de leur habitat naturel, ces champignons dispersent leurs spores qui, véhiculées par le vent, seront présentes dans l'air de manière permanente. C'est le cas, par exemple, des spores de *Penicillium* qui se situent en 3^e position des spores fongiques atmosphériques.

3.2- Pouvoir pathogène

Le biologiste sera souvent confronté à ces champignons fréquents dans l'environnement, qui seront donc avant tout des « contaminants des cultures ». C'est le cas des *Beauveria*, des *Trichoderma*, des *Cylindrocarpon*, mais aussi de *Chrysosporium* (*Geomyces*) *pannorum* et de *Trichothecium roseum*. On ne décrit pour ces champignons telluriques que de très rares atteintes cutanées (intertrigos interorteils ou herpès circiné déterminés par *Chrysosporium keratinophilum*), des onyxis à *Chrysosporium pannorum*, et des kératites à *Beauveria bassiana*. L'intérêt de leur étude réside en fait dans leurs ressemblances morphologiques avec des pathogènes classiques comme les dermatophytes.

Les *Penicillium*, qui sont rencontrés habituellement comme simples contaminants des cultures, sont eux aussi exceptionnellement responsables de mycoses systémiques. Seul *Penicillium marneffei*, champignon dimorphique, s'avère un redoutable opportuniste chez l'immunodéprimé, notamment le patient atteint de SIDA en Asie du Sud-Est.

Les champignons du genre *Acremonium* ou du genre *Fusarium* présentent un pouvoir pathogène plus marqué. Ces espèces opportunistes sont de plus en plus fréquemment signalées dans la littérature médicale comme agents de mycoses humaines. Ils peuvent déterminer des onyxis, principalement des leuconychies superficielles, ainsi que des atteintes oculaires (kératites, endophtalmies) ou cutanées (mycétomes à grains blancs) résultant de l'inoculation traumatique de spores. Les gommages constituent une autre forme clinique de la pathologie cutanée à *Acremonium*. Il s'agit de nodules siégeant principalement au niveau de la face ou du cou qui vont s'ulcérer, et dans lesquels le développement du champignon s'effectue sous forme de filaments libres. On rencontre également les *Fusarium* comme agents de surinfection de plaies et de brûlures ou d'atteintes disséminées chez des patients fortement immunodéprimés (leucémiques en aplasie).

D'autres hyalohyphomycètes présentent aussi un pouvoir pathogène chez le sujet non immunodéprimé. Ainsi *Scopulariopsis brevicaulis*, espèce type du genre *Scopulariopsis*, est souvent isolé d'atteintes sous-unguéales distales comparables à celles déterminées par les dermatophytes. Cependant, son rôle dans la constitution de ces lésions unguéales reste

discuté, notamment en cas de présence simultanée avec un dermatophyte. D'autres espèces ont également un pouvoir kératinophile assez marqué pouvant entraîner, comme les dermatophytes, des lésions superficielles de la peau et des phanères (ongles) : il s'agit des pseudodermatophytes, *Scytalidium hyalinum* et *Onychocola canadensis*.

3.3- Caractères cultureux

Ces hyalohyphomycètes se développent bien sur tous les milieux utilisés en mycologie. Leur croissance rapide est cependant inhibée généralement par le cycloheximide. La température optimale de croissance varie selon les espèces entre 20 et 30 °C. Seules les espèces isolées de prélèvements profonds poussent à 37 °C.

3.4- Morphologie microscopique

- Le mycélium végétatif reste clair ou hyalin.
- Les filaments sont identiques à ceux des *Aspergillus*, seule l'organisation conidiogène change et varie selon les espèces.
- On observe parfois une reproduction sexuée (cléistothèces chez *Pseudallescheria boydii*), ou asexuée (pycnides de *Nattrassia mangiferae*).

3.5- Genres et espèces présentés

- *Acremonium* sp. (*A. strictum*)
- *Beauveria* sp. (*B. bassiana*)
- *Chrysosporium keratinophilum*
- *Chrysosporium pannorum*
- *Fusarium* sp.
- *Fusarium moniliforme* (= *F. verticillioides*)
- *Fusarium oxysporum*
- *Fusarium solani*
- *Onychocola canadensis*
- *Paecilomyces* sp. (*P. variotii*)
- *Penicillium* sp.
- *Scedosporium apiospermum*
- *Scopulariopsis brevicaulis*
- *Scytalidium hyalinum*
- *Trichoderma* sp.
- *Trichothecium* sp.

Acremonium (ex *Cephalosporium*)

Link (1809)

Espèce type : *Acremonium strictum*

■ Caractères cultureux

Ils poussent sur tous les milieux de mycologie en l'absence de cycloheximide. Les colonies sont parfois finement poudreuses, ou le plus souvent humides, muqueuses. La couleur varie du blanc au rose orangé. La température optimale de croissance varie de 25 °C à 37 °C, et la croissance est restreinte.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Le thalle végétatif est constitué de filaments septés, isolés ou disposés parallèlement les uns aux autres.

Les phialides naissent directement des filaments végétatifs. Elles sont fines et cylindriques, plus étroites à l'extrémité apicale qu'à la base (phialides aciculaires). Elles sont solitaires, plus rarement groupées par 2 ou 3.

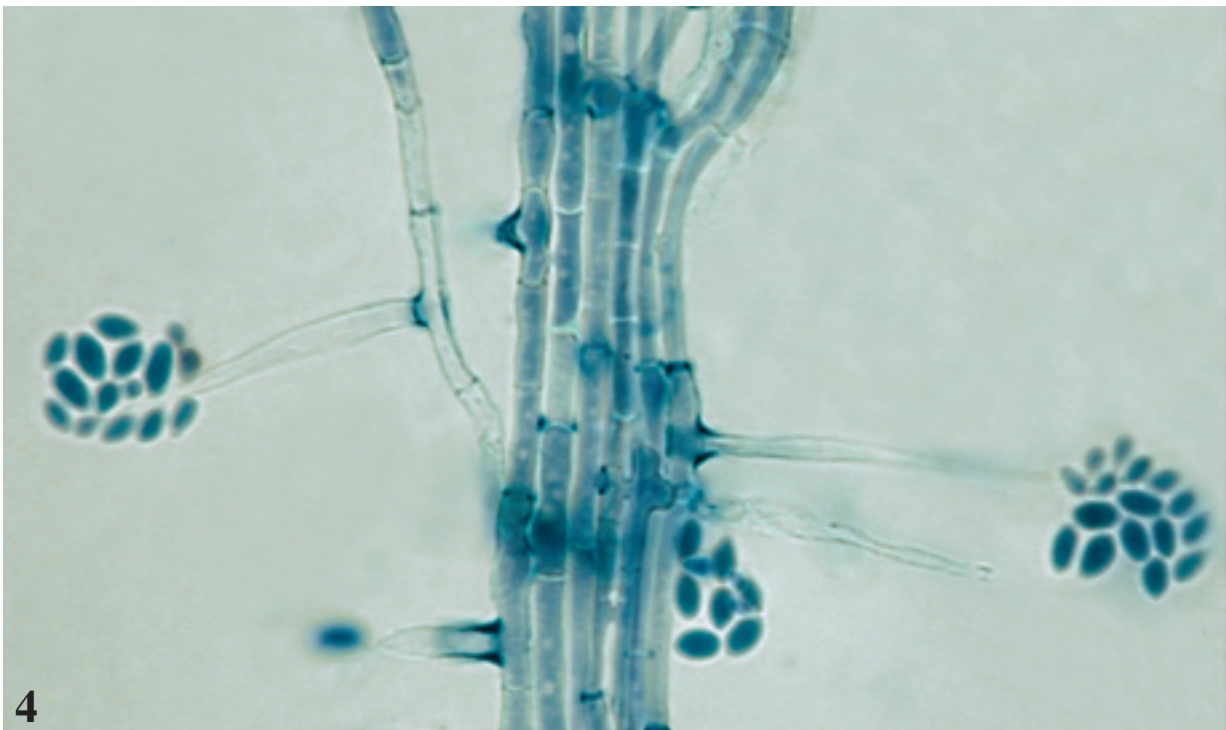
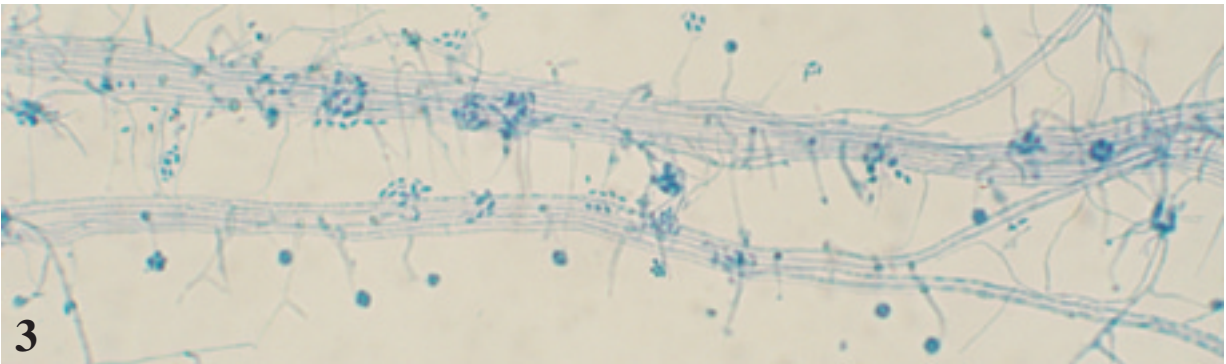
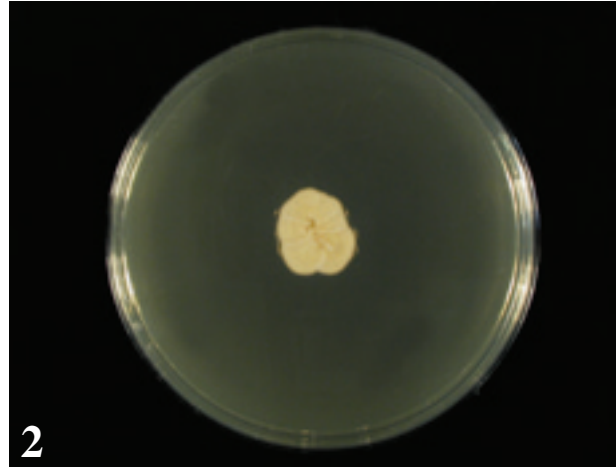
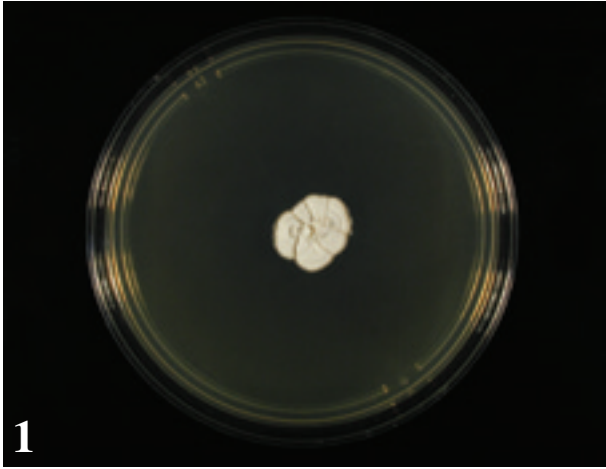
Les conidies cylindriques ou elliptiques (3,5 µm de long sur 1 à 2 µm de large) sont regroupées en amas à l'extrémité des phialides. Elles sont généralement unicellulaires (parfois bicellulaires) et hyalines.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

La plupart des *Acremonium* isolés au laboratoire sont des contaminants des cultures. Très rarement, ils peuvent causer des mycétomes à grains blancs, des kératites, des gommages cervico-faciales, ou des atteintes profondes chez l'immunodéprimé (méningites, endocardites, pneumopathies, ...). Parfois, ils peuvent être responsables d'onyxis du gros orteil.

Sur le plan morphologique, ils produisent des colonies volontiers glabres, humides, à croissance restreinte dont le diamètre ne dépasse guère 2 cm en une semaine. La confusion se produit habituellement avec certains isolats de *Fusarium* dépourvus de macroconidies, mais ces derniers ont une texture laineuse et une croissance plus rapide. De plus, les *Acremonium* produisent des phialides longues et effilées alors que les phialides des *Fusarium* sont plus courtes et trapues.



Acremonium sp :

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Conidiogénèse visualisée à l'objectif 10 (3) et 100 (4). Les phialides aciculaires prennent naissance sur les côtés des filaments végétatifs disposés parallèlement les uns aux autres, et produisent des conidies unicellulaires, disposées en amas.

Beauveria bassiana

Vuillemin (1912)

Espèce type du genre *Beauveria*

■ Caractères culturels

Ce champignon se développe bien sur les milieux de mycologie, même en présence de cycloheximide. Sa croissance est assez rapide à 20-25 °C, conduisant à des colonies le plus souvent blanches et floconneuses, parfois poudreuses (notamment en périphérie), laineuses ou veloutées. En vieillissant, elles deviennent jaune pâle, avec un verso incolore, jaunâtre ou parfois rougeâtre.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Initialement solitaires ou disposées en petits bouquets de 2 à 5 éléments le long des filaments végétatifs ou sur de courtes ramifications, les cellules conidiogènes apparaissent très rapidement agrégées en bouquets denses. Ces cellules à croissance sympodiale présentent une partie basale légèrement dilatée, ampulliforme, de 3 à 6 µm de long sur 2,5 à 3,5 µm de large. L'apex de la cellule conidiogène est très étroit (20 à 25 µm de long sur 1 µm de large) et présente un aspect plus ou moins géniculé et denticulé.

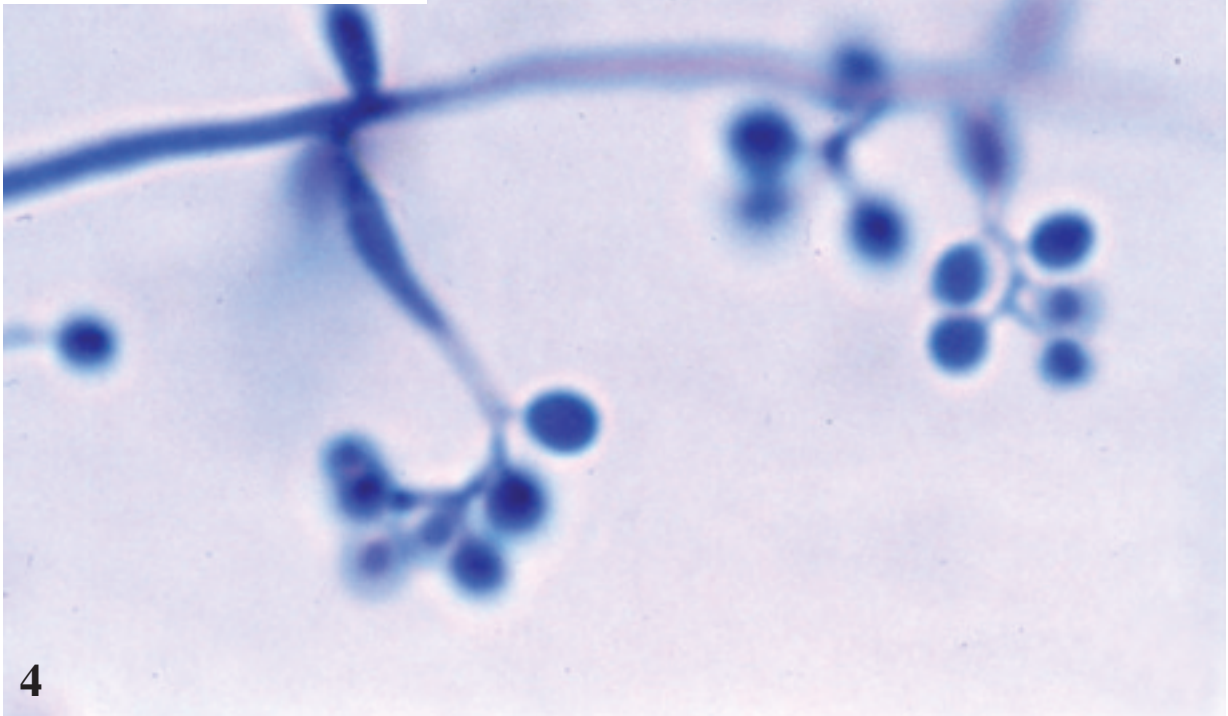
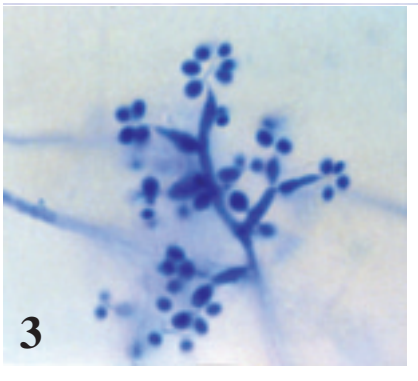
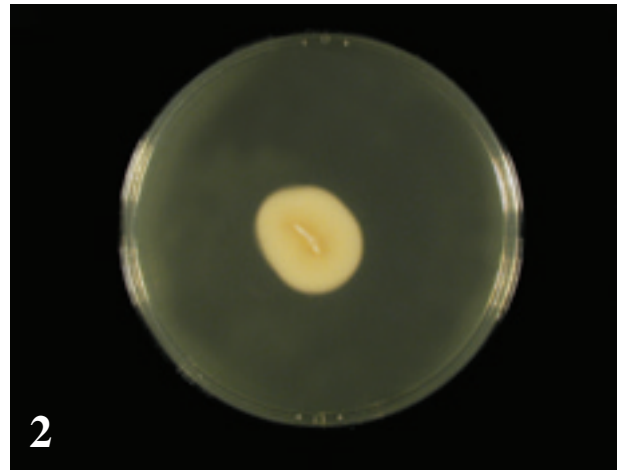
Les conidies, unicellulaires, sont hyalines et lisses. Globuleuses à subglobuleuses, elles mesurent 2 à 3 µm de long sur 2 à 2,5 µm de large.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Les espèces du genre *Beauveria* ne sont que très exceptionnellement incriminées en pathologie humaine (kératites, pneumopathies chez l'immunodéprimé). Ce sont essentiellement des contaminants de culture.

Sur le plan morphologique, les cellules conidiogènes en amas et les conidies peuvent évoquer, par leur morphologie et leur disposition, un *Trichophyton mentagrophytes*. Il convient de bien rechercher les cellules conidiogènes renflées à la base avec une extrémité effilée en zig-zag, aspect lié à la croissance sympodiale des cellules conidiogènes.



***Beauveria* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Conidies unicellulaires disposées en grappes au sommet de cellules conidiogènes à croissance sympodiale, solitaires ou disposées en bouquets denses sur les filaments végétatifs (3, objectif 40 et 4, objectif 100).

Chrysosporium keratinophilum

Corda (1833)

■ Caractères cultureux

Champignon kératinophile et kératinolytique, *C. keratinophilum* se développe bien sur tous les milieux de mycologie, même en présence de cycloheximide.

La croissance est rapide, conduisant à des colonies duveteuses, floconneuses, ou encore poudreuses. Elles sont blanches, avec un verso brun clair.

La température optimale de croissance est de 22 à 30 °C.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Le mycélium végétatif donne naissance à des conidies (aleuries) terminales ou latérales.

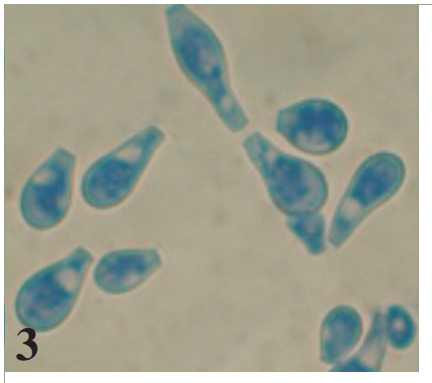
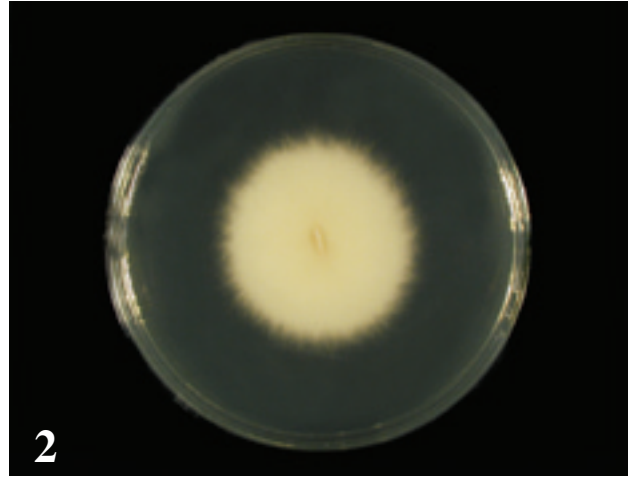
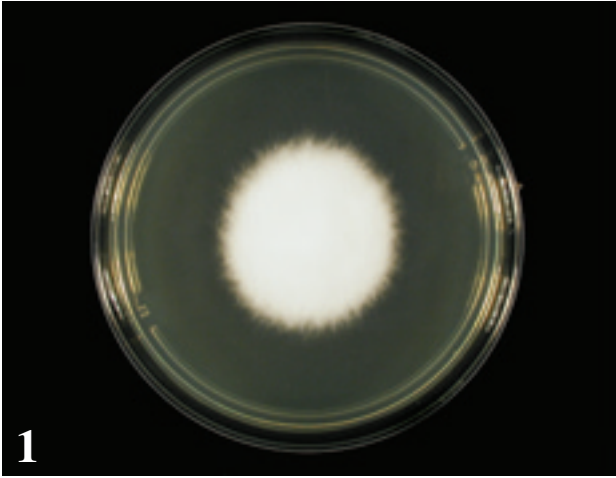
Les aleuries sont unicellulaires, ovoïdes ou ampulliformes, et présentent une large base d'implantation. Elles mesurent 5 à 22 µm de long sur 3,5 à 6 µm de large et leur paroi est lisse. On observe également des aleuries intercalaires (6 à 9 µm de long sur 2 à 3 µm de large), cylindriques ou en forme de tonnelet, et tronquées à leurs deux extrémités. La présence de ces deux types d'aleuries caractérise le genre *Chrysosporium*.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

Il existe cependant une espèce très proche appelée *Aphanoascus fulvescens* (ex *Anixiopsis stercoraria*), qui présente en culture au bout de 4 semaines d'abondants cléistothèces aux ascospores échinulées.

■ Commentaires

Chrysosporium keratinophilum est un champignon tellurique très répandu, colonisant de préférence les substrats kératiniques (débris de poils, plumes, fragments de sabots ou carapaces d'insectes). Il colonise aussi le pelage ou la fourrure de nombreux mammifères. Chez l'homme, on l'isole parfois de lésions de la peau ou des phanères sans qu'il y soit formellement impliqué en tant que pathogène. Sa résistance au cycloheximide, l'aspect macroscopique et la production d'aleuries peuvent prêter à confusion avec les dermatophytes d'autant qu'il est capable de produire *in vitro* des organes perforateurs comme *T. mentagrophytes*.



***Chrysosporium keratinophilum* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Aleuries ovoïdes ou ampulliformes produites latéralement et aleuries intercalaires en forme de tonnelet visualisées à l'objectif 40 (3 et 4).

Chrysosporium (Geomyces) pannorum

Corda (1833)

■ Caractères cultureux

Chrysosporium pannorum se développe bien sur les milieux usuels, même en présence de cycloheximide. Toutefois, la croissance est généralement assez lente et peu extensive, les colonies mesurant rarement plus de 1 cm de diamètre après une semaine de culture sur gélose de Sabouraud.

Les colonies sont plates ou en forme de dôme, de texture glabre, floconneuse, granuleuse ou finement poudreuse, et présentent une couleur variable, blanche, grise ou brune. Le verso est brun ou orangé, et parfois on observe un pigment jaune qui diffuse dans la gélose.

L'optimum thermique est de 20-25 °C.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Le mycélium végétatif donne naissance à des aleuries terminales, latérales ou intercalaires, souvent disposées en chaînes de 2 à 4 éléments et séparées par des articles vides. Elles naissent sur des branches latérales du mycélium végétatif, ramifiées à angle aigu et disposées en verticille.

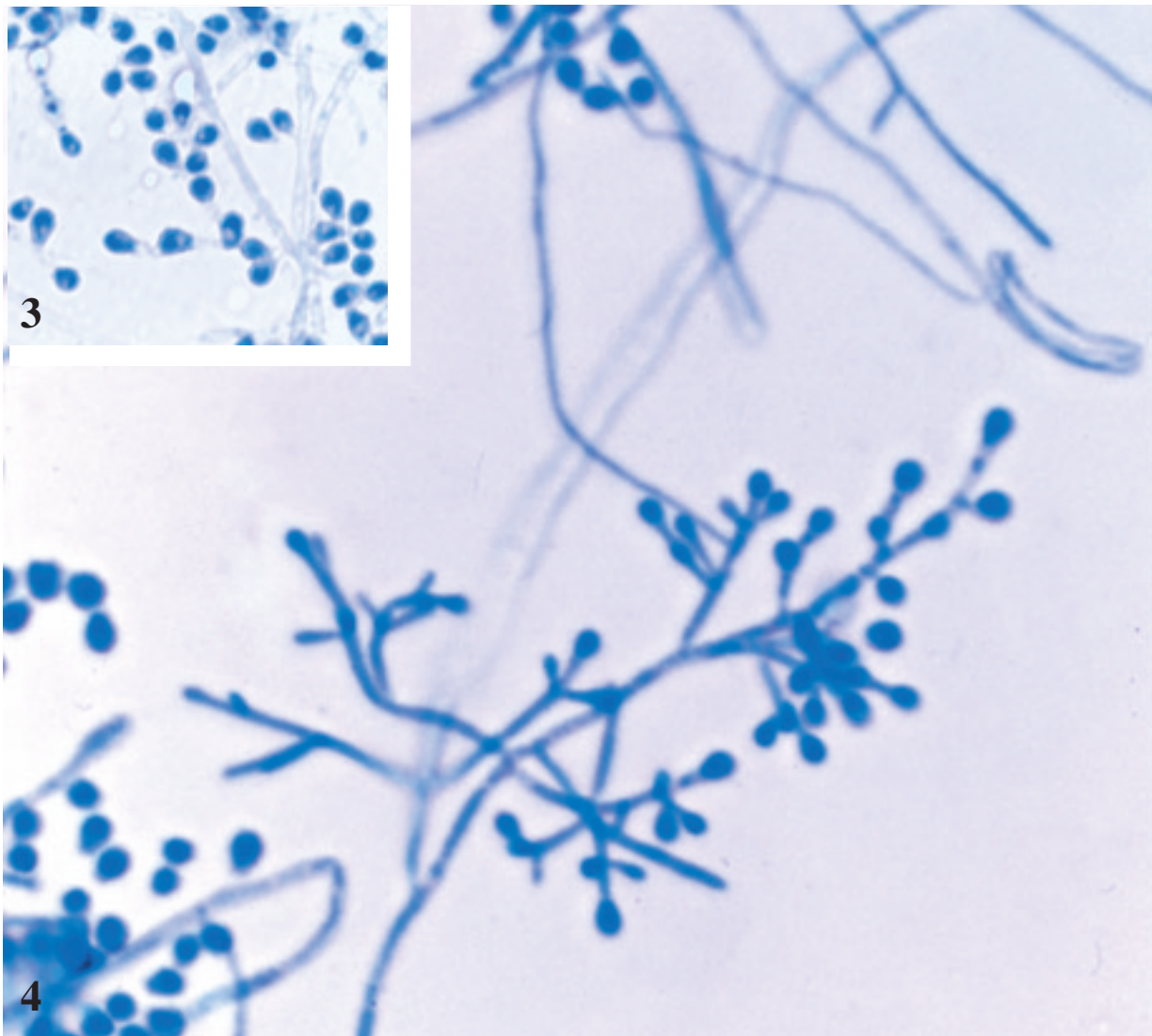
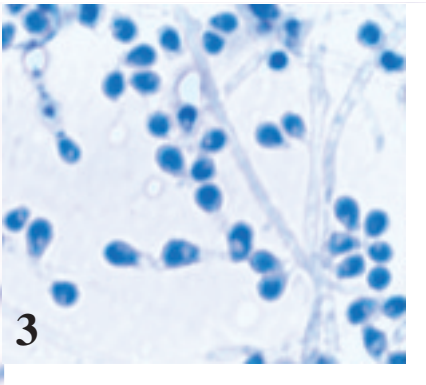
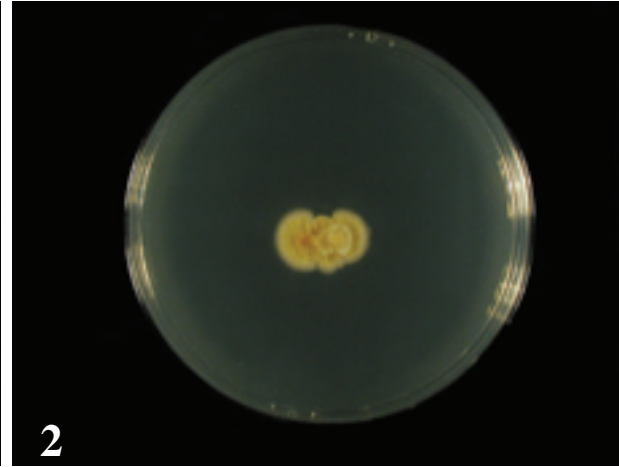
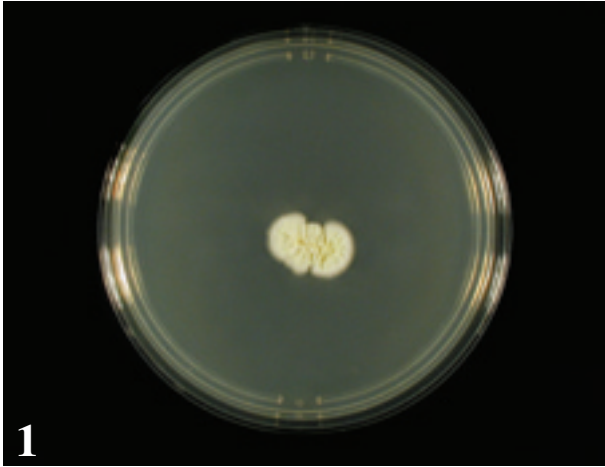
Les aleuries sont unicellulaires, à paroi épaisse, d'abord lisse, puis verruqueuse. Les aleuries terminales ou latérales (2 à 6 µm de long sur 2 à 4 µm de large) sont typiquement cunéiformes, parfois globuleuses, piriformes ou claviformes. Les aleuries intercalaires (3 à 6 µm de long sur 2,5 à 3,5 µm de large) sont cylindriques ou en forme de tonnelet.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Chrysosporium pannorum est un champignon tellurique et cellulolytique. Un seul cas de chrysosporiose profonde à *C. pannorum* a été décrit chez l'immunodéprimé. Par contre, c'est un contaminant fréquent des cultures.

Sur le plan morphologique, la croissance en présence de cycloheximide, la petite taille des aleuries et leur disposition en chaînes sur de courts conidiophores ramifiés peuvent évoquer un *T. mentagrophytes*. Toutefois, les aleuries sont disposées en courtes chaînes avec des ramifications à 45° du rameau principal (et non à angle droit). Par ailleurs, contrairement aux dermatophytes, les *Chrysosporium* produisent des aleuries intercalaires.



***Chrysosporium pannorum* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Aleuries unicellulaires terminales ou intercalaires, disposées en courtes chaînes et séparées par des articles vides (3, objectif 100). Elles naissent sur des branches latérales du mycélium, ramifiées à angle aigu et disposées en verticilles (4, objectif 100).

Fusarium

Link (1809)

■ Caractères cultureux

Les *Fusarium* poussent sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide, mais se développent mieux sur gélose au malt ou sur milieu PDA.

La température optimale de croissance varie entre 22 et 37 °C.

Les colonies duveteuses ou cotonneuses sont de couleur variable (blanche, crème, jaune, rose, rouge, violette ou lilas) selon les espèces.

Un pigment peut diffuser dans la gélose.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Du thalle végétatif naissent des conidiophores courts et souvent ramifiés. Ils portent des phialides qui peuvent avoir un ou plusieurs sites de bourgeonnement pour la production des conidies. Le plus souvent, les phialides présentent un site de bourgeonnement unique (monophialide) situé à l'extrémité d'un col allongé (*F. solani*) ou court et trapu (*F. oxysporum*). Chez d'autres espèces comme *F. proliferatum*, les phialides présentent plusieurs sites de bourgeonnement (polyphialides).

Les conidies produites par les phialides sont de 2 types. On distingue :

- des micronidies : conidies uni (ou bi) cellulaires, de 4 à 8 µm de long, allongées, ovales ou cylindriques, isolées, solitaires ou groupées, disposées en verticilles ou plus rarement en chaînettes (*F. moniliforme*).
- des macroconidies : conidies pluricellulaires à cloisons seulement transversales. Elles mesurent de 18 à 80 µm de long, et sont souvent groupées en paquets. Elles sont fusiformes, courbées, assez pointues aux extrémités, avec une cellule podale formant une sorte de talon plus ou moins visible.

Enfin, des chlamydospores sont parfois présentes, terminales ou intercalaires (au sein des filaments ou déformant une macroconidie).

Le diagnostic d'espèce repose sur l'aspect des colonies (pigmentation), mais surtout sur la morphologie microscopique : présence d'un seul type ou de deux types de spores, disposition en chaîne ou en amas des microconidies, taille des phialides et nombre de sites de bourgeonnement (monophialides, polyphialides), taille des macroconidies et nombre de logettes, aspect de la cellule podale, abondance des chlamydospores, ...

➤ Reproduction sexuée

Possible pour certaines espèces, mais pas dans les milieux habituellement utilisés en mycologie médicale. Les formes sexuées appartiennent aux Ascomycètes, genres *Gibberella*, ou *Nectria*.

■ Commentaires

Les *Fusarium* sont des champignons cosmopolites. On distingue près de 40 espèces largement répandues dans la nature et vivant en saprophytes. Certaines sont phytopathogènes et beaucoup sont capables de produire de dangereuses toxines contaminant les denrées alimentaires, et provoquant des maladies graves chez les animaux (et parfois chez l'homme) qui les consomment (Mycotoxicooses).

Le pouvoir pathogène chez l'homme est varié. Certaines espèces sont à l'origine de kératites (suite à un traumatisme), d'onyxis des mains ou des pieds, parfois de mycétomes en zone tropicale. Certaines espèces peuvent coloniser des lésions de brûlures étendues. D'autres sont impliquées dans des infections systémiques (*F. solani*, *F. moniliforme*) chez les sujets atteints d'hémopathies malignes, ou sont à l'origine de péritonites chez les patients dialysés.

Sur le plan morphologique, la principale confusion porte sur les *Acremonium* pour les espèces ne produisant pas ou peu de macroconidies sur les milieux utilisés en routine. Cependant, à l'inverse des *Acremonium*, les colonies de *Fusarium* se développent rapidement et atteignent un diamètre égal ou supérieur à 3 cm en une semaine. La texture des colonies est également plus laineuse. Autres champignons proches des *Fusarium*, les *Cylindrocarpon* qui produisent comme les *Fusarium* des macroconidies, mais elles restent droites ou peu recourbées sans talon à la base.

Fusarium moniliforme
= *Fusarium verticillioides*

Sheldon (1904)

■ **Caractères culturaux**

Les colonies sont d'allure cotonneuse, duveteuse parfois poudreuse, blanches au départ, puis roses à violettes. Le verso est pourpre foncé.

■ **Morphologie microscopique**

➤ Multiplication végétative

Les conidiophores sont simples ou verticillés, courts.

Les phialides (monophialides) sont longues et fines (20 à 30 μm de long sur 2 à 3 μm de large).

Les macroconidies rares sont allongées et comprennent 3 à 5 cellules (31 à 58 μm de long, 2,7 à 3,6 μm de large).

Les microconides sont nombreuses, ovoïdes ou claviformes, disposées en pseudo-têtes ou constituant de longues chaînes au sommet des phialides.

Il n'y a pas de chlamydospores.

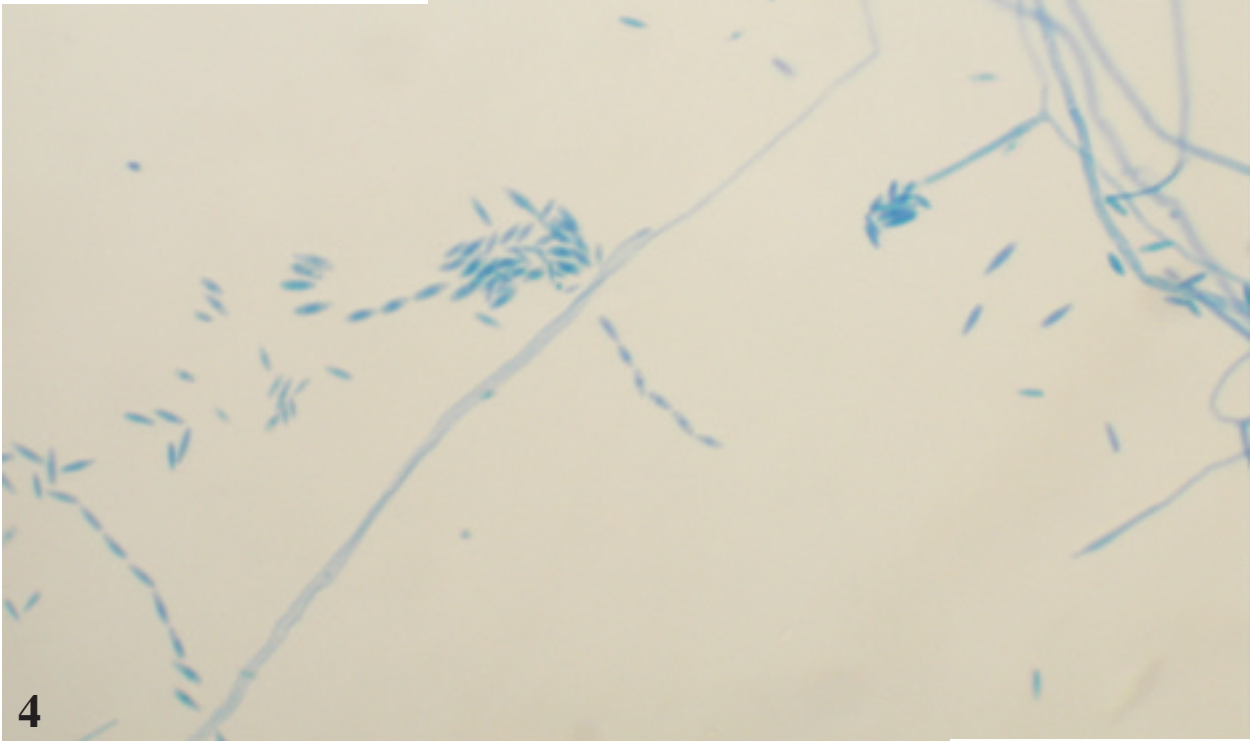
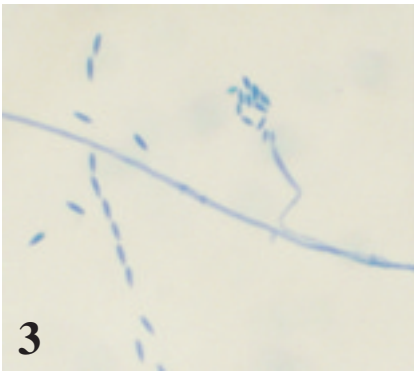
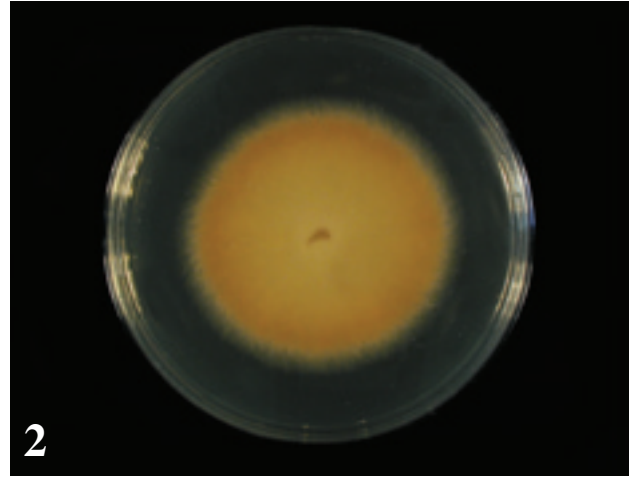
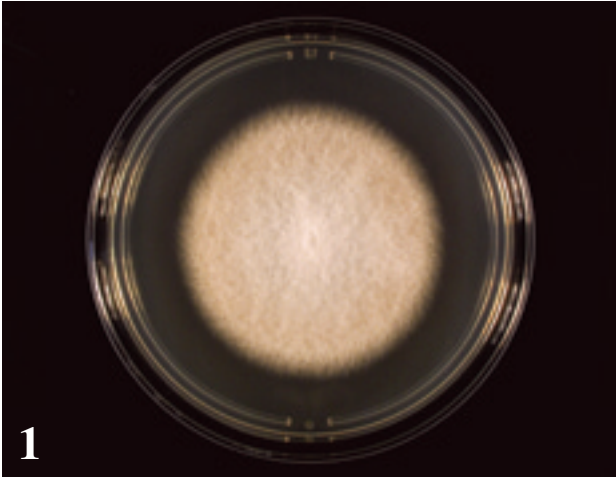
➤ Reproduction sexuée :

Gibberella fujikuroi n'est pas isolé sur les milieux usuels de mycologie médicale.

■ **Commentaires**

Fusarium moniliforme est un agent de fusarioses disséminées chez les patients infectés par le VIH, mais aussi de kératites et d'endophtalmies.

Il se distingue de *F. solani* et *F. oxysporum* par les chaînes de microconidies à l'extrémité des monophialides et l'absence de chlamydospores.



***Fusarium moniliforme* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Microconidies ovoïdes disposées en pseudo-têtes ou constituant de longues chaînes au sommet de monophialides longues et fines (3 et 4, objectif 40).

Fusarium oxysporum

Schlechtendahl (1824)
Emend. Snyder et Hansen (1940)

■ Caractères culturaux

Les colonies sont duveteuses à floconneuses, blanches au départ, puis devenant rosées à pourpres. Le verso est foncé.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les conidiophores qui naissent sur le mycélium végétatif sont courts et ramifiés.

Les phialides (monophialides) sont courtes et solitaires (8 à 20 μm de long sur 3 à 5 μm de large).

Les macroconidies peuvent être abondantes, discrètement incurvées, avec une cellule basale bien marquée ; elles contiennent 3 à 5 logettes (23 à 54 μm de long sur 3 à 4,5 μm de large).

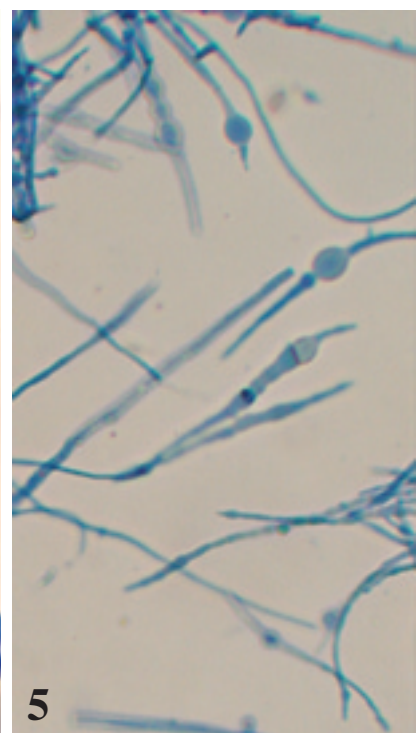
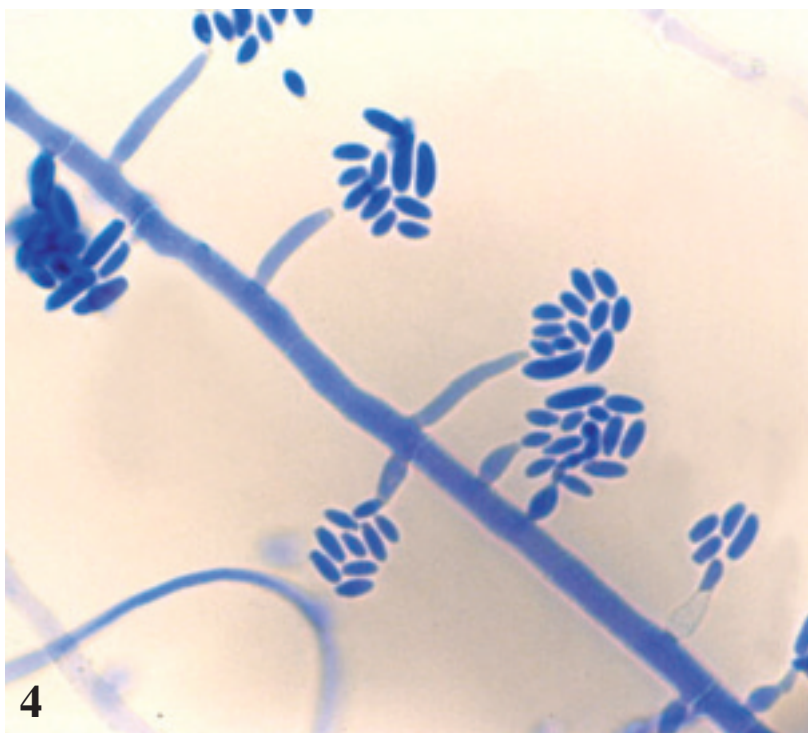
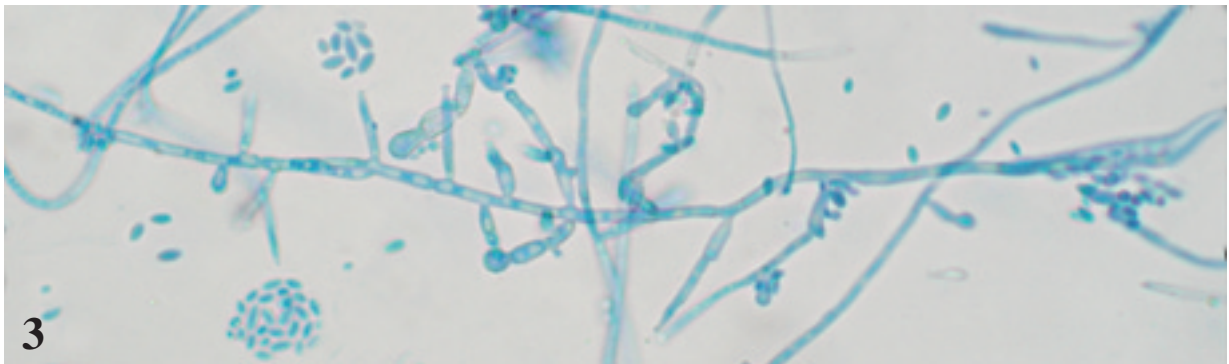
Les microconides sont nombreuses, unicellulaires, d'aspect ellipsoïdal ou cylindrique, droites ou légèrement courbées (5 à 12 μm de long sur 2,3 à 3,5 μm de large), disposées en « fausses têtes ».

On observe aussi fréquemment de nombreuses chlamydospores.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

F. oxysporum est un agent d'onyxis, mais aussi de kératites, d'endophtalmies, de péritonites et d'infections disséminées. Il se distingue de *F. solani* et *F. moniliforme* par des monophialides courtes portant à leur extrémité apicale des microconidies disposées en « fausses têtes ».



***Fusarium oxysporum* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Microconidies asymétriques, légèrement incurvées, disposées en amas à l'extrémité de monophialides solitaires (3, objectif 10 et 4, objectif 40). Des chamydospores sont parfois observées (5, objectif 10).

Fusarium solani

(Martius) Saccardo (1881)

■ Caractères cultureux

Les colonies sont duveteuses ou cotonneuses, blanches à crème avec un verso pâle.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les conidiophores sont simples ou disposés en verticilles ; ils portent de longues monophialides d'aspect cylindrique.

On observe précocément (en 48 heures) de nombreuses microconidies oblongues, unicellulaires ou bicellulaires (8 à 16 μm de long sur 2 à 4 μm de large) disposées en « fausses têtes » ou glissant le long des phialides. Plus tardivement (en 12-14 jours), apparaissent des macroconidies en forme de fuseau asymétrique de 6 cellules au maximum.

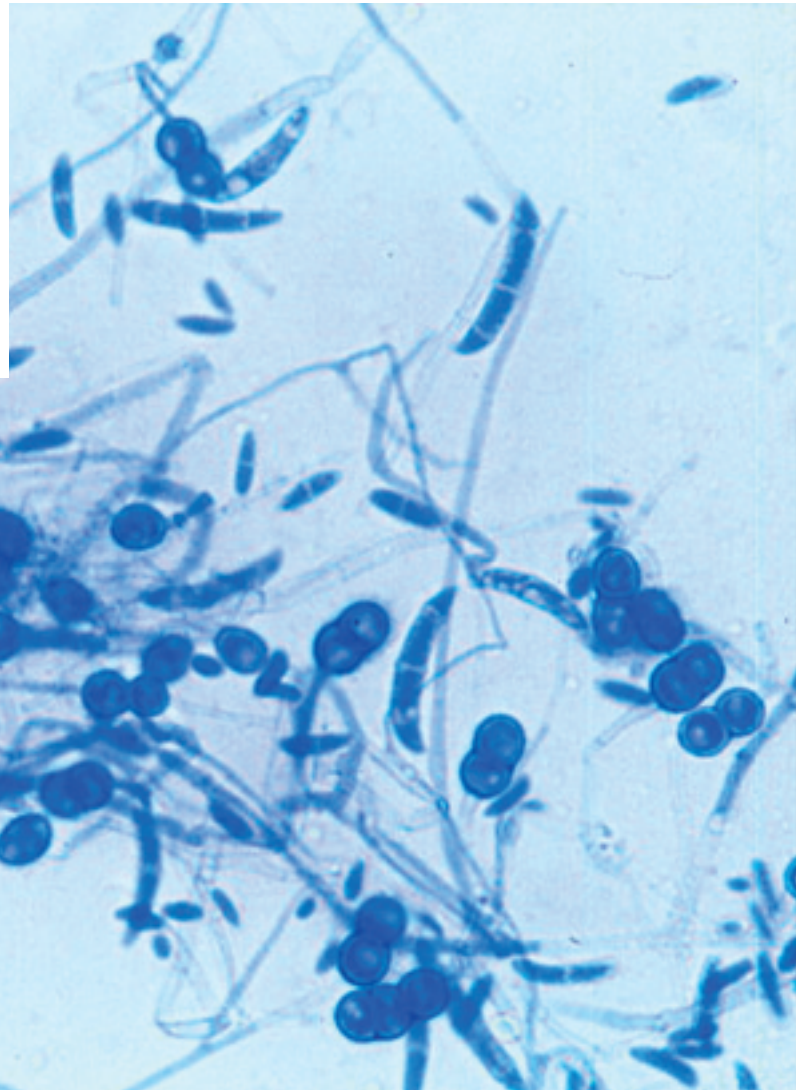
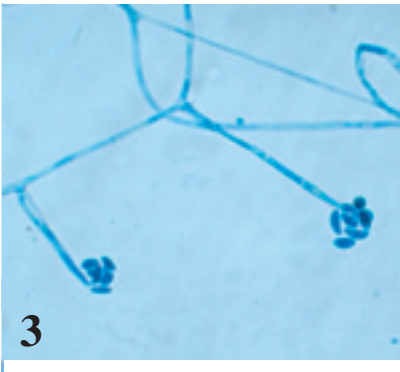
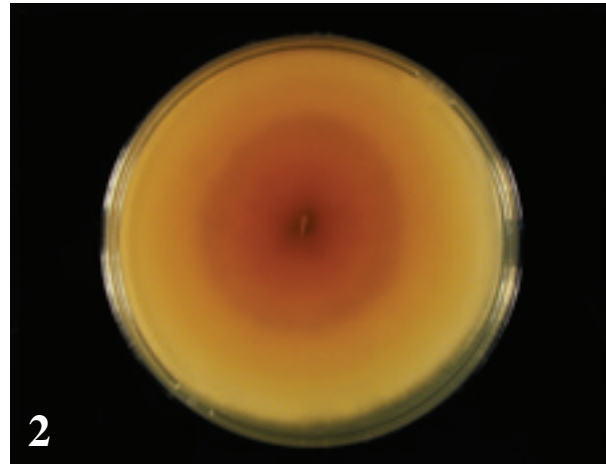
Les chlamydospores sont présentes et souvent en abondance. Elles sont isolées ou en courtes chaînes, terminales ou intercalaires.

➤ Reproduction sexuée

La forme sexuée appelée *Nectria haematococca* var. *breviconica*, n'est pas retrouvée sur les milieux utilisés en mycologie médicale.

■ Commentaires

F. solani est l'espèce la plus communément impliquée dans les fusarioses rencontrées chez l'immunodéprimé et les patients diabétiques. Il peut également déterminer des ulcères cornéens. Le diagnostic est porté sur la couleur de la colonie qui reste blanche ou crème et les très longues monophialides portant à leur extrémité apicale des microconidies groupées en « fausses têtes ».



***Fusarium solani* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Microconidies oblongues, en fausses têtes, à l'extrémité de monophialides (3, objectif 20).

Nombreuses chlamydospores disposées en courtes chaînes et macroconidies en fuseau (4, objectif 40).

Onychocola canadensis

Sigler et Congly (1990)

■ Caractères culturels

Les colonies se développent très lentement sur milieu de Sabouraud à 25 °C, mais résistent au cycloheximide. Après 15 jours environ, on observe des colonies de petite taille, de couleur blanchâtre, glabres au départ, devenant en 5 à 6 semaines duveteuses, cotonneuses. Avec l'âge, les cultures deviennent brunâtres et le verso foncé.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Au départ, les colonies ne montrent que des filaments fins, hyalins, lisses sans aucune fructification. C'est sur des cultures tardives (après 4 semaines) que certains filaments deviennent toruloïdes et verruqueux, formant des chaînes d'arthrospores souvent articulées à angle droit. Ces dernières sont ovales à cylindriques (2,5 à 4 µm de diamètre), uni ou bicellulaires. Ces arthrospores se révèlent plus abondantes sur des milieux pauvres (eau gélosée à 2 %, milieu de Takashio, milieu PDA). Sur les vieilles cultures, on observe sur la paroi de certains filaments des protubérances sombres.

➤ Reproduction sexuée

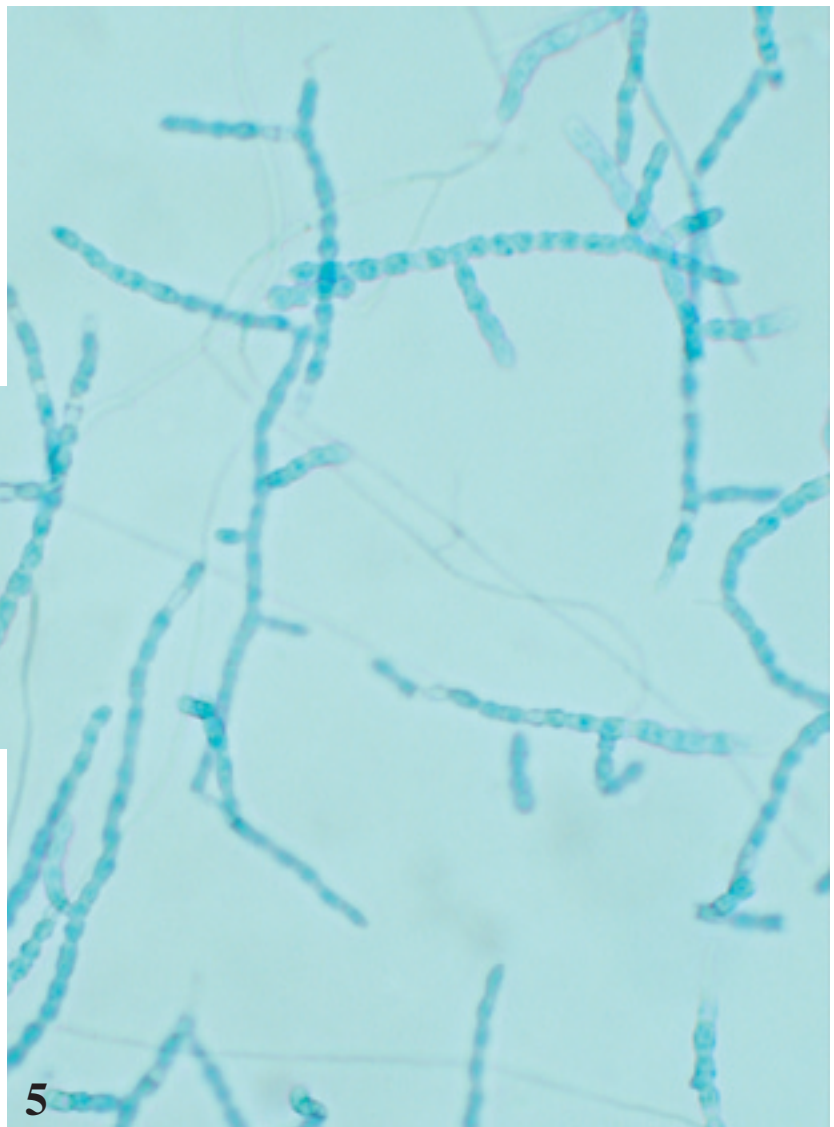
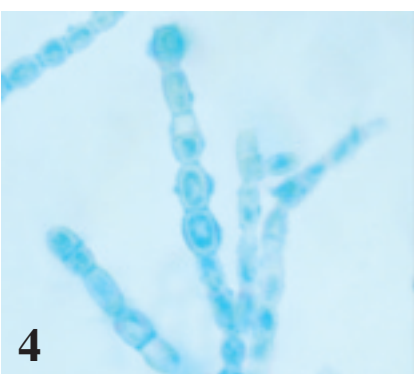
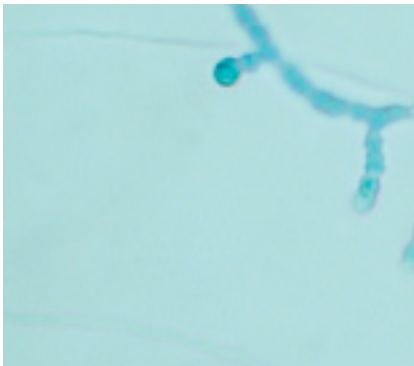
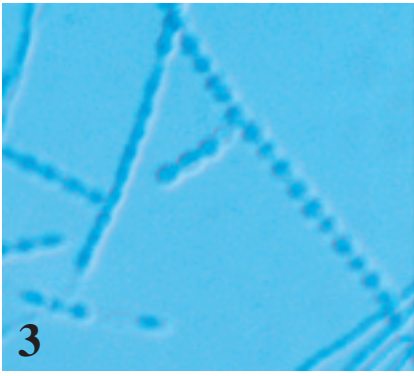
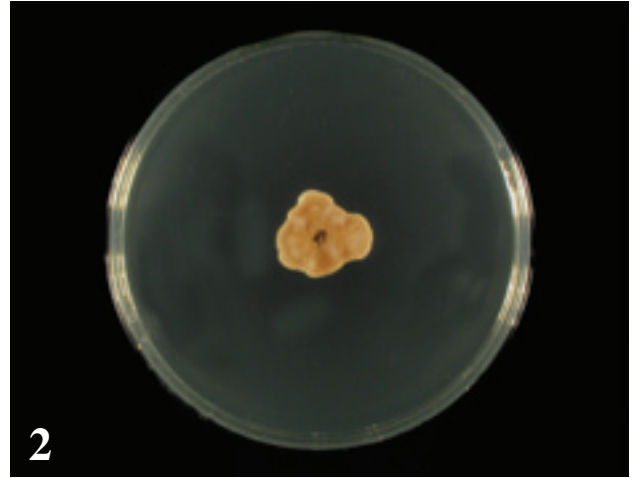
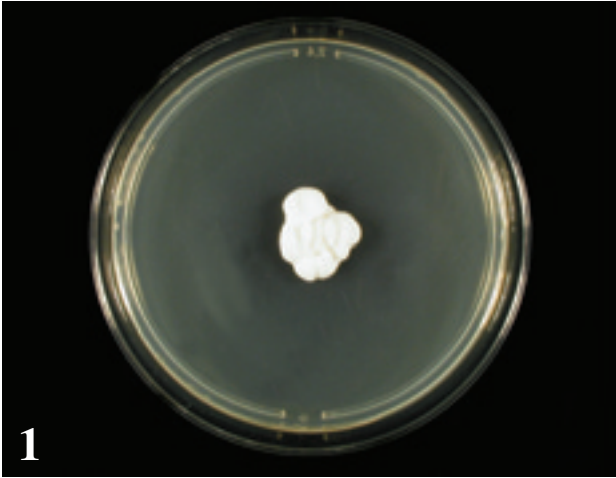
La forme appelée *Arachnomyces nodosetosus*, est difficile à obtenir.

■ Commentaires

Onychocola canadensis a été isolé pour la première fois d'onychopathies au Canada en 1990. Il a été décrit ensuite en Nouvelle-Zélande, puis en France. Le réservoir, probablement tellurique, est encore inconnu.

Il est à l'origine d'onychomycoses et d'intertrigos des pieds chez les personnes âgées ayant souvent des troubles vasculaires des membres inférieurs. Les lésions ressemblent à une dermatophytie (pseudodermatophyte).

La fréquence de cette espèce est probablement sous-estimée du fait de sa croissance lente et de l'absence de fructification précoce. Il faut au moins 4 à 6 semaines pour obtenir les arthrospores caractéristiques et souvent le champignon doit être repiqué sur un milieu pauvre pour les observer.



***Onychocola canadensis* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 3 semaines (1 et 2).

Chaînes d'arthrospores ramifiées à angles droits (3 et 5, objectif 40). Notez l'aspect verruqueux de certaines arthrospores (4, objectif 100).

Paecilomyces

Bainier (1907)

Espèce type : *Paecilomyces variotii*

■ Caractères cultureux

Ces champignons ont une croissance rapide sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide qui inhibe la croissance de la plupart des souches.

Ils se développent bien à 25 °C, mais peuvent pousser jusqu'à 50 °C.

Les colonies rapidement poudreuses, sont de couleur brun pâle à brun rouille (*P. variotii*), parfois lilas (*P. lilacinus*). Le verso est incolore.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes septés, hyalins, portent des conidiophores qui se ramifient en verticilles.

Les phialides à extrémité allongée et effilée sont regroupées en pinceau à l'extrémité du conidiophore. Elles sont divergentes les unes par rapport aux autres. Certaines restent solitaires, disposées le long des hyphes.

Les conidies (3,2 à 5 µm de long sur 2 à 4 µm de large) sont hyalines à jaunes, cylindriques ou fusiformes, disposées en longues chaînes à l'extrémité des phialides.

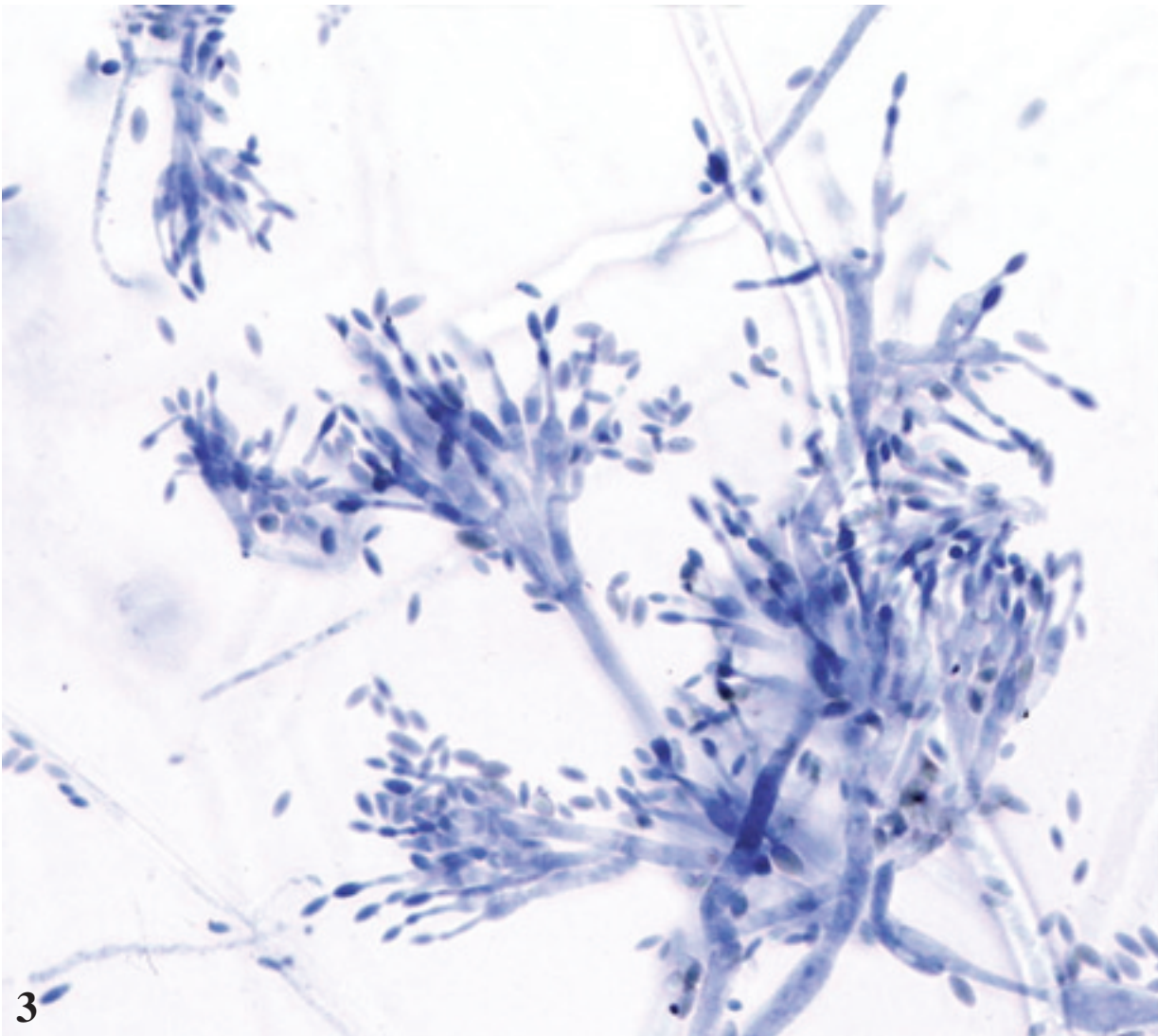
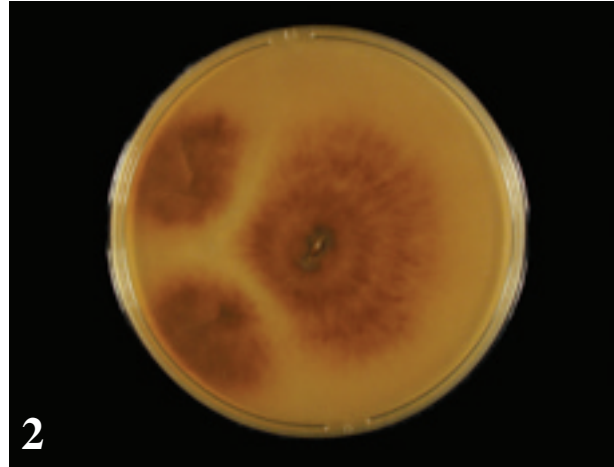
Des chlamydospores sont parfois présentes.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Les *Paecilomyces* sont rarement des pathogènes humains. On décrit cependant des kératites associées à l'implantation de lentilles cornéennes, des endocardites (suite à un remplacement de valves), des péritonites, des sinusites et des pneumonies. Dans l'environnement, ils sont souvent impliqués dans la dégradation des produits alimentaires (végétaux, céréales, conserves), mais aussi du cuir et du papier.

Sur le plan morphologique, ils se distinguent des *Penicillium* par leurs phialides à extrémité effilée qui ont tendance à diverger. A l'inverse, chez les *Penicillium*, les phialides sont moins effilées et orientées parallèlement les unes aux autres en ensembles serrés. En outre, les colonies de *Paecilomyces* ne sont jamais vertes ou bleu-vert.



***Paecilomyces variotii* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Conidies ovales ou fusiformes disposées en chaînes et produites par des phialides groupées en pinces (3, objectif 40). Ces phialides sont caractérisées par une extrémité effilée.

Penicillium

Link (1809)

■ Caractères cultureux

Ces champignons poussent facilement sur les milieux utilisés en mycologie, mais sont inhibés par le cycloheximide.

Leur croissance est rapide, la colonie est habituellement duveteuse, poudreuse, de couleur variable, le plus souvent verte, mais parfois grise, jaune ou rose. Le revers est incolore ou foncé. Un pigment diffuse parfois dans la gélose.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes septés, hyalins, portent des conidiophores simples ou ramifiés, parfois regroupés en buisson ou corémie.

Les phialides sont disposées en verticilles à l'extrémité des conidiophores. Elles sont insérées directement (*Penicillium* monoverticillés) ou par l'intermédiaire d'une rangée de métules (*Penicillium* biverticillés) ou de deux rangées successives de métules (*Penicillium* triverticillés) sur les conidiophores. Les phialides sont serrées les unes contre les autres, l'ensemble donne une image de pinceau (ou pénicille).

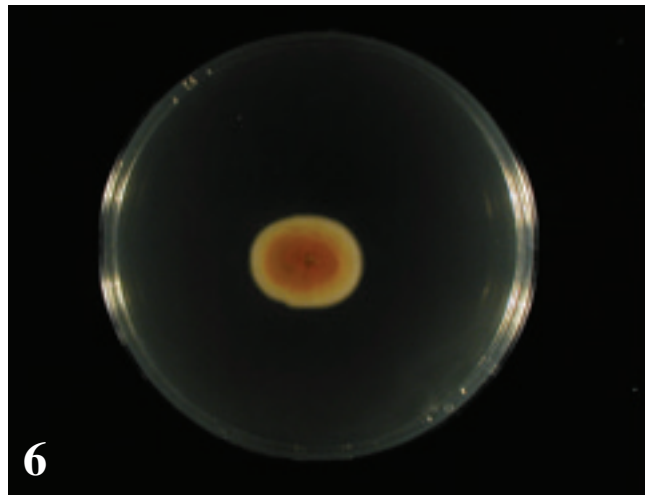
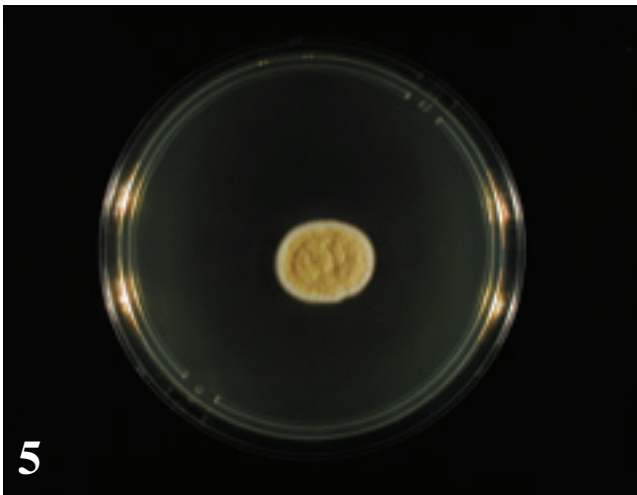
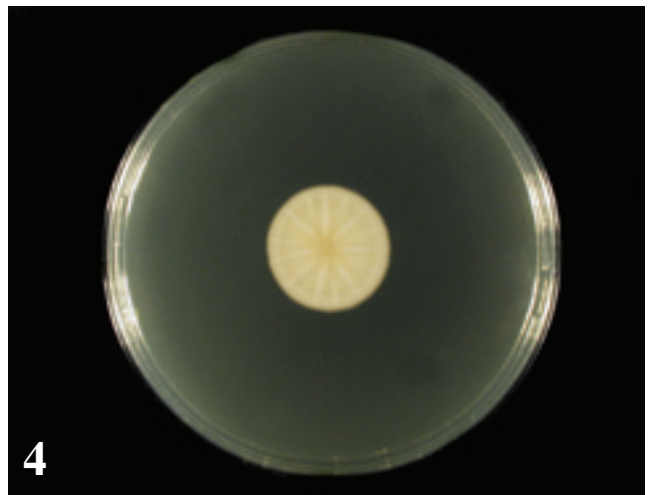
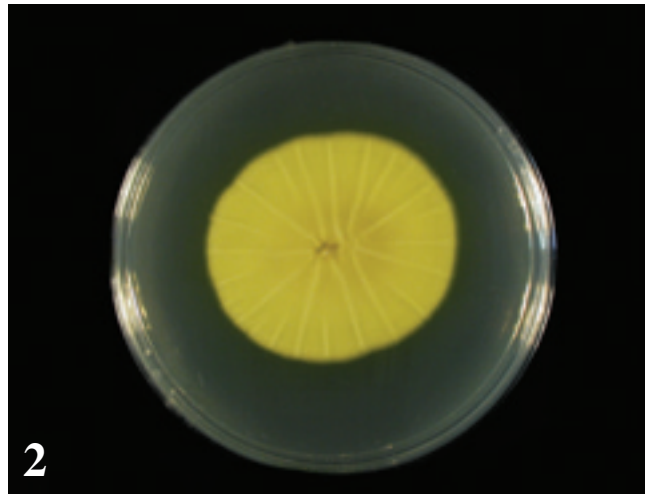
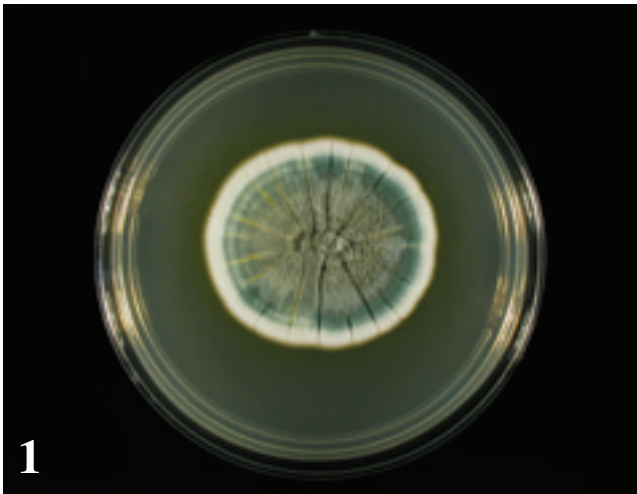
Les phialides donnent naissance à des spores unicellulaires disposées en chaînes (chaînes basipètes, non ramifiées). Les conidies sont rondes à ovoïdes, hyalines ou pigmentées, lisses ou échinulées, mesurant de 2 à 4 µm de diamètre.

➤ Reproduction sexuée

Certaines espèces ont une reproduction sexuée (Ascomycètes, famille des *Trichocomaceae*).

■ Commentaires

Sur le plan morphologique, les *Penicillium* se distinguent des *Aspergillus* par leur organisation en pinceau. Ils se différencient par ailleurs des *Paecilomyces* par leurs phialides qui sont moins effilées et qui restent serrées les unes contre les autres. Enfin, ils se distinguent des *Scopulariopsis* par leurs conidies qui ne possèdent pas de base tronquée.



***Penicillium* spp. :**

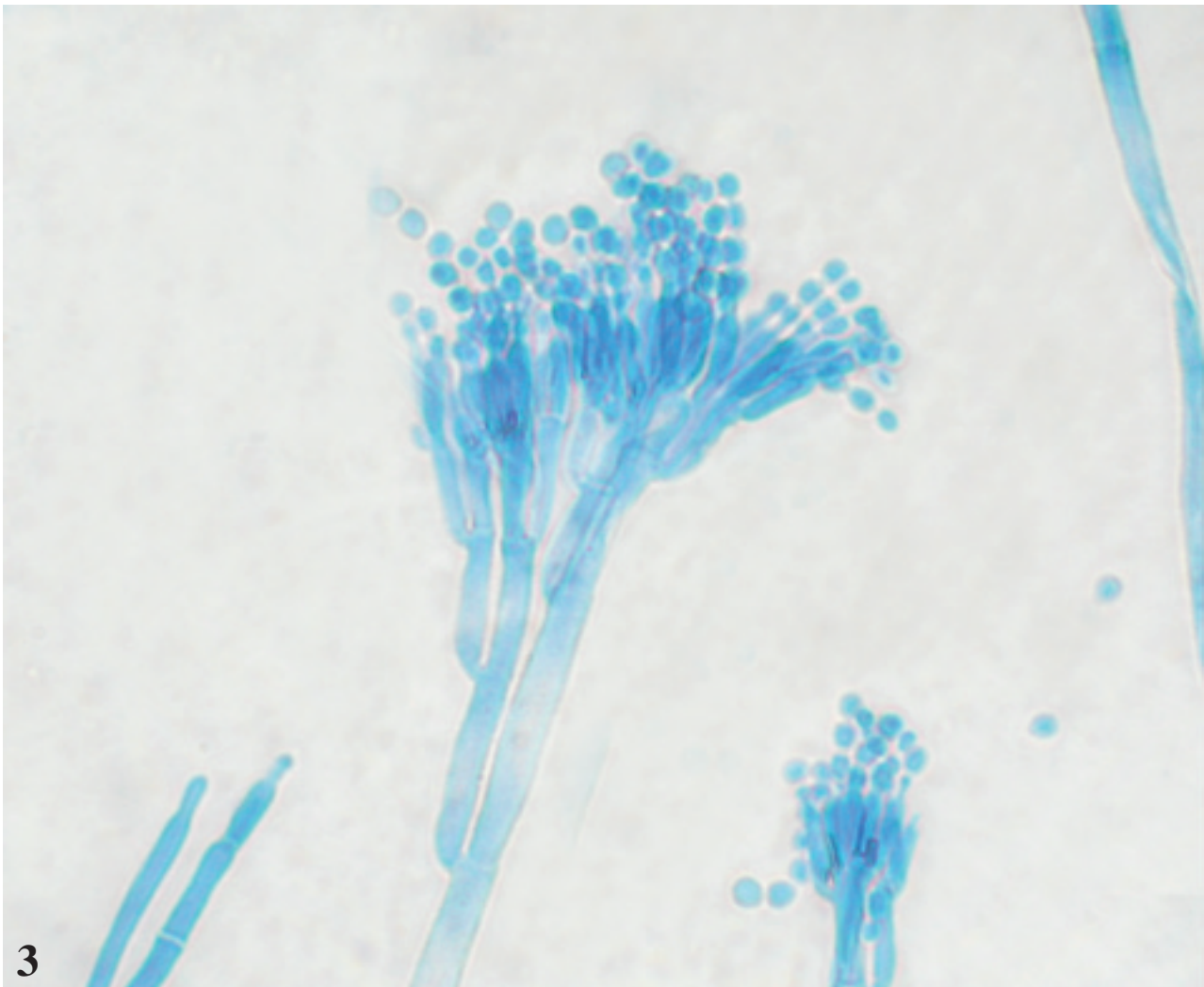
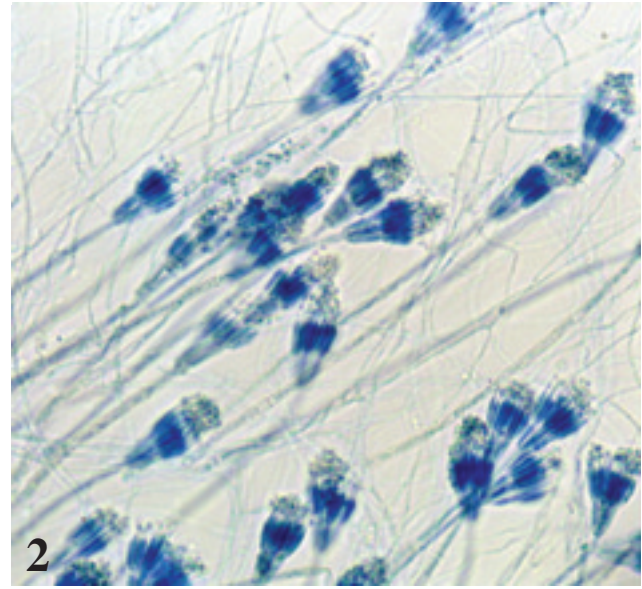
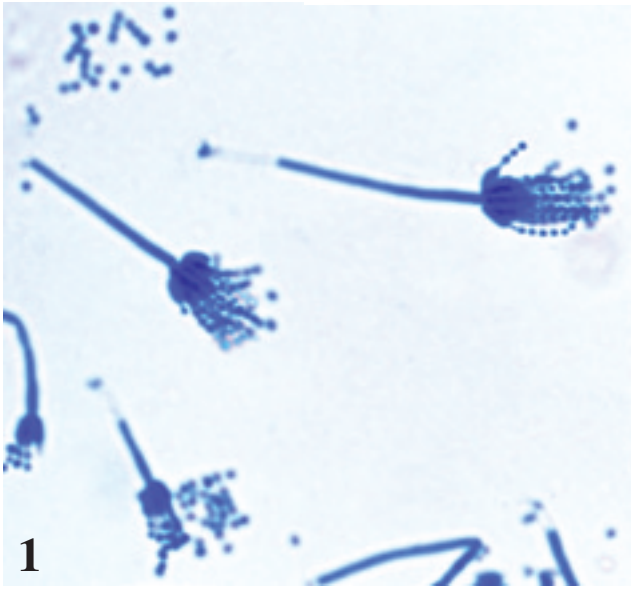
Cultures sur gélose de Sabouraud âgées de 8 jours : *Penicillium chrysogenum* (1 et 2), *Penicillium expansum* (3 et 4) et *Penicillium piccum* (5 et 6). Notez la diversité des aspects cultureux.

Ces champignons sont des contaminants fréquents de laboratoire. Ce sont de saprophytes très répandus dans l'environnement, à l'origine de la dégradation de denrées alimentaires. Ils sont aussi très utilisés dans l'industrie, notamment dans l'industrie agro-alimentaire (affinage du fromage et du saucisson) et pharmaceutique. Rappelons que Fleming en 1928, a été à l'origine de la découverte de la pénicilline à partir d'une souche de *P. notatum*.

Par contre, rares sont les espèces incriminées en pathologie humaine. Il convient de mettre à part *Penicillium marneffeii*, champignon dimorphique rencontré exclusivement en Asie du Sud-Est (Chine du Sud, Thaïlande, Laos, Birmanie, ...). Ce champignon, particulièrement redoutable pour l'immunodéprimé, notamment les patients infectés par le VIH, est à l'origine d'infections systémiques touchant la peau et les organes profonds (foie, rate, ganglions, os, ...).

Cette espèce présente un dimorphisme bien marqué. La forme parasitaire *in vivo*, obtenue également *in vitro* sur gélose Brain Heart à 37 °C, est très différente de la forme saprophytique révélée en culture à 25 °C.

Sur gélose de Sabouraud sans cycloheximide, *Penicillium marneffeii* produit à 25 °C, des colonies duveteuses de couleur jaune à brun-vert rougissant avec le temps, et présentant un revers rouge vif. Il conviendra donc, dans un contexte particulier, d'envisager ce diagnostic devant un *Penicillium* produisant un pigment rouge diffusant dans la gélose.



***Penicillium* spp. :**

Aspect microscopique des pinceaux, ou pénicilles, chez différents *Penicillium* :
Penicillium monoverticillé (1), *Penicillium* biverticillé (2), *Penicillium* triverticillé (3).

Scedosporium apiospermum

Saccardo
(ex Castellani et Chalmes) (1919)

■ Caractères cultureux

Ce champignon pousse bien sur tous les milieux usuels de mycologie, mais sa croissance est souvent freinée en présence de cycloheximide.

Les colonies sont cotonneuses, laineuses, de couleur blanchâtre au début, devenant grises en vieillissant ; le verso est foncé, presque noir.

La croissance est possible jusqu'à 40 °C.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

La reproduction asexuée peut s'effectuer selon deux modalités distinctes.

- La conidiogénèse s'effectue essentiellement sur le mode thallique solitaire avec formation d'aleuries naissant directement sur les côtés des filaments végétatifs ou à l'extrémité de conidiophores fins, dressés à angle droit sur le thalle végétatif. Ces conidies ovoïdes ou claviformes, brunes, mesurent 6 à 14 µm de long sur 5 à 6 µm de large.

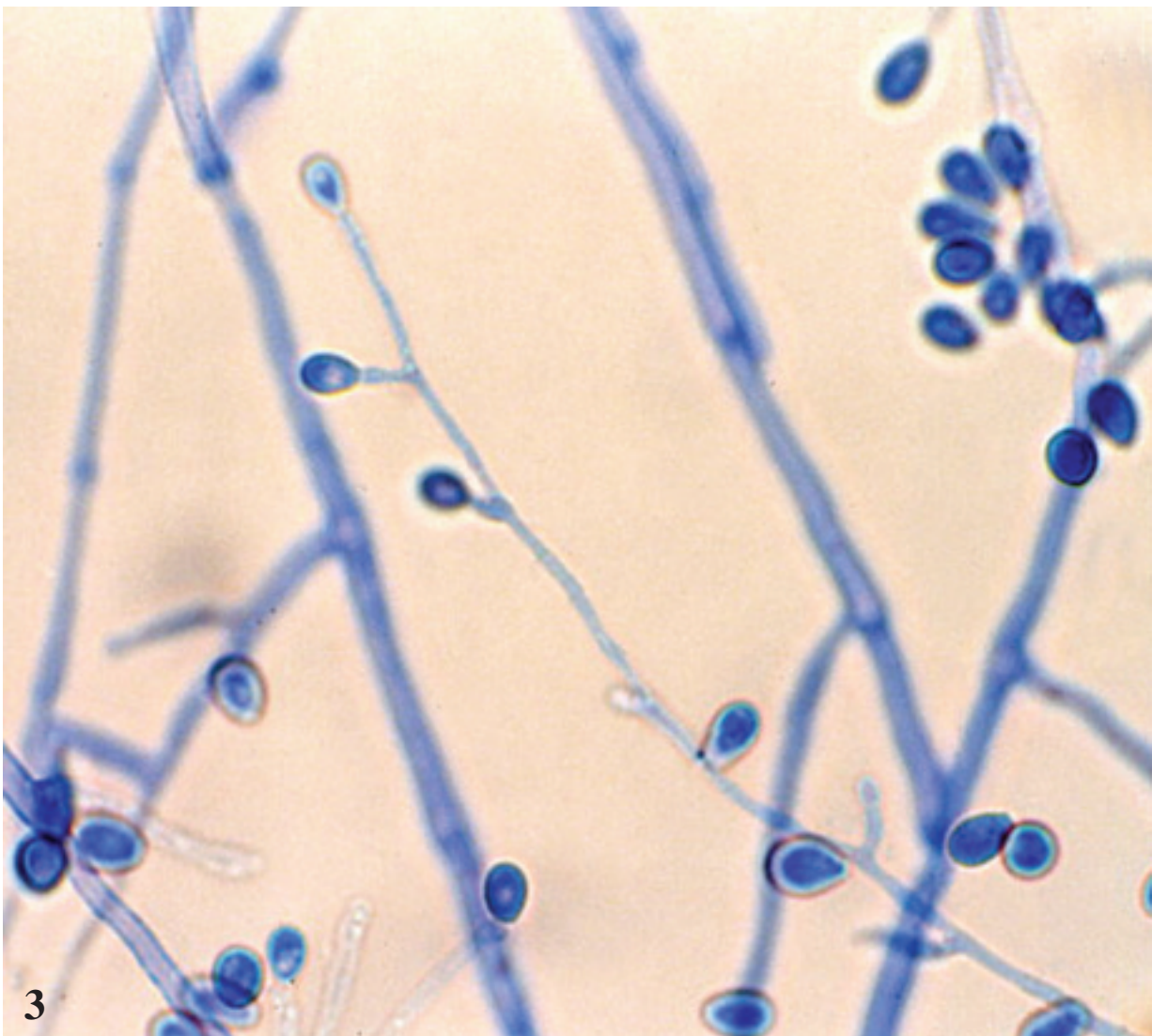
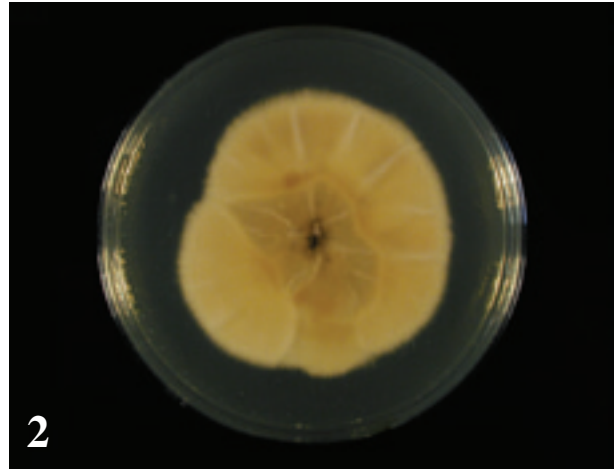
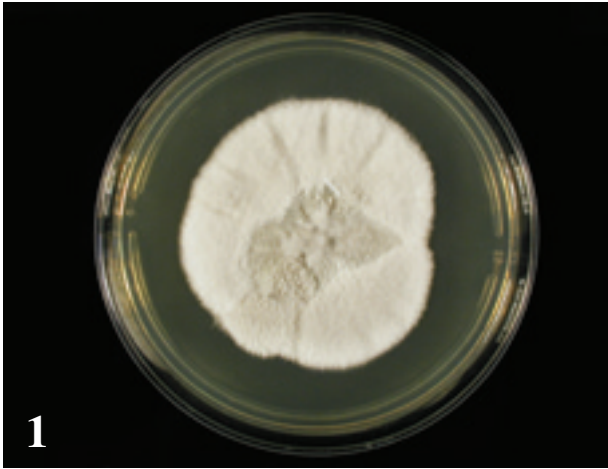
- L'autre mode de conidiogénèse fait intervenir des annellides groupées en corémies (stade *Graphium*) donnant naissance à des conidies hyalines, plus fines, allongées, mesurant 5 à 7 µm de long sur 2 à 3 µm de large.

➤ Reproduction sexuée : *Pseudallescheria boydii*

La forme sexuée, obtenue parfois après trois semaines de culture ou sur des milieux pauvres, est caractérisée par des cléistothèces jaunes à bruns, arrondis, de 140 à 180 µm de diamètre, contenant des asques sphériques octosporés de teinte cuivrée.

■ Commentaires

Champignon tellurique, présent dans les sols enrichis de débris organiques (litières animales, fumiers) et dans les eaux boueuses et polluées, *Scedosporium apiospermum* présente un rôle pathogène réel.



***Scedosporium apiospermum* :**

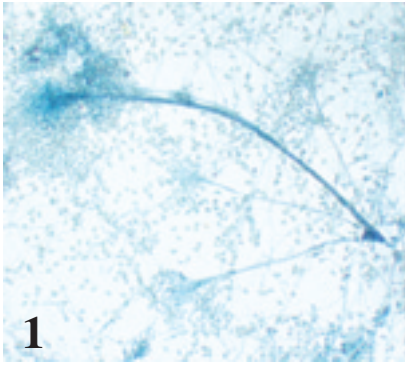
Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Aleuries unicellulaires hyalines, terminales ou latérales, produites à l'extrémité de courts conidophores ou directement sur les côtés des filaments végétatifs (3, objectif 40).

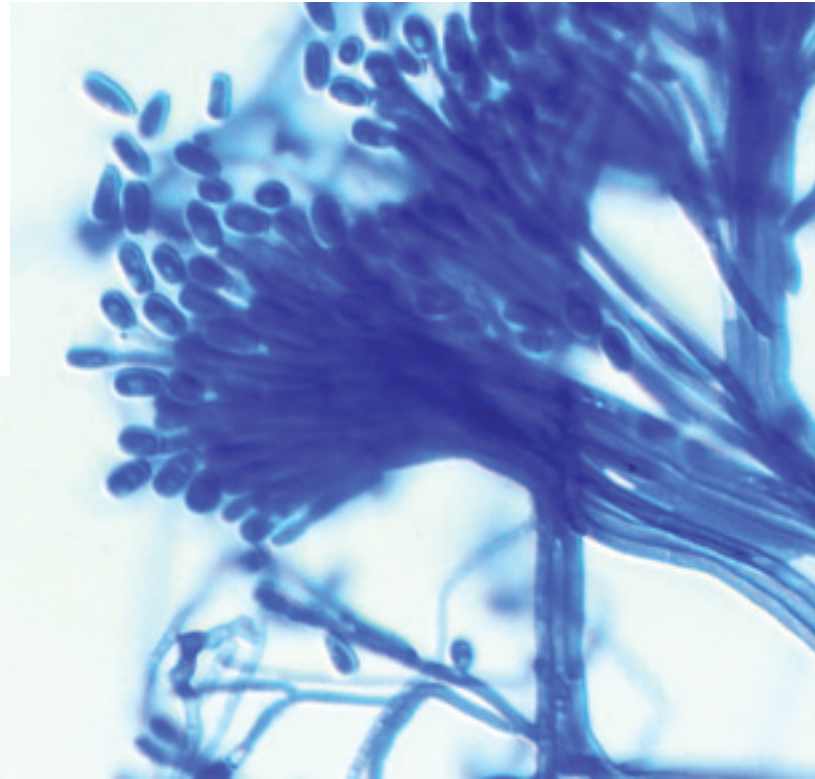
Scedosporium apiospermum détermine par inoculation traumatique de spores, des mycétomes à grain blanc, mais aussi des lésions cutanées ou sous-cutanées et des arthrites touchant le genou, parfois les articulations des doigts, des poignets ou des pieds. On relève aussi dans la littérature des atteintes oculaires (kératites, endophtalmies) ou profondes (endocardites, méningites, ostéomyélites et abcès cérébraux). Ces lésions peuvent être rencontrées indépendamment de facteurs favorisants évidents.

En outre, ce champignon peut être à l'origine de pathologies respiratoires (sinusites, mycétomes pulmonaires à *Pseudallescheria boydii*, surinfections bronchiques dans la mucoviscidose, le plus souvent en association avec un *Aspergillus* dans ce contexte).

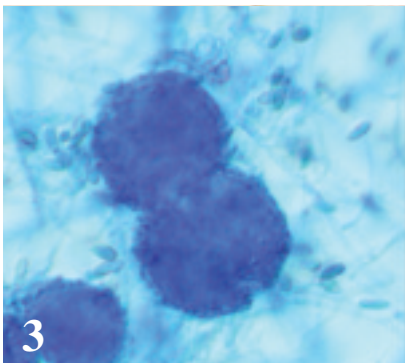
Le diagnostic différentiel se pose surtout avec *Scedosporium prolificans*, espèce voisine dont les cellules conidiogènes apparaissent nettement élargies ou renflées à leur base avec un aspect de bouteille. Par ailleurs, il n'existe pas pour *S. prolificans* de forme *Graphium*. En outre, *S. prolificans* est thermophile, il pousse encore à 45 °C, à l'inverse de *S. apiospermum*. Enfin, il est inhibé par le cycloheximide.



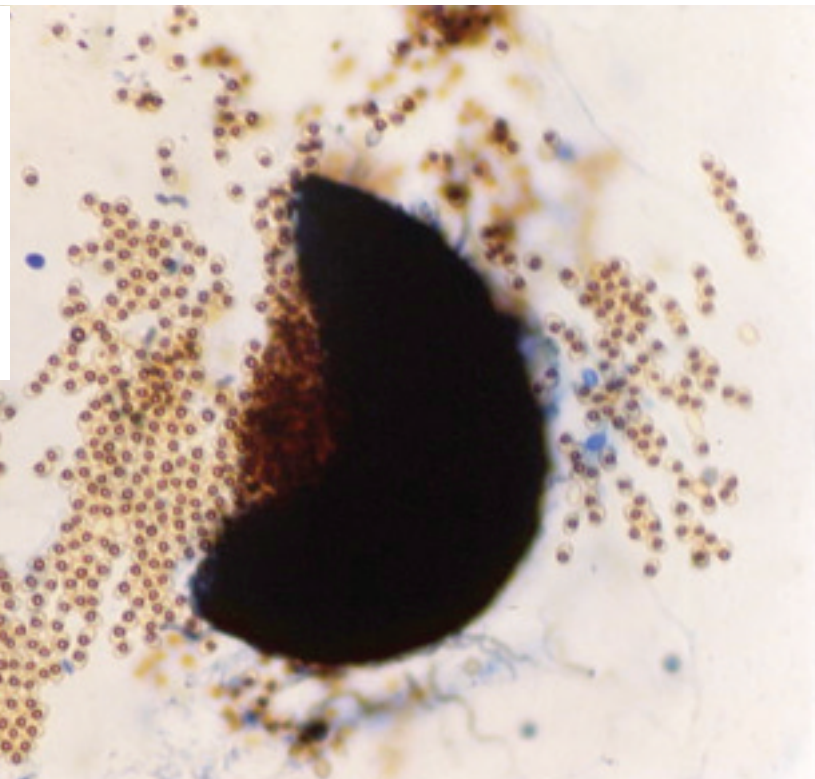
1



2



3



4

***Scedosporium apiospermum/Pseudallescheria boydii* :**

Forme *Graphium* caractérisée par la présence d'annellides au sommet de conidiophores groupés en corémies (1, objectif 10 et 2, objectif 40).

Cléistothèces d'abord hyalins (3, objectif 20), puis brun foncé (4, objectif 40) et ascospores brunes (4).

Scopulariopsis brevicaulis

Bainier (1907)

■ Caractères cultureux

Scopulariopsis brevicaulis pousse bien sur les milieux usuels de mycologie, mais sa croissance est freinée en présence de cycloheximide.

En l'absence de cycloheximide, les colonies sont extensives, veloutées, devenant vite poudreuses ou granuleuses.

Initialement blanchâtres, elles deviennent ensuite beiges à brun-noisette (café au lait clair). Le revers est crème à brunâtre.

La température optimale de croissance est comprise entre 25 et 30 °C.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

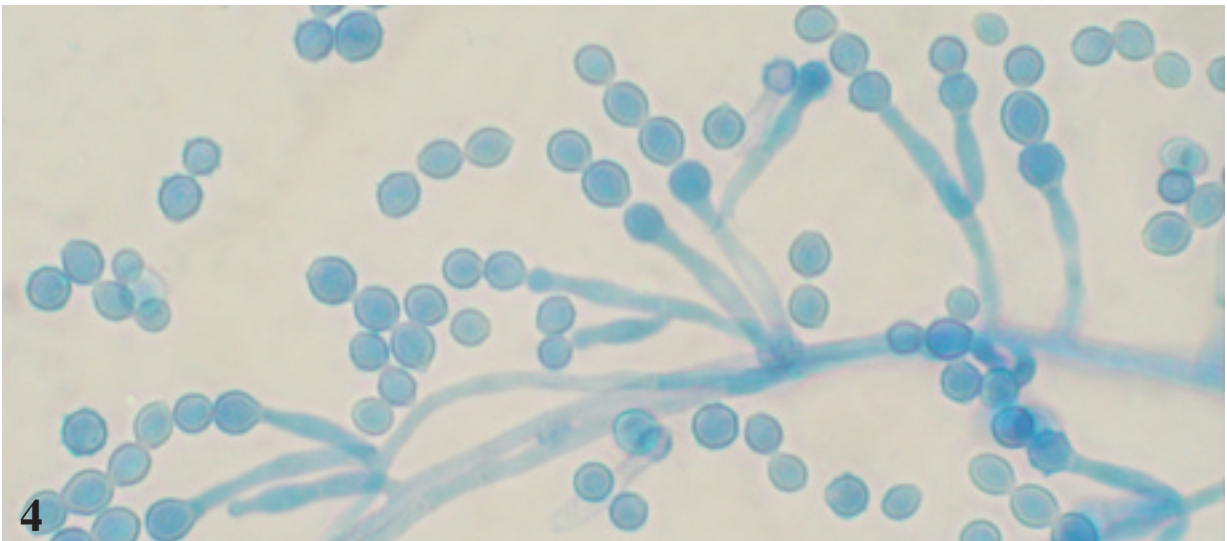
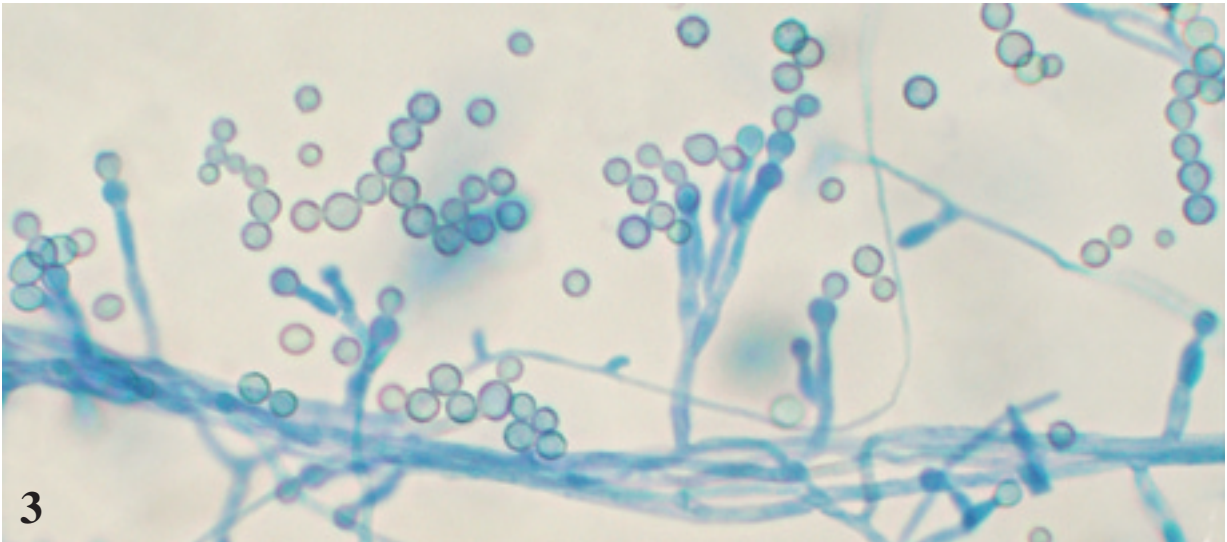
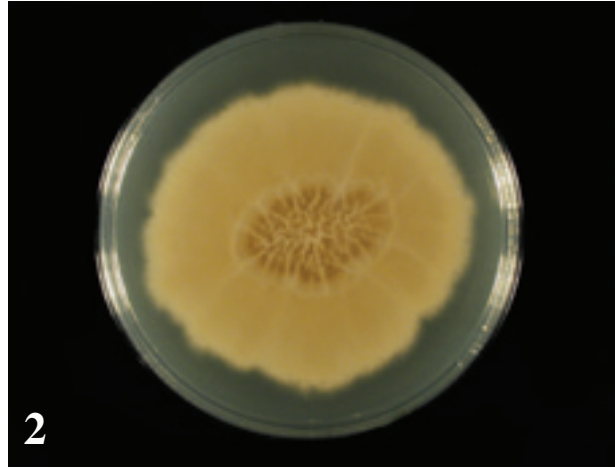
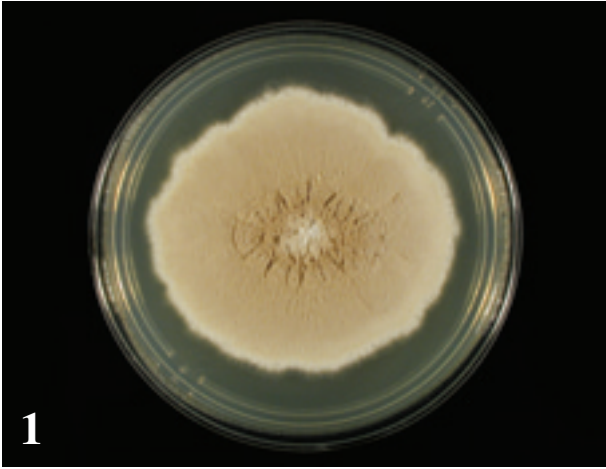
Les cellules conidiogènes (annellides), cylindriques, plus ou moins renflées à leur base, sont isolées ou groupées à l'extrémité de conidiophores courts, septés et hyalins. Elles sont insérées soit directement, soit par l'intermédiaire de métules. L'ensemble évoque un pénicille (pinceau de *Penicillium*). Les annellides présentent à leur sommet des cicatrices liées aux reprises de croissance terminale, et produisent des conidies globuleuses à base tronquée (forme d'ampoule, de mongolfière) disposées en chaînes basipètes. Ces conidies, initialement lisses, puis verruqueuses à maturité, mesurent 5 à 8 µm de long sur 5 µm de large.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Champignon tellurique, *Scopulariopsis brevicaulis* est un contaminant des cultures assez fréquent. Il est rarement à l'origine de mycoses profondes (atteintes sous-cutanées, sinusites, péritonites, pneumopathies, ...) chez l'immunodéprimé. C'est par contre un agent assez fréquent d'onychomycose, en particulier du gros orteil. L'atteinte est habituellement sous-unguéale disto-latérale.

Sur le plan morphologique, il ressemble aux *Penicillium*, mais produit des conidies ampulliformes typiquement tronquées à la base. Il existe d'autres espèces de *Scopulariopsis* qui se différencient de *S. brevicaulis* par la couleur de leur culture : *S. candida* reste blanc, *S. fusca* devient brun vineux à noir, et *S. brumptii* donne des colonies gris souris à brun foncé.



***Scopulariopsis brevicaulis* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Conidies unicellulaires en chaînes basipètes produites par des annellides solitaires ou groupées en pinces (3, objectif 20 et 4, objectif 40). Notez la surface échinulée des spores à maturité (4).

Scytalidium hyalinum

Campbell et Mulder (1989)

■ Caractères cultureux

Scytalidium hyalinum pousse rapidement à 25 °C sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide.

Il produit des colonies extensives, laineuses ou cotonneuses avec un mycélium aérien important.

La couleur est blanche à gris clair, et le verso est pâle.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes sont réguliers, septés, hyalins. Ils produisent au départ des arthroconidies unicellulaires de 5 à 12 µm de long sur 2,5 à 3,5 µm de large. Puis, tardivement, ces arthroconidies peuvent s'élargir (4-6 µm de large) et présenter une cloison centrale.

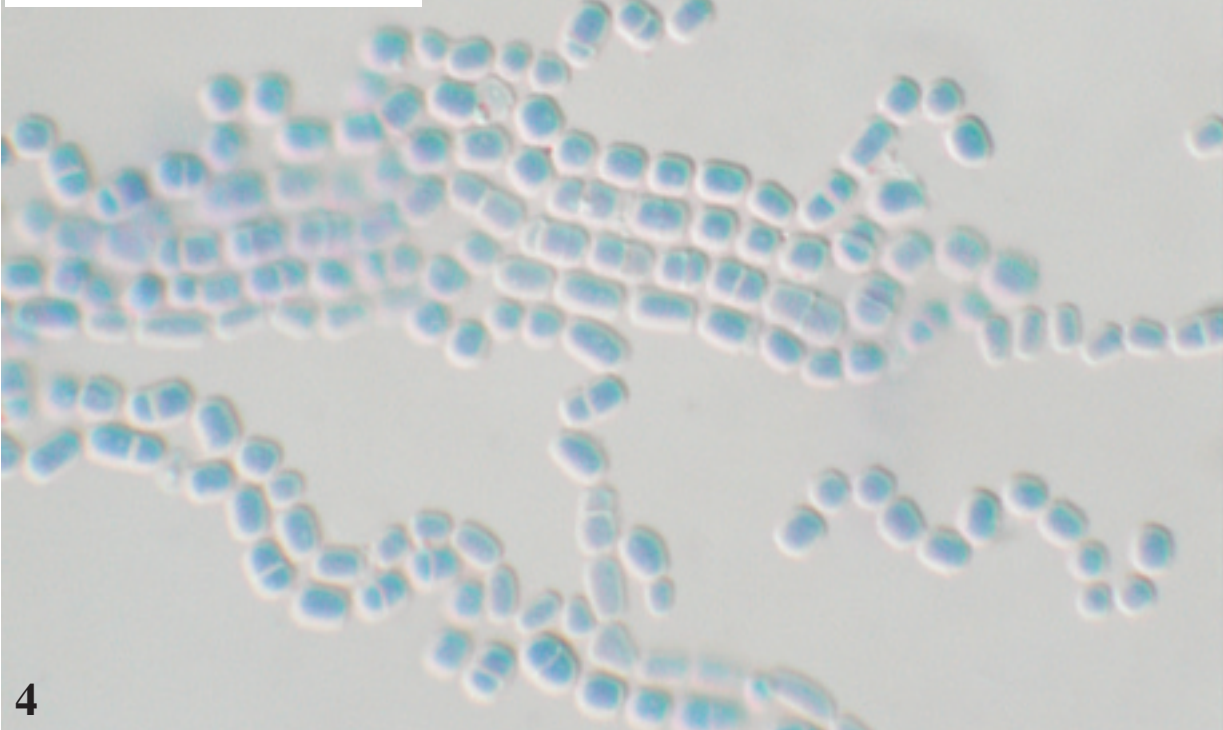
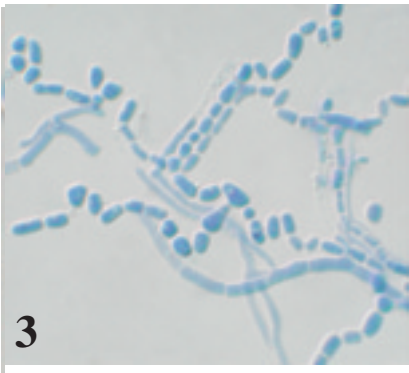
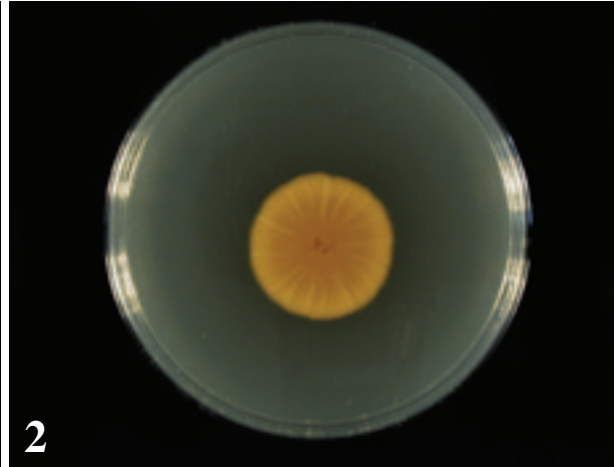
➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Scytalidium hyalinum est un saprophyte du sol des régions tropicales ou subtropicales, mais son habitat précis est inconnu.

Il est à l'origine de lésions voisines de celles occasionnées par les dermatophytes et par *Scytalidium dimidiatum*, c'est-à-dire des onyxis des ongles des mains ou des pieds, ainsi que des hyperkératoses palmaires ou plantaires.

Sur le plan morphologique, *S. hyalinum* est à différencier des *Geotrichum* qui produisent des colonies glabres ou lisses.



***Scytalidium hyalinum* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Arthroconidies visualisées à l'objectif 20 (3) et 100 (4). Les filaments végétatifs, d'abord réguliers, se dissocient de manière progressive et rétrograde en arthrospores uni ou bicellulaires, hyalines.

Trichoderma

Persoon (1801)

■ Caractères cultureux

Ces champignons ont une croissance très rapide et extensive sur milieu de Sabouraud à 25 °C.

Ils produisent des colonies laineuses, de couleur blanche au départ, puis apparaissent en vieillissant des touffes verdâtres isolées ou disposées en anneaux concentriques sur le milieu de culture.

Le verso reste incolore.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Sur des hyphes septés hyalins apparaissent des petits conidiophores bien différenciés simples ou ramifiés. Ils portent des phialides, également de petite taille, en forme de quille. Renflées à leur base, solitaires ou groupées par 3, les phialides sont fixées à angle droit sur les conidiophores.

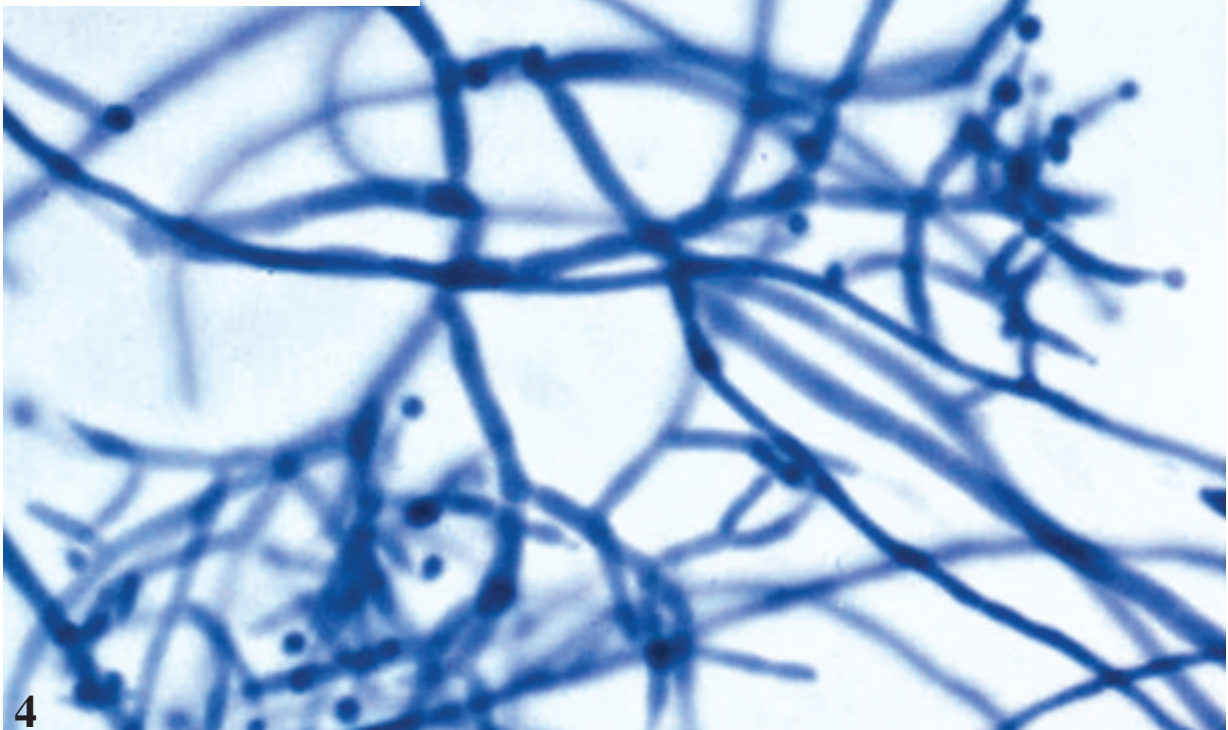
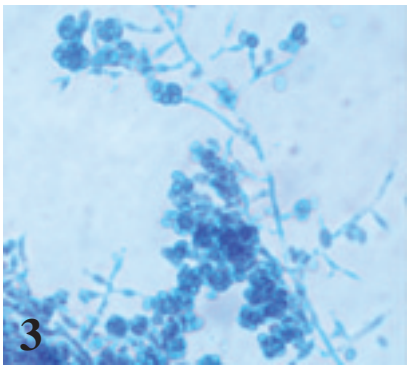
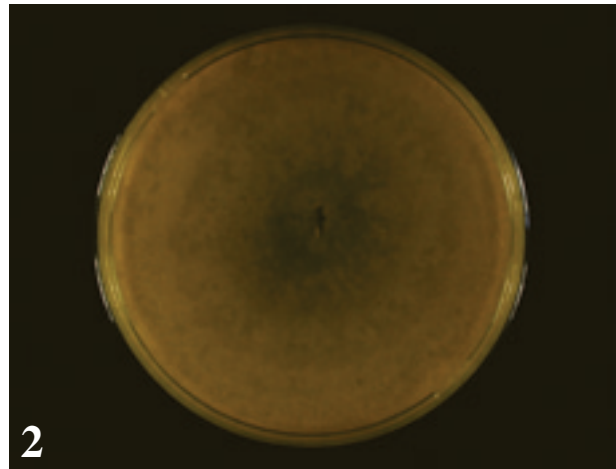
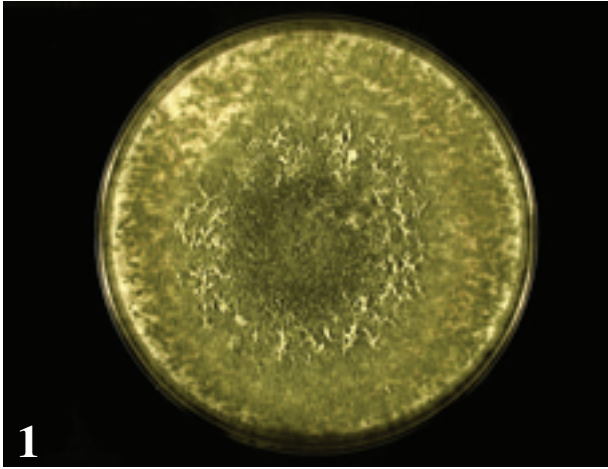
Les conidies, lisses ou échinulées, globuleuses, mesurent de 2,5 à 3 µm de diamètre. Elles se rassemblent en amas au sommet des phialides, et forment ainsi des « fausses têtes ».

➤ Reproduction sexuée

Les formes sexuées appartiennent au genre *Hypocrea* (Ascomycètes, Dothidéales).

■ Commentaires

Les *Trichoderma* sont des saprophytes du milieu extérieur (bois en décomposition). Habituellement contaminants des cultures et classiquement dénués de tout pouvoir pathogène, on signale cependant de rares cas de mycoses à *Trichoderma* (otites, pneumopathies et péritonites chez l'immunodéprimé).



Trichoderma sp. :

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Amas de conidies visualisés au sommet des phialides à l'objectif 10 (3). Les phialides en forme de quille sont disposées en verticilles sur des conidiophores ramifiés à angle aigu, l'ensemble présentant un aspect pyramidal (4, objectif 100).

Trichothecium

Link (1809)

■ Caractères cultureux

Champignons à croissance rapide à 25 °C sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide.

Ils produisent des colonies poudreuses ou granuleuses, de couleur blanche au départ, devenant rose-orangée ou saumon par la suite.

La pousse est inhibée à 37 °C.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont hyalins. Ils produisent des conidiophores simples, non ramifiés, portant à leur extrémité des conidies piriformes ou ellipsoïdales.

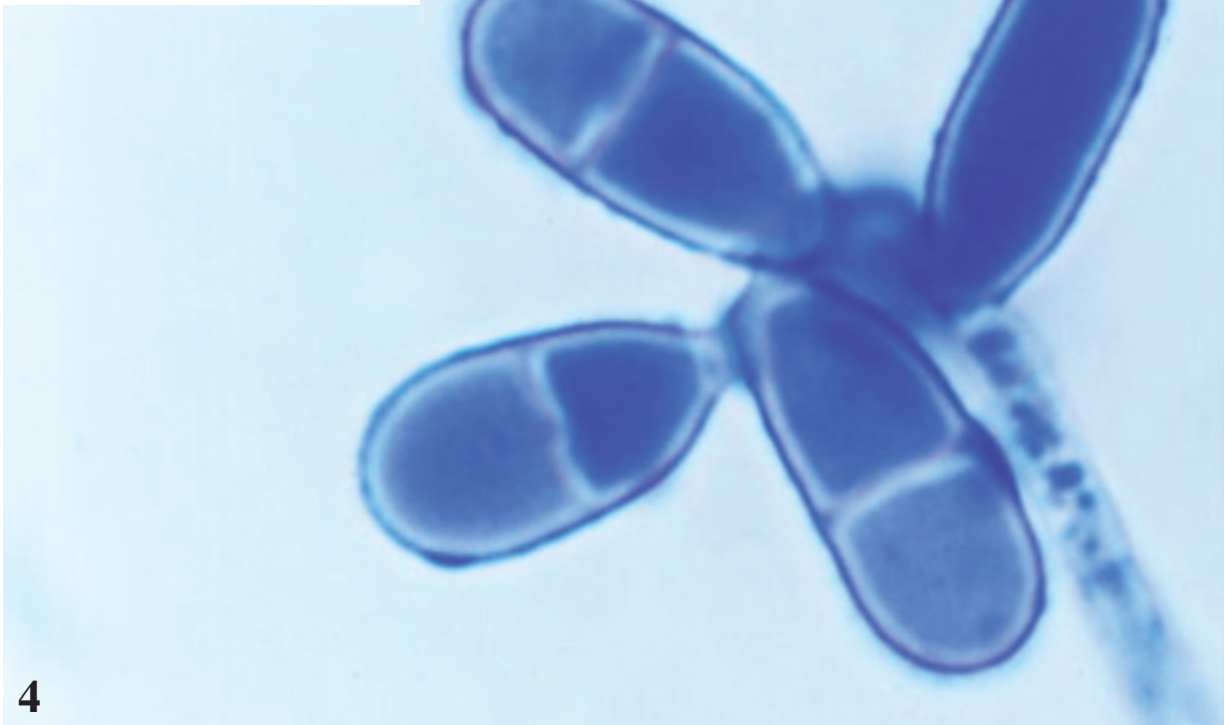
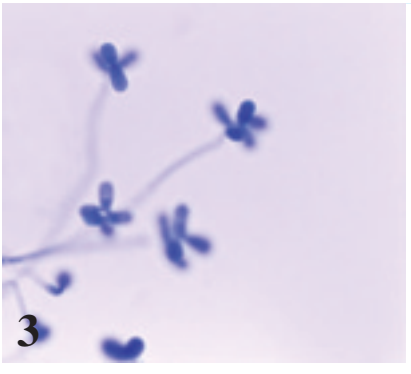
Les conidies, lisses, sont bicellulaires (une cloison transversale) et de grande taille (16 à 20 µm de long sur 8 à 12 µm de large). Elles sont formées selon le mode blastique régressif et sont donc disposées en grappes à l'extrémité du conidiophore.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Les *Trichothecium* sont des espèces saprophytes isolées du sol et de nombreux végétaux en décomposition. On ne leur connaît pas de pouvoir pathogène chez l'homme.

Sur le plan morphologique, la présence de conidies bicellulaires en massue peut prêter à confusion avec des macroconidies de *Microsporium* ou des spores de *Chrysosporium*. Parmi les *Microsporium*, il ne faut pas confondre avec les macroconidies de *M. nanum* qui restent solitaires alors que les conidies de *Trichothecium* sont disposées en grappes. De même, une confusion est possible avec certains *Chrysosporium* dont *C. keratinophilum*, mais chez ce dernier les conidies sont habituellement unicellulaires.



***Trichothecium roseum* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Spores bicellulaires disposées en grappe au sommet du conidiophore (3, objectif 10).

4, fort grossissement (objectif 100) montrant la disposition en zig-zag des spores liée à leur production sur le mode blastique régressif.

■ 4. LES DÉMATIÉS (OU PHAÉOHYPHOMYCÈTES) ET LES COELOMYCÈTES

4.1- Epidémiologie

Les Dématiés sont des moisissures issues du sol, de la terre ou de végétaux en décomposition. Ils sont parfois parasites de plantes et certains sont de véritables opportunistes chez l'homme.

Leur caractéristique commune est de produire des pigments de type mélanine qui imprègnent la paroi des filaments, d'où l'aspect foncé ou noir des colonies en culture et des filaments dans les tissus parasités.

4.2- Pouvoir pathogène

Certaines espèces de Dématiés sont adaptées au parasitisme et révèlent *in vivo* une morphologie parasitaire aisément reconnaissable, comme les cellules fumagoïdes des agents de chromomycose ou les grains noirs des mycétomes fongiques. Beaucoup en revanche ne montrent que des filaments mycéliens à paroi plus ou moins pigmentée, visibles à l'examen direct du prélèvement ou sur coupes anatomo-pathologiques, associés ou non à des éléments levuriformes. C'est dans cette dernière situation qu'Ajello a proposé le terme de phaéohyphomycoses pour désigner les mycoses superficielles ou profondes causées par ces champignons « noirs » appartenant le plus souvent au groupe des Dématiés. Parmi les espèces d'intérêt médical, citons :

- Le genre *Cladosporium* avec notamment *Cladosporium carrionii* qui est un des principaux agents de chromomycose. Son caractère opportuniste est par contre limité. *Cladosporium bantianum* est en revanche plus redoutable. Thermophile et neurotrophe, il détermine des abcès cérébraux au pronostic sombre.
- En France, c'est le genre *Alternaria* (*A. alternata*, *A. tenuissima*, ...) qui donne les phaéohyphomycoses les plus fréquentes. Les atteintes cutanées et sous-cutanées sont les plus nombreuses.
- Le genre *Phialophora* est plus rarement impliqué en France métropolitaine.
- Le genre *Exophiala*, avec *E. jeanselmei*, principale espèce incriminée dans des lésions sous-cutanées, est présent dans les pays tropicaux, mais aussi tempérés. Le champignon pénètre habituellement lors d'un traumatisme transcutané (éclat de bois, écharde, ...) et la rétention du végétal est un facteur prédominant dans le déclenchement des lésions. *Exophiala dermatitidis* s'avère aussi un redoutable Dématié. Jadis agent classique de chromomycose, il est de plus en plus incriminé dans des atteintes superficielles (consécutives à un traumatisme) ou profondes, notamment cérébrales, cardiaques et pulmonaires, chez l'immunodéprimé.

4.3- Caractères cultureux

Les phaéohyphomycètes se développent bien sur tous les milieux utilisés en mycologie. Leur croissance rapide est le plus souvent inhibée par le cycloheximide. Les températures

optimales de croissance sont comprises entre 25 et 30 °C. Seules quelques espèces isolées de prélèvements profonds poussent à 37 °C.

4.4- Morphologie microscopique

Les filaments végétatifs, initialement hyalins, brunissent en vieillissant, mais certains restent incolores. Ces champignons se reproduisent en général seulement sur le mode asexué, et l'organisation conidiogène varie selon les espèces. En outre, si les spores sont souvent foncées ou noires pour ces champignons, d'autres produisent des spores hyalines.

4.5- Genres et espèces présentés

- *Alternaria* sp.
- *Aureobasidium pullulans*
- *Bipolaris* sp.
- *Cladosporium* sp.
- *Curvularia* sp.
- *Exophiala* sp.
- *Phialophora* sp.
- *Scytalidium dimidiatum*
- *Ulocladium* sp.



Concernant les Coelomycètes, hormis *Nattrassia mangiferae*, synanamorphe de *Scytalidium dimidiatum*, peu d'espèces sont rencontrées à l'état parasitaire chez l'homme. Seul le genre *Phoma* sera abordé ici car produisant exclusivement des pycnides.

Alternaria

Nees ex Friess (1816)

■ Caractères cultureux

Les colonies sont de croissance rapide sur milieu de Sabouraud à 25-30 °C.

La croissance est habituellement inhibée à 37 °C, comme en présence de cycloheximide.

La colonie, blanc-gris au départ, devient rapidement foncée (vert foncé à noire) au recto comme au verso.

La texture est duveteuse à laineuse.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont ramifiés et tardivement certains filaments sont pigmentés en brun. Les conidiophores sont cloisonnés, bruns, septés, simples ou ramifiés, plus ou moins droits ou flexueux (géniculés).

Les conidies ou porospores sont brunes, pluricellulaires, d'aspect piriforme ou ovoïde, avec une partie basale arrondie et une extrémité apicale allongée en bec plus ou moins important. Ce sont des dictyospores. A maturité, elles présentent à la fois des cloisons transversales, obliques ou longitudinales. Ces spores à paroi lisse ou verruqueuse et de taille importante (50-100 µm x 3-16 µm), sont souvent disposées en chaînes.

En l'absence de bec marqué, c'est la disposition en chaînes des dictyospores qui caractérise le genre *Alternaria*.

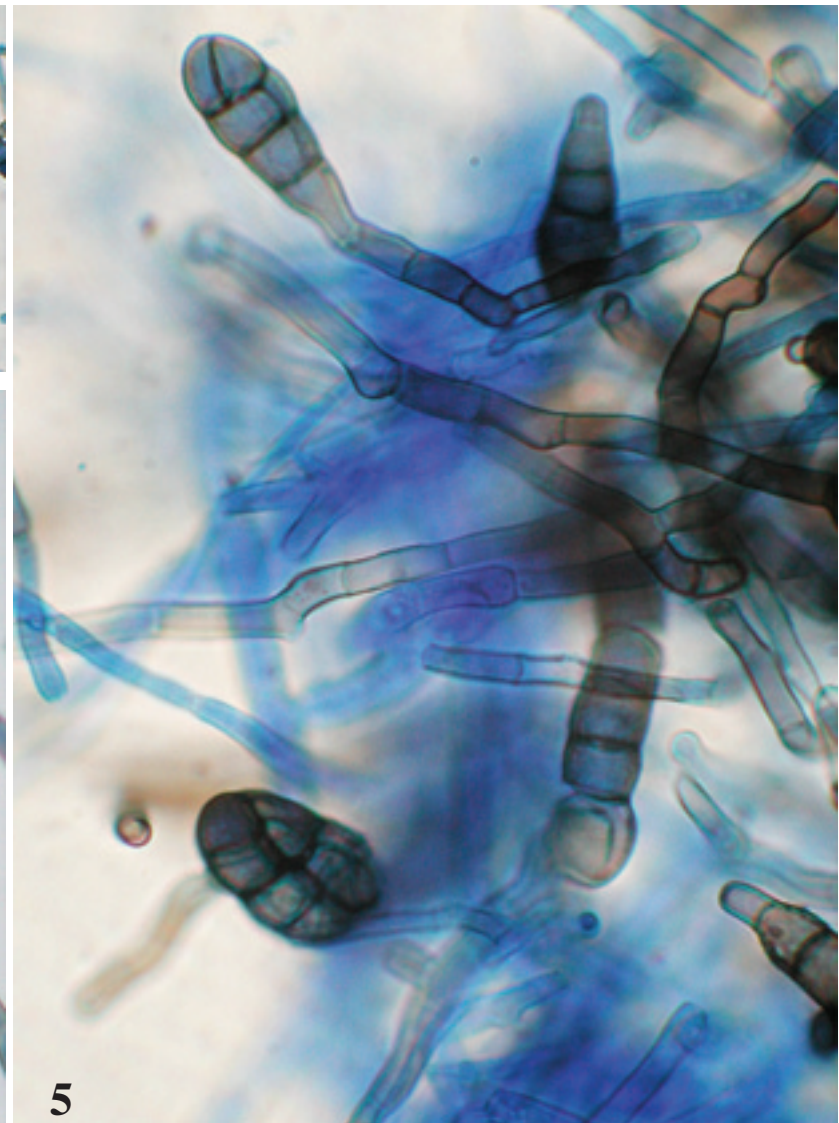
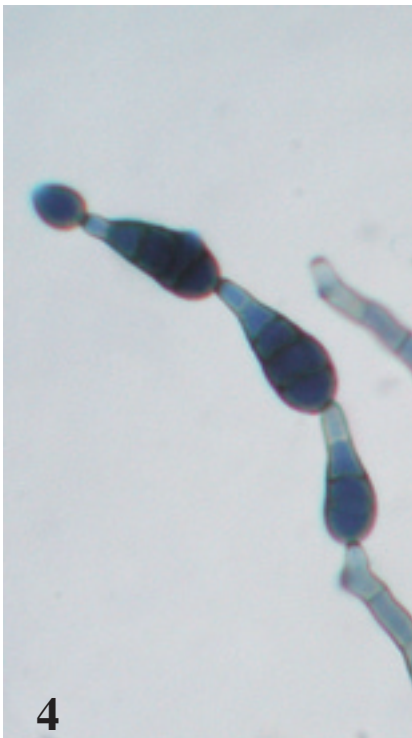
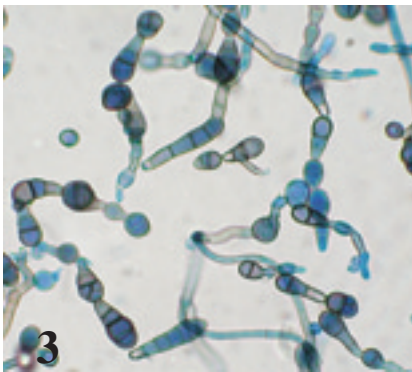
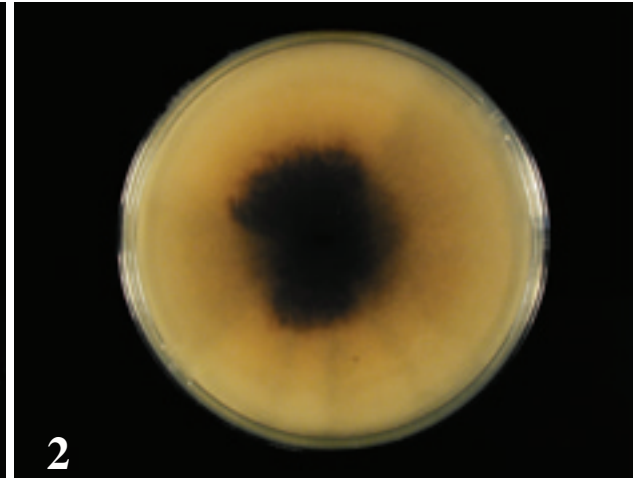
➤ Reproduction sexuée

Les formes sexuées, rarement rencontrées, sont des Ascomycètes.

■ Commentaires

Les *Alternaria* sont des saprophytes ou des parasites de plantes très répandus. Chez l'immunodéprimé, ils sont impliqués dans des lésions de phaeohyphomycoses cutanées ou sous-cutanées, plus rarement profondes (sinusites). Ce sont très rarement des agents d'onychomycoses.

Sur le plan morphologique, ils se distinguent des *Ulocladium* dont les conidies sont ovoïdes, dépourvues de bec et presque toujours solitaires, des *Curvularia* qui produisent des conidies toujours solitaires, pluricellulaires et cloisonnées seulement transversalement, et des *Stemphylium* dont les conidies naissent à l'extrémité de conidiophores renflés à leur extrémité.



***Alternaria* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Dictyospores brunes visualisées à l'objectif 10 (3), 40 (4) et 100 (5). Elles sont disposées en courtes chaînes et présentent un bec plus ou moins marqué.

Aureobasidium pullulans

Viala et Boyer (1891)

■ Caractères cultureux

Colonies à croissance rapide sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide.

L'optimum de croissance est de 22-25 °C, et le champignon est inhibé à 37 °C.

La texture des colonies est mucoïde ; elles sont de couleur rose pâle au départ devenant brunes à noires avec l'âge.

Le revers est incolore.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont hyalins au départ, devenant brun foncé avec l'âge. Certains filaments (produisant des arthroconidies et des chlamydo-spores) sont plus épais et bien foncés.

Ce champignon produit 2 types de spores : les unes petites, incolores (hyalines), se développant en grappe de façon synchrone à partir de cellules conidiogènes peu différenciées, intégrées dans les filaments ou disposées en position terminale, les autres plus grandes produites sur le mode thalique arthrique (arthroconidies), uni ou bicellulaires, devenant rapidement foncées.

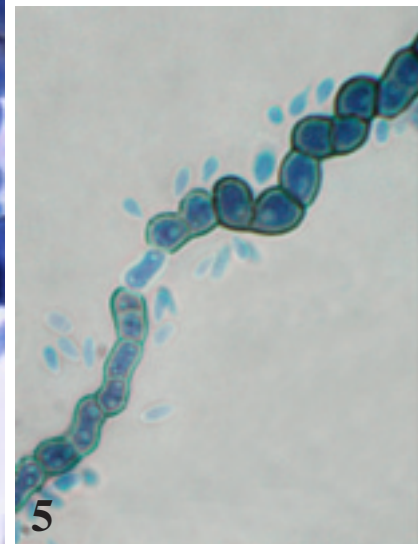
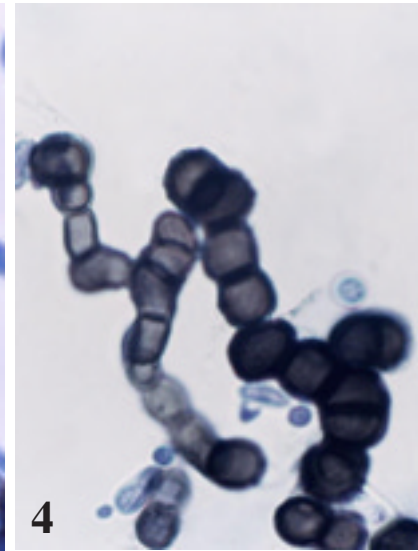
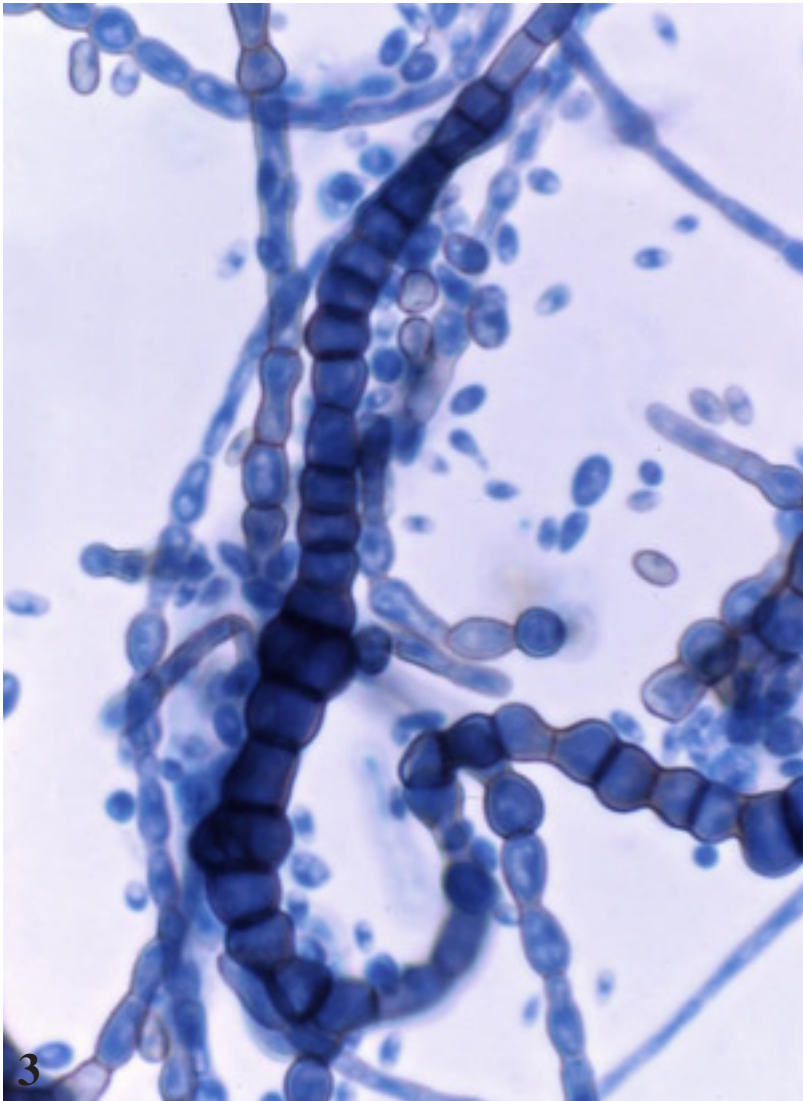
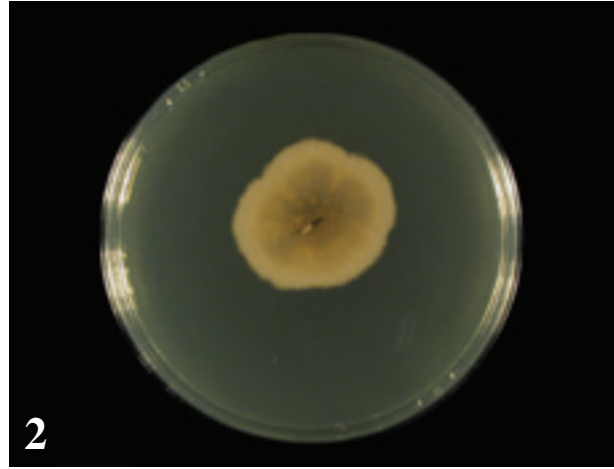
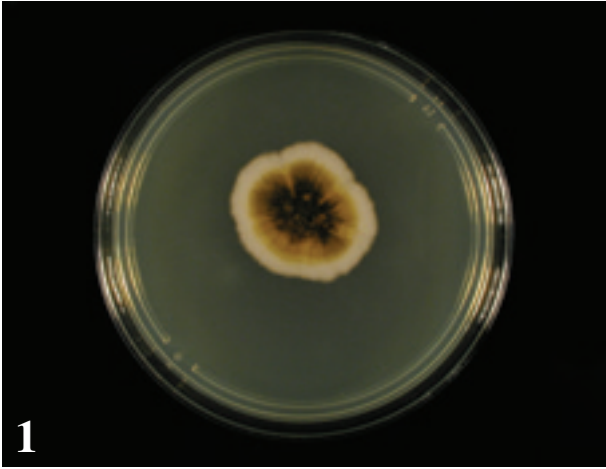
➤ Reproduction sexuée

Rarement observée en pratique, la forme sexuée appartient au genre *Polyspora* (Ascomycètes, Dothidéales).

■ Commentaires

Les *Aureobasidium* sont des saprophytes ou parasites des végétaux (feuilles) parfois incriminés chez l'homme comme agents de phaéohyphomycoses cutanées ou sous-cutanées (lésions verruqueuses). Ils sont également responsables de kératites et de lésions profondes chez l'immunodéprimé.

Sur le plan morphologique, ils sont très proches des espèces du genre *Hormonema* (*H. dematioides*), mais les blastospores chez *Aureobasidium* sont produites de façon synchrone et disposées en grappe, alors qu'elles sont produites de façon successive à partir d'arthroconidies hyalines ou pigmentées chez *H. dematioides*.



***Aureobasidium pullulans* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Filaments hyalins, devenant brun foncé et produisant des arthroconidies ou des chlamydospores (3 et 4, objectif 40). Conidies unicellulaires, hyalines, formées à partir de cellules conidiogènes intégrées dans les filaments (5, objectif 20).

Bipolaris

Shoemaker (1959)

Espèce type : *Bipolaris australiensis*

■ Caractères cultureux

Colonies à croissance rapide sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide.

L'optimum thermique est de 22-25 °C.

Les colonies sont duveteuses, de couleur blanchâtre devenant brun foncé à noire, avec un verso foncé.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, deviennent rapidement brun foncé.

Les conidiophores, simples, sont bruns, géniculés, à croissance sympodiale.

Les conidies (porospores) naissent de part et d'autre de la partie terminale du conidiophore. Elles sont oblongues en fuseau, et pluricellulaires. Cloisonnées seulement transversalement, elles comprennent de 3 à 6 cellules et mesurent 14 à 40 µm de long sur 6 à 11 µm de large. A la suite de leur libération, on observe une petite protubérance à leur base.

Certaines conidies émettent des tubes germinatifs qui naissent à partir des deux cellules terminales, et s'allongent dans l'axe de la spore.

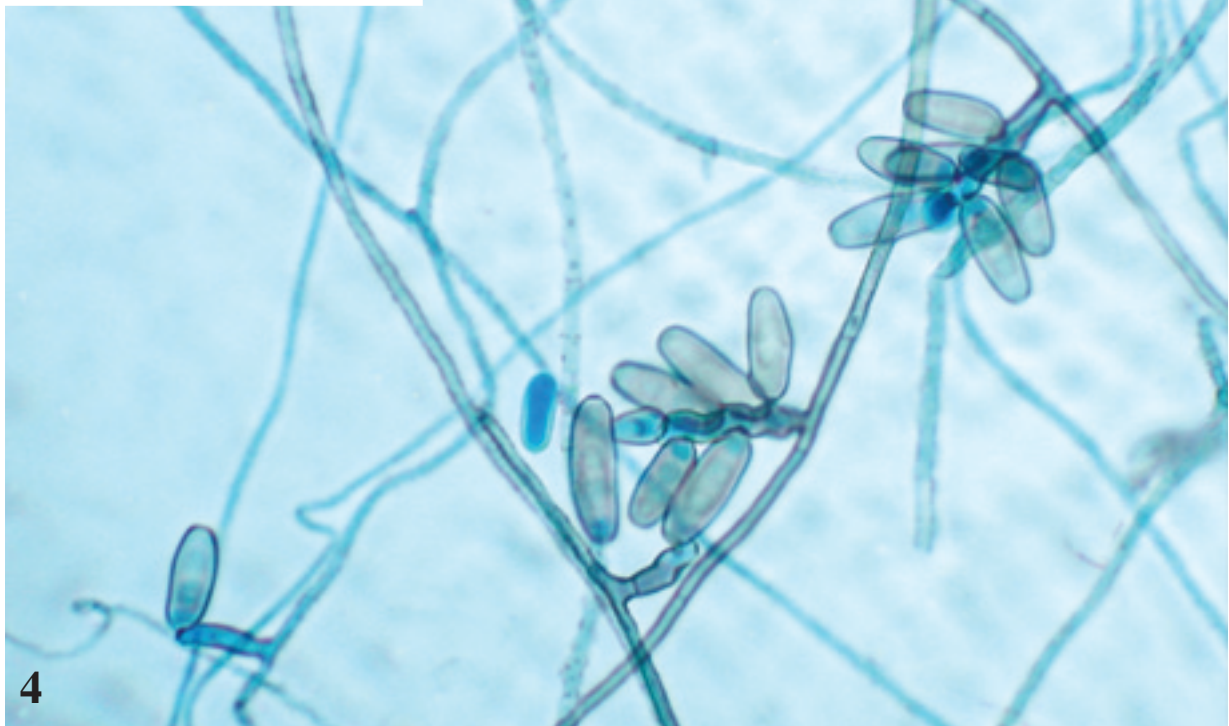
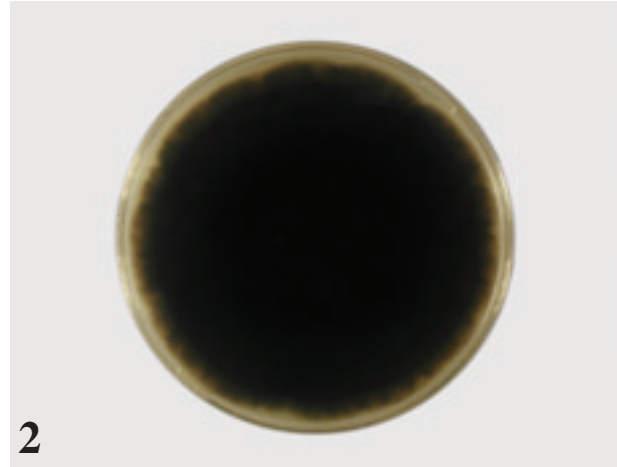
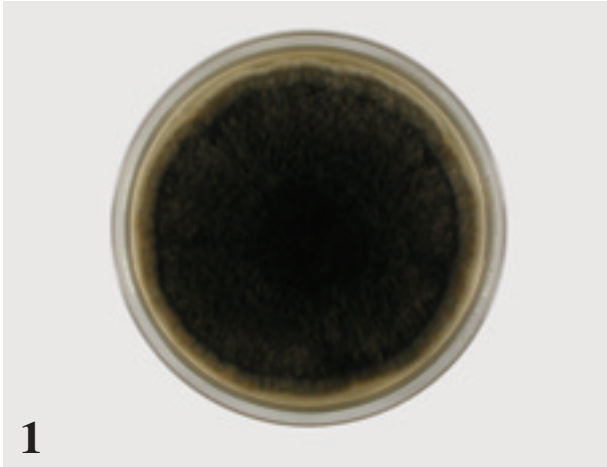
➤ Reproduction sexuée

Rarement observée en pratique, la forme sexuée est appelée *Cochliobolus australiensis* (Ascomycètes, Dothidéales).

■ Commentaires

Les *Bipolaris* sont des saprophytes des zones tempérées ou tropicales pouvant parasiter les Graminées. Chez l'homme, ils peuvent être à l'origine de phaéohyphomycoses superficielles (kératites) ou profondes (sinusites, péritonites, endocardites, ostéomyélites, méningo-encéphalites).

Sur le plan morphologique, les *Bipolaris* se distinguent des *Exserohilum*. Ces derniers ont une cicatrice hilare très protubérante à la base de la conidie. Les *Drechslera* sont eux aussi proches des *Bipolaris*, mais ils produisent des tubes germinatifs à partir de n'importe quelle cellule de la conidie, perpendiculairement à son axe.



***Bipolaris* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Spores pluricellulaires oblongues cloisonnées transversalement (3 et 4, objectif 40).

Notez la disposition en grappe des spores et l'aspect géciculé du conidiophore (4).

Certaines spores émettent un tube germinatif à partir des cellules terminales (3)

Cladosporium

Link (1815)

■ Caractères cultureux

Les *Cladosporium* ont une croissance lente à modérément rapide sur tous les milieux de mycologie. Ils ne sont pas inhibés par le cycloheximide.

Ils ne poussent généralement qu'à 20-25 °C, mais certaines espèces comme *C. carrionii* et *C. bantianum* sont thermophiles.

Les colonies ont une texture veloutée ou floconneuse, parfois poudreuse.

La couleur va du vert olive au brun noir très foncé, et le revers est brun noir.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont pigmentés. Ils produisent des conidiophores (encore plus foncés) de longueur variable.

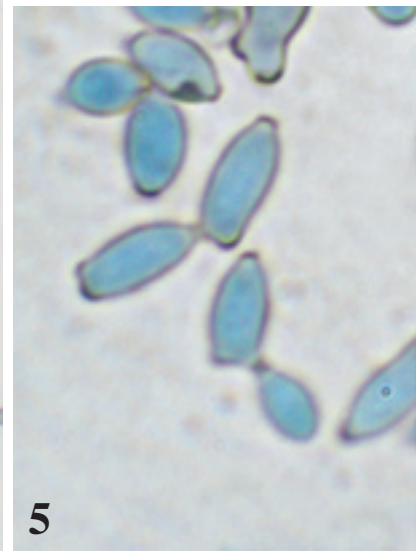
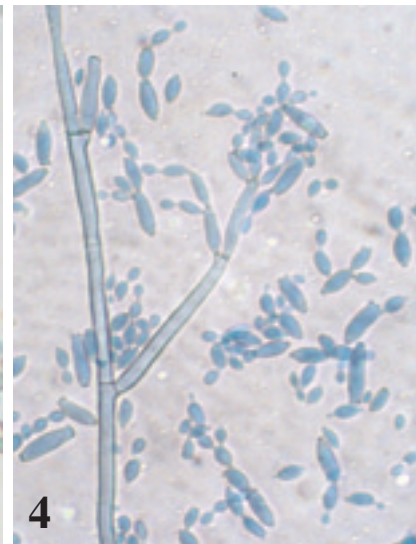
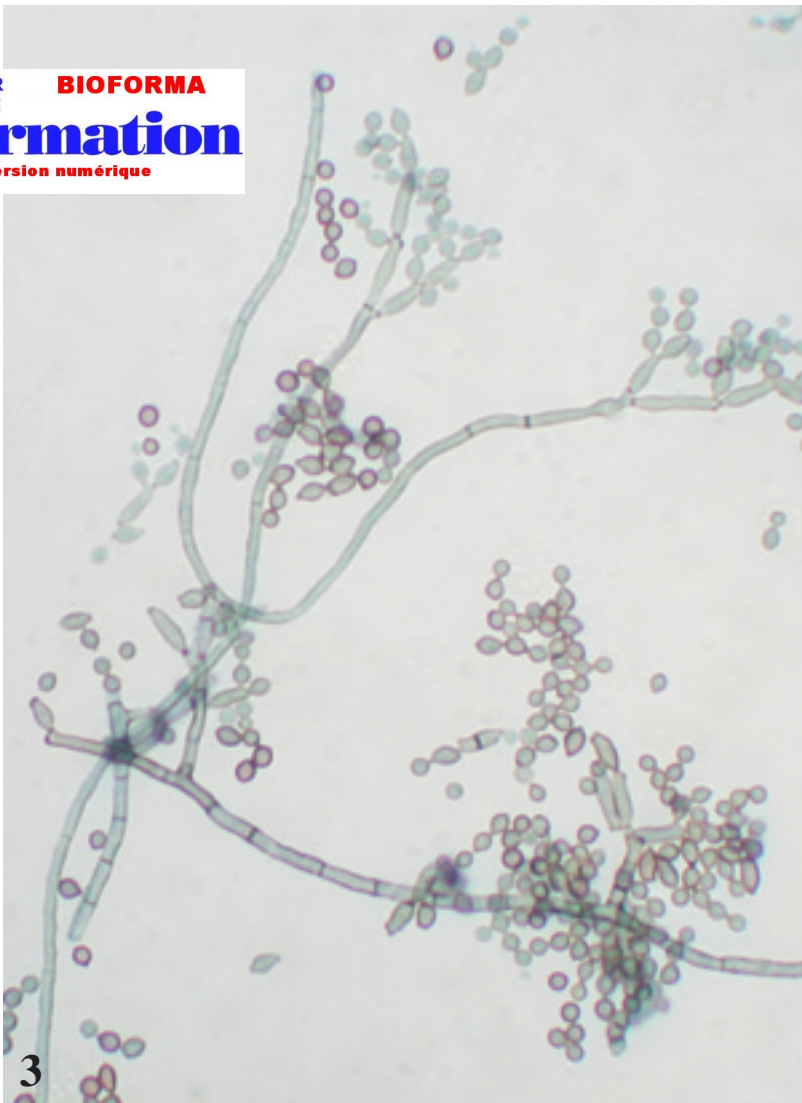
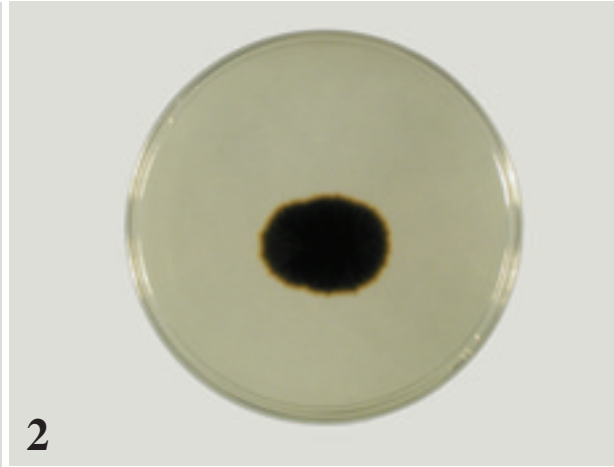
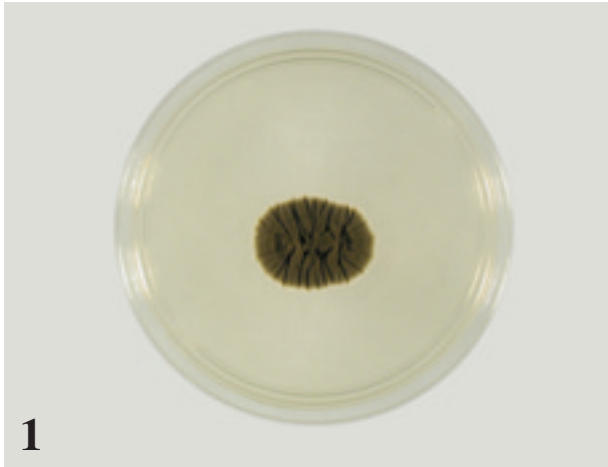
Les premières conidies formées à l'extrémité des conidiophores sont de grande taille, uni ou pluricellulaires ; les suivantes sont plus petites et unicellulaires. L'ensemble forme de longues chaînes acropètes, ramifiées, réalisant des arbuscules fragiles qui se dissocient lors du montage. La paroi des conidies, de forme généralement elliptique à cylindrique, est lisse ou finement verruqueuse et présente souvent aux extrémités des cicatrices de bourgeonnement ou de libération.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Les *Cladosporium* sont largement retrouvés dans le sol et sur de nombreux végétaux. Ils sont souvent isolés de l'air ambiant, et de ce fait ce sont de fréquents contaminants de laboratoire.

Certaines espèces sont cependant incriminées dans des lésions humaines. *Cladosporium carrionii*, rebaptisé *Cladophialophora carrionii*, est le principal agent de la chromomycose. *Cladosporium bantianum*, rebaptisé *Cladophialophora bantiana*, thermophile, est un redoutable pathogène du système nerveux central. Enfin, d'autres espèces comme *Cladosporium cladosporioides* et *C. sphaerospermum* sont des agents occasionnels de phaeohyphomycoses opportunistes.



***Cladosporium* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Blastospores uni ou pluricellulaires disposées en chaînes acropètes (3 et 4, objectif 10). Certaines spores présentent des renforcements de coloration à leurs extrémités correspondant aux cicatrices de bourgeonnement ou de libération (5, objectif 100).

Curvularia

Boedijn (1933)

Espèce type : *Curvularia lunata*

■ Caractères cultureux

Colonies à croissance rapide sur milieu de Sabouraud à 25 °C sans cycloheximide.

Leur texture est laineuse, de couleur blanche au départ, puis brun olive.

Le verso est foncé.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont rapidement foncés. Les conidiophores sont bruns, simples ou ramifiés, géniculés à leur extrémité.

Les conidies (porospores) sont brunes, pluricellulaires et légèrement incurvées. Cloisonnées seulement transversalement, elles comprennent plusieurs cellules dont une centrale plus grosse et très pigmentée.

➤ Reproduction sexuée

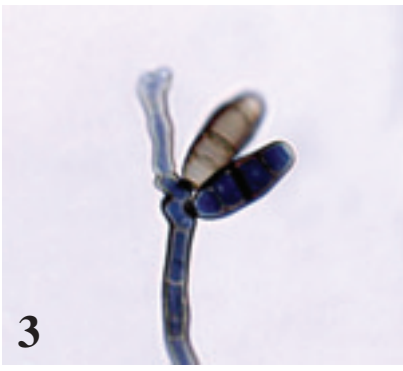
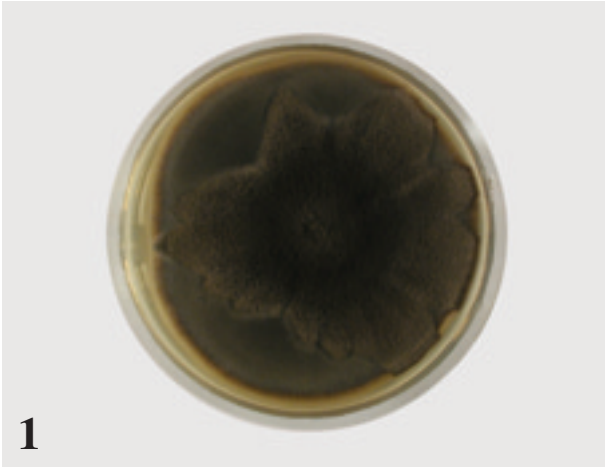
Rarement observée en pratique, la forme sexuée est appelée *Cochliobolus lunatus* (Ascomycètes, Dothidéales).

■ Commentaires

Les *Curvularia* sont des espèces cosmopolites, saprophytes ou parasites facultatifs de plantes.

Ils peuvent être responsables de lésions de phaeohyphomycoses chez l'homme aussi bien chez le sujet sain que chez le sujet immunodéprimé. On décrit des kératites, des sinusites, des pneumonies, des endocardites et des abcès cérébraux.

Sur le plan morphologique, ils se distinguent des *Alternaria* par leurs conidies pluricellulaires à cloisons seulement transversales, légèrement incurvées avec leur cellule centrale plus volumineuse et très foncée.



***Curvularia* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Conidies pluricellulaires, cloisonnées transversalement, disposées en grappes au sommet d'un conidiophore à aspect géniculé (3, objectif 10). Les spores brunes, légèrement incurvées, présentent une cellule centrale plus grosse (4, objectif 40).

Exophiala

Carmichael (1966)

■ Caractères cultureux

Colonies à croissance lente sur milieu de Sabouraud à 25 °C. Les espèces isolées en pathologie humaine poussent à 37 °C et parfois au-delà, donnant alors des colonies d'aspect levuriforme. Les cultures sont habituellement inhibées par le cycloheximide.

La texture des colonies est en général mucoïde devenant veloutée.

La couleur est brun foncé à noire, et le verso est foncé.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont brun pâle, mais au début des cultures prédominent des petites levures uni ou bicellulaires.

Sur les filaments naissent des petites annellides cylindriques ou légèrement gonflées avec une extrémité effilée. Ces cellules conidiogènes sont peu différenciées des filaments végétatifs. Elles produisent des conidies hyalines ou brun pâle, ovales à cylindriques, uni ou bicellulaires, s'accumulant à l'extrémité des annellides ou glissant parfois le long des annellides à partir de leur sommet.

➤ Reproduction sexuée

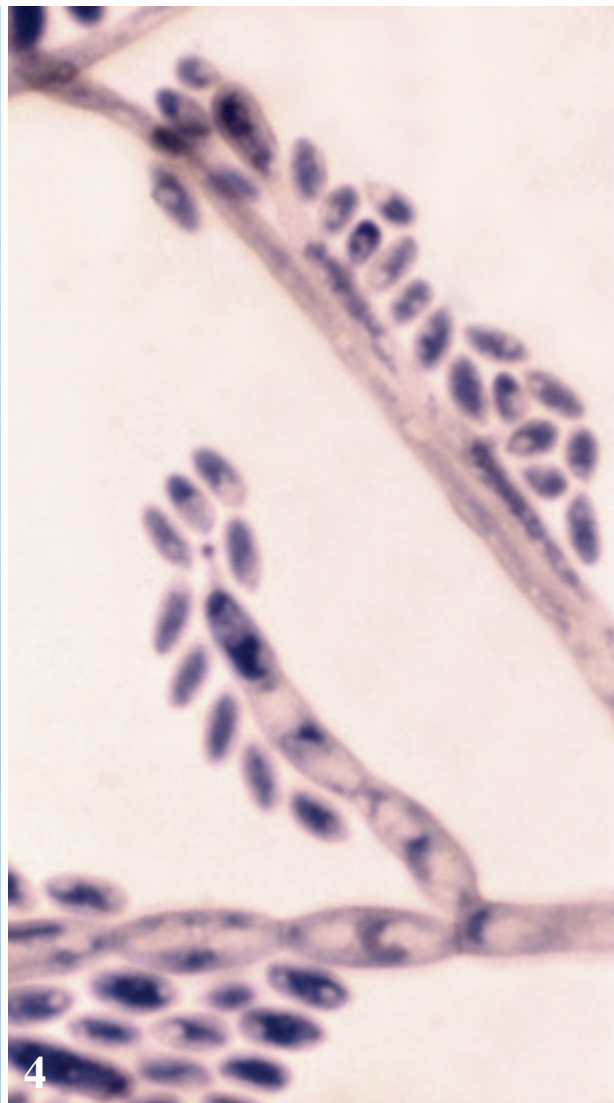
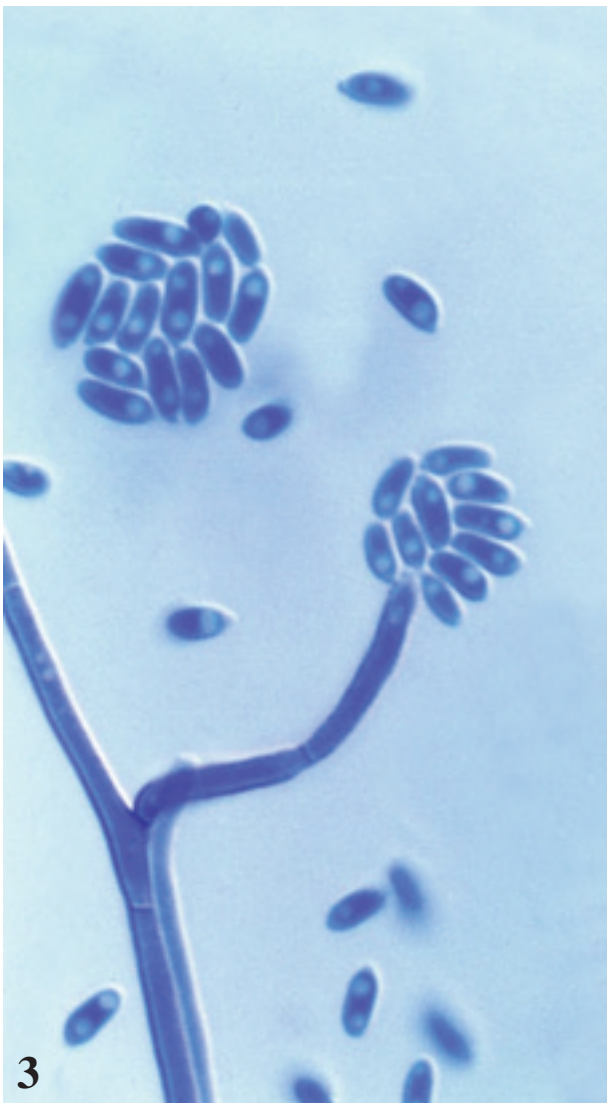
Rarement observée, la forme sexuée appartient au genre *Capronia* (Ascomycètes, Dothidéales).

■ Commentaires

Les *Exophiala* sont des saprophytes du sol, des bois en décomposition. Certaines espèces sont rencontrées en pathologie humaine. *Exophiala werneckii* est l'agent de la Tinea nigra des régions tropicales. D'autres sont incriminées dans des lésions de mycétomes ou de phaeohyphomycoses sous-cutanées et profondes comme *E. jeanselmei*.

Sur un plan morphologique, ils sont à distinguer des *Phialophora*. Ces derniers produisent des phialides (et non des annellides) dont l'extrémité apicale se termine par une collerette plus ou moins marquée.

Exophiala spinifera diffère de *E. jeanselmei* (principale espèce d'importance médicale) par ses annellides allongées en forme d'épines, posées sur des conidiophores cloisonnés.



***Exophiala* sp. :**

Cultures âgées de 8 jours sur gélose de Sabouraud à 37 °C (1) et sur gélose au malt à 25 °C (2).

Conidies unicellulaires, hyalines et cylindriques, s'accumulant au sommet d'annellides cylindriques à extrémité effilée ou glissant le long de leur paroi (3 et 4, objectif 100).

Phialophora

Medlar (1915)

CAHIER
DE
Formation
version numérique

■ Caractères cultureux

Champignons à croissance lente sur milieu de Sabouraud, inhibée par le cycloheximide. L'optimum de croissance est de 20-25 °C.

Les colonies ont une texture veloutée à laineuse, de couleur gris foncé, brun olive à noire, parfois rosâtre.

Le revers est noir.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes septés, hyalins à bruns, portent des phialides solitaires (directement insérées sur les hyphes) ou bien groupées sur de courts conidiophores parfois ramifiés.

Les phialides sont en forme de bouteille, ou cylindriques, soulignées à leur extrémité apicale par une collerette plus ou moins marquée selon les espèces.

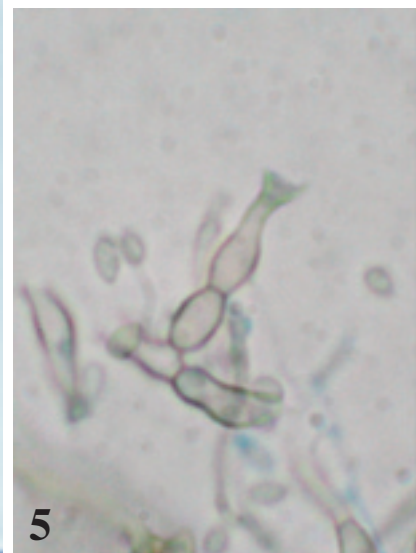
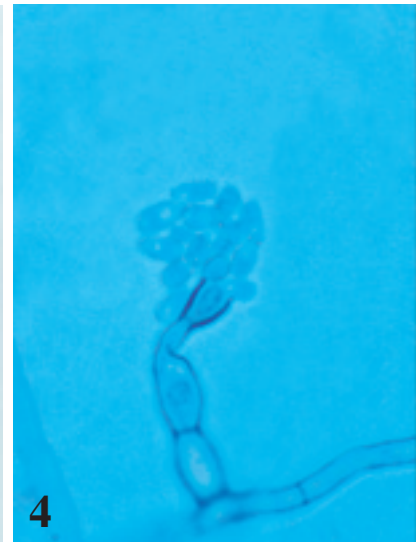
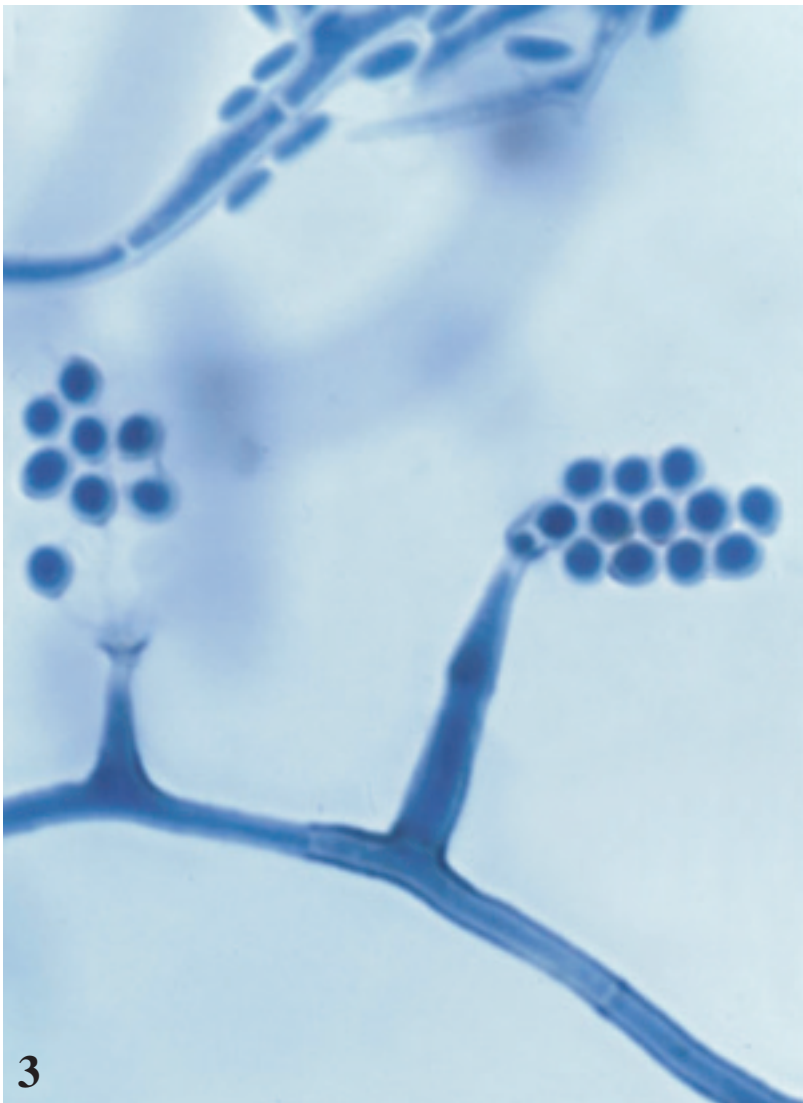
Les conidies sont globuleuses à elliptiques, hyalines ou fortement noirâtres, unicellulaires et lisses. Elles s'accumulent typiquement en amas à l'extrémité des phialides.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Les *Phialophora* sont des saprophytes de l'environnement habituellement isolés du bois en décomposition. Certaines espèces sont incriminées en pathologie humaine (comme *P. verrucosa*, agent des chromomycoses). D'autres sont responsables, en particulier chez l'immunodéprimé, de phaéohyphomycoses sous-cutanées (kystes) ou profondes (arthrites, ostéomyélites, ...).

Sur le plan morphologique, les *Phialophora* se différencient des *Exophiala* par leurs phialides à collerette tandis que chez les *Exophiala*, l'extrémité des cellules conidiogènes (annellides) est effilée.



***Phialophora* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Conidies unicellulaires, hyalines, disposées en amas à l'extrémité de phialides à collerette (3-5, objectif 100). Les phialides cylindriques (3) ou en forme de bouteille (4 et 5) sont insérées directement sur les hyphes, septés, hyalins à bruns.

Scytalidium dimidiatum

(Penz) Sutton et Dyko (1989)

■ Caractères cultureux

Ce champignon pousse bien sur milieu de Sabouraud à 25 °C sans cycloheximide. La croissance est cependant plus rapide à 37 °C.

Il produit des colonies extensives, duveteuses ou floconneuses, aériennes, grises au départ devenant noirâtres ensuite.

Au verso, les colonies sont foncées avec un pigment noir diffusible.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont de deux types : certains sont hyalins, étroits, de 2 à 3 µm de diamètre, alors que d'autres, plus larges, ont une paroi épaisse et pigmentée. Ces derniers produisent des arthrospores uni ou bicellulaires, rectangulaires ou en forme de tonnelet (de 4 à 16 µm de long sur 8 µm de large environ).

Parfois on obtient des pycnides de 200 à 300 µm de diamètre, surtout à partir de cultures anciennes (6 à 8 semaines) exposées aux rayons UV. A maturité, ces pycnides produisent des spores hyalines ou brunes, uni ou bicellulaires de 4 à 6 µm de long sur 3 à 5 µm de large. Lorsque les pycnides sont présentes, le champignon prend le nom de *Nattrassia mangiferae*.

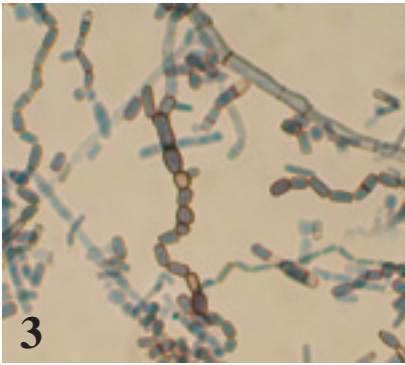
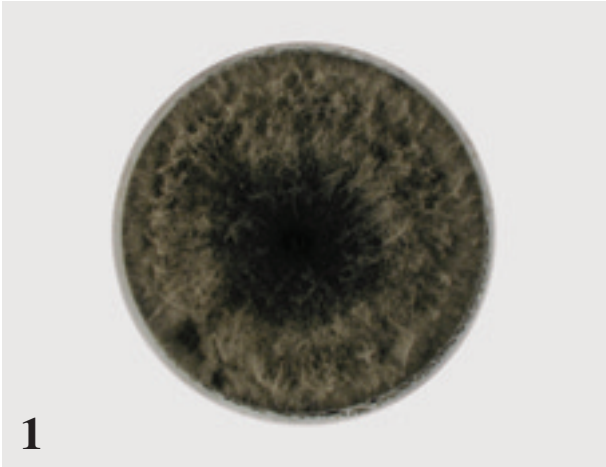
➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

S. dimidiatum est un parasite de plantes et d'arbres fruitiers, très fréquent dans les régions tropicales ou subtropicales, et absent en zone tempérée.

L'atteinte clinique chez l'homme est superficielle (peau, ongles, ...). Les lésions simulent une dermatophytie (d'où l'appellation parfois donnée à cette espèce de pseudodermatophyte). Elles siègent surtout au niveau des pieds, espaces interdigitaux, ongles (onyxis) et plantes des pieds (hyperkératose plantaire), plus rarement au niveau des mains. Les patients vus en France sont surtout originaires d'Afrique noire ou des Antilles.

Le diagnostic est habituellement aisé par l'aspect des filaments végétatifs épais se dissociant en arthrospores. Il existe un variant blanc non pigmenté appelé *Scytalidium hyalinum*.



***Scytalidium dimidiatum* :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Hyphes hyalins étroits et hyphes plus larges fortement pigmentés se dissociant en arthrospores uni ou bicellulaires, rectangulaires ou en forme de tonnelet (3, objectif 10 et 4, objectif 100).

Ulocladium

Preuss (1851)

■ Caractères cultureux

Champignons à croissance modérément rapide sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide. L'optimum de croissance est 25 °C.

Les colonies présentent une texture laineuse, duveteuse à poudreuse.

La couleur est brun olive à noire et le recto est noir.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Des hyphes septés, bruns, naissent de courts conidiophores septés, non ramifiés, fortement géniculés.

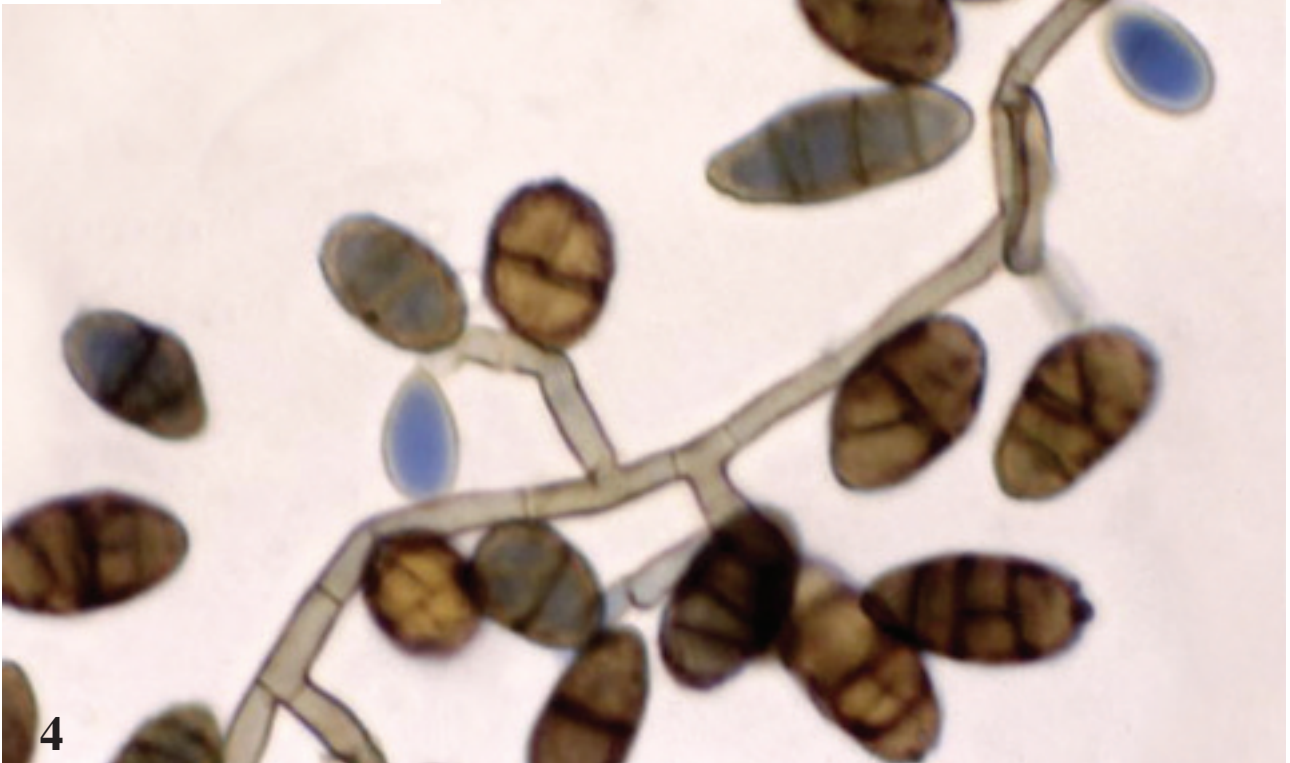
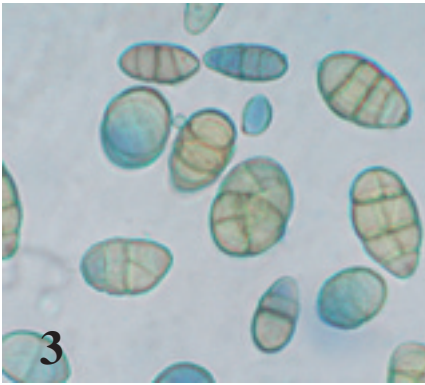
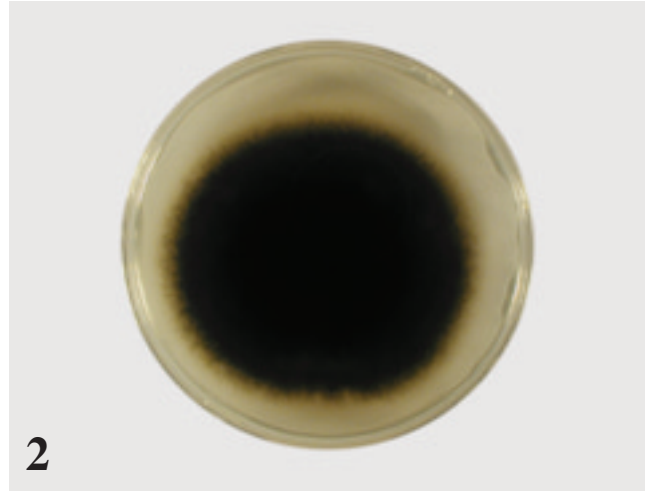
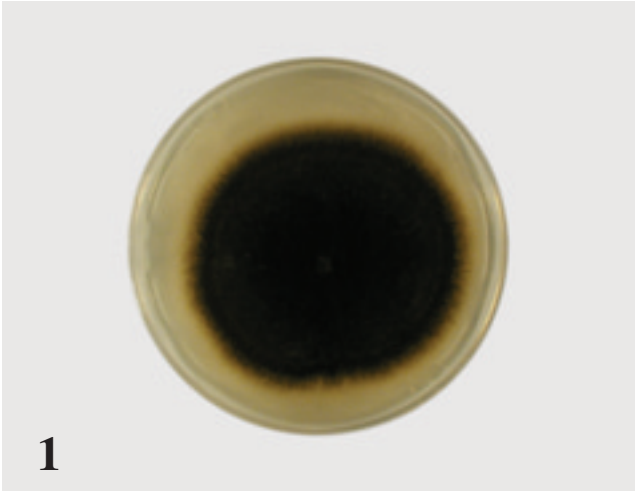
Les conidies (ou porospores) sont brunes, ovoïdes, à paroi lisse ou rugueuse. Produites isolément (rarement en chaînes), elles mesurent 13 à 30 µm de long sur 6 à 19 µm de large et sont cloisonnées à la fois longitudinalement et transversalement (dictyospores). Elles sont plus larges à la partie distale qu'à la partie proximale où se trouve la cicatrice de libération.

➤ Pas de reproduction sexuée connue

■ Commentaires

Les *Ulocladium* sont des saprophytes cosmopolites isolés de nombreux végétaux. Ils sont très rarement isolés de lésions de phaeohyphomycoses.

Sur le plan morphologique, ils se distinguent des *Alternaria* par des conidiophores courts fortement géniculés, des conidies sans bec et presque toujours solitaires. Ils se différencient, par ailleurs, des *Curvularia* et des *Bipolaris* par leurs conidies cloisonnées dans les deux sens (dictyospores).



***Ulocladium* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 8 jours (1 et 2).

Dictyospores ovoïdes, plus larges à la partie distale qu'à la partie proximale (3, objectif 20). Ces spores d'abord hyalines, puis brunes, sont produites isolément sur de courts conidiophores fortement géniculés (4, objectif 40).

Phoma

Saccardo (1880)

■ Caractères cultureux

Champignons à croissance rapide et extensive sur milieu de Sabouraud sans cycloheximide.

Les colonies présentent une texture glabre initialement, puis duveteuse et enfin poudreuse.

La couleur passe du gris olive au brun rosé.

Le revers est brun foncé. Chez certaines espèces on observe parfois un pigment brun rouge diffusant dans la gélose.

Au bout d'une quinzaine de jours de culture, on peut observer à l'œil nu de petits grains foncés à la surface des colonies.

■ Morphologie microscopique

➤ Multiplication végétative

Les hyphes, septés, sont d'abord hyalins, puis bruns.

Les pycnides sont les seuls organes de fructification. Ce sont des éléments arrondis ou piriformes (visibles en surface des colonies), bruns à noirs, avec un orifice (ostiole). En cassant la pycnide, on observe les conidies hyalines, d'allure cylindrique, unicellulaires de 3 à 5 µm de long sur 2 à 3 µm de large. Elles sont produites sur de courtes phialides difficiles à observer à l'intérieur des pycnides.

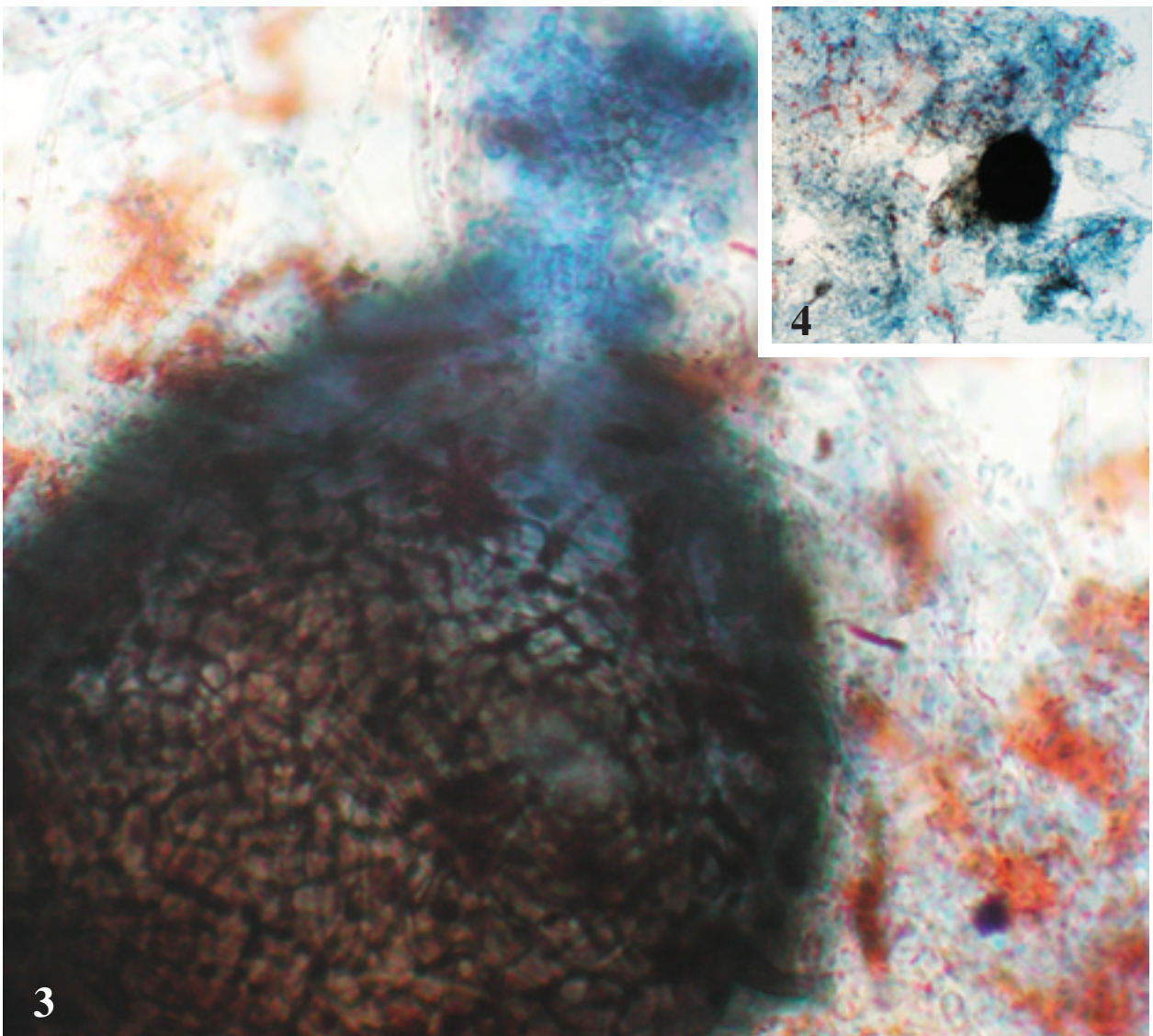
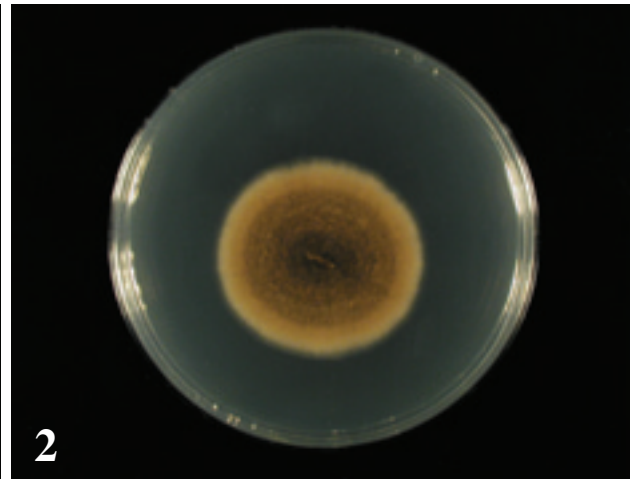
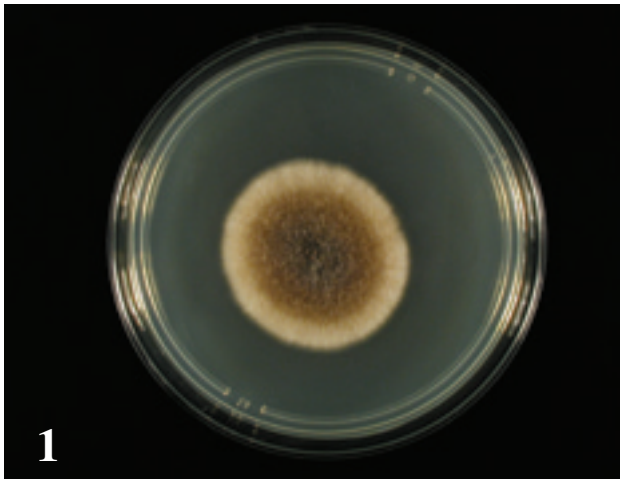
➤ Reproduction sexuée

Les formes sexuées appartiennent au genre *Pleospora* (Ascomycètes, Dothidéales).

■ Commentaires

Les *Phoma* sont des Coelomycètes saprophytes ou des parasites de végétaux colonisant de nombreux substrats. Ils sont rarement impliqués en pathologie humaine. Quelques cas de phaéohyphomycoses sous-cutanées ont été observés.

Sur le plan morphologique, la confusion peut se produire avec les Ascomycètes produisant en culture des ascocarpes (cléistothèces, périthèces) comme les *Chaetomium* et *Pseudallescheria boydii*.



***Phoma* sp. :**

Culture sur gélose de Sabouraud âgée de 15 jours (1 et 2).

Pycnides visualisées à l'objectif 5 (4) et 20 (3), libérant des conidies cylindriques, hyalines, de petite taille.

■ 5. DÉMARCHE DIAGNOSTIQUE AU LABORATOIRE

5.1- Prélèvements

Squames, ongles, cheveux, fragments de biopsies, sécrétions, produits d'expectorations, de lavages et autres liquides biologiques.

5.2- Examen direct

L'utilisation d'un éclaircissant facilite souvent la visualisation des éléments fongiques pour les prélèvements de peau ou de phanères.

5.3- Culture

Les produits pathologiques sont déposés sur le milieu de culture en plusieurs points distincts et enfoncés légèrement dans la gélose. Outre un ensemencement plus aisé, l'utilisation de géloses en boîtes de Pétri facilite l'isolement de l'agent pathogène et les montages à partir des colonies obtenues (Figure 13). Des repiquages sur milieux spéciaux sont parfois nécessaires pour favoriser la conidiogénèse et la pigmentation.

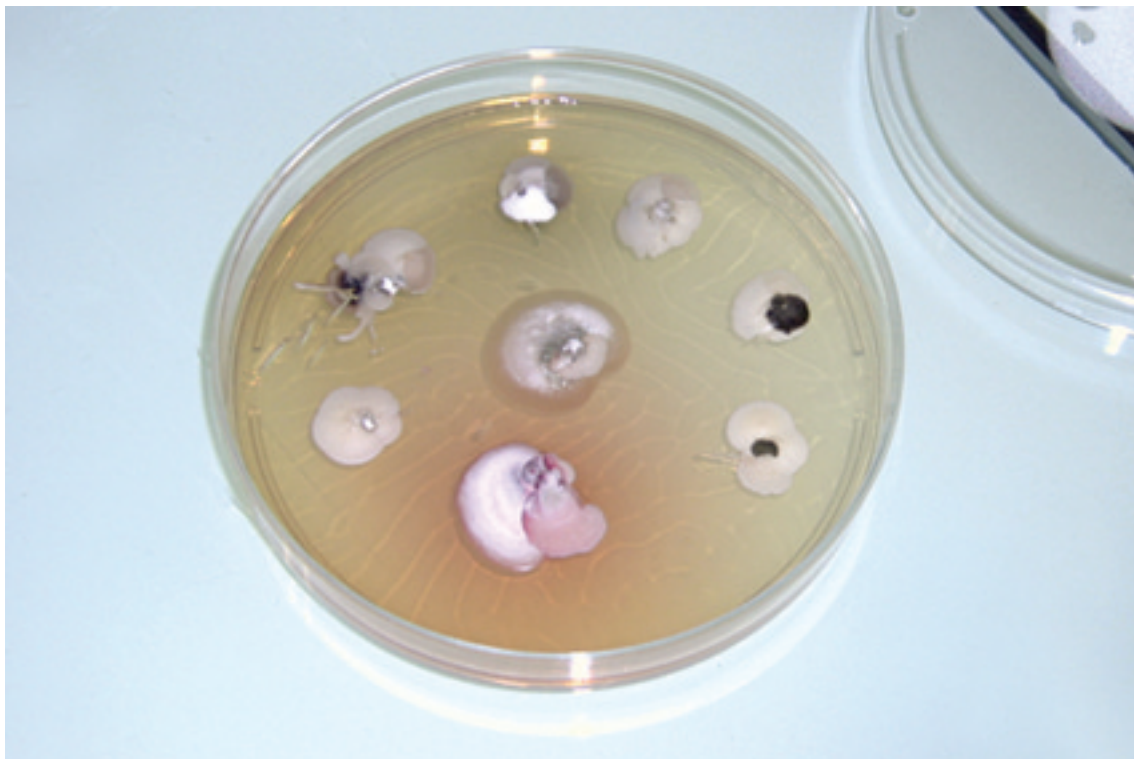


Figure 13 : Culture sur gélose en boîte de Pétri.

5.4- Incubation

Habituellement à 22-25 °C pour les prélèvements de peau ou de phanères, à 37 °C pour les prélèvements issus des liquides biologiques et des tissus profonds.

5.5- Examen des colonies fongiques

a - Avec un vaccinostyle

Un fragment de la colonie est prélevé avec un peu de gélose à l'aide d'un vaccinostyle et déposé sur une lame porte-objet dans une goutte de colorant (bleu coton, bleu à l'eau, ...). Il est ensuite dissocié, puis recouvert d'une lamelle couvre-objet qui écrase la préparation.

b - Avec un morceau de cellophane adhésive transparente ou scotch

Un petit morceau de scotch est appliqué par sa face collante sur la colonie à l'aide d'une pince (Figure 14), puis déposé sur une goutte de bleu coton sur une lame porte-objet. Une deuxième goutte (plus réduite) est alors déposée sur la face supérieure du scotch qui est ensuite recouvert d'une lamelle couvre-objet. Il convient d'éliminer l'excès de colorant autour de la lamelle avec une feuille de papier buvard.

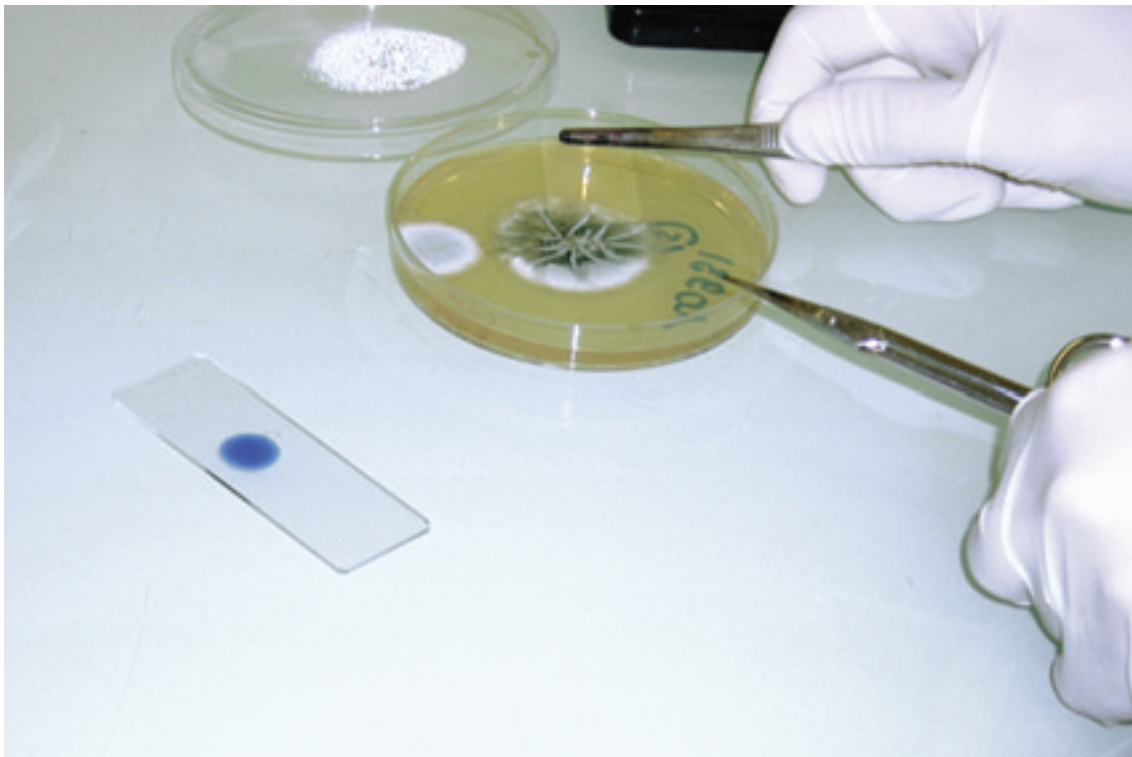


Figure 14 : Prélèvement d'une moisissure à l'aide de cellophane adhésive.

5.6- Culture sur lame

a - Objectif

Examiner les organes de fructification, souvent difficiles à observer sur les montages classiques.

b - Préparation du matériel

Déposer une tige de verre en U dans le fond d'une boîte de Pétri de 9 cm de diamètre. Sur ce chevalet, placer une lame porte-objet stérile et fixer dessus un petit carré de gélose de Sabouraud d'environ 5 mm d'épaisseur.

c - Ensemencement

Inoculer les côtés du bloc de gélose avec de petits fragments de la culture à examiner. Recouvrir l'ensemble d'une lamelle couvre-objet stérile. Puis, verser un peu d'eau distillée stérile dans le fond de la boîte, refermer la boîte de Pétri et placer le tout à l'étuve, habituellement à 20-25 °C (Figure 15).

CAHIER DE **BIOFORMA**
Formation
version numérique

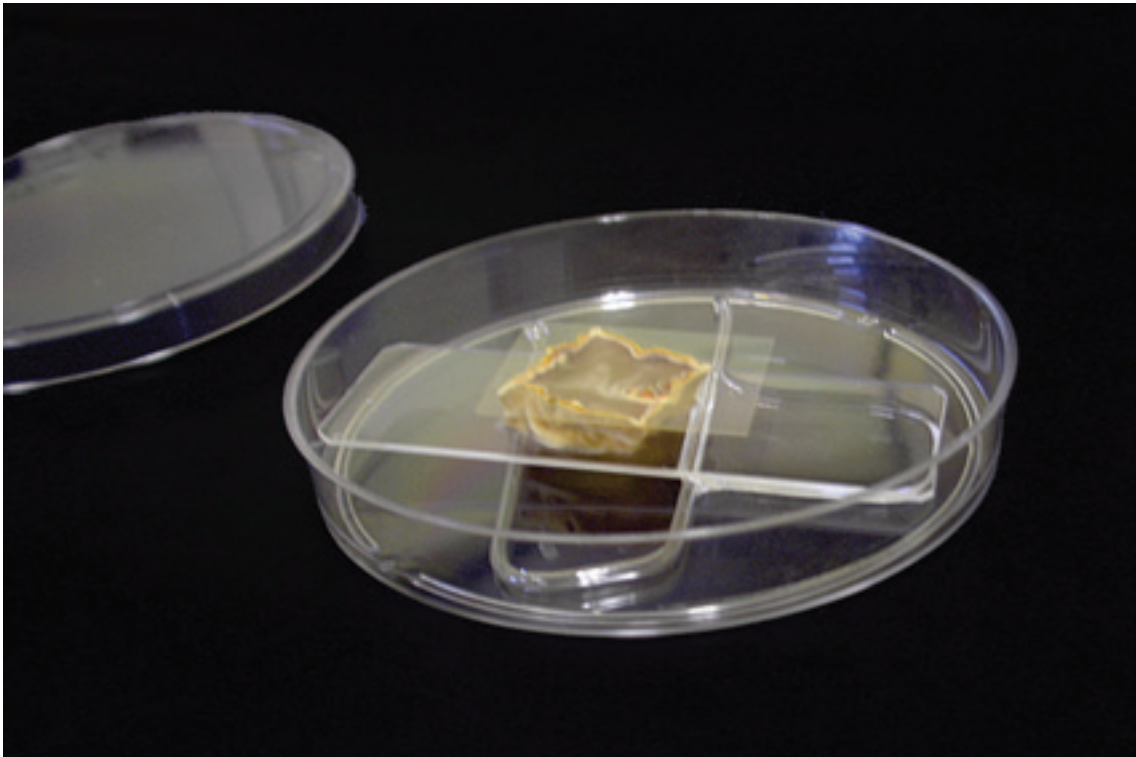


Figure 15 : Culture sur lame pour observation des organes de fructification.

d - Lecture

Lorsque la culture est sporulée, prélever la lamelle couvre-objet et la déposer sur une goutte de bleu coton posée sur une lame porte-objet. Si la culture est optimale, éliminer le bloc de gélose ; déposer alors sur la lame une goutte de bleu et recouvrir le tout d'une lamelle. Pour une meilleure conservation, les préparations entre lame et lamelle peuvent être scellées avec du vernis à ongle.

5.7- Interprétation

Elle revient toujours au biologiste. En dehors d'un prélèvement profond ou de l'isolement d'un pathogène classique à partir d'un prélèvement superficiel, les critères de pathogénicité sont actuellement bien codifiés :

1. Examen direct positif (présence du champignon dans le prélèvement à l'état parasitaire).
2. Isolement du champignon à plusieurs reprises à partir d'un même site.
3. Isolement du champignon en culture pure et/ou à partir de plusieurs points d'ensemencement.
4. Réponse à une thérapeutique spécifique. Toutefois, ce critère n'est pas obligatoire pour affirmer le caractère pathogène de l'isolat.

Dans toutes les situations, l'interprétation sera facilitée par la lecture et l'analyse du dossier médical du patient. La confrontation clinico-biologique, et donc le dialogue avec le clinicien, prennent ici toute leur valeur.

RÉFÉRENCES GÉNÉRALES CONSEILLÉES

- 1- AJELLO L. Hyalohyphomycosis and phaeohyphomycosis. Two global disease entities of public health importance. *Eur. J. Epidemiol.*, 1986, 2 : 243-251.
- 2- BADILLET G., DE BIÈVRE C., GUÉHO E. Champignons contaminants des cultures, champignons opportunistes. Atlas clinique et biologique. Tome II. Editions Varia, Paris. 1987, 228 pp.
- 3- CAMPBELL C.K., JOHNSON E.M., PHILPOT C.M., WARNOCK D.W. Identification of pathogenic fungi. Public Health Laboratory Service, 1996, 298 pp.
- 4- CHABASSE D., BOUCHARA J.P. Emergence de nouveaux champignons pathogènes en médecine. *Rev. Franç. Lab.*, 1997, 291 : 129-143.
- 5- CHABASSE D., GUIGUEN C., CONTET-AUDONNEAU N. Mycologie médicale. Masson, 1999, 324 pp.
- 6- CHABASSE D. Classification des champignons d'intérêt médical. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses*, 8-088-B-10, 2001, 15 p.
- 7- CHERMETTE R., BUSSIERAS J. Parasitologie vétérinaire. Mycologie. Edité par le Service de Parasitologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort. 1993, 179 pp.
- 8- CONTET-AUDONNEAU N., CHABASSE D., GUIGUEN C. Mycologie : Encyclopédie multimédia de mycologie médicale, 1998. CDRom commercialisé par Logitel – France Med, 2-4 rue Montesquieu, 54000 Nancy. <http://www.francemed.org>
- 9- DE HOOG G.S., GUARRO J. Atlas of clinical fungi. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, Pays-Bas, 1995, 720 pp.
- 10- FREY D., OLDFIELD R.J., BRIDGER R.C. A colour atlas of pathogenic fungi. Wolfe Medical Publications Ltd. 1979, 168 pp.
- 11- GRILLOT R. Les mycoses humaines : démarche diagnostique. Collection option bio. Elsevier éditeur. 1997, 392 pp.
- 12- GROLL A.H., WALSH T.Y. Uncommon opportunistic fungi : new nosocomial threats. *Clin. Microbiol. Infect.*, 2001, 7 (Suppl. 2) : 8-24.
- 13- KANE J., SUMMERBELL R., SIGLER L., KRAJDEN S., LAND G. A clinical guide and laboratory manual of dermatophytes and other filamentous fungi from skin, hair and nails. Star Publishing Company, Belmont, California, USA, 1997, 344 pp.
- 14- KOENIG H. Guide de Mycologie médicale. Ellipse, 1995, 284 pp.
- 15- KWON-CHUNG K.J., BENNET J.E. Medical mycology. Lea et Febiger, Londres, 1992, 866 pp.
- 16- SAINT-GERMAIN G., SUMMERBELL R. Champignons filamenteux d'intérêt médical. Caractéristiques et identification. Star publishing Company, Belmont, California, USA, 1996, 313 pp.
- 17- SUTTON D.A., FOTHERGILL A.W., RINALDI M.G. Guide to clinically significant fungi. Baltimore : Williams and Wilkins, 1998 : 1-47.

REFERENCES SPECIFIQUES

Les Mucorales

- ADAM R.D., HUNTER G., DITOMASSO S., COMERCI G.Jr. Mucormycosis : emerging prominence of cutaneous infections. *Clin. Infect. Dis.*, 1994, 19 : 67-76.
- DE BIÈVRE C. Les zygomycoses. *Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd.*, 1986, XV : 315-322.
- ESPINEL-INGROFF A., OAKLEY L.A., KERKERING T.M. Opportunistic zygomycotic infections. A literature review. *Mycopathologia*, 1987, 97 : 33-41.
- HERBRECHT R., CHABASSE D. Zygomycoses (I) Généralités et Zygomycoses. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses*, 8-614-B-10, 1999, 8 p.

HOPKINS M.A., TREOLAR D.M. Mucormycosis in diabetes. *Am. J. Crit. Care*, 1997, 6 : 363-367.

KONTOYIANNIS D.P., WESSEL V.C., BODEY G.P., ROLSTON K.V. Zygomycosis in the 1990's in a tertiary-care center. *Clin. Infect. Dis.*, 2000, 30 : 851-856.

NUSSBAUM E.S., HALL W.A. Rhinocerebral mucormycosis changing patterns of disease. *Sur. Neurol.*, 1994, 41 : 152-156.

O'BRIEN T.J., MCKELVIE P. Rhinocerebral mucormycosis presenting as periorbital cellulitis with blindness: report of 2 cases. *Clin. Exp. Neurol.*, 1994, 31 : 68-78.

PARTHIBAN K., GNANAGURUVELAN S., JANAKI C., SENTAMILSELVI G., BOOPALRAJ J.M. Rhinocerebral zygomycosis. *Mycoses*, 1998, 41 : 51-53.

RIBES J.A., VANOVER-SAMS C.L., BAKER D.J. Zygomycetes in human disease. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2000, 13 : 236-301.

SUGAR A.M. Mucormycosis. *Clin. Infect. Dis.*, 1992, 14 (Suppl. 1) : S126-S129.

ZELLER V., DATRY A., VANDAMME X., CHARLOTTE F., CARRIERE J., CAUMES E., BRICAIRE F. Mucormycose rhinocérébrale chez un diabétique révélée par une extraction dentaire. *J. Mycol. Méd.*, 2001, 11 : 50-52.

Absidia corymbifera

AMIN S.B., RYAN R.M., METLAY L.A., WATSON W.J. *Absidia corymbifera* infections in neonates. *Clin. Infect. Dis.*, 1998, 26 : 990-992.

LEONG K.W., CROWLEY B., WHITE B., CROTTY G.M., O'BRIAIN D.S., KEANE C., McCANN S.R. Cutaneous mucormycosis due to *Absidia corymbifera* occurring after bone marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant.*, 1997, 19 : 513-515.

LOREE S., DOMPMARTIN A., DUHAMEL C., VERNEUIL L., CONOZ F., LEROY D. Mucormycose cutanée primaire. Rapport d'un cas chez un greffé cardiaque et revue de la littérature. *J. Mycol. Méd.*, 2001, 11 : 44-49.

PATERSON P.J., MARSHALL S.R., SHAW B., KENDRA J.R., ETHEL M., KIBBLER C.C. Fatal invasive cerebral *Absidia corymbifera* infection following bone marrow transplantation. *Bone Marrow Transplant.*, 2000, 26 : 701-703.

PIENS M.A., DANNAOUI E., SAUZET C., CHOUVET B., MONIER M.F., PICOT S. Primary mucormycosis due to *Absidia corymbifera* in the absence of risk factors. *J. Mycol. Méd.* ; 1999, 9 : 230-232.

Mucor

FINGEROTH J.D., ROTH R.S., TALCOTT J.A., RINALDI M.G. Zygomycosis due to *Mucor circinelloides* in a neutropenic patient receiving chemotherapy for acute myelogenous leukemia. *Clin. Infect. Dis.*, 1999, 19 : 135-137.

RAMIREZ T., ALVAREZ-SALA R., PRADOS C., NISTAL M., CASILLAS M. Bilobectomy and amphotericin B in a case of endobronchial mucormycosis. *Thorac. Cardiovasc. Surg.*, 2000, 48 : 245-246.

WEITZMAN I., DELLA-LATTA P., HOUSEY G., REBATA G. *Mucor ramosissimus* Samutsevitsch isolated from a thigh lesion. *J. Clin. Microbiol.*, 1993, 31 : 2523-2525.

Rhizopus

DEMIRAG A., ELKHAMMAS E.A., HENRY M.L., DAVIES E.A., PELLETIER R.P., BUMGARDNER G.L., DORNER B., FERGUSON R.M. Pulmonary *Rhizopus* infection in a diabetic renal transplant recipient. *Clin. Transplant.*, 2000, 14 : 8-10.

JOHNSON A.S., RANSON M., SCARFFE J.M., MORGENSTERN G.R., SHAW A.J., OPPENHEIM B.A. Cutaneous infection with *Rhizopus oryzae* and *Aspergillus niger* following bone marrow transplantation. *J. Hosp. Infect.*, 1993, 25 : 293-296.

PAGES C.L., FABRE A., BRUNEEL F., ZIMMERMANN U., HENIN D. Mucormycose disséminée au cours du sida. *Ann. Pathol.*, 2000, 20 : 343-345.

WALLER J., WOEHL-JAEGLE M.L., GUÉHO E., KOENIG H., MARCELLIN L., ELLERO B. Mucormycose abdominale nosocomiale à *Rhizopus rhizopodiformis* chez un transplanté hépatique. Revue de la littérature. J. Mycol. Méd., 1993, 3 : 180-186

YILDIRAN S.T., SARACLI M.A., GÖNLUM A., HAZNEDAROGLU T. A fatal case of rhinoorbital cerebral zygomycosis caused by *Rhizopus oryzae*. Turkish J. Inf., 1999, 13 : 427-731.

YOKOI S., IIZASA T., YOSHIDA S., KAMEI K., HIROSHIMA K., OHWADA O., FUJISAWA T. Localized pulmonary zygomycosis without pre-existing immunocompromised status. Mycoses, 1999, 42 : 675-677.

Rhizomucor

SAINT-GERMAIN G., ROBERT A., ISHAK M., TREMBLAY C., CLAVEAU S. Infection due to *Rhizomucor pusillus* : report of four cases in patients with leukemia and review. Clin. Infect. Dis., 1993, 16 : 640-645.

WICKLINE C.L., CORNITIUS T.G., BUTLER T. Cellulitis caused by *Rhizomucor pusillus* in a diabetic patient receiving continuous insulin infusion pump therapy. South. Med. J., 1989, 82 : 1432-1434.

Les *Aspergillus* et autres hyalohyphomycètes

DENNING D.W., MARINUS A., COHEN J., SPENCE D., HERBRECHT R., PAGANO L., KIBBLER C., KERMERY V., OFFNER F., CORDONNIER C., JEHN U., ELLIS M., COLLETTE L., SYLVESTER R. An EORTC multicentre perspective survey of invasive aspergillosis in haematological patients : diagnosis and therapeutic outcome. EORTC Invasive Fungal Infections Cooperative Group. J. Infect., 1998, 37 : 173-180.

MORIN O. *Aspergillus* et aspergilloses : biologie. Editions Techniques. Encyl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies infectieuses 8-600-A-10, 1994, 4 p.

RAPER K.B., FENNEL D.J. The genus *Aspergillus*. The Williams and Wilkins Co., Baltimore, MO. 1965, 686 pp.

WALD A., LEISENRING W., VAN BURIK J.A., BOWDEN R.A. Epidemiology of *Aspergillus* infections in a large cohort of patients undergoing bone marrow transplantation. J. Infect. Dis., 1997, 175 : 1459-1466.

Aspergillus fumigatus

BACULARD A., TOURNIER G. Aspergillose bronchopulmonaire et mucoviscidose. Rev. Pneumol. Clin., 1995, 51 : 159-162.

COX J.N., DI DIO F., PIZZOLATO G.P., LERCH R., POCHON N. *Aspergillus* endocarditis and myocarditis in a patient with the acquired immunodeficiency syndrom (AIDS). A review of the literature. Virchows Arch. (A), 1990, 417 : 255-259.

DENNING D.W. Aspergillose invasive au cours du SIDA. Revue générale. J. Mycol. Méd., 1992, 2 (Suppl. 1) : 35-41.

GRILLOT R., LEBEAU B., AMBROISE-THOMAS P. L'aspergillose invasive : conduite du diagnostic mycologique. Path. Biol., 1994, 42 : 675-682.

GUILLEMAIN R., LAVARDE V., AMREIN C., CHEVALIER P., GUINVARC'H A., GLOTZ D. Aspergillose et transplantation rénale, cardiaque et pulmonaire. Path. Biol., 1994, 42 : 661-669.

NALESNIK M.A., MYEROWITZ R.L., JENKINS R., LENKEY J., HERBERT D. Significance of *Aspergillus* species isolated from respiratory secretions in the diagnosis of invasive pulmonary aspergillosis. J. Clin. Microbiol., 1980, 11 : 370-376.

RIBAUD P., ESPEROU-BOURDEAU H., DEVERGIE A., GLUCKMAN E. Aspergillose invasive et allogreffe de moelle. Path. Biol., 1994, 42 : 652-655.

ROSENTHAL S.A., STRITZLER R., VILAFANE J. Onychomycosis caused by *Aspergillus fumigatus*. Report of a case. Arch. Dermatol., 1968, 97 : 685-687.

YELDANDI V., LAGHI F., MCCABE M.A., LARSON R., O'KEEFE P., HUSAIN A., MONTOYA A., GARRITY E.R.Jr. *Aspergillus* and lung transplantation. J. Heart Lung Transplant., 1995, 14 : 883-890.

YOUNG R.C., BENNETT J.E., VOGEL C.L., CARBONE P.P., DEVITA V.T. Aspergillosis. The spectrum of the disease in 98 patients. *Medicine (Baltimore)*, 1970, 49 : 147-173.

Aspergillus flavus

BERESTON E.S., KEIL H. Onychomycosis due to *Aspergillus flavus*. *Arch. Derm. Syph.*, 1941, 44 : 420-425.

DE VUYST D., SURMONT I., VERHAEGEN J., VANHAECKE J. Tibial osteomyelitis due to *Aspergillus flavus* in a heart transplant patient. *Infection*, 1992, 20 : 48-49.

FIGLIOLINI C., GUÉRIN F., LAVARDE V., CHEVALIER P., AMREIN C., CHAUVAUD S., MARMORAT A., HERNIGOU A. Endocardite aspergillaire sur valve prothétique : valeur diagnostique et pronostique de la détection de l'antigène galactomannane. *J. Mycol. Méd.*, 1999, 9 : 173-175.

SRIDHAR M.S., GARG P., BANSAL A.K., GOPINATHAN U. *Aspergillus flavus* keratitis after laser in situ keratomileusis. *Am. J. Ophthalmol.*, 2000, 129 : 802-804.

SUMMERBELL R.C., KANE J., KRAJDEN S. Onychomycosis, *tinea pedis* and *tinea manuum* caused by non-dermatophytic filamentous fungi. *Mycoses*, 1989, 32 : 609-619.

ZHIRONG Y., WANQING L., VEIHUA P. Invasive pulmonary aspergillosis in non-neutropenic patients treated with liposomal amphotericin B. *Mycoses*, 1999, 42 : 679-682.

Aspergillus niger

BIBASHI E., PAPAGIANNI A., KELESIDIS A., ANTONIADOU R., PAPADIMITRIOU M. Peritonitis due to *Aspergillus niger* in a patient on continuous ambulatory peritoneal dialysis shortly after kidney graft rejection. *Nephrol. Dial. Transplant.*, 1993, 8 : 185-187.

TOSTI A., PIRACCINI B.M. Proximal subungual onychomycosis due to *Aspergillus niger* : report of two cases. *Br. J. Dermatol.*, 1998, 139 : 156-157.

YAMAGUCHI M., NISHIYA H., MANO K., KUNII O., MIYASHITA H. Chronic necrotising pulmonary aspergillosis caused by *Aspergillus niger* in a mildly immunocompromised host. *Thorax*, 1992, 47 : 570-571.

JOHNSON A.S., RANSON M., SCARFFE J.H., MORGENSTERN G.R., SHAW A.J., OPPENHEIM B.A. Cutaneous infection with *Rhizopus oryzae* and *Aspergillus niger* following bone marrow transplantation. *J. Hosp. Infect.*, 1993, 25 : 293-296.

Aspergillus terreus

KHAN Z.U., KORTOM M., MAROUF R., JAMAL W., CHANDY R. Fatal pulmonary aspergillosis due to *Aspergillus terreus*. *J. Mycol. Méd.*, 1999, 9 : 166-169.

LASS-FLÖRL C., RATH P.M., NIEDERWIESER D., KOFLER G., WÜRZNER R., KREZY A., DIERICH M.P. *Aspergillus terreus* infections in haematological malignancies: molecular epidemiology suggests association with in-hospital plants. *J. Hosp. Infect.*, 2000, 46 : 31-35.

ONSBURG P., STAHL D., VEIEN N.K. Onychomycosis caused by *Aspergillus terreus*. *Sabouraudia*, 1978, 16 : 39-46.

PENN P., DEGASNE I., ASFAR P., CHENNEBAULT J.M., FOUSSARD C., LEGRAND E., DE GENTILE L., CHABASSE D. Spondylodiscites aspergillaires. A propos de deux observations. *J. Mycol. Méd.*, 1998, 8 : 167-171.

SILVA M.E., MALOGOLOWKIN M.H., HALL T.R., SADEGHI A.M., KROGSTAD P. Mycotic aneurysm of the thoracic aorta due to *Aspergillus terreus* : case report and review. *Clin. Infect. Dis.*, 2000, 31 : 1144-1148.

Aspergillus nidulans

LUCAS G.M., TUCKER P., MERZ W.G. Primary cutaneous *Aspergillus nidulans* infection associated with a Hickman catheter in a patient with neutropenia. *Clin. Infect. Dis.*, 1999, 29 : 1594-1596.

MITCHELL R.G., CHAPLIN A.J., MACKENZIE D.W.R. *Emericella nidulans* in a maxillary sinus fungal mass. J. Med. Vet. Mycol., 1987, 25 : 339-341.

SHAO J.Z., LIAO W.Q., LI S.Q., WU S.X., ZHANG J.Z., HUANG J.J. Mycologic identification of *Emericella nidulans* and *Aspergillus flavus* causing pulmonary infection. Chin. Med. J., 1983, 96 : 306-308.

Aspergillus versicolor* et *Aspergillus candidus

CONTET-AUDONNEAU N., SALVINI O., BASILE A.M., PERCEBOIS G. Les onychomycoses à moisissures. Nouv. Dermatol., 1995, 14 : 330-340.

TORRES-RODRIGUEZ J.M., MADRENYS-BRUNET N., SIDDAT M., LOPEZ-JODRA O., JIMENEZ T. *Aspergillus versicolor* as cause of onychomycosis : report of 12 cases and susceptibility testing to antifungal drugs. J. Eur. Acad. Dermatol. Venereol., 1998, 11 : 25-31.

Aspergillus* du groupe *glaucus

DREIZEN S., BODEY G.P., Mc CREDIE K.B., KEATING M.J. Orofacial aspergillosis in acute leukemia. Oral. Surg. Oral Med. Oral Pathol., 1985, 59 : 499-504.

HANEKE E. Fungal infections of the nail. Semin. Dermatol., 1991, 10 : 41-53.

***Acremonium* (ex *Cephalosporium*)**

BOLTANSKY H., KWON-CHUNG K.J., MACHER A.M., GALLIN J.I. *Acremonium strictum* related pulmonary infection in a patient with chronic granulomatous disease. J. Infect. Dis., 1984, 149 : 653.

GUARRO J., GAMS W., PUJOL I., GENE J. *Acremonium* species : new emerging fungal opportunists in vitro antifungal susceptibilities and review. Clin. Infect. Dis., 1997, 25 : 1222-1229.

LACAZ C., DA S., HEINS-VACCARI E.M., PEREIRA A.D., FREITAS R.S., CASTRO L.G.M., ARRIAGADA G.L.H., NUMES R.S. Eumycetoma of the foot caused by *Acremonium kiliense* : report of a case. Anais Bras. Dermatol., 1999, 74 : 591-595.

RODRIGUEZ-ARES T., DE ROJAS-SILVA V., FERREIROS M.P., BECERRA E.P., TOME C.C., SANCHEZ-SALORIO M. *Acremonium* keratitis in a patient with herpetic neurotrophic corneal disease. Acta Ophthalmol. Scand., 2000, 78 : 107-109.

SCHELL W.A., PERFECT J.R. Fatal, disseminated *Acremonium strictum* infection in a neutropenic host. J. Clin. Microbiol., 1996, 34 : 1333-1336.

WARRIS A., WESENBERG F., GAUSTAD P., VERWEIJ P.E., ABRAHAMSEN T.G. *Acremonium strictum* fungaemia in a paediatric patient with acute leukaemia. Scand. J. Infect. Dis., 2000, 32 : 442-444.

Beauveria bassiana

FREOUR P.M. Une mycose nouvelle : étude clinique et mycologique d'une localisation pulmonaire de *Beauveria*. Bull. Soc. Méd. Hosp. Paris, 1966, 117 : 197-206.

Mc DONNELL P.J., WERBLIN T.P., SIGLER L., GREEN W.R. Mycotic keratitis due to *Beauveria alba*. Cornea, 1984-1985, 3 : 213-216.

SACHS S.W., BAUM J., MIES C. *Beauveria bassiana* keratitis. Br. J. Ophthalmol., 1985, 69 : 548-550.

Chrysosporium keratinophilum

CHABASSE D. *Chrysosporium* telluriques isolés en France. Une clé d'identification. Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd., 1998, 17 : 373-378.

CHABASSE D., DE GENTILE L., BOUCHARA J.P. Pathogenicity of some *Chrysosporium* species isolated in France. Mycopathologia, 1989, 106 : 171-177.

MERCANTINI R., MARSELLA R., MORETTO D. Onychomycosis in Rome, Italy. Mycopathologia, 1996, 136 : 25-32.

REBOUX G., COMPAROT S., KIRCHGESNER V., BARALE T. A propos de 19 souches de *Chrysosporium* isolées au Centre Hospitalier Universitaire de Besançon. Bilan sur 10 années : 1984-1994. J. Mycol. Méd. 1995, 5 : 105-110

VAN OORSHOT C.A.N. A revision of *Chrysosporium* and allied genera. Stud. Mycol., 1980, 20 : 1-89.

Chrysosporium (Geomyces) pannorum

CHABASSE D. Taxonomic study of keratinophilic fungi isolated from soil and some mammals in France. Mycopathologia, 1988, 101 : 133-140.

CARMICHAEL J.W. *Chrysosporium* and some other aleuriosporic hyphomycetes. Can. J. Bot., 1982, 40 : 1137-1272.

VAN OORSHOT C.A.N. A revision of *Chrysosporium* and allied genera. Stud. Mycology, 1980, 20 : 1-89.

Fusarium

ARRESE J.E., PIERARD-FRANCHIMONT C., PIERARD G.E. Fatal hyalohyphomycosis following *Fusarium* onychomycosis in an immunocompromised patient. Am. J. Dermatopathol., 1996, 18 : 196-198.

CHO C.T., VATS T.S., LOWMAN J.T., BRANDSBERG J.W., TOSH F.E. *Fusarium solani* infection during treatment for acute leukemia. J. Pediatr., 1973, 83 : 1028-1031.

GUARRO J., GENE J. *Fusarium* infections. Criteria for the identification of the responsible species. Mycoses, 1992, 35 : 109-114.

GUARRO J., GENE J. Opportunistic fusarial infections in humans. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis., 1995, 14 : 741-754.

GUPTA A.K., BARAN R., SUMMERBELL R.C. *Fusarium* infections of the skin. Curr. Opin. Infect. Dis., 2000, 13 : 121-128.

HENNEQUIN C., LAVARDE V., POIROT J.L., RABODONIRINA M., DATRY A., ARACTINGI S., DUPOUY-CAMET J., CAILLOT D., GRANGE F., KURES L., MORIN O., LEBEAU B., BRETAGNE S., GUIGUEN C., BASSET D., GRILLOT R. Invasive *Fusarium* infections : a retrospective survey of 31 cases. The French "Groupe d'Etude des Mycoses Opportunistes" GEMO. J. Med. Vet. Mycol., 1997, 35 : 107-114.

LAVARDE V., HENNEQUIN C. Infections à *Fusarium*. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses, 8-580-A-10, 1998, 6 p.

MARTINO P., GASTALDI R., RACCAH R., GIRMENIA C. Clinical patterns of *Fusarium* infections in immunocompromised patients. J. Infect., 1994, 28 (Suppl. 1) : 7-15.

Fusarium moniliforme = Fusarium verticillioides

CASTAGNOLA E., GARAVENTA A., CONTE M., BARETTA A., FAGGI E., VISCOLI C. Survival after fungemia due to *Fusarium moniliforme* in a child with neuroblastoma. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis., 1993, 12 : 308-309.

DEL PALACIO-HERNANZ A., VERA A., FERNANDEZ P., HERRERO O., MORENO P. Infeccion oportunista pulmonar por *Fusarium moniliforme* en paciente con SIDA. Rev. Iber. Micol., 1989, 6 : 144-147.

DURAN J.A., MALVAR A., PEREIRO M., PEREIRO Jr.M. *Fusarium moniliforme* keratitis. Acta Ophthalmol. Scand., 1989, 67 : 710-713.

YOUNG N.A., KWON-CHUNG K.J., KUBOTA T.T., JENNINGS A.E., FISHER R.I. Disseminated infection by *Fusarium moniliforme* during treatment for malignant lymphoma. J. Clin. Microbiol., 1978, 7 : 589-594.

Fusarium oxysporum

DORDAIN-BIGOT M.L., BARAN R., BAIXENCH M.T., BAZEX J. Onychomycose à *Fusarium*. Ann. Dermatol. Venereol., 1996, 123 : 191-193.

PEREIRO M.,JR., PEREIRO E., TORIBIO J., PEREIRO-MIGUENS M. Superficial white toenail onychomycosis due to *Fusarium oxysporum*. A case reported and review of the literature. J. Mycol. Méd., 1997, 7 : 219-223.

ROWSEY J.J., ACERS T.E., SMITH D.L., MOHR J.A., NEWSOM D.L., RODRIGUEZ J. *Fusarium oxysporum* endophthalmitis. Arch. Ophthalmol., 1979, 97 : 103-105.

RUSH-MUNRO F.M., BLACK H., DINGLEY J.M. Onychomycosis caused by *Fusarium oxysporum*. Australas. J. Dermatol., 1971, 12 : 18-29.

TOUTOU-TRELLU L., BOUT G., BERTON M. Leuconychies à *Fusarium*. Ann. Dermatol. Venerol., 1995, 122 (Suppl. 1) : S119.

Fusarium solani

CAUX F., ARACTINGI S., BAURMANN H., REYGAGNE P., DOMBRET H., ROMAND S., DUBERTRET L. *Fusarium solani* cutaneous infection in a neutropenic patient. Dermatology, 1993, 186 : 232-235.

DEL PALACIO HERNANZ A., GUTTIEREZ A., GUTTIEREZ E. Ulcera corneal por *Fusarium solani*. Rev. Iber. Micol., 1985, 2 : 29-35.

GARI-TOUSSAINT M., LEGUAY J.M., ZUR C., MICHIELS J.F., FERRAEN L., NEGRE S., LE FICHOUX Y. Keratite à *Fusarium solani* chez une patiente diabétique. J. Mycol. Méd., 1997, 7 : 227-231.

PATOUX-PIBOUIN M., COUATARMANACH A., LE GALL F., BERGERON C., DE BIÈVRE C., GUIGUEN C., CHEVRANT-BRETON J. Fusariose à *Fusarium solani* chez un adolescent leucémique. Ann. Dermatol. Vénérolog., 1992, 119 : 377-380.

THOMAS P.A., GERALDINE P. Fungal keratitis due to *Fusarium* and other fungi. J. Mycol. Méd., 1992, 2 : 121-131.

Onychocola canadensis

CHABASSE D., AVENEL-AUDRAN M., BOUCHARA J.P., CIMON B., VERRET J.L., PICHARD E., DE BIÈVRE C. Deux nouveaux cas français d'onyxis à *Onychocola canadensis*. Etude mycologique. J. Mycol. Méd., 1997, 7 : 43-46.

CONTET-AUDONNEAU N., SCHMUTZ J.L., BASILE A.M., DE BIÈVRE C. A new agent of onychomycosis in the elderly : *Onychocola canadensis*. Eur. J. Dermatol., 1997, 7 : 115-117.

GUPTA A.K., HORGAN-BELL C.B., SUMMERBELL R.C. Onychomycosis associated with *Onychocola canadensis*, ten cases reports and review of the literature. J. Am. Acad. Dermatol., 1998, 39 : 410-417.

SIGLER L., CONGLY H. Toenail infection caused by *Onychocola canadensis* gen. et sp. nov. J. Med. Vet. Mycol., 1990, 28 : 405-417.

Paecilomyces

ARENAS R., ARCE M., MUNOZ M., RUIZ-ESMENJAUD J. Onychomycosis due to *Paecilomyces variotii*, case report and review. J. Mycol. Méd., 1998, 8 : 32-33.

BLACKWELL V., AHMED K, O'DOCHERTY C., HAY R.J. Cutaneous hyalohyphomycosis caused by *Paecilomyces lilacinus* in a renal transplant patient. Br. J. Dermatol., 2000, 143 : 873-875.

CASTRO L.G., SALEBIAN A, SOTTO M.N. Hyalohyphomycosis by *Paecilomyces lilacinus* in a renal transplant patient and a review of human *Paecilomyces* species infections. J. Med. Vet. Mycol., 1990, 28 : 15-26.

FLETCHER C.L., HAY R.J., MIDGLEY G., MOORE M. Onychomycosis caused by infection with *Paecilomyces lilacinus*. Br. J. Dermatol., 1998, 139 : 1133-1135.

ONO N., SATO K., YOKOMISE H., TAMURA K. Lung abscess caused by *Paecilomyces lilacinus*. Respiration, 1999, 66 : 85-87.

SILLIMAN C.C., LAWELLIN D.W., LOHR J.A., RODGERS B.M., DONOWITZ L.G. *Paecilomyces lilacinus* infection in a child with chronic granulomatous disease. J. Infect., 1992, 24 : 191-195.

Penicillium

ANCELLE T., DUPOUY-CAMET J., PUJOL F., NASSIF X., FERRADINI L., CHOUDAT L., DE BIÈVRE C., DUPONT B., DROUHET E., LAPIERRE J. Un cas de pénicilliose à *Penicillium marneffe* chez un patient atteint de SIDA. Presse Méd., 1988, 17 : 1095-1096.

DE LA CAMARA R., PINILLA I., MUNOZ E., BUENDIA B., STEEGMANN J.L., FERNANDEZ-RANADA J.M. *Penicillium brevicompactum* as a cause of a necrotic lung ball in an allogeneic bone marrow transplant recipient. Bone Marrow Transplant, 1996, 18 : 1189-1193.

DROUHET E., DUPONT B. Infection à *Penicillium marneffe* : mycose systémique à manifestations cutanées associée au SIDA. J. Mycol. Méd., 1995, 5 (Suppl. 1) : 21-34.

HENNEQUIN C., LAVARDE V. Infections à *Penicillium*. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses, 850-A-11, 1998, 4 p.

MOK T., KOEHLER A.P., YU M.Y., ELLIS D.H., JOHNSON P.J., WICKHAM N.W. Fatal *Penicillium citrinum* pneumonia with pericarditis in a patient with acute leukemia. J. Clin. Microbiol., 1997, 35 : 2654-2656.

MORIN O., GERMAUD P., MIEGEVILLE M., MILPIED N. Mycose pulmonaire à *Penicillium purpurogenum* ; à propos d'une observation chez un malade immunodéprimé. Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd., 1986, 15 : 441-448.

ROSENTHAL E., MARTY P., FERRERO C., LE FICHOUX Y., CASSUTO J.P. Infection à *Penicillium marneffe* chez un patient infecté par le VIH. Presse Méd., 2000, 29 : 363-364.

Scedosporium apiospermum

BERENGUER J., RODRIGUEZ-TUDELA J.L., RICHARD C., ALVAREZ M., SANZ M.A., GAZTELURRUTIA L., AYATS J., MARTINEZ-SUAREZ J.V. Deep infections caused by *Scedosporium prolificans*. A report on 16 cases in Spain and a review of the literature. *Scedosporium prolificans* Spanish Study Group. Medicine (Baltimore), 1997, 76 : 256-265.

BOWER C.P., OXLEY J.D., CAMPBELL C.K., ARCHER C.B. Cutaneous *Scedosporium apiospermum* infection in an immunocompromised patient. J. Clin. Pathol., 1999, 52 : 846-848.

CIMON B., CARRÈRE J., VINATIER J.F., CHAZALETTE J.P., CHABASSE D., BOUCHARA J.P. Clinical significance of *Scedosporium apiospermum* in patients with cystic fibrosis. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis., 2000, 19 : 53-56.

DUPONT B., IMPROVISI L., RONIN O. Aspects épidémiologiques et cliniques des infections à *Scedosporium* et à *Pseudallescheria*. J. Mycol. Méd., 1991, 1 : 33-42.

ECKBURG P.B., ZOLOPA A.R., MONTOYA J.G. Invasive fungal sinusitis due to *Scedosporium apiospermum* in a patient with AIDS. Clin. Infect. Dis., 1999, 29 : 212-213.

ROLLOT F., BLANCHE P., RICHAUD-THIRIEZ B., LE PIMPEC-BARTHES F., RIQUET M., DUSSER D., SALMON D., SICAR D. Pneumonia due to *Scedosporium apiospermum* in a patient with HIV infection. Scand. J. Infect. Dis., 2000, 32 : 439.

TADROS T.S., WORKOWSKI K.A., SIEGEL R.J., HUNTER S., SCHWARTZ D.A. Pathology of hyalohyphomycosis caused by *Scedosporium apiospermum* (*Pseudallescheria boydii*); an emerging mycosis. Hum. Pathol., 1998, 29 : 1266-1272.

Scopularopsis brevicaulis

FRAGNER P., BELSAN I. *Scopulariopsis* Bainier as a causative agent of onychomycoses (mycological and clinical study). Part II clinical study. Acta Univ. Carol. [Med] (Praha), 1974, 20 : 333-358.

MARTEL J., FAISANT M., LEBEAU B., PINEL C., FERAY C., FEUILHADE M. Mycoses sous-cutanées à *Scopulariopsis brevicaulis* chez un malade immunodéprimé. Ann. Dermatol. Vénéreol., 2001, 128 : 130-133.

NEGLIA J.P., HURD D.D., FERRIERI P., SNOVER D.C. Invasive *Scopulariopsis* in the immunocompromised host. Am. J. Med., 1987, 83 : 1163-1166.

PHILLIPS P., WOOD W.S., PHILLIPS G., RINALDI M.G. Invasive hyalohyphomycosis caused by *Scopulariopsis brevicaulis* in a patient undergoing allogeneic bone marrow transplant. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.*, 1989, 12 : 429-432.

TOSTI A., PIRACCINI B.M., STINCHI C., LORENZI S. Onychomycosis due to *Scopulariopsis brevicaulis* : clinical features and response to systemic antifungals. *Br. J. Dermatol.*, 1996, 135 : 799-802.

Scytalidium hyalinum

CAMPBELL C.K., MULDER J.L. Skin and nail infection by *Scytalidium hyalinum* sp. nov. *Sabouraudia*, 1977, 15 : 161-166.

ELEWSKI B.E., GREER D.L. *Hendersonula toruloidea* and *Scytalidium hyalinum*. Review and update. *Arch. Dermatol.*, 1991, 127 : 1041-1044.

ZAATARI G.S., REED R., MOREWESSEL R. Subcutaneous hyphomycosis caused by *Scytalidium hyalinum*. *Am. J. Clin. Pathol.*, 1984, 82 : 252-256.

Trichoderma

GUARRO J., ANTOLIN-AYALA M.I., GENÉ J., GUTIERREZ-CALZADA J., NIEVES-DIEZ C., ORTONEDA M. Fatal case of *Trichoderma harzianum* infection in a renal transplant recipient. *J. Clin. Microbiol.*, 1999, 37 : 3751-3755.

HENNEQUIN C., CHOUAKI T., PICHON J.C., STRUNSKI V., RACCURT C. Otitis externa due to *Trichoderma longibrachiatum*. *Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis.*, 2000, 19 : 641-642.

JACOBS F., BYL B., BOURGEOIS N., COREMANS-PELSENEER J., FLORQUIN S., DEPRE G., VAN DE STADT J., ADLER M., GELIN M., THYS J.P. *Trichoderma viride* infection in a liver transplant recipient. *Mycoses*, 1992, 35 : 301-303.

RAGNAUD J.M., MARCEAU C., ROCHE-BEZIAN M.C., WONE C. Infection péritonéale à *Trichoderma koningii* sur dialyse péritonéale continue ambulatoire. *Méd. Mal. Inf.*, 1984, 14 : 402-405.

RICHTER S., CORMICAN M.G., PFALLER M.A., LEE C.K., GINGRICH R., RINALDI M.G., SUTTON D.A. Fatal disseminated *Trichoderma longibrachiatum* infection in an adult bone marrow transplant patient : species identification and review of the literature. *J. Clin. Microbiol.*, 1999, 37 : 1154-1160.

Les Dématiés

CHABASSE D., KOMBILA M., THERIZOL-FERLY M. Chromomycose et phaeohyphomycoses. *Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses*, 8-605-A-10, 1996, 8 p.

DIXON D.M., POLAK-WYSS A. The medically important dematiaceous fungi and their identification. *Mycoses*, 1991, 34 : 1-18.

ROSSMANN S.N., CERNOCH P.L., DAVIS J.R. Dematiaceous fungi are an increasing cause of human disease. *Clin. Infect. Dis.*, 1996, 22 : 73-80.

Alternaria

BADILLET G. Les alternarioses cutanées. *Revue de la littérature. J. Mycol. Méd.*, 1991, 1 : 59-71.

BODY B.A., SABIO H., ONESON R.H., JOHNSON C.E., KHAN J., HANNA M.D. *Alternaria* infection in a patient with acute lymphocytic leukemia. *Pediatr. Infect. Dis. J.*, 1987, 6 : 418-420.

CHEVRANT-BRETON J., BOISSEAU-LEBREUIL M., FRÉOUR E., GUIGUEN C., LAUNOIS B., GUELFY J. Les alternarioses cutanées humaines. A propos de 3 cas. *Revue de la littérature. Ann. Dermatol. Vénéreol.*, 1981, 108 : 653-662.

DE BIÈVRE C. Les *Alternaria* pathogènes pour l'homme : mycologie épidémiologique. *J. Mycol. Méd.*, 1991, 1 : 50-58.

GOODPASTURE H.C., CARLSON T., ELLIS B., RANDALL G. *Alternaria* osteomyelitis. Evidence of specific immunologic tolerance. Arch. Pathol. Lab. Med., 1983, 107 : 528-530.

LAUMAILLE C., LE GALL F., DEGEILH B., GUÉHO E., HUERRE M. Infection cutanée à *Alternaria infectoria* après greffe hépatique. Ann. Pathol., 1998, 18 : 192-194.

MAGINA S., LISBOA C., SANTOS P., OLIVEIRA G., LOPES S., ROCHA M., MESQUITA-GUIMARAES J. Cutaneous alternariosis by *Alternaria chartarum* in a renal transplanted patient. Br. J. Dermatol., 2000, 142 : 1261-1262.

MORRISON V.A., WEISDORF D.J. *Alternaria* : a sinonasal pathogen of immunocompromised hosts. Clin. Infect. Dis., 1993, 16 : 265-270.

VERRET J.L., GABORIEAU F., CHABASSE D., ROHMER V., AVENEL M., SMULEVICI A. Alternariose cutanée révélatrice d'une maladie de Cushing. Ann. Dermatol. Vénéréol., 1982, 109 : 841-846.

WIEST P.M., WIESE K., JACOBS M.R., MORRISSEY A.B., ABELSON T.I., WITT W., LEDERMAN M.M. *Alternaria* infection in a patient with acquired immunodeficiency syndrome. Case report and review of invasive *Alternaria* infections. Rev. Infect. Dis., 1987, 9 : 799-803.

Aureobasidium pullulans

DUNPHY D., ANDREWS D., SEAMONE C., RAMSEY M. Fungal keratitis following excimer laser photorefractive keratectomy. Can. J. Ophthalmol., 1999, 34 : 286-289.

KACZMARSKI E.B., LIU-YIN J.A., TOOTH J.A., LOVE E.M., DELAMORE I.W. Systemic infection with *Aureobasidium pullulans* in a leukaemic patient. J. Infect., 1986, 13 : 289-291.

MARILL F.G., LIAUTAUD M., LIAUTAUD B., VODOV I., MARIAT F. Dermatite verruqueuse à *Aureobasidium pullulans*. Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd., 1973, II : 73-74.

ROMAND S., BOURÉE P., TABURET A.M. Inoculation accidentelle de *Aureobasidium pullulans* : à propos d'un cas. J. Mycol. Méd., 1995, 5 : 259-261.

SALKIN I.F., MARTINEZ J.A., KEMMA M.E. Opportunistic infection of the spleen caused by *Aureobasidium pullulans*. J. Clin. Microbiol., 1986, 23 : 828-831.

VERMEIL C., GORDEFF A., LEROUX M.J., MORIN O., BOUC M. Blastomycose chéloïdienne à *Aureobasidium pullulans* (de Bary) Arnaud, en Bretagne. Mycopathol. Mycol. Appl., 1971, 43 : 35-39.

Bipolaris

ADAM R.D., PAQUIN M.L., PETERSEN E.A., SAUBOLLE M.A., RINALDI M.G., CORCORAN J.G., GALGIANI J.N., SOBONYA R.E. Phaeohyphomycosis caused by the fungal genera *Bipolaris* and *Exserohilum* : a report of 9 cases and review of the literature. Medicine (Baltimore), 1986, 65 : 203-217.

ANANDI V., SURYAWANSHI N.B., KOSHI G., PADHYE A.A., AJELLO L. Corneal ulcer caused by *Bipolaris hawaiiensis*. J. Med. Vet. Mycol., 1988, 26 : 301-306.

CHALET M., HOWARD D.H., MCGINNIS M.R., ZAPATERO I. Isolation of *Bipolaris australiensis* from a lesion of viral vesicular dermatitis on the scalp. J. Med. Vet. Mycol., 1986, 24 : 461-465.

FLANAGAN K.L., BRYCESON A.D. Disseminated infection due to *Bipolaris australiensis* in a young immunocompetent man : case report and review. Clin. Infect. Dis., 1997, 25 : 311-313.

FRYEN A., MAYSER P., GLANZ H., FUSSLE R., BREITHAUPT H., DE HOOG G.S. Allergic fungal sinusitis caused by *Bipolaris (Drechslera) hawaiiensis*. Eur. Arch. Otorhinolaryngol., 1999, 256 : 330-334.

PAUZNER R., GOLDSCHMIED-REOUVEN A., HAY I., VERED Z., ZISKIND Z., HASSIN N., FARFEL Z. Phaeohyphomycosis following cardiac surgery : case report and review of serious infection due to *Bipolaris* and *Exserohilum* species. Clin. Infect. Dis., 1997, 25 : 921-923.

LATHAM R.H. *Bipolaris spicifera* meningitis complicating a neurosurgical procedure. Scand. J. Infect. Dis., 2000, 32 : 102-103.

MCGINNIS M.R., CAMPBELL G., GOURLEY W.K., LUCIA H.L. Phaeohyphomycosis caused by *Bipolaris spicifera* : an informative case. Eur. J. Epidemiol., 1992, 8 : 383-386.

OGDEN P.E., HURLEY D.L., CAIN P.T. Fatal fungal endarteritis caused by *Bipolaris spicifera* following replacement of the aortic valve. Clin. Infect. Dis., 1992, 14 : 596-598.

Cladosporium

BARDE A.K., SINGH S.M. *Cladosporium carrionii* : Trejos 1954, infection in human nail. Mykosen, 1984, 27 : 366-369.

DE BIÈVRE C. Détermination des espèces de *Cladosporium* Link ex Fr., pathogènes pour l'homme et de quelques espèces saprophytes. Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd., 1981, 10 : 277-283.

DE BIÈVRE C. Etude comparative des *Cladosporium* isolés de diverses lésions humaines. Bull. Soc. Path. Exot., 1982, 75 : 390-399.

GONZALEZ M.S., ALFONSO B., SECKINGER D., PADHYE A.A., AJELLO L. Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Cladosporium devriessi* sp. nov. Sabouraudia, 1984, 22 : 427-4323.

GUGNANI H.C., SOOD N., SINGH B., MAKKAR R. Subcutaneous phaeohyphomycosis due to *Cladosporium cladosporioides*. Mycoses, 2000, 43 : 85-87.

PEREIRO M., JR., JO-CHU J., TORIBIO J. Phaeohyphomycotic cyst due to *Cladosporium cladosporioides*. Dermatology, 1988, 197 : 90-92.

ROMANO C., BILENCI R., ALESSANDRINI C., MIRACCO C. Cutaneous phaeohyphomycosis caused by *Cladosporium oxysporum*. Mycoses, 1999, 42 : 111-115.

Curvularia

EBRIGHT J.R., CHANDRASEKAR P.H., MARKS S., FAIRFAX M.R., ANEZIOKORO A., MCGINNIS M.R. Invasive sinusitis and cerebritis due to *Curvularia clavata* in an immunocompetent adult. Clin. Infect. Dis., 1999, 28 : 687-689.

GRIESHOP T.J., YARBROUGH D. 3rd., FARRAR W.E. Phaeohyphomycosis due to *Curvularia lunata* involving skin and subcutaneous tissue after an explosion at a chemical plant. Am. J. Med. Sci., 1993, 305 : 387-389.

GUARRO J., AKITI T., HORTA R.A., MORIZOT LEITE-FILHO L.A., GENÉ J., FERREIRA-GOMES S., AGUILAR C., ORTONEDA M. Mycotic keratitis due to *Curvularia senegalensis* and in vitro antifungal susceptibilities of *Curvularia* spp. J. Clin. Microbiol., 1999, 37 : 4170-4173.

GUGNANI H.C., OKEKE C.N., SIVANESAN A. *Curvularia clavata* as an a etiological agent of human skin infection. Lett. Appl. Microbiol., 1990, 10 : 47-49.

KAMALAM A., AJITHADASS K., SENTAMILSELVI G., THAMBIAH A.S. Paronychia and black discoloration of a thumb nail caused by *Curvularia lunata*. Mycopathologia, 1992, 118 : 83-84.

ISMAIL Y., JOHNSON R.H., WELLS M.V., PUSAVAT J., DOUGLAS K., ARSURA E.L. Invasive sinusitis with intracranial extension caused by *Curvularia lunata*. Arch. Intern. Med., 1993, 153 : 1604-1606.

PIERCE N.F., MILLAN J.C., BENDER B.S., CURTIS J.L. Disseminated *Curvularia* infection. Arch. Pathol. Lab. Med., 1986, 110 : 871.

Exophiala

CLANCY C.J., WINGARD J.R., HONG NGUYEN M. Subcutaneous phaeohyphomycosis in transplant recipients: review of the literature and demonstration of *in vitro* synergy between antifungal agents. Med. Mycol., 2000, 38 : 169-175.

GUIGUEN C., MOSSER C., DE BIÈVRE C., BOISSEAU-LEBREUIL M.T., PIBOUIN M., CHEVRANT-BRETON J. Isolement d'*Exophiala jeanselmei* à partir d'une lésion cutanée chez un greffé rénal. Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd., 1986, 15 : 209-212.

HACHISUKA H., MATSUMOTO T., KUSUHARA M., NOMURA H., NAKAMU S., SASAI Y. Cutaneous phaeohyphomycosis caused by *Exophiala jeanselmei*, after renal transplantation. Int. J. Dermatol., 1990, 29 : 198-200.

HIRUMA M., KAWADA A., OHATA H., OHNISHI Y., TAKAHASHI H., YAMAZAKI M., ISHIBASHI A., HATSUSE K., KAKIHARA M., YOSHIDA M. Systemic phaeohyphomycosis caused by *Exophiala dermatitidis*. Mycoses, 1993, 36 : 1-7.

HUBER C.E., LABERGE T., SCHWIESOW T., CARROLL K., BERNSTEIN P.S., MAMALIS H. *Exophiala werneckii* endophthalmitis following cataract surgery in an immunocompetent individual. Ophthalmic Surg. Lasers, 2000, 31 : 417-422.

MANIAN F.A., BRISCHETTO M.J. Pulmonary infection due to *Exophiala jeanselmei* : successful treatment with ketoconazole. Clin. Infect. Dis., 1993, 16 : 445-446.

SARTORIS K.E., BAILLIE G.M., TIERNAN R., RAJAGOPALAN P.R. Phaeohyphomycosis from *Exophiala jeanselmei* with concomitant *Nocardia asteroides* infection in a renal transplant recipient: case report and review of the literature. Pharmacotherapy, 1999, 19 : 995-1001.

SUDDUTH E.J., CRUMBLEY A.J. 3rd., FARRAR W.E. Phaeohyphomycosis due to *Exophiala* species : clinical spectrum of disease in humans. Clin. Infect. Dis. 1992, 15 : 639-644.

Phialophora

FERRARO F.A., MORGAN M.A. A case of disseminated *Phialophora parasitica* infection. Arch. Pathol. Lab. Med., 1989, 113 : 1379-1381.

FINCHER R.M., FISHER J.F., PADHYE A.A., AJELLO L., STEELE J.C. Jr. Subcutaneous phaeohyphomycotic abscess caused by *Phialophora parasitica* in a renal allograft recipient. J. Med. Vet. Mycol., 1988, 26 : 311-314.

HIRONAGA M., NAKANO K., YOKOYAMA I., KITAJIMA J. *Phialophora repens*, an emerging agent of subcutaneous phaeohyphomycosis in humans. J. Clin. Microbiol., 1989, 27 : 394-399.

LAVARDE V., BEDROSSIAN J., DE BIÈVRE C., VACHER C. Un cas de phaeomycose à *Phialophora parasitica* chez un transplanté. Bull. Soc. Fr. Mycol. Méd., 1982, XI : 273-277.

Scytalidium dimidiatum

BENNE C.A., NEELEMAN C., BRUIN M., DE HOOG G.S., FLEER A. Disseminating infection with *Scytalidium dimidiatum* in a granulocytopenic child. Eur. J. Clin. Microbiol. Infect. Dis., 1993, 12 : 118-121.

FATHALLAH A., LETAÏF A., BEN SAÏD M., JENNI L. Abscès sous-cutané à *Scytalidium dimidiatum* chez un diabétique tunisien. J. Mycol. Méd. 2000, 10 : 216-218.

SIGLER L., SUMMERBELL R.C., POOLE L., WIEDEN M., SUTTON D.A., RINALDI M.G., AGUIRRE M., ESTES G.W., GALGANI J.N. Invasive *Natrhassia mangiferae* infections : case report, literature review and therapeutic and taxonomic appraisal. J. Clin. Microbiol., 1997, 35 : 433-440.

Phoma

BAKER J.R., SALKIN I.F., FORGACS P., HAINES J.H., KEMMA M.E. First report of subcutaneous phaeohyphomycosis of the foot caused by *Phoma minutella*. J. Clin. Microbiol., 1987, 25 : 2395-2397.

BAKERSPIGEL A., LOWE D., ROSTAS A. The isolation of *Phoma eupyrena* from a human lesion. Arch. Dermatol., 1981, 117 : 362-363.

MORRIS J.T., BECKIUS M.L., JEFREY B.S., LONGFELD R.N., HEAVEN R.F., BAKER W.J. Lung mass caused by *Phoma* species. Infect. Dis. Clin. Pract., 1995, 4 : 58-59.

OH C.K., KWON K.S., LEE J.B., JANG H.S., CHUNG T.A., SUH S.B. Subcutaneous phaeohyphomycosis caused by *Phoma* species. Int. J. Dermatol., 1999, 38 : 874-876.

GLOSSAIRE

A

Acervule	Organe de reproduction asexuée rencontré chez certains champignons phytopathogènes, dans les tissus de l'hôte. Il renferme de multiples petits conidiophores, agglomérés les uns aux autres, porteurs des cellules conidiogènes.
Aciculaire	Rectiligne et effilé, en forme d'aiguille.
Acropète	Se dit d'un mode de reproduction asexuée conduisant par bourgeonnement à la formation d'une chaîne de spores dont la plus jeune est au sommet (exemple : <i>Cladosporium</i>).
Actidione	Nom commercial du cycloheximide, antibiotique antifongique, qui, inclus dans les milieux de culture, inhibe la pousse de nombreuses moisissures.
Agar ou agar-agar	Polymère de l'agarose qui rentre dans la composition des milieux de culture solides en microbiologie. Aussi appelé gélose.
Aleurie (= aleuriospore)	Spore asexuée externe formée latéralement ou à l'extrémité d'un filament, à partir d'éléments préexistants du thalle (filament végétatif, courte ramification).
Ampulliforme	En forme d'ampoule.
Anamorphe	Se dit d'un état de fructification asexué (ou imparfait) rencontré chez un champignon.
Anellide	Cellule conidiogène caractérisée par un site de bourgeonnement unique qui fonctionne de manière itérative, et par des reprises de croissance terminale après chaque bourgeonnement. Elle produit des spores disposées en chaînes basipètes. De plus, chaque reprise de croissance engendre la formation au niveau du col de la cellule conidiogène d'une cicatrice dessinant un anneau.
Anellospore	Spore asexuée produite par une annellide.
Apex	Terme utilisé en mycologie pour définir l'extrémité terminale d'un filament.
Apophyse	Évasement plus ou moins marqué de la partie terminale du sporocystophore au dessous du sporocyste, que l'on rencontre chez certaines espèces de Mucorales.
Arthrospore	Spore asexuée issue de la fragmentation progressive et rétrograde d'un filament au niveau des <i>septa</i> . Aussi appelée arthroconidie.
Article	Chez les septomycètes, partie d'un hyphe (ou filament) comprise entre deux cloisons successives, et contenant un ou plusieurs noyaux.
Ascomycètes	(aussi appelés Ascomycotina) Champignons à thalle levuriforme ou septé dont la reproduction sexuée est assurée de manière endogène, par production d'ascospores à l'intérieur d'un asque.

Ascospore Spore sexuée produite de manière endogène à l'intérieur d'un asque et caractéristique des Ascomycètes.

Asque Formation sexuée chez les Ascomycètes, soit arrondie (asque protunique) soit allongée avec une seule paroi (asque unitunique) ou deux parois (asque bitunique). Elle renferme à maturité les ascospores.

B

Baside Cellule spécialisée chez les Basidiomycètes, produisant par bourgeonnement à son sommet des spores sexuées (basidiospores).

Basidiomycètes (aussi appelés Basidiomycotina) Champignons à thalle levuriforme ou septé dont la reproduction sexuée est assurée par bourgeonnement de spores sexuées (basidiospores) à l'extrémité de cellules spécialisées appelées basides.

Basidiospore Spore sexuée formée à l'extrémité d'une baside, caractéristique de certains Basidiomycètes.

Basipète Se dit d'une chaîne de spores dont la plus jeune est à la base. Les spores disposées en chaînes basipètes sont produites sur le mode blastique phialidique (*Aspergillus*, *Penicillium*, ...) ou sur le mode blastique percurrent (*Scopulariopsis*).

Binomial Qui comporte 2 noms : selon la classification Linéenne, une espèce comprend un nom de genre et une épithète spécifique.

Bisérié Terme utilisé chez les *Aspergillus*. Il traduit la présence de métules supportant les phialides et assurant leur insertion sur la vésicule, au sommet du conidiophore.

Blastomycète Classe des Deuteromycotina qui regroupe les levures asexuées ou imparfaites.

Blastospore Terme désignant au sens strict toutes les spores asexuées produites par bourgeonnement. En pratique, il est réservé aux spores produites sur le mode blastique solitaire (levures), sur le mode blastique synchrone (*Paracoccidioides*, ...) ou sur le mode blastique acropète (levures, *Cladosporium*, ...).

Boîte de Pétri Récipient plat en verre ou en plastique avec base et couvercle permettant de couler les milieux de culture en microbiologie (milieu de Sabouraud notamment).

Bourgeonnement Mode de reproduction asexuée le plus fréquent, rencontré souvent chez les levures. Cela aboutit à la production de cellules filles issues de la cellule initiale par séparation d'une excroissance de cette dernière appelée cellule mère.

C

Cellule conidiogène Cellule productrice de spores asexuées externes (bourgeonnement).

Cellule en noisette (aussi appelée « Hülle cell ») Cellule réfringente, à paroi épaisse, de forme variable, observée chez certaines espèces du genre *Aspergillus*.

Cellule podale Cellule basale des macroconidies de *Fusarium* présentant une sorte de talon plus ou moins visible.

Champignon	(en Anglais <i>Fungi</i>) Vient d'un vieux mot français, champignuel, du latin <i>campagniolus</i> : qui vit dans les champs. Au sens littéraire (Larousse, Petit Robert), il désigne un végétal formé d'un pied surmonté d'un chapeau correspondant à de nombreuses espèces comestibles ou vénéneuses. Sur un plan scientifique, il définit tout organisme appartenant au règne des Mycètes.
Champignons imparfaits	Voir Deutéromycètes.
Chlamydospore	Forme de résistance produite par les champignons lorsque les conditions deviennent défavorables et caractérisée par une paroi très épaisse. Elle se forme à partir d'un article du filament mycélien (ou parfois d'un article d'une spore pluricellulaire, chez les <i>Fusarium</i>). Il ne s'agit pas réellement d'une spore car il n'y a pas de mécanismes de libération.
Claviforme	En forme de massue.
Cœlomycètes	Champignons filamenteux à thalle septé, se multipliant sur le mode asexué, et dont les cellules conidogènes sont rassemblées dans des organes protecteurs de type pycnides (Sphaeropsidales) ou acervules (Mélanconiales).
Cœnocytiq	Se dit des filaments peu ou non cloisonnés, de diamètre large et irrégulier, caractéristiques des Zygomycètes.
Collerette	Fragment de la paroi du sporocyste qui persiste de part et d'autre de la columelle après déchirement du sporocyste (exemple : <i>Absidia</i>). Ce terme est aussi utilisé pour désigner une structure en forme de coupe, à l'apex des phialides chez certain Phialosporés.
Columelle	Renflement cylindrique, globuleux ou hémisphérique à l'extrémité du sporangiophore qui fait saillie dans le sporocyste.
Commensalisme	Se dit d'un organisme (ici un champignon) qui vit chez un autre organisme vivant sans lui occasionner de troubles particuliers ; littéralement parasitisme bien toléré.
Conidie	Spore asexuée externe. Chez les champignons produisant plusieurs types de conidies, on peut y ajouter selon leur taille les préfixes micro- (spores souvent unicellulaires) ou macro- (spores souvent pluricellulaires).
Conidiogénèse	Ensemble des mécanismes intervenant dans la production des spores asexuées ou conidies.
Conidiophore	Filament porteur des cellules conidiogènes. Pour certains champignons dématiés, ce terme désigne un filament spécialisé dans la production des conidies.
Contaminant	Terme utilisé par les biologistes pour désigner un microorganisme (ici un champignon) qui souille accidentellement le milieu de culture. Ce terme exclut en conséquence un caractère pathogène.
Corémie	Faisceau de conidiophores disposés parallèlement les uns aux autres, réalisant ainsi une gerbe sporifère.
Cunéiforme	En forme de coin ou de clou.

D

Dematiaceae	(aussi appelés Dématiés) Famille des Deutéromycètes Hyphomycètes dont les filaments (et souvent les spores) sont pigmentés. Ces
--------------------	---

champignons donnent des colonies foncées à noires, et produisent des spores souvent foncées à noires.

Deutéromycètes

(aussi appelés Deuteromycotina) Champignons à thalle levuriforme ou septé se multipliant sur le mode asexué (aussi appelés champignons imparfaits ou *Fungi imperfecti*). Ils se répartissent en 3 classes : les Blastomycètes, les Hyphomycètes, les Cœlomycètes.

Dictyospore

Spore pluricellulaire cloisonnée à la fois transversalement et longitudinalement. Ce type de spores caractérise certains Dématiés (exemple : *Alternaria*)

Dimorphisme

Aptitude de nombreux champignons pathogènes à se présenter sous deux stades morphologiques distincts selon qu'ils sont à l'état parasitaire ou saprophyte. Cet état parasitaire peut être reproduit *in vitro* dans certaines conditions de culture (milieu de culture, température d'incubation, teneur en CO₂).

E

Echinulé

Se dit d'une paroi fongique (spores ou filaments) qui est recouverte d'aspérités plus ou moins marquées. Synonyme : verruqueux.

Endospore

Spore interne, produite à l'intérieur d'une structure fermée, sporocyste ou sphérule.

F

Filament mycélien

Voir hyphe.

Filamenteux

Qualificatif courant en mycologie pour désigner les champignons qui produisent des filaments par opposition aux levures au thalle unicellulaire.

Flore

Pour le microbiologiste, terme général désignant l'ensemble des microorganismes cohabitant dans un même biotype. Exemple : flore intestinale.

Fongique

Qui se rapporte aux champignons.

Fungi imperfecti

Voir Deutéromycètes.

Fusiforme

En forme de fuseau, c'est-à-dire renflé au centre et effilé à chaque extrémité. Exemple : macroconidie de *Fusarium*.

G

Gélose

Voir agar.

Géniculé

Qualifie une cellule conidogène (ou un conidiophore) qui, par sa croissance sympodiale, acquiert une forme en zig-zag où chaque angle correspond à un site de bourgeonnement.

Genre

Unité de classification des êtres vivants qui se situe entre l'unité de base qui est l'espèce et un niveau taxonomique plus élevé qui est la famille. Dans la dénomination binomiale des êtres vivants, le premier nom qui commence toujours par une majuscule désigne le genre. Exemple : *Aspergillus fumigatus*, genre *Aspergillus*, espèce *fumigatus*.

Glabre

Se dit d'une culture ou d'une structure dépourvue de poil.

H

Hétérotrophe	Mode nutritionnel des êtres vivants appartenant au règne animal et à celui des champignons qui, incapables de synthétiser les composés organiques, utilisent pour leur nutrition des matières organiques préformées, produites par d'autres organismes vivants.
Hülle Cell	Voir cellule en noisette.
Hyalin	Terme utilisé en mycologie pour caractériser les spores ou les filaments dont la paroi est non pigmentée, et apparaît donc incolore ou transparente.
Hyalohyphomycètes	(aussi appelés Mucédinés) Hyphomycètes dont les filaments sont hyalins. Ces champignons donnent des colonies d'abord blanches, et c'est seulement avec la maturation des structures conidiogènes que ces colonies prendront leur teinte caractéristique (pigmentation des conidies).
Hyalohyphomycoses	Terme désignant les mycoses déterminées par des Hyalohyphomycètes.
Hyphé	(aussi appelé filament mycélien) Structure élémentaire du thalle des champignons filamenteux, d'aspect tubulaire, septé ou non (dans ce dernier cas, on parlera d'hyphes siphonés comme chez les Zygomycètes).
Hyphomycètes	Champignons filamenteux à thalle septé, se multipliant sur le mode asexué, et ne produisant pas d'organes protecteurs des cellules conidogènes.

K

Kératine	Scéléroprotéine complexe, soufrée, de consistance dure, imperméable, très répandue dans le monde animal et parfois présente dans la paroi de certains champignons. Chez l'homme, la kératine est abondante dans l'épiderme (cornéocytes) et les phanères (cheveux, poils, ongles).
Kératinophilie	Tropisme plus ou moins marqué de certains champignons pour la kératine animale ou humaine. Dans le sol, la kératine est aussi présente (fragment de plumes d'oiseaux, de carapaces d'insectes, ...). Les champignons kératinophiles peuvent être isolés du sol par une technique de piégeage appelée technique de Vanbreuseghem. Cette dernière consiste à déposer des cheveux stériles à la surface de la terre prélevée. En quelques semaines, les champignons kératinophiles du sol (appartenant aux genres <i>Microsporium</i> , <i>Trichophyton</i> , <i>Chrysosporium</i> , ...) se développent sur les cheveux.
Kératinolytique	Propriété qu'ont certains champignons kératinophiles de dégrader, à l'aide d'enzymes, la kératine humaine ou animale et d'utiliser certains de ses composants pour assurer leur croissance. Exemples : les dermatophytes et des espèces proches comme <i>Chrysosporium keratinophilum</i> , <i>Aphanoascus (Anixiopsis) fulvescens</i> .

L

Logette	Se dit des cellules constitutives des macroconidies, principalement chez les dermatophytes et les <i>Fusarium</i> .
----------------	---

M

Macroconidie	(aussi appelée macroaleurie) Conidie de grande taille, habituellement pluricellulaire (avec plusieurs logettes), produite sur le mode thalique solitaire.
Macromycètes	(aussi appelés champignons macroscopiques) Champignons classés pour la plupart parmi les Basidiomycètes. Habituellement visibles, ces champignons, non abordés dans cet ouvrage, possèdent un carpophore. Certains sont comestibles (bolet, girolles, ...), d'autres sont toxiques ou vénéneux.
Membrane	Structure biologique formée de feuillettes comportant une bicouche lipidique où sont insérées diverses protéines.
Métule	Article stérile, allongé, permettant l'insertion des phialides à l'extrémité du conidiophore (<i>Aspergillus</i> bisériés, <i>Penicillium</i> bi ou triverticillés, <i>Paecilomyces</i>).
Microconidie	Conidie de petite taille, habituellement unicellulaire, produite sur le mode thalique solitaire.
Micromycètes	(aussi appelés champignons microscopiques) Ce sont les espèces étudiées ici qui intéressent les mycologues médicaux. Habituellement, pour les observer, il faut les cultiver sur des milieux appropriés (habituellement le milieu de Sabouraud). Ces espèces peuvent se voir dans des endroits humides (moisissures observées dans les caves, les pièces confinées, ...) propices à leur développement et à une observation macroscopique. Leur appareil végétatif est le thalle qui peut être unicellulaire (levure) ou filamenteux (mycélium).
Moisissure	Terme d'usage courant désignant des champignons filamenteux issus du sol où ils vivent habituellement en saprophytes. Certains d'entre eux peuvent cependant se comporter, chez l'homme ou l'animal, en pathogènes opportunistes.
Moniliforme	Se dit d'un filament mycélien en forme de chapelet ou de collier du fait de la succession rapprochée des cloisonnements de l'hyphe. Certaines espèces, comme l'Ascomycète <i>Neurospora sitophila</i> , produisent spontanément des hyphes moniliformes.
Monomorphe	Se dit d'un champignon qui ne présente qu'un seul aspect morphologique <i>in vivo</i> comme <i>in vitro</i> quelles que soient les conditions de culture.
Mucorales	Principal ordre des Zygomycètes caractérisé par la production d'endospores formées à l'intérieur d'un sporocyste ou sporange. Ces champignons cosmopolites sont parfois pathogènes pour l'homme (opportunistes).
Mucormycose	Affection déterminée par les Mucorales. Certaines espèces sont à l'origine de mycoses systémiques sévères chez les sujets débilisés (hémopathies, greffes, diabète, grands brûlés, ...).
Mycélium	Ensemble des hyphes constitutifs de l'appareil végétatif des champignons.
Mycètes	Un des cinq règnes du monde vivant selon la classification de Wittaker (1969). Ce sont des organismes eucaryotes, hétérotrophes, constitués d'un thalle unicellulaire ou filamenteux, et vivant en saprophytes ou parfois en parasites.

Mycose	Manifestation provoquée par la présence d'un champignon microscopique dans l'organisme. On distingue les mycoses superficielles et les mycoses profondes ou systémiques.
Mycosique	Qui se rapporte à une mycose.
Mycotoxine	Toxine produite par un champignon microscopique.
Mycotoxinose	(aussi appelée mycotoxicose) Intoxication d'origine alimentaire provoquée par une toxine produite par un micromycète au cours de son développement dans un aliment (céréales, par exemple). Exemple : l'ergotisme est dû à l'ingestion d'une farine provenant de grains parasités par l'ergot de seigle, <i>Claviceps purpurea</i> .

N

Nœud	Chez les Mucorales, site d'insertion des sporocystophores sur les stolons.
Nosocomial	Infection contractée au cours d'une hospitalisation.

O

Oblongue	Allongée.
Onychomycose	Infection des ongles causée par un champignon.
Opportuniste	Se dit d'une espèce fongique qui profite d'une opportunité pour exprimer son pouvoir pathogène. Cette opportunité est liée à la diminution ou à l'effondrement de la résistance de l'hôte.
Organe de fructification	Se dit chez les champignons des organes ou structures spécialisés dans la production des spores sexuées ou asexuées.
Organe perforateur	C'est un hyphes spécialisé chez les champignons kératinolytiques (dermatophytes et assimilés) qui provoque, en pénétrant dans un cheveu ou un poil, une destruction en forme de clou de part et d'autre de la tige pileuse. Leur recherche est parfois réalisée <i>in vitro</i> pour identifier certains dermatophytes.
Ostiole	Ouverture dans la paroi d'une pycnide ou d'un périthèce permettant la libération des spores.
Otomycose	Mycose du conduit auditif interne.
Ovoïde	En forme d'œuf, avec une partie large à la base.

P

Parasite	Être vivant (animal, végétal, champignon) qui vit aux dépens d'une autre espèce vivante appelée hôte. Suivant les modalités d'installation du parasite chez son hôte, on distingue : <ul style="list-style-type: none"> • les parasites de blessure, ces derniers pénètrent et s'implantent en profitant des tissus endommagés, • les parasites facultatifs ou permanents, • les parasites obligatoires : il leur est impossible de vivre en dehors de leurs hôtes, • les parasites opportunistes qui ne peuvent infecter leurs hôtes que si ces derniers sont affaiblis ou immunodéprimés.
Parasitisme	Comportement propre aux parasites vis-à-vis de leurs hôtes.

Parfait	Terme désignant la forme sexuée ou téléomorphe d'un champignon.
Paroi	Structure plurilamellaire doublant la membrane plasmique des cellules fongiques, mais aussi des cellules végétales et des bactéries. Les cellules animales, par contre, sont dépourvues de paroi.
Pénicille	Groupement de phialides disposées en verticilles au sommet d'un conidiophore fin et cloisonné, caractéristique des <i>Penicillium</i> . Aussi appelé pinceau.
Peptone	Mélange de peptides issus d'une hydrolyse enzymatique ou chimique de viandes (ou de végétaux) et entrant dans la composition de certains milieux utilisés en mycologie.
Percurrent	Se dit d'un mode de formation des spores. Ces dernières naissent à partir d'une cellule conidiogène caractérisée par un site de bourgeonnement unique qui fonctionne de multiples fois, et par une alternance de bourgeonnement terminal et de reprise de croissance terminale.
Périthèce	Ascocarpe globuleux présentant un orifice (l'ostiole) qui permet la libération des asques et ascospores à maturité.
Phaéohyphomycose	Mycose due à des champignons foncés appartenant à la famille des Dematiaceae.
Phialide	Cellule conidiogène spécialisée, généralement en forme de bouteille avec une extrémité apicale rétrécie. Elle présente le plus souvent un site de bourgeonnement unique (plusieurs sites pour les polyphialides de certains <i>Fusarium</i>), qui fonctionne de manière itérative, et produit ainsi de nombreuses spores asexuées.
Phialospore	Spore asexuée produite par une phialide.
Phragmospore	Spore pluricellulaire cloisonnée seulement transversalement.
Piriforme	En forme de poire.
Pinceau	Voir pénicille.
Porospore	Spore asexuée laissant dans la paroi de la cellule conidiogène, à la suite de sa libération, un pore (trou dans la couche de mélanine qui tapisse la face externe de la paroi de la cellule conidiogène).
Pseudodermatophyte	Champignon kératinophile proche des dermatophytes par son pouvoir pathogène (attaque de la kératine). Exemples : <i>Scytalidium</i> sp., <i>Onychocola canadensis</i> .
Pseudomycélium	(aussi appelé pseudofilament) Chez les levures, chaîne de blastospores qui restent accolées les unes aux autres évoquant ainsi un filament mycélien.
Pycnide	Organe globuleux, muni d'un orifice (l'ostiole), à l'intérieur duquel se forment des spores asexuées. Les pycnides sont caractéristiques des Cœlomycètes.

R

Revers (= verso)	Envers d'une culture.
Reproduction	Action de se reproduire en mettant en œuvre des processus sexués ou asexués. Elle permet à l'espèce de se perpétuer. C'est sur les modes de reproduction qu'est basée la classification des champignons.

Rhizoïde Filament mycélien ressemblant à une racine qui fixe le thalle sur son substrat, chez certaines Mucorales.

S

Sabouraud Milieu de culture habituel en mycologie, il contient de la gélose (agar-agar), de la peptone, du glucose et de l'eau distillée. On y ajoute souvent des antibiotiques (chloramphénicol, gentamicine), ainsi qu'un antifongique (cycloheximide) pour inhiber la pousse de certaines moisissures et levures indésirables.

Saprophyte Se dit d'un organisme vivant qui se nourrit à partir de substrats organiques en décomposition (matière morte).

Septation Formation de cloisons ou *septa* dans un filament ou une spore.

Septum Cloison séparant deux articles d'un filament (ou d'une spore).

Siphomycète Champignon filamenteux à thalle cœnocytique.

Sporange Organe de fructification asexuée chez les Mucorales. Globuleux et clos, il renferme de nombreuses spores à maturité.

Sporangiospore Spore asexuée endogène, produite à l'intérieur d'un sporange.

Spore (= propagule) Élément issu de la reproduction sexuée ou asexuée des champignons et destiné à assurer la survie du champignon et sa propagation.

Sporocyste Voir sporange.

Sporocystophore Filament aérien porteur des organes de reproduction (sporocystes) chez les Zygomycètes.

Sporodochie Structure conidiogène asexuée, à la forme de coussinet, constituée d'un agrégat de filaments végétatifs et de conidiophores portant les cellules conidiogènes.

Sporulation Aptitude d'un champignon à produire des spores. Synonyme : fructification.

Stipe Voir conidiophore

Stolon Filament rampant à la surface du substrat et joignant deux groupes de sporocystophores chez certaines Mucorales.

Sympode Disposition particulière des spores sur la cellule conidiogène liée aux reprises successives de croissance latérale de la cellule après chaque bourgeonnement de spore.

Sympodial Se dit d'un mode de formation des spores. Ces dernières naissent à partir d'une cellule conidiogène qui reprend sa croissance latéralement après chaque bourgeonnement, et acquiert ainsi une forme en zig-zag où chaque angle correspond à un site de bourgeonnement.

Sympodulospore Spore asexuée formée sur le mode blastique sympodial.

Synanamorphe Appellation des différents stades d'un champignon imparfait présentant plusieurs modes de reproduction asexuée.

Synnema Voir corémie.

T

Téléomorphe Stade sexué (forme parfaite) d'un champignon.

Tellurique	En relation avec la terre, le sol.
Thalle	Ensemble de l'appareil végétatif et reproducteur d'un champignon. Il peut être unicellulaire (levure) ou filamenteux.
Thallique	Mode de conidiogénèse résultant de la différenciation en spores (accumulation de réserves dans le cytoplasme, différenciation de la paroi, puis libération) de filaments préexistants qui se fragmentent au niveau des cloisons. Les spores ainsi produites (aleuries, arthrospores) sont caractérisées par une base tronquée.
Toruloïde	Se dit d'un filament végétatif ou d'un conidiophore présentant une série de renflements.
Tronqué	Se dit d'une structure qui semble amputée de sa partie terminale. Exemple : conidie tronquée (base aplatie).

U

Unisériel	Terme utilisé chez les <i>Aspergillus</i> . Il traduit une insertion directe des phialides sur la vésicule, au sommet du conidiophore (absence de métules).
------------------	---

V

Verruqueux	Voir échinulé.
Verticille	Regroupement de conidiophores ou de phialides insérés en un même niveau sur un filament, donnant ainsi l'aspect d'un bouquet.
Vésicule	Selon les sens qu'on lui donne en mycologie : <ul style="list-style-type: none"> • la partie dilatée d'un filament, • la partie apicale du conidiophore chez les <i>Aspergillus</i>, • une cellule ou un article dilaté contenant des endospores.
Virulence	Aptitude d'un microorganisme à déterminer chez l'hôte des manifestations morbides.

Z

Zygomycètes	(aussi appelés Zygomycotina) Champignons filamenteux à thalle cœnocytaire dont la reproduction sexuée aboutit à la formation de zygosporangies.
Zygosporangie	Spore sexuée caractérisant les Zygomycètes.

1 - Éclaircissants

Les éclaircissants sont indiqués pour les examens directs (on peut aussi accélérer l'éclaircissement de la préparation en passant les montages sur lame dans la flamme de la veilleuse du bec Bunsen quelques secondes sans faire bouillir).

Tous ces produits sont à conserver en flacons bruns à l'abri de la lumière, de préférence au réfrigérateur.

Lactophénol d'Amann

Phénol cristallisé pur	10	g
Acide lactique	10	g
Glycérine	20	g
Eau distillée	10	ml

Dissoudre le phénol et l'acide lactique dans un peu d'eau avant de faire le mélange.

Chloral-lactophénol

Hydrate de chloral	20	g
Phénol cristallisé pur	10	g
Acide lactique	10	g

Dissoudre le phénol et l'acide lactique dans un peu d'eau avant de faire le mélange.

Potasse à 10 %

Hydroxyde de potassium	10	g
Eau distillée	90	ml

Quantité d'H² eau distillée

La solution de potasse peut être réalisée à plus forte concentration (20 ou 30 %).

Solution de noir chlorazole E

Dissoudre 5 g d'hydroxyde de potassium dans 90 ml d'eau distillée.

Parallèlement, dissoudre 100 mg de noir de chlorazole E (Sigma) dans 10 ml de diméthylsulfoxyde.

Verser le noir de chlorazole dans l'hydroxyde de potassium.

Éclaircit et colore en même temps

Blankophor (lecture au microscope à fluorescence avec un filtre bleu 400-440 nm)

Hydroxyde de potassium (KOH)	1	g
Eau distillée	7,5	ml
Ajouter :		
➤ Blankophor P Flüssig (Bayer)	10	ml
➤ Ethanol à 90°	2,5	ml
Éclaircit et colore en même temps		

2 - Colorant des cultures**Bleu au lactophénol**

Phénol cristallisé pur	10	g
Acide lactique	10	g
Glycérine	20	g
Bleu Coton C4B (ou Bleu de méthyle)	0,25	g
Eau distillée	10	ml

3 - Milieux d'isolement**Sabouraud-chloramphénicol**

Peptone	10	g
Glucose	20	g
Agar	20	g
Chloramphénicol	0,5	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml
pH : 5 – 5,6		

Sabouraud-chloramphénicol-actidione®

Peptone	10	g
Glucose	20	g
Agar	20	g
Chloramphénicol	0,5	g
Cycloheximide (Actidione®)	0,5	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml
pH : 5 – 5,6		

Le cycloheximide est dissout dans 10 ml d'acétone.

Chloramphénicol et cycloheximide sont thermostables.

Milieu à l'extrait de malt (pour isolement des moisissures)

Extrait de malt	15	g
Agar	15	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml

pH : 6,2 à 6,5 pour les levures, 7 pour les champignons filamenteux

4 - Autres milieux utilisés en mycologie

Milieu DTM (de Taplin) (commercialisé sous le nom de DTA)

Phytone	10	g
Glucose	10	g
Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p. 1000	ml

Faire bouillir

Ajouter une solution de rouge de phénol : 40 ml (0,25 g rouge de phénol – 0,75 ml NaOH 1 N – eau distillée q.s.p. 50 ml)

HCl 0,8 N 6 ml

Cycloheximide (Actidione®) 0,5 g

Chloramphénicol 0,5 g

pH : 5,5

Tous les dermatophytes font virer le milieu de Taplin (mais également de nombreux saprophytes).

Milieu de Borelli (Lactrimel)

Miel pur	7	g
Farine de blé	14	g
Lait écrémé en poudre	14	g
Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p. 1000	ml

Chloramphénicol 0,5 g

Cycloheximide (Actidione®) 0,5 g

Stériliser 10 mn à 105° C

Favorise la sporulation et la pigmentation (*M. canis*, *T. rubrum*).

Brain-Heart infusion agar

Brain-Heart Infusion (bio-Mérieux)	37	g
Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p. 1000	ml

pH : 7,4

Favorise la croissance de *T. verrucosum*.

Milieu PDA

Potato Dextrose Agar (Difco)	39	g
Eau distillée	q.s.p. 1000	ml

pH : 5,6

Favorise la production du pigment (*T. rubrum*, *M. canis*, *M. langeronii*).

Milieu peptoné à 3 % (Sabouraud conservation)

Peptone	30	g
Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml

Nécessaire pour différencier *M. persicolor* de *T. mentagrophytes* : la colonie prend une couleur rose, alors qu'elle est blanc-crème pour *T. mentagrophytes*.

Milieu de Baxter (Milieu au Lab-Lemco)

Lab-Lemco (Oxoid)	2,5	g
Glucose	5	g
Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml

Favorise la fructification et le pigment de la plupart des dermatophytes.

Milieu de Takashio (Sabouraud dilué)

Glucose	2	g
Néopeptone	1	g
MgSO ₄	1	g
KH ₂ PO ₄	1	g
Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml

pH : 6,2

Favorise la sporulation. Excellent milieu pour obtenir la forme sexuée du complexe *T. mentagrophytes*.

Eau gélosée à 2%

Agar	20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml

Milieu pauvre, l'eau gélosée à 2 % favorise la sporulation pour de nombreuses moisissures.

Corn-Meal agar

Corn-Meal Agar (Difco)	17	g
Agar	7	g
Eau distillée	q.s.p.	1000 ml

pH : 6,0

Milieu de Czapek (identification des *Aspergillus*)

Saccharose		30	g
NaNO ₃		3	g
K ₂ PO ₄		1	g
MgSO ₄ , 7H ₂ O		0,5	g
KCl		0,5	g
FeSO ₄ , 7H ₂ O		0,01	g
Agar		20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000	ml

pH : 7,3

Milieu pommes de terre - glucose

Pulpe de pommes de terre		200	g
Glucose		10	g
Agar		20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000	ml

Ramollir la pulpe de pommes de terre dans 300 ml d'eau distillée en chauffant. Ajouter ensuite le glucose et l'agar. Porter à ébullition pour solubiliser l'agar, puis filtrer sur gaze, et compléter à un litre avec de l'eau distillée.

Milieu pommes de terre - carottes

Pulpe de pommes de terre		20	g
Pulpe de carottes		20	g
Agar		20	g
Eau distillée	q.s.p.	1000	ml

Faire macérer les pulpes de pommes de terre et de carottes dans 300 ml d'eau distillée pendant une heure, puis ajouter l'agar. Porter à ébullition pour solubiliser l'agar, puis filtrer sur gaze, et compléter à un litre avec de l'eau distillée.

Cahiers de formation déjà parus

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| N° 1 : HÉMATOLOGIE | N° 15 : DÉPISTAGE |
| N° 2 : IMMUNOANALYSE | DE LA TRISOMIE 21 |
| N° 3 : PARASITOLOGIE | N° 16 : IMMUNO-ALLERGIE (2) |
| N° 4 : BACTÉRIOLOGIE | N° 17 : VIRUS DES HÉPATITES |
| N° 5 : HORMONOLOGIE | A (VHA) et E (VHE) |
| GAZOMÉTRIE | N° 18 : DOSAGE DES MÉDICAMENTS |
| N° 6 : G.B.E.A. | TOME II |
| N° 7 : IMMUNO-ALLERGIE (1) | N° 19 : VAGINITES ET VAGINOSES |
| N° 8 : HÉMOGLOBINES GLYQUÉES | N° 20 : HÉMOSTASE ET THROMBOSE |
| LIPIDES | N° 21 : VIRUS DES HÉPATITES |
| N° 9 : DOSAGE DES MÉDICAMENTS | B (VHB), DELTA (VDH), |
| TOME I | C (VHC), AUTRES |
| N° 10 : HÉMATOLOGIE | N° 22 : SYNDROME |
| CAS ILLUSTRÉS | DES ANTI-PHOSPHOLIPIDES |
| N° 11 : AMIBES ET FLAGELLÉS | N° 23 : PARASITES SANGUINS |
| INTESTINAUX | N° 24 : BIOCHIMIE PEDIATRIQUE |
| N° 12 : LES MALADIES A PRIONS | N° 25 : LES MOISSISSURES |
| N° 13 : AUTOIMMUNITÉ | D'INTÉRÊT MÉDICAL |
| ET AUTOANTICORPS | |
| N° 14 : L'EXPLORATION | |
| DE LA THYROÏDE | |

BIOFORMA est la structure nationale qui gère et organise la formation continue conventionnelle des directeurs et directeurs adjoints de L.a.b.m. privés.

Cette formation continue est financée par les trois Caisses Nationales de l'Assurance Maladie (C.N.A.M.T.S., C.C.M.S.A., et C.A.N.A.M.) dans le cadre de la convention passée entre elles et les trois syndicats de biologistes. (S.d.B., S.N.M.B., et S.L.B.C.).

A ce titre, BIOFORMA édite des cahiers de formation comme celui-ci.

Ces ouvrages sont distribués à chaque laboratoire d'analyse de biologie médicale, privés et hospitaliers, aux inspecteurs des DRASS, aux pharmaciens et médecins conseils des CRAM, aux responsables de la DGS et du Ministère de la Santé. Les précédents numéros, ou épuisés en version papier, seront disponibles à la consultation sur le site Internet www.bioforma.net à partir de 2002.

Ces livres ne sont pas en vente dans le commerce et le tirage est de 6 500 exemplaires.