

REPUBLIQUE ALGERIENE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement supérieur de la recherche scientifique

Université de Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des sciences Agronomiques

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de master 2

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale

THEME

Mise en évidence de champignons du sol sous *Peganum harmala* L. de la région de Laghouat (Algérie)

Réalisé par :

M^{elle} ACHOUR OTMANE Siham

Le: /02/2020

Devant le jury :

Président : M^{me} Larbi – Aidrous N. UMMTO MAA

Promotrice : M^{me} Smail-Sadoun N. UMMTO Pr

Co-promotrice : M^{me} Ouzid Y. UMMTO MAB

Examineur : M^{me} Zareb A. UMMTO MAA

Promotion : 2018/2019

REMERCIEMENTS

Au Terme de cette étude, je tiens d'abord et avant tous de remercier Dieu tout puissant de m'avoir guidé et pour le courage, la patience et la santé qu'il nous a accordée durant toute ces années d'études en particulier, et de vie en générale, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés au travers de nos chemins.

Je tiens d'abord à adresser toute ma gratitude et remerciements à madame SMAIL SAADOUN. N de m'avoir proposé ce thème. Je la remercie pour sa gentillesse, son soutien et pour le fait de m'avoir fait partager son expérience. Je lui adresse toute ma gratitude.

Je remercie très sincèrement madame OUZID.Y qui a dirigé ce travail et pour sa disponibilité. Et je tiens à remercier tous les membres d laboratoire Ressources Naturelles et sur tout madame SEKHI AREZKI.L.

Je tiens également à remercier mademoiselle MECHIAH. F, et madame BOURNINE. K pour leurs aide et leurs violenté de partage, leurs conseil lors de l'observation au microscope ont été plus que précieuse. Je remercie également mademoiselle ZEMBRI.N pour sa disponibilité et sa patience.

J'exprime également mes remerciements aux membres du jury d'avoir accepté d'examiner et de juger le contenu de ce mémoire.

DEDICACES

Je dédie ce travail à toutes les personnes qui ont été présentes toute en long de mon parcours.

Liste des figures

Figure 1 : structure de l'hyphe. (A) hyphe coenocytique, (B) hyphe cloisonne (Lecellier, 2013)	6
Figure 2 : les différents modes de sporulation et les différents types de spores associées (Lecellier, 2013)	7
Figure 3 : Principaux groupes des Eumycètes (sauf Microsporidies dont la position exacte reste incertain) (Selosse, 2013).....	8
Figure 4 : cycle de développement de <i>Rhizopus nigricans</i> (Bouchet <i>et al.</i> ,2015)	9
Figure 5 : cycle de développement de <i>Morcbellaesculenta</i> (Ravenet <i>al .</i> , 2017).....	10
Figure 6 : cycle de développement d'un Basidiomycète (Ravenet <i>al .</i> , 2017).....	11
Figure 7 : photos de <i>Peganum harmala</i> L.et ces fleurs (Jinous et Fereshteh, 2012).....	16
Figure 8 : photos du fruit et des graines de <i>Peganumharmala</i> L.(Jinous et Fereshteh, 2012)...	17
Figure 9 : deux molécules d'alcaloïdes (Harmaline) de <i>Peganumharmala</i> L. (Astulla <i>et al.</i> , 2008 ; Trabsa, 2011)... ..	18
Figure 10 : cartes de la localisation de la wilaya de Laghouat (Algérie) (Google. fr).....	20
Figure 11 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la station d'étude (2002-2012) (Source BOUBRIMA, 2014).....	21
Figure 12 : Schémas qui représentent les différentes étapes de la préparation de la suspensions- dilutions.....	22
Figure 13 : dominance des phylums des champignons isolés à partir des sols des sujets échantillonnée.....	28
Figure 14 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Absidia</i> pour le sujet 8, dilutions 10^{-2} ($\times 400$).....	29
Figure15 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Alternaria</i> pour le sujet 2, dilutions 10^{-3} ($\times 400$)	29
Figure 16 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Aspergillus</i> pour le sujet 9 dilutions 10^{-3} ($\times 400$).....	30
Figure 17 : observation macroscopique (A) et microscopique (B)du genre <i>Aureobasidium</i> pour le sujet 2,dilutions 10^{-2} ($\times 400$).....	30

Figure 18: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Chrisonilia</i> pour le sujet 10, dilution 10^{-1} ($\times 400$).....	31
Figure 19: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Cladosporium</i> pour le sujet 10, dilutions 10^{-3} ($\times 400$).....	31
Figure 20: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Coccidioide</i> pour le sujet 9, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	32
Figure 21: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Mucor</i> pour le sujet 5, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	32
Figure 22: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Neoscytalidium</i> pour le sujet 9, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	33
Figure 23: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Onychocola</i> pour le sujet 8, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	33
Figure 24: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Rhizoctonia</i> pour le sujet 10, dilution 10^{-1} ($\times 400$).....	34
Figure 25: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Rhizomucor</i> pour le sujet 4,dilution 10^{-3} ($\times 100$).....	34
Figure 26: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Rhizopus</i> pour le sujet 4, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	35
Figure 27: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Scedosporium</i> dans le sujet 7, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	35
Figure 28: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Scopularipsis</i> pour le sujet 8, dilution 10^{-2} ($\times 400$).....	36
Figure 29: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Trichoderma</i> pour le sujet 1, dilution 10^{-3} , ($\times 400$).....	36
Figure 30: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Trichothcium</i> pour le sujet 9,dilution 10^{-3} , ($\times 400$).....	37
Figure 31: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre de champignon <i>Trichophyton</i> , dans le sujet 1, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....	37
Figure 33: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du <i>Penicillium</i> dans le sujet 7, dilution 10^{-2} ($\times 400$).....	38

Figure 34: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Phoma* dans le sujet 8, dilution 10^{-2} ($\times 400$).....38

Figure 32: observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Ulocladium* dans le sujet 7, dilution 10^{-3} ($\times 400$).....39

Liste des tableaux

Tableau I : diversité des champignons isolés à partir des sols sous de <i>Peganum harmala</i> L.....	27
Tableau II : diversité des champignons des feuilles et du sol sous de <i>Peganum harmala</i> L.....	40
Tableau III : abondance des champignons recensés sous le sol de <i>Peganum harmala</i> L.....	42

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre 1 : les champignons	4
1. Introduction.....	5
2. Caractéristiques générales des champignons.....	5
2.1Thalle des champignons	5
2.2. Reproduction des champignons	6
2.2.1. Sporulation asexuée.....	6
2.2.2. Sporulation sexuée.....	7
3. Classification des champignons.....	8
4. Mode de vie des champignons.....	12
4.1. Saprophytismes.....	12
4.2. Parasitisme.....	12
4.3. Symbiose.....	12
5. Condition de croissance	12
5.1. pH.....	13
5.2. Oxygènes.....	13
5.3. Lumière.....	13
5.4. Température.....	13
5.5. Humidité.....	13
Chapitre 2 : <i>Peganum harmala</i>	15
1. Description de la plante.....	16
2. Répartition géographiques.....	17
3. Constituants chimiques de la plante.....	17
4. Mycoendophytes et champignons épiphytes de <i>Peganum harmala</i>	18
Chapitre 3 : matériel et méthodes	19
1. Description de la zone d'étude	20
1.1 Situation géographique.....	20

1.2. climat de la wilaya de Laghouat	21
2. Matériel et méthodes	22
2.1. Matériel biologique	22
2. 2. Méthodes.....	22
2.2.1. Préparation de la suspensions- dilution.....	22
2.2.2. Préparation du milieu de culture (PDA).....	23
2.2.3. Mise en culture du sol sous <i>Peganum harmala</i> L.....	23
2.2.4. Identification.....	23
2.3.5. Analyse statistique.....	24
Chapitre 4: résultats et discussion	26
1. Fréquences de colonisation	26
1.1. Résultats	26
1.2 discussion.....	26
2. Diversité des champignons recensés	26
2.1 Résultats	26
2.2 Discussion	28
3. Description des genres de champignons recensés.....	29
4. Abondance des champignons recensés.....	39
4.1 Résultats.....	39
4.2 Discussion.....	41
Conclusion	45
Références bibliographique	47

Introduction générale

Le sol est la couche la plus externe, marquée par les êtres vivants. Il est le siège d'un échange intense de matière et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches. En tant que partie de l'écosystème, il occupe une position clé dans les cycles globaux des matières. Il est constitué de trois phases importantes. La première c'est la phase solide ; elle est constituée de particules minérales et de matière organique. Cette fraction organique est constituée à plus de 80% de matière organique morte (résidus de plantes et d'animaux en état de décomposition naturelle) et aussi des organismes vivants (Soltner, 2011). Les organismes vivants du sol sont les bactéries, des champignons, les algues, les parties souterraines des plantes, ainsi que des animaux très variés, des Protozoaires aux Mammifères. Tous participent d'une manière ou d'une autre à la formation et à l'évolution du sol, en particulier de sa fraction organique. Leur nombre et leur masse /h dans le sol dépassent souvent l'imagination (Gobat et *al.*, 2010) comme celle des champignons surtout les genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *fusarium*, *Mucor*, *Trichoderma*, etc... ; qui peut atteindre 1.000 à 3.000 Kg, avec de très importantes variations selon la richesse en matière organique du milieu. Leur mycélium peut atteindre 10.000 km de longueur (Soltner, 2011).

En Algérie la steppe couvre 20 million d'hectares soit presque 1/3 de la superficie totale de la steppe du Nord de l'Afrique (Molhammedi, 2006), mais les travaux sur la diversité des champignons du sol de cette dernière restent insuffisante.

Dans la présente étude, nous nous sommes intéressés aux champignons microscopiques du sol sous *Peganum harmala* L. (Harmel), une plante vivace de la famille des Zygophyllaceae, distribuée en Asie centrale, au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Cette plante a été utilisée dans la médecine traditionnelle depuis longtemps, à cause de ses effets antibactériens (Rabiei *et al.*, 2015). Elle est rencontrée en Algérie dans la région de Laghouat, qui est connue par son climat aride. Cette plante a fait l'objet d'une étude menée par Ouzid *et al.* (2018), dans laquelle la présence de champignons endophytes et épiphytes a été démontrée au niveau de ses feuilles.

Notre travail rentre dans le cadre des problématiques du Laboratoire Ressources Naturelles de l'université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Notre objectif dans cette étude vise à isoler et identifier différents champignons du sol sous *Peganum harmala* L. Dans cette optique, nous avons organisé notre travail en différents chapitres. Le chapitre I est consacré à l'étude bibliographique concernant les champignons. Le chapitre II est consacré à l'étude de *Peganum harmala* L. Le matériel et les méthodes utilisées sont donnés dans le chapitre III.

Les résultats et la discussion de ces derniers sont donnés dans le chapitre IV et nous terminons par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre I :
Les champignons

1. Introduction

Les champignons constituent un très vaste groupe d'organismes, le règne des Fungi (du latin *fungus*, champignon) ou Mycètes (Macangro, 2012), C'est un ensemble diversifié et riche que l'on estime, bien que les chiffres soient approximatifs, à environ un million d'espèces (Bouchet *et al.*, 2005). Ils présentent des caractères communs aux plantes et aux animaux qui ne permettent pas de les classer dans l'un ou l'autre règne, ils forment donc un règne à part (Bouchet *et al.*, 1999). Les champignons sont des thallophytes hétérotrophes et Eucaryotes. Le plus souvent leurs appareil végétatif est filamenteux (Dommergues et Mangenot, 1970).

2. Caractéristiques générales des champignons

- Les champignons sont des Eucaryotes (Genevès, 1990 ; Genevès, 1992).
- Ils peuvent se reproduire de façon sexuée et /ou asexuée (Dufresne, 2018).
- Ils se reproduisent essentiellement par des spores uni ou pluricellulaires (Bouchet *et al.*, 1999).
- Tous sont dépourvus de chlorophylle, ce qui les condamne à une hétérotrophie totale vis à vis du carbone : ils se rangent parmi les consommateurs, à l'instar des animaux (Bouchet *et al.*, 2005).
- Ce sont des Thallophytes. Ils se caractérisent par la formation de filaments (hyphes) libres ou entrelacés dont l'ensemble est désigné sous le nom de mycélium (Bouchet *et al.*, 1999 et Boiron, 2005).

2.1. Thalle des champignons

Le plus souvent, sous forme microscopique. Il peut être coenocytique, soit cloisonné (Figure 1) (Bouchet *et al.*, 1999 et Boiron, 2005).

Le thalle siphonné (ou coenocytique) est composé de filaments sans cloisonnement interne, de diamètre irrégulier (5 à 20µm), avec des ramifications à angle droit. De rares cloisons sans orifices de communication peuvent apparaître tardivement, séparant les zones mortes et les zones en croissance du mycélium. Ce sont des siphomycètes (Moulinier, 2003).

Le thalle septé (ou articulé) est composé de filaments de diamètre régulier (2 à 10 μm), ramifiés, cloisonnés par des « septa », avec un pore et isolement de un ou deux noyaux et parfois plus. Ce sont les septomycètes (Moulinier, 2003).

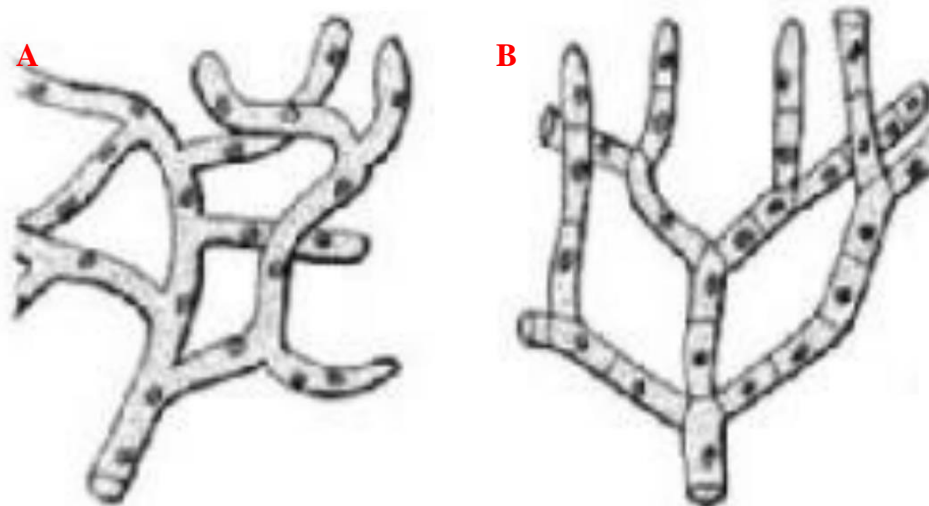


Figure 1 : structure de l'hyphe. (A) hyphe coenocytique, (B) hyphe cloisonné (Lecellier, 2013).

Le thalle peut être :

unicellulaire : c'est une structure simplifiée, sphérique ou subsphérique (Moulinier, 2003) : cas des levures, un thalle unicellulaire dont la multiplication se fait par bourgeonnement ou par bipartition (Dufresne, 2018).

pluricellulaire : cas des champignons mycéliens (Dufresne, 2018)

2.2. Reproduction des champignons

La reproduction se réalise par la sporulation, qui produit des spores ou propagules ou conidies. La sporulation intervient selon le mode :

- **asexué** : spores formées par mitose, qui est le mode la plus fréquente ;
- **sexuée** : spores formées par méiose souche téléomorphe; holomorphe (Moulinier, 2003).

2.2.1. Sporulation asexuée

La reproduction asexuée des champignons se fait sans fusion de gamètes. Elle correspond majoritairement à la dispersion de spores asexuées, permettant la propagation des champignons, afin de coloniser d'autres substrats. Cette forme de reproduction asexuée est appelée la sporulation. Au cours de la sporulation, les spores, petites cellules déshydratées, au

métabolisme réduit et entourées d'une paroi protectrice les isolant du milieu environnant, sont produites en grande quantité par des structures spécialisées, développées à partir du mycélium. Les spores peuvent être le résultat de la fragmentation. Dans ce cas, un nouvel organisme se développe à partir d'un fragment parent du mycélium (arthrospores). Les spores peuvent aussi être produites de manière endogène à l'intérieur du sporocyste (sporocystiospores), ou de manière exogène en continu à l'extrémité des structures spécialisées appelées phialides (conidiospores) (Figure 2). Ensuite, les spores se détachent du mycélium sous l'effet d'un petit choc mécanique, d'un frôlement ou d'un courant d'air (Moulinier, 2003).

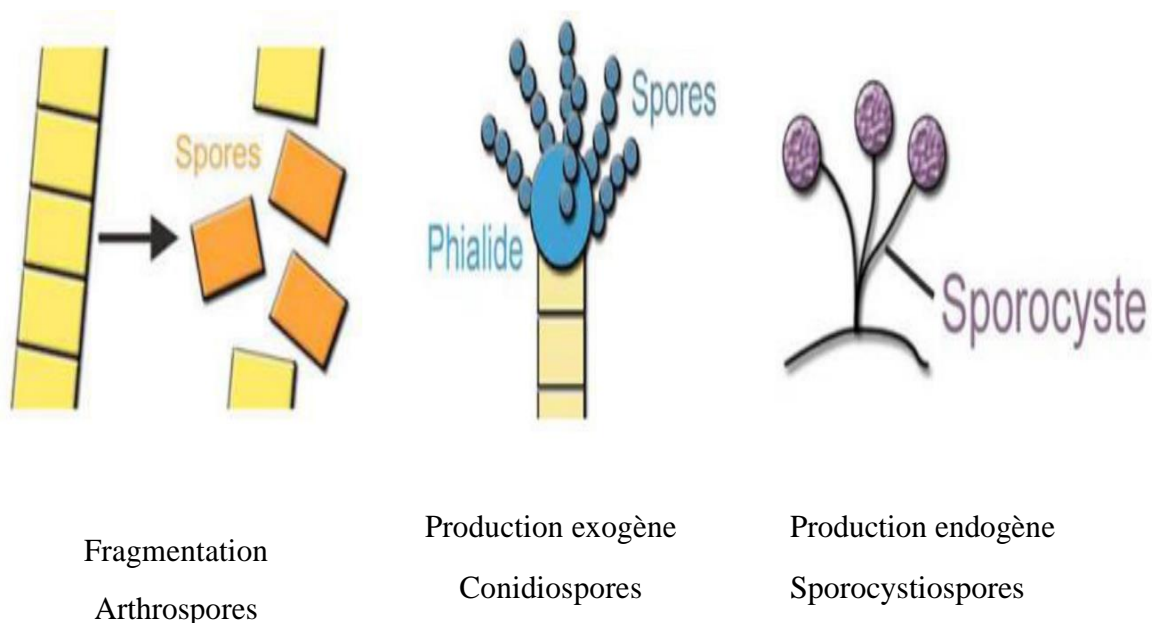


Figure 2 : différents modes de sporulation et les différents types de spores associées
(Lecellier, 2013).

2.2.2. Sporulation sexuée

Certains champignons font appel à la reproduction sexuée lorsque les conditions deviennent défavorables (en nature) ou lorsque le milieu s'appauvrit en éléments nutritifs (en culture). Elle fait appel à 4 types de méiospores selon les espèces de champignon : l'oospore, la zygospore, l'ascospore et la basidiospore. Il y a conjugaison (caryogamie de noyaux) haploïdes, différents et compatibles, puis une méiose suivie d'une ou plusieurs mitoses et enfin formation de spores (Moulinier, 2003).

3. Classification des champignons

Elle est résumée dans la figure 3.

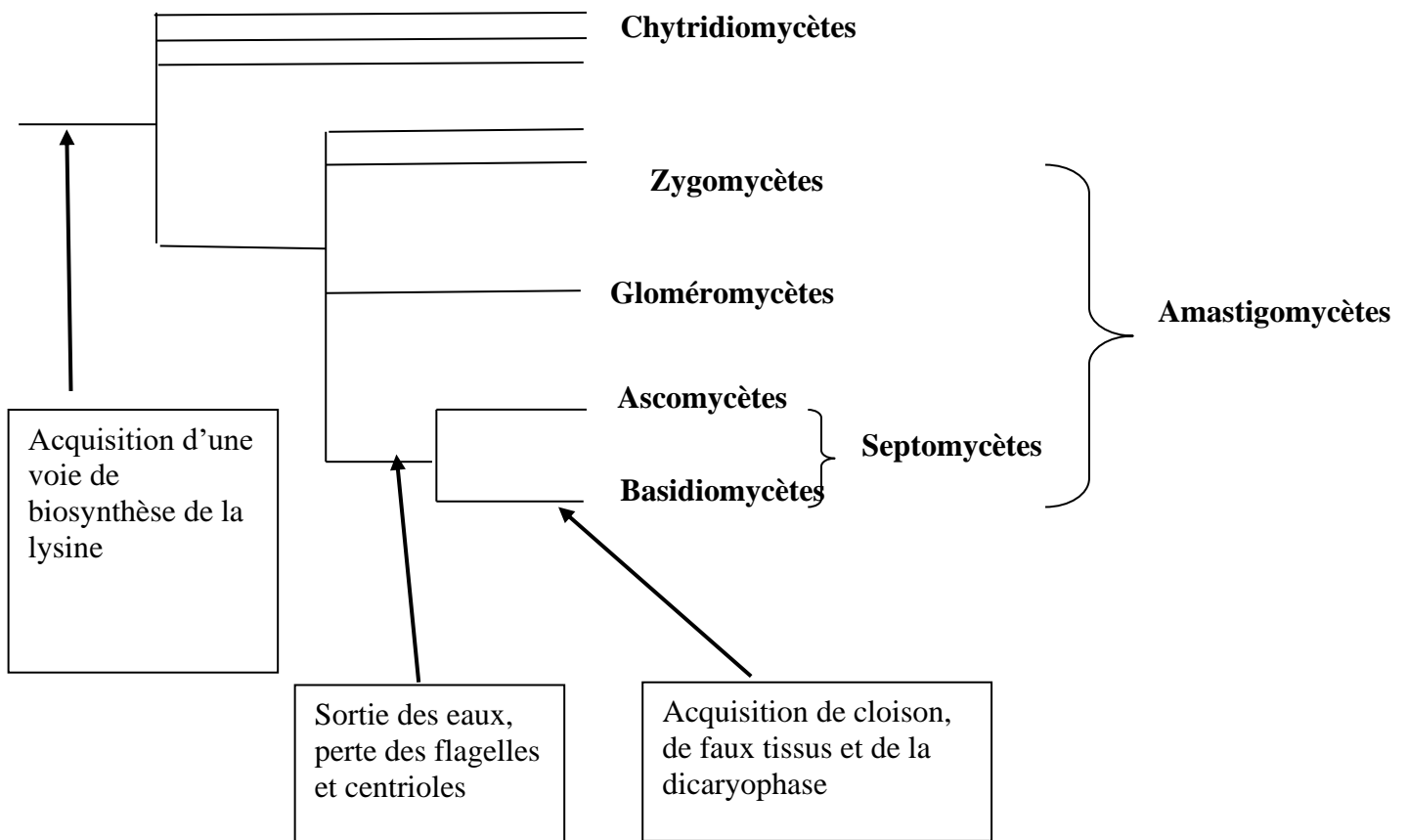


Figure 3 : principaux groupes des Eumycètes (sauf Microsporidies dont la position exacte reste incertaine) (Selosse, 2013).

➤ Chytridiomycètes

Ils comprennent environ 800 espèces connues, qui sont réparties en 4 ou 5 ordres. Les Chytriales est l'ordre le plus important. Il comprend de nombreux parasites d'algues, de protozoaires et de champignons microscopiques. Les plus connues sont celles qui parasitent les végétaux supérieurs ; les Opidiums (*O.brassicae*), provoque des maladies nécrosantes appelées « brulure » (Bouchet *et al.*, 2005) . Ce sont les seuls champignons à posséder des spores uniflagellées (zoospores). La présence de spores flagellées semble restreindre ces organismes aux milieux aquatiques et dans les sols humides (Strullu, 1991 ; Davet, 1996).

➤ Zygomycètes

Ils comprennent environ 200 espèces, rassemblent des champignons saprophytes, ainsi que des champignons parasites d'insectes (Entomophthorales), de nématodes, d'amibes (Zoopagales) et de plantes. Les Zygomycètes sont caractérisés par un mycélium siphonné ou coenocytique, une reproduction asexuée fréquente (Bouchet *et al.*, 2005). Le nom de ce groupe dérive d'une caractéristique de la phase sexuée du cycle de développement ; c'est une structure appelée zygosporange (Raven *et al.*, 2007).

La reproduction sexuée se passe par la fusion de gamétocystes es contenant de nombreux noyaux. Ils peuvent se former sur les hyphes de types sexuels différents ou sur un même hyphe, un noyau diploïde se forme et se développe en zygosporange qui permet au champignon de survivre à des conditions défavorables à la croissance. La méiose, suivie de mitose, survient à la germination du zygosporange, qui libère des spores haploïdes qui germent pour donner les hyphes haploïdes. La reproduction asexuée est plus fréquente que la reproduction sexuée (Figure 4) (Bouchet *et al.*, 2015).

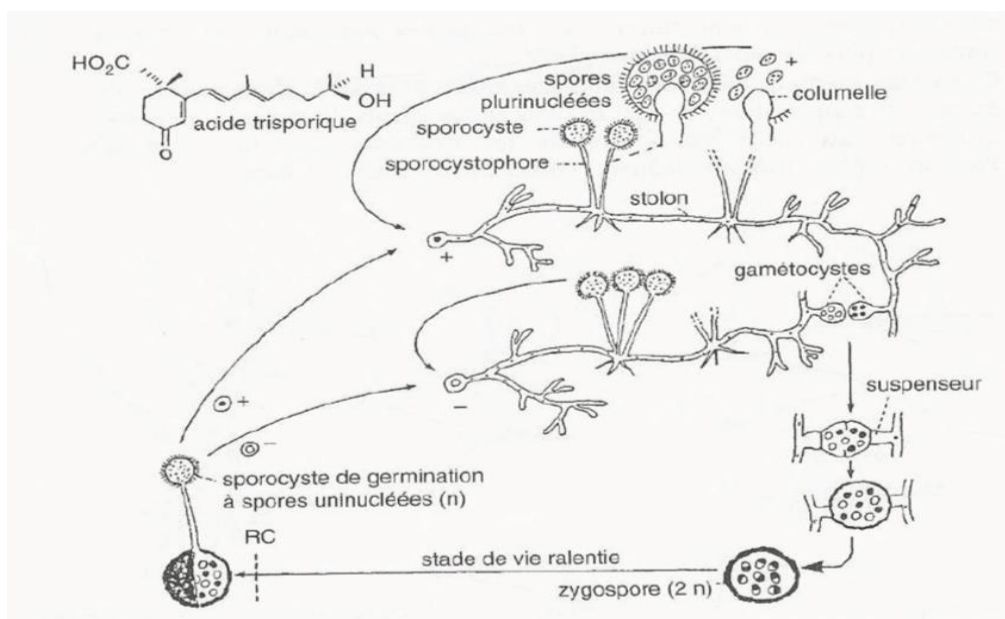


Figure 4 : cycle de développement de *Rhizopus nigricans* (Bouchet *et al.*, 2015).

➤ Gloméromycètes

Ce sont des champignons terrestres à thalle siphonné. Leur sexualité n'est pas connue, ils forment des endomycorhizes vésiculo-arbusculaires (Selosse, 2013).

➤ Ascomycètes

Les Ascomycètes comprennent environ 15.000 espèces, auxquelles il faut ajouter un nombre à peu près équivalent d'espèces lichénisantes. Ils sont caractérisés par un mycélium cloisonné ou unicellulaire (levure), une reproduction asexuée par des conidies et une reproduction sexuée par formation de spores méiotiques (ascospores) dans des asques (Strullu, 1991 ; Davet, 1996). Ils sont caractérisés par la formation de sporocystes ou asques, à l'intérieur desquels s'individualisent, à la suite d'une méiose les ascospores au cours de la reproduction sexuée, c'est le groupe de champignons le plus important. Dans ce groupe moyennement évolué, la multiplication asexuée reste dominante (Figure 3) (Bouchet *et al.*, 2005).

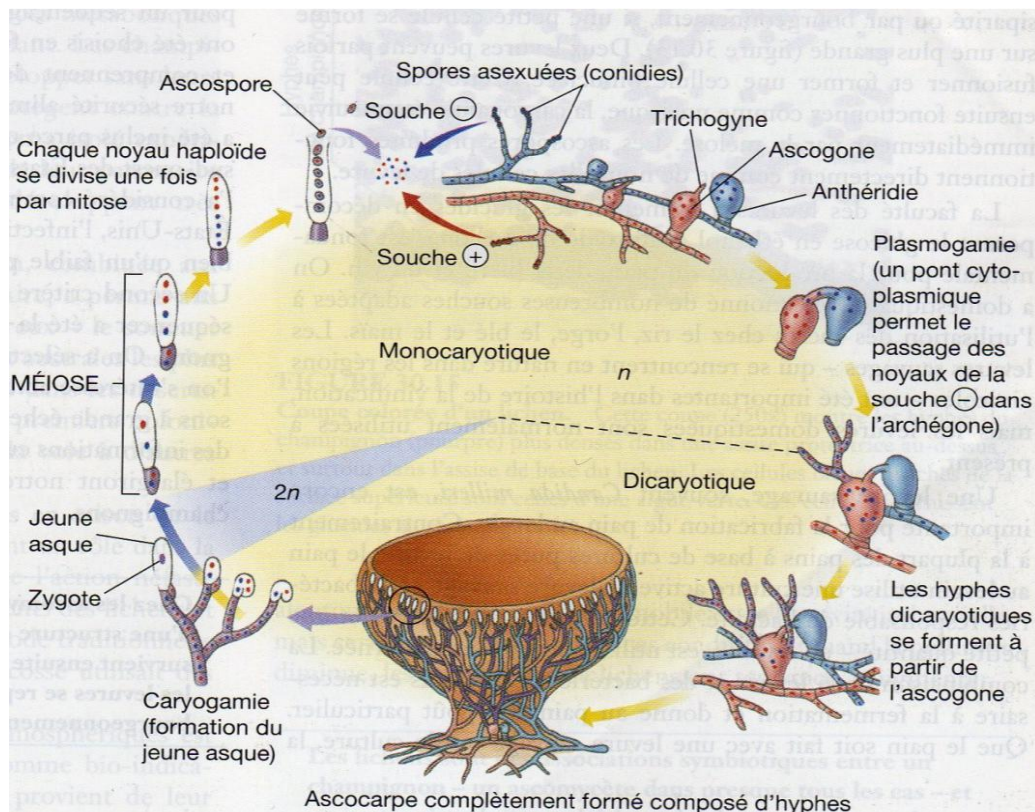


Figure 5 : cycle de développement de *Morcella esculenta* (Raven *et al.*., 2007).

Basidiomycètes

Environ 14 000 espèces décrites, ce sont les champignons les plus perfectionnés. Leur mycélium est cloisonné ou unicellulaire (levure) ; ils comprennent de nombreuses espèces à

sporophores de grande taille, telles que les bolets, les champignons de couche ou les amanites. (Bouchet *et al.*, 2004). Leur reproduction asexuée se fait par des conidies et la reproduction sexuée par formation de méiospores (basidiospores) dans des basides (Strullu, 1991 ; Davet, 1996).

Le cycle de développement des Basidiomycètes se produit par production des hyphes monocaryotique après la germination des spores. Les hyphes différents peuvent fusionner en un mycélium dicaryotique (mycélium secondaire). Les basidiocarpes sont composés uniquement des mycéliums secondaires et on trouve des basides dans les lamelles du chapeau du basidiocarpe. Une caryogamie se déroule à l'intérieur des basides et donne la seule cellule diploïde, suivie d'une méiose. Chez les Basidiomycètes, les quatre noyaux issus de la méiose sont incorporés dans des basidiospores, qui naissent à l'extrémité de la baside (Figure 6) (Raven *et al.*, 2017).

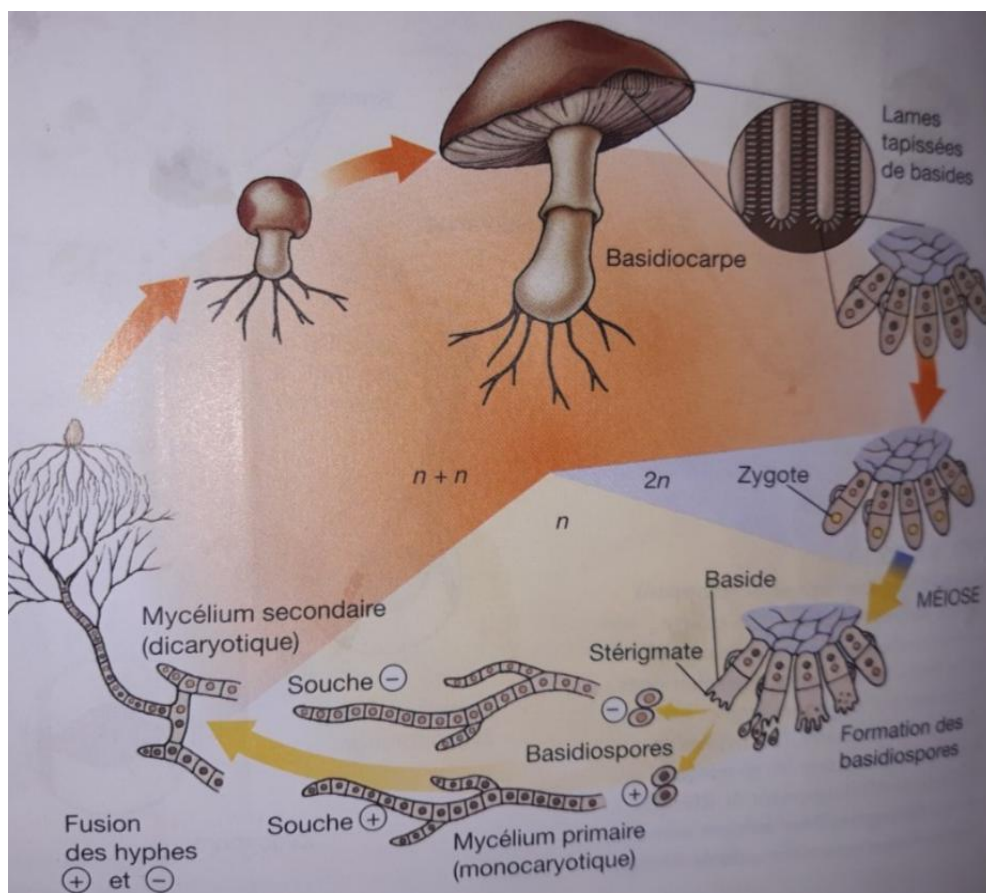


Figure 6 : cycle de développement d'un Basidiomycète (Raven *et al.* , 2017).

4. Mode de vie des champignons

4.1. Saprophytisme

Les espèces saprophytes se nourrissent aux dépens des substances mortes d'origine animale ou végétale : humus, fragments végétaux, déchets organiques divers. La plus-part des champignons microscopiques (Micromycètes) sont des saprophytes, contre 40 à 45 % seulement chez les gros champignons (Macro-mycètes). Les champignons saprophytes synthétisent une grande variété d'enzymes, ce qui leur permet de s'adapter aux divers substrats. Ce sont les « éboueurs » des forêts, qui sans cela seraient encombrées de bois morts (Bouchet *et al.*, 2005). Ces espèces jouent un rôle essentiel au sein des cycles biologiques, en minéralisant les matières végétales ou animales mortes (Marouf et Reynaud, 2007).

4.2. Parasitisme

Le métabolisme et la croissance de l'hôte sont perturbés et des troubles physiologiques graves compromettent d'autant son développement, que le parasite épuise l'hôte en prélevant à ses dépens des substances, dont celui-ci ne peut plus disposer. L'action des champignons parasites ne présente pas qu'un aspect purement négatif. En effet, on en utilise certains dans la lutte biologique contre des insectes nuisibles. *Beauveria bassiana* (Ascomycète imparfait) parasite naturellement diverses espèces de ravageurs comme le carpocapse des arbres fruitiers (Bouchet *et al.*, 2005).

4.3. Symbiose

C'est une association étroite et obligatoire avec un autre être vivant (Moulnier, 2003). Cette association est intime (c'est-à-dire avec pénétration des tissus de l'un des deux organismes dans ceux de l'autre), durable et mutualiste (Garbaye, 2013). Les mycorhizes sont des symbioses entre les racines des végétaux et les mycéliums des champignons, elles sont très répandues dans la nature (Bouchet *et al.*, 2005). La symbiose mycorhizienne est présente chez environ 95% des plantes vasculaires (Crozet et Canard, 2016).

5. Conditions de croissance

Les différents facteurs physicochimiques ont une grande influence sur le développement et la croissance des champignons ainsi, que sur la germination (Botton *et al.*, 1999).

5.1. pH

La grande majorité des champignons filamenteux se développent dans une zone de pH de 4.5 – 8.0, bien qu'ils soient capables de croître dans une large gamme de pH avec une tendance à croître dans des milieux légèrement acide. Cependant, les enzymes extracellulaires produites dans des milieux complexes peuvent avoir des optima de pH d'activité très différents (plus acides ou plus basiques) (Botton *et al.*, 1999).

5.2. Oxygène

La plus part sont aérobies, les plus exigeants vivent dans des régions périphériques des substrats, les moins exigeants peuvent se développer en profondeur comme *Fusarium* et *Aspergillus fumigatus* (Bourgeois, 1989 ; Botton *et al.*, 1999).

5.3. Lumière

Les radiations du spectre visible (380 – 720) n'ont en général pas d'action sur la croissance végétative des champignons, mais peuvent agir sur la sporulation. La plupart des champignons n'exigent pas de lumière pour leur croissance, ni pour la germination de leurs spores (Botton *et al.*, 1999).

5.4. Température

La température joue un rôle prépondérant dans la croissance mycélienne. Elle intervient également dans la sporulation et la germination des spores (Bourgeois, 1989). Certains espèces sont des psychrophiles ou psychrotolérantes, se développant à basses températures (entre -5 et 10°C) tels que *Helicostylum pulchrum*, *Chrysosporium pannorum* et *Cladosporium herbarum*, ces espèces peuvent survivre même à -60°C. On les rencontre dans des entrepôts frigorifiques (Davet, 1996 ; Botton *et al.*, 1999).

5.5. Humidité

Les champignons ont en général un besoin en eau faible par rapport aux autres microorganismes (Davet, 1996). Néanmoins, l'humidité a une grande influence sur le développement des champignons non seulement sur la croissance mycélienne et la sporulation, mais plus particulièrement sur la germination des spores (Bourgeois, 1989).

Les champignons à mycélium non cloisonné sont les plus sensibles à la dessiccation ; leur développement cesse lorsque le potentiel hydrique descend au-dessous de - 4 MPa. Les champignons à mycélium cloisonné supportent en moyenne jusqu'à - 10 MPa. Cependant, les *Aspergillus* et les *Penicillium* peuvent en général se développer à des potentiels hydriques de l'ordre de - 20 MPa (Davet, 1996).

Chapitre II :
Peganum harmala L.

1. Description de la plante

Peganum harmala L. appartient à la famille des Zygophyllaceae, genre *Peganum* et l'espèce *harmala*. Les noms commun de *Peganum harmala* sont harmel; Armel; L'Harmel (au Maghreb); Bender tiffin en Tamachek (Touareg); rue sauvage; rue verte; pégane (en France); Harmel Sahari (en Algérie); Bizr el harmel (en Egypte) (Trabsa, 2011).

L'harmel (figure 7) est une plante herbacée, vivace, glabre, buissonnante de 30 à 90 cm de hauteur, à rhizome épais, à odeur forte, désagréable qui rappelle celle de la rue. Les tiges dressées, très rameuses disparaissent l'hiver. Elles portent des feuilles alternes, découpées en lanières étroites. Les fleurs solitaires, assez grandes (25 à 30 mm), d'un blanc-jaunâtre veinées de vert.

La plante présente des fleurs solitaires et blanches avec des sépales inégaux persistants, qui dépassent la corolle et des pétales crème lavés de rose-orangé à nervures jaunes. Les fleurs sont dotées de dix à quinze étamines. Le gynécée est de 8 à 9mm de longueur, à ovaire supère (une fleur hypogyne) et globuleux, surmonté d'un style cylindrique. Il est composé de trois à quatre loges et de stigmates à trois carènes. Les fruits sont des petites capsules sphériques déprimées au sommet renfermant des graines noires aplaties (Figure 8). Chaque fruit est divisé en trois loges, dont chacune porte 45 à 60 graines (Bahmani *et al.*, 2013; Kemassi *et al.*, 2013; Ouzid *et al.*, 2018).

Les graines sont nombreuses, petites, anguleuses, subtriangulaires, de couleur marron foncé, dont le tégument externe est réticulé, ont une saveur amère; on les récolte en été, le tégument externe de la graine renferme un pigment rouge connu sous le nom de "Turkeyred". (Iserin, 2001 ; Trabsa, 2011).



Figure 7 : photos de *Peganum harmala* L. en fleurs(A) et les détails d'une fleur (B) (Jinous et Fereshteh, 2012).



Figure 8 : photos du fruit (A) et des graines (B) de *Peganum harmala L.*(Jinouss et Fereshteh, 2012).

2. Répartition géographique

Espèce cosmopolite très commune sur les sols sableux et un peu nitrés, Elle pousse en Europe australe et austro-orientale, Asie mineure, Tibet, Iran, Turkestan, Syrie, Arabie, Egypte et en Afrique du Nord. En Algérie, *P. harmala L.* est commune aux Hauts Plateaux, au Sahara septentrional et méridional, et aux montagnes du Sahara central (Maire, 1933; Chopra *et al.*, 1960; Ozenda, 1991).

3. Constituants chimiques de la plante

Peganum harmala L. est une plante connue depuis le premier siècle de l'ère chrétienne pour ses propriétés emménagogues, antihelminthiques, antispasmodiques, antiparkinsonniennes et surtout pour ses propriétés hallucinogènes. Parmi les constituants de cette plante, nous avons acides aminés (phénylalanine, valine, proline, thréonine, histidine, acide glutamique), flavonoïdes, coumarines, bases volatiles, tanins, stérols/triterpènes (Al Yahya, 1986), mais aussi des alcaloïdes, qui ont un taux beaucoup plus élevé dans la graine (3 à 4 %) que dans la racine, la tige (0,36 %) et la feuille (0,52 %). Parmi les alcaloïdes trouvée chez dans *Peganum harmala L.*, on retrouve Harmane ($C_{12}H_{10}N_2$), Harmaline ($C_{13}H_{14}N_2O$) (Figure 9), Harmine ($C_{13}H_{12}N_2O$) et Harmalol ($C_{12}H_{12}N_2O$). La teneur en alcaloïdes s'élève brusquement en été, durant la phase de mûrissement du fruit, au moment de la récolte de la graine. L'harmaline est un méthoxy-harmalol et une dihydroharmine, elle constitue les 2/3 des alcaloïdes totaux de la graine (Tahrouch *et al.*, 2002).

Chapitre III :
Matériel et méthodes

1. Description de la zone d'étude

2. 1.1 Situation géographique

Notre zone d'étude se situe au cœur du pays des dayas, au sud de la wilaya de Laghouat. Dayate Aiat est à 50 km du chef-lieu de la wilaya, dans la région de Timzerth. Ces coordonnées GPS sont 33 ° 31N pour la latitude et 2 ° 56E pour la longitude, et 871 m pour l'altitude (Limane *et al.*, 2014 et Ouzid *et al.* , 2018) (Figure 10).

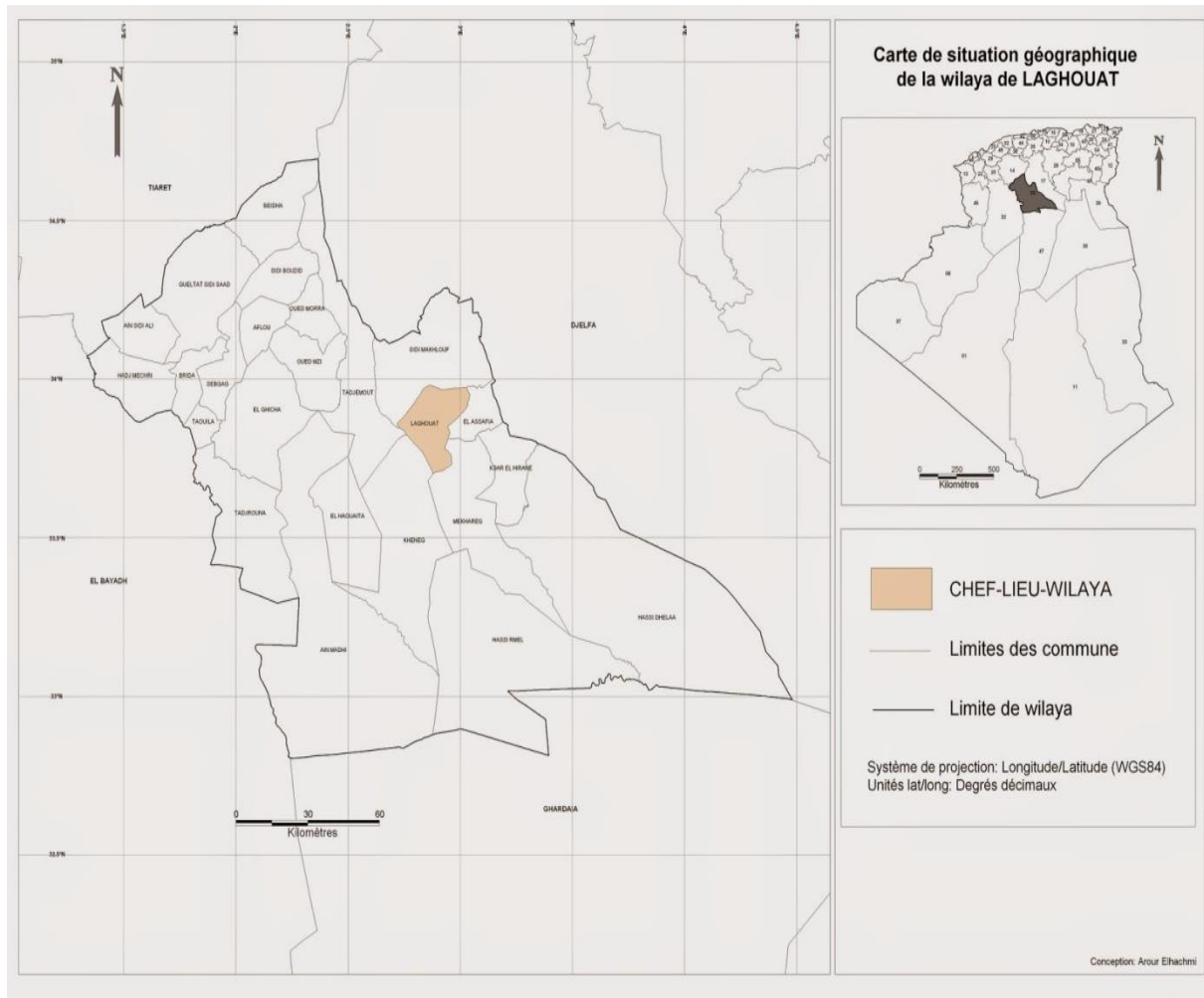


Figure 10 : cartes de la localisation de la wilaya de Laghouat (Algérie) (Google. fr).

1.2. Climat de la région de Laghouat

Notre zone d'échantillonnage est dépourvue de station métrologique, nous avons donc utilisé les données thermiques et pluviométrique de la station de Hassi R'mel. Elle est située à 164m d'altitude, à une latitude de 35°56 N et une longitude de 03°18 E, et ceci pour une période de 12 ans (2002-2012) recueillis par l'office National de la Météorologie (O.N.M) d'Alger.

➤ Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Etablissant une relation entre précipitations moyenne mensuelles et température moyenne du mois, Bagnouls et Gausсен (1953) considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations (en mm) est inférieur ou égal au double de la température (en °C), c'est-à-dire ; lorsque le rapport : $P \leq 2T$ (Figure 11).

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la station de Hassi R'mel révèle une longue période de sécheresse : elle est de 12 mois, elle s'étale du mois de janvier au mois de décembre (Boubrima, 2011).

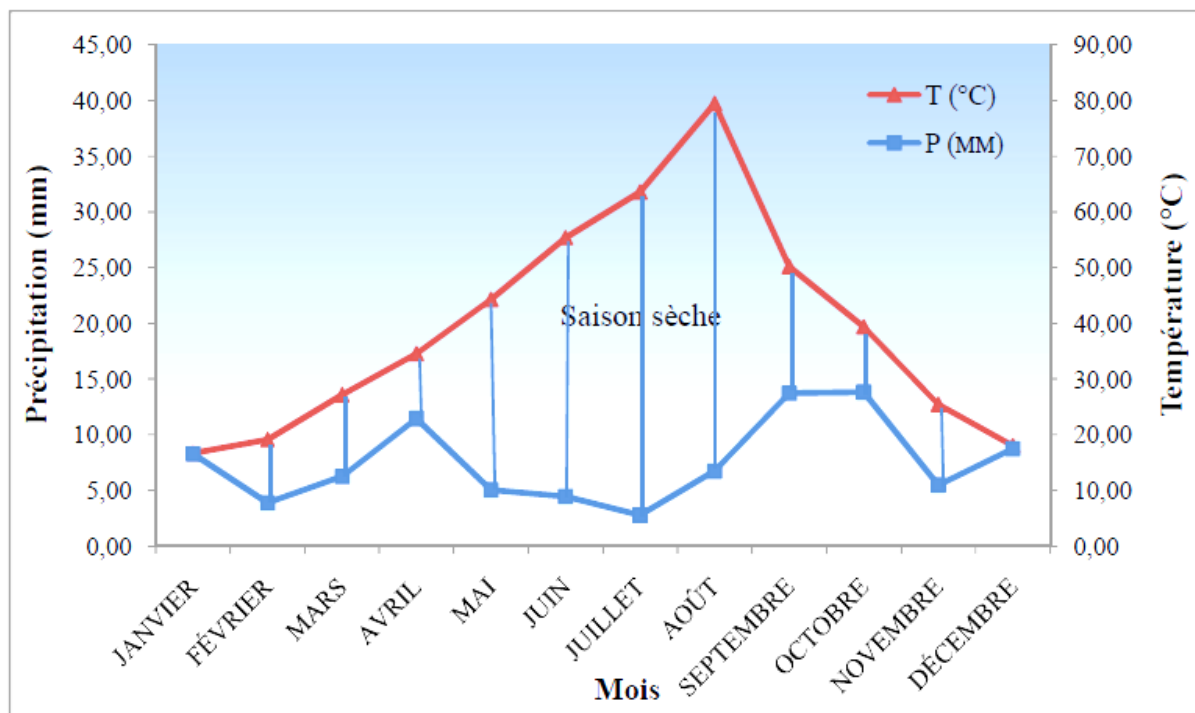


Figure 11 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la station d'étude (2002-2012) (Source Boubrima, 2014).

2 Matériel et méthodes

2.1 Matériel biologique

L'échantillonnage a concerné le sol sous 10 sujets de *Peganum harmala* L. Les sols ont été récoltés au moins d'avril 2015 au niveau de dayate Aiat (Timzerth, Laghouat) sur les 20 premiers centimètres.

2.2. Méthodes

2.2.1. Préparation de la suspension- dilution

Pour chaque traitement, 10g de sol sont mis en suspension dans 90ml d'eau distillée stérile. La solution est agitée pendant 5 min sur un agitateur. La suspension obtenue correspond à la solution mère.

1 ml de la solution mère est versé dans un tube contenant 9ml d'eau distillée stérile, c'est la dilution 10^{-1} . Après agitation, 1ml de la solution 10^{-1} est prélevé dans des conditions d'aseptie, puis transféré dans un deuxième tube contenant comme le premier, 9ml d'eau distillée stérile c'est la dilution 10^{-2} . La dilution se fait ainsi jusqu'à 10^{-3} (Figure 12).

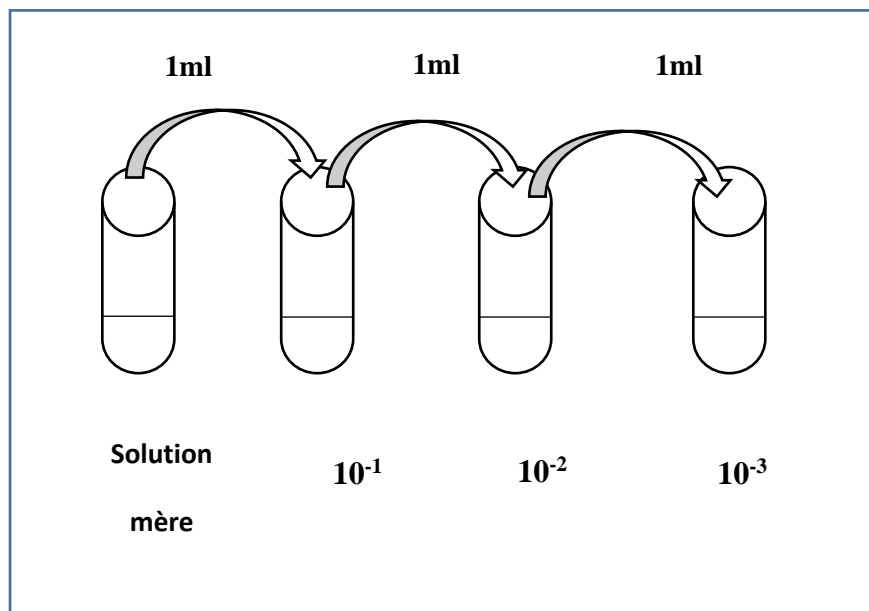


Figure 12 : schéma qui représente les étapes de la préparation de la suspension- dilution.

2.2.2. Préparation du milieu de culture (PDA)

Le milieu PDA (Potato Dextrose d'Agar) est un milieu usuel pour la culture de la plus part des champignons. Il est préparé à partir de :

- 200g de pomme de terre ;
- 20g de glucose ;
- 20g d'agar-agar ;
- 1000ml d'eau distillée.

Les pommes de terre sont pelées, lavées et coupées en tranche minces. Elles sont cuites dans 200ml d'eau pendant 15 à 20 mn. Le mélange obtenu est filtré. Le filtrat est versé dans un erlen meyer d'un litre placé sur un agitateur chauffant. On ajoute au filtrat le glucose et l'agar agar, puis on complète le volume à 1000 ml. L'erlen meyer est retiré de la plaque lorsque le milieu est homogène et clair.

Le milieu prêt est versé dans un flacon d'un litre pour la stérilisation à l'étuve à une température 120°C. Quelques grammes d'antibiotique sont ensuite incorporés au milieu préparé. Après refroidissement du milieu, ce dernier est coulé dans des boites de Pétri entre deux becs bunsen.

2.2.3. Mise en culture du sol sous *Peganum harmala* L.

Après solidification du milieu PDA, chacune des boites de Pétri estensemencée avec 1ml de chaque dilution, puis incubée à température ambiante jusqu'à apparition des souches.

2.2.4. Identification

Dans un milieu, on prélève un échantillon de chaque colonie de champignon apparu dans les boites de Pétri pour le mettre sur une lame. On ajoute une goutte de gélatine fondue dans le but de fixer l'échantillon, puis on le couvre avec une lamelle.

Les champignons sont observés au microscope, l'identification de ces deniers fait appel aux caractères cultureux (identification macroscopique) et à la morphologie (identification microscopique).

Identification macroscopique

Cette méthode est basée sur des aspects distinctifs à l'œil nu :

- l'aspect des colonies (duveteuse, laineuse, veloutées) ;
- le relief de la colonie (plane, surélevée) ;
- la taille de colonie ;
- la couleur de la colonie.

Identification microscopique

Pour l'identification microscopique des genres fongiques a été selon les différents caractères comme la structure du mycélium (cloisonnement) et du type de formation de conidies et leur forme...etc.

2.3.5. Analyse statistique

La fréquence de colonisation **FC(%)** est calculée selon la formule suivante :

$$FC(\%) = \frac{\text{Nombre de fragments colonisés}}{\text{Nombre total de fragments}} \times 100$$

L'abondance de chaque genre de champignons **A(%)** est également calculée selon la formule suivante :

$$A(\%) = \frac{Ng}{Nt} \times 100$$

A : abondance des genres,

Ng : nombre de fois que le genre est recensé dans un sujet,

Nt: ensemble des répétitions.

Des analyses de variance (ANOVA) sont faites grâce au logiciel Stat Box 6.40, pour mettre en évidence la présence de différences significatives entre les différents sujets échantillonnés.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

1. Fréquences de colonisation

1.1 Résultats

Une observation des boîtes de Pétri dans lesquelles nous avons réalisé la mise en culture des différents sols montrent, toutes sans exceptions la présence de champignons. La fréquence de colonisation (FC) de 100% pour toutes les boîtes.

1.2 Discussion

Les recherches sur les microorganismes montrent que la plupart des milieux naturels air, sol, eau, matières premières, produits manufacturés, renferment des microorganismes parfois utiles, souvent indispensables, en particulier les champignons qui peuvent être des agents actifs de bio-détérioration et des producteurs dangereux de toxines. Ce fort taux de colonisation peut être expliqué par le fait que les champignons sont d'autant plus redoutables qu'ils peuvent, suivant le cas, se développer à des températures de 0 à plus de 40°C, mais aussi supporter de très faibles teneurs en eau. Doter d'un arsenal enzymatique très varié, il n'est pratiquement pas un milieu qu'ils ne puissent pas coloniser (Botton *et al.*, 1990). Le sol a de nombreuses fonctions, il est un milieu biologique dans et sur lequel se développent des organismes vivants. Les bactéries et les champignons constituent les microorganismes les plus représentés dans les sols, où ils sont les principaux responsables de la minéralisation des matières organiques (Quenea, 2004). En effet, c'est un habitat généralement favorable à la prolifération des microorganismes, leur nombre est supérieur à celui trouvé dans les eaux douces ou marines (Artiola-Fortuny *et al.*, 1982).

2. Diversité des champignons recensés

2.1 Résultats

Le tableau montre la diversité des Mycètes au niveau du sol sous *Peganum harmala* L. de dayate Aiat (Laghouat, Algérie). 21 genres de champignons ont été identifiés. Ils appartiennent aux genres *Absidia*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chironilia*, *Cladosporium*, *Coccidioides*, *Neoscytalidium*, *Onychola*, *Rhizoctonia*, *Rhizomucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Scedosporium*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Trichophyton*, *Mucor*, *Phoma*, *Ulocladium*, ainsi que des souches non identifiées (SNI) (Tableau I).

Tableau I : diversité des champignons isolés à partir des sols sous de *Peganum harmala* L.

Genres de champignons	phylum	Ordre	Famille
<i>Absidia</i>	Zygomycota	Mucorales	Mucoraceae
<i>Alternaria</i>	Ascomycota	Pléosporale	Pléosporaceae
<i>Aspergillus</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae
<i>Aureobasidium</i>	Ascomycota	Dothidéales	Dothioraceae
<i>Chironilia</i>	Ascomycota	Sordanales	Sordanaceae
<i>Cladosporium</i>	Ascomycota	Capnodiales	Daridiellaceae
<i>Coccidioides</i>	Ascomycota	Onygenales	Onygenaceae
<i>Mucor</i>	Zygomycota	Mucorales	Mucoraceae
<i>Neoscytalidium</i>	Ascomycota	Botryosphaeriales	Botryosphaeriaceae
<i>Onychocola</i>	Ascomycota	Onygenales	Gymnascaceae
<i>Rhizoctonia</i>	Basidiomycota	Cantharellales	Ceratobasidiaceae
<i>Rhizomucor</i>	Zygomycota	Mucorales	Mucoraceae
<i>Rhizopus</i>	Zygomycota	Mucorales	Mucoraceae
<i>Penicillium</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae
<i>Phoma</i>	Ascomycota	Sphaeropsidales	Sphaeropsidaceae
<i>Scedosporium</i>	Ascomycota	Microascales	Microascaceae
<i>Scopulariopsis</i>	Ascomycota	Microascales	Microascaceae
<i>Trichoderma</i>	Ascomycota	Hypocreales	Hypocreaceae
<i>Trichothecium</i>	Ascomycota	Hypocreales	Hypocreaceae
<i>Trichophyton</i>	Ascomycota	Onygenales	Arthrodermataceae
<i>Ulocladium</i>	Ascomycota	Pléosporale	Pléosporaceae
SNI	/	/	/

Les champignons identifiés à partir du sol sous *Peganum harmala* L appartiennent au phylum des Ascomycètes (71%), des Zygomycètes (19%) enfin les Basidiomycètes (5%) et on a aussi des souches non identifiées (SNI) (5%) (Figure 13).

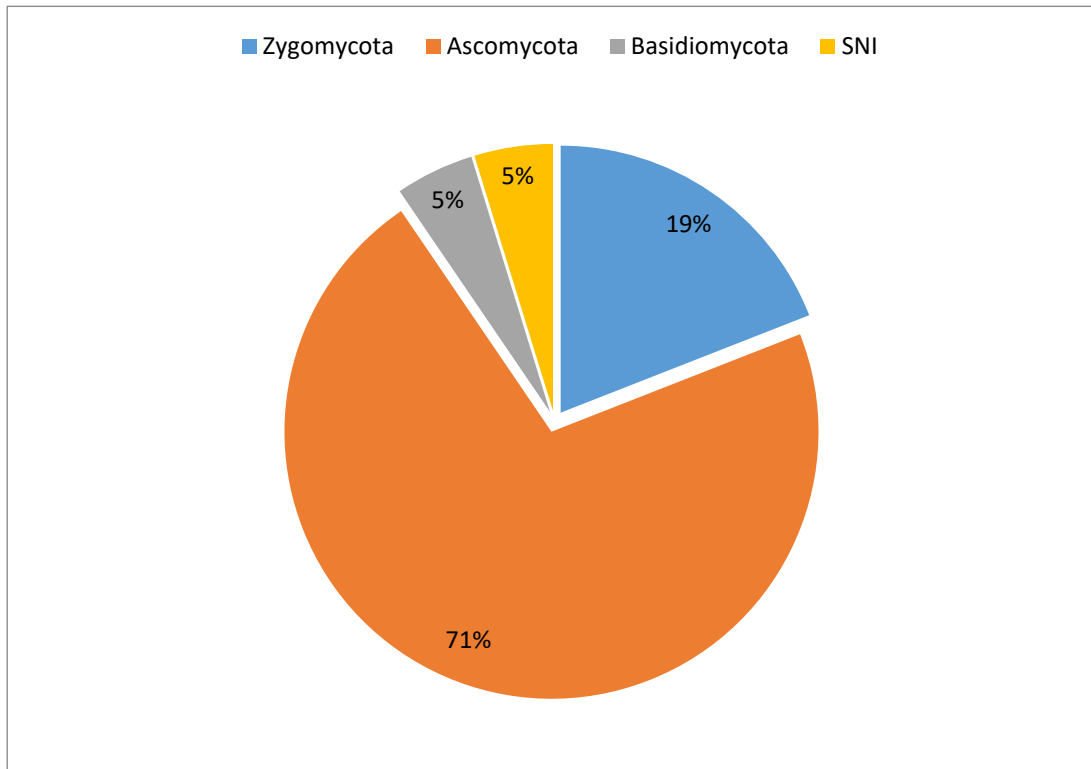


Figure 13 : dominance des phylums des champignons isolés à partir des sols des sujets échantillonnés.

2.2 Discussion

Les champignons identifiés dans ce travail sont majoritairement des Ascomycètes avec 71%, Basidiomycètes (19%) enfin Zygomycètes (5%). Ces résultats peuvent être confrontés à ceux de Ouzid et *al.* (2018) qui a travaillé sur les mycoendophyte et les épiphytes des feuilles de la même plante dans la même région et la même daya. La majorité des champignons recensés dans cette étude appartient aux Ascomycota en effet les champignons endophytes constituent un groupe très diversifié, principalement constitué d'espèces appartenant au phylum des Ascomycota (Crozet et Canard, 2016).

3. Description des genres de champignons recensés

Absidia

Le mycélium est siphonné, parfois des cloisons sont présentes au niveau des appareils sporifères, apophyse bien développée (rhizoïdes présents, mais souvent difficiles à repérer (Botton *et al.*, 1990) (Figure 14).

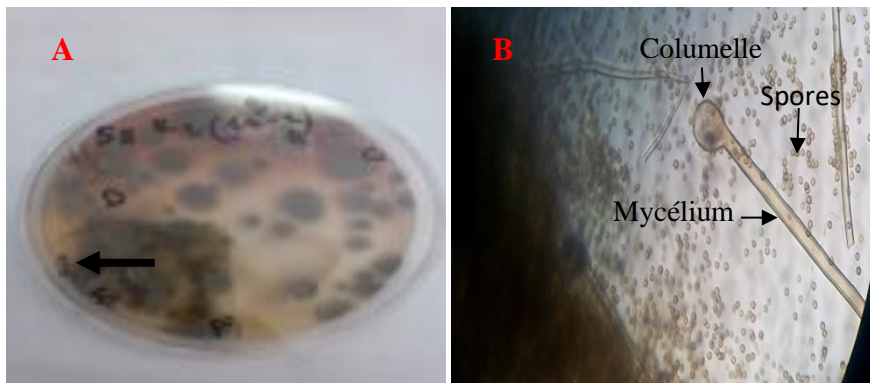


Figure 14 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Absidia* pour le sujet 8, dilution 10^{-2} ($\times 400$).

Alternaria

Le mycélium est de type cloisonné, associé à la présence de conidies pluricellulaires en chaînes brunes irrégulières, souvent en forme de massue, cloisonnées longitudinalement et transversalement (Bissdat, 2014) (Figure 15).

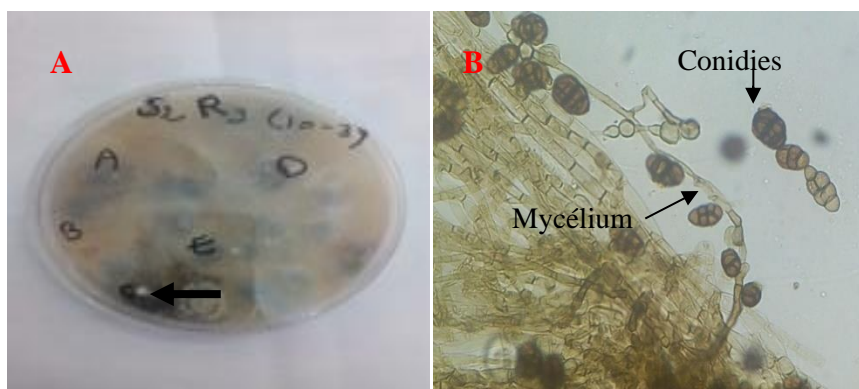


Figure 15 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Alternaria* pour le sujet 2, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Aspergillus

Le mycélium est cloisonné, portant de nombreux conidiophores dressés, non ramifiés, terminés en vésicule. Des phialides sont formées directement sur la vésicule avec des têtes conidiennes unisériées ou bisériées ; les conidies sont en chaîne unicellulaires (Botton *et al.*, 1990) (Figure 16).



Figure 16 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Aspergillus* pour le sujet 9, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Aureobasidium

Thalle d'aspect visqueux ou de levure, d'abord pâle puis noir, conidies unicellulaires, hylines, bourgeonnées, en groupes et de façon synchrone sur les hyphes (Botton *et al.*, 1990) (Figure 17).

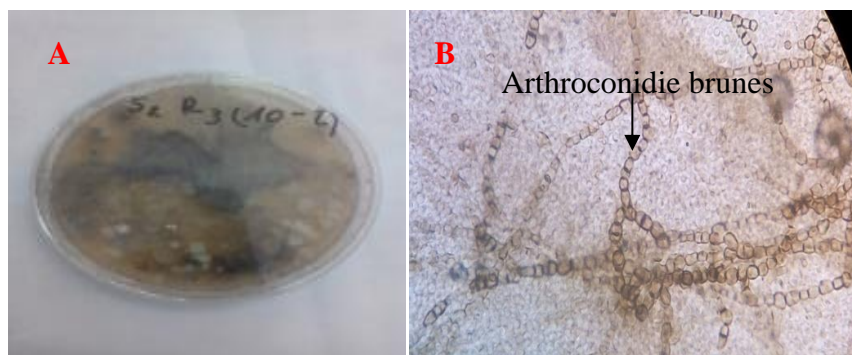


Figure 17 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Aureobasidium* pour le sujet 2, dilution 10^{-2} ($\times 400$).

Chersonilia

Spores en chaînes, naissant du conidiophore non différencié, en forme de branches ; colonies souvent de forte croissance et roses (Botton *et al.*, 1990) (Figure 18).

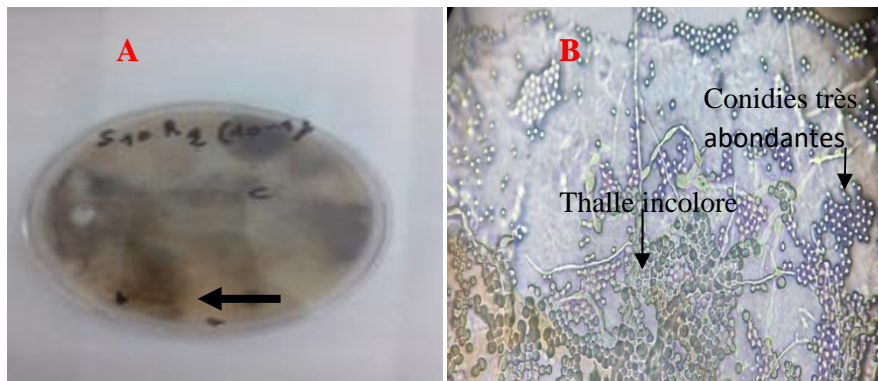


Figure 18 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Chersonilia* pour le sujet 10, répétitions 2, dilution 10^{-1} ($\times 400$).

Cladosporium

Les colonies apparaissent de couleur vert foncé, revers blanc, petites conidies en chaînes globulaires, elliptiques ou fusiformes et lisses (Botton *et al.*, 1990) (Figure 19).

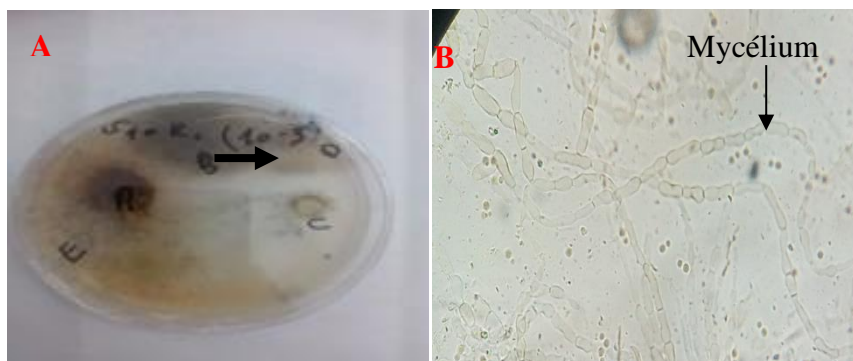


Figure 19 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Cladosporium* pour le sujet 10, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Coccidioides

Les hyphes est sous forme d'arthronidies , séparées les unes des autres par des espaces vidés de leurs protoplasmes, qui prennent le nom de cellules disjonctrices (Delorme et Robert, 1999) (Figure 20).

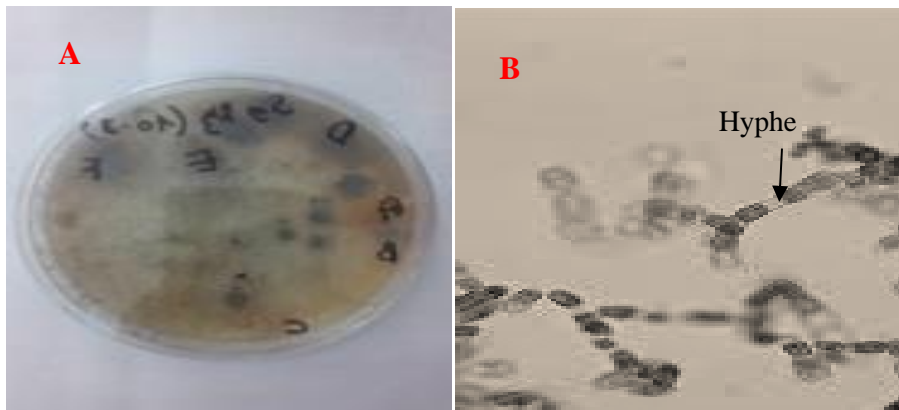


Figure 20 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Coccidioides* pour le sujet 9, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Mucor

Thalle siphonné, pas de stolons. Sporocystophores dressés, toujours terminés par un sporocyste, simple ou à ramification sympodiale, sporocystes globuleux, blancs ou un peu colorés (Botton *et al.*, 1990) (Figure 21).

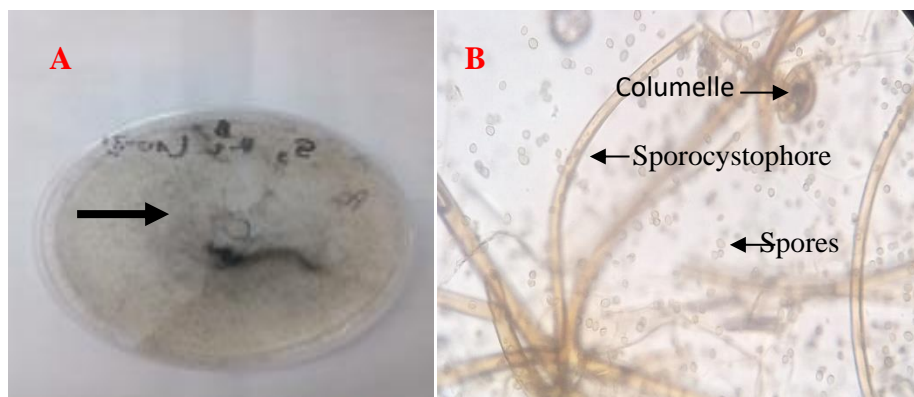


Figure 21 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Mucor* pour le sujet 5, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Neoscytalidium

Hyphes ramifiés et septés, sans conidiophores. Les arthroconidies se développent et ont une à deux cellules de longueur. Les hyphes sont larges (6 à 10 μm) et les arthroconidies sont brunes (Botton *et al.*, 1990) (Figure 22).

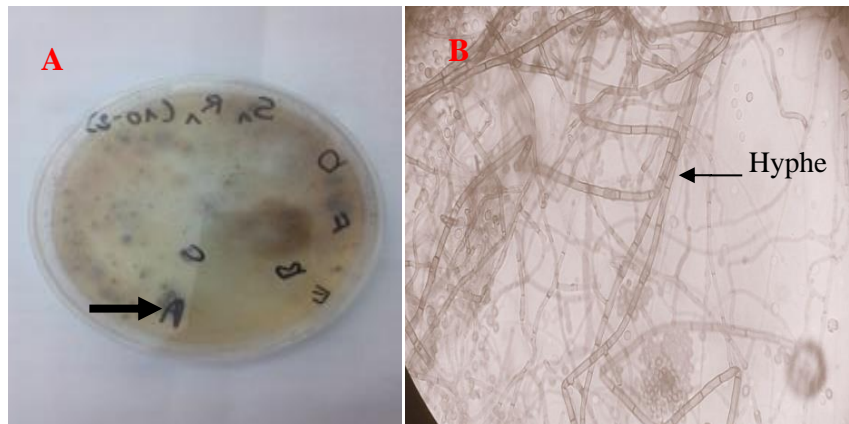


Figure 22 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Neoscytalidium* pour le sujet 9, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Onychocola

Au départ, les colonies ne montrent que des filaments fins, hyalins, lisses, sans aucune fructification. C'est sur des cultures tardives que certains filaments deviennent toruloïdes et verruqueux, formant des chaînes d'arthrospores souvent articulées à angle droit. Ces dernières sont ovales à cylindriques (uni ou bicellulaires) (Botton *et al.*, 1990) (Figure 23).

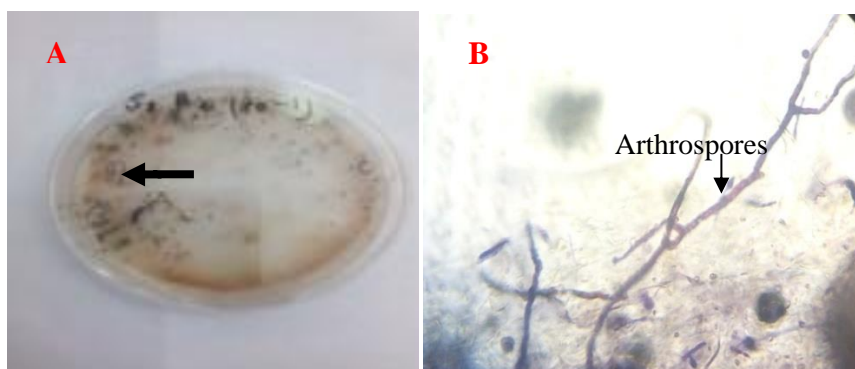


Figure 23 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Onychocola* pour le sujet 8, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Rhizoctonia

Ce genre de champignon est anamorphe, avec mycélium très ramifié (Botton *et al.*, 1990) (Figure 24).

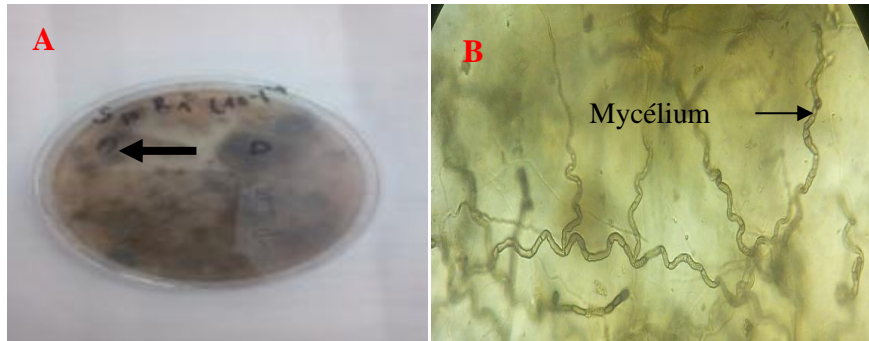


Figure 24 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Rhizoctonia* pour le sujet 10, dilution 10^{-1} ($\times 400$).

Rhizomucor

Sporocystophores ramifiés vers le haut, formés soit sur des hyphes aériennes, soit sur des stolons avec dans les deux cas des rhizoïdes très primitifs, sporocystes multispores, globuleux, noirs (Botton *et al.*, 1990) (Figure 25).

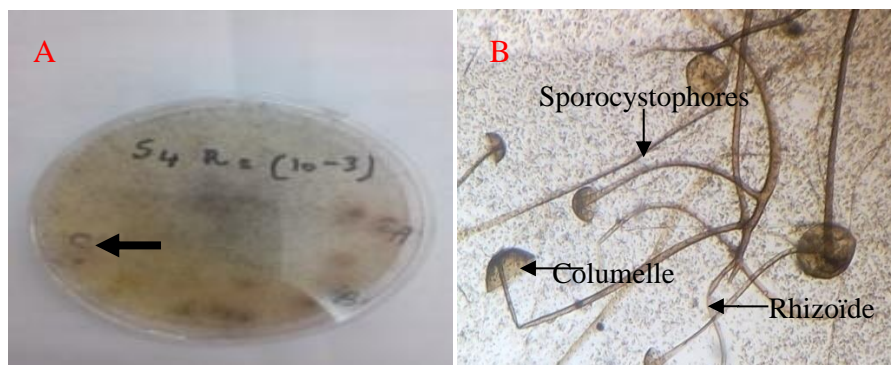


Figure 25 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Rhizomucor* pour le sujet 4, dilution 10^{-3} ($\times 100$).

Rhizopus

Thalle à croissance rapide, sporocystophores généralement très grands, terminés en entonnoir, en bouquets de 2 à 6, présentant à la base des rhizoïdes ; columelles brunes, globuleuses ou semi-globuleuses (Botton *et al.*, 1990) (Figure 26).

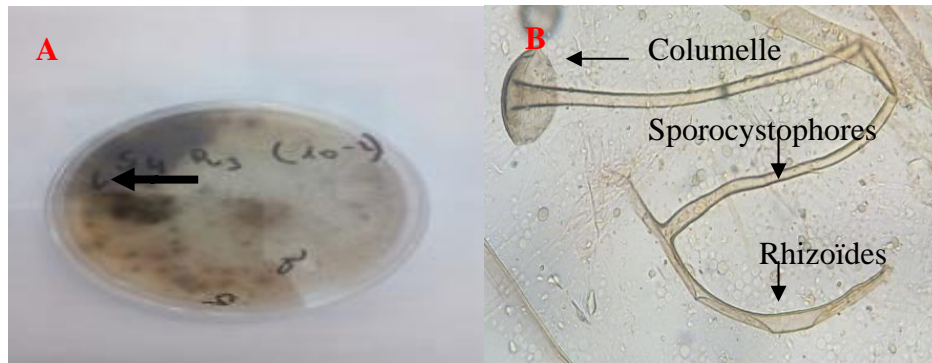


Figure 26 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Rhizopus* pour le sujet 4, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Scedosporium

Conidies unicellulaires, brunes, solitaires et terminales (Figure 27) (Delorme et Robert, 1997).

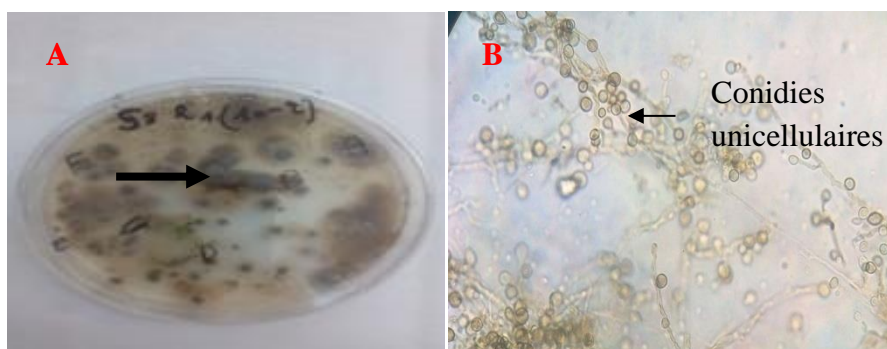


Figure 27 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Scedosporium*, pour le sujet 8, dilution 10^{-2} ($\times 400$).

Scopulariopsis

Spores généralement grises, beiges ou incolores, produites à partir d'un amas de cellules en forme de bouteille (Botton *et al.*, 1990) (Figure 28).

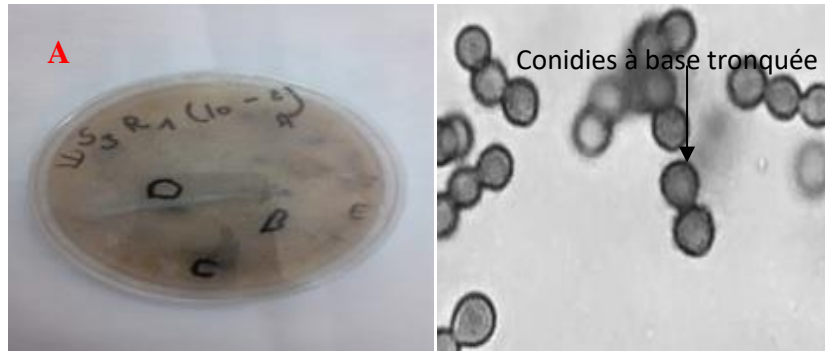


Figure 28 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre de *Scopulariopsis* pour le sujet 8, dilution 10^{-2} ($\times 400$).

Trichoderma

Les filaments fertiles ou les conidiophores produisent des branches latérales verticillées portant de courtes phialides. Les spores (conidies) unicellulaires sont produites successivement, à partir de l'extrémité des phialides et regroupées dans des petites masses humides (Figure 29).

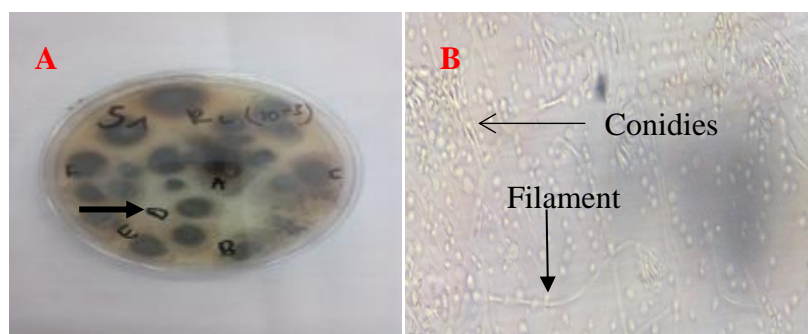


Figure 29 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Trichoderma*, pour le sujet 1, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Trichothecium

Les spores (conidies) sont biloculaires, incolores à roses ; elles sont à symétrie bilatérale et sont produites par de longues chaînes de conidiophores non ramifiés (Botton *et al.*, 1990) (Figure 30).

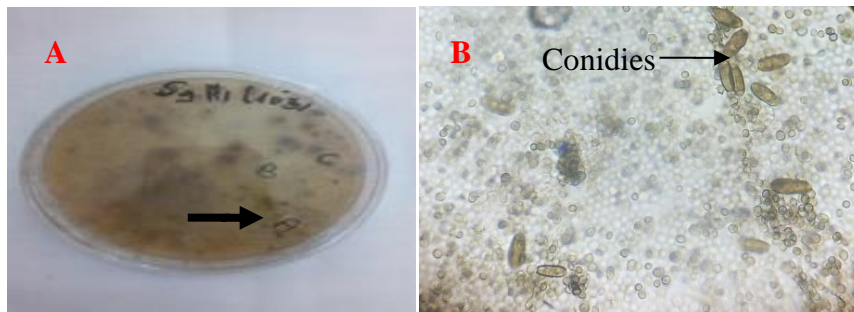


Figure 30 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Trichothecium* pour le sujet 9, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Trichophyton

Très nombreuses microconidies de forme sphérique réunies en amas ou en grappes disposées partout sur les hyphes. Ces amas sont à l'origine de l'aspect granuleux ou sableux de la surface des cultures (Figure 31) (Delorme et Robert, 1997).

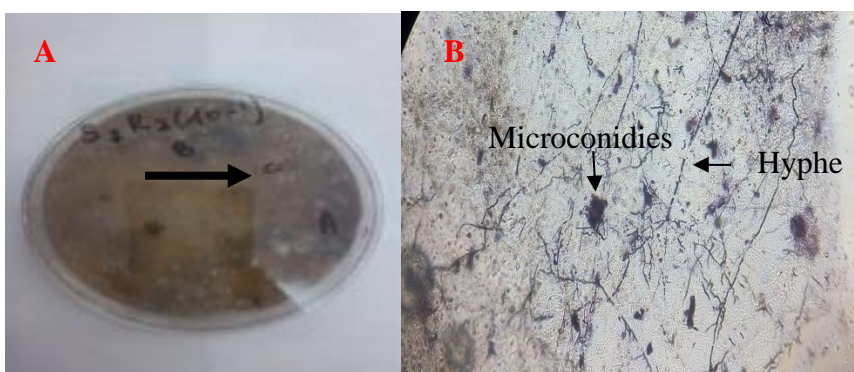


Figure 31 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Trichophyton* pour le sujet 7, dilution 10^{-2} ($\times 400$).

Penicillium

Conidiophores insérés directement sur le mycélium, les conidies se forment par bourgeonnement, au sommet des phialides (Bouchet *et al.*, 2000) (Figure 33).

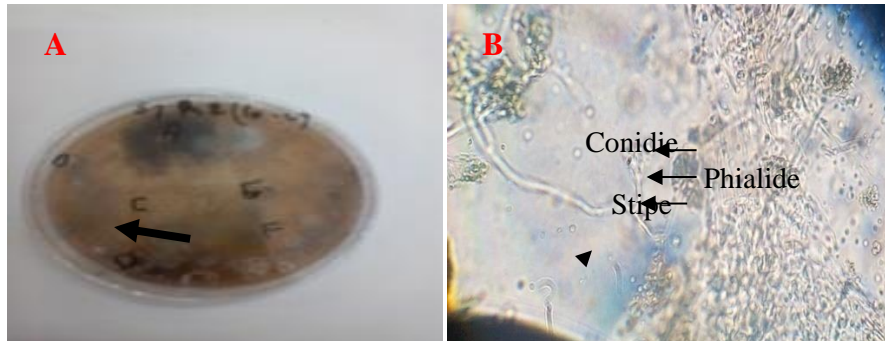


Figure 32 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Penicillium* pour le sujet 7, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

Phoma

Le genre se reconnaît par ses fructifications (cléistothéce) plus ou moins rondes, contenant des masses de spores unicellulaires, incolores à jaune ou rose (Botton *et al.*, 1990) (Figure 34).

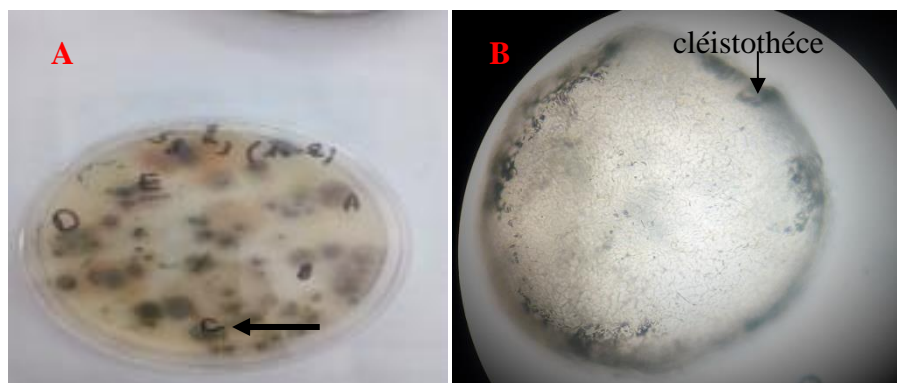


Figure 33 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Phoma* pour le sujet 8, dilution 10^{-2} ($\times 400$).

Ulocladium

Sous microscope optique, le mycélium est de type cloisonné associé à la présence de conidies pluricellulaires et cloisonnées (Botton *et al.*, 1990)(Figure 34).

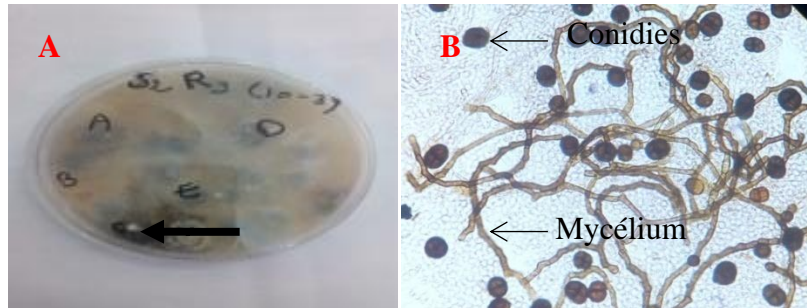


Figure 32 : observation macroscopique (A) et microscopique (B) d'*Ulocladium* pour le sujet 2, dilution 10^{-3} ($\times 400$).

4. Abondance des champignons recensés

4.1 Résultats

Le tableau II montre l'abondance des 21 genres recensés, le genre le plus le plus abondante est *Rhizopus* (23,07%) suivi par *Penicillium* (14,31%), puis on a *Aspergillus* (5,14%) nous avons également un pourcentage important des structure non identifie (SNI).

Tableau I : Abondance des champignons recensés sous le sol de *Peganum harmala* L.

Genres de champignons	Abondance (%)
<i>Absidia</i>	0.78
<i>Alternaria</i>	1.02
<i>Aspergillus</i>	5.14
<i>Aureobasidium</i>	3.39
<i>Chironilia</i>	0.50
<i>Cladosporium</i>	1.41
<i>Coccidioides</i>	0.94
<i>Mucor</i>	0.50
<i>Neoscytalidium</i>	1.42
<i>Onychocola</i>	1.26
<i>Rhizoctonia</i>	0.37
<i>Rhizomucor</i>	2.69
<i>Rhizopus</i>	23.07
<i>Penicillium</i>	14.31
<i>Phoma</i>	0.11
<i>Sedosporium</i>	2.63
<i>Scopulariopsis</i>	1.71
<i>Trichoderma</i>	0.18
<i>Trichothecium</i>	2.69
<i>Trichophyton</i>	0.64
<i>Ulocladium</i>	4.22
SNI	13.33

4.2 Discussion

Nous remarquons que le genre le plus abondant est *Rhizopus* (23.07%). Ce champignon fait partie de l'ordre des Mucorales, qui sont des champignons très répandus ; leurs spores sont très nombreuses dans le l'air et le sol. Ils vivent en saprophyte sur des matières organiques (animal ou végétal). Le grand nombre de spores émises leurs permet de monopoliser les ressources nutritives, avant les autres espèces avec lesquelles ils entreraient en compétition : les Mucoracées sont parmi les moisissures les plus efficaces de la biosphère (Bouchet *et al.*, 2000).

Les genres *Penicillium* et *Aspergillus* sont cosmopolites. Ces deux genres sont adaptées à coloniser des milieux à pression osmotique très élevées (Bouchet *et al.*, 2000). *Penicillium* est connu pour avoir comme habitat naturel le sol et les matières organiques en décomposition (Tubac, 2007). *Aspergillus* est un genre fongique qui a une large répartition géographique, mais il est souvent associé aux régions à climat chaud (Castegrano et Pfohl-Leszkowicz, 2002). Ceci peut expliquer sa présence dans le sol aride, que nous avons étudié. Ce genre est connu aussi pour sa capacité à répondre aux changements de pH, aux stress osmotique et oxydatif (Calvo *et al.*, 2002).

Nous avons également effectué un test statistique du type ANOVA, qui n'a révélé aucune différence significative entre les genres identifiés au niveau des sols sous *Peganum harmala* L. Néanmoins, une différence significative ($P=0,04$) concerne le genre *Trichothecium* (Annexe). Cela suggère qu'ils sont distribués de manière égale au niveau de tous les sujets et qu'il n'y aura aucun stimulus particulier, qui influence la distribution de ces genres fongiques. Par contre, le genre *Trichothecium* a montré une différence de distribution ; cela peut s'expliquer par l'effet d'un facteur biotique ou abiotique, qui a provoqué cette différence.

Le tableau III montre les genres les plus dominants chez les mycoendophytes et les épiphytes des feuilles de *Peganum harmada* L. de la région de Laghouat (Algérie) selon l'étude de Ouzid *et al.*, (2018), comparée aux résultats de notre étude.

Tableau III : Diversité des champignons des feuilles et du sol sous de *Peganum harmala* L.

Genres de champignons	Abondance dans le sol (%)	Abondance mycoendophytes de la feuille (%)	Abondance épiphytes de la feuille (%)
<i>Absidia</i>	0,78	0,76	0
<i>Alternaria</i>	1,02	21,89	11,99
<i>Aspergillus</i>	5,14	14,74	6,66
<i>Aureobasidium</i>	3,39	6,66	0
<i>Bipolaris</i>	0	1,25	4,66
<i>Exophiala</i>	0	4,03	0
<i>Chrisonia</i>	0,50	0	0
<i>Cladosporium</i>	1,41	34,63	4,66
<i>Coccidioides</i>	0,94	0	0
<i>Mucor</i>	0,50	0	Présent
<i>Neoscytalidium</i>	1,42	0	0
<i>Onychocola</i>	1,26	0	0
<i>Rhizoctonia</i>	0,36	2,43	0,66
<i>Rhizomucor</i>	2,69	0	0
<i>Rhizopus</i>	23,07	2,31	13,33
<i>Paraphaeria</i>	0	0,76	0
<i>Penicillium</i>	14,31	13,03	14,66
<i>Phoma</i>	0,11	0	0,66
<i>Scedosporium</i>	2,63	0	0
<i>Scopulariopsis</i>	1,71	0	Présent
<i>Trichoderma</i>	0,18	4,10	4,66
<i>Trichothecium</i>	2,29	1,66	0
<i>Trichophyton</i>	2,69	1,66	5,33
<i>Ulocladium</i>	4,22	0	0
<i>Verticillium</i>	0	4,99	0
SNI	13,33	Présent	Présent

Dans l'étude menée par Ouzid *et al.*, (2018) sur les mycoendophytes et épiphytes des feuilles de *Peganum harmala* L. de la région de Laghouat (Algérie), les genres suivants :

Rhizopus, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Trichophyton*, *Aureobasidium*, *Absidia*, *Trichophyton*, *Rhizoctonia* sont des mycoendophytes foliaires qui colonisent les tissus de cette plante. Les plus abondants sont *Cladosporium* avec 43,63%, *Alternaria* (21,98), *Aspergillus* (14,74). Quant aux épiphytes recensés par Ouzid *et al*, (2018), les genres les plus dominants sont *Penicillium* (14,66%), suivi de *Rhizopus* (13,33%) et *Alternaria* (11,99%). Selon le tableau III certains genres comme *Aspergillus* sont présent dans le sol et dans l'air. Il peut pénétrer dans la plante par les feuilles et les racines, il ya aussi des genres qui ne sont ni présents dans le sol ni dans l'air exemple de *Verticillium*. Ce qui nous amène à suggérez que leur origine de ces champignons est la graine. Enfin nous avons des genres de champignon tel que *Bipolaris*, qui ne sont pas présents dans le sol mais ils sont rencontrés dans l'air donc il peut pénétrer dans la plante par les stomates.

Conclusion générale

La présente étude a pour objectif une approche de la diversité des Mycètes au niveau du sol sous *Peganum harmala* de dayate Aiat (Laghouat, Algérie). 21 genres de champignons ont été identifiés : *Absidia*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chrisonilia*, *Cladosporium*, *Coccidioides*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Onychocola*, *Rhoizoctonia*, *Rhizopus*, *Rhizomucor*, *Penicillium*, *Phoma*, *Scedosporium*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Trichophyton*, *Ulocladium*, SNI (structures non identifiées).

Notre étude a révélé que les genres de champignons les abondants sont représentés par *Rhizopus* (23.07%) suivi de *Penicillium* (14.31%) et *Aspergillus* (5.14%). Les phyla des genres des champignons identifiés sont les Ascomycota (71%), les Zygomycota (19%) et les Basidiomycota (5%). Nous avons recensé également des structures non identifiées (SNI) (5%°).

Ces résultats ont fait l'objet d'une analyse statistique par un test d'analyse de variance (ANOVA). Tous les genres fongiques identifiés ne montrent pas de différence de distribution significative, sauf pour un seul genre fongique *Trichothecium* qui a montré une différence de distribution.

Pour une meilleure identification des champignons du sol sous *Peganum harmala* L., il est nécessaire d'établir la diversité pour d'autres saisons pour faire un suivi temporel de la diversité des champignons dans le sol de cette plante, mais aussi une évaluation de la diversité taxonomique par les techniques moléculaires, et enfin isoler les souches fongiques et les tester dans des conditions contrôlées dans le but d'évaluer leurs capacités d'adaptation et leur rôles dans sol de cet écosystème aride.

Références bibliographique

A

- ✓ **Al Yahia M. A., 1986-** Phytochemical studies of the plants used in traditional medicine of Saudi Arabia. *Fitoterapia*, 52 (3), 179-182.
- ✓ **Andéol S-C, Benjamin C., 2016-** Les champignons endophytes : impact sur les écosystèmes et production de molécules d'intérêt thérapeutique. Thèse de doctorat en pharmacie, Université Grenoble, 104p.

B

- ✓ **Bessadat N., 2014-** Isolement, identification et caractérisation des *Alternaria* sp. Responsables de la détérioration des plantes maraichères par des systèmes enzymatiques et moléculaires. Thèse de doctorat en Microbiologie, université D'Oran Es-Enia, 213p.
- ✓ **Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J-1989.** Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. 244p.
- ✓ **Botton. B , Breton.A,Fevke.M,Gauthiers.S,Ph.guy,J .-P. Larpent, Reymond. P, Sanglir J .-J.,Vayssier y, Veau .P,1990,** Moisissures outils et nuisibles importance industrielle. 2^{ème} édition ,Masson, 512p.
- ✓ **Bouchet, P. Guignard, J.-L. Pouchus, Y.-F, 2005,** Les champignons :mycologie fondamentale et appliquée, .2^{ème} édition, Masson.191p.
- ✓ **Bouchet P., Giraud J.L., and Vihard J., 1999** Les champignons : mycologie fondamentale et appliquée. Masson, 190p.
- ✓ **Boubrima A ., 2014 -**Type d'enracinement du pistachier de l'Atlas en relation avec les propriétés physico-chimiques du sol sous-jacent : cas de dayate Saadi (hassi delàa) et dayate Aiat(Timzerth) de la wilaya de Laghouat .Mémoire de magister en Ecologie végétal, Université Amar Telidji. Laghouat .244p
- ✓ **Boiron P., 1996-** Organisation et biologie des champignons. Nathan. 128p.
- ✓ **Boutef K. ,1982-** Pharmacopée tunisienne traditionnelle : Harmel. *Le pharmacien du Maghreb*. 2, 38-40.
- ✓ **Bouziane N., 2018-**Toxicité comparée des extraits d'*Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut. (Euphorbiaceae) et de *Peganum harmala* L. (Zygophyllaceae) récoltés au Sahara Septentrional Est algérien sur les larves et les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775). Mémoire de Magister n Science Agronomique, Université Kasdi Merbah, Ouargla, 123 p.

C

- ✓ **Calvet ,R ., 2013 ,**Le sol. 2^{ème} édition Paris :France agricole,678p.
- ✓ **Calvo. A-M., Wilson. R., Bok. J w ., Killer N-P- 2002,** Relationship between secondary metabolism and fungal development. *Microbil Mol. Biol.* 66(3):447-59.

- ✓ **Castegnaro M., Pfohl-Leszkowiew A., 2002-** Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans la sécurité alimentaire du consommateur, Lavoisier, 478 p.
- ✓ **Crozet A., Canard B., 2016-** Les champignons endophytes : impact sur les écosystèmes et production de molécules d'intérêt thérapeutique, Mémoire de master en pharmacie, Université Grenoble Alpes, 104p.
- ✓ **Champion, R., 1997,** Identifier les champignons transmis par les semences .Paris : Institut national de la recherche agronomique , 398p.
- ✓

D

- ✓ **Davet, P., Rouxel, P.,1997,** Détection et isolement des champignons du sol ,édition INRA. 208p.
- ✓ **Davet P., 1996,** Vie microbienne du sol et production végétale, INRA, 380 p.
- ✓ **Delorme, J., André, R ., 1999-**Mycologie médicale. Décrie, 184p.
- ✓ **Doumergues .Y; Mangenot . f.,1970,** Ecologies microbienne du sol, 1^{ème} édition Masson et C^{ie} Paris.796p.
- ✓ **Duchaufour , P .,1997,** Abrégé de pédologie :sol,végétation.Environnement,5^{ème} édition, Masson.291p.
- ✓ **Dufresne. PH., 2018-**Identification des champignons d'importance médicale .Stage de laboratoire, laboratoire de santé publique du Québec. 64p

G

- ✓ **Gain . M. ,Damman . H., Lue .R., Yoon. K .,2015,** Découvrir la biologie ,2^{ème} édition, De Boeck,428p.
- ✓ **Gobat, R. Guern, M, 1989,** Organisation et Biologie des Thallophytes, Doin Editions.512p
- ✓ **Gobat. J-M., Sarago. M., Mthet. W, 2010-** Le sol vivant: base de pédologie-biologie des sols, Launsane 2^{ème} édition, 568p.
- ✓ **Garbaye J., 2014** –La symbiose mycorhizienne une association entre les plantes et les champignons, Quae, 2019p.

H

- ✓ **Hamiche V., Merad R., Azzouz M., 2013**, Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour méditerranéen , France, Paris, 391p.
- ✓ **Hocine A., Mezian., 2013**- Isolement et caractérisation de champignons cellulolytiques des sols de Béjaïa . Mémoire de master en Environnement et sécurité alimentaire, Université Abderrahmane Mira – Béjaïa, 143p.

J

- ✓ **Genevès L., 1992**-Biologie Végétale : thallophytes et micro-organismes, Dunod . Paris, 159p.
- ✓ **Jinous A., Fereshteh R., 2012**- Chemistry, pharmacology and medicinal properties of *Peganum harmala* L. African Journal of Pharmacy and Pharmacology Vol. 6(22).

L

- ✓ **Lecellier A ., 2013**-Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. thèse de doctorat en Sciences Technologie Sante, université de Reims Champagne-Ardenneecole ,196p.
- ✓ **Limane A . ;Smail Saadoun ,N .,Belkebir Boukais A. ;Hamdani K.;2014**-Root architecture adaptation of *Pistacta Atlantica* subp .*Atlantica* accordingue to an increasing climatic and edapkc gradient :case of a north –south transect in Algeria Turkish Journal of Botany ,38:536-549.

M

- ✓ **Marouf A., Reynaud J.2007**- La botanique de A à Z, Edition : Paris. 352p.
- ✓ **Mohammedi H., Labani A., Benabdeli K., 2006**- Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne. Revue Développement durable et territoire. 2006.14p.
- ✓ **Moulinier, C., 2003**, Parasitologie et mycologie médicale: éléments de morhologie et de biologie ,Paris :Lavoisier ,796p
- ✓ **Mpika1 J., n'guessani k ., Khebbar P., Gary S., Samuel S, Ismael B.Kebe1., 2009**- Isolement et identification de microorganismes indigènes de cacaoyères en Côte d'Ivoire et mise en évidence de leurs effets antagonistes vis-à-vis de *Phytophthora palmivora* ,agent de la pourriture brune des cabosses ,Sciences &Nature,1 :71-82.

- ✓ **Musy A., Soutter M.,1991**, Physiologie du sol, éditeur(s) Presses Polytechniques et Universitaires Romandes (PPUR).335p.

O

- ✓ **Ozenda P., 1983**, flore du Sahara, 1^{er} édition , C.N.R.S.556p
- ✓ **Ouzid Y., Smail-Saadoun N et Houali K., 2018** - Endophytic fungi and foliar epiphytes of *Peganum harmala* L.(Zygophyllaceae)of dayate aiat (Laghouat, Algeria),vol.8,n°1,Jun 2018 :115-128

Q

- ✓ **Quénéa k.,2005** - étude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'une chrono séquence forêt /mais (Cestas ,sud –ouest de la France),thèse de doctorat de l'université Paris VI,187p.

R

- ✓ **Raven. P., Johnson B-I, Jonathan, L., Jules. B., Susan. R-S., Kenneth.A-M., Georges.B-J, 2007**, boilogie végétale.7^{ème} édition, Bruxelles, 1250p.
- ✓ **Rodriguez R.J., White Jr J.F., Arnold A.E., Redman R.S., 2009**- Fungal endophytes : diversity and functional roles. New phytologiste, Vol (182) : 314-330.

S

- ✓ **Sélosse M-A, 2013** - Une classification phylogenetique des eucaryotes, 24p
- ✓ **SchluzB., Boyle C., Daeger S., Rommert A.K., and Krohn K. , 2002**-Endophytic fungui :a source of novel biologically active secondary metabolites. The british Mycological Society, Mycol. Res, 106 (9): 996-1004.
- ✓ **SchluzB., Boyle C.,Sieber T N .,2006**, Wath are the Endophytes ?, Microbial Soil biology, Volume 9
- ✓ **Soltner, D .,2011**, Les bases de la production végétale :le sol, le climat, la plante .1,Le sol et son amélioration :ou connaitre le sol, le conserver ,développer sa fertilité.25,Paris.472p.
- ✓ **Strullu, D-G., 1991**, Les mycorhizes des arbres et plantes cultivés,editeurs Tec & Doc.254p.

T

- ✓ **TABUC C** -2007, Flor fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines , the de doctorat de l'universite de bucares.190p.
- ✓ **Tahrouch S., Rapior ; S., Mondolot-Cosson L., Idrissi-Hassani L. A. ; Bessière J.M. et Andary C., 2002-** *Peganum harmala* : source combinée d'arômes et de colorants. *Rev.Biol.Biotech*, 2. 33-37
- ✓ **Tarabsa H., 2011-** proprietes antioxydantes et activite inhibitrice de la xanthine oxydase des extraits de la plante medicinale *peganum harmala* L. Mémoire de Magister Université Mohammed Kheider , Biskra. 106p.
- ✓ **Touat.R ., Amor-Chelihi .L ., 2016-** Isolement et identification des Moisissures d'une Zone Aride .Mémoire de fin d'études . Mémoire de Master, Université des frères Mentouri Constantine, 51p

Z

- ✓ **ZAREB.A., 2014** - Contribution à l'étude des mycoendophytes foliaires du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) de dayate Ait (Timzerth,Laghouat).Mémoire de magister .Université Mouloud Mammeri de Tzi-Ouzou.

Annexes

Annexe 1

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Aspergillus*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	3330,32	114,84	1,13	0,33
Var.résiduelle	60,00	6085,13	101,42		
Total	89,00	9415,45			

Annexe 2

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Asbsidia*

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	395,73	13,65	0,91	0,60
Var.résiduelle	60,00	901,57	15,03		
Total	89,00	1297,30			

Annexe 3

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Aureliobasidim*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	2038,97	70,31	1,50	0,09
Var.résiduelle	60,00	2811,82	46,86		
Total	89,00	4850,80			

Annexe 4

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Chrisonilia*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	399,04	13,76	0,98	0,51
Var.résiduelle	60,00	844,76	14,08		
Total	89,00	1243,80			

Annexe 5

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Coccidioides*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	643,34	22,18	0,95	0,54
Var.résiduelle	59,00	1371,33	23,24		
Total	88,00	2014,98			

Annexe6

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Penicillium*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	11575,21	399,15	1,53	0,08
Var.résiduelle	60,00	15668,42	261,14		
Total	89,00	27243,63			

Annexe 7

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Phoma*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	32,22	1,11	1,00	0,49
Var.résiduelle	60,00	66,67	1,11		
Total	89,00	98,89			

Annexe 8

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Rhizoctonia*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	357,95	12,34	1,00	0,49
Var.résiduelle	60,00	740,59	12,34		
Total	89,00	1098,55			

Annexe 9

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Scopulariopsis*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	949,69	32,75	0,81	0,73
Var.résiduelle	60,00	2428,24	40,47		
Total	89,00	3377,93			

Annexe 10

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Trichoderma*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	89,43	3,08	1,00	0,49
Var.résiduelle	60,00	185,04	3,08		
Total	89,00	274,47			

Annexe 11

Les tableaux d'analyse de la variance de l'ANOVA pour le genre *Trichophyton*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	540,83	18,65	0,97	0,53
Var.résiduelle	60,00	1157,26	19,29		
Total	89,00	1698,08			

Annexe 12

Les tableaux d'analyses de la variance de l'ANOVA pour le genre *Trichothecium*

Tableau d'analyse de variance

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essais	29,00	3441,80	118,68	1,74	0,04
Var.résiduelle	60,00	4087,60	68,13		
Total	89,00	7529,40			

Résumé- Les champignons vivent en interaction avec les plantes et sont capables de coloniser tous les milieux même les plus défavorables. *Peganum harmala* est une plante médicinale de la famille des zygophyllacées, rencontrée dans une zone aride en Algérie. Le but du présent travail est d'identifier les champignons microscopiques dans le sol sous *Peganum harmala* L. de la région de Laghouat (Algérie), par la technique de mise en culture du sol dans un milieu PDA, suivie par un prélèvement des spores des colonies de champignons, avec observation au microscope photonique. Les résultats montrent que les genres de champignons présents dans le sol sous *Peganum harmala* L. sont *Absidia*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chironilia*, *Cladosporium*, *Coccidioides*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Onychocola*, *Rhizoctonia*, *Rhizomucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Sedosporium*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Trichophyton* et *Ulocladium*. Les plus abondants sont représentés par *Rhizopus* (23,07%) suivi de *Penicillium* (14,31%) et *Aspergillus* (5,14%). Ces genres de champignons témoignent de la diversité des sols arides sous *Peganum harmala* de la région de Laghouat (Algérie) et la capacité des champignons à s'adapter même aux milieux les plus extrêmes.

Mot-clé : Sol, *Peganum harmala* L, diversité fongique, Laghouat (Algérie).

Summary- The fungi live in interaction with the plants and they are able to colonize all even the most unfavorable environments. *Peganum harmala* is a medicinal plant of the zygophyllaceae family found in an arid zone in Algeria (Laghouat). The aim of the present work is to identify the microscopic fungi (fungi) under the ground of *Peganum harmala* L. of the Laghouat region (Algeria), by the technique of soil culture in a PDA medium, followed by a sampling of samples of fungal colonies and observation of samples under a light microscope. The results show that the fungal genera present in the soil under *Peganum harmala* are *Absidia*, *Alternaria*, *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Chironilia*, *Cladosporium*, *Coccidioides*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Onychocola*, *Rhizoctonia*, *Rhizomucor*, *Rhizopus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Sedosporium*, *Scopulariopsis*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, *Trichophyton*, *Ulocladium*. The most abundant are *Rhizopus* (23.07%) followed by *Penicillium* (14.31%) and *Aspergillus* (5.14%). These kinds of fungi testify to the diversity of arid soils under *Peganum harmala* of the Laghouat region (Algeria) and the ability of fungi to adapt to even the most extreme environments.

Keyword: Soil, *Peganum harmala* L, Fungal diversity, Laghouat (Algeria).