



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Microbiologie.

قسم : ميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Mycologie et Biotechnologie fongique

Intitulé :

Caractérisation des champignons d'importance médicale

Préparé par : M^{elle} CHERIET Chahinaz.

Le : 15/09/2021.

M^{elle} BENFADEL Khaoula.

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : ABDELAZIZ O. (Maître de conférences B - UFM Constantine).

Examinatrice : BENKAHOUL M. (Maître de conférences A - UFM Constantine).

Rapporteur : MEZIANI M. (Maître de conférences B - UFM Constantine).

*Année universitaire
2020- 2021*

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Allah, Le Tout Puissant et Le Miséricordieux, de nous avoir donné la santé, la volonté, la patience et le courage pour mener à terme notre formation de Master 2.

Nous tenons à remercier vivement notre promotrice Madame MEZIANI Meriem, d'avoir accepté de nous encadrer en nous donnant confiance afin de réaliser ce modeste travail, dont tout le mérite lui revient. On la remercie pour son aide et ses remarques ainsi que tous les conseils qu'elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de ce travail.

Aux membres du Jury qui ont pris sur leur temps et ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail :

Madame ABDELAZIZ O. qui a eu l'amabilité de participer à ce Jury ;

Madame BENKAHOUL M. qui a bien voulu examiner notre travail.

Nous voudrions exprimer toute notre reconnaissance aux professeurs, personnels techniques et administratifs de l'Université Mentouri Constantine.1.

Un grand merci aux personnes qui nous ont aidé ou encouragé, à quelque titre ou degré que ce soit, à entreprendre et à achever ce mémoire.

Enfin, je remercie du fond de mon cœur, ma famille qui m'a soutenue, encouragée et motivée tout au long de mes études.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À mes chers parents « Abdelwaheb » et « Fatíha »

*Je sais très bien à quel point vous avez dû patienter pour me faire arriver à ce
Jour. Je n'en oublierai jamais vos sacrifices et vos prières. Vos bénédictions,
Votre soutien moral, votre gentillesse sans égal, votre profond*

Attachement m'ont été d'un grand secours

Pour mener à bien mes études.

Que Dieu tout puissant vous protège du mal, vous procure

Longue vie, santé et bonheur afin que je puisse vous rendre un minimum

De ce que je vous dois. Que Dieu vous garde...

A mon cher mari « Raouf »

Pour son aide et ses encouragements.

A mes chers frères « Lamíne » et « Amír » et leurs femmes

et mon adorable sœur « Hadjer » et son mari, à qui

je souhaite beaucoup de bonheur.

A ma nièce « Razane » et mes neveux « Raed »,

« nídal », « Rassím » et « rostom » que j'aime

très fort et qui sont comblé ma famille

de bonheur et de joie.

À toute ma famille « Chereít » et « Benaríba »

Tous mes oncles et mes tantes

Mes cousins et cousines côté paternel et maternel.

À ma belle-famille à qui je souhaite

une bonne santé et une longue vie.

À mon cher binôme « Khaoula »

, mes chères amies et sœurs Haoua, Amíra, Aícha.

Chahínez

Dédicaces

A ma Chère Mère zahra

A mon Père Hacem

Dont le mérite, les sacrifices et les qualités humaines

M'ont permis de vivre ce jour.

A mon Frère et mes sœurs

Abdelmalek, Loujaine, Lidia, khouloude

A tous les gens m'aiment

Khaoula

Sommaire

Table des matières

Introduction1

Chapitre 1. Généralités sur les champignons

1. Définitions	2
2. Caractères généraux.....	3
2.1. Caractères morphologiques.....	3
2.2. Nutrition	4
2.3. Reproduction.....	4
2.3.1. Reproduction sexuée	5
2.3.2. reproduction asexuée	6
3. Pouvoirs pathogènes de la pathogénicité des champignons	8
4. Mode de contamination	9
5. Facteurs favorisants	10
5.1. Facteurs intrinsèques	10
5.2. Facteurs extrinsèques	11
6. Caractères cliniques	11

Chapitre 2. Classifications des champignons

1. <i>Mucorale</i>	12
1.1. Morphologie microscopique	12
1.2. Caractères cultureux	13
1.3. Pouvoir pathologie	14
1.4. Epidémiologie	14
1.5. Genre présenté	15
2. les <i>Aspergillus</i>	15
2.1. Morphologie microscopique	15
2.2. Caractère cultureux	16
2.3. Pouvoir pathogène	17
2.4. Epidémiologie	17
2.5. Espèces présentés (par ordre d'importance en mycologie médicale)	18
3. Les autres mucédinés ou hyalohyphomycètes	18

3.1. Morphologie microscopique	18
3.2. Caractères cultureux	18
3.3. Pouvoir pathogène	19
3.4. Épidémiologie	20
3.5. Genres et espèces présentées	20
4. Les dématiés (ou phaeohyphomycètes) et les coelomycètes	21
4.1. Morphologie microscopique	21
4.2. Caractères cultureux	21
4.3. Pouvoir pathogène	22
4.4. Epidémiologie	23
4.5. Genres et espèces présentées	23
5. Classification des mycoses	24
5.1. Mycoses superficielles	25
5.1.1. Les dermatophytoses	25
5.1.2. Les candidoses	25
5.1.3. Pityriasis versicolore	26
5.2. Sous cutanés	26
5.2.1. Les chromomycoses	27
5.2.2. Les sporotrichose	27
5.3. Les mycoses profondes (systémiques)	28
5.3.1. Les candidoses	28
5.3.2. Les cryptococcoses	29
5.3.3. Les aspergilloses	30
5.3.4. Les zygomycoses	30
5.3.5. Les histoplasmoses	31
5.3.6. Les coccidioidomycoses	32
5.3.7. Les blastomycoses	32
5.4. Autres mycoses	34
5.4.1. Pneumocystoses	34

Chapitre 3. Le diagnostic mycologique

1. Prélèvement	35
2. Examen direct	36
3. Culture	37
4. Identification	37
5. Incubation	38

6. Examen des colonies fongiques.....	38
6.1. Avec un vaccinostyle	38
6.2. Avec une cellophane adhésive transparente ou scotch	38
7. Culture sur lame.....	39
7.1. Objectif	39
7.2. Préparation du matériel	39
7.3. Ensemencement	39
7.4. lecture	40
8. Interprétation	41
Conclusion	41
Références bibliographiques	42

Liste des figures

Figure 1 : Reproduction sexuée	6
Figure 2 : Illustration de la fission binaire et du bourgeonnement chez les levures	7
Figure 3 : La sporulation	8
Figure 4 : Certains maladies par mycoses	9
Figure 5 : <i>Mucorale</i>	12
Figure 6 : aspects macroscopique et microscopique et certains espèces appartenent aux mucorales	13
Figure 7 : aspects macroscopique d'une culture	14
Figure 8 : caractères micro morphologique du genre <i>aspergillus</i>	16
Figure 9 : les mucédinées de genre <i>Onychocola canadensis</i>	20
Figure 10 : les Dématiés de genre <i>Alternerai</i>	23
Figure 11 : la Dermatophytoses	25
Figure 12 : les candidose	26
Figure 13 : pityriasis versicolores	26
Figure 14 : les chromomycoses	27
Figure 15 : les sporotrichoses	28
Figure 16 : candidose profondes	29
Figure 17 : cryptococcose	29
Figure 18 : histoplasmosse américaine	32
Figure 19 : Paracoccidioïdomycose	33
Figure 20 : pneumocystose	34
Figure 21 : prélèvement d'une moisissures	39
Figure 22 : culture sur lame pour observations des organes des fructification	40

Liste des tableaux

Tableau 1 : principaux types de mycose	24
Tableau 2 : les différents modes de prélèvement	36

La mycologie médicale (aussi appelée mycologie clinique) est une branche de la microbiologie médicale car les agents pathogènes fongiques humains entrent dans la catégorie des micro-organismes, notamment dans les cavités (bouche, vagin, etc.). Il traite des interactions entre les champignons et les humains. La recherche sur les procédures de diagnostic et la prévention des maladies, ainsi que sur le traitement des infections fongiques (mycoses) et des intoxications par des toxines fongiques et des mycotoxines joue un rôle important.

Les champignons provoquent des maladies telles que l'aspergillose, la candidose, les allergies du pied d'athlète et des moisissures.

Dans la zone buccale, la flore buccale est particulièrement riche, mais aussi dans la zone intestinale avec la flore intestinale. Malgré les progrès considérables réalisés dans l'étude de la mycologie médicale et de l'utilisation des antifongiques, l'incidence des infections fongiques est très élevée [1].

Sachant que La mycologie médicale étudie les champignons microscopiques susceptibles de provoquer chez l'homme l'installation d'un état pathogène lié à :

- une localisation superficielle : atteinte de la peau et des phanères ainsi que l'ensemble des muqueuses, en particulier les tractus digestifs et génitaux.
- Une localisation profonde : atteinte organique, multi organique viscérale, septicémique.

D'autres définissent la mycologie médicale comme une branche de la biologie médicale, qui consiste à isoler et caractériser les levures, champignons filamenteux ou champignons dimorphes dans divers liquides ou tissus d'origine humaine dans le but de caractériser l'origine mycologique ou non d'une pathologie [2].

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce présent travail dont l'objectif consiste à l'étude des Caractérisations des champignons d'importance médicale.

Chapitre 1. Généralités sur les champignons

1. Définitions

Les champignons, appelés aussi mycètes, sont des organismes eucaryotes (possédant un noyau bien individualisé, entouré d'une membrane nucléaire) Sur plus de 100.000 espèces connues on estime à environ 500 le nombre des espèces incriminées en pathologie humaine [3].

Les champignons représentent l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes. Ce sont des organismes eucaryotes unicellulaire ou pluricellulaire à mode de reproduction sexuée ou asexuée. Les spores produites peuvent avoir un rôle dans la dispersion des champignons, mais peuvent également jouer un rôle dans la survie de l'organisme lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables. Leur mode de nutrition de type osmotrophe se fait par absorption en libérant dans un premier temps des enzymes hydrolytiques dans le milieu extérieur (digestion des aliments à l'extérieur de la cellule, c à d que les nutriments pénètrent sous forme soluble).

Ces organismes sont dépourvus de chlorophylle et sont tous hétérotrophes. Ils ne peuvent pas faire de photosynthèse, Ces organismes sont très importants et vivent en relation avec d'autres organismes, selon plusieurs manières :

- saprophytes : ils prélèvent leurs nutriments à partir de matières organiques en décomposition. Ils sont très importants en tant que décomposeurs et recycleurs de matières mortes.

- parasites : leurs nutriments proviennent de la matière vivante.

Mycoses (chez les animaux), maladies fongiques (chez les végétaux : phytopathogène) : fabrication de mycotoxines.

- symbiotes : ces mycètes obtiennent leurs nutriments grâce à un autre organisme, leur procurant en retour certains bénéfices. Ce type d'association est essentiel pour les végétaux, 90% des plantes seraient en symbiose avec ces champignons. Ces champignons

sont appelés mycorhizes. D'autres mycètes vivent en relation avec une algue. Ils ne peuvent survivre l'un sans l'autre. Ce sont les lichens [4].

L'identification des champignons est fondée principalement sur des critères morphologiques liés aux modes de reproduction. Classiquement on distingue chez les champignons, en dehors du bouturage, deux types de reproduction, l'une étant appelée asexuée car la cellule fongique se divise par simple mitose, l'autre appelée sexuée car elle intègre un processus de fusion cytoplasmique, de caryogamie et de méiose. Chez une même espèce, on peut donc observer une multiplication de type sexué issue d'un stade morphologique particulier appelé téléomorphe et une multiplication asexuée issue d'un autre développement appelé stade anamorphe [5].

2. Caractères généraux

2.1. Caractère morphologique

L'appareil végétatif ou thalle est formé de filaments ou hyphes. On distingue deux types de filaments :

- Filaments septés ou cloisonnés, de diamètre régulier (3 à 5µm), les cloisons se forment à intervalle plus ou moins régulier. Les champignons caractérisés par ce type thalle sont appelés *Septomycètes*.

- Filaments non cloisonnés ou siphonnés, de diamètre irrégulier (5 à 15µm) caractérisant les champignons inférieurs ou Siphomycètes.

Dans certains cas, le thalle se réduit à une seule cellule, c'est la levure. Certains champignons sont dimorphiques:

- levures : à 37 C° et à l'état parasitaire
- Filaments : En milieu de culture à 25 C° et à l'état saprophytique.

Exemple : *Sporothrix schenkii*

Des particularités morphologiques peuvent s'observer chez certains champignons : filaments agglomérés en cordons, stromas, pycnide, etc...

Le cytoplasme contient des mitochondries, un réticulum avec des ribosomes, des vésicules protéiques, des microtubules, du glycogène et des granulations lipidiques.

La membrane cytoplasmique est entourée d'une paroi de structure complexe formée de glucides, polyosides simples (mananes, glucanes, cellulose), polyosides aminés (chitine, chitosane), stérols (principalement l'ergostérol) et des polyols.

Les champignons noirs possèdent de la mélanine à des concentrations parfois importantes dans la paroi [3].

2.2. Nutrition

Les champignons sont des hétérotrophes, ils utilisent des composés organiques comme source de carbone. Comme chez les bactéries, la digestion de grosses molécules doit commencer dans le milieu extérieur, car seules les molécules de taille relativement petites peuvent franchir les parois et gagner le cytoplasme. La panoplie enzymatique des champignons est extrêmement riche et leur permet d'utiliser, plus efficacement encore que les bactéries, les substrats les plus complexes : cellulose, lignine, kératine. Dans les circonstances ordinaires, l'oxydation des molécules organiques fournit l'énergie dont les champignons ont besoin. Mais lorsque ces résultats sont présent en trop faible quantité beaucoup d'espèces peuvent aussi tirer leur énergie de l'oxydation d'ion ou de minéraux tels-que S, NH₄⁺, H₂, Mn⁺⁺ et réserver la totalité du substrat organique à la fourniture de carbone. La matière nutritionnelle disponible aux champignons doit répondre à leurs exigences en carbone, en énergie, en azote et en élément minéraux, à côté des métabolites essentiels tels que les vitamines [6].

2.3. Reproduction

La reproduction des champignons est complexe, reflétant ainsi l'hétérogénéité de leur mode de vie. Elle peut être sexuée ou asexuée, bien que certains champignons alternent entre les deux types de reproduction. Champignons parfaits : champignons capables de reproduction sexuée (et asexuée) champignons imparfaits : champignons dotés d'une reproduction asexuée et pour lesquels il n'existe pas (ou l'on ne connaît pas) de reproduction sexuée.

➤ Organes de reproduction

Ils utilisent pour ça différentes structures reproductrices tel que :

- Asques: l'asque est une cellule reproductrice, caractérisé des champignons ascomycètes, à l'intérieur de laquelle se forment en général huit spores (ascospores, endospores) Les asques

- Basides: c'est une cellule spécialisée et terminée par un nombre variable de pointes (stérigmates), portant chacun une spore nommée basidiospore Spores: structure de résistance permettent la dissémination rapide des champignons, ils peuvent être mitotiques ou méiotiques Sporangies Les basides [7].

2.3.1. Reproduction sexuée

Alors que les noyaux de spores asexuées se forment par simple mitose, les noyaux des spores sexuées se forment après des processus plus complexes.

La première étape est la plasmogamie qui réunit dans un même thalle deux noyaux compatibles (à noter que deux thalles fusionnent, non pas parce qu'ils sont de sexe différent, mais parce qu'ils sont dotés d'une compatibilité génétique : on désigne les thalles complémentaires par + et - ou A et a) ; avant de fusionner, les noyaux vont cohabiter durant une phase (dicaryophase) plus ou moins longue (le couple de noyaux compatibles prend le nom de dicaryon).

La deuxième étape, appelée caryogamie, correspond à la conjugaison de noyaux haploïdes pour donner un noyau diploïde ; la troisième étape est une division réductrice ou méiose, qui conduit à des noyaux à nouveau haploïdes.

Chez de nombreuses espèces, la reproduction sexuée implique des organes de fécondation morphologiquement similaires (isogamie) auxquels il n'est pas possible d'attribuer un sexe. Chez d'autres, la fusion cellulaire a lieu entre cellules différenciées (anisogamie).

A noter que, dans ce dernier cas, les champignons sont hermaphrodites, c'est à-dire que chaque thalle produit des organes mâles et femelles. Les organes qui donnent naissance aux spores sexuées (méiospores) sont appelés gamétocystes, et prennent le nom d'anthéridie (organe mâle) et d'oogone (organe femelle ; appelé ascogone chez les Ascomycètes) lorsqu'ils sont différenciés [8].

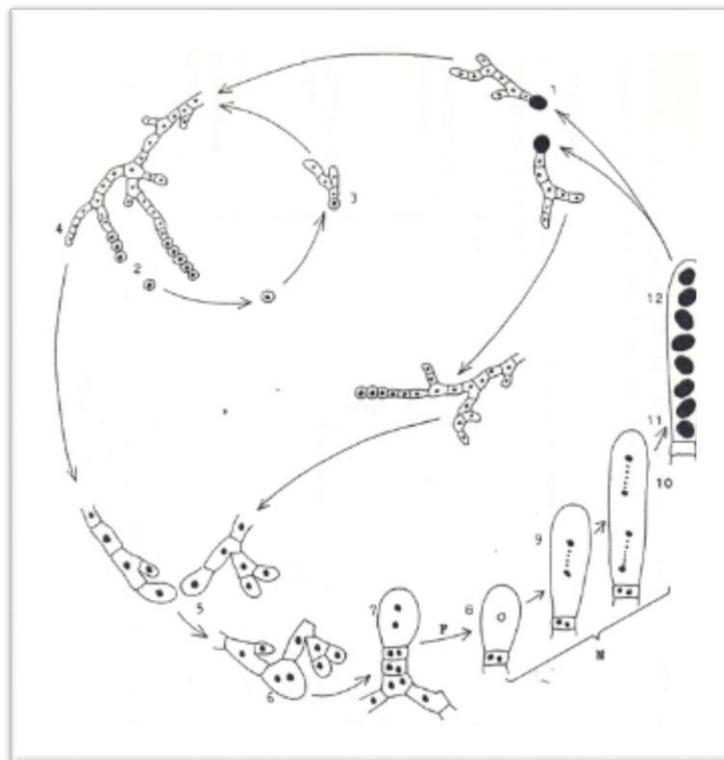


Figure 01 : Reproduction sexuée [8].

1 germination des spores ; 2 libération des conidies ; 3 germination de la conidie ; 4 mycélium du champignon ; 5 rapprochement de deux filaments provenant de spores différentes ; 6 fusion des deux cellules à deux noyaux à n chromosomes ; 7 filament ascogène à 2 noyaux à n chromosomes ; 8 fusion des deux noyaux ($2n$) ; 9 deux noyaux à n obtenus après la première division de la méiose ; 10 4 noyaux à n (deuxième division de la méiose) ; 11 mitose ; 12 asque contenant 8 ascospores à n chromosomes chacune.

2.3.2. Reproduction asexuée

C'est la plus fréquente et la plus simple. Elle se fait par une simple mitose (division binaire du noyau) [3].

➤ Le bourgeonnement et la fission binaire

Le bourgeonnement et la fission binaire sont les formes de reproduction asexuée les plus simples. Le bourgeonnement est une division inégale du cytoplasme, résultant en une cellule parent et une cellule fille, celle-ci étant plus petite que la cellule parent. La fission binaire par contre aboutit à deux cellules identiques [4].

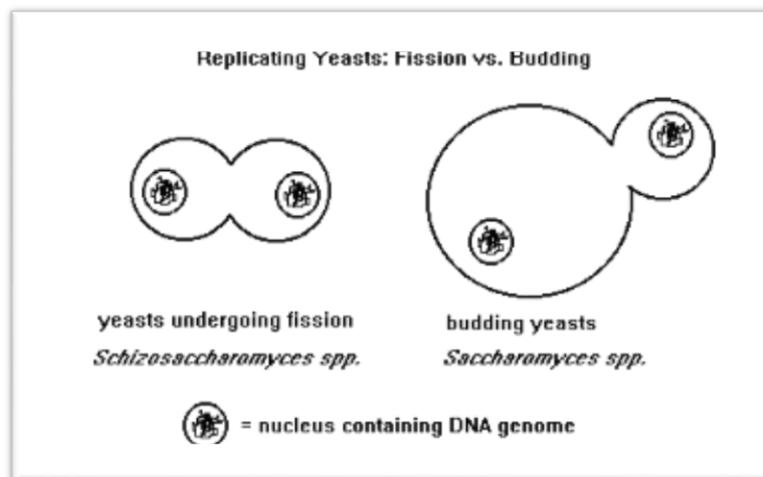


Figure 02 : Illustration de la fission binaire et du bourgeonnement chez les levures [4].

➤ **Le bouturage**

Le mécanisme, le plus simple, est celui du bouturage. Dans ce cas, le thalle végétatif se fragmente et les articles libérés, contenant les noyaux, font office de spores. Ils se dispersent et peuvent se fixer sur un substrat favorable. Ce mécanisme reste limité dans la nature, peut-être en raison de la fragilité des articles [4].

➤ **La sporulation**

La sporulation est la plus importante forme de reproduction asexuée chez les champignons. Elle se fait à travers les spores asexuées, formées au cours de la phase asexuée du cycle de vie des champignons (phase anamorphe) [4].

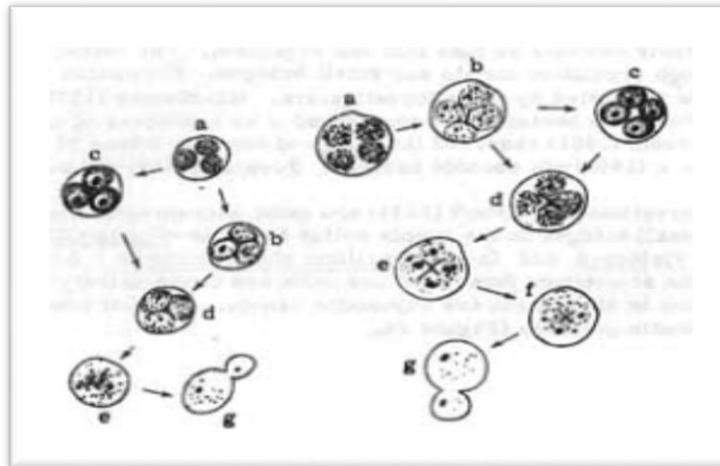


Figure 03 : la sporulation [4].

Après fragmentation du protoplasme en plusieurs parties (**a** , **b**), il se forme des parois autour des prospores (**c**) puis la maturation s'arrête et les parois disparaissent. Le protoplasme devient moins dense(**d**) et les prospores fusionnent (**e**) pour donner une nouvelle cellule végétative (**f**) puis le bourgeonnement commence (**g**). Illustration des différentes étapes de la sporulation chez *Saccharomyces paradoxus*

3. Pouvoir pathogène des champignons

Les infections fongiques proviennent souvent d'un simple déséquilibre des micro-organismes présents naturellement dans le corps.

Celui-ci est en effet colonisé par une multitude de champignons et de bactéries variés, inoffensifs la plupart du temps et même indispensables au bon fonctionnement de l'organisme.

Il peut toutefois arriver que certains de ces champignons prolifèrent et deviennent pathogènes, ou qu'un champignon « externe », transmis par exemple par un animal, provoque une infection. Au total, 200 à 400 espèces de champignons microscopiques peuvent causer des maladies chez l'humain [9].

Le développement des champignons dans l'organisme humain ou animal est à l'origine de maladies appelées mycoses (car produites par des micromycètes).

Les états d'hypersensibilité (asthme, alvéolite allergique extrinsèque...) et les intoxications par ingestion de certains macromycètes (mycotoxicoïses) ne sont pas considérés comme des mycoses.

La nomenclature des mycoses n'est pas homogène, le nom de l'infection fongique dérive du nom du genre du champignon suivi du suffixe ose :

- *Candida* : Candidose

- *Aspergillus* : Aspergillose

Parfois, on se réfère à la partie du corps atteinte : dermatomycose (mycose de la peau), onychomycose (atteinte de l'ongle), etc... Dans certains cas ce sont des appellations particulières : muguet, mycétome, teigne, pied d'athlète [10].



Figure 04 : certaines maladies par les mycoses [10].

4. Mode de contamination

La contamination s'effectue de façon soit directe au contact d'un homme ou d'un animal infecté, soit indirecte par l'intermédiaire d'objets contaminés (peignes, chapeaux, linges...). Ce sont les spores des champignons qui en sont responsables. Peut-être :

- par inoculation, lors d'une blessure par exemple (entraînant une sporotrichose ou une chromomycose...)
- par inhalation de moisissures (histoplasmosse, aspergillose...)

- par contact avec une personne infectée (candidose, teignes...)
- par contact avec un animal infecté.
- Voie respiratoires comme aspergillose.
- Voie transcutanée : piquer d'épine.
- Actes chirurgicaux [11].

5. Facteurs favorisant des champignons

Le développement des mycoses dépend à la fois de l'hôte, de son environnement, de la maladie sous-jacente mais aussi de facteur extrinsèque.

5.1. Facteurs intrinsèques

- Les âges extrêmes de la vie prédisposent aux mycoses cutanéomuqueuses (muguet buccale du nourrisson et de vieillard).
- Le grossesse multiple le risque de candidose génitale par 3 ou 4 pendant le troisième trimestre (rôle de l'hormone stéroïdienne).
- La disparition des teignes à la puberté est liée à la composition des cheveux chez l'adulte (plus riche en acides gras soufrés).
- De plus, ceci pourrait être expliqué par le rôle du sébum qui possède une action fongistatique contre l'infection dermatophytique.
- L'hypersudation, l'atmosphère confinée de certains locaux (saunas, douches,...), la transpiration ou la macération des pieds dans des chaussures fermées, ont autant de facteurs favorisant de candidose et dermatophytoses.
- Certains professions exposent aux mycoses (bergers, sportifs, agricultures, vétérinaires...).
- Les voyages et le brassage des populations facilitent la propagation des espèces exotiques
- De nombreux états pathologique favorisant la survenue d'une mycose : traumatisme cutané, diabète, hémopathie maligne, sida... etc [12].

5.2. Facteurs extrinsèques

Essentiellement iatrogènes, ils ont multiplié par 3 à 10 le risque fongique il s'agit surtout des corticoïdes, les immunosuppresseurs, les antibiotiques, à large spectre, les antimétabolites...etc. Les techniques de réanimation comme le cathétérisme, le matériel de dialyse, certains actes chirurgicaux sont des sources classiques d'infection nosocomiales [12].

6. Caractère clinique

Les mycoses se distinguent par :

- Une évolution lente, d'allure chronique ou subaiguë, pouvant durer plusieurs semaines à plusieurs mois.
 - Peu d'influence plus ou moins sur la formule sanguine.
 - Une absence de fièvre (sauf en cas de septicémie ou de colonisation d'organes Profonds)
 - Une absence de douleurs (sauf localisation nerveuse).
 - Un prurit, pour la majorité des atteintes cutanées.
 - Une sensation inconstante de brûlure en localisation muqueuse.
 - Une forme des lésions
 - Une résistance aux traitements antibactériens
 - Une absence de modification de la formule leucocytaire sauf septicémie [13].
- Mycoses superficielles : teignes, *pityriasis versicolore*.
 - Mycoses sous cutanées : sporotrichoses, chromomycose.
 - Mycoses profondes : cryptococcoses, aspergilloses [14].

Chapitre 2. Classification des champignons.

1. *Mucorale*

Les *Mucorales* forment un ordre de champignons généralement saprophytes appartenant à la sous-division *des Mucoromycotina*. Ce sont des moisissures très courantes, qui peuvent dégrader les sucres, et pour certaines l'amidon, mais qui sont incapables de dégrader la cellulose. Elles produisent des spores dans des sporanges formés à l'extrémité de conidiophores simples ou ramifiés. Au stade téléomorphe elles forment des zygospores. Leur culture est souvent très facile. Le *Centraalbureau voor Schimmelcultures* en a une collection de 135 espèces et 227 espèces ont été validement décrites [15].

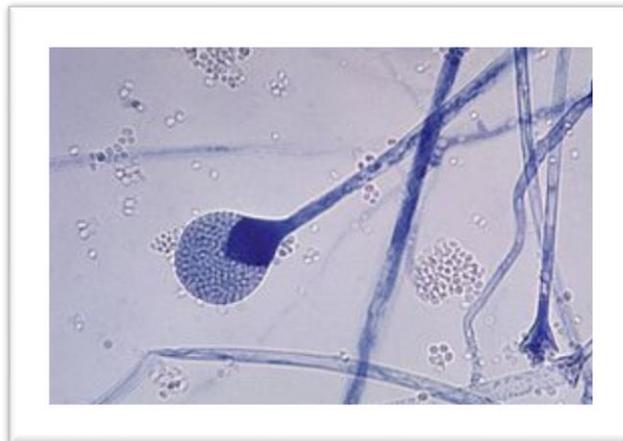


Figure 05 : *Mucorale* [15].

1.1. Morphologie microscopique

Le thalle est constitué de filaments siphonnés (coenocytiques), non ou peu cloisonnés, de diamètre large (5 à 15 μ m) 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 appelés rhizoïdes. Des stolons partent des filaments dressés : les sporocystophores, filaments porteurs des organes de reproduction : sporocystes ou sporanges. La partie terminale de sporocystophore se dilate en une vésicule appelée columelle qui fait saillie à l'intérieur de sporocyste d'aspect globuleux ou piriforme selon les espèces. C'est dans ces sporocystes que sont produites des spores à surface lisse ou granuleuse selon les espèces sont libérées à maturité par déchirement de la paroi de sporocyste la paroi peut persister

autour de l'apex de sporocystophore pour donner une collerette. 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 chlamydo-spores [16].

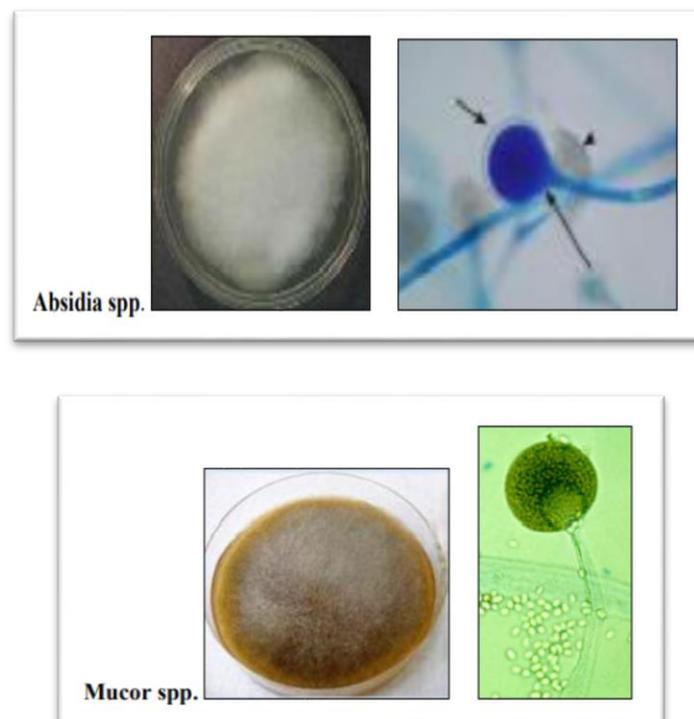


Figure 06 : Aspects macroscopique et microscopique de certaines espèces appartenant aux *Mucorales* [16].

1.2. Caractères cultureux

La plupart des colonies de Mucorales ont une texture floconneuse et des couleurs pouvant varier de blanc (*Saksenaea*) à jaune (*Mucor*), marron (*Apophysomyces*) ou gris (*Lichtheimia*, *Rhizomucor*). La hauteur du mycélium et le branchement du sporocystophore varient selon les différents genres des Mucorales. Ceci est observable à l'aide d'une loupe binoculaire [17].

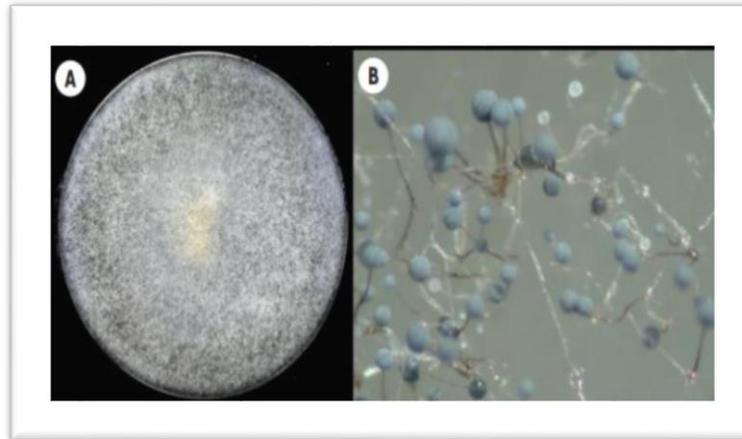


Figure 07 : Aspect macroscopique d'une culture.

(A) Sur milieu Malt de *Rhizopus* sp 2 % après 5 jours d'incubation à 30 °C.

(B) Observation de l'architecture fongique (sporocystophore, rhizoïdes, sporocystes) à la loupe binoculaire [17].

1.3. Pouvoir pathologie

Les mucormycoses sont des infections fongiques opportunistes, le plus souvent aiguës, secondaires à la prolifération, dans différents tissus viables, de champignons ubiquitaires appartenant à la classe des Zygomycètes et à l'ordre des Mucorales. C'est une pathologie rare, d'incidence croissante, cosmopolite, avec une forte létalité et survenant le plus souvent sur un terrain débilisé [16].

Les Mucorales sont en effet de redoutables opportunistes notamment chez les sujets diabétiques et les patients atteints d'hémopathie maligne. Ils peuvent également être rencontrés chez les transplantés comme chez les sujets atteints de SIDA au stade terminal [16].

1.4. Epidémiologie

Les Mucorales cosmopolites sont très résistants dans l'environnement. Saprophytes, ils sont très répandus dans la nature. On les trouve préférentiellement sur les sols humides riches en azote, sur les matières organiques en décomposition, le compost, les déjections, les végétaux, les grains céréaliers (orge, blé, riz), les fruits, mais aussi sur le plâtre mouillé et les vieux pains. Certaines espèces sont utilisées en industrie pour produire des amylases, des acides organiques (*Rhizopus stolonifer* producteur d'acide fumarique), en agro-alimentaire pour des préparations culinaires ou dans des processus de fermentation

(*Rhizopus oryzae*) pour la fermentation du riz donnant le saké). Les spores produites en abondance, sont véhiculées par le vent et se déposent sur tous supports. Leur croissance rapide rend ces champignons particulièrement envahissants sous forme d'un mycélium aérien, floconneux. On les isole donc assez souvent à partir de prélèvements cutanés comme simples contaminants mais, ils peuvent être retrouvées également dans la flore naso-buccale des sujets sains, dans un petit nombre de cas, les espèces thermotolérantes provoquent des infections redoutables, de mauvais pronostic chez les sujets immunodéprimés [18].

1.5. Genre présenté

– *Absidia sp.*

– *Mucor sp.*

– *Rhizomucor sp.*

– *Rhizopus sp.*

2. les *Aspergillus*

Le genre *Aspergillus* a été reconnu comme un microorganisme en 1729 par Micheli. Il se trouve dans le monde entier et se compose de plus de 300 espèces. Les *Aspergillus* sont des champignons cosmopolites, très répandus dans le milieu extérieur. Ce sont des champignons ubiquistes : on les trouve en milieu rural (silos à grains, foin, paille tassée et humide, céréales ou fruits moisissés, matières organiques en décomposition), ainsi qu'en milieu urbain. Une vingtaine d'espèces est impliquée dans des pathologies animales et humaines. Les *Aspergillus* ont une large répartition géographique, mais sont plus souvent associés aux régions à climat chaud [19].

2.1. Morphologie microscopique

Les *Aspergillus* sont caractérisés par un thalle végétatif formé de filaments mycéliens hyalins, ou hyphes, fins et réguliers, septés et ramifiés. L'examen microscopique des colonies permet l'identification du genre *Aspergillus* par la mise en évidence des têtes aspergillaires. Sur les hyphes prennent naissance des filaments dressés, non cloisonnés, appelés conidiophores. Ceux-ci se terminent par une vésicule de forme variable sur laquelle sont disposées les cellules conidiogènes ou phialides. Les phialides peuvent être insérées directement sur la vésicule (tête unisériée) ou portées par des petits articles insérés sur la vésicule, les métules (tête bisériée). La conidiogenèse s'effectue sur le mode

blastique phialidique, par bourgeonnement de spores ou conidies à l'apex des phialides. Les spores sont toujours unicellulaires, de formes variables, globuleuses, subglobuleuses ou elliptiques. Les spores sont diversement pigmentées et présentent des aspérités plus ou moins marquées. L'ensemble conidiophore, vésicule (métules), phialides et conidies constitue la tête aspergillaire qui caractérise le genre [20].

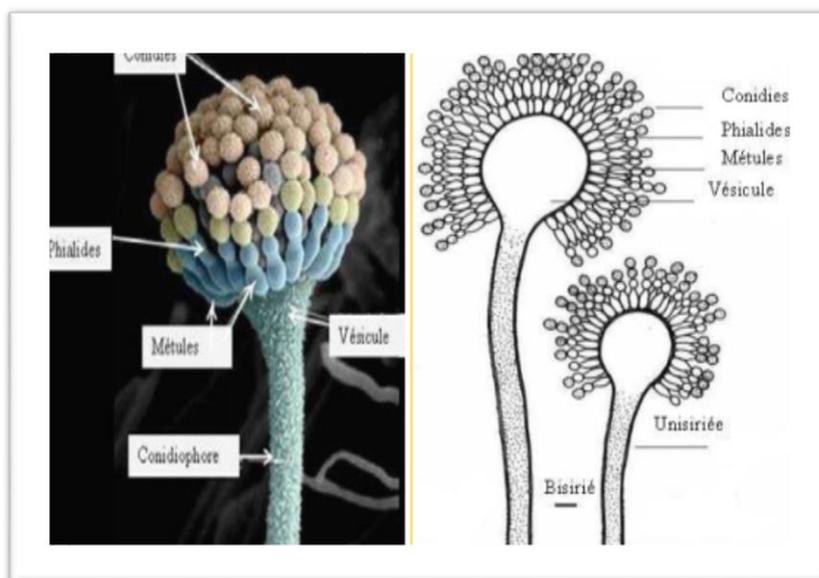


Figure 08 : caractères micro morphologiques du genre *aspergillus* [20].

2.2. 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 le temps. (*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*) [21].

2.3. Pouvoir pathogène

Le pouvoir pathogène des *Aspergillus* peut s'exercer de deux façons :

-d'une part, le pouvoir infectieux : les spores de petit diamètre pénètrent dans les bronches jusqu'au niveau broncho-alvéolaire où elles germent. La formation du mycélium est favorisée par la température de 37°C, une espèce comme *A. fumigatus* pouvant se cultiver jusqu'à 45°C. De plus, le tropisme vasculaire des *Aspergillus* favorise l'extension du mycélium qui sécrète des protéinases et des toxines nécrosantes responsables de phénomènes hémorragiques [22].

-d'autre part, le potentiel allergisant : les spores des *Aspergillus* sont des pneumo-allergènes reconnus responsables de différents types d'hypersensibilité. La pathologie la plus courante en pathologie humaine est l'aspergillose bronchopulmonaire allergique qui survient le plus souvent chez des sujets présentant un asthme atopique ou chez des sujets atteints de mucoviscidose. C'est une réponse immunitaire locale qui survient suite à une colonisation aspergillaire chronique des bronches [22].

Les autres pathologies sont l'asthme aspergillaire survenant chez des sujets atopiques et qui est directement lié à la présence d'*Aspergillus* dans l'environnement, et la « Maladie du poumon de fermier » survenant chez des sujets non atopiques après inhalation massive de spores [22].

2.4. Epidémiologie

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 4ème rang des spores fongiques de l'air (après les spores d'*alternaria*, de *cladosporium* et de *penicillium*) [21].

2.5. Espèces présentés (par ordre d'importance en mycologie médicale)

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

3. Autres mucédinées ou hyalohyphomycètes

3.1. 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 *Natrassia mangiferae*) [23].

3.2. 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 [23].

3.3. 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 [23].

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 enaplasie) [23].

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 resté 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* [23].



Figure 09 : les mucédinées de genre *Onychocola canadensis* [23].

3.4. 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* [23].

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 [23].

3.5. Genres et espèces présentées

- *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.*

4. Les dématiés (ou phaéohyphomycètes) et les coelomycètes

4.1. 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 [24].

4.2. 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 [24].

4.3. 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 phaeohyphomycoses pour désigner les mycoses superficielles ou profondes causées par ces champignons « noirs » appartenant le plus souvent au groupe des *Dématiés* [24].

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 phaeohyphomycoses 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 [24].



Figure 10 : les *Dématiés* de genre – *Alternerai* [24].

4.4. 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 [24].

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 [24].

5. Classification des mycoses

Les mycoses suivent plusieurs modes de classification : Elles peuvent être classées suivant la partie du corps envahie (*dermatomycose et onychomycose*), le syndrome provoqué (pieds d'athlète), et le champignon infectieux (*aspergillose, candidose*) [12].

Tableau 01 : Principaux types de mycose [45].

Infections	Exemples de maladie	Agents étiologiques
Superficielles cutanées	Pityriasis Versicolor Dermatophytose Candidose (peau, ongles, muqueuses)	<i>Malassezia furfur</i> <i>Microsporum</i> <i>Trichophyton</i> <i>Epidermophyton</i> <i>Candida albicans</i> , ...
Sous-cutanées	Sporotrichose Chromoblastomycose Mycétome	<i>Sporothrix schenckii</i> <i>Fonsecaea pedrosoi</i> , ... <i>Pseudallescheria boydii</i> , <i>Madurella</i>
Profondes ou généralisées (invasives)	Histoplasmose Blastomycose Coccidioïdomycose Paracoccidioïdomycose	Pathogènes <i>Histoplasma capsulatum</i> <i>Blastomyces dermatitidis</i> <i>Coccidioides spp.</i> <i>Paracoccidioides brasiliensis</i>
	Candidose Cryptococcose Aspergillose Mucormycose	Opportunistes <i>Candida albicans</i> , ... <i>Cryptococcus neoformans</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> , ... <i>Rhizopus</i> , <i>Lichtheimia</i> , <i>Rhizomucor</i>
Hyalohyphomycose Ex. <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> ... (hyalins / sans couleur)		
Phaeohyphomycose Ex. <i>Alternaria</i> , <i>Cladophialophora</i> - (Dématisés / bruns)		

En fonction de l'affinité de l'agent causal pour un tissu de l'organisme, les mycoses peuvent être réparties en 3 grands groupes :

5.1. Mycoses superficielle

Qui se localisent au niveau de l'épiderme et des muqueuses, n'induisent aucune réponse cellulaire de l'hôte, ni aucun changement pathologique [25].

5.1.1. Les dermatophytoses

Elles sont des affections causées par des champignons filamenteux microscopiques qui ont une affinité pour la kératine [26].

Elles atteignent la peau (épiderme) et les phanères (cheveux, poils et ongles) et très exceptionnellement les muqueuses et les viscères [26].



Figure 11 : les dermatophytoses [26].

5.1.2. Les candidoses

Les candidoses sont des affections fongiques cosmopolites provoquées par des levures appartenant au genre *Candida*. Ces levures sont à l'origine d'infections superficielles qui peuvent affecter aussi bien le revêtement cutané et les phanères (ongles, poils, cheveux), que les muqueuses (digestives et urogénitales) [27].

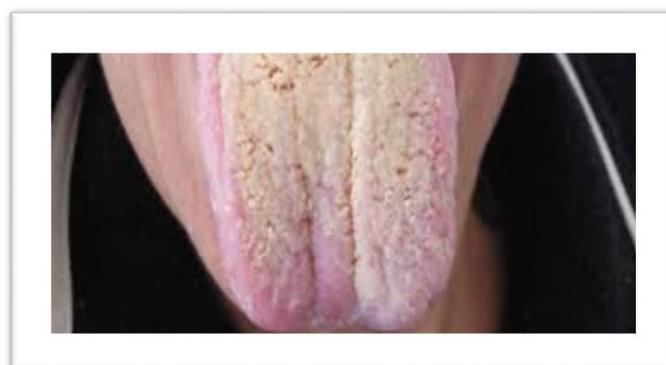


Figure 12 : les candidoses [27].

5.1.3. Pityriasis versicolore

Pityriasis versicolore est causée par la levure *malassezia furfur* et forme des taches dyschromiques légèrement squameuses de couleurs variant du jaune au brun sur le tronc, le cou, la face et les bras. ces taches apparaissent après une exposition au rayonnement solaire. Se révélant classiquement au printemps ou en été, elles sont très souvent rapportées à tort à une contamination à la plage [28].



Figure 13 : Pityriasis versicolore [28].

5.2. Sous cutanés

Qui sont des infections chroniques localisées de la peau et des tissus sous-cutanés. La sporotrichose à titre d'exemple, mycose sous-cutanée due à l'implantation dans la peau ou quelques fois à l'inhalation de *Sporothrix schenckii*, affecte le tissu conjonctif et les voies lymphatique [25].

5.2.1. Les chromomycoses

La chromomycose est une dermatose verruqueuse, d'évolution chronique, sévissant essentiellement dans les régions tropicales et subtropicales. Madagascar est le foyer francophone le plus touché. Elle est due au développement dans les tissus sous-cutanés de champignons noirs (*dématiés*) suite à une blessure avec souillure tellurique ou par l'introduction accidentelle d'un végétal (écharde). *Fonsecae pedrosoi* et *Cladophialophora carionii* sont les espèces les plus rencontrées. Le diagnostic repose sur la mise en évidence des cellules fumagoïdes (formes parasitaires du champignon inoculé) dans les prélèvements. Le traitement repose sur la chirurgie, voire la cryothérapie pour les lésions limitées et/ou sur l'utilisation d'azolés (kétoconazole, itraconazole, posaconazole) ou de la terbinafine par voie générale [29].



Figure 14 : les chromomycoses [29].

5.2.2. Les sporotrichoses

Maladie due à un champignon microscopique, atteignant le plus souvent le tissu sous-cutané, et d'évolution bénigne ; les atteintes viscérales sont exceptionnelles, mais leur évolution est mortelle. Naguère fréquente en France, cette mycose y est maintenant rare ; elle s'observe encore souvent dans certains pays, tel le Mexique [30].

Le champignon responsable, *Sporotrichum schenckii*, présent dans le sol et sur les végétaux, pénètre dans les tissus à la suite d'une blessure souillée (piqûre d'épine, écharde). Dans sa forme typique, la maladie réalise une lymphangite d'un membre : à partir du « chancre d'inoculation », situé sur la main ou sur le pied, se forment des nodules suppurés le long des lymphatiques hypertrophiés ; la localisation cervico-faciale est plus rare. Une dissémination par voie sanguine explique les très rares formes généralisées avec atteintes viscérales. Le diagnostic repose sur la recherche du champignon dans le pus des lésions. La sporotrichose peut être guérie par une simple médication iodée [30].



Figure 15 : les sporotrichoses [30].

5.3. Les mycoses profondes (systémiques)

Les mycoses profondes ou systémiques présentent une symptomatologie clinique variée et non spécifique, leur diagnostic repose sur un faisceau d'arguments épidémiologiques, cliniques, radiologiques, histologiques et biologiques qui placent le laboratoire de mycologie en première ligne dans la prise en charge du patient [25].

5.3.1. Les candidoses

Elles sont dues à des levures. *Candida albicans* est la levure le plus souvent impliquée, mais les espèces non *albicans* sont de plus en plus souvent rapportées dans les infections disséminées. *C. albicans* est une levure commensale des muqueuses digestive et vaginale. Les *Candida* sont des agents opportunistes qui n'expriment leur pouvoir pathogène qu'en présence de facteurs de risque : antibiothérapie à large spectre, cathéters veineux, épuration extra-rénale, chirurgie du tube digestif, maladies malignes, iatrogéniques, diabète, infection à VIH/Sida. Les principales portes d'entrée sont les effractions vasculaires (ex : cathéters) et le tube digestif. Les souches non *albicans* représentent la moitié des *Candida* chez les enfants atteints de candidose invasives. Formes cliniques on distingue les candidoses non invasives et les candidoses invasives [31].



Figure 16 : candidose profondes [31].

5.3.2. Les cryptococcoses

Cryptococcus sp est une levure encapsulée ubiquitaire de type basidiomycète (possédant des éléments de reproduction appelés « basides » donnant naissance à des spores sexués). Il existe trois variétés, *neoformans*, *grubii*, et *gattii*, de répartition géographique différente. Les premières sont cosmopolites et responsables de la majorité des cas de cryptococcose, en particulier chez les immunodéprimés. On les retrouve dans

les fientes d'oiseaux (pigeons), les fruits, le lait. La variété *gattii* est retrouvée dans les régions subtropicales et provoque des infections plus chroniques chez des sujets non immunodéprimés. Elle a été isolée récemment dans les inflorescences d'eucalyptus, ainsi que dans d'autres essences et dans les déjections de koalas en Australie [32].



Figure 17 : Cryptococcose [32].

5.3.3. Les aspergilloses

Les aspergilloses sont des mycoses cosmopolites, le plus souvent pulmonaires, provoquées par le développement de champignons filamenteux appartenant au genre *Aspergillus*. Ces champignons sont présents en abondance dans la nature où ils se développent en saprophyte sur les débris végétaux et les matières organiques en décomposition et les spores font partie de la flore fongique aérienne. Ils sont à l'origine d'affections opportunistes, souvent mortelles [25].

5.3.4. Les zygomycoses

Les zygomycoses comprennent les entomophthoromycoses et les mucormycoses.

a. Les entomophthoromycoses

Comprennent : conidiobolomycose et basidiolobomycose :

➤ La conidiobolomycose

À *Conidiobolus*, dont *C. coronatus* et *C. incongruus*, est une mycose des régions tropicales d'Amérique, d'Asie, d'Afrique, dont Madagascar et Mayotte. C'est une maladie de l'adulte jeune. Elle est due à un champignon saprophyte du sol, retrouvé dans l'humus et le terreau (maladie du «fumier») et la contamination se fait par inhalation de spores aérosolisées qui ensemencent les cavités sinusiennes.

On distingue une forme superficielle ou cutanéomuqueuses due à *C. coronatus* : elle entraîne une atteinte sous-cutanée de la face et de la région naso-sinusienne : éléphantiasis du nez et de la lèvre supérieure, réalisant le « museau d'hippopotame » ou « groin de tapir », et des formes disséminées dues à *C. incongruus* [33].

➤ **La basidiolobomycose**

Basidiobolus ranarum, est une mycose tropicale d'Afrique noire, d'Inde, d'Extrême-Orient, d'Amérique latine, du sud des USA. Elle affecte les enfants et les adolescents, avec un maximum entre 6 et 10 ans. La contamination se fait par contact cutané direct avec le sol. Elle se traduit par une tuméfaction dermo-épidermique extensive, froide et indolore, de consistance cartonnée, siégeant notamment aux régions scapulo-humérales ou coxofémorales. Une revue générale parue en 2012 résume 172 cas de basidiolobomycose dans le monde (Asie, Afrique tropicale, Amérique du nord et du sud, Europe, Australie). 70 % des patients étaient âgés de moins de 15 ans, Le sex ratio est d'H/F 2,1. La clinique est faite de placards dermo-hypodermiques fermes, très nettement circonscrits, généralement froids et indolores, devenant chauds et douloureux par poussées. Cette mycose peut provoquer, une pathologie invasive de la sphère digestive ou même être disséminée [34].

b. La mucormycose

Due à *Rhizopus oryzae*, est une infection cosmopolite, présente dans les pays tropicaux. *Rhizopus oryzae* est isolé du sol, des fruits légumes et céréales (riz). Elle atteint le massif rhino-orbitaire réalisant une sinusite invasive fulminante avec risque d'extension cérébrale. Elle entraîne une forte mortalité chez les immunodéprimés et les diabétiques mal équilibrés. Une mucormycose rhinosinusienne a été publiée en 2012 en Tunisie. L'isavuconazole est prescrit en cas de résistance à l'amphotéricine B [35].

5.3.5. Les histoplasmoses

L'agent responsable de l'histoplasmoses est un champignon dimorphique encapsulé, *Histoplasma capsulatum*. On distingue deux variétés de répartition géographique et de spectre anatomo-clinique très différents. La variété *H. capsulatum* (ou histoplasmoses, dite américaine à tort car de répartition mondiale) a été décrite essentiellement sur le continent américain (centre et sud-est des États-Unis, États du Mississippi, du Missouri et de l'Ohio, Amérique centrale, Guyane et Caraïbes), mais également en Afrique, en Océanie, Nouvelle-Calédonie et en Asie. Les cas européens sont tous des cas d'importation. La

forme filamenteuse a été isolée du sol, en particulier des terrains riches en azote apportée par les fientes d'oiseaux et le guano de chauves-souris. Les facteurs de risque d'exposition sont représentés par la spéléologie ou le travail dans des grottes, les entretiens et nettoyages de poulaillers et les travaux d'excavation à l'origine d'aérosols de spores contaminants. La variété duboisi (ou histoplasnose africaine dite à grandes formes) est moins fréquente, et n'a été décrite qu'en Afrique intertropicale, du Sahara à l'Afrique du Sud (15 °N-10 °S), et à Madagascar. Mais sur le continent africain, elle semble prédominer à l'ouest (Côte d'Ivoire). Dans l'histoplasnose africaine, l'atteinte cutanée est dominante et se traduit par des papules ombiliquées, pouvant simuler des molluscums contagiosum ou une cryptococcose, par des nodules abcédés, ou des ulcérations torpides [36].



Figure 18 : Histoplasnose américaine [36].

5.3.6. Les coccidioidomycoses

La coccidioïdomycose est une mycose opportuniste due à un champignon dimorphique, *Coccidioides immitis*, présent dans le sol des régions désertiques du continent américain. La contamination se fait par inhalation de spores. Elle est inapparente dans plus de la moitié des cas ; lorsqu'elle est symptomatique, elle se traduit par un syndrome pseudogrippal de guérison spontanée. L'atteinte primitive cutanée par inoculation post-traumatique est rare et se présente sous forme d'un papulonodule non spécifiques. La coccidioïdomycose disséminée survient chez les sujets immunodéprimés également dans le cadre d'une prédisposition génétique. L'atteinte pulmonaire et méningée simulant une tuberculose s'associe à des lésions cutanées nodulaires d'évolution fistulisée [37].

5.3.7. Les blastomycoses

Due à un champignon dimorphique, Blastomycose dermatitidis. Elle est endémique en Amérique (USA, Canada, Mexique) ; sporadique en Afrique du nord (Tunisie, Maroc), en Afrique centrale et australe (Zimbabwe), en Inde, au Moyen-Orient (Liban, Israël, Arabie Saoudite). Le champignon se trouve dans le sol et la contamination se fait par inhalation, mais aussi par inoculation cutanée, les animaux pouvant être atteints (chiens, chats, ...) et transmettre la maladie (morsure, piqûre, égratignure). En Amérique du nord, l'atteinte pulmonaire secondaire à l'inhalation est la forme la plus fréquente. En Afrique, l'atteinte osseuse est prédominante. L'atteinte cutanée isolée est exceptionnelle. L'atteinte disséminée fait la gravité de la maladie (dissémination hémotogène) avec chez l'immunodéprimé une grande fréquence des milières aiguës pulmonaires, des atteintes multiviscérales et du système nerveux central [38].



Figure 19 : Paracoccidioïdomycose [38].

5.4. Autres mycoses

5.4.1. Pneumocystoses

Pneumocystis jirovecii (anciennement *P. carinii*) est un champignon de la famille des Ascomycètes. La pneumocystose, qui a révélé l'infection à VIH/Sida aux USA en 1981, est l'une des étiologies essentielles des affections pulmonaires au cours sida. Avant l'apparition de l'épidémie de sida, la pneumocystose était le fait des nourrissons et des patients atteints de cancer et de déficit primaire de l'immunité. Avec le sida, le nombre de cas a augmenté de façon majeure dans les années 1980, puis a baissé grâce à la mise au point des TARV. Le nombre de cas liés au sida est actuellement en deuxième position après les maladies hématologiques et les déficits immunitaires primitifs. Sa rareté, signalée dans le sida africain dès 1983, n'était qu'apparente, liée à des difficultés d'examen

complémentaires (recueil du LBA, colorations spéciales). Chez le sujet immunocompétent, *P. jirovecii* est rapidement détruit par les macrophages. La maladie touche donc les sujets immunodéprimés atteints d'immunodépressions congénitales ou acquises ou sous traitements immunosuppresseurs [37]. La pneumonie à *P. jirovecii* est une complication actuelle du traitement par le rituximab, plus particulièrement en cas de chimiothérapie cytotoxique ou de corticothérapie associée. La pneumocystose atteint les adultes VIH positifs avec moins de 200 CD4/mm³ et les enfants ayant moins de 450 CD4/mm³. La pneumocystose est fréquente chez l'enfant africain. Le réservoir de germes est l'homme, la transmission interhumaine, la porte d'entrée respiratoire (transmission aérienne par inhalation). La colonisation de l'homme par *P.jirovecii* est de connaissance récente, combinant la positivité d'une PCR sur un prélèvement respiratoire à la négativité de l'examen microscopique sur ce prélèvement et à l'absence de signes clinico-radiologiques de pneumocystose. 90 % des enfants ont rencontré *P. jirovecii* avant l'âge de 5 ans. Les femmes enceintes, les patients traités par corticoïdes ou immunodéprimés et les porteurs de BPCO peuvent aussi être colonisés par *P.jirovecii*. Des formes nosocomiales sont suspectées [40].



Figure 20 : pneumocystose [40].

Chapitre 3. Le diagnostic mycologique

Le diagnostic mycologique suppose une collaboration étroite entre le médecin et le biologiste. Le médecin doit fournir un minimum de renseignements cliniques et épidémiologiques afin d'orienter le biologiste dans le choix des milieux et techniques à utiliser. De même, le biologiste doit signaler le plus rapidement possible au médecin les résultats obtenus et les interpréter en fonction des renseignements dont il dispose [16].

1. Prélèvement

Les prélèvements utilisés en mycologie pour le diagnostic des champignons sont les suivants :

- les prélèvements cutanés : les prélèvements de l'épiderme sont constitués de squames obtenues par grattage à la curette et les phanères (les cheveux, les poils et les ongles) obtenues à l'aide d'une pince par coupure.

- les prélèvements sous cutanés : les nodules sous cutanés, les fistules et les abcès constituent les prélèvements à réaliser.

- les liquides biologiques (les selles, les urines, le liquide pleural et le LCR) :

- Urine : Prélever les urines du milieu du jet après désinfection soignée des parties génito-urinaires.
- Selle : Mettre dans un récipient stérile. Ou par écouvillonnage rectal chez le nourrisson. .
- Liquides céphalo-rachidien (LCR) et liquides divers : Prélever dans un récipient stérile. Pour LCR, la ponction doit être réalisée dans des conditions d'asepsie rigoureuse, à l'aide d'une aiguille, entre les vertèbres L4-L5 ou L3-L4.

- Les produits d'expectorations, les produits d'aspirations bronchiques et de lavage bronchio, alvéolaires, et les crachats.

- Le sang : Prélever 5 à 10 ml de sang sur anticoagulant ou directement sur milieu de culture prêt à l'emploi. Pour la sérologie et antigénémie, le sang est prélevé sur tube sec sans anticoagulant.

- L'air, la paille, les murs, les plafonds et les outils (matériels d'opération) peuvent également servir de prélèvements dans le cadre d'une surveillance de la flore fongique environnementale [41].

Tableau 02 : les différents modes de prélèvement [44].

Localisations	Matériel biologique	Mode de prélèvement
Cutanée	Squames	<ul style="list-style-type: none"> • Prélever à la périphérie des lésions.
Cutanée	Cheveux – poils	<ul style="list-style-type: none"> • Les arracher à l'endroit de l'infection, récolter les cheveux fluorescents en lumière de Wood.
Cutanée	Ongles	<ul style="list-style-type: none"> • Racler à la curette.
Cutanée	Pus	<ul style="list-style-type: none"> • Recueillir le pus avec un écouvillon stérile, ponction d'abcès.
Muqueuse		<ul style="list-style-type: none"> • Ecouvillonnage à l'aide d'écouvillon stérile.
Digestive	Selles	<ul style="list-style-type: none"> • Recueillir dans un flacon stérile.
Broncho-pulmonaire	Crachats	<ul style="list-style-type: none"> • Recueillis en flacon stérile après désinfection de la bouche.
Viscérale	LCR - urines	<ul style="list-style-type: none"> • En flacons stériles.
	Sang	<ul style="list-style-type: none"> • Hémocultures en bouillon Sabouraud citraté.
Biopsies		<ul style="list-style-type: none"> • Partager le prélèvement un pour la bactériologie et un pour l'anatomopathologie.
Sérum		<ul style="list-style-type: none"> • Recherche d'antigènes solubles • Détection et recherche d'anticorps.

2. Examen direct

L'examen direct est la première étape du diagnostic biologique en mycologie. On n'insistera jamais assez sur son intérêt pour affirmer la nature fongique d'une infection (filaments mycéliens cloisonnés ou non, réguliers ou irréguliers...). Un examen direct positif signe la présence du champignon dans le produit pathologique et permet bien souvent de s'orienter sur la nature de l'agent pathogène. Dans bien des situations, l'examen histopathologique est également très précieux.

Comme l'examen direct, il permet d'affirmer la nature parasitaire, mais aussi d'apprécier la réponse cellulaire et tissulaire de l'hôte au contact du champignon. L'examen direct est réalisé entre lame et lamelle dans une solution potasse à 30-40 % ou mieux de noir chlorazol E, qui colore la paroi fongique en bleu-vert, pour les squames cutanées de la peau glabre et les fragments de l'appareil unguéal. Les cheveux et les poils sont examinés dans une solution de chlorallactophénol. La lecture se fait au microscope optique. Les examens sérologiques et l'antigénémie, limités aujourd'hui au diagnostic de l'aspergillose, seront d'un complément utile au diagnostic [16].

3. Culture

L'isolement du champignon se fait après avoir déposé l'échantillon unguéal pathologique collecté sur un milieu nutritif gélosé. Les composants nécessaires pour les milieux de culture sont :

- Le milieu de Sabouraud modifié : gélose glucosée à 2% et peptone. C'est le milieu de base qui entre dans la composition de tous les tubes nécessaires à la culture d'un échantillon. Ce milieu est le plus utilisé en mycologie médicale.

- Le Chloramphénicol ou la Gentamycine : Une des deux molécules est ajoutée au milieu de Sabouraud pour inhiber la croissance des bactéries.

- La Cycloheximide (Actidione), molécule inhibant la croissance de nombreuses moisissures [42].

4. Identification

L'identification des champignons mis en culture est basée principalement sur la vitesse de pousse, l'aspect macroscopique (forme des colonies, couleur au recto et verso, diffusion des pigments ...), l'aspect microscopique (forme et taille des champignons) réalisé à partir de la méthode du drapeau de Roth dans le bleu de lactophénol.

- Pour les dermatophytes, et lorsqu'il est nécessaire, on procède à un repiquage sur milieux spéciaux pour faciliter l'apparition des organes de fructification (PDA, extrait de Malt...)

- Les tests d'identification rapide sont basés sur le test de filamentation ou sur l'agglutination de particules de latex sensibilisées par des anticorps monoclonaux, permettant une identification présomptive rapide de *Candida albicans*. Pour les autres

espèces de levures, les galeries d'identification qui reposent sur l'étude des caractères physiologiques (Auxanogramme), permettront l'identification [41].

5. Incubation

- Pour les dermatophytes : les cultures sont incubées à l'étuve entre 25-30°C et le développement des colonies se fait au bout 3 à 10 jours, voire plus.

-Pour les moisissures : l'incubation des cultures est faite entre 30 - 37°C et le développement des colonies s'observe en 3 à 5 jours.

-Pour les levures du genre *Candida* : les cultures sont incubées à l'étuve entre 30-35°C et le développement des colonies se fait au bout de 24 - 48h [41].

6. Examen des colonies fongiques

6.1. 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 [43].

6.2. Avec une 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 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 [43].

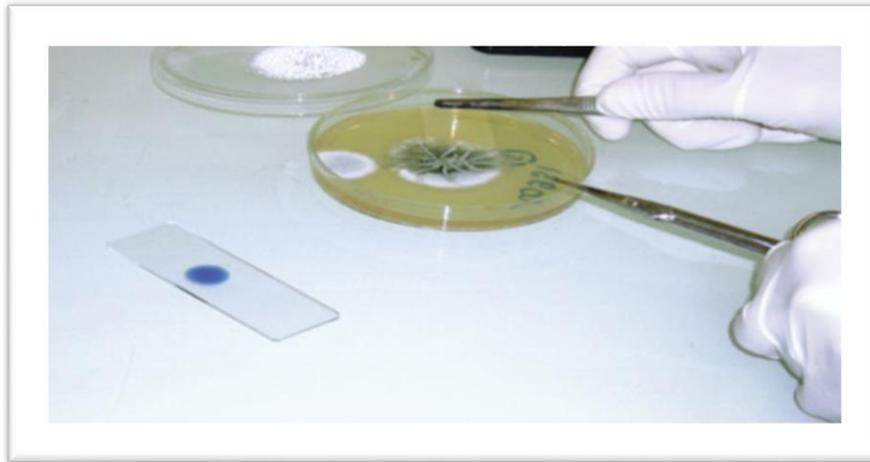


Figure 21 : Prélèvement d'une moisissure à l'aide de cellophane adhésive [43].

7. Culture sur lame

7.1. Objectif

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

7.2. 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.

7.3. 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 [43].

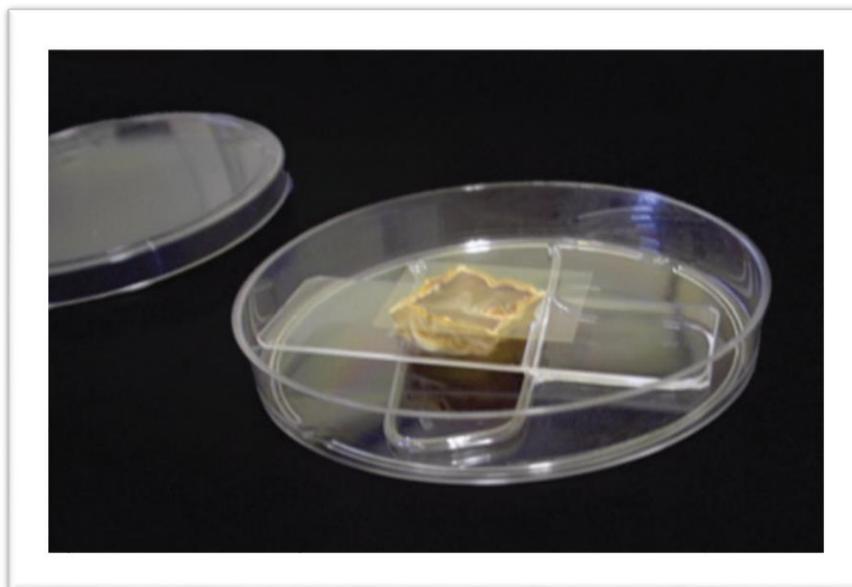


Figure 22 : Culture sur lame pour observation des organes de fructification [43].

7.4. 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 [43].

8. 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 parasite).
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 [43].

Au cours des 20 dernières années, l'incidence des infections fongiques, tant superficielles que profondes, a augmenté de façon considérable. Ces pathologies surviennent le plus souvent chez des patients fragilisés (transplantations d'organes, greffes de moelle, chimiothérapies apaisantes, nouveaux immunosuppresseurs, ...).

Si les malades et les traitements ont évolué, les champignons impliqués dans les pathologies se sont, eux aussi, diversifiés. On observe en effet l'émergence d'espèces auparavant inconnues du milieu médical, ainsi que la réémergence d'espèces au pouvoir pathogène établi, mais qui sont responsables de nouvelles formes cliniques, survenant sur des terrains différents. Ces infections sont associées à des taux de mortalité élevés, souvent liés à un retard au diagnostic.

La liste des « nouveaux champignons » isolés en pathologie humaine s'allonge ainsi chaque jour. Les nouveaux outils moléculaires ont permis d'identifier avec précision les différentes souches isolées. Mais les infections fongiques émergent aussi chez les sujets immunocompétents. Ainsi, la prévalence des mycoses à champignons « exotiques » augmente en zone d'endémie. Par ailleurs, de nombreux champignons filamenteux sont responsables de colonisation chronique des voies respiratoires chez les patients atteints d'affections respiratoires chroniques comme la mucoviscidose.

Les onychomycoses sont également plus fréquentes dans la population générale, et on rapporte un nombre croissant de mycoses cutanées chez les sportifs. Le meilleur suivi des patients et la généralisation des dépistages systématiques contribuent certainement en grande partie à cette émergence.

Pour prévenir, soigner les mycoses et éviter le développement d'infections par des champignons et favoriser leur disparition. Quelques principes à appliquer sont proposées comme suit :

- Ne pas déplacer les pieds nus dans des lieux publics humides (piscines, saunas, douches des salles de sport, etc.) ;
- Utiliser des sandales ou des espadrilles en caoutchouc ;
- Préférer les douches brèves aux bains, sécher bien les pieds (entre les orteils notamment) et les plis de la peau. S'aider, si vous êtes pressé, d'un séchoir en position tiède ;
- Utiliser du savon non alcalin, qui protège la couche acide naturelle de la peau ;

- Privilégier les sous-vêtements en coton, changer tous les jours les vêtements en contact direct avec la peau et éviter d'en porter de trop serrés.
- Choisir des chaussures qui laissent passer l'air et dans lesquelles vous ne transpirez pas (si possible, ne pas mettre de baskets tous les jours).
- Pratiquer une toilette intime biquotidienne en utilisant des produits sans savon, sans parfum, hypoallergéniques. L'excès est parfois l'ennemi du bien, les douches vaginales auraient ainsi tendance à favoriser les infections vaginales d'origine bactérienne. Penser aussi à sécher correctement le sexe en tapotant une serviette propre sur la zone.

1. **DENGUEZLI M** .Atlas tunisien de dermatologie. [En ligne]. (consulté le 10 mai 2018) Disponible sur <http://www.atlas-dermato.org> .
2. Cours de mycologie médicale. date de publication 04.02.2017.<https://m.20bal.com/doc/4527/index.html>.
3. **BENMEZDAD A. (2018)**. Introduction à la Mycologie médicale. Slides : 23. Document : PDF. <https://slidetodoc.com/introduction-la-mycologie-mdicale-dr-benmezdad-a-1-2/>.
4. **GHORRI S (2019)**. Cours : Les microorganismes eucaryotes. Chapitre1 : les champignons.<https://fac.umc.edu.dz/snv/faculte/bapp/2019/microorganismes%20eucaryotes.pdf> .
5. **De SLYATIM · (2008)**. L'émergence au côté des levures, de nouveaux *champignons* pathogènes. document : PDF. <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/14548/P0712008.pdf?sequen>.
6. **IKHLEF H, MATMAT Y. (2020)**. L'étude de l'activité antibactérienne des souches fongiques isolées à partir du sol .mémoire de fin d'étude master .domaine science de la nature et de la vie. Université des frères Mentouri Constantine.P13.
7. **BELHADJ CHEIKH A. (2014)**. La reproduction des champignons polycopié de cours université Abdelhamid ibn badis de Mostaganem département de biologie. P8.
8. **P.BOIRON** :https://coursexamens.org/images/Etudes_superieures/Pharmacie/4eme_annee/Parasitologie_mychoologie/Cours_1/2/GENERALITE.pdf.
9. **BOUCHEKOUA M., TRABELSI S ET KHALED S. (2014)**. Profil épidémiologique et mycologique des Dermatomyose dans la région de Tunis (Tunisie). Journal de Mycologie Médicale, Volume 24, Issue 2.Page 85.
10. **BOUMHIL L., HJIRA N., NOUAI H., ZERROUR A., BHIRICHN., SEDRATI O., EL MELLOUKI W ET LMIMOUNI B. (2010)**. Les teignes du cuir chevelu à l'hôpital militaire d'instruction Mohamed V. Journal de Mycologie Médicale. Volume 20.Maroc. Pages 97-100.
11. **ANCELLE T., HENNEQUIN CH ET PAUGAM A. (1994)**. Parasitologie et médecine tropicale. Jean-François d'i vernois. Édition VIGOT. Paris. Pages 63,64 et 66.
12. **CHABASSE D., MARTIN D., GUEGUEN C ET RICHARD-LENOBLE. (2007)**. Parasitoses et mycoses des Régions tempérées et tropicales Edition Anofel Elsevier Masson. 321 pages.

13. **CHABASSE D., GUEGUEN C ET CONTET-AUDONNEAU N. (1999).** Mycologie médicale, Masson, Paris. Pages 324.
14. **DARTY A ET TELLIER M. (2001).** Biologie et pouvoir pathogène des champignons ; la revue du praticien, mycoses visérales, Volume 51. Pages : 713-717.
15. SIGNIFICATION DE « mucorales » dans le dictionnaire français. <https://educalingo.com/fr/dic-fr>.
16. <http://ao.um5.ac.ma/xmlui/bitstream/handle/123456789/14548/P0712008.pdf?sequen>
17. **ABOULHASSANE K (2020).** Étude prospective de la flore fongique de cinq plages du Maroc. Thèse pour l'obtention du diplôme de docteur en pharmacie. Université Mohammed de rabat faculté de médecine et de pharmacie .P51.
18. <https://www.google.com/search?q=P0652010.pdf&oq=P0652010.pdf&aqs=chrome..69i57.5606j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
19. **PFOHL- LESZKOWICZ, A. (1999).** Les mycotoxines dans l'alimentation, évaluation et gestion du risque. Paris : Edition Technique & Documentation.
20. **VAINQUEUR D. (2018).** Diagnostic sérologique des aspergilloses pulmonaires chroniques et allergiques chez l'immunocompétent : évaluation de sept réactifs. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en médecine spécialité biologie médicale .université Toulouse iii – Paul Sabatier faculté de médecine. 16p.
21. **BIOFAMRA (2002).** Les moisissures d'intérêt médical. Cahier de formation biologie médicale. N° 25.
22. **CATRY C. (2015).** étude de la flore fongique cutanée colonisant le cheval. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Picardie jules verne faculté de pharmacie .18p
23. **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. (1998).** An EORTC multicentre perspective Survey of invasive aspergillosis in haematological patients : diagnosis andtherapeutic outcome. EORTC Invasive Fungal Infections Cooperative Group. J. Infect., 37: 173-180.
24. **CHABASSE D., KOMBILA M. et THERIZOL-FERLY M (1996).** Chromomycose et phaeohyphomycoses. Encycl. Méd. Chir. (Elsevier, Paris) Maladies Infectieuses, 8-605-A-10, 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.
- 25. NEKKACHE S, ACHOURI S, REGUIG F, (2015).** Les Mycoses. Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie Filière : Sciences Biologiques Spécialité : Biotechnologie fongique/fermentation et production de substances fongique.P29.
- 26. NICOLAS J-C. (2003).** Parasitoses et mycoses courantes de la peau et des phanères. Édition Elsevier. 146 Pages
- 27. BOUCHARA J-P., PIHET M., DE GENTILE L ET CHABASSE D. (2010).** Les levures et levuroses. Cahier de bioformation Biologie médicale. N° 44. Pages 14-34.
- 28. BEN MESSAOUD N (2020).** biodiversité fongique du sable de quatre plages (beau séjour, eden, les andalouses et madagh) du littoral ouest algérien. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de magister en sciences de l'environnement. Université d'oran.P14.
- 29. CHABASSE D. (2010).** Biologie médicale. Laboratoire de parasitologie-mycologie, Centre hospitalier universitaire, 4, rue Larrey, 49033 Angers cedex, France. [90-35-0068-A] - Doi : 10.1016/S0000-0000(11)56855-X.
- 30. BEJOT J. (2021).** <https://www.universalis.fr/encyclopedie/sporotrichose/>
- 31. KAMANFU G, MLIKA-CABANNE N., GIRARD P.M. ET COLL. (1993).** Pulmonary complications of HIV infection in Bujumbura, Burundi. *Am. Rev. Respir. Dis.*, 147, 658-663.
- 32. MASLIN J, MORAND JJ, MENARD G, CAMPARO P (2002).** Les cryptococcoses. *Med Trop* ; 62:480–4.
- 33. PIHET M., CHABASSE D (2014).** Zygomycoses (II).Entomophthoromycoses tropicalycose et conidiobolomycose. *EMC-Maladies infectieuses* ; 11(3) : 1-11 [Article 8-614-B-11].
- 34. KOMBATE K., SAKA B., MOUHARI-TOURE A (2012).** Basidiobolomycose : revue générale. *Méd. Santé Trop.*, 22, 145-152.
- 35. BIHLOUL M., TOUNSI A., CHAARI A ET COLL (2012).** Mucormycose rhinocérébrale compliquée d'un syndrome d'activation macrophagique : une observation tunisienne. *Méd. Santé Trop.*, 22, 210-212.

36. MCLEOD DS, MORTIMER RH, PERRY-KEENE DA, ALLWORTH A, WOODS ML, PERRY-KEENE J, *ET AL.* (2011). Histoplasmosis in Australia: report of 16 cases and literature review. *Medicine*; 90:61–8.
37. CHANG A, TUNG RC, MCGILLIS TS, BERGFELD WF, TAYLOR JS (2003). Primary cutaneous coccidioidomycosis. *J Am Acad Dermatol*; 49:944–9.
38. DUPONT B (2013). Blastomycose. *EMC-Maladies infectieuses* ; 10(4) : 1-6 [Article 8-607-A-15]. - Develoux M., Bretagne S. Candidoses et autres levures. *EMC-Maladies infectieuses* 2014 ; 11(2) : 11-13 [Article 8-602-A 10].
39. FISK D. T., MESHNICK S., KAZANJIAN P.H (2003). Pneumocystis carinii pneumonia in patients in the developing world who have acquired immunodeficiency syndrome. *CID*, 36, 70-78.
40. MORAND J.J, MASLIN J (2003). Sporotrichose. *Encycl. Med. Chir., Maladies infectieuses*, 8-604-A-10, 8 p].
41. SIBI MATOTOU HADRY ROGER (2018). Etude de la sensibilité in vitro aux antifongiques usuels des champignons isolés de l'environnement des services de soins intensifs au CHU Sourô Sanou (CHUSS) de Bobo-Dioulasso. Mémoire N° 24 Pour l'obtention du diplôme de Master en Parasitologie-Entomologie-Mycologie médicales. UNIVERSITE NAZI BONI DE BOBO-DIOULASSO (UNB). P22.
42. <https://www.google.com/search?q=p0782008.pdf&oq=p0782008.pdf&aqs=chrome..69i57j14951j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8#:~:text=de-,S%20NAJIH%20C2%B7%202008,-%E2%80%94%20Le%20plus%20souvent>
43. SUTTON D.A., FOTHERGILL A.W., RINALDI M.G (1998). Guide to clinically significant fungi. Baltimore: Williams and Wilkins, 1-47.
44. P, BRUN S, GARI-TOUSSAINT M (2000). Les mycoses systémiques tropicales. *Med Trop*; 60:281–90
45. CHABASSE D, ESTERRE P (2018). Mycoses à champignons noirs: chromoblastomycoses et phaeohyphomycoses. *EMC – Maladies infectieuses*; 15 (1): 1-15 [Article 8-605-A-10].

Résumé

On recense plus d'un million d'espèces de champignons et ce chiffre est appelé à augmenter. Les champignons intéressent la médecine à plus d'un titre. Certains « grands champignons » sont recherchés parce qu'ils sont comestibles ou hallucinogènes. D'autres sont vénéneux, voire mortels, lorsqu'ils sont ingérés. Le domaine de la mycologie médicale s'intéresse également aux champignons microscopiques qui peuvent provoquer des intoxications lorsque les toxines qu'ils sécrètent sont diffusées dans les aliments moisissés consommés par l'Homme ou par les animaux domestiques. Certains d'entre eux sont allergisants par leurs spores. Toutefois, les plus importants sont les agents des mycoses qui envahissent les tissus superficiels, sous-cutanés ou profonds.

Les mycoses sont cosmopolites ou inféodées à un territoire, voire un continent particulier, situé le plus souvent dans la zone intertropicale. Les mycoses tropicales endémiques peuvent s'observer chez les sujets immunocompétents. Elles sont fortement aggravées par l'immunodépression. Au cours de ces dernières années, avec l'augmentation considérable du nombre d'immunodéprimés dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement, des champignons microscopiques de l'environnement, autrefois considérés comme de simples contaminants des cultures, sont devenus pathogènes et sont à l'origine de mycoses émergentes invasives.

Mycologie médicale est un ouvrage de synthèse abordant toutes les facettes de la spécialité : la morphologie, la biologie, la clinique, le diagnostic et le traitement des affections fongiques.

Et pour cela, notre étude avait pour objectif de déterminer et Caractériser les champignons d'importance médicale.

Mots clés : les champignons – la mycologie médicale – les mycoses.

Abstract

There are more than a million species of fungi and this number is expected to increase. Mushrooms are of interest to medicine in more than one way. Some "big mushrooms" are ordered because they are edible or hallucinogenic. Others are toxic and even fatal when ingested. The field of medical mycology is also concerned with microscopic fungi that can cause poisoning when toxins they secrete are released in moldy foods eaten by humans or pets. Some of them are allergens due to their germs. However, the most important are fungal agents that invade superficial, subcutaneous or deep tissues.

Fungi are considered cosmopolitan or territorial, even to a particular continent, most often located in the tropics. Endemic tropical yeast infection may be seen in immunocompetent individuals. Significantly exacerbated by immunosuppression. In recent years, with the significant increase in the number of immunocompromised people in both industrialized and developing countries, microscopic environmental fungi, which were considered minor pollutants to crops, have become pathogenic and become the source of the emergence of invasive fungi. Medical mycology covers all aspects of the specialty: morphology, biology, clinic, diagnosis and treatment of fungal diseases.

Therefore, our study had for objectives to determine and characterize the fungi of medical importance.

Key words: fungi - medical mycology - mycoses.

الملخص

هناك أكثر من مليون نوع من الفطريات ومن المتوقع أن يزداد هذا العدد. يعتبر الفطر موضع اهتمام الطب بأكثر من طريقة. يُطلب بعض "الفطر الكبير" لأنها صالحة للأكل أو مهلوسة. البعض الآخر سام وحتى قاتل عند تناوله. يهتم مجال علم الفطريات الطبية أيضًا بالفطريات المجهرية التي يمكن أن تسبب التسمم عندما يتم إطلاق السموم التي تفرزها في الأطعمة المتعفنة التي يأكلها الإنسان أو الحيوانات الأليفة. البعض منهم مسبب للحساسية بسبب جراثيمهم. ومع ذلك، فإن الأهم هو عوامل الفطريات التي تغزو الأنسجة السطحية أو تحت الجلد أو العميقة

تعتبر الفطريات عالمية أو تابعة لإقليم، حتى لقارة معينة، تقع في أغلب الأحيان في المنطقة المدارية. يمكن رؤية عدوى الخميرة الاستوائية المستوطنة في الأفراد المؤهلين مناعياً. تتفاقم بشكل كبير بسبب كبت المناعة. في السنوات الأخيرة، مع الزيادة الكبيرة في عدد الأشخاص الذين يعانون من نقص المناعة في كل من البلدان الصناعية والنامية، أصبحت الفطريات البيئية المجهرية، التي كانت تعتبر من الملوثات البسيطة للمحاصيل، مسببة للأمراض وأصبحت مصدر ظهور الفطريات الغازية. علم الفطريات الطبي يغطي جميع جوانب التخصص: علم التشكل علم الأحياء، العيادة، تشخيص وعلاج الأمراض الفطرية ومن أجل ذلك كان لدراستنا أهداف لتحديد وتوصيف الفطريات ذات الأهمية الطبية.

كلمات مفتاحية: فطريات - فطريات طبية - فطريات

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Mycologie et Biotechnologie fongique

Caractérisation des champignons d'importance médicale

Résumé

On recense plus d'un million d'espèces de champignons et ce chiffre est appelé à augmenter. Les champignons intéressent la médecine à plus d'un titre. Certains « grands champignons » sont recherchés parce qu'ils sont comestibles ou hallucinogènes. D'autres sont vénéneux, voire mortels, lorsqu'ils sont ingérés. Le domaine de la mycologie médicale s'intéresse également aux champignons microscopiques qui peuvent provoquer des intoxications lorsque les toxines qu'ils sécrètent sont diffusées dans les aliments moisissés consommés par l'Homme ou par les animaux domestiques. Certains d'entre eux sont allergisants par leurs spores. Toutefois, les plus importants sont les agents des mycoses qui envahissent les tissus superficiels, sous-cutanés ou profonds.

Les mycoses sont cosmopolites ou inféodées à un territoire, voire un continent particulier, situé le plus souvent dans la zone intertropicale. Les mycoses tropicales endémiques peuvent s'observer chez les sujets immunocompétents. Elles sont fortement aggravées par l'immunodépression. Au cours de ces dernières années, avec l'augmentation considérable du nombre d'immunodéprimés dans les pays industrialisés comme dans les pays en développement, des champignons microscopiques de l'environnement, autrefois considérés comme de simples contaminants des cultures, sont devenus pathogènes et sont à l'origine de mycoses émergentes invasives.

Mycologie médicale est un ouvrage de synthèse abordant toutes les facettes de la spécialité : la morphologie, la biologie, la clinique, le diagnostic et le traitement des affections fongiques.

Et pour cela, notre étude avait pour objectif de déterminer et Caractériser les champignons d'importance médicale.

Mot clés : les champignons – la mycologie médicale – les mycoses.

Membre du jury :

Président du jury : ABDELAZIZ O. (Maître de conférences B - UFM Constantine).

Rapporteur : BENKAHOUL M. (Maître de conférences A - UFM Constantine).

Examineur : MEZIANI M. (Maître de conférences B - UFM Constantine).

Présentée par :

M^{elle} CHERIET Chahinaz et M^{elle} BENFADEL Khaoula

Année universitaire : 2020-2021