

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE  
LARECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB -BLIDA 1-  
FACULTE DE MEDECINE  
DEPARTEMENT DE PHARMACIE



*Les infections fongiques du pied diabétique*  
(Aspect théorique)

Thèse d'exercice de fin d'études présentée en vue de l'obtention du  
diplôme de Docteur en Pharmacie.

**Présentée par :**

- BELAISSA Yasmine Khadidja.
- RAHMOUNE Meriem.

**Encadrée par :**

- Dr .Z. DAHMANE : Assistante en Parasitologie – Mycologie médicale.
- Pr.S.OUKID : Maitre de conférences (A) en Microbiologie Médicale.

**Devant le jury :**

- Présidente : Pr .F .HAMIDA : Professeur en Médecine Interne.
- Examineur : Dr .K.CHERGUELAIN : Maitre-Assistant en Immunologie Médicale.

2021/2022

## Remerciements

*Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant qui nous a donné la force ; la santé et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous remercions notre promotrice **Dr DAHMANE.Z** pour son aide et ses conseils.*

*Nous remercions notre Co-promotrice **Pr .OUKID.S** qui nous a fournis le sujet de ce mémoire.*

***Pr .HAMIDA.F** pour avoir initialement accepté de présider ce jury et pour l'intérêt qu'elle apporté à notre travail.*

*Nous remercions **Dr .CHERGUELAIN** pour avoir accepté d'examiner notre travail, on vous remercie d'avoir pu vous rendre disponible aujourd'hui.*

*Nous tenons à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail surtout notre chère amie et collègue **ZEMOURI Ouidad**.*

# Dédicaces

*À mes parents Pour tout ce que vous m'avez inculqué et appris.*

*À mon cher papa pour sa présence et son exemple. Pour les sacrifices et l'amour  
inlassable que tu as consenti pour mon bien être et ma réussite.*

*À ma chère maman Pour la tendresse et l'amour que tu m'as apporté. Ta  
présence et tes encouragements sont pour moi les piliers fondateurs de ce que je suis.*

*Que ce mémoire témoigne de mon respect et de mon grand amour pour vous.*

*À mon adorable frère Mohamed Nazih tu es le plus beau cadeau de ma vie ; je te  
souhaite la réussite et le bonheur.*

*Un dédicace particulier à mon SWR l'amour de ma vie.*

*À mes chères cousines Asmaa ; Sabah et Imene Ryma que j'aime trop.*

*À tous mes chères amies, À nos souvenirs, nos bonheurs et malheurs partagés,  
nos rires et larmes. Que notre amitié dure toujours Maroua RAIS ; Meriem*

*RAHMOUNE et Yasmine ABDOUN.*

*Yasmine*

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail comme preuve de respect, de gratitude, et de*

*Reconnaissance à :*

*À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre, À cette source de tendresse, de patience et de générosité, À ma mère ! Grâce à toi maman j'ai appris le sens du travail et de la responsabilité. Je voudrais te remercier pour ton amour ; ta compréhension et tes efforts durant ces années d'études.*

*À mon très cher père ! Tu as toujours été pour moi un exemple du père respectueux, honnête, ce travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployés pour mon éducation et ma formation.*

*Mon cher frère Younes et sœur Khaoula pour leur grande tendresse, Merci de m'avoir encouragé tout le long de mes études et je vous souhaite tout le bonheur et le succès.*

*À ma grand-mère, ma chère tante, mes cousins, ma cousine Hadjer et toute ma famille.*

*Une dédicace à mon cher fiancé, pour le soutien dont il a fait preuve pendant toute la durée de ce travail il a été toujours là à mes côtés, Aucun mot ne pourrait exprimer mon respect.*

*À ma copine Yasmine ; avec qui j'ai passé les meilleurs et les pires moments ; Je te remercie de ne m'avoir jamais déçu.*

*Meriem*



## Liste des Abréviations :

**AOMI** : Artériopathie oblitérante des membres inférieurs.

**CHL**: Chlamydoespores.

***C .albicans***: *Candida albicans*.

**ED**: Examen direct.

***E .floccosum***: *Epidermophyton floccosum*.

**IWDF**: International working diabetic foot.

**G 40** : Grossissement x40.

**OMS**: Organisation mondiale de la santé.

***T.rubrum*** : *Trichophyton rubrum*.

# Glossaire :

**Athérome** : Lésion de la surface interne des artères provoquée par un dépôt de cholestérol.

**Amputation** : Opération chirurgicale consistant à couper un membre, un segment de membre, une partie saillante.

**Anastomoses** : Communication naturelle ou établie chirurgicalement entre deux organes, deux vaisseaux, deux conduits de même nature ou deux nerfs.

**Hallux** : déviation vers l'extérieur du pied de l'articulation métatarso-phalangienne, le gros orteil se mettant en abduction et le premier métatarsien en adduction.

**Hypoxie** : Diminution de la quantité d'oxygène que le sang distribue aux tissus.

**Hyperkératose** : un épaissement de la partie la plus superficielle de l'épiderme, qui porte le nom de couche cornée. À ce niveau, les cellules sont fortement chargées en kératine, une protéine qui leur donne un caractère sec et très dur.

**Ischémie** : Anémie locale, arrêt ou insuffisance de la circulation du sang dans un tissu ou un organe.

**L'hyponychium** : est un épaissement épidermique de l'extrémité distale du lit de l'ongle qui se prolonge par la pulpe du doigt.

**Lunule** : Tache blanche en demi-lune, à la base de l'ongle.

**L'onycholyse** : est un décollement progressif de l'ongle, c'est-à-dire que le corps de l'ongle se détache du lit unguéal.

**Pachydermie** : Épaississement pathologique de la peau, généralement limité à une région du corps.

**La glycosylation** : c'est une réaction enzymatique consistant à lier de façon covalente un glucide à une chaîne peptidique, une protéine, un lipide ou d'autres molécules.



# Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE I DIABÈTE ET PIED DIABÉTIQUE .....</b>	<b>3</b>
I.1.Généralités et définitions .....	4
I.2.Anatomie du pied.....	7
I.2.1.Squelette et muscles .....	7
I.2.1.1.Squelette .....	7
I.2.1.2.Muscles.....	8
I.2.2. Vascularisation .....	8
I.2.2.1.La vascularisation artérielle.....	8
I.2.2.2.La vascularisation veineuse .....	9
I.2.3.Innervation .....	10
I.2.4. Fonction du pied .....	10
I.3.Le pied diabétique .....	10
I.3.1.Définition .....	10
I.3.2.Physiopathologie du pied diabétique .....	11
I.3.2.1. La neuropathie .....	11
I.3.2.2. L'artériopathie .....	12
I.3.2.3. L'infection .....	12
I.3.3.Facteurs déclenchants .....	14
I.3.3.1. Facteurs liées au pied .....	14
I.3.3.2. Autres facteurs .....	14
I.3.4. Signes cliniques .....	14
I.3.4.1 Ulcères neuropathiques .....	14
I.3.4.2 Ulcères neuro- ischémiques.....	16
I.3.5.Classifications du pied diabétique .....	19
<b>CHAPITRE II LES INFECTIONS FONGIQUES .....</b>	<b>21</b>
II.1.Champignons et Mycoses .....	22
II.1.1.Introduction et généralités.....	22
II.1.2.Définition des champignons.....	23

II.1.3.Morphologie et caractéristiques .....	24
II.1.3.1. Structure .....	24
II.1.3.1.1. Macromycètes.....	25
II.1.3.1.2. Micromycètes .....	25
II.1.3.1.2.1. Le thalle levuriforme.....	25
II.1.3.1.2.2. Le thalle filamenteux .....	25
II.1.3.1.2.3. Les dimorphiques.....	25
II.1.3.2. Ultrastructure.....	26
II.1.4.Reproduction .....	26
II.1.4.1.Reproduction sexuée (téléomorphe) .....	27
II.1.4.2.Reproduction asexuée (anamorphe ) .....	30
II.1.5.Classification des champignons .....	32
II.1.5.1. Mastigomycota.....	34
II.1.5.2. Zygomycota.....	34
II.1.5.3. Ascomycota.....	34
II.1.5.4. Basidiomycota.....	35
II.1.5.5. Deuteromycota .....	35
II.1.6.Biotope.....	35
II.1.7.Les champignons impliqués en pathologie humaine .....	36
II.1.7.1.Champignons levuriformes .....	36
II.1.7.2. Champignons Filamenteux.....	36
II.1.7.3. Champignons dimorphiques.....	39
II.1.8.Les champignons pathogènes et les champignons opportunistes.....	40
II.1.9.Mycoses .....	42
II.1.10.Mode de contamination .....	42
II.1.11.Types des mycoses .....	42
II.1.11.1.Mycoses superficielles .....	42
II.1.11.2. Mycoses sous-cutanées .....	42
II.1.11.3. Mycoses profondes ou systémiques.....	42
II.1.12.Les facteurs favorisant les mycoses superficielles .....	43
II.1.13. Infections fongiques chez le diabétique .....	44

II.1.13.1. Les mycoses de la peau .....	44
II.1.13.2. Les mycoses des phanères .....	47
II.1.13.3. Les mycoses des muqueuses .....	48
II.1.14. Infections fongiques du pied diabétique .....	49
II.1.14.1. Onychomycoses .....	49
II.1.14.1.1.1. <i>Onychomycose sous-unguéale distolatérale</i> .....	50
II.1.14.1.1.2. Onychomycose sous-unguéale proximale .....	51
II.1.14.1.1.3. Leuconychomycose superficielle .....	51
II.1.14.1.1.4. Onychomycose endonychiaie .....	52
II.1.14.1.1.5. Onychomycodystrophie totale .....	52
II.1.14.2. Infections cutanées du pied .....	54
II.1.15. Les espèces les plus incriminées chez le pied diabétique .....	56
<b>CHAPITRE III DIAGNOSTIC DES INFECTIONS FONGIQUES .....</b>	<b>58</b>
III.1. Diagnostic mycologique .....	59
III.1.1. Interrogatoire .....	59
III.1.2. Prélèvement .....	59
III.1.2.1. Préparation du patient .....	60
III.1.2.2. Matériels .....	60
III.1.2.3. Méthodes .....	61
III.1.2.4. Conservation .....	61
III.1.3. Examen direct .....	62
III.1.4. Culture .....	65
III.1.5. Identification .....	66
III.1.5.1. Identification des levures .....	66
III.1.5.2. Identification de champignons filamenteux .....	69
III.1.6. Prévention .....	75
III.1.7. Traitement .....	75
III.1.7.1. Molécules et indications : .....	77
III.1.7.2. Schéma thérapeutique .....	79
III.1.7.3. Traitement chirurgical .....	79
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>80</b>

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... 82**

# Table des figures

Figure 1: Pancréas (14).....	4
Figure 2 :Ilots de Langerhans du pancreas indiquant les cellules alpha,beta avec un aspect microscopique (14).....	5
Figure 3:Squelette du pied( vue dorsale) (140).....	7
Figure 4:Muscles du pied (vue dorsale) (125). ....	8
Figure 5:Atères du pied (vue latérale interne) (103). ....	9
Figure 6:Veines du pied (vue latérale interne) (104).....	9
Figure 7:Innervation du pied (103).....	10
Figure 8:Physiopathologie di pied diabétique (107).....	13
Figure 9:Mal perforant (106).....	15
Figure 10:Fiche comparative entre le pied neuropathique et angiopathique ischémique . .....	18
Figure 11:Les trois domaines du vivant (126). ....	23
Figure 12:Les six règnes du vivant (127). ....	24
Figure 13:Macromycètes (108). ....	25
Figure 14:Structure de la paroi fongique (109).....	26
Figure 15:Evénements de la reproduction sexuée (128).....	27
Figure 16:Ascospores dans des asques (129).....	28
Figure 17:Différentes formes des ascocarpes (129) . ....	29
Figure 18:Basidiospores et Basides (129).....	29
Figure 19:Formation d'un zygospore (128).....	30
Figure 20:Schéma recapitulatif de la reproduction asexuée chez les champignons. ....	31
Figure 21:Reproduction des champignons (39). ....	32
Figure 22:Principe de classification des fungi . ....	32
Figure 23:Classification des champignons selon la reproduction sexuée (131). ....	33
Figure 24:Levures (110). ....	36
Figure 25:Champignon filamenteux sous microscope optique G40 (110).....	36
Figure 26:Forme microscopique du genre <i>Epidermophyton</i> (112). ....	37
Figure 27:Formes microscopiques du genre <i>Microsporum</i> (112).....	38

Figure 28:Formes microscopiques du genre <i>Trichophyton</i> (112).	38
Figure 29:Aspergillus sp (45).	39
Figure 30:Champignons impliqués en pathologie humaines (143).	41
Figure 31:Dermatophytie circiné (141).	46
Figure 33:Intertrigos des mains (118).	46
Figure 34:Onychomycose(l'atteinte de l'ongle) (119).	48
Figure 35:Candidose buccale (120).	48
Figure 36: Aspect d'un mucormycose (142).	49
Figure 37:Onychomycose sous-unguale distolatérale (65).	50
Figure 38:Onychomycose sous ungueal proximale (65).	51
Figure 39:Leuchonychie superficielle (65).	51
Figure 40:Onychomycose endonychiaie (121).	52
Figure 41:Onychomycodystrophie totale (65).	52
Figure 42:Onychomycose à moisissure (122).	54
Figure 43:Intertrigo inter orteil (lésion avec épaissement blanc nacré au fond) (65).	55
Figure 44:Lésion fongique plantaire (65).	55
Figure 45:matériel du prélèvement (138).	60
Figure 46:Identification des Candida(A) Candida non albicans (B) candida albicans avec un tube germinatif (132).	67
Figure 47:schéma représentatif de l'identification du tube germinatif du genre Candida (136).	67
Figure 48:Morphologie spécifique de l'espèce <i>Candida albicans</i> (94).	68
Figure 49: Test biochimique ( auxacolor ) (139).	68

# Table des tableaux

Tableau 1:Tableau comparatif des types du diabète (17) .....	6
Tableau 2: Les différentes classifications du pied diabétique (34) .....	20
Tableau 4: Tableau comparatif des différentes études faites sur les mycoses du pied diabétique.....	57
Tableau 5:Resultat de l'examen direct des champignons les plus souvent incriminés dans les mycoses superficielles (84) (43).....	64
Tableau 6:Critères d'identifications des dermatophytes les plus fréquemment incriminés .....	71
Tableau 7:Identification d'Aspergillus.....	73
Tableau 8:Identification des autres moisissures .....	74
Tableau 9:Classification des antifongiques.....	76
Tableau 10:Mécanisme d'action des ATF et leurs cibles (97) .....	76
Tableau 11:Traitement des mycoses superficielles .....	78





# **Introduction**

Le diabète occupe une place singulière dans l'histoire de la médecine. Même si la première description de cette maladie remonte à 4000 ans avant J-C en Chine sous le nom d'urine sucrée ou d'urine de miel, il continue de nos jours à occuper cette place importante (1).

Cette maladie est devenue un problème majeur de santé publique dans le monde. En 2021 elle affecte plus de 537 millions de personnes (soit 1 personne sur 10), dont 61 millions en Europe (2).

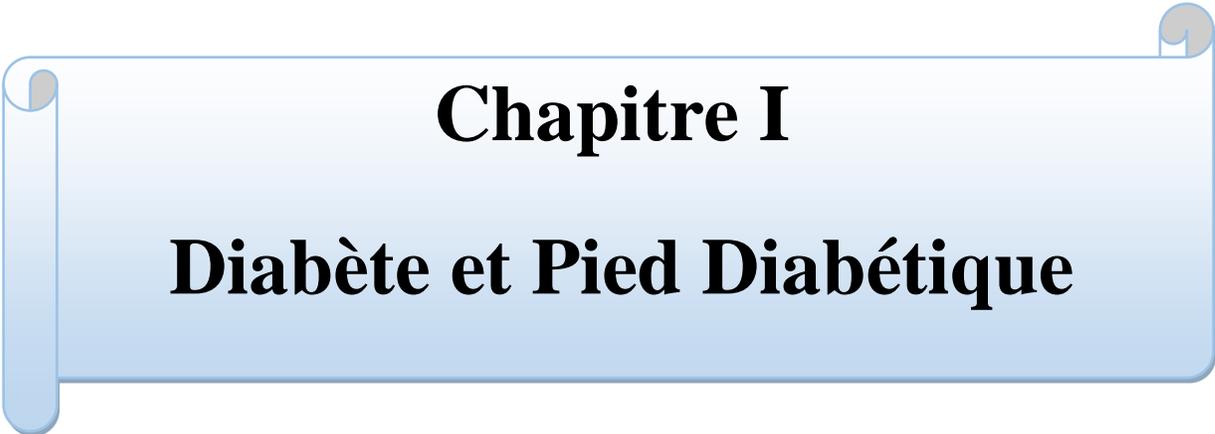
En Algérie la prévalence est de près 14,4%, elle vient en deuxième position au classement des maladies chroniques, derrière l'hypertension. , dont le nombre de personnes atteintes est estimé à 0,3% chez les sujets âgés de moins de 35 ans, à 4,1% chez les 35-59 ans et à 12,5% chez les plus de 60 ans (3) (4).

Si les décès directement liés au diabète sont rares ses complications et en particulier le pied diabétique constituent une cause majeure de morbi-mortalité ; La fréquence et la gravité des problèmes de pied chez les personnes diabétiques varient d'un pays à l'autre, avec une incidence annuelle autour de 2 à 4 % dans les pays développés, probablement encore plus élevée dans les pays à faible revenu (5) (6).

Le pied diabétique est à l'origine de 70% des amputations du membre inférieur et son infection influence profondément sa prise en charge ainsi que son pronostic (5) (6) .

Les mycoses du pied sont considérées comme un facteur de gravité chez le diabétique ; Elles trouvent sur ce terrain les conditions idéales à leur développement (7).

L'étude des particularités des différentes formes cliniques des mycoses superficielles chez les patients diabétiques, hormis le pied diabétique et une meilleure connaissance de leur incidence, des facteurs favorisants, et des agents pathogènes responsables permettent d'assurer une prise en charge prophylactique et thérapeutique adéquate (7).



# **Chapitre I**

## **Diabète et Pied Diabétique**

### I.1.Généralités et définitions

Le diabète sucré est considéré comme une véritable épidémie du 21ème siècle ; Il constitue la cinquième cause de mortalité dans le monde par ses complications (8) (9).

Le diabète se définit comme une hyperglycémie permanente avec une glycémie supérieure ou égale à 1,26g/l (7mmol/l) sur deux dosages consécutifs ; Ou une glycémie postprandiale supérieure ou égale à 2g/l (11mmol/l) ; C'est un trouble métabolique chronique causé soit par une carence de production, par un défaut de l'utilisation de l'insuline (10).

Pour rappel, l'insuline est une hormone peptidique hypoglycémisante sécrétée par les cellules du pancréas en réponse à une hyperglycémie (11) (12).

D'un point de vue anatomique, le pancréas est un organe glandulaire allongé situé dans l'abdomen divisé en trois parties : la tête, l'isthme et le corps ; C'est une glande qui possède une double fonction sécrétrice : exocrine avec la production de suc pancréatique qui est déversé dans l'intestin et endocrine aboutissant à la libération de deux hormones (l'insuline et le glucagon) (13).

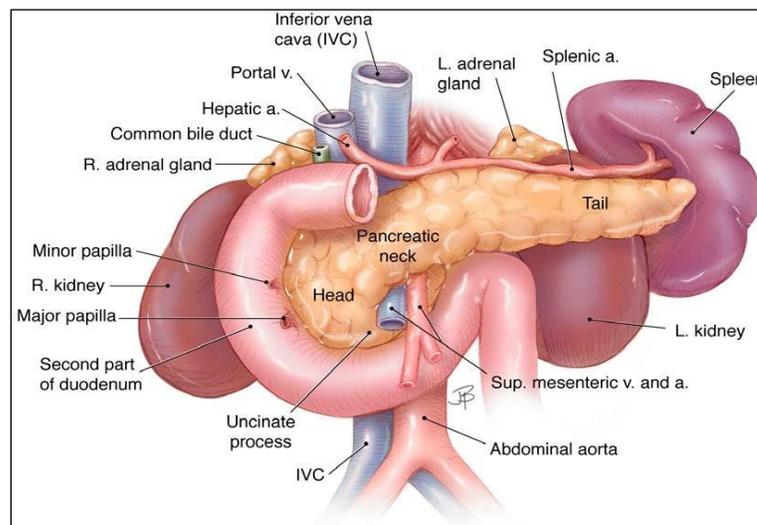


Figure 1: Pancréas (14).

Sur le plan histologique la sécrétion endocrine est assurée par « **les îlots de Langerhans** » (1% environ avec deux types de cellules Alpha pour le glucagon et Beta pour l'insuline) alors que la fonction exocrine est assurée par des structures appelées « **les Acinis sécréteurs** » (15).

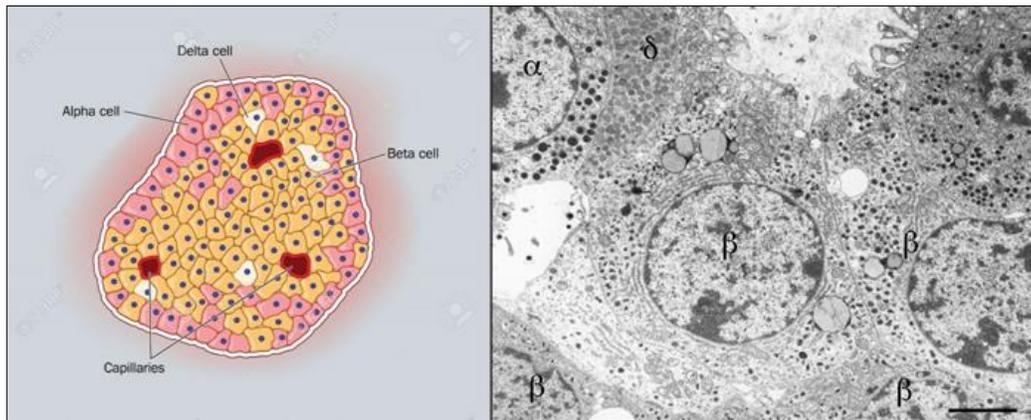


Figure 2 :Ilots de Langerhans du pancreas indiquant les cellules alpha,beta avec un aspect microscopique (14).

Cette maladie peut débuter dès l'enfance ou chez l'adulte jeune, lorsque les cellules du pancréas produisant l'insuline sont détruites (diabète de type 1), ou chez les sujets plus âgés avec une association d'une mauvaise action et d'une carence en insuline qui s'aggrave progressivement (diabète de type 2) (16).

Tableau 1:Tableau comparatif des types du diabète (17)

Type de diabetes	Type 1	Type 2
<b>Antécédents familiaux du même type</b>	Rares	Fréquents
<b>Age de survenue</b>	Avant 35 ans	Après 35 ans
<b>Début</b>	Rapide ou explosive	Lent insidieux
<b>Facteurs déclenchants</b>	Souvent +	Souvent +
<b>Symptomatologie</b>	Bruyante	Pauvre ou absente
<b>Poids</b>	Normal ou maigre	Obésité ou surcharge adipeuse abdominale
<b>Hyperglycémie au diagnostic</b>	Majeure >3g/L	Souvent <2g/L
<b>Cétose</b>	Souvent présente	Le plus souvent absente

## I.2. Anatomie du pied

Le pied est la partie terminale du membre inférieur. Il se situe à l'extrémité de la jambe avec laquelle il est articulé via la cheville. Il porte le poids du corps en station debout et permet la marche et la course (18).

Le pied contient 28 os maintenus par des capsules articulaires et des ligaments mobilisés par les tendons des muscles, ensemble qui donne au membre inférieur l'appui au sol, la marche, le saut, la course, la danse avec souplesse et harmonie (19).

### I.2.1. Squelette et muscles

#### I.2.1.1. Squelette

Le pied humain est divisé en :

- Arrière-pied : comprend deux os, le talus et le calcaneus.
- Médio-pied : comprend l'os naviculaire, les trois cunéiformes et l'os cuboïde.
- Avant-pied : comprend cinq métatarsiens, cinq phalanges proximales, quatre intermédiaires, cinq distales et deux os sésamoïdes (19).

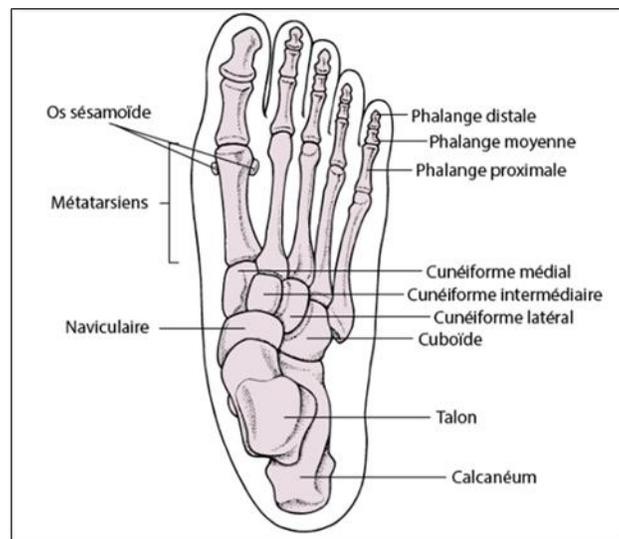


Figure 3: Squelette du pied (vue dorsale) (140).

### I.2.1.2. Muscles

On distingue :

- Les muscles intrinsèques, insérés directement dans le pied, on dénombre au total trois muscles : le muscle abducteur, le fléchisseur et l'adducteur de l'hallux.
- Les muscles extrinsèques, insérés dans la jambe et dont les tendons sont dans le pied. Ils sont au nombre de douze et entraînent des mouvements plus ou moins complexes.

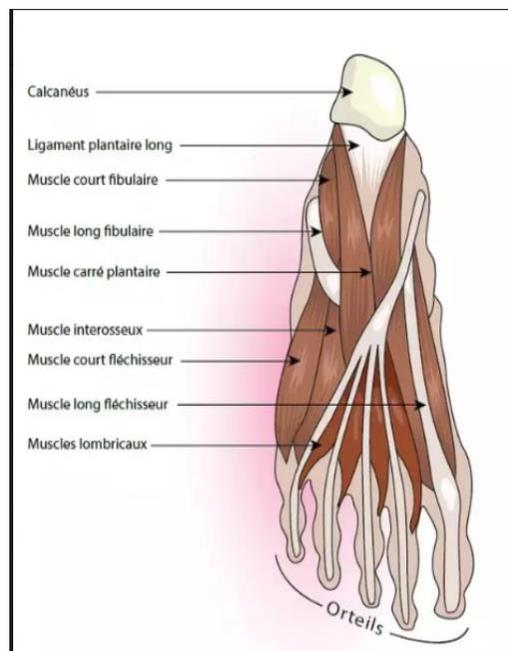


Figure 4: Muscles du pied (vue dorsale) (125).

## I.2.2. Vascularisation

### I.2.2.1. La vascularisation artérielle

Le pied reçoit son irrigation artérielle à partir de deux sources distinctes :

L'artère tibiale antérieure et l'artère tibiale postérieure. Ces deux artères sont des ramifications de l'artère poplitée.

**L'artère tibiale antérieure:** elle assure la vascularisation du territoire dorsal par l'artère dorsale du pied.

**L'artère tibiale postérieure** : elle assure la vascularisation du territoire plantaire par les deux artères plantaires interne et externe.

La richesse et la variété des anastomoses entre ces deux réseaux expliquent les vastes possibilités de suppléance artérielle et les multiples configurations anatomiques rencontrées lors de la dissection (20).

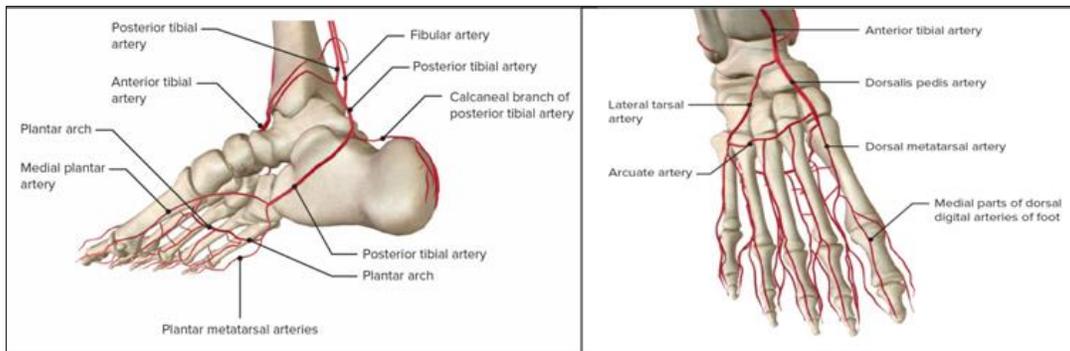


Figure 5: Artères du pied (vue latérale interne) (103).

### I.2.2.2. La vascularisation veineuse

Le système veineux fait suite à la terminaison du système artériel. Ce réseau est constitué de deux systèmes:

- **veines intra faciales** : profondes, elles drainent 90 % du sang veineux et sont composées des veines plantaires, médiales et latérales.
- **veines extra faciales**: superficielles, de localisation dorsales et qui sont drainées par les veines marginales (21).

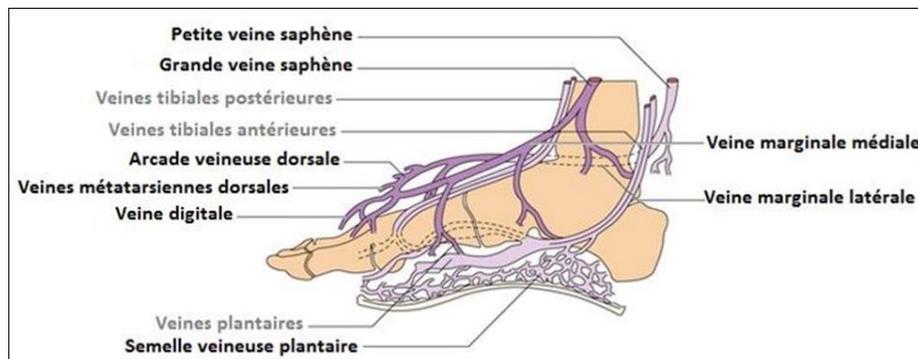


Figure 6: Veines du pied (vue latérale interne) (104).

### I.2.3. Innervation

Les nerfs du pied sont essentiellement issus du nerf sciatique dans la cuisse. Ce sont des branches des nerfs tibiaux d'une part et d'autre part des nerfs fibulaires superficiels et fibulaires profonds issus du nerf fibulaire commun dans la jambe.

Une petite partie de l'innervation est assurée par les branches du nerf saphène issu du nerf fémoral dans la cuisse (22).

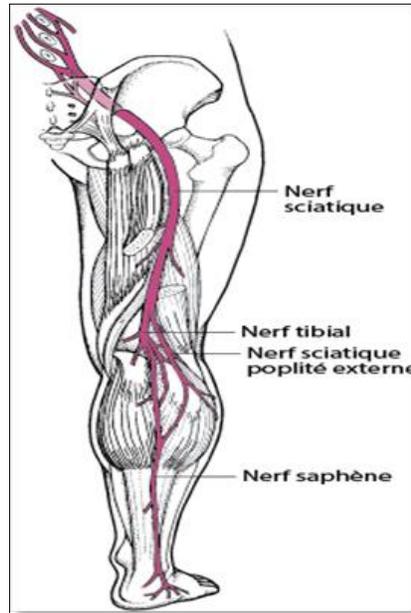


Figure 7: Innervation du pied (103).

### I.2.4. Fonction du pied

- Amortissement : grâce à son squelette, il amortit le poids du corps qui est réparti sur la plante du pied grâce aux arches.

- Propulsion : en utilisant les arches du pied comme tremplin, le pied propulse le corps en avant durant la marche ou la course (23).

## I.3. Le pied diabétique

### I.3.1. Définition

Le pied diabétique se définit selon les guidelines du groupe international de travail sur le pied diabétique (International Working Group on Diabetic Foot de 2019) comme toute infection,

ulcération ou destruction des tissus du pied d'une personne avec un diabète sucré diagnostiqué nouvellement ou antérieurement, généralement accompagnée de neuropathie et ou d'une artériopathie périphérique des membres inférieurs.

On regroupe sous le terme « pied diabétique » l'ensemble des manifestations pathologiques atteignant le pied et directement en rapport avec la maladie diabétique sous-jacente. Il constitue un véritable problème de santé publique car la mortalité suivant une amputation augmente avec le niveau de l'amputation (24).

IWGDF indique que le risque d'ulcération du pied et d'amputation des membres inférieurs sont beaucoup plus élevés dans la population diabétique car le diabète est considéré comme la première cause non traumatique d'amputation du pied où une amputation est réalisée toutes les 30 secondes chez un patient diabétique dans le monde (25) (26).

### **I.3.2. Physiopathologie du pied diabétique**

Le risque de survenue d'un trouble trophique du pied peut atteindre 25% des patients diabétiques au cours de leur vie, ce risque élevé est la conséquence de plusieurs mécanismes physiopathologiques qu'il est essentiel de connaître afin d'en prévenir l'apparition et d'en assurer une prise en charge précoce (27).

Les principaux mécanismes à l'origine des lésions tiennent à deux complications du diabète : la neuropathie périphérique et l'artériopathie, les deux pouvant être associées à des degrés divers à l'infection qui peut survenir sur ce terrain en présence d'une plaie, est un facteur majeur de gravité.

#### **I.3.2.1. La neuropathie**

La neuropathie comprend plusieurs composantes sensitives, motrices et végétatives diversement associées :

##### **I.3.2.1.1. La neuropathie sensitive**

C'est l'atteinte la plus fréquente, les signes dépendent du type des nerfs impliqués :

- l'atteinte des grosses fibres entraîne une défaillance de la sensibilité tactile et profonde (vibratoire et proprioceptive).
- l'atteinte des petites fibres concerne la sensibilité thermo-algique. Le pied est donc insensible aux traumatismes minimes notamment causés par friction ou par

chaussures serrées et aux changements de température et devant l'absence de douleur il y a un retard diagnostique avec élévation du risque de perte du membre (28) (29).

### **I.3.2.1.2. La neuropathie motrice**

Elle peut entraîner une atrophie des muscles interosseux, un déséquilibre entre muscles extenseurs et fléchisseurs et une altération de la laxité ligamentaire, elle est à l'origine de déformations du pied aggravées par la limitation de la mobilité articulaire (30).

### **I.3.2.1.3. La neuropathie végétative autonome**

Elle aggrave la situation en provoquant une réduction de la sudation qui conduit à une sécheresse cutanée excessive ce qui participe à la constitution de l'hyperkératose au point d'appui et de fissuration (31) .

### **I.3.2.2. L'artériopathie**

Se définit par des lésions sténosantes ou occlusives dues à un athérome et affectant les artères des membres inférieurs, Elle est souvent associée à la neuropathie avec un taux très bas d'artériopathie isolée estimé aux environs de 20% ; Il existe plusieurs types d'artériopathie :

#### **I.3.2.2.1. Macro-angiopathie**

Atteint préférentiellement les artères fémorale superficielle, poplitée, tibiale, fibulaire et les artères du pied ; Elle n'est pas spécifique du diabète (28) .

#### **I.3.2.2.2. Micro-angiopathie**

Une complication quasi spécifique du diabète qui est directement liée à l'hyperglycémie ; Les altérations microcirculatoires caractérisées par un épaississement de la membrane basale des capillaires entraînent des échanges anormaux susceptibles d'aggraver l'ischémie tissulaire (28).

#### **I.3.2.2.3. L'athérosclérose**

La principale complication du diabète, ayant un retentissement sur le pied du fait de l'hypoxie générée par la réduction du débit artériel (31) .

### **I.3.2.3. L'infection**

C'est la troisième composante du trépied physiopathologique du pied diabétique, elle est définie par l'invasion des tissus par des micro-organismes et leurs multiplication, s'accompagnant d'une destruction tissulaire ou d'une réponse inflammatoire de l'hôte (32).

Au total, la neuropathie et l'artériopathie sont les deux principaux facteurs pathogènes des troubles trophiques du pied diabétique, l'infection est considérée comme un facteur aggravant surajouté.

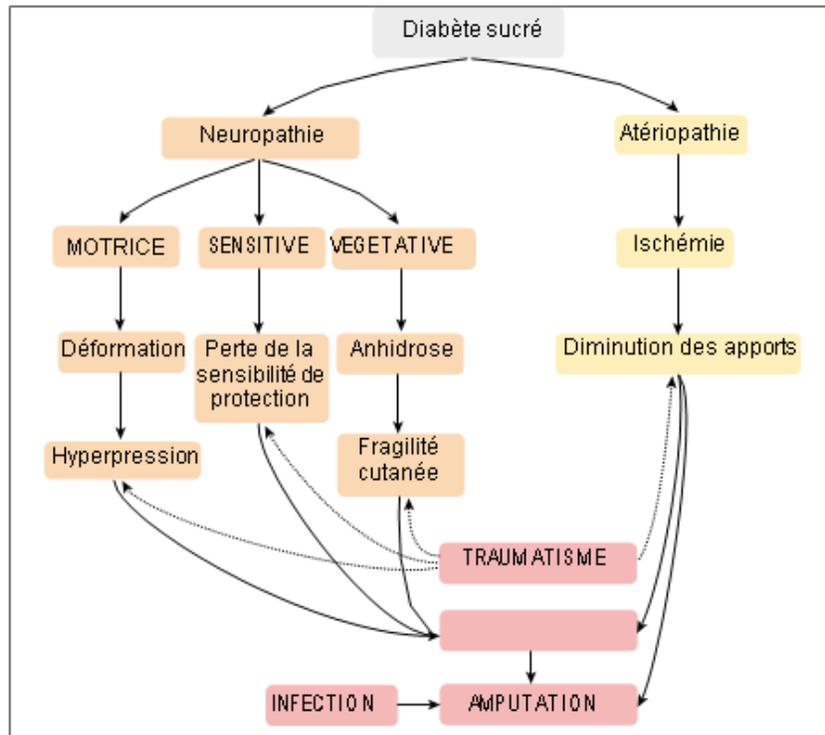


Figure 8: Physiopathologie di pied diabétique (107).

### I.3.3. Facteurs déclenchants

#### I.3.3.1. Facteurs liés au pied

- Morphologie du pied (pied creux, hallux valgus, griffes d'orteil).
- Hyperkératose plantaire.
- Diminution des amplitudes articulaires.
- Déformations sévères du pied (pied de Charcot).

#### I.3.3.2. Autres facteurs

- Manque d'hygiène, soins inadaptés, hyperkératose non-traitée.
- Chaussage inadapté (trop étroit, coutures proéminentes).
- Accident traumatique (marche à pieds nus, corps étrangers ...)

### I.3.4. Signes cliniques

L'apparition de lésions du pied diabétique fait suite à une (poly-)neuropathie diabétique et/ou un trouble circulatoire artériel périphérique : **artériopathie oblitérante des membres inférieurs** AOMI, se superposent à une macro angiopathie diabétique.

Bien que les relevés statistiques divergent, on peut partir de la répartition suivante des formes de syndrome du pied diabétique:

- 40% des cas, une neuropathie diabétique en est à elle seule la cause.
- Dans 50% des autres cas, on rencontre une forme mixte de neuropathie et d'ischémie induite par une AOMI.
- 10% d'entre elles découlent d'un trouble circulatoire périphérique isolé.

#### I.3.4.1 Ulcères neuropathiques

La neuropathie diabétique se caractérise par une glycolisation progressive des cellules nerveuses et une dégradation consécutive du tissu nerveux affecte aussi bien les fibres autonomes que les fibres sensorielles et motrices. Du point de vue clinique, ces dégradations entraînent seules ou de manière combinée des modifications typiques du pied diabétique dont les muscles du pied perdent leur fonction suite à la dégradation des tissus osseux, la voûte plantaire pouvant alors être modifiée jusqu'à la cheville. Il en résulte entre autres:

- Troubles des séquences de mouvements et malpositions des orteils.
- Répartition non naturelle de la pression en position debout et pendant la marche avec surcharge de certaines zones.
- Aggravation fréquente par des chaussures de forme non physiologique (talons trop hauts, chaussures mal ajustées,.... etc.).

Il se forme des callosités (hyperkératoses) et des ampoules qui s'infectent et développent une plaie typique du pied neuropathique appelée «**mal perforant**». La zone la plus souvent touchée est la plante du pied au niveau des articulations métatarso-phalangiennes car c'est cette région qui est exposée à une importante pression lors de la marche.

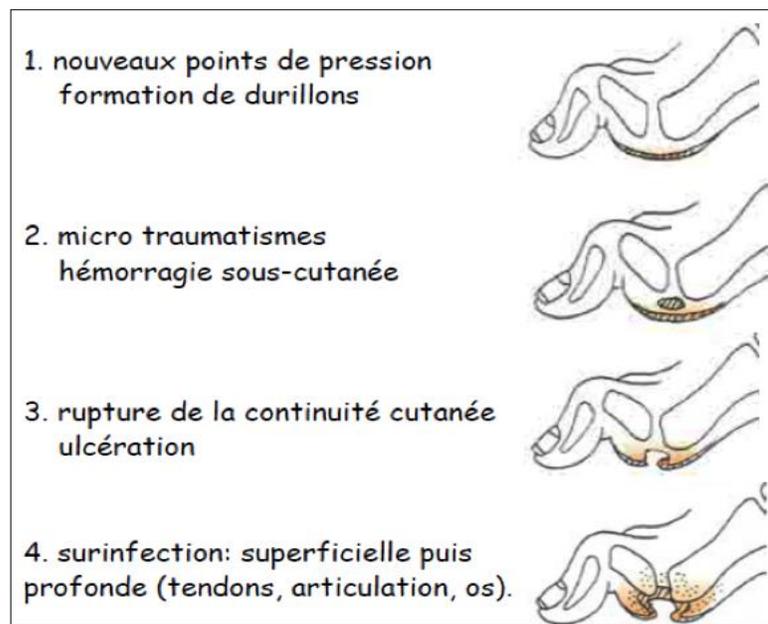


Figure 9:Mal perforant (106).

Parmi les facteurs déclenchants, on compte :

-Traumatismes thermiques (par ex. consécutifs à des bains de pieds ou des coussins chauffants trop chauds) et les blessures mineures (notamment consécutives à la marche pieds nus, des ongles incarnés).

Les premiers signes de troubles neuropathiques affectant les jambes:

- Température cutanée élevée.
- Peau d'aspect sec, fissurée.
- Brûlures et fourmillements.
- Sensation d'engourdissement.

L'atténuation de la sensibilité à la douleur s'accompagne souvent d'un retardement risqué de la prise en charge. En effet, il n'est pas rare que l'infection qui s'étend s'accompagne d'une inflammation du tissu osseux (ostéomyélite) pouvant alors provoquer l'effondrement total de la structure osseuse du pied. On constate alors l'apparition de ce que l'on appelle un «pied de Charcot» ou encore d'inflammations profondes du tissu pédieux (phlegmons pédieux) qui portent préjudice à la circulation sanguine dans les orteils. Une gangrène diabétique peut risquer d'apparaître à la fin de cette évolution néfaste.

#### **I.3.4.2 Ulcères neuro- ischémiques**

L'AOMI des artères des jambes à titre de facteur causal des ulcères ischémiques n'est pas spécifique au diabète. La macroangiopathie diabétique multiplie néanmoins le risque pour les personnes diabétiques de développer plus précocement et plus fréquemment des infarctus du myocarde, des accidents vasculaires cérébraux et des occlusions des artères des jambes par rapport aux personnes affichant un métabolisme sain .Des occlusions survenant dans les artères des jambes et des cuisses (AOMI) peuvent se traduire par des ulcères purement ischémiques, qui sont néanmoins rares au vu des graves troubles circulatoires associés (ischémie).

Dans environ 50% des cas, une neuropathie est impliquée dans le développement d'un ulcère ischémique qui est donc désigné sous le nom d'ulcère neuro-ischémique. Cette forme mixte peut soulever d'importants problèmes dès son identification. En effet, les symptômes typiques du pied angiopathique ou neuropathique se recoupent dans ce cas en fonction de leur différente origine et doivent être confirmés par une anamnèse détaillée, une mesure du statut artériel.

Avant même l'apparition d'un ulcère, l'aggravation des troubles circulatoires peut se manifester par de premiers signes lors de l'inspection du pied:

- Perturbations de la croissance des ongles.

- Infections fongiques.
- Rougeurs et marbrures de la peau.
- Perte de la pilosité de la jambe.

L'AOMI se caractérise par des douleurs musculaires d'intensité croissante lors de la marche qui surviennent en raison du manque d'oxygène induit par les troubles circulatoires (phénomène appelé «claudication intermittente»)

Les ulcères (neuro-) ischémiques apparaissent par prédilection sur les zones suivantes:

- Phalanges terminales des orteils.
- Ongles et lits d'ongle.
- Têtes des métatarses I et II.

Des nécroses consécutives à une insuffisance circulatoire très grave sont généralement localisées:

- sur le côté du pied.
- au niveau du talon.
- dans l'espace interdigital.
- au niveau des surfaces d'extension des jambes.

Il n'est pas rare que des événements traumatiques contribuent à l'apparition des ulcères, et notamment:

- Pression exercée par des chaussures.
- Soins de pédicure inappropriés.
- Autres blessures mineures des orteils, survenant notamment lors de la marche pieds nus (33).

Critères de distinction du syndrome du pied diabétique		
Pied neuropathique	Pied angiopathique-ischémique	
		
Ulçère provoqué par une lésion nerveuse et l'exercice d'une pression		Ulçère provoqué par des occlusions vasculaires (AOMI) et des traumatismes externes
Diabète sucré de longue durée, le cas échéant consommation d'alcool supplémentaire, autres séquelles diabétiques	<b>Anamnèse</b>	Diabète sucré de longue durée, le cas échéant troubles métaboliques, affections cardiaques, tabagisme, hypertension artérielle
Plante du pied, rarement sur le côté du pied	<b>Localisation</b>	Orteils, talons, dos du pied
Perception de la vibration, de la pression, de la douleur, de la température, du contact et réflexes altérés ou inexistants	<b>Sensibilité</b>	Non perturbée, sensations préservées
Peu à aucune (le cas échéant douleurs au repos ou pendant la nuit)	<b>Douleurs</b>	Existantes
Température cutanée élevée, peau d'aspect sec, fissurée, pied en griffe palpable	<b>Inspection</b>	Température cutanée basse, peau d'aspect morbide, pâleur livide
	<b>Pouls pédieux</b>	non palpable
Structure osseuse souvent modifiée, ostéolyses précoces (destruction des tissus osseux)	<b>Structure osseuse</b>	Structure osseuse rarement modifiée

Figure 10:Fiche comparative entre le pied neuropathique et angiopathique ischémique .

### **I.3.5. Classifications du pied diabétique**

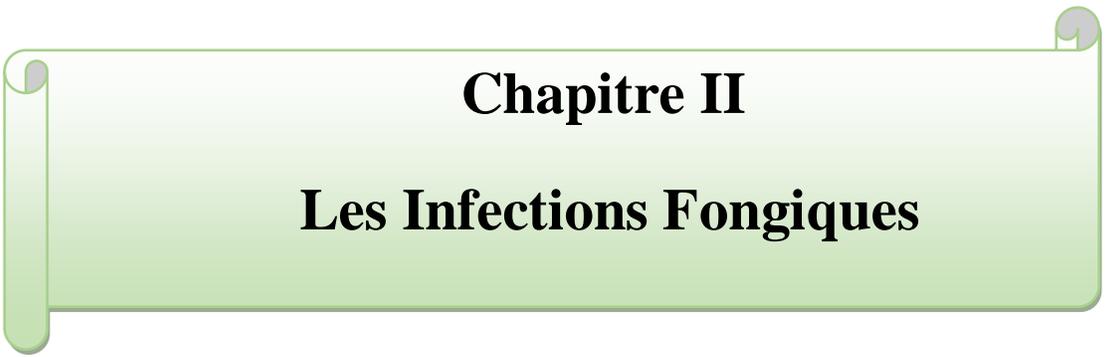
Il existe plusieurs classifications, celles-ci ont pour but d'améliorer l'évaluation diagnostique et d'orienter précisément la prise en charge, elles facilitent également la communication entre soignants.

- Classification de Wagner-Meggitt.
- Classification de Texas.
- Classification de VAP.
- Classification de Mike Edmond.
- Classification de PEDIS (34) .

Ces classifications reposent sur plusieurs paramètres importants dans l'apparition et le traitement d'un ulcère du pied diabétique : la vascularisation, l'étendue, la profondeur, l'infection et la sensibilité (15).

Tableau 2: Les différentes classifications du pied diabétique (34)

Classification selon PEDIS**		Classification de l'université du Texas					Classification selon Wagner-Meggit	
Perfusion (vascularization)		Stade	Catégorie					
Grade 1	Pas de symptômes, pas de signes d'artériopathie périphérique (p1)		0	1	2	3	<b>Grade0</b>	Pas de lésion ouverte, mais présence possible de déformation et ou de cellulite.
Grade2	Symptômes /signes d'artériopathie périphérique mais pas d'ischémie critique du membre(p2)	<b>A*</b>	Lésion Pré ou post ulcéreuse avec épithélialisation complète	Plaie Superficielle sans extension aux tendons, à la capsule ni à l'os	Extension aux tendons ou à la capsule	Extension A l'os Ou à l'articulation		
Grade3	Ischémie critique du membre(p3)							
<b>étendue</b>	Surface de la plaie mesurée en cm2 après débridement							
<b>profondeur</b>							<b>Grade1</b>	Ulcère superficiel sans pénétration dans les tissus profonds
							<b>Grade2</b>	Extension profonde vers les tendons, l'os ou les Articulations .Prise en charge multi disciplinaire.
Grade1	Ulcère superficiel limité au derme(D1)	<b>B</b>	Infection	Infection	Infection	Infection	<b>Grade3</b>	Abcès, ostéomyélite , ostéoarthrite
Grade2	Ulcère profond ,pénétrant sous le derme jusqu'aux structure sous-cutanées	<b>C</b>	Ischémie	Ischémie	Ischémie	Ischémie	<b>Grade4</b>	Gangrène localisée au talon ou à l'avant pied
Grade3	Toutes les structures du pied,	<b>D</b>	Infection et Ischémie	Infection et Ischémie	Infe et Ischémie	Infection et Ischémie	<b>Grade5</b>	Gangrène étendue à tout le pied



**Chapitre II**

**Les Infections Fongiques**

---

## II.1.Champignons et Mycoses

### II.1.1.Introduction et généralités

La mycologie : La mycologie:c'est la science qui s'intéresse aux champignons microscopiques responsables d'affection humaine ou même animale appelées mycoses (35) (36).

Les champignons également appelés mycètes ou Fungi représentent l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes .Ils forment un groupe très hétérogène dont la caractéristique essentielle commune est la nutrition hétérotrophe (37).

Nous distinguons :

- Les macromycètes: champignons macroscopiques visibles à l'œil nu.
- Les micromycètes : champignons microscopiques invisibles à l'œil nu, ou sous forme de colonies (38).

### II.1.2. Définition des champignons

Les champignons constituent un règne individualisé au sein du monde vivant qui est différencié du règne végétal et du règne animal.

Ce sont des organismes, eucaryotes, uni- ou pluricellulaire, aérobies, dépourvus de pigment assimilateur (chlorophylle) ; Ils sont hétérotrophes c'est-à-dire ne peuvent pas effectuer eux-mêmes la synthèse de ses éléments constitutants (opposé à autotrophe), et donc obligés de produire leur énergie nécessaire en oxydant des composés, de ce fait, ils sont condamnés à mener une vie saprophytique ou parasitaire, et ceci nous emmène à définir d'autres termes : le parasitisme, la symbiose, le saprophytisme et enfin le commensalisme.

- **Le parasitisme** : une association de deux hôtes dont un seul tire profit de l'autre en se nourrissant de matières organiques vivantes et qui peut causer des troubles.
- **La symbiose** : association de deux hôtes à bénéfice réciproque.
- **Le saprophytisme** : c'est un hôte qui vit au dépend d'un autre en se nourrissant de matières organiques en décomposition.
- **Le commensalisme** : le champignon se nourrit, se développe, se reproduit à partir d'un être vivant sans lui causer de nuisance.

Ex : *Candida albicans*

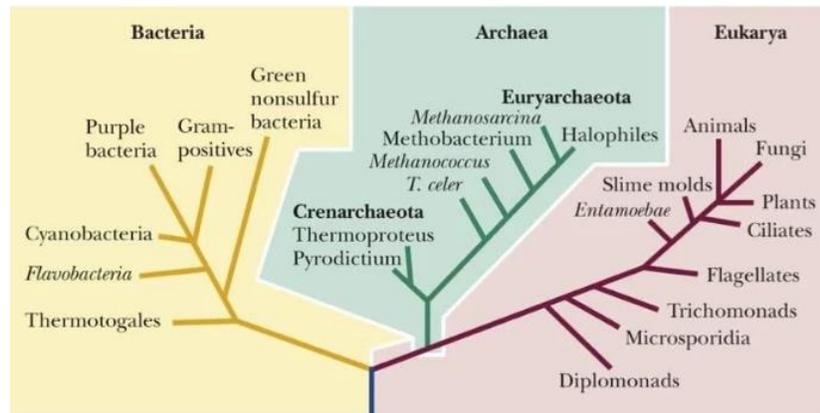


Figure 11: Les trois domaines du vivant (126).

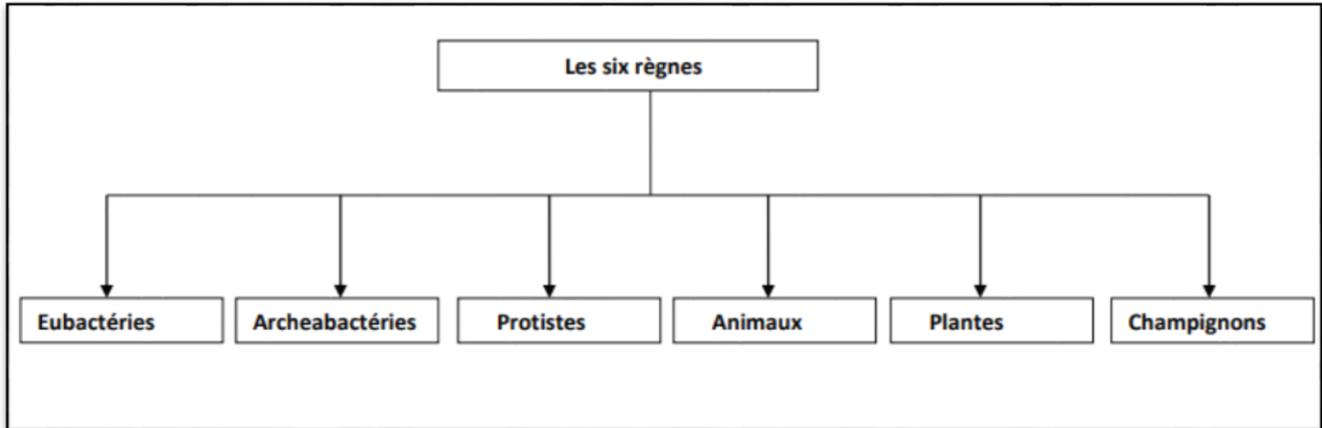


Figure 12:Les six règnes du vivant (127).

### II.1.3.Morphologie et caractéristiques

#### II.1.3.1. Structure

L'organisation cellulaire des champignons est appelée un thalle ou mycélium ; Ce dernier est pour la majorité des espèces constitué d'un enchevêtrement de nombreux filaments, ou hyphes plus ou moins ramifiés et souvent cloisonnés. On distingue un thalle végétatif et un thalle reproducteur.

Les champignons se reproduisent par des spores qui représentent des éléments de résistance, de multiplication et de dissémination dans l'environnement (39).

### II.1.3.1.1. Macromycètes

Ce sont des organismes de grande taille visibles à l'œil nu qui possèdent un chapeau à lames, un pied (stipe) et une base où se trouve le mycélium ; Les intoxications par les macro - mycètes relèvent plutôt de la toxicologie que de la mycologie médicale (39).

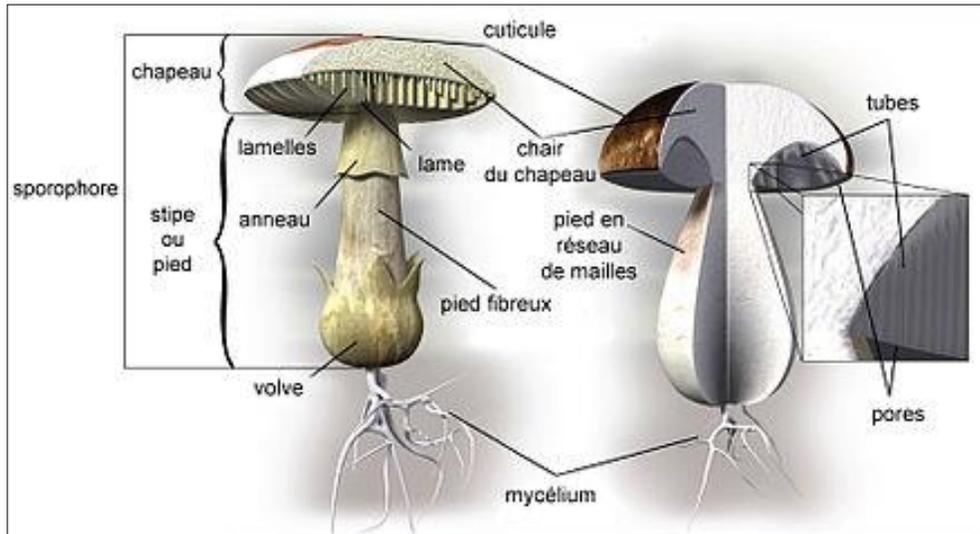


Figure 13:Macromycètes (108).

### II.1.3.1.2. Micromycètes

Chez les champignons microscopiques, le thalle peut être levuriforme(unicellulaire) ou filamenteux (pluricellulaire) ou dimorphique.

#### II.1.3.1.2.1. Le thalle levuriforme

Le mycélium est réduit à l'état unicellulaire, exemple : *Candida*, *Cryptococcus*, *Malassezia*.

#### II.1.3.1.2.2. Le thalle filamenteux

Constitué d'éléments tubulaires hyphes pouvant être septés (cloisonés) exemple : *Aspergillus spp*, *Penicillium spp* .Ou non séptés (siphonnés), exemple : *Mucor*, *Rhizopus*, *Aabsidia*.

#### II.1.3.1.2.3. Les dimorphiques

Ces champignons présentent une morphologie différente (levures ou filaments) selon l'état où ils se trouvent et selon la température, exemple : *Penicillium marneffeii*.

### II.1.3.2. Ultrastructure

Les micromycètes ont une cellule entourée d'une membrane plasmique, riche en ergostérol, protégée par une paroi rigide et épaisse formée de trois couches :

- La couche interne, constituée de chitine, assure le maintien et la rigidité de la paroi.
- La couche intermédiaire, constituée de beta (1,3)-glucane, qui confère une certaine élasticité à la paroi, est aussi le lieu d'ancrage des manoprotéines.
- La couche externe, constituée de manoprotéines.
- Le cytoplasme, de pH égal à 5, renferme de nombreuses enzymes, des réserves (glycogène) et des organites : réticulum endoplasmique, appareil de Golgi, vacuoles, ribosomes, très riches en mitochondries et pourvus de noyaux (avec membrane nucléaire, chromosomes et nucléole) (40).

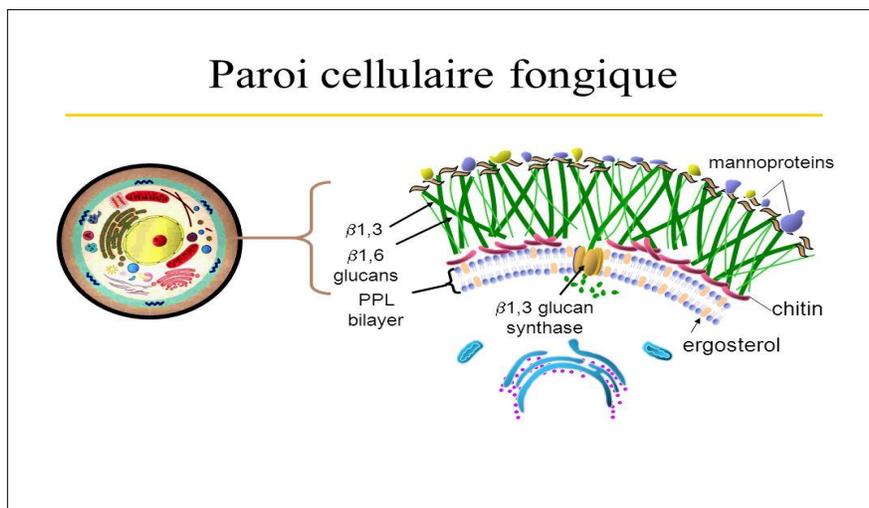


Figure 14: Structure de la paroi fongique (109).

Il existe plus de 3700 genres et 100 000 espèces de champignons microscopiques, dont environ 400 espèces pathogènes ou potentiellement pathogènes pour l'homme (41).

### II.1.4. Reproduction

Classiquement on distingue chez les champignons deux types de reproduction, l'une appelée **sexuée** ou **téléomorphe** car elle intègre un processus de fusion cytoplasmique, de caryogamie et de méiose ; L'autre appelée **asexuée** ou **anamorphe** car la cellule fongique se divise par simple mitose (42).

### II.1.4.1. Reproduction sexuée (téléomorphe)

Elle est basée sur trois événements:

- **La plasmogamie:**

Fusion de cellules haploïdes engagées dans le processus de reproduction sexuée sans qu'il y ait fusion nucléaire immédiate, elle aboutit à la formation d'un hétérocaryon.

- **La caryogamie:**

Correspond à la fusion des noyaux pour former des dicaryons et aboutit à un état diploïde.

- **La méiose:**

Elle est immédiate le plus souvent et elle entraîne un retour à l'état haploïde (42).

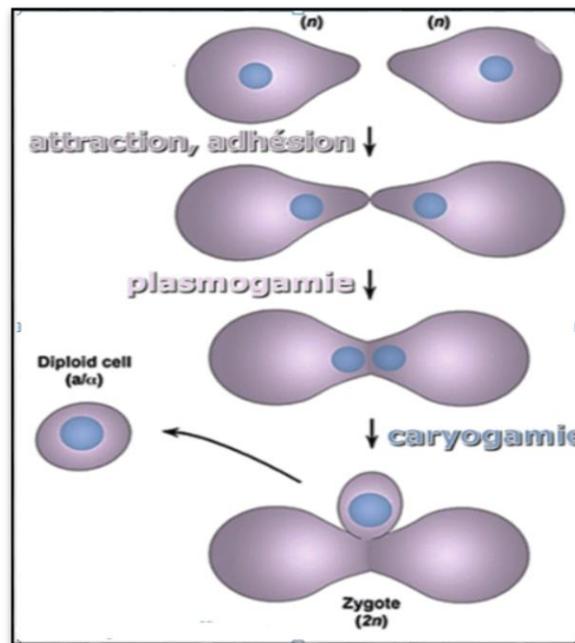


Figure 15: Événements de la reproduction sexuée (128).

Des substances chimiques variées interviennent dans l'initiation de la reproduction sexuée, elles sont appelées PHEROMONES.

D'une façon générale la reproduction sexuée débute par la rencontre de deux filaments génétiquement différents (+ ou -) :

- Soit deux articles indifférenciés fusionnent.

- Soit au préalable ils se différencient en organes sexués appelés Gamétocytes ou des gamètes ;Les gamétocytes femelles (♀) s'appellent **ascogones** et les gamétocytes mâles (♂) s'appellent **anthéridies**.

Les évènements de la reproduction sont suivis par la formation de Quatre types de spores qui servent de base à la classification actuelle des champignons : Ascospores ; Basidiospores ; Zygosporés et Zoospores.

- **Les ascospores** : sont produites de manière endogène à l'intérieur d'un sac appelé Asque ;Ces asques sont généralement octosporés, le tout est enveloppé dans un organe protecteur appelé ascocarpe.

La classification des ascomycètes est basée sur ces deux unités (ascocarpe et asques).

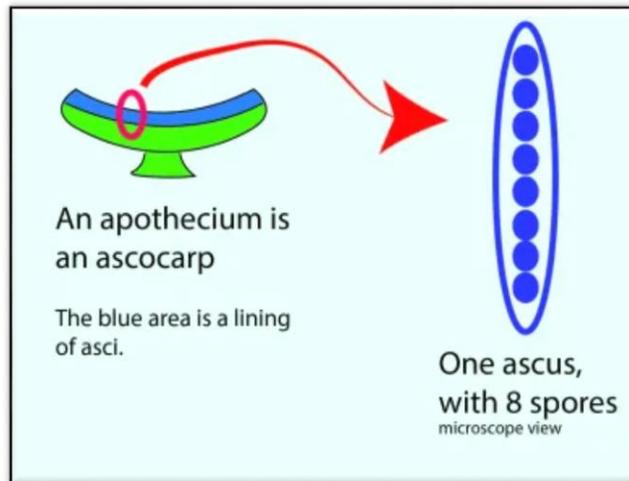


Figure 16:Ascospores dans des asques (129).

Selon l'aspect de ses organes protecteurs, on distingue:

- Périthèce, Cleistothèce ou Gymnothèce : quand il s'agit d'une structure fermée.
- Apothécie : Si cette dernière est ouverte en forme de corbeille.

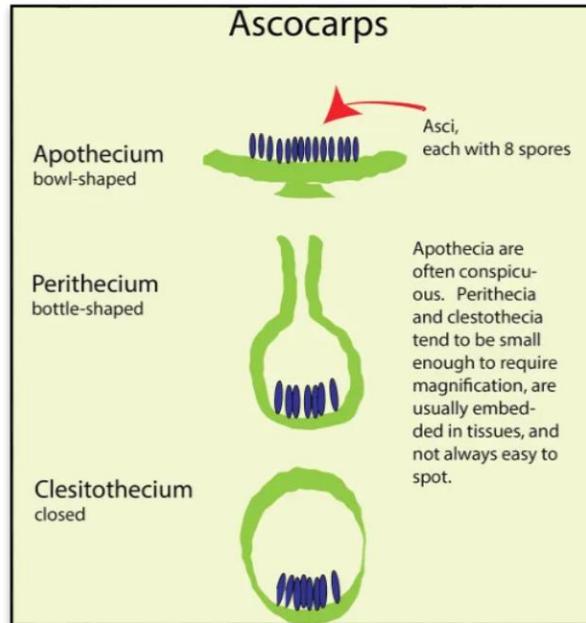


Figure 17: Différentes formes des ascocarpes (129) .

**Les basidiospores** : sont formées par bourgeonnement des Basides qui sont caractéristiques des basidiomycètes.

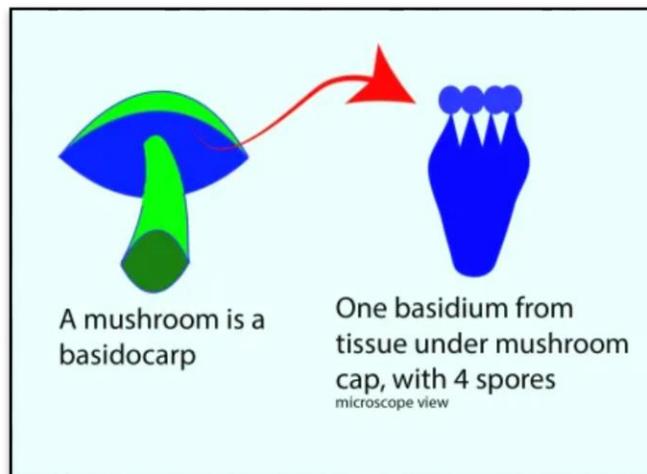


Figure 18: Basidiospores et Basides (129).

- **Les zygospores** : proviennent de la fusion de 2 hyphes (+ ou -) issues de 2 souches génétiquement distinctes, les spores sont produites à l'intérieur d'un sac : le sporange, elles sont rencontrées chez les moisissures à thalle siphonné appelées les Zygomycètes.

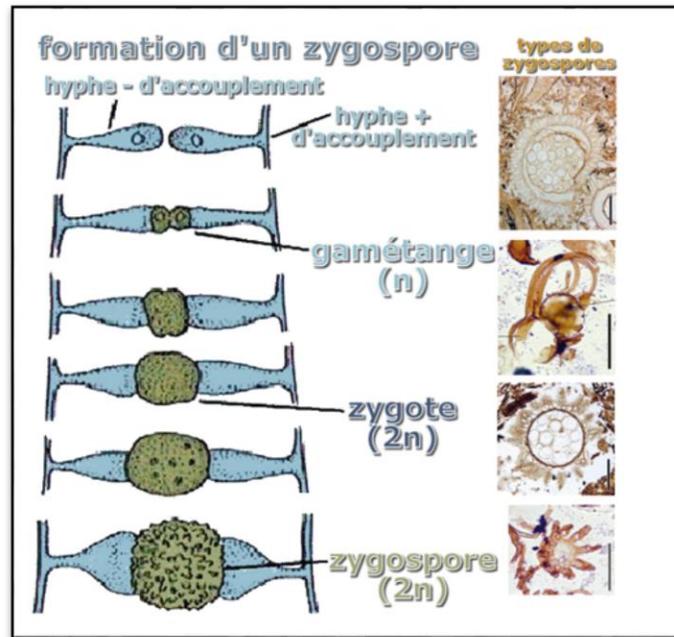


Figure 19: Formation d'un zygospore (128).

- **Les zoospores** : Elles sont formées chez les thalles plasmodiaux par la fusion de deux sporocystes de sexes opposés (l'oogone et le spermatocyste), cette forme de reproduction est rencontrée chez les Chytridiomycètes.

#### II.1.4.2. Reproduction asexuée (anamorphe)

Elle est basée sur la production de spores asexuées. Dans ce mécanisme les noyaux se divisent par simple mitose (conservation de lignées stables).

Les spores sont produites par des cellules différenciées ou spécialisées issues du thalle, ces dernières varient selon les groupes de champignons.

La cellule spécialisée du thalle végétatif devient une cellule conidiogène qui va produire directement les conidies, cette structure peut être issue directement du thalle ou indirectement car portée par un filament spécialisé appelé conidiophore.

- **La Conidiogénèse:**

En fonction du mode de formation des conidies, on peut en pratique individualiser 2 types de conidiogénèse: thallique et blastique.

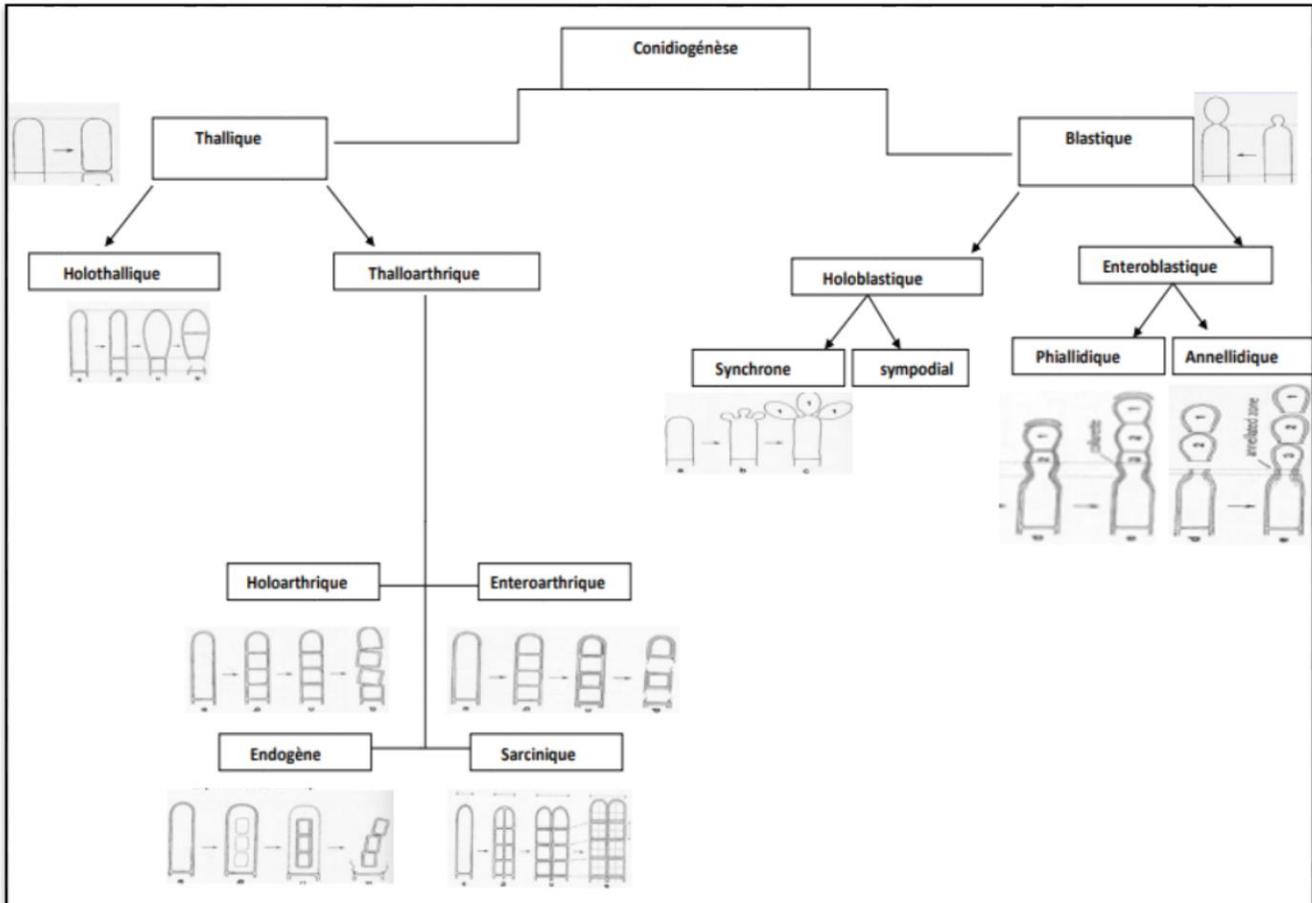


Figure 20:Schéma récapitulatif de la reproduction asexuée chez les champignons.

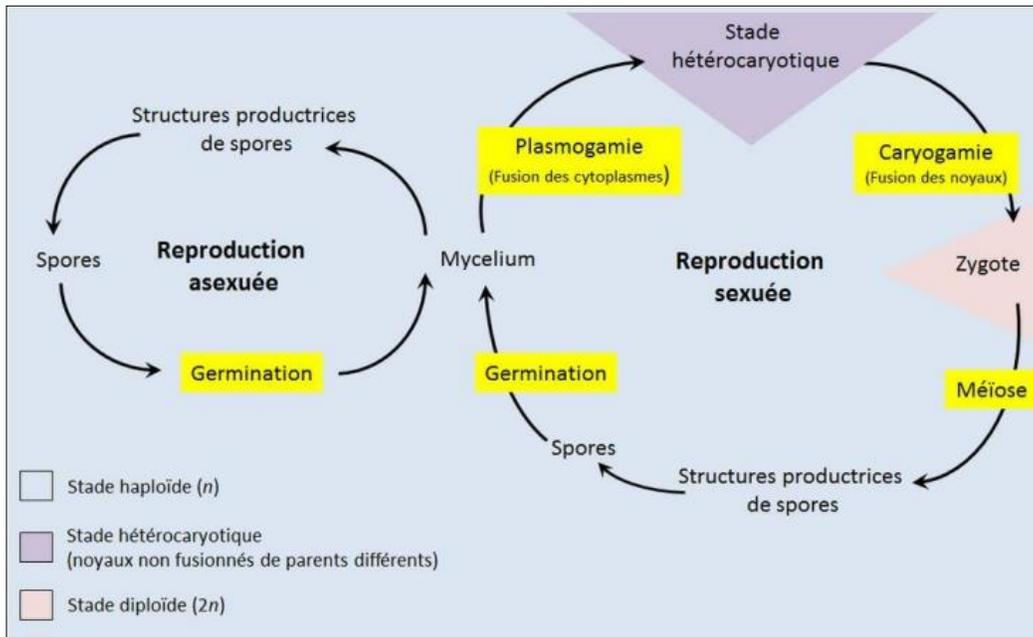


Figure 21:Reproduction des champignons (39).

Les deux formes portant des noms différents dans ce cas, le champignon portera le nom de la forme isolée lorsque l'espèce fongique existe dans la même culture sous forme sexuée et asexuée, on parle d'holomorphe et c'est la forme sexuée qui sera retenue.

### II.1.5.Classification des champignons

La classification des principales divisions (ou phylum) de champignons repose sur les critères morphologiques liés aux modes de reproduction, la nature chimique de la paroi (chitine, cellulose), la production de métabolites et certains caractères moléculaires (40) (43) (44).

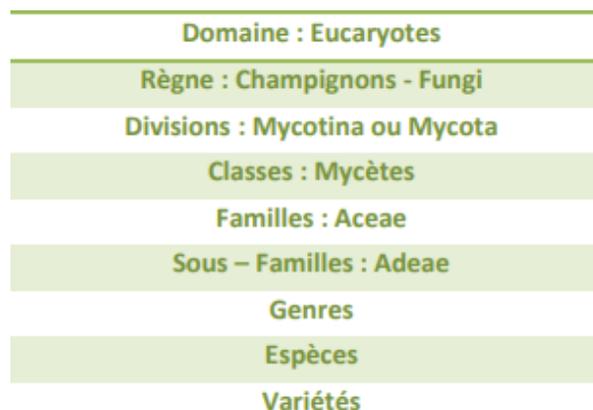


Figure 22:Principe de classification des fungi .

A l'heure actuelle, aucune phylogénie définitive des champignons n'est proposée, mais des hypothèses sont déjà admises.

La classification de Hawksworth, Sutton et Ainsworth (1970) modifiée par Kwon Chung et Bennett (1992), puis par de Hoog (1995) qui est la plus utilisée actuellement (45).

On différencie cinq divisions selon les modalités de reproduction :

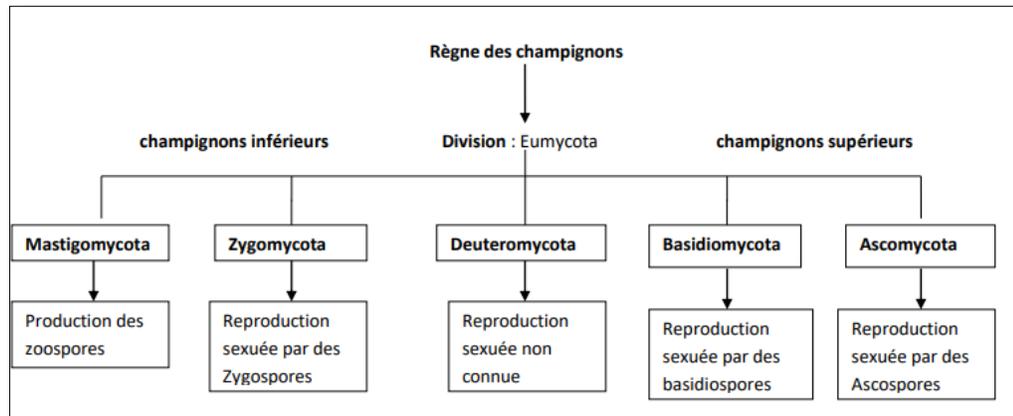


Figure 23: Classification des champignons selon la reproduction sexuée (131).

### II.1.5.1. Mastigomycota

Rarement impliqués en pathologie humaine (habitat aquatique) se répartissent en deux classes ; caractérisés par la présence de spores (zoospores) munies de flagelles, on distingue :

- Les Chytridiomycètes avec un flagelle ; la nomenclature retient dans le règne des champignons en raison de la présence de la chitine dans leurs paroi et de leurs nutriments qui se fait par absorption.
- Les Oomycètes avec des spores biflagellées et une paroi non chitineuse (46) (47) (39).

### II.1.5.2. Zygomycota

Cette division comporte nombreux pathogènes de classe zygomycètes :

- Les Mucorales agents de mucormycoses.
- Les Entomophthorales agents d'entomophthoromycoses, ces derniers sont des fois parasites des nématodes ou des insectes ; Saprophytes des végétaux.

Ils sont considérés avec les Chytridiomycota, comme des champignons inférieurs car le mycélium végétatif est non septé (46) (48) (47) (39).

### II.1.5.3. Ascomycota

Comporte un grand nombre de pathogènes pour l'homme. Cette division comprend deux classes principales :

- **Les Hémiascomycètes ou Endomycètes :** avec des asques libres non protégés par une structure épaisse (ascocarpe) comme les levures ascospores.
- **Les Euascomycètes ou Ascomycètes vrais:** possèdent des ascocarpes comme les champignons filamenteux (*Aspergillus* et Dermatophytes...)

Ces deux classes se répartissent en six ordres différents :

- ✓ **Les Onygnéales:** les ascospores sont produites principalement dans les Gymnothèces.
- ✓ **Les Eurotiales:** les ascospores sont produites dans des Cleistothèces.
- ✓ **Les Microascales:** L'ascocarpe est clos.
- ✓ **Les Ophiostomatales:** Les ascocarpes sont des périthèces.

- ✓ **Les Sordariales:** Les ascocarpes sont des Périthèces.
- ✓ **Les Dothidéales:** Les ascocarpes sont des Cleistothèces ou des périthèces (49) (47) (39).

#### II.1.5.4. Basidiomycota

Cette division comprend deux classes principales :

- **Les Hétérobasidiomycètes**, champignons sans carpophore.
- **Les Holobasidiomycètes**, macromycètes avec carpophore.

#### II.1.5.5. Deuteromycota

Champignons imparfaits dont la reproduction sexuée n'est pas connue à ce jour, on trouve dans cette division le plus grand nombre des espèces d'intérêt médical ; ils sont divisés en trois classes:

- **Les Blastomycètes** : regroupent l'ensemble des champignons levuriformes c'est à dire des éléments fongiques se reproduisant par bourgeonnement.

Exp : *Cryptococcus, Candida, Trichosporon, Rhodotorula et Malassezia*

- **Les Hyphomycètes:** regroupent les champignons filamenteux à thalle septé dont les cellules conidiogènes sont libres.
- **Les Cœlomycètes:** rassemblent les champignons filamenteux dont les cellules conidiogènes sont contenues dans des organes protecteurs appelés Pycnides ou Acervules (41) (40) .

#### II.1.6. Biotope

Le développement des champignons est favorisé par l'humidité et se fait préférentiellement dans une température comprise entre 20-27° ; Ils vivent dans l'air ; eaux et sols.

La plupart des champignons poussent dans un pH compris entre 4 et 8 mais chaque espèce à un pH optimal (50) (41) (40).

### II.1.7. Les champignons impliqués en pathologie humaine

#### II.1.7.1. Champignons levuriformes

Des organismes unicellulaires, de forme rondes ou ovoïdes, de petite taille (généralement moins de 10µm), elles se multiplient par bourgeonnement ou par fission, produisent parfois du mycélium ou du pseudo-mycélium (51).

Parmi les levures pathogènes: *Candida*, *Malassezia*, *Cryptococcus*, *Trichosporon*, *Saccharomyces* et *Rhodotorula* (52).

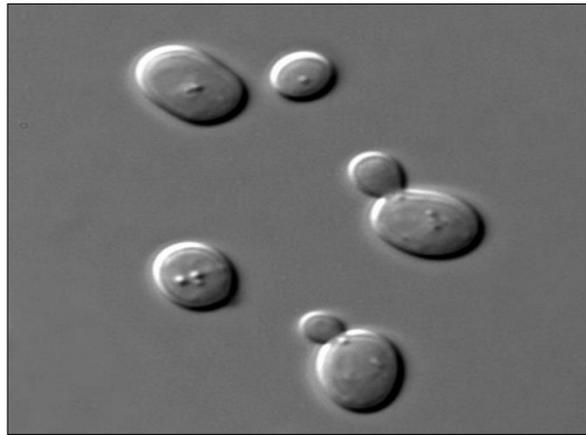


Figure 24: Levures (110).

#### II.1.7.2. Champignons Filamenteux

Pluricellulaires avec une aérocontamination prépondérante, ils se développent sur leur substrat nutritif par un système filamenteux plus ou moins ramifié cloisonnés ou non.

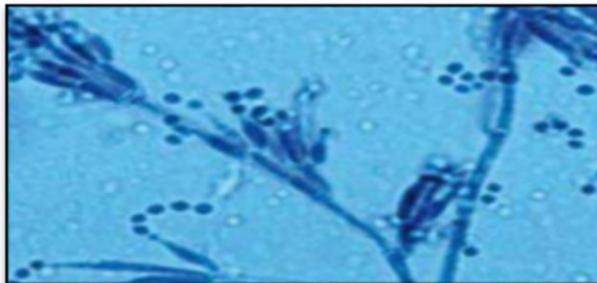


Figure 25: Champignon filamenteux sous microscope optique G40 (110).

Parmi ces mycètes filamenteux impliqués en pathologie on différencie deux groupes les plus connues :

- **Les dermatophytes :**

Ils constituent un groupe de champignons adaptés à la kératine humaine et animale, la peau et les phanères (ongles, cheveux, poils) sont les sites privilégiés de ces champignons qualifiés de kératinophiles et kératinolytiques.

Sur le plan taxinomique, il s'agit de champignons microscopiques appartenant à la classe des Ascomycètes, à l'ordre des Onygnéales et au genre *Arthroderma*. Ce sont donc des champignons filamenteux à thalle septé se multipliant sur le mode sexué, et produisant des ascospores.

Il est toutefois difficile d'obtenir la forme sexuée de ces champignons, c'est pourquoi leur classification repose classiquement sur la reproduction asexuée ou conidiogénèse. Ils sont alors classés dans le Phylum des Deutéromycètes et la classe des Hyphomycètes ,sa reproduction asexuée s'effectue, sur le mode thalique solitaire, et conduit à la production de deux types de spores ou conidies :

- Les spores unicellulaires appelées microconidies ou microaleuries.
- Les spores pluricellulaires, à base tronquée et cloisonnées transversalement, appelées macroconidies ou macroaleuries.

Selon l'abondance respective de ces deux types de spores, et leur morphologie, on distingue parmi ces champignons trois genres :

-**Le genre *Epidermophyton* :** ne comprend qu'une seule espèce qui n'attaque jamais les cheveux, les poils ou les ongles.

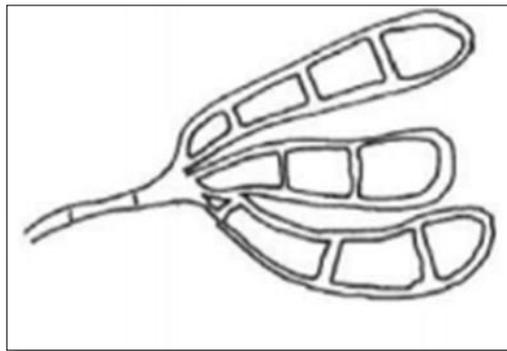


Figure 26:Forme microscopique du genre *Epidermophyton* (112).

- Le genre *Microsporum* : qui regroupe une dizaine d'espèces dont cinq peuvent être retrouvées chez l'homme. Elles parasitent la peau et les cheveux, et attaquent rarement les ongles

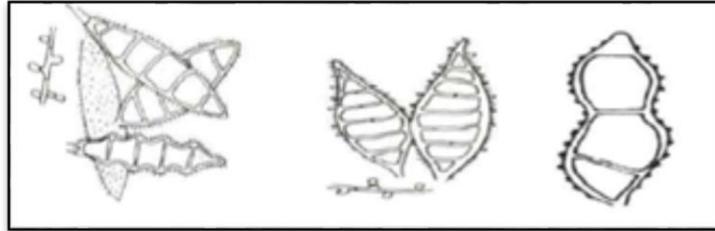


Figure 27:Formes microscopiques du genre *Microsporum* (112).

-Le genre *Trichophyton* : est issue la majorité des dermatophytes ; une dizaine d'espèces peuvent parasiter la peau et les phanères de l'homme.

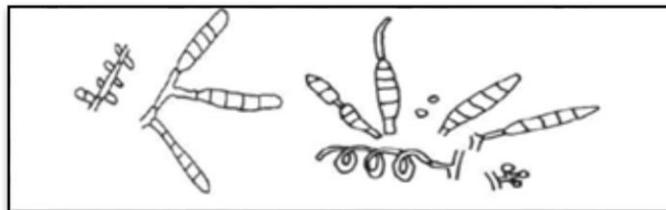


Figure 28:Formes microscopiques du genre *Trichophyton* (112).

- **Les moisissures :**

Issues de l'environnement au comportement opportuniste, leur thalle est constitué de filaments cloisonnés ou non. Ce sont des champignons saprophytes, responsables de pourritures diverses et de maladies de nombreuses espèces végétales et humaines (53).

Elles comprennent un grand nombre de genres et d'espèces. Parmi ceux qui sont les plus fréquemment impliqués en pathologie humaine, il y a *l'Aspergillus*, *Scedosporium*, *Acremonium* et *Alternaria* mais aussi *Mucor*, *Rhizomucor* et *Lichtheimia* ; Leur développement chez l'homme est favorisé par l'affaiblissement de ses défenses immunitaires (54).

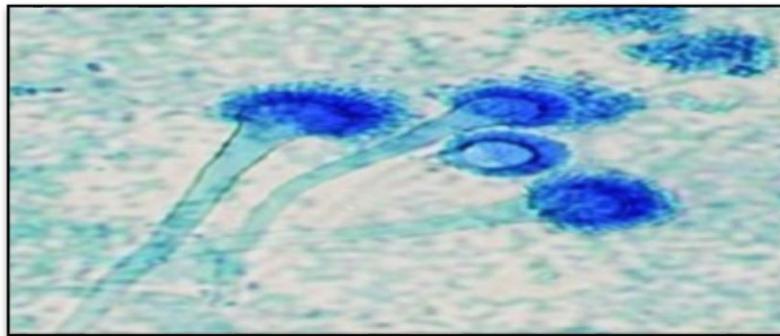


Figure 29: *Aspergillus* sp (45).

### II.1.7.3. Champignons dimorphiques

Ce sont des champignons exotiques adaptés au parasitisme, qui se présentent sous deux morphologies différentes :

- Une forme parasitaire levure que l'on trouve dans les organes des malades.
- Une forme saprophytique filamenteuse obtenue en culture sur les milieux usuels d'isolement. Elle est à l'origine de la contamination.

Ex : *Sporothrix schenckii* état saprophytique : filamenteuse (milieu sabouraud 25), état parasitaire : forme levure (milieu cœur cerveau sang à 37°C) champignon retrouvé au niveau des grottes.

**II.1.8. Les champignons pathogènes et les champignons opportunistes**

Certains champignons sont opportunistes c'est-à-dire qu'ils n'engendrent des mycoses que chez des personnes immunodéprimées (les diabétiques ; sujets traités par immunodépresseurs, malades du SIDA ...etc.).

D'autres sont pathogènes comme les Dermatophytes causant les mycoses des phanères qui sont très fréquentes chez le diabétique (55).

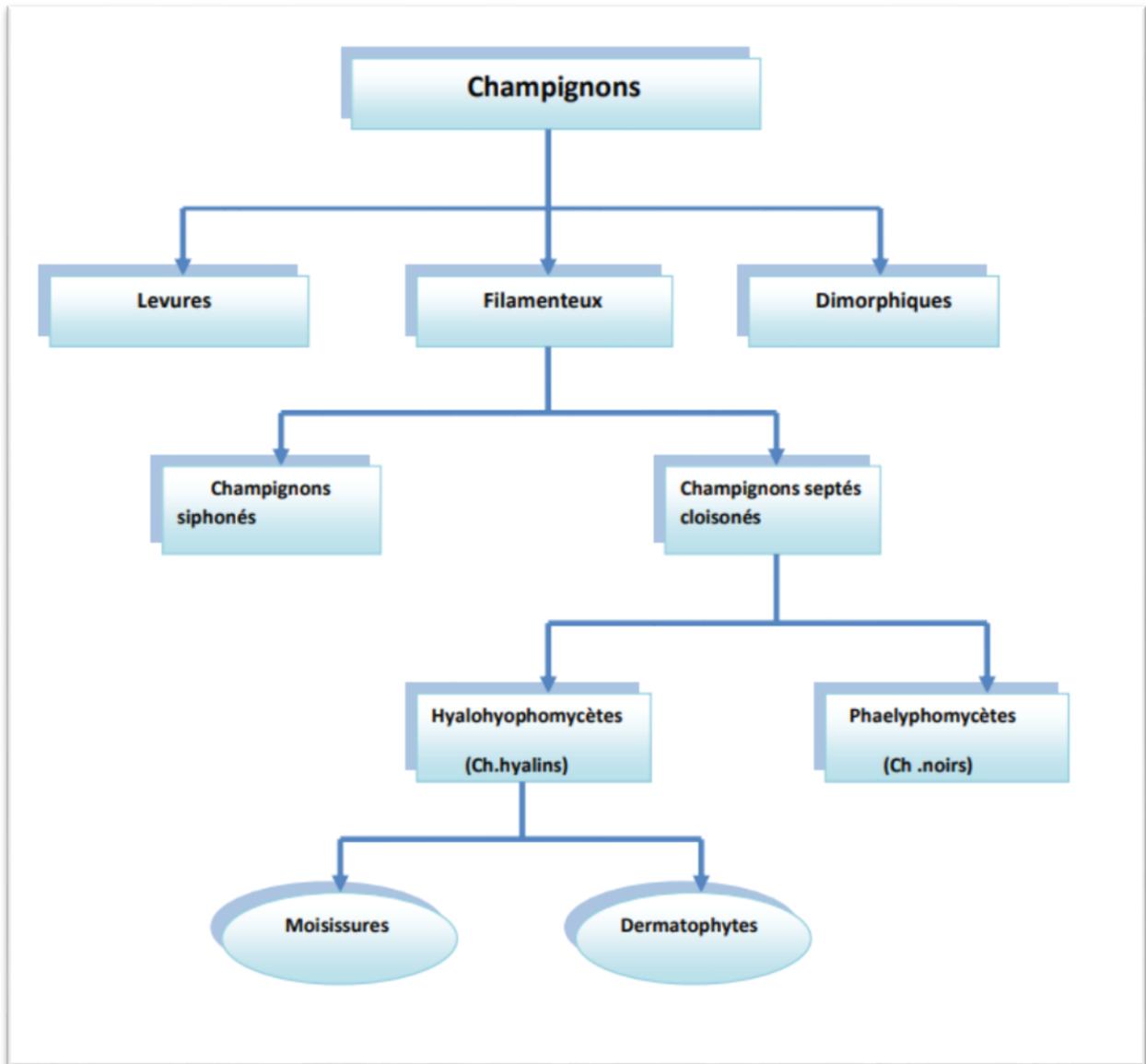


Figure 30:Champignons impliqués en pathologie humaines (143).

### **II.1.9. Mycoses**

La dénomination de mycose dérive souvent de l'agent causal en ajoutant le suffixe « ose », parfois des caractéristiques des champignons en cause ou de la localisation de la pathologie ou encore de noms traditionnels, par exemple Dermatomycose c'est une mycose de la peau (39).

### **II.1.10. Mode de contamination**

La contamination peut être :

- Par voie cutanée : directe ou indirecte à partir de notre propre flore pour les champignons saprophytes ou commensaux ou à partir d'un individu parasité ou animal, éventuellement sol.

- Par voie aérienne (bronches, alvéoles, sinus) pour les champignons de l'environnement avec diffusion éventuelle aux organes profonds.

- Dissémination par voie hématogène lors d'altération de la barrière digestive ou cutanée.

### **II.1.11. Types des mycoses**

Selon le siège atteint, on distingue :

#### **II.1.11.1. Mycoses superficielles**

Les infections les plus fréquentes elles touchent la peau, les phanères (onychomycoses) et les muqueuses ; elles sont d'évolution bénigne chez la majorité des sujets (56).

#### **II.1.11.2. Mycoses sous-cutanées**

Sont des infections chroniques qui touchent la peau et les tissus sous-cutanés, elles sont provoquées par des champignons présents dans le milieu extérieur, sol ou végétaux (57) (58) .

#### **II.1.11.3. Mycoses profondes ou systémiques**

Sont des infections qui affectent un site stérile présentant une symptomatologie clinique variée et non spécifique, leur diagnostic repose sur un faisceau d'arguments épidémiologiques, cliniques, radiologiques, biologiques et histologiques qui place le laboratoire de mycologie en première ligne dans la prise en charge du patient (59).

**II.1.12. Les facteurs favorisant les mycoses superficielles**

Plusieurs facteurs favorisent les mycoses qui dépendent de l'hôte, de son environnement, de la maladie sous-jacente, mais aussi de facteurs extrinsèques, essentiellement iatrogènes.

**a) Facteurs mécaniques :**

-Occlusion, macération, hypersudation.

**b) Maladies sous-jacentes :**

- Diabète déséquilibré.

- Maladies de système et certaines endocrinopathies (60).

**c) Terrain :**

- Sujets immunodéprimés.

- Les extrêmes âges.

-Femmes enceintes.

**d) Facteurs iatrogènes :**

- Antibiothérapie à large spectre et corticothérapie prolongée.

- Chimiothérapie anticancéreuse et cytolytique (60).

### II.1.13. Infections fongiques chez le diabétique

Il est confirmé que le diabète, qu'il soit de type 1 ou de type 2 est associé à une augmentation du risque d'infections virales, bactériennes ou fongiques. et cela par différents mécanismes. De plus, la présence d'une infection peut elle-même aggraver le diabète, puisqu'elle contribue à son déséquilibre en agissant sur les hormones hyperglycémiantes où elle va faire augmenter les besoins en insuline (61).

Récemment, des chercheurs britanniques ont montré que 6% des hospitalisations et 12 % des décès liés à une infection sont attribuables au diabète, du fait de complications majeures (62).

#### II.1.13.1. Les mycoses de la peau

**A/Dermatophytie circinée (herpès circiné):** une affection fréquente, pouvant survenir à tout âge, l'apparition des lésions se fait 1 à 3 semaines après le contact infectant.

C'est une lésion superficielle arrondie érythématosquameuse, de taille variable, qui s'étend rapidement d'une façon excentrique laissant une zone centrale plus claire d'aspect cicatriciel, les agents les plus fréquemment incriminés sont : *Trichophyton mentagrophytes*, *T. rubrum* ; *Epidermophyton floccosum* (63) (64).

**Sur le plan biologique (65):**

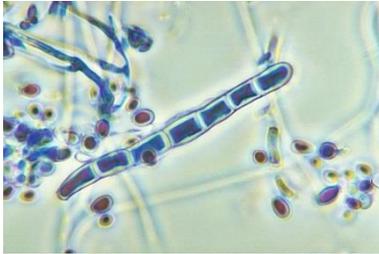
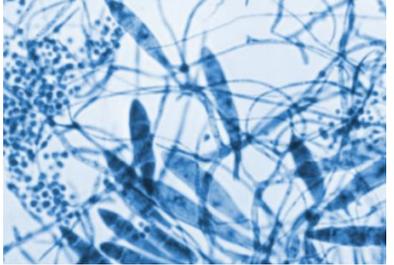
Espèce	<i>Epidermophyton floccosum</i>	<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>
Critères d'identification	Absence des microconidies et présence de macroconidies à paroi mince en forme de massue	Microconidie inconstantes piriforme en acladium ; Les macroconidies très rares lisses allongées	Nombreuses microconidies arrondies disposées en buissons et macro sont rares en massue
Aspect microscopique			



Figure 31: Dermatomyctose circinée (141).

**B/Lésions des plis :** Ces lésions peuvent siéger au niveau des grands plis (aines sous - mammaires) ou des petits plis (inter-orteils et inter digitales) du corps. Elles peuvent être dermatophytique ou candidosique.

**Au niveau des petits plis :**

- **Dans les espaces interdigitaux des mains :** l'intertrigo est habituellement sec, non érythémateux, peu prurigineux, il peut s'étendre et provoquer un épaissement cutané de la paume de la main. Les ongles de la main comme ceux du pied sont secondairement atteints.



Figure 32: Intertrigos des mains (118).

**Au niveau des grands plis :**(inter-fessiers, axillaires, sous -mammaires ...)

Donne une lésion centrée par le pli, bilatérale et prurigineuse, formant une macule d'extension centrifuge. L'aspect est identique en cas d'atteinte des autres grands plis

Un aspect érythémateux, vernissés, suintants avec un enduit blanchâtres au fond est souvent retrouvé (lésion candidosique)

**C/les malassezioses :**

Causées par *Malassezia sp*, ce champignon levuriforme est responsable de plusieurs types d'affections les plus fréquemment rencontrées sont la dermite séborrhéique et le Pityriasis versicolor ce dernier donne des lésions à type de macules arrondies pouvant être achromiantes, hyperchromiantes, ou érythémateuses.

### **II.1.13.2.Les mycoses des phanères**

**Les mycoses des cheveux et des poils :**

On les appelle aussi teignes, elles sont beaucoup moins fréquentes chez l'adulte que chez l'enfant avant la puberté mais l'homme peut développer une teigne de la barbe ce qu'on appelle sycosis. Elles entraînent l'apparition de plaques alopéciques squameuses, parfois inflammatoire (66).

**Les mycoses des ongles (les onychomycoses):**

C'est une infection fongique superficielle de l'appareil unguéal provoquée par plusieurs espèces de champignons, plus fréquemment les dermatophytes prédominant aux pieds et les levures prédominant aux mains et en fin les moisissures qui entraînent la destruction progressive de l'ongle (67).



Figure 33:Onychomycose(l'atteinte de l'ongle) (119).

### II.1.13.3. Les mycoses des muqueuses

- **Candidoses buccales (aspect d'un muguet) :**

La glycémie élevée de la salive favorise la croissance du champignon; *Candida albicans* est la principale espèce retrouvée avec émergence d'autres espèces. Le principal facteur favorisant est le port de prothèses dentaires (68).



Figure 34:Candidose buccale (120).

- **Candidose génitale :**

La candidose vulvovaginale est l'une de plus fréquentes infections gynécologiques de la femme en période d'activité génitale. Elle est le plus souvent due à *C. albicans* (80 %) et à *C. glabrata*(20 %) Après la ménopause, la prévalence décroît. le diabète mal contrôlé est le principal facteur favorisant (69)

- **La mucormycose :**

La mucormycose est une infection fongique profonde opportuniste, occupant la troisième place après la candidose et l'aspergillose, ce sont des infections fongiques aiguës rares et souvent fatales qui représentent 0,7% des infections fongiques invasives et touchent avec prédilection les diabétiques non contrôlés avec ou sans acidocétose. Elle est due à des champignons filamenteux de grand diamètre et à croissance rapide appelés les Mucorales. Elles sont transmises par voie aérienne et ont un tropisme sinusien mais peuvent être disséminées avec atteinte pulmonaire, digestive ou cutanée. La forme **rhinocérébrale** représente 40 à 49 % des mucormycoses assez fréquente chez les diabétiques de type 2 (70) (71).



Figure 35: Aspect d'un mucormycose (142).

## II .1.14.Infections fongiques du pied diabétique

### II.1.14.1. Onychomycoses

Les onychomycoses sont la principale cause des modifications unguéales ; ne représentent pas plus de 50 % de la pathologie unguéale ; Les dermatophytes(*Trichophyton rubrum* et *T. mentagrophytes interdigitale*) sont les principaux agents rencontrés au niveau des pieds. Les levures du genre *Trichosporon* et surtout *Candida* (*Candida albicans*, *Candida parapsilosis*...) sont moins trouvées au niveau du pied mais associées le plus souvent à une atteinte unguéale et un périonyxis ; Les onychomycoses à moisissures sont relativement rares.

Les espèces les plus couramment isolées sont *Scopulariopsis sp*, *Aspergillus sp* et *Fusarium sp* (72) (73) (74).

#### II.1.14.1.1. Onyxis à dermatophytes (onychomycoses dermatophytique)

C'est l'atteinte de l'ongle sans périonyxis ; Le terme de *tinea unguium* est utilisé pour décrire une infection de l'ongle ; par un dermatophyte ee nombreuses espèces peuvent être à l'origine de ces mycoses au niveau des pieds, on retrouvera par ordre décroissant de fréquence *T. rubrum*, puis *T. mentagrophytes var. inter-digitale*, et enfin *E. floccosum*.

La lésion commence souvent à l'extrémité distale (bord libre) de l'ongle, puis se progresse vers la matrice. L'ongle devient épais, de couleur blanc jaunâtre, friable, et hyperkératosique.

La classification clinique dépend du lieu de pénétration de l'agent infectieux et du stade évolutif et comprend cinq types :

##### II.1.14.1.1.1. Onychomycose sous-unguéele distolatérale

C'est la plus fréquente ; Le champignon pénètre par l'hyponychium, souvent au niveau du sillon latéral, puis pénètre le lit de l'ongle entraînant une hyperkératose sous-unguéele et un détachement de la tablette unguéele qui peut être ensuite envahie. L'atteinte s'étend progressivement à la zone matricielle proximale.



Figure 36: Onychomycose sous-unguéele distolatérale (65).

#### II.1.14.1.1.2. Onychomycose sous-unguéal proximale

Elle est rare, le plus souvent provoquée par *T. rubrum*. Elle se présente habituellement comme une leuconychie qui apparaît à la lunule. Cette affection se manifeste par une modification de la couleur de l'ongle qui se produit à proximité du repli unguéal proximal. La tablette devient blanche ou jaune (75).



Figure 37: Onychomycose sous ungueal proximale (65).

#### II.1.14.1.1.3. Leuconychomycose superficielle

Relativement rare et causé principalement par *T. mentagrophytes*, plus rarement par *T. rubrum*, elle se manifeste sous la forme d'une leuconychie superficielle blanche d'aspect poudreux qui peut être facilement détachée à la curette. L'onychomycose superficielle blanche s'associe très souvent à un intertrigo interdigito plantaire mycosique (75) (76).



Figure 38: Leuconychie superficielle (65).

#### II.1.14.1.1.4. Onychomycose endonychiaie

Les agents pathogènes, au cours de ce type d'atteinte, rare, pénètrent dans la tablette unguéale par voie pulpaire, comme c'est le cas pour l'onychomycose disto-latérale, mais n'envahissent pas le lit unguéal. Seule la tablette l'est, ce qui rend l'ongle diffusément blanc et opaque, sans onycholyse, ni hyperkératose sous unguéale (77).



Figure 39: Onychomycose endonychiaie (121).

#### II.1.14.1.1.5. Onychomycodystrophie totale

Le stade ultime des cas précédents, elle traduit l'envahissement lentement progressif et la destruction de toute la tablette unguéale. (76)



Figure 40: Onychomycodystrophie totale (65).

### II .1.14.1.2 Onychomycoses à levures (atteinte des ongles)

Les onychomycoses causées par les levures ne sont pas fréquemment rencontrées au niveau des pieds (78).

Cependant, les espèces appartenant au genre *Candida* sont les plus fréquemment isolées (79) (80) (81).

Sur le plan clinique, les lésions le plus souvent décrites sont de deux types :

- **Le périonyxis ou (paronychie)** : tuméfaction du repli sus unguéale ou de la zone matricielle qui devient rouge douloureuse formant un bourrelet péri unguéale suivi par un soulèvement du repli qui se détache de la lame sous-jacente. La pression peut faire sourdre des sérosités.
- **L'onyxis**: modification de la lame unguéale par l'envahissement du champignon .Elle débute par une atteinte proximale au niveau de la partie ventrale de l'ongle entraînant un épaissement de la lame avec apparition des taches blanchâtres, jaunâtres, verdâtres ou noires et même des dépressions à la surface. L'atteinte peut s'étendre et l'ongle devient friable (dystrophie totale).

### II.1.14.1.3 Onychomycoses à moisissures

Cette mycose être primaire, ou secondaire si elle survient sur des ongles déjà atteints par des dermatophytes.

Les moisissures s'installent le plus souvent sur une kératine unguéale altérée, suite à des lésions traumatiques au niveau des ongles ou à une pathologie dermatologique à des troubles vasculaires des membres inférieurs ou à une déficience de l'immunité locale ou générale. Les personnes âgées sont les plus touchées par les onychomycoses à moisissures et les ongles des gros orteils sont les plus fréquemment concernés dont les espèces incriminés sont *Scopulariopsis ssp*, *Aspergillus sp* ; *Fusarium sp, canadensis* .*sytalydium sp* (82) (83) (84).



Figure 41: Onychomycose à moisissure (122).

## II.1.14.2. Infections cutanées du pied

### II.1.14.2.1 Les lésions interdigito-plantaires

Les intertrigos interdigito-plantaire habituellement dans le dernier espace inter-orteil. Initialement réduites à une simple fissure desquamante plus ou moins prurigineuse, les lésions débordent ensuite largement les bords latéraux des 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> orteils et se généralisent aux autres espaces inter orteils, à la plante du pied, au dos du pied et aux ongles. Plus tardivement, la peau au fond des plis s'épaissit et devient blanc nacré.

Au niveau de ces lésions, *T. rubrum* est largement dominant (75 à 90 %), suivi respectivement par *T. interdigitale* (8 à 12 %) et *E. floccosum* (1 à 2 %) (85).



Figure 42: Intertrigo inter orteil (lésion avec épaissement blanc nacré au fond) (65).

#### II.1.14.2.2 .Les lésions plantaires

La plante des pieds est fréquemment le siège de dermatophytes. Les lésions sont alors asymétriques, érythémato-squameuses et prurigineuses, la peau en regard des lésions est souvent épaissie et fissurée. Dans certains cas, les lésions se présentent comme une pachydermie plantaire, affectant les deux pieds et s'arrêtant brusquement au niveau des bords « aspect en mocassin ». *Trichophyton rubrum* est l'espèce la plus souvent rencontrée et *E. floccosum*.



Figure 43: Lésion fongique plantaire (65).

### II.1.15 .Les espèces les plus incriminées chez le pied diabétique

Les dermatophytes, les levures et les moisissures partagent les étiologies des lésions mycosiques du pied. (86)

Dans ce contexte plusieurs études ont été réalisées (les résultats sont mentionnés dans le tableau 4) au Maroc, en Tunisie l'an 2009 et aussi en Algérie, les dermatophytes prédominent dans plus de 80% des cas avec en tête de file le *Trichophyton rubrum*(dans plus de 70% des cas), ensuite le *Trichophyton mentagrophytes* variété interdigitale (avec des pourcentages variés 25% et 1.8%) et plus rarement *Epidermophyton floccosum*, et *Microsporum sp.*

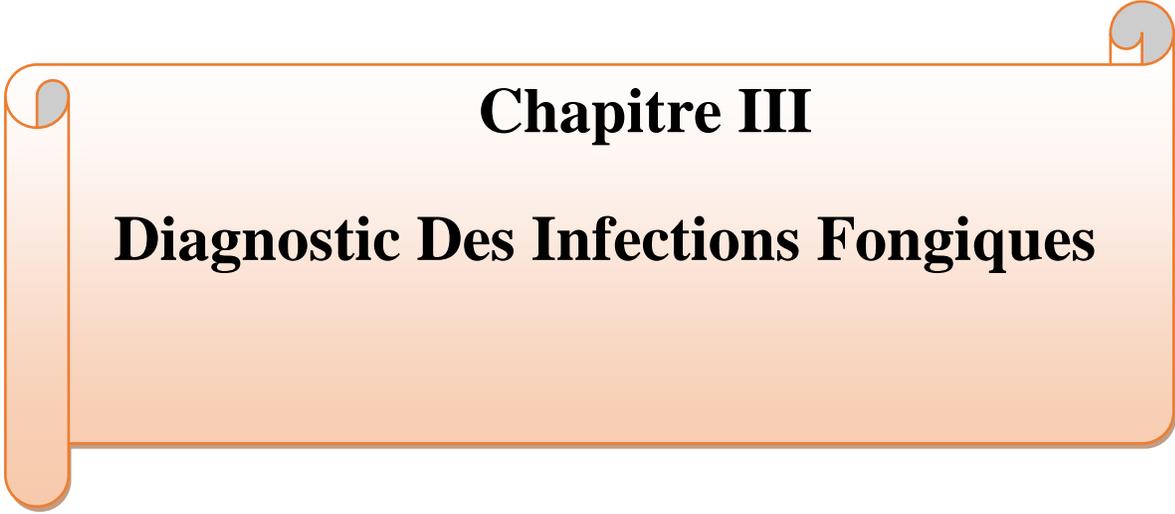
Pour les levures ,*Candida albicans* est la levure la plus fréquente suivie par le *Trichosporon*, ce dernier prédomine au niveau des espaces interdigitaux .Enfin les moisissures ont été très rarement isolées dans les différentes études.

Dans les deux études faites en l'Algérie ; L'une de AMIMER et BELABBES 2014 montre une nette prédominance des onyxis (54,83%) suivi par des pourcentages voisins pour les intertrigos inter-orteils et l'association entre l'onyxis, l'intertrigo et l'atteinte plantaire .Une autre à Ouargla 2020 montre que les onychomycoses sont souvent la cible des lésions avec 86,96 % de l'effectif global, puis par les intertrigos des plis avec un pourcentage de 8.70 % et seulement 4.34% sont de nature plantaire (plante du pied).

Ces différentes études démontrent la diversité de la flore mycosique ainsi que la diversité des lésions rencontrées sur le pied diabétique (86) (87)(88) (89).

Tableau 3: Tableau comparatif des différentes études faites sur les mycoses du pied diabétique.

<b>Etude</b>  <b>Espèces</b>	<b>N.EL FEKIH et al Tunisie 2009 l'Institut national de nutrition de Tunis Nb = 150 patients</b>	<b>H.CHGHOOR et al Maroc 2014 CHU Mohammed VI Nb=82 patients</b>	<b>AMIMER et BELABBES Algerie Tlemcen 2014 Nb= 152 patients</b>	<b>Algérie Service de diabétologie (maison diabétique) Ouargla 2020 Nb = 23 patients</b>
<b>Dermatophytes</b>	89.5%	95%	55.3%	Présence
<i>Trichophyton rubrum</i>	87.7%	70%	50%	+++
<i>Trichophyton mentagrophytes</i>	1.8%	25%	5.3%	/
<b>Levures</b>	10.5%	10%	18.1%	Présence
<i>Candida albicans</i>	10.5%	--	18.1%	/
<i>Trichosporon</i>	--	10%	--	+
<b>Moisissures</b>	0.1%	0%	0%	Absence



**Chapitre III**  
**Diagnostic Des Infections Fongiques**

### III.1. Diagnostic mycologique

Le diagnostic mycologique est une étape indispensable permettant d'identifier précisément l'espèce à l'origine de l'infection et de proposer au patient le traitement adéquat.

Son déroulement comporte différentes étapes :

- L'interrogatoire.
- Le prélèvement.
- L'examen direct.
- La culture.
- l'identification de l'agent pathogène et l'interprétation des résultats.

#### III.1.1. Interrogatoire

L'interrogatoire du patient est nécessaire pour orienter le diagnostic mycologique.

Avant d'effectuer le prélèvement, il convient de recueillir par écrit les données de l'anamnèse qui regroupe :

- Les coordonnées du patient et le sexe.
- Le mode de vie (profession, habitudes, présence d'animaux de compagnie...).
- La prise d'un traitement antifongique antérieur (voie d'administration, durée et efficacité).
- La présence de maladies chroniques (diabète +++), antécédents dermatologiques (eczéma, psoriasis...) et terrain particulier (Immunosuppression).
- L'ancienneté des lésions.
- L'existence de lésion cutanée associée.
- Le portage dans la famille.
- La date d'apparition.

#### III.1.2. Prélèvement

C'est l'étape incontournable du diagnostic mycologique. Le prélèvement doit être de bonne qualité, loin de tout traitement spécifique et suffisamment abondant pour pouvoir faire l'examen. Le préleveur doit bien connaître la sémiologie clinique des mycoses.

### III.1.2.1. Préparation du patient

Si la lésion a déjà été traitée par une thérapeutique antifongique, il conviendra avant le prélèvement, de réaliser une fenêtre thérapeutique d'environ trois mois lorsqu'il s'agit d'un traitement systémique, d'un traitement local par vernis ou une solution filmogène. L'attente peut être réduite à 15 jours en cas d'application par une crème antifongique (89).

Les ongles à prélever doivent être propres, brossés avec un savon neutre le jour de l'examen afin d'éliminer au mieux les moisissures de l'environnement.

Dans les intertrigos inter-digito-plantaires, souvent colonisés par des bactéries et des moisissures, il convient d'essuyer préalablement la zone à prélever, à l'aide d'une compresse stérile.

### III.1.2.2. Matériels

Le prélèvement des lésions nécessite un matériel stérile constitué de :

- Des boîtes Pétri.
- Des curettes ou grattoirs de Vidal.
- Des ciseaux.
- Des vaccino-styles.
- Des écouvillons.
- Ruban adhésif transparent.

Chaque lésion suspecte de mycose superficielle doit être prélevée séparément sur une boîte de Pétri stérile. Ainsi, le nombre de prélèvement par patient peut être multiple (90).



Figure 44: matériel du prélèvement (138).

### III.1.2.3.Méthodes

Chaque lésion doit être prélevé séparément avec du matériel stérile dans des bonnes conditions.

#### III.1.2.3.1.Ongles

- Pour une atteinte distolatérale avec hyperkératose sous unguéale et détachement de la tablette, un découpage de l'ongle est pratiqué jusqu'à la jonction zone unguéale infectée-zone saine, puis un grattage des débris kératosiques friables recouvrant le lit unguéal est réalisé dans cette zone.
- En cas de leuconychie superficielle, après avoir nettoyé la tablette avec de l'alcool, un grattage ou un découpage de la leuconychie est effectué jusqu'à atteindre la zone blanche friable au sein de laquelle est recueilli l'échantillon.

#### III.1.2.3.2. Lésions cutanées

Vue le développement centrifuge du champignon : on prélève en périphérie de la lésion (souvent circulaire avec bord inflammatoire) :

- Gratter les squames à la curette ou un grattoir Vidal en périphérie des lésions puis appliquer un scotch à coller sur une lame porte objet pour examen direct microscopique.
- Dans le cas de lésion suintante, utiliser un écouvillon stérile.

Les produits de grattage (squames) sont recueillis dans un récipient stérile (89).

#### III.1.2.4. Conservation

Les prélèvements des squames et des phanères peuvent être conservés dans une boîte de pétri fermée stérile à température ambiante jusqu'à dix jours (84).

Les écouvillons doivent être humidifiés avec NaCl 9% et conservé à 4°C pendant maximum 24h (91).

### III.1.3.Examen direct

Le diagnostic microbiologique au laboratoire se repose sur un examen direct, suivi par une culture sur milieu spécifique.

L'examen microscopique direct permet de :

- Fournir rapidement un rapport préliminaire sur l'infection.
- Détecter une infection fongique en absence d'une culture positive.
- Aider à l'interprétation du résultat de la culture.

L'examen microscopique direct se fait par le montage dans un liquide non coloré (eau distillée ou sérum physiologique stériles), soit en utilisant un colorant permettant de mieux visualiser les blastoconidies exemple le bleu coton ou noir chlorazol.

L'examen direct des squames et des ongles nécessite un éclaircissement préalable dans la potasse (KOH à 10 %) ou dans le chloral lactophénol.

A titre d'exemple on cite le colorant noir chlorazol dont la technique consiste à :

- 1) Placer le matériel à examiner à l'aide d'une anse de platine préalablement flambée à la flamme de bec Bunsen et refroidi sur une lame neuve et stérile.
- 2) Ajouter 01 à 02 gouttes de noir chlorazol.
- 3) A l'aide d'une pipette Pasteur stérilisée, bien homogénéiser.
- 4) Recouvrir d'une lamelle microscopique neuve et stérile.
- 5) Chauffer très doucement à la flamme de bec Bunsen.
- 6) Enfin, en observer au microscope à l'objectif (x10) et confirmer avec l'objectif (x40).

- **Lecture microscopique :**

Dans le cas positif on peut observer :

- Des filaments septés et réguliers : dermatophytes.
- Des filaments septés ; plus grossiers et irréguliers ; moisissures.
- Des pseudo-filaments et blastospores ; levures (92).

L'examen direct comporte cependant quelques limites. Ainsi, l'examen microscopique du prélèvement doit être minutieux et réalisé par un personnel entraîné. De plus le montage des

squames dans la solution éclaircissante ne permet pas la conservation des lames, la potasse digère rapidement les différentes structures et impose donc une lecture rapide des préparations (74).

- **Examen histopathologique :**

Réalisé en cas d'onychomycoses avec isolement de moisissures ou en cas d'échec de la culture à plusieurs reprises.

Les colorations les plus utilisées sont :

**La coloration à l'acide périodique de schiff (PAS) :** le PAS colore les polysaccharides des éléments fongiques en rose violacé.

**La coloration Hématine-Eosine-Safran (HES) :** Les filaments noirs (dématiés) sont plus au moins pigmentés.

Cependant l'examen direct histopathologique reste peu utilisé en raison du caractère invasif du prélèvement et de la nécessité de sa réalisation dans des structures spécialisées (93).

Un examen direct négatif n'exclut pas la présence d'une mycose, d'où la nécessité de l'isolement et la culture du champignon ; complément indispensable de l'examen direct.

Tableau 4:Resultat de l'examen direct des champignons les plus souvent incriminés dans les mycoses superficielles (84) (43).

Champignons	Caractéristiques
<b>Levures:</b> - <i>Candida sp</i> - <i>Trichosporon sp</i>	-Levures ou blastospores de 3 à 5 $\mu\text{m}$ de diamètre +/- associées à des pseudofilaments. - Pour <i>Candida glabrata</i> , l'examen met en évidence des levures avec absence de filaments.
<b>Dermatophytes :</b> - <i>Trichophyton</i> - <i>Microsporum</i> - <i>Epidermophyton floccosum</i>	-Fragments de filaments mycéliens cloisonnés de 2 à 3 $\mu\text{m}$ de diamètre.
<b>Pseudo-dermatophytes :</b> - <i>Onychocola canadensis</i> - <i>Scytalidium sp</i>	Filaments souvent irréguliers, mais régulièrement cloisonnés.
<b>Autres moisissures</b> - <i>Scopulariopsis sp</i> - <i>Aspergillus sp</i> - <i>Fusarium sp</i> - <i>Acremonium sp</i>	

### III.1.4.Culture

La culture reste le complément indispensable de l'examen direct. L'ensemencement à partir des échantillons prélevés se fait usuellement sur le milieu de Sabouraud (en tube) additionné d'antibiotique(s) (chloramphénicol et/ou gentamicine) et de cycloheximide (Actidione®)( **Voire Annexe 2** ).

Cette dernière molécule inhibe en effet la croissance de la plupart des moisissures, ainsi que de certaines espèces de *Candida* telles que *C. parapsilosis* et *C. famata*, et facilite donc l'isolement des dermatophytes. Compte tenu de la présence possible d'une moisissure potentiellement pathogène ou d'un pseudodermatophyte, il conviendra d'utiliser en parallèle une gélose de Sabouraud-antibiotiques sans cycloheximide.

La culture est un complément indispensable de l'examen direct. En effet, l'isolement en culture du champignon responsable et son identification sont importants, puisque le traitement peut être différent en fonction de l'espèce isolée (84).

#### **Ensemencement :**

Différents modes d'ensemencement ont été pratiqués en fonction de la localisation du prélèvement.

- Pour les squames cutanées et les grands fragments des ongles : elles sont prises d'abord à l'aide d'une pince, puis à l'aide d'une anse de platine ensemencées en stries sur toute la surface de la gélose en prenant soin de bien faire adhérer les fragments d'ongles.

- Pour la poudre sous-unguéale : la poudre pris à l'anse de platine et ensemencées directement en stries sur toute la surface du milieu.

#### **Incubation :**

Les tubes ensemencés doivent être légèrement dévissés afin d'assurer une atmosphère aérobie, les cultures sont incubées dans une étuve à 25°C.

S'il s'agit de levures, elles vont se développer au bout de 24-72 heures (parfois 3 à 4 jours). En revanche, il faut 8 à 15 jours pour les colonies noires et les autres champignons, et 2 à 4 semaines pour les dermatophytes. Une observation de ces cultures devra être faite deux fois par

semaine. Les milieux doivent donc être conservés à l'étuve au moins un mois avant d'affirmer la négativité de la culture.

### III.1.5. Identification

Malgré que l'aspect puisse varier d'une souche à l'autre, il existe des caractères constants permettant la détermination de l'espèce du champignon.

L'identification repose essentiellement sur :

- L'aspect macroscopique des colonies : forme, aspect, dimensions, couleur, pigment, vitesse de croissance, ...etc.
- L'aspect microscopique : forme, dimension, ramification, pigmentation, formation de cloisons, des organes de fructification.
- Les systèmes standardisés de type « galeries » ou les tests rapides d'identification pour les levures.

#### III.1.5.1. Identification des levures

- **Macroscopiquement**, les colonies de levures sont blanc crème luisantes ou mattes, lisses ou plissées.
- **Microscopiquement**, les levures apparaissent sous forme arrondie ou ovalaire, de 4µm à 8 µm, éventuellement bourgeonnantes. La présence de filaments oriente vers les espèces capables d'en produire (*Candida albicans*) et élimine ainsi *Candida glabrata*, incapable de filamenter.

Le *C. albicans* étant la levure la plus isolée et la plus impliquée dans des processus pathologiques, il faut différencier entre le *C. albicans* et les autres espèces. On procède au test de germination (Test de Blastèse ou test de filamentation : TF)

##### III.1.5.1.1. Test de germination ( test de Blastèse )

Il est basé sur le fait que *C. albicans*(et *C. dubliniensis*) sont capables de se développer dans du sérum, à 37°C en 2 à 4 heures, des tubes germinatifs à partir d'une blastospore. La différence entre le *candida non-albicans* et *C. albicans* après le test de germination est illustré ci-dessous :

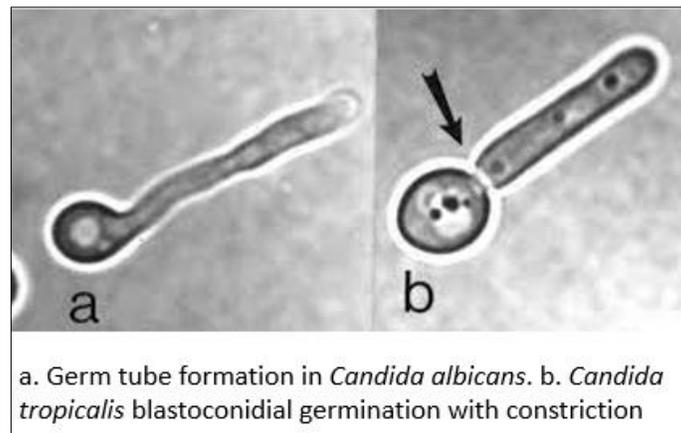


Figure 45: Identification des *Candida* (A) *Candida non albicans* (B) *Candida albicans* avec un tube germinatif (132).

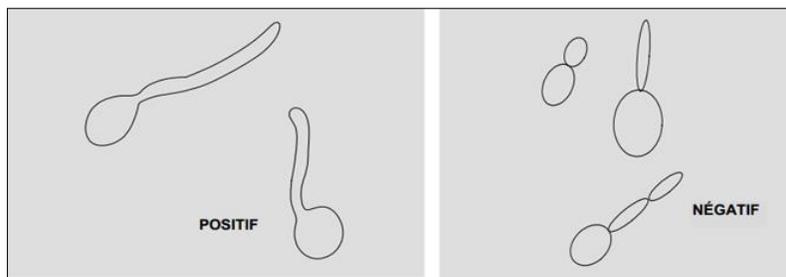


Figure 46: schéma représentatif de l'identification du tube germinatif du genre *Candida* (136).

### III.1 5.1.2. Test de chlamydo sporulation

Sur le milieu PCB (pomme de terre, carotte, bile) et RAT (riz, agar, tween 80), le *C. albicans* produit, en 24h à 48h à 25-28°C, des chlamydo spores (éléments sphériques et lisses de 10 à 20 µm de diamètre à paroi épaisse) qui seront disposées à l'extrémité de pseudomycélium. *C. dubliniensis* produit en nombre plus important des chlamydo spores (CHL), déposés par paires ou par triples (94).

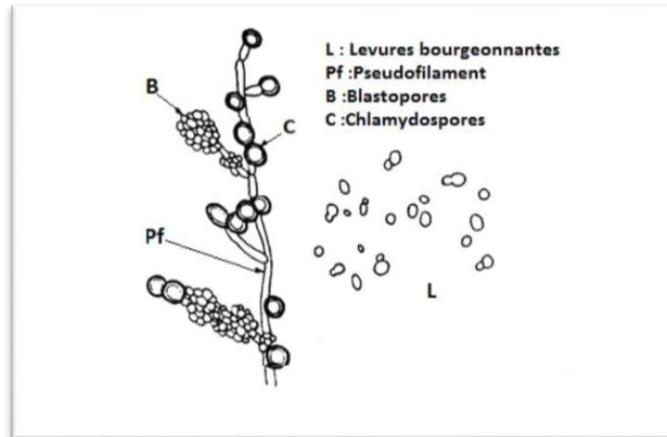


Figure 47: Morphologie spécifique de l'espèce *Candida albicans* (94).

### III.1.5.1.3. Tests biochimiques

Dans l'éventualité où l'aspect et la coloration de la colonie ne permettent pas une identification précise de l'espèce, l'identification de la levure repose alors sur l'utilisation de galeries. Un large panel de dispositifs miniaturisés et standardisés est commercialisé. La grande majorité de ces dispositifs repose sur l'étude de l'assimilation des carbohydrates (auxanogramme) et de leur fermentation (zymogramme) (95).

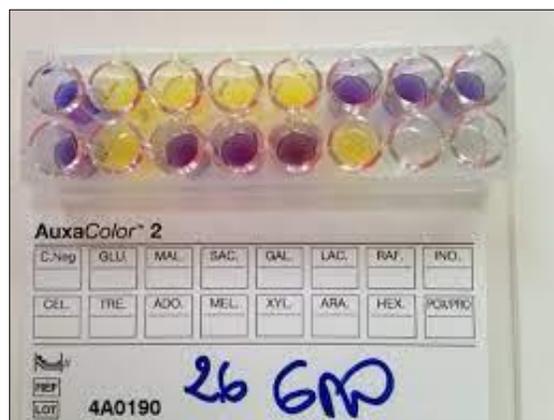


Figure 48: Test biochimique (auxacolor) (139).

A l'heure actuelle, ces techniques traditionnelles sont progressivement supplantées par la spectrométrie de masse de type MALDI-TOF qui connaît un essor important et permet une identification plus rapide et fiable.

### III.1.5.2. Identification de champignons filamenteux

#### III.1.5.2.1. Identification des dermatophytes

L'identification des dermatophytes repose sur l'examen macroscopique et microscopique des cultures.

##### **Examen macroscopique :**

L'identification des espèces de champignons filamenteux isolées est basée sur la vitesse de pousse, l'aspect macroscopique au recto et verso des colonies, l'élaboration et la diffusion éventuelle de pigments.

- **La vitesse de croissance d'une colonie :**

- Rapide (5 à 10 jours).

- Moyenne (10 à 15 jours).

- Lente (15 à 21 jours).

- **Caractéristiques d'une colonie :**

- Couleur de la surface : brune, rouge, noire, verte, grise, blanche...etc.

- Aspect : duveteux ; laineux ...etc.

- Relief : plat, cérébriforme, cratère ...etc.

- Consistance : friable, élastique, dure, molle...etc.

- Forme : arrondie, étoilée...etc.

- Taille : petite, extensive...etc.

- Présence d'un pigment (couleur, diffusion) au recto et au verso du tube de culture

##### **Examen microscopique :**

Il se fait à partir d'un fragment de colonie dissocié au bleu coton , au bleu lactophénol et examiné entre lame et lamelle. Les éléments qui servent de base à l'identification des dermatophytes sont :

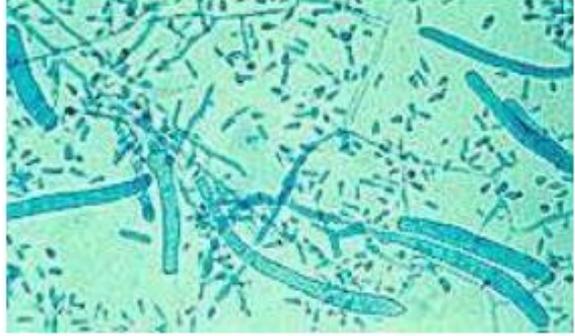
-**Les filaments mycéliens**, plus ou moins septés dont on étudie le diamètre et la morphologie régulière

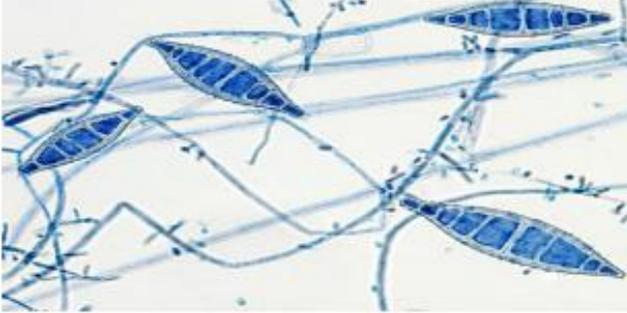
-**Présence d'organes de fructification :**

- Des microconidies : à base tronquée, piriformes ou en suppositoires, disposées en accladium (isolée de part et d'autre du filament ou groupées en amas.

- Des macroconidies plus grandes, en forme de fuseaux, divisées en logettes par des cloisons transversales, de forme et de taille variables selon les espèces. Formations ornementales à type de vrille, d'organes pectinés ou nodulaires, de ramification en bois de cerf, de chandeliers ou de clous faviques (64).

Tableau 5: Critères d'identifications des dermatophytes les plus fréquemment incriminés

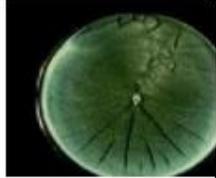
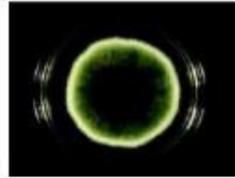
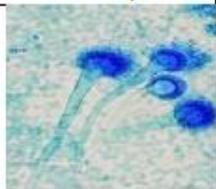
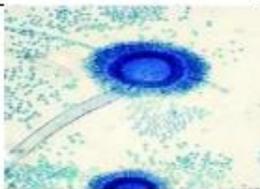
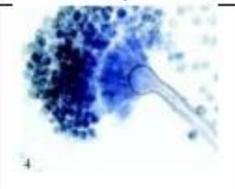
Colonies : Aspect macroscopique	Vitesse de croissance	Aspect microscopique	Diagnostic
Blancs, Cotonneux en surface. -Le verso généralement rouge, mais peut être jaunâtre ou brunâtre	Lente	<b>Microconidies</b> : peu nombreuses piriformes en acladium. <b>Macroconidies</b> : rares, en saucisses	<i>Trichophyton rubrum</i>
			
-Duveteuses à poudreuses. -Recto : blanchâtre à crème -Verso : jaunâtre à brun -Certaines souches rouge groseille.	Rapide	-Les filaments s'articulent à angle droit(en croix de lorraine) +/- vrilles - <b>Macroconidies</b> : en massue 3à6 logettes. - <b>Microconidies</b> : rondes isolées ou en buissons ou piriformes en acladium.	<i>Trichophyton mentagrophytes</i>
			

<p>-Duveteuses, rases, poudreuses. -Recto : jaune moutarde ou Verdâtre. -Verso : chamois</p>	<p>Rapide</p>	<p><b>-Macroconidies:</b> en massue échinulées ou lisses (2à5 logettes) lorsqu'elles sont groupées : aspect en régime de banane, <b>-Microconidies:</b> absentes</p>	<p><i>Epidermophyton floccosum</i></p>
			
<p>Colonies étoilées à maturité : duveteuses ou laineuses -Recto : chamois -Verso : jaune, orangé</p>	<p>Rapide</p>	<p><b>Macroconidies :</b> échinulées, en quenouille avec des extrémités pointues.(6à12 logettes) <b>Microconidies:</b> inconstantes piriformes</p>	<p><i>Microsporum canis</i></p>
			

## III.1.5.2.2. Identification des moisissures

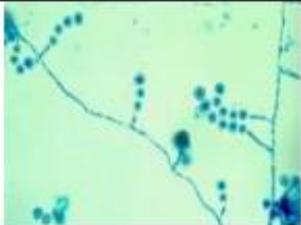
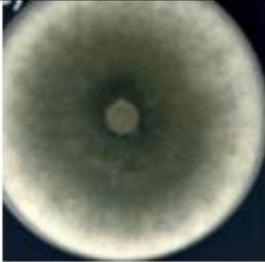
Les espèces des moisissures les plus retrouvés dans les mycoses sont les *Aspergillus*.

Tableau 6: Identification d'*Aspergillus*

	<i>A. fumigatus</i>	<i>A. flavus</i>	<i>A. niger</i>	<i>A. nidulans</i>
<b>Aspect microscopique</b>				
<b>Aspect</b>	Velouté, ras, cotonneux	Rugueux, Irrégulier, Poudreux	Granuleux ,puis broussailleux	Plan, velouté
<b>Couleur</b>	Vert ,puis vert foncé	Vert jaune Incolore	Brun foncé à noir	Vert cresson foncé
<b>Revers</b>	Incolore à jaune ,puis rouge foncé	Puis jaunâtre, puis brun	Incolore à jaune Vif	Rouge pourpre puis très foncé
<b>Vitesse de pousse</b>	48h	3à4 jours	3à4 jours	2 semaines
<b>La Culture</b>				
<b>Aspect microscopique</b>				
<b>Fructification asexuée: tête conidienne</b>	Colonne compacte Ø: 100µm	Petite et en Colonne Compacte ou grande et radiée	Volumineuse et radiée, lisse, incolore	3 Colonnes plus courtes que chez <i>Fumigatus</i>
<b>Conidiophore</b>	Lisse, incolore Longueur 300µm	Long : 1mm	Très long : 3mm	Très court (60µm) Lisse , brun
<b>Vésicule</b>	Hémisphérique	Sphérique	Sphérique	Hémisphérique
<b>Conidies</b>	Globuleuses, échinulées, Ø : 2.5 µm	Piriformes ou globuleuses échinulées Ø : 3.5µm	Globuleuses Echinulées Ø : 3à5µm	Globuleuses Echinulées Ø: 3à 3.5µm
<b>Observation microscopique</b>				

## III.1.5.2.3. Identification des autres moisissures

Tableau 7: Identification des autres moisissures

Champignon	Colonie : macroscopie	Microscopie
<i>Scopolariopsis sp</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Les colonies sont de croissance rapide.</li> <li>-Veloutées, puis poudreuses ou granuleuses</li> <li>-Initialement blanchâtres, puis beiges ou grises avec un revers crème brun.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Conidies unicellulaires en chaîne, produites par des annellides solitaires ou groupées en pinceau.</li> </ul> 
<i>Scytalidium sp</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Colonies de croissance rapide.</li> <li>-Laineuses ou cotonneuses.</li> <li>-Blanches à gris clair.</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Filaments d'abord réguliers se dissocient de manière progressive et rétrograde en arthrospores.</li> </ul> 
<i>Onychocola canadensis</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Colonies de croissance rapide</li> <li>-Blanchâtres au départ puis brunatre.</li> <li>-Glabres au départ puis duveteuses, cotonneuse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Chaines d'arthrospores ramifiées à angle droit dont certains ont un aspect verruqueux.</li> </ul>

### III.1.6. Prévention

Les patients doivent rester vigilants en suivant les conseils concernant l'hygiène de vie donnés par leur médecin et pharmacien traitant.

La prévention peut être effectuée par:

- En premier la surveillance du diabète, car le diabète mal contrôlé favorise l'apparition des infections notamment mycosiques.
- une inspection **quotidienne** du pied s'impose.
- Bain des pieds dans de l'eau tiède en utilisant un thermomètre pour éviter les brûlures et bien sécher les pieds et les espaces inter-orteils.
- Coupe minutieuse des ongles du pied.
- Utilisation de crème émoullissante avec parcimonie.
- Préférer les chaussures en cuir et éviter celles en matière synthétique
- Porter des chaussettes propres et sèches de préférence celles conçues pour les diabétiques
- Proscrire la marche pieds nus.
- Éviter la fréquentation des lieux collectifs humides : piscines, vestiaires et douches et surtout ne pas prêter ni serviettes ni gants de toilette.

### III. 1.7. Traitement

L'efficacité des traitements est conditionnée par l'isolement de l'agent pathogène. En effet, tous les antifongiques n'ont pas le même spectre d'action, certains ont essentiellement une activité anti-dermatophytique, alors que d'autres sont surtout des anti-Candida. Les indications des traitements antifongiques seront modulées en fonction de l'agent pathogène et de l'état immunitaire du patient, mais également en fonction de la Localisation et de l'étendue des lésions. L'étude de la sensibilité aux antifongiques d'une souche isolée d'une lésion superficielle se justifie quand une résistance clinique est observée avec un traitement adéquat (96).

Tableau 8:Classification des antifongiques

ATF naturels		ATF synthétiques	
<u>Les Polyènes:</u>		<u>Les Pyrimidines:</u> 5 – fluorocytosine (D <sup>vé</sup> fluoré de la pyrimidine)	
<b>L' Amphotéricine B</b>	La Nystatine	<u>Les Dérivés Azolés</u>	
		<u>Les imidazolés :</u> Kétoconazole, Miconazole ...	<u>Les Triazolés :</u> Fluconazole, Itraconazole et Voriconazole
		<u>Les Allylamines :</u> Terbinafine	
<u>Les Benzofuranes :</u> <b>La Griséofulvine</b>		<u>Les Echinocandines :</u> Caspofungine, Anidulafungine, Micafungine.	
		<u>Autres ATF:</u> Ciclopiroxolamine, Morpholines.	

Tableau 9:Mécanisme d'action des ATF et leurs cibles (97)

Famille/Molécule	Mécanisme d'action
<b>polyènes</b>	Membrane fongique
<b>Amphotéricine B</b>	Liaison avec l'ergostérol de la membrane cytoplasmique
<b>Nystatine</b>	
<b>Benzofuranes</b>	Activité fongistatique
<b>Griséofulvine</b>	Blocage du déroulement des mitoses des cellules fongiques par son action sur les microtubules, inhibition de la synthèse des acides nucléiques et inhibition de la synthèse des composants de la paroi (chitine).  anti-inflammatoires à fortes doses

<b>Les pyridones.</b> <b>Ciclopiroxolamine</b>	Activité fongicide inhibition de l'absorption par les cellules fongiques de certaines substances (ions métalliques, ions phosphates et potassium). anti-inflammatoires
<b>Les Echinocandines</b>	Activité Fongicide Inhibe la synthèse du B 1,3 D glucane
<b>Les Pyrimidines</b>	5Fluoro Cytosine captée par la cytosine perméase et transformée en 5 FluoroUracyl qui interfère dans la synthèse de l'ADN.
<b>Allyamines</b> <b>Terbinafine</b> <b>Dérivés azotés</b> <b>Morpholines</b> <b>Amorolfine</b>	Activité fongistatique Inhibition des enzymes intervenant dans la synthèse de l'ergostérol.

De nombreux antifongiques agissent sur la synthèse de l'ergostérol, un constituant essentiel de la paroi des champignons. Ils agissent soit en détruisant les cellules fongiques (fongicides), soit en limitant leur développement (fongistatiques) (97).

### III.1.7.1. Molécules et indications :

Tableau 10: Traitement des mycoses superficielles

Les molécules	Les formes	Les indications
<b>Nystatine</b> <b>Mycostatine</b>	Comprimé, suspension orale, Comprimés vaginaux	Candidoses cutanéomuqueuses ; C.oesophagienne de l'ID (Prévention chez l'ID)
<b>Amphotéricine B</b> <b>Fungizone</b>	Gélules ,suspension orale, lotion	Candidoses cutanéomuqueuses. Pytriasis du cuir chevelu.
<b>Kétokonazole</b> <b>Kétoderm</b>	Crème, gel moussant	Dermatophyties+candidoses cutanées Pytriasis versicolor
<b>Miconazole</b> <b>Daktarin</b>	Gel, lotion ,poudre, gel buccal	Candidoses cutanéomuqueuses ,Dermatophytes cutanées+ P.V
<b>Terbinafine</b> <b>Lamisil</b>	Crème1% Solution1%	Onychomycoses+ dermatophyties cutanées
<b>Amorolfine</b> <b>Loceryl</b>	Solution filmogène 5%	Onychomycose sans atteinte matricielle (1 <sup>ère</sup> intention)
<b>Ciclopiroxol-amine</b> <b>Mycoster</b>	Crème,solution filmogène 5%	Onychomycoses, dermatophyties –(teignes) Candidoses cutanées ,PV Action anti-inflammatoire
<b>Fluconazole</b> <b>Triflucan</b>	Gélules, poudre ,suspension	Candidoses oro-pharyngées chez l'ID

### III.1.7.2. Schéma thérapeutique

#### III.1.7.2.1 .Les intertrigos

Le traitement des intertrigos interdigito-plantaires est surtout topique lorsqu'il s'agit d'une atteinte isolée. En revanche, face à des lésions multiples ou associées à un parasitisme unguéal, un traitement oral peut s'avérer nécessaire. L'application locale d'un antifongique sur un intertrigo varie de 1 à 2 applications par jour pendant 1 à 4 semaines. Le choix de la forme galénique dépend de l'aspect suintant ou non de la lésion. Dans le cas des formes macérées, les poudres seront conseillées, en revanche dans le cas des formes non macérées, une crème pourra être appliquée (97) (98) (99).

#### III.1.7.2.2. Les atteintes plantaires

Pour les plantes des pieds, il est préférable d'utiliser une crème ou une pommade. Les kératodermies plantaires dues au *T. rubrum* ainsi que les lésions étendues nécessitent en plus du traitement local, un traitement général de préférence par la terbinafine pendant 2 mois (98).

#### III.1.7.2.3. Les onychomycoses

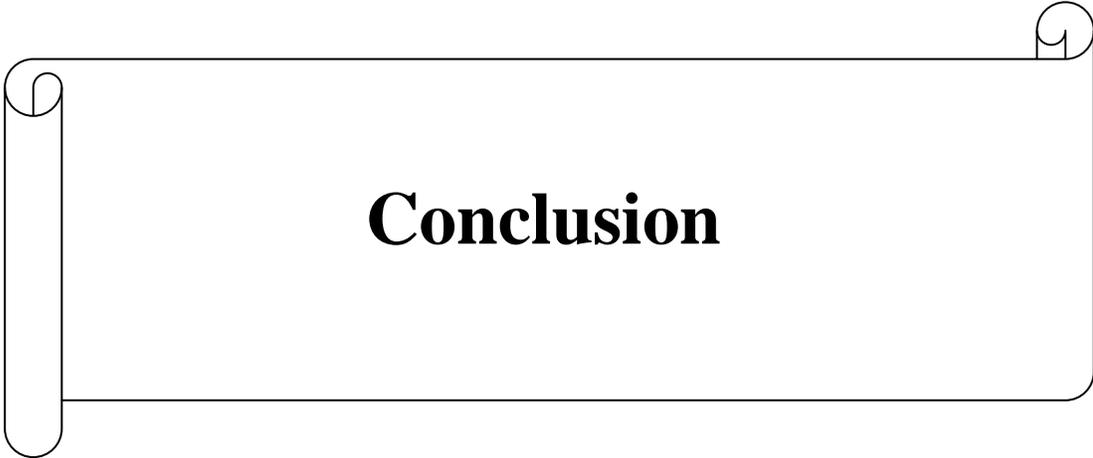
La prise en charge d'une onychomycose varie suivant l'atteinte de l'ongle. Si celle-ci est distale et modérée, un traitement local est souvent suffisant utilisant une solution filmogène une fois par semaine ou une fois par jour en fonction de la spécialité. Les traitements locaux doivent être appliqués au moins 6 mois.

Les onychomycoses avec atteinte matricielle ou les onychomycodystrophies totales se voient couramment chez les immunodéprimés. Son évolution est extrêmement rapide. Pour ces formes, un traitement par voie générale est indispensable. (98) (97) (100).

#### III.1.7.3. Traitement chirurgical

- Amputation du pied :

Une étape ultime en cas d'échec du traitement.



## Conclusion

---

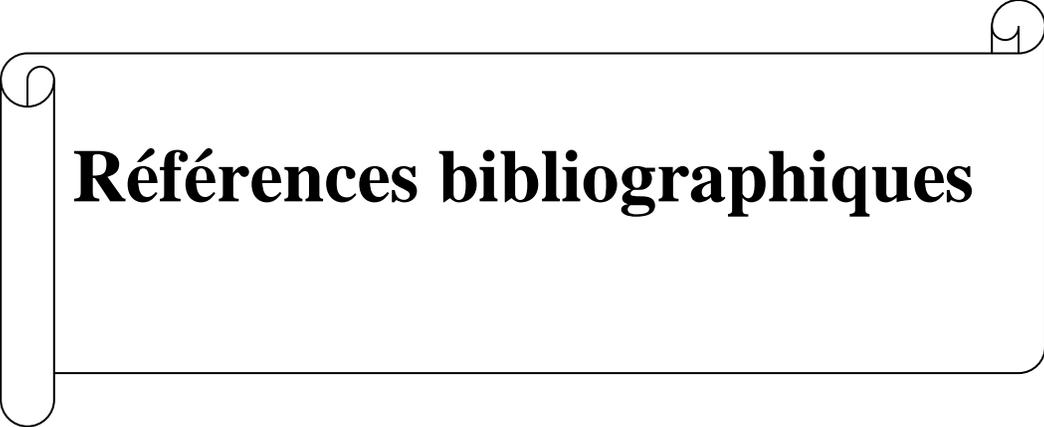
Par sa situation anatomique et sa fonction, le pied diabétique est particulièrement exposé aux complications infectieuses notamment mycosiques. Ces infections constituent un motif fréquent de consultation et/ou d'hospitalisation chez les diabétiques dans le monde. Ce qui donne à l'étude des mycoses un intérêt majeur.

Les états d'immunodépression chez les patients diabétiques ont permis aux infections mycosiques de prendre une place plus importante dans la santé publique. Afin d'améliorer leur pronostic, l'examen mycologique doit être systématique lors d'une suspicion clinique, car l'examen clinique seul ne permet pas de diagnostiquer une mycose.

Après l'interprétation du diagnostic et l'identification des espèces responsables des mycoses, on suit un schéma thérapeutique adéquat pour une meilleure prise en charge.

Une éducation des patients sur les outils de prévention ainsi qu'un examen mycologique devant toute lésion suspecte doivent être systématiques.

En général, les mesures d'hygiène adaptées restent le moyen principal pour réduire le risque de survenu des infections du pied chez les diabétiques.



**Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

---

1. Weid, Dr .Nicolas VON der. le fait médical . *petite histoire du diabète* .
2. ATLAS de INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION . 2021.
3. Sidali, Dr.BENAKNOUN. gastrologie entérologie medecine interne. *information sur le diabète*. 2018.
4. Salah, ZAOUI, Biémont, CHristian et Meguenni, Kaoual. Cahier santé. Tlemcen , faculté des sciences Université A.Belkaid : s.n., JAN/FEV 2007. Vol. 17, 1.
5. Dr Merad M S, Dr Maizi H , Dr boualleg Y , Dr Banat F I , Dr Maroc S. Clinique Larribère. *CHU du Dr Benzerdjeb service d'endocrinologie et diabétologie*. Oran, Algérie : s.n., 2019.
6. Van Acker K, Vandeleene B , Vermassen F , Leemirjse T. *Prise en charge du pied diabétique*. 2008.
7. *Les mycoses du pied chez le diabétique*. EL Fékih N, Fazaa B , B.Zouari , Gaigi S et al. 2009, Journal de mycologie médicale : étude prospective de 150 patients , Vol. 19, pp. 29-33.
8. Jaaks LM, Siegel KR, Gujral UP, Narayan KM. *Best Pract Res Clin Endocrinol Metab. Diabetes: A 21st century*. 2016.
9. R, Malek. *epidémiologie di diabéte dans le monde et en Algérie* . 2007.
10. *problématique de la prise en charge des nephropathies diabétiques* . B, THRAORE. Mali : s.n., 2007.
11. Wainsten, Jean-Pierre. *LAROUSSE médical*. s.l. : larousse , 2006.
12. T.Augier. *nutrition et maladies métaboliques* . 2013.
13. Wheater, Paul Richard. *ATLAS d'histologie foncionelle*. s.l. : de Boeck superieur , 2015. Vol. 314 .
14. Longnecker, Daniel. *Anatomy and Histology of the Pancreas*. [éd.] american pancreatic association APA. lebanon, departement of pathologie : s.n., 21 march 2014.
15. OMS. *rapport mondial sur le diabete*. avril 2016.

## Références bibliographiques

---

16. VA, Alexandria. *american diabete association* . 2010 .
17. al, Gariani Karim et. Revue médicale. *Diabète type 1 et type 2*. 2009.
18. SHNEIDER, Dr. Antoine. exploitation d'une instabilité chronique du genou . *monographie pour la revue du rhumatisme* . 2015.
19. *os tumoral* . molto, anna, pierre, pascal claude et kostine, marie. nov 2017 . 30 e congrès français de rhumatologie ( société française de rhumatologie). Vol. vol 84, p. 92.
20. SFAR( société française de rhumatologie et d'anesthésie ). 05 aout 2015.
21. Amouroux, Pr. Jacques. *grand ATLAS du corps humain* . s.l. : LAROUSSE , 2012.
22. Coerbeil, Philippe. 2008.
23. desnoyers-chirurgien-orthopediste-traumatologue. chirurgie-pied-cheville. *La cheville et son fonctionnement*. Bergerac france : s.n.
24. J.Martini. pied diabétique :depistage et prévention . *revue de medecine interne* . 2008.
25. IWGDF. guidance on the diagnosis and managment of foot infections in persons with diabetes . 2015.
26. communiqué de la presse de la fédération mondiale du diabète . [www.federationdesdiabetiques.org](http://www.federationdesdiabetiques.org) . [En ligne] 07 juin 2017 .
27. al, Robert.G .Frykberg et. *epidemiology and health care caused of diabetic foot problems* . s.l. : Springer, 2015. p. 403.
28. J.L.Besse. Le pied diabétique : place de la chirurgie orthopédique. *Revue de chirurgie orthopédique et traumatologique*. Mai 2011. Vol. 97, pp. 302-319.
29. J, Ahmad. diabetes and metabolic syndrome . JAN-MAR 2016.
30. A, Dinh TL.Veves. the international journal of lower extremity wounds. *the mechanisms implicated in the pathogenesis of the diabetic foot*. 2005.

## Références bibliographiques

---

31. D.Malgrange. *medecine interne 29. physiologie du pied diabétique*. 2008. Vol. 29, pp. 221-263.
32. al, Benjamin A Lipsky et. *diagnosis and treatment of diabetic foot infections. clinical infections diseases : an official publication of the infectious diseases society of America*. 2012.
33. Maroseli, Cécile. *le pied diabétique : physiopathologie. nouvelles therapeutiques et place du pharmacien d'officine Sciences pharmaceutiques*. 2002.
34. KADINEKENE, Dr.Joseph. *Presentation* .
35. H, Koenig. *Guide de mycologie médicale*. Paris : s.n., 1995. p. 284.
36. al, Chegour H El Ansari N Ghizlane El Mghari et. *Quels agents incrimnés dans les mycoses du pied. enquete auprs des diabétiques consultant au CHU Molia Mmed VI de Marrekech*. Vol. 17, p. 228\_3131.
37. *Généralités sur les champignons* . Schmit, Mueller et. 2007.
38. B, Nasraoui. *Les champignons parasites des plantes cultivées*. 2006. p. 456.
39. Abdoulaye, Pr Djimé. *Affections mycosiques Manuel de la société Africaine de Parasitologie* . Première édition. 08 Janvier2021. p. 20. Vol. 17103.
40. Accoceberry. *Introduction à la mycologie , Mycoses , Microsporidioses intestinales , De l'agent infectieux à l'hote*. Université de Nantes : s.n., 2011.
41. D, CHABASSE. *Maladies infectieuses. Classification des champignons d'intérêt médical*. 2008. Vol. 8-088-B-10.
42. Carlile M.J, Watkinson S.C. *The fungi* . 1994.
43. S.Drillon, E.Frouin , V.Letscher-Bru , L.Donato. *Encyclopédie médico-chirurgicale. Mycoses de l'enfant* . 2011.
44. M.Develoux, S.Bretagne. *EMC- Maladies infectieuses. Candidoses et lévuroses diverses*. 2005. Vol. 5, pp. 119-139.
45. Chabasse, Dominique, et al. *BIOFORMA Cahier de formation. Les moisissures d'intérêt médical*. 2002. 25, p. 18 .

## Références bibliographiques

---

46. Khodja, Ammar et B, Hamrioui. cours de parasitologie . 3.01.3751 1999. Vol. 83, p. 3.4 /74.80 .
47. Schears, Tony Hart et Paul. *Atlas de poche de microbiologie*. p. 222. Vol. 310.
48. Perilleux, Eric. *Organisation et biologie des champignons*. 3ème édition. 1996. pp. 14 , 109 , 110 , 111 , 117 , 128. Vol. 128.
49. J.Nicklin, K.Graeme Cook , T.Paget et R. Killington. *L'essentiel en microbiologie*. Bios scientifique publishers limited. 1999. p. 202 204. Vol. 363.
50. Biologie et pouvoir pathogène des champignons . 2001. Vol. 51, pp. 713 - 717.
51. ANOFEL ( Association Française des enseignants de parasitologie et mycologie ). Parasitoses et mycoses des régions tempérées et tropicales. Masson Paris : s.n., 2007. p. 321 .
52. Chevrant, Breton .J et Chevrier. *Infections fongiques systémiques*. Springer verlag . 2007. pp. 37.1 - 37.10. Vol. 2 manifestations dermatologiques des maladies infectieuses , métaboliques et toxiques .
53. *the new heigher-level classification of eukayotes with emphasis on the taxonomy of protists* . M, ADL S, et al. 52, 2005, journal of eukayotic microbiology, Vol. (5), pp. 399- 451.
54. A, Hocquette, et al. les champignons du genre acremonium fusarium onychocola penicillium scedosporium et scopulariopsis responsable des hyalohyphomycoses . 2005. Vol. MED 15, pp. 136-149.
55. D, Severine. comment venir à bout des mycoses . *actualités pharmaceutiques* . 2010, 494, pp. 44-46.
56. Melisande, Lauveve et Med, Chollet et. identification des dermatophytes en culture sur la base de leurs critères macroscopiques et microscopiques . 2014 . p. 5.
57. D, Chabasse. EMC. *mycoses A champignons noirs chromoblastomycoses et phaeohyphomycoses* . 2011.
58. A, Sangaré, et al. MYCOLOGIE . bull Soc Pathol Exot 2008. Vol. 1, 101, pp. 5-7.
59. H, Aoufi. le profil épidémiologique des mycoses. RABAT, univesité mohamed V, MAROC : s.n., 2005. 242.2005.

## Références bibliographiques

---

60. D, Chabasse et C, GuiGuen. *Abrégé de la mycologie medicale*. Masson 1999 : s.n. pp. 1-59.71 .
61. Lévy-Dute, Pr Jean Jaques Altman DR Roxane Ducloux. *le grand livre du diabète*. Eyrolles . 2012.
62. CCarey, M, et al. Matched cohort study . *Risk of infection inn tipe 2 and type 2 diiabetes with general population* . 2018 . Vol. 3, 41, pp. 513-521.
63. ANOFEL/AFEP . *mycologie médicale* . Paris , FRANCE : s.n., 2002 . pp. 299-378.
64. A, Zangoli, B, Chevalier et B, Sassolas. EMC. *Dermatophyties et dermatophytes* . [Elseiver ] . paris , FRANCE : s.n., 2003.
65. D, Chabasse, JP, Bouchara et L, DE Gentille. *les dermatophytes cahier de formation bioforma biologie medical* . 2004. p. 158.
66. ROY, Dr elizabeth LORIER -. *les mycoses cutanées . infos sociétéé fr* . DEC 2019.
67. A.D.V. *Annales de dermatologie et de vénérologie*. 2007. Vol. 134, pp. 7-16 .
68. Baizri, H, et al. candidoses buccales chez le diabétique type 2 . *Etude prospective à propos 150 patients* . 2010. p. 133.
69. Association française des enseignants de parasitologie et Mycologie . 2014.
70. D, Bitar et D, CHE. *épidémiologie des mucormycoses*. [éd.] MED SCI. paris , france : s.n., 2013 . 29, pp. 7-12.
71. Delgado, Gutiérrez, JL, Trevino-Gonzalez et Montemaryor-Alatorre. *chronic rhino-orbito-cerebral mucormycosis* . 2016. Vol. 6, pp. 87-91.
72. *the scope of onychomycosis epidemiology and clinical features*. Haneke E, Rosee D. 1999, *journal of dermatology* , Vol. 38, pp. 7-12 .
73. Chabasse, Dominique. *diagnostic mycologique d'une onychomycose. l'onfle pathologique*. MAI 2011. 432.
74. *Les onychomycoses à moisissures* . D, Chabasse et M, Pihet. 2014, *journal mycol med* , Vol. 24, pp. 261-268.

## Références bibliographiques

---

75. J, Scrivener et N. onychomycoses . *épidémiologie et clinique* . 2011. Vol. 41, 432, pp. 35-41.
76. *Nouvelle classification des onychomycoses* . Baran R, Hay R.J. 2014, *Journal Mycol Med* , Vol. 24, pp. 247-260.
77. BM, Tosti A Baran R Piraccini. Endonyx onychomycosis *Acta Dermatol Venereol* . *A new modality of nail invasion by dermatophytic fungi*. 1999. Vol. 79, pp. 52-53.
78. Develoux M, Bretagne S. Candidoses et levures diverses . *EMC- Maladies infectieuses* . 2005. Vol. 3, pp. 123, 129-133.
79. *Prevalence and epidemiology of unsuspected onychomycosis in patients visiting dermatologists* . Gupta A.K, Jain H.C , Lynde C.W , Wateel G .N. 10, Canada : s.n., 1997, *Journal of dermatology multicenter survey of 2001 Patients international* , Vol. 36, pp. 783-787.
80. Sveigaard E.L, Nilsson J. Onychomycosis in Denmark . *Prevalence of fungal nail infection in general practice* , *Mycoses* . 2004 . Vol. 47, (3-4), pp. 131-135.
81. Jayatilake J.A.M.S, Tilakaratne W.M , Panagoda G.J. Candidal onychomycosis . *A mini review Mycopathologia* . 2009. (4), pp. 166-167.
82. M, Feuilhade. Traitement des onychomycoses. *Revue Francophone des laboratoires*. 2011. Vol. 432, pp. 71-75.
83. N, Contet -Audonneau. Les onyxis à moisissures . *Revue Francophone des laboratoires* . 2005. Vol. 373, pp. 35-43.
84. Chabasse D, Contet -Audonneau N. Dermatophytes et dermatophytoses. *Maladies infectieuses EMC*. 2011. Vol. 8, pp. 614-624.
85. Modalités de diagnostic et prise en charge onychomycoses *Ann Dermatol Venereol*. 2007. Vol. 5, 134, pp. 7-16.
86. Chegour, Hakima et Ansari, Nawal El. Quels agents incriminés dans les mycoses du pied. *Enquête auprès des diabétiques*. Merrakech, Service d'Endocrinologie Diabétologie et maladies Métaboliques, Maroc, Laboratoire de recherche de Pneumo-Cardio-Immunopathologie et, Maroc : s.n., 2014.

## Références bibliographiques

---

87. Fekih, N, et al. Les mycoses du pied chez le diabetique. *étude prospective de 150 patients* . 19(1), pp. 29-33.
88. Leila, Amimer et Amina, Belabbes. Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplome de docteur en pharmacie . *l'etude de la mycoflore superficielle chez le diabétique* . 2014.
89. Fatma, Beladjal et Mansoura, Bouari. Les infections mycosiques du pied chez le diabétique dans la région d'Ouargla. *Mémoire en vue d'obtention du diplome de master academique*. Ouergla, université KASDI MERBAH faculté des sciences : s.n., 2020.
90. Dominique Chabasse, Pihet.M. Les dematophytes : les difficultés du diagnostic mycologique . *Revue francophone des laboratoires*. 2008. Vol. 38, 406, pp. 29-38.
91. Diongue . K, Diallo . M.A , Ndiaye.M et al. Journal de mycologie médicale. *Champignons agents de mycoses superficielles isolés* . 2016. Vol. 26, 4, pp. 368-376.
92. Zagnoli .A, Chevalier , B et Sassolas , B. EMC - pediatrie 2. *Dermatophyties et dermatophytes* . 2005. pp. 96-115.
93. Koenig. *Guide de mycologie médicale*. 1995. p. 284.
94. Hould, René. *techniques d'histopathologie et de cytologie*.
95. Christian, Ripert. Mycologie médicale. 2013. p. 750.
96. Pihet M, Marot A. Revue francophone des laboratoires. *Diagnostic biologique des candidoses*. 2013. Vol. 43, 450, pp. 47- 61.
97. Nonnette, Anne Claire. antifongiques azolés . *Pharmacologie* . 2018.
98. Faure. S, Denieul .A. Actualités pharmaceutiques. *Les traitements antifongiques*. 2009. 484, pp. 14 - 18.
99. Audonneau NC, Schmutz JL. Revue Française des laboratoires. *Antifongiques et mycoses superficielles*. 2001. 332, pp. 37-48.
100. JM, Bonnetblanc. infection cutaneo-muqueuses bacteriennes et mycosiques :infection de la peau glabre ; des plis et des phanères . *Annales de dermatologie et de venerologie* 2008. 2008. Vol. 135.

## Références bibliographiques

---

101. *Onychomycosis and tenia pedis in patients witch diabetes*. R, Phoebe. 43, 2000, journal of the american academy of dermatology , Vol. 5.
102. KADINEKENE, Dr. Joseph. présentation des classification des ulcères du pied . *CUK clinique du pied* .
103. D'Amico, Stéphane Batigne. Serge. *Le Corps humain : comprendre notre organisme et son fonctionnement*. [éd.] Jacques Fortin. Montréal (Québec) : Québec Amérique inc, 2008.
104. Stanley Oiseth, Lindsay Jones, Evelin Maza. foot anatomy. *Lucterio* . 2022.
105. Ficke, Jennifer et Byerly., Doug W. Anatomy, Bony Pelvis and Lower Limb, Foot. 21 AUG 2011.
106. *venous disorders, and lymphatic problems in the lower limbs*. Tibbs DJ, Sabiston DC, Davies MG et al. 1997, Oxford University Press.
107. *Preventing foot ulcers in patient with diabetes* . Singh N, Amstrong DG, Lipsky BA. JAMA : s.n., 2005 .
108. LoggerfoFW et CoffmanJD. vascular and microvascular diisease of the foot in diabet1984. 321.
109. RICHON, Charles. *Atlas des champignons comestibles et vénéreux*. 1888.
110. Stevens, Nwe et. Les microorganismes eucaryotes. *La structure de la paroi fongique*. 2008.
111. C, Bertholom. Infections fongiques de l'ongle. 2011. Vol. 20(455), pp. 20 -21.
112. S, Hamimed. Caractérisation chimique des principes a effet anti-dermatophyte des racines d'anacycluspyrethrum. Constantine, Algérie : s.n., 2009. p. 166.
113. al, Dominique Chabasse et. *cahier de formation - les dermatophytes -*. 2004. pp. 12 - 13 .
114. Grillot, Renee. les mycoses humaines . *Démarche diagnostique* . 1996.
115. K, ELANDALOUSSI, et al. Tunis : s.n., 2015.

## Références bibliographiques

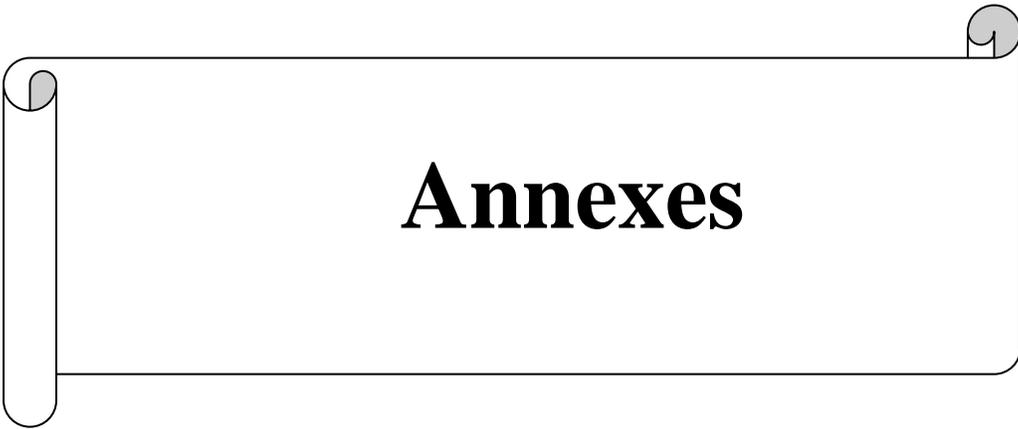
---

116. Dermatophytoses de la peau glabre. *des mycoses cutanées contagieuses et begnines*. déc 2021.
117. Moyon, Alina et Christophe. *Les guides alma consult . soigner les mycoses naturellement (candidose et les huiles essentiels )*.
118. Yedmona, Dr Feanck Olivier. 9 janvier 2018.
119. Humbert, Pr Philippe. *mycoses toujours. le quotidiens du pharmacien . 19 OCT 2017*.
120. G, Chris et MD, Adigan. *la pathologie unguéale. revue générale de la pathologie unguéale*. DEC 2021.
121. organisation mondiale de la santé . *rapport sur la santé bucco-dentaire . 2003 .*
122. Chaida H, Bettahar M. *Onychomychose*. Tlemcen, Faculté de médecine : s.n., 2015. p. 32.
123. F.Z, Tredano. *La prise en charge thérapeutique des onychomycoses à moisissures . Rabat , Faculté de médecine : s.n., 2013. p. 135*.
125. *Sésamoidite plantaire de l'hallux - troubles musculo squelettiques et du tissu conjonctif* . s.l. : manuel MSD, Edition professionnelle du manuel MSD.
126. *le pied . 07 03 2022*, journal des femmes (santé medecine).
127. Carl Woese, George E,Fox et al. *a phylogenetic tree based RNA data*. 1990.
128. Carl, Woese. *les six règnes du vivant*. 1977.
129. aquaportail. *aquaportail.com*. [En ligne] 2022.
130. botanycompanion . *wordpress.com* . [En ligne]
131. al, phillibert et. 2011.
132. Assia, DR Meradji. *introduction à la mycologie . 2021/2020*.
133. Louaguenouni Y, Kafi R et Zai A. *Les mycoses superficielles diagnostiquées au laboratoire de Parasitologie - Mycologie . Tizi Ouzou, Université Mouloud Maamери faculté de médecine , Algérie : s.n., Juin 2018. pp. 51-55*.

## Références bibliographiques

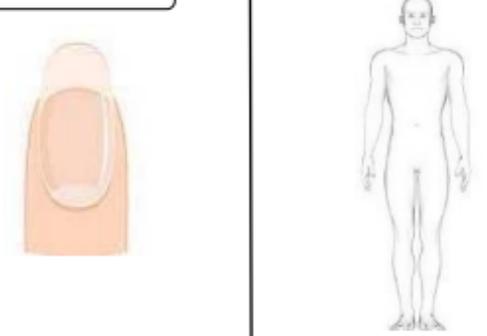
---

134. Nicolas, Kah. Dermatophyties , candidoses et autres mycoses superficielles . 2011.
135. *Modalités de diagnostic et prise en charge. Collectif onychomycoses. 2007, Vol. 17, pp. 284-293.*
136. G, Maillan. Actualités pharmaceutiques hospitalières. *Les antifongiques administrable par voie generale . 2007. 10, pp. 20 - 27.*
137. St, Phillippe Dufresne Guy. Laboratoire de santé public du Québec . *Identification des champignons d'importance médicale . Mars 2021.*
138. TOUITOU, Yvan. pharmacologie. 11 éme [éd.] Elseiver Masson. *diplome d'état d'infirmier. 2007.*
139. N.Contet-Audonneau, Photo. *CHU de Renne . 2017.*
140. Belkacemi Malika, Yassine Merad. *Candida Parapsilosis Meningitis in a Patient with AIDS: Report of a Case and Review of the Literature. OCT 2020.*
141. podologue, Phillippe Boulier orthopédiste. *Squelllette et muscles des pieds. Revue médicale squellette et muscles . Paris : s.n., 2011.*
142. moyon, Alina et Cristophe. *les guides alma consult soigner les mycoses naturellement. candidose et huiles essentiels dermatophyties circinés.*
143. al, Karim Lakhdar et. *Une mucormycose faciale compliquant une angiocholite grave. Pan african Medical Journal. 2016. Vol. 25, p. 246.*
144. L, Drillon S Frouin E Letscher Bru V et Donato. *Mycoses de l'enfant. encyclopédie médico-chirurgicale. 2011. Vol. 4, p. 313.*



**Annexes**

## Annexe 01 : fiche de renseignement

Centre hospitalo universitaire de DOUERA Unité de parasitologie mycologie	
<b><u>EXAMEN MYCOLOGIQUE</u></b> Fiche de renseignements À remplir entièrement pour toute demande d'examen	
Nom : ..... Prénom : ..... Age : ..... tel ..... Profession : ..... Contact avec animal : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Traitement en cours : ..... Date du prélèvement : .....	Service : ..... Médecin traitent : ..... Sexe : F <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> Entourage atteint : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> Patient diabétique : oui <input type="checkbox"/> non <input type="checkbox"/> avant : <input type="checkbox"/> ..... Reçue le : .....
Nature de prélèvement	
<p style="text-align: center;"><b><u>Ongle</u></b> : (préciser le (s) doigts) :</p> Pied <input type="checkbox"/> ..... Main <input type="checkbox"/> ..... Contexte : post – traumatique <input type="checkbox"/> ..... Date d'apparition : .....	
<p style="text-align: center;"><b><u>PEAU Plis</u></b> :</p> Main <input type="checkbox"/> interdigital <input type="checkbox"/> Paume <input type="checkbox"/> Pied <input type="checkbox"/> interdigital <input type="checkbox"/> plante <input type="checkbox"/> Aspect: <input type="checkbox"/> Circiné <input type="checkbox"/> Squameux <input type="checkbox"/> Date d'apparition : .....	
<p style="text-align: center;"><b><u>Résultat</u></b> : .....</p>	
<p style="text-align: center;"><b><u>Recueil</u></b> : squames (boîte pétri) <input type="checkbox"/> écouvillon sec <input type="checkbox"/>                  Cheveux cassés (boîte pétri) <input type="checkbox"/> fragment d'ongle <input type="checkbox"/></p>	
<p style="text-align: center;"><b><u>Examen direct</u></b> :</p> ..... .....	
<p style="text-align: center;"><b><u>Culture</u></b> :</p> ..... .....	

## Annexe 02 : Matériels

### **1. Appareillage :**

- **Agitateur.**
- **Microscope optique.**
- **Etuve de 37°C et 27°C**

### **2. Verreries et petits matériels :**

- Tube à essai.
- Boîtes de pétri.
- Bec bunsen.
- Anses de platine.
- Pipettes pasteur.
- Eau physiologique stérile.
- Portoirs.
- Lames et lamelles.
- Ecouillons sans gel.
- Coupe – ongles.
- Pince à épiler.
- Ciseaux fins à bout pointu.
- Bistouri.
- Micro-pipette.
- Vaccinostyle.

### Annexe 03 : Les milieux de culture

Composition des milieux de culture :

- **Milieu Sabouraud Agar**

Glucose.....	20g
Peptone.....	10g
Agar.....	20g
Eau distillée.....	1000ml

PH=6

- **Milieu Sabouraud-Chloromphénicol (S-C)**

Néo-peptone Difco.....	10g
Glucose.....	20g
Agar.....	20g
Eau distillée qsp.....	1000ml
Chloramphénicol.....	0.5g

PH= 6 – 6.5

- **Sabouraud – Chloramphénicol – Actidione (SCA)**

Chloramphénicol.....	0.5 g
Actidione.....	0.5 g

Dissoudre l'actidione dans 10ml d'acétone .Homogénéiser dans le Sabouraud encore liquide

## Annexe 04: Les milieux d'identification

- **Milieu Ricecream**

Riz blanc , extrait.....	5.0 g
Polysorbate.....	10.0 Ml
Gélose.....	20.0 g
Eau purifiée.....	1L

PH= 6.6

- **Pomme de terre – carotte – Bile (PCB)**

Pulpe de pomme de terre.....	20g
Pulpe de carottes.....	20g
Agar.....	20g
Eau distillée.....	1000ml
Bile fraiche filtrée .....	200ml

- **Milieux Borelli (Lacrimel )**

Farine de blé .....	14 g
Lait en poudre .....	14g
Miel .....	07 g
Agar .....	14 g
Eau distillée .....	10000ml

Ph = 6,5

## Annexe 05 : Les colorants

- **Potasse de l'eau :**

Hydroxyde de potassium .....	75g
Eau .....	distillé
.....	1000ml

- **Noir de chlorazol :**

En solution aqueuse :

Azo black .....	1g
Eau bidistillée .....	100 ml

En solution alcoolique :

Azo black .....	0.5g
Ethanol à 95° .....	60 cc
Eau bidistillée .....	40 cc

- **Bleu coton au lactophenol**

Phénol en cristaux :.....	20 g
Acide lactique (commercial concentré) :.....	20 g
Glycérine :.....	40 g
Eau bidistillée :.....	20 g
Bleu de méthyle : .....	0,5 g

## Resumé

### Introduction :

Le diabétique et plus précisément le pied du diabétique est particulièrement exposé aux Complications infectieuses notamment mycosiques.

Même superficielle, une infection fongique est considérée comme un facteur de gravité chez le diabétique.

### Sujet :

Dans ce travail nous avons essayé de résumer au mieux les différentes infections fongiques qui touchent le diabétique et particulièrement le pied avec ses multiples aspects cliniques.

Nous avons traité la partie diagnostic mycologique qui est une étape indispensable permettant d'identifier précisément l'espèce à l'origine de l'infection et de proposer au patient le traitement adéquat. Ainsi que, le schéma thérapeutique suivi en fonction de la localisation de ces mycoses.

### Conclusion :

La prise en charge des mycoses du pied chez le diabétique repose sur plusieurs points cardinaux :

Une éducation du patient qui passe par une compréhension de la maladie, l'hygiène,

l'éviction des facteurs favorisants, ainsi que les mesures préventives, une suspicion d'infection fongique doit être confirmée par un prélèvement mycologique afin d'instaurer un traitement adéquat.

**Abstract:**

Introduction:

The diabetic and more precisely the foot of the diabetic is particularly exposed to infectious complications including mycotic. Even superficial, a fungal infection is considered a serious factor in the diabetic.

Topic:

In this work we have tried to best summarize the various fungal infections that affect the diabetic and especially the foot with its multiple clinical aspects.

We have treated the mycological diagnostic part which is an indispensable step allowing to precisely identify the species at the origin of the infection and to propose to the patient the appropriate treatment. As well as, the treatment regimen followed according to the locations of these fungi.

Conclusion:

Management of foot fungi in diabetics is based on several points  
cardinals:

A patient education that goes through an understanding of disease, hygiene, the removal of favouring factors, as well as preventive measures, A suspicion of fungal infection must be confirmed by a mycological sample in order to provide adequate treatment

### **ملخص :**

يتعرض مرضى السكري بشكل أكثر تحديداً لمرض السكري على وجه الخصوص مضاعفات معدية، بما في ذلك الفطريحتى على السطح، العدوى الفطرية هي عامل خطير فيمرض السكري.

### **الموضوع:**

في هذا العمل، حاولنا تلخيص العدوى الفطرية المختلفة في أحسن الأحوال يؤثر على مريض السكري وخاصة القدم في جوانبها السريرية المتعددة. لقد عالجتنا الجزء التشخيصي الفطري وهو خطوة لا غنى عنها تسمح بالتحديد الدقيق للأنواع المسببة للعدوى والاقتراح للمريض علاج مناسب. وبالإضافة إلى ذلك، رصدت المواقع نظام المعالجة هذا الفطر.

### **الخاتمة:**

تثقيف المريض من خلال المرض والنظافة والقضاء على العوامل المؤاتية، فضلا عن التدابير الوقائية، يجب تأكيد الشك في العدوى الفطرية من خلال عينة فطرية لتوفير العلاج المناسب.