

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale



THEME

**Inventaire des champignons des sols rhizosphériques
du pistachier de l'Atlas de dayate El Gouffa
(Laghouat, Algérie).**

Présenté par :

BOUTIBA Sonia

KHELIFI Taous

Le : 28 /10 /2021

Devant le jury :

Mlle ZAREB A.

MAA (UMMTO)

Présidente

M^{me} SMAIL-SAADOUN N

Professeur (UMMTO)

Promotrice

M^{elle} MECHIAH F.

Doctorante (UMMTO)

Co-promotrice

M^{elle} OUZID Y.

MCB (UMBB)

Examinatrice

Promotion : 2020 /2021



Remerciements



On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire



Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mme SMAIL-SAADOUN N.**, Professeur à l'UMMTO, on la remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel.

Nos remerciements s'adressent à notre Co-promotrice **M^{elle} MECHIAH** pour son aide pratique et son encadrement, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire. Ainsi que Son soutien moral et ses encouragements.

Mlle Zareb A pour nous avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance et d'examiner ce modeste travail **Mlle Ouzid Y** pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent également à tous nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académique et professionnelles.

Et enfin, merci à toute personne qui nous ont aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.



Dédicaces



A ma très chère maman

Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurais point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher papa

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Ce travail traduit ma gratitude, mon respect et mon affection.

A mes chères sœurs Djedjiga et Lydia, ma belle-sœur Karima et mes chers frères Said et Ghiles qui n'ont pas cessé de me conseiller et m'encourager tout au long de mes études.

Sans oublier mes neveux : Adem, Ayden, Liam et Aris. Ainsi que mes nièces : Melissa et Cerine.

A mes grands-mères, que Dieu leurs donne une longue et joyeuse vie.

A ma copine Lylia pour tout son soutien.

A tous mes ami(e)s que j'ai rencontré pendant mon parcours d'étude.

Et enfin à ma Binôme Sonia pour sa patience et ses efforts tout au long de ce projet.

Taous

Dédicaces



A mes parents :

A ma chère maman Houria, quoi que je fasse, je ne pourrais te rendre ce que tu as fait pour moi. Si je suis arrivée là c'est bien grâce à toi, qu'Allah te donne une longue vie et te protège pour moi. Merci pour ton soutien et ton amour. Mama je t'aime.

A mon cher père Amokrane, Signe de fierté et d'honneur. Que ce travail témoigne de mon respect, ma profonde gratitude pour toutes ces années de sacrifice pour moi et de mon grand amour pour toi. Merci pour ta confiance. Papa je t'aime.

Mes frères et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité : Yacine, Nacira, Yasmina, Khoues, Ouiza, Mouhand, Samia et ma belle-sœur Fetta.

Sans oublier mes neveux : Islam et Juba, ainsi que mes nièces : Meriem et Manel.

A mon cher cousin Anis merci pour ton soutien au quotidien et tes attentions.

A tous mes amis et particulièrement à (Kahina, Aldjia, Lyssia, Aziza, Sakina, Cylia, Selma, Celia, Zaina et Malha), je suis très heureuse de ces années passées avec vous, des lieux créés et de la nouvelle amitié, ainsi que pour tous les moments passés ensemble et ceux encore à venir.

A tous mes ami(e)s que j'ai rencontré pendant mon parcours d'étude et enfin à ma Binôme Taous pour sa patience et ses efforts tout au long de ce travail.

Sonia

Liste des Figures

Figure 1:pistachier de l'Atlas de dayate El Gouffa (Hamitouche, 2016).	14
Figure 2: Système racinaire généralisé du pistachier de l'Atlas (Limane, 2018).	15
Figure 3: Feuillage du pistachier de l'Atlas (Mechiah, 2015).	16
Figure 4: Fleur mâle (A) et Fleur femelle (B) du pistachier de l'Atlas (Yaaqobi et al., 2009).	17
Figure 5: Fruits du pistachier de l'Atlas (Mechiah, 2015).	18
Figure 6: Répartition de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. Dans le monde Zohary (1952) in Mansour (2011).	19
Figure 7: Air de répartition de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. en Algérie (Ozenda, 1991).	20
Figure 8: Classification mise à jour du niveau de phylum des champignons (Tedersoo, 2018).	5
Figure 9: Cycle de reproduction d'un Ascomycète (Kiffer et al., 1997)	7
Figure 10: <i>Penicillium brevicompactum</i> (Source: Peterson et al., 2004).	8
Figure 11: <i>Aspergillus</i> (Pasqualotto, 2010).	9
Figure 12: Morphologie du <i>Candida</i>	9
Figure 13: Cycle de reproduction des Basidiomycètes (Lebreton, 2018).	11
Figure 14: Localisation de la wilaya de Laghouat (Google Earth, 2021).	23
Figure 15: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la station d'étude (2002-2012) (Boubrima, 2014).	24
Figure 16: Technique des suspension-dilutions.	27
Figure 17: Spectre général des abondances des phyla fongiques recensés dans les sols sous pistachier de l'Atlas de dayate El Gouffa.	30
Figure 18: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Penicillium</i>	32
Figure 19: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Aspergillus</i>	33
Figure 20: Observation microscopique de la forme sexuée du genre <i>Aspergillus</i>	34
Figure 21: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Candida</i>	35
Figure 22: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Cladosporium</i>	36
Figure 23: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre <i>Fusarium</i>	40
Figure 25: ACP concernant les différents sujets des sols étudiés à dayate d'El Gouffa pour les sols échantillonnés en 2016.	43
Figure 26: ACP comparative concernant les différents sujets des sols étudiés à dayate d'El Gouffa pour les sols échantillonnés en 2016 et 2017.	44

Liste des Tableaux

Tableau 1:Classification botanique de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. (Yaaqobi et al., 2009)	13
Tableau 2:Caractéristiques générales des différents sujets échantillonnés.	25
Tableau 3:Abondance des genres fongiques isolés à partir des sols sous pistachier de l'Atlas à dayate El Gouffa échantillonnés en 2016.....	31
Tableau 4:Abondances et diversité des champignons sous pistachier pour les sujets immatures (S1, S2, S9 et S10).	34
Tableau 5:Abondances et diversité des champignons sous pistachiers sujets moyens (S3, S4, S11 et S12).	36
Tableau 6:Abondances et diversité des champignons sous pistachiers de l'Atlas âgés (S5, S6, S7 et S8).	39
Tableau 7:Matrice de corrélations de Pearson entre les genres fongiques recenser et identifier à El Gouffa en 2016 (ns : non significative).	42

Introduction

Le Bassin méditerranéen constitue l'un des plus importants points chauds de biodiversité planétaire, par la richesse floristique des communautés végétales terrestres et par son niveau élevé d'endémisme. Parmi les premières caractéristiques de l'écosystème méditerranéen : le sol (Médail et Myers, 2004). Les sols des régions méditerranéennes restent profondément marqués par toute l'histoire des cycles climatiques du Quaternaire ; l'héritage du passé est si important qu'il n'en est que plus difficile de saisir les processus actuels de pédogénèse. A toutes ces difficultés, s'ajoute l'aridité du climat qui réduit le degré actuel d'évolution des sols (Pouget, 1980). En effet, en Algérie, le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) a une place importante dans l'écosystème steppique, où il joue des rôles contre l'avancée du désert. Aussi, il pourrait être l'une des meilleures espèces illustrant l'association symbiotique entre les champignons et les espèces végétales, en raison de son développement dans des conditions d'aridité et son extrême besoin de ces microorganismes éventuellement symbiotiques, pour lutter contre les conditions du milieu. Cet arbre est une espèce particulière des Anacardiaceae (Gausson et *al.*, 1982), il représente par excellence les dayas du piedmont méridional de l'Atlas Saharien, sa limite extrême se trouve en pleine cœur du Hoggar, où il existe à l'état de relique (Monjauze, 1980). En effet, il est l'une des espèces sauvages du genre les plus largement réparties (Zohary, 1952).

Le sol est défini comme la couche la plus externe de la croûte terrestre, résultat de l'action mutuelle de l'eau, de l'air et des êtres vivants sur une roche, dans une position géographique donnée et pendant un temps donné (Drénou, 2006). C'est un compartiment essentiel de tous les écosystèmes continentaux, car il est le support des racines des plantes qui sont la base de l'alimentation des animaux (Locatelli, 2013). Le sol constitue une source biologique considérable et importante pour la biodiversité de l'écosystème terrestre (Calvet, 2003). C'est une variété surprenante d'êtres vivants. Ce sont des micro-organismes qui se chiffrent par million, voire milliards par gramme de sol (Roger et Garcia, 2001).

Les champignons sont le groupe dominant présent dans le sol à côté des bactéries. (Chandini et Rajeshwari, 2017). Ce sont des microorganismes dépourvus de chlorophylle, qui se nourrissent de constituants organiques préexistants, qu'ils acquièrent à partir d'autres organismes morts ou vivants et qui jouent un rôle primordial dans l'écologie de la planète (Frac et *al.*, 2018).

Dans le cadre des activités de recherche du laboratoire des Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, notre étude consiste l'évaluation de la diversité et l'abondance des champignons à partir des sols rhizosphériques échantillonnés en 2016 sous pistachier d'Atlas, a dayate El Gouffa, qui se situe au niveau de la wilaya de Laghouat, en prenant en considération l'étude faite par Yaddaden et Ouali en 2019 sur des sols échantillonnés en 2017 sur la même zone d'étude.

Notre mémoire est organisé en quatre chapitres.

- Dans le second, nous nous sommes intéressés à une bibliographie sur les champignons du sol.
- Le premier est une présentation de l'espèce étudiée, à savoir le pistachier de l'Atlas.
- Le troisième chapitre présente le matériel et les méthodes utilisés.
- Le quatrième chapitre concerne les résultats et la discussion de ces derniers.

Enfin une conclusion générale rappelle les résultats originaux et les principaux apports de cette étude.

Chapitre I

Champignon du sol

1.Introduction

Les champignons constituent un ensemble très diversifié que l'on estime, bien que les chiffres soient approximatifs, à un million d'espèces. Cependant, seulement 14% de ces organismes ont été découverts (Hawksworth et Rossman, 1997 ; Hawksworth, 2001 ; Neubert et *al.*, 2006).

Le monde des champignons forme un règne vaste, diversifié et ubiquiste ; il est reconnu par des caractères propres, comme un monde vivant à part, un règne à part parmi les règnes vivants, ni végétal, ni animal, mais fongique. Un des caractères importants qui le distingue des végétaux est la composition de ses parois cellulaires, faites en majeure partie de chitine, une chitine proche de celle des arthropodes (Kiffer et Morelet, 1997).

Ils sont appelés aussi mycètes. Ce sont des organismes Eucaryotes uni ou pluricellulaires, incluant des aspects macroscopique et microscopique avec un aspect filamenteux ou levuriforme. Ils sont hétérotrophes et plus particulièrement absorbotrophes car ils absorbent les nutriments présents dans leur milieu (Lecellier, 2013).

2.Clade des champignons

Le monde des champignons est reconnu, par le fait de caractères propres, comme un monde vivant à part parmi les règnes vivants (Michel, 1997). Leur classification a connu de nombreuses modifications depuis 1950, en intégrant notamment le concept évolutionniste par l'intermédiaire du cladisme. Les marqueurs utilisés pour classer les espèces relèvent non seulement des caractères macroscopiques, mais également biochimiques et génétiques. La nouvelle classification a considérablement simplifié le règne des champignons. Ce règne ne contient désormais que des organismes dépourvus de phase amiboïde. Ainsi, le règne des champignons est subdivisé en cinq phyla : Chytridiomycota, Glomeromycota, Mucoromycota et Dikarya (Ascomycota et Basidiomycota) (Cannel et *al.*, 2016) (Fig. 8).

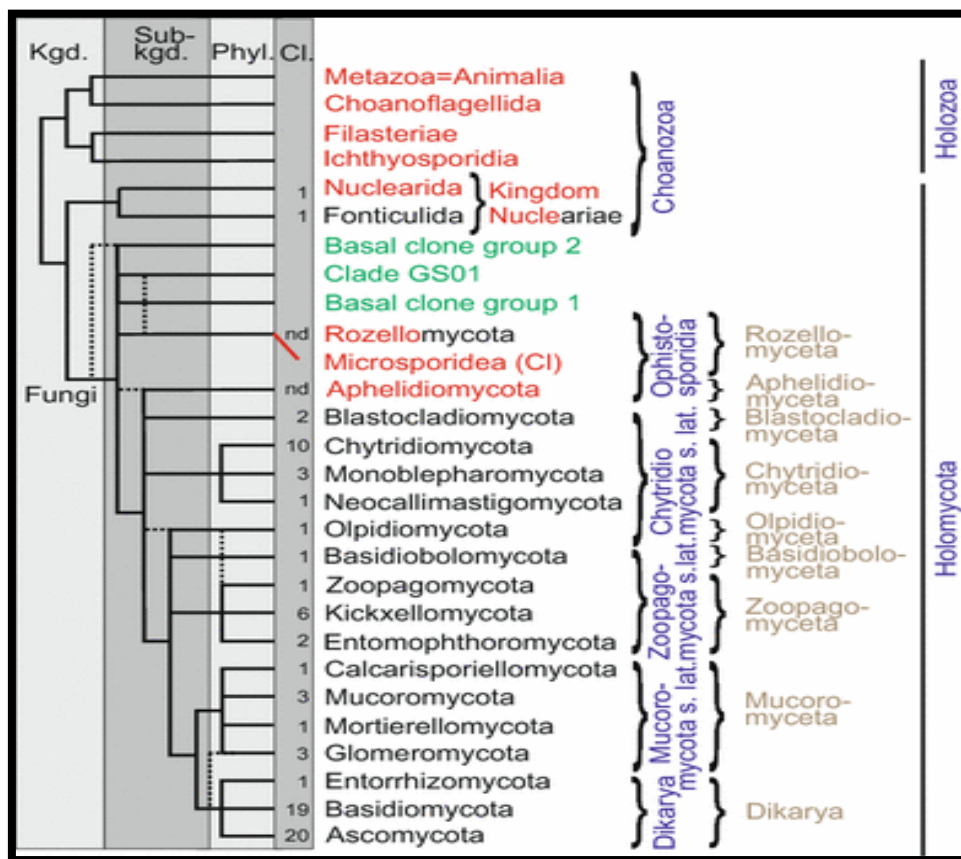


Figure 1: Classification mise à jour du niveau de phylum des champignons (Tedersoo, 2018).

2.1. Chytridiomycota

Ce sont les champignons de taille microscopique, unicellulaire. Ils vivent librement dans l'eau douce, la boue ou le sol. Saprophytes, ils se nourrissent de matière végétale ou animale ou parasites, ils infectent des plantes ou des animaux aquatiques (Prescott et *al.*, 2013). Ce phylum regroupe des espèces fongiques produisant des spores uniflagellées (zoospores), constituant la lignée évolutive la plus ancienne des champignons et ils témoignent d'une vie majoritairement aquatique (James et *al.*, 2006). Ce groupe comprend 4 ordres, 13 familles, 99 genres et près de 686 espèces (Kirk et *al.*, 2008 in Lee et *al.*, 2012).

2.2. Mucoromycota

La position taxonomique des Mucoromycota dans la classification du règne Fungi a subi de nombreux changements dus aux récentes études phylogénétiques qui établissent la nature polyphylétique de ce groupe. Pour cette raison, la division Zygomycota a été abandonnée (Garcia-Hermoso, 2013). La plupart des espèces de ce phylum possèdent des hyphes siphonnés, caractérisés par la production de spores appelées zygospores (Chabasse et

al., 2002). C'est un groupe de champignons basaux, qui regroupe un grand nombre d'espèces ubiquistes majoritairement saprophytes, capables de coloniser des niches écologiques extrêmement diverses (Garcia-hermoso, 2013).

2.3. Glomeromycota

Les champignons de ce phylum sont connus pour former des mycorhizes arbusculaires. Leur identification était basée sur la morphologie des spores, la formation des spores et la structure de la paroi de ces structures (Walker et Sanders 1986 ; Morton et Benny 1990 ; Schenck et Pérez 1990).

2.4. Dikarya

Ils sont considérés généralement comme des champignons supérieurs. Ils sont caractérisés par des hyphes comprenant des espaces cellulaires dicaryotiques. Ils comprennent deux phylums : les Ascomycota les Basidiomycota (Liberton, 2019).

2.4.1. Ascomycota

Appelées aussi Mycètes à sac. Ils comprennent des moisissures à hyphes septés. Ce groupe présente une structure caractéristique appelée asque, formée au cours de la reproduction sexuée qui renferme un nombre défini d'ascospores. Certaines espèces sont des parasites de végétaux, de l'homme et d'autres altèrent les aliments par la production des toxines (Tabuc, 2007).

Le phylum des Ascomycota est le plus grand groupe de champignons microscopiques comprenant 15 classes, 68 ordres, 327 familles et environ 64 163 espèces. Ils incluent les saprophytes, parasites, endophytes et lichens. Ils sont cosmopolites (Kirk et *al.*, 2008 in Lee et *al.*, 2012) (Fig. 9).

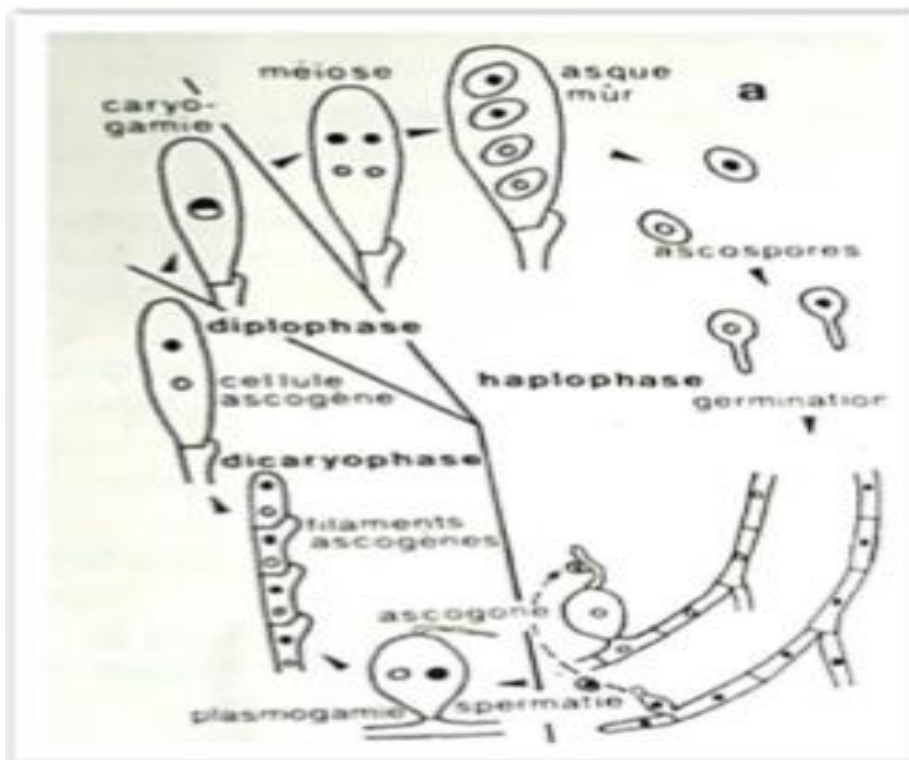


Figure 2: Cycle de reproduction d'un Ascomycota (Kiffer et *al.*, 1997)

Penicillium présente des colonies plates ou surélevées, duveteuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses (Chabasse et al., 2002). C'est avec la maturation des structures conidiogènes que ces colonies vont prendre leur teinte caractéristique gris-vert. Le revers est incolore à jaune, il peut aussi brunir ou rougir avec l'âge (Lyatim, 2008).

Ce genre présente des hyphes hyalines qui portent des conidiophores simples ou ramifiés, parfois regroupés en buissons ou corémie. (Chabasse et al., 2002). La base non ramifiée des conidiophores correspond au stipe. Les conidiophores septé ou non, peuvent être ramifiés jusqu'à trois fois de manière symétrique ou non. Leurs extrémités portent plusieurs phialides, généralement en forme de quille. Les phialides sont les cellules reproductrices, porteuses de conidies arrangées en chaînettes (Tabuc, 2007). Sous le microscope optique, il est caractérisé par une partie fertile, portant des spores, qui se développe en forme de pinceau dense caractérisé par un mycélium septé et ramifié portant des conidiophore (Malloch, 1997). Leurs extrémités sont porteuses de plusieurs phialides, qui portent des conidies arrangées en chaînettes. Ces conidies sont généralement lisses, rondes ou ovoïdes, presque toujours pigmentées en vert, pouvant virer au jaune (Sylvain, 1996). (Fig :10)

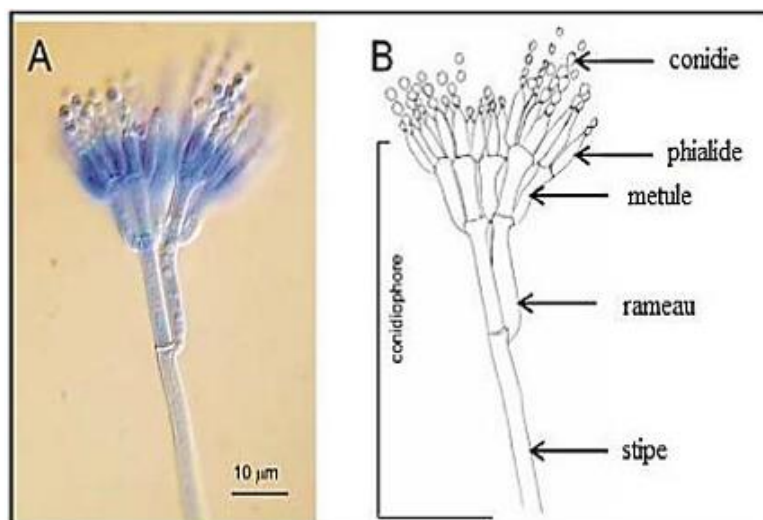


Figure 3: *Penicillium brevicompactum* (Peterson et al., 2004).

A- micrographie d'un conidiophore mûr coloré avec du bleu de coton.

B- dessin de conidiophore et de conidies.

L'*Aspergillus* est un autre exemple de champignons Ascomycota. Il est cosmopolite et très fréquent dans la nature. Il est peu sélectif vis-à-vis des conditions abiotiques. Il est ubiquiste, occupe tous les sols. En effet, La plupart de ses espèces sont connues pour leur tolérance aux températures élevées, ce qui a été prouvé dans différentes études réalisées (Pratheeba et al., 2014). Ils sont facilement identifiables grâce à son conidiophore. Il produit des mycotoxines, qui sont des métabolites secondaires nocifs pour les animaux et pour l'homme (Abdullah et al., 1986).

Ces champignons présentent des colonies plates ou surélevées, duveteuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses (Chabasse et al., 2002). C'est un champignon filamenteux, dont le thalle est hyalin, il présente un mycélium cloisonné, portant de nombreux conidiospores dressés, terminés en vésicule. (Botton et al., 1990). La conidiogenèse s'effectue sur le mode blastique phialidique, par bourgeonnement de spores ou conidies à l'apex des phialides. Les spores sont unicellulaires, de formes variables, globuleuses, elles sont diversement pigmentées et présentent des aspérités plus ou moins marquées. (Bennett, 2010) (Fig. 11)

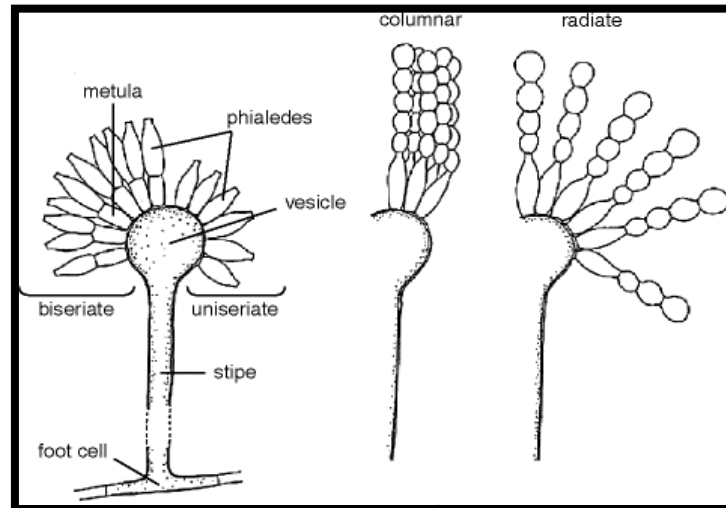


Figure 4: *Aspergillus* (Pasqualotto, 2010).

Les formes sexuées des *Aspergillus* sont caractérisées par des cléistothèces arrondis, entourés ou non de cellules « en noisette », qui sont des éléments sclérotiaux, formés par l'épaississement de la partie terminale des filaments entourant les cléistothèces. (Bougharef, 2007).

Les *Candida* sont des champignons levuriformes, dont l'appareil végétatif peut se présenter sous des formes variées (blastospores ovales de 2 à 5 μm , filaments ou pseudo filaments) et se multipliant par bourgeonnement. Ce genre est habituellement commensal des muqueuses et de la peau, ou peut être ainsi des espèces environnementales. Sa capacité à adhérer au tissu de l'hôte, à sécréter des protéases et des phospholipases, à changer de morphologie et à moduler la défense de l'hôte constitue les déterminants majeurs de sa pathogénicité. Il regroupe des levures non pigmentées, non capsulées, à bourgeonnement multilatéral, productrices ou non de pseudomycélium, voire de mycélium (Netea MG et *al.*, 2008). (Fig. 12).

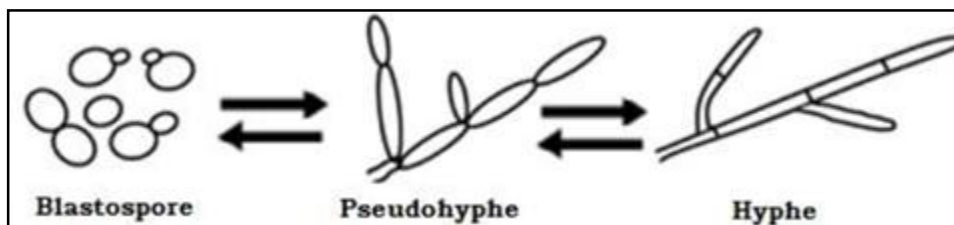


Figure 5: Morphologie du *Candida sp* (Thompson et coll., 2011).

Les champignons du genre *Candida* poussent à 37 °C en 48 heures environ, il présente des colonies lisses et visqueuse de couleur variable selon l'espèce, blanc crème à rose (Barnett et Pankhurst, 1974 ; Meyer et al., 1998).

Les spores sont produites le long des hyphes lâchement fixées et qui deviennent si nombreuses que les filaments peuvent être entièrement obscurcis. Les spores peuvent se reproduire par "bourgeoisement". L'abondance des spores peut donner à la colonie un aspect pâteux ou visqueux (Barnett et Pankhurst, 1974 ; Meyer et al., 1998).

2.4.2.Basidiomycota

Les Basidiomycota, dont il existe environ 20000 espèces, sont considérés comme les plus perfectionnés. Ils regroupent les champignons possédant des thalles unicellulaires ou pluricellulaires filamenteux septés (Canard, 2016). Ils produisent leurs spores sexuées (basidiospores) au niveau de basides. Les Basidiomycota ont également des modes de vie très variés et possède une phase végétative le plus souvent dicaryotique. La reproduction asexuée chez les organismes de cet embranchement est la formation d'un nouveau mycélium par fragmentation, c'est à dire à partir d'un fragment de l'hyphe, tandis que la reproduction sexuée donne une cellule œuf dans laquelle se produit immédiatement la méiose. On distingue trois sous-divisions des Basidiomycètes : Pucciniomycotina, Ustilaginomycotina et Agaricomycotina (Lebreton, 2018) (Fig.13)

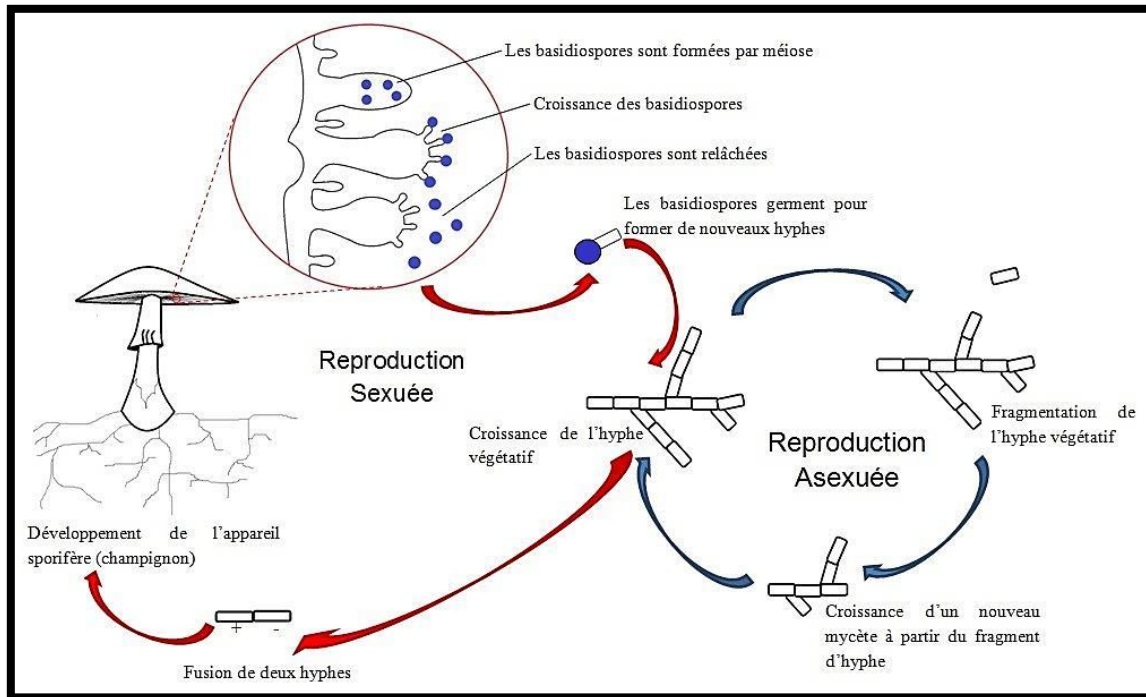


Figure 6: Cycle de reproduction des Basidiomycota (Lebreton, 2018).

3. Rôles des champignons du sol

Au-delà de leurs modes de vie, les champignons interagissent avec l'environnement et y jouent de multiples rôles, en lien avec leurs activités biochimique, physiologique et écologique. Ils constituent 50% de l'ensemble des micro-organismes du sol (Després, 2012).

Les champignons en intervenant dans la nutrition phosphatée de la plante, il joue un rôle central. Par le biais des hyphes, les champignons sous forme d'une pompe, transfèrent des sols vers les racines un riche cocktail d'eau et de minéraux du sol (phosphore et azote) qu'ils puisent à même son environnement immédiat. Ils reçoivent en échange les sucres et métabolites carbonés, synthétisés par la plante hôte lors de la photosynthèse (Smith et Read, 2008).

En plus des éléments nutritifs, les champignons peuvent fournir plusieurs bénéfices aux plantes, tels que la protection contre les maladies (Redman et al., 1999, 2001), la production de métabolites secondaires efficaces contre les agents pathogènes de l'hôte (Liu et al., 2001), la protection contre des insectes ravageurs (Azevedo et al., 2000 et Anke et Sterner, 2002) et la résistance aux herbivores (Latch, 1993). Ces organismes en compétition avec les bactéries, les insectes et les plantes parasites, parviennent à contrer leur effet nocif et

fournissent des solutions de rechanges naturelles et efficaces aux produits chimiques souvent polluants, pour contrer diverses maladies et contrôler les épidémies (Després, 2012).

Les champignons sont les acteurs principaux du recyclage de la matière organique morte au sein des écosystèmes terrestres. Grâce à de nombreuses enzymes qu'ils secrètent, ils possèdent la capacité unique de dégrader la totalité des polymères constitutifs du bois. Ils assurent la dégradation de la cellulose, la minéralisation et la transformation de la lignine (Baldrian et *al.*, 2008 ; Mathieu, 2012). Ils sont aussi les producteurs les plus actifs de l'humus stable trouvé en forêts (Stahli, 2016).

Ces microorganismes jouent un rôle important dans l'assainissement de l'environnement notamment pour la dépollution des sols, l'air et l'eau, une propriété désignée par un terme : mycoremédiation. Ils possèdent un organisme efficace pour décontaminer les sites pollués en dégradant plusieurs produits chimiques par leurs enzymes secrétées (Després, 2012). De plus, les champignons possèdent également un système intracellulaire de détoxification impliqué dans l'élimination des composés potentiellement toxiques générés lors de la dégradation du bois, mais aussi tous autres composés xénobiotiques (Deroy, 2015).

Pour les Glomeromycota, la synthèse d'une protéine : la glomaline, à la surface des hyphes favorise l'agrégation des particules et optimise la rétention d'eau, permettant aux plantes de mieux se fixer et de mieux s'installer dans le sol, Grâce à un réseau de mycélium presque infini, l'ensemble de ces filaments fongiques renforce également la cohésion du sol (Stahli, 2016). Ils connectent les arbres entre eux, leur permettant un partage de ressources entre eux (carbone, nutriments, eau), ce qui leurs confèrent la capacité à agglomérer les particules de sol et jouent un rôle fort dans la structuration du sol (Després, 2012)

Les champignons du sol constituent une alternative moins couteuse et certainement plus efficace, surtout pour des zones semi arides et arides. Ils peuvent montrer des effets positifs sur la plante hôte, comme la résistance et la tolérance aux stress biotiques et abiotiques (Mandyam et Jumpponen, 2005).

Chapitre II
Présentation du pistachier
de l'Atlas
(Pistacia atlantica Desf.)

1. Introduction

Le pistachier d'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) est connu sous le nom vernaculaire de Betoum. C'est une espèce arborescente ligneuse, forestière et spontanée, dioïque de la famille des Anacardiaceae (Quézel et Santa, 1963), qui régénère et pousse toujours à l'intérieur du *Zizyphus lotus* (Elzerrey Belaskri et al., 2017). Il est considéré comme une espèce endémique de l'Afrique du Nord (Monjauze, 1980 ; Ozenda, 1983). Cet arbre n'est distingué que depuis Desfontaines en 1799 (Monjauze, 1980).

2. Systématique

La classification botanique du pistachier de l'Atlas est synthétisée dans le tableau 1 :

Tableau 1: Classification botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Yaaqobi et al., 2009)

Règne	Plantae
Embranchement	Tracheobionta
Super-division	Spermatopyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Posidae
Ordre	Sapindales
Famille	Anacardiaceae
Genre	<i>Pistacia</i>
Espèce	<i>Pistacia atlantica</i> Desf.

3. Caractéristiques botaniques

Le pistachier de l'Atlas est connu par son caractère xérophyte et sa longévité de plus de 300 ans (Monjauze, 1980). C'est un bel arbre à croissance rapide, ayant une silhouette impressionnante à l'état adulte (Monjauze, 1980), pouvant atteindre 20 m de hauteur et 1 m de diamètre ressemblant à un frêne (Ozenda, 1991) (Fig. 1) jouant un rôle à la fois protecteur et productif et la plupart des régions agricoles montagneuse semi-aride en Algérie sont favorable à son extension (Belhadj, 2002).

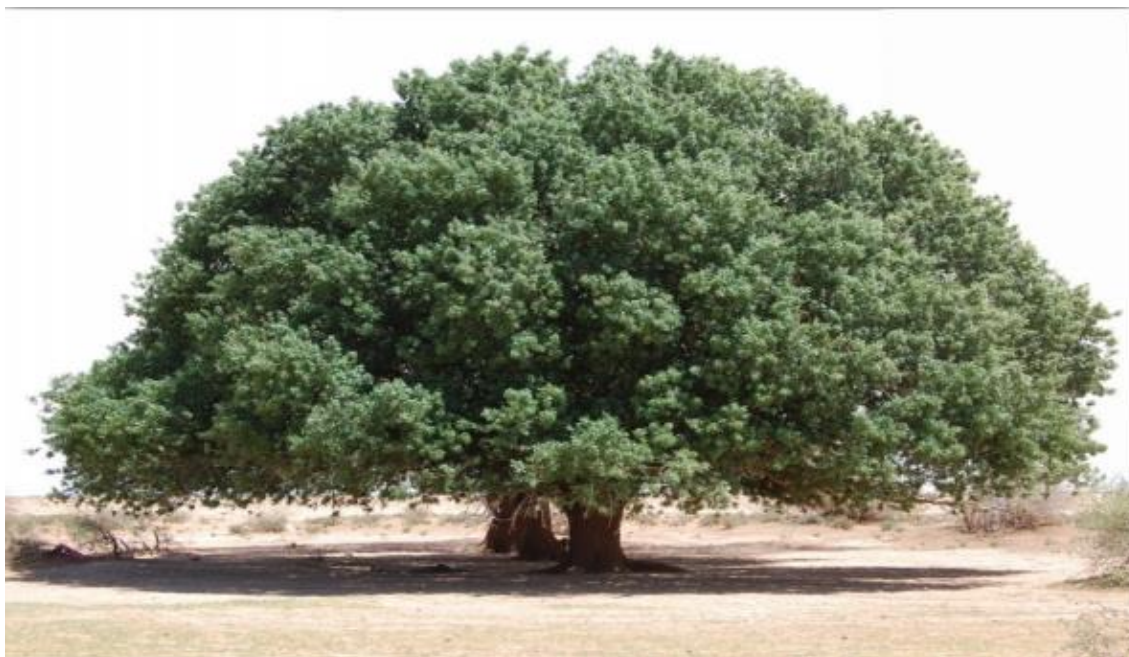


Figure 7: Pistachier de l'Atlas de dayate El Gouffa (Hamitouche, 2016).

3.1. Système racinaire

Le pistachier de l'Atlas développe une architecture racinaire basée sur les caractéristiques physico-chimiques des sols sous-jacents qu'il colonise (Limane, 2018). Ses racines sont vigoureuses et superficielles. L'enracinement est mixte, ce qui lui assure une bonne fixation au sol et de prospérer dans des conditions de très faibles précipitations (Boubrima, 2014). Il présente un type d'architecture bien hiérarchisé comportant un épais pivot vertical, orthogéotrope à croissance rapide et de fines racines latérales plagiotrope à croissance lente et peu durable (Mahdi et *al.*, 2016) (Fig. 2).

Le système racinaire du pistachier de l'Atlas établit des relations symbiotiques, principalement avec des espèces fongiques, pour faire face aux conditions climatiques et édaphiques. Ces microorganismes sont observés et confirmés par plusieurs travaux menés au laboratoire Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, à savoir : Abed (2006), Ait Zegagh-Benamara (2006), Mellah (2007), Amarache et Chelli (2008), Smail et *al.*, (2008), Hadj Benamane et Ould Amrouche (2009), Raab (2010), Redjdal (2010), Yazag (2013), Ferhani (2015), Mechiach (2015), Hales (2016), Haddouche (2017), limane(2018), et Mechiah (2021).



Figure 8: Système racinaire généralisé du pistachier de l'Atlas de Béni Ounif (Limane, 2018).

3.2. Tronc

Le tronc de cet arbre est un peu court et individualisé, pouvant atteindre 20 m de hauteur à un âge avancé (Belhadj, 1999).

3.3. Bois

Pistacia atlantica Desf. Contient un bois à « zone semi poreuse » (Berrichi, 2017). Il est lourd, peu résilient et de bonne conservation, à aubier jaunâtre, peu épais, succédé d'un bois de cœur brun flammé (Monjauze, 1980).

3.4. Ecorce

L'écorce de cet arbre est d'abord rouge, puis grisâtre à assez clair, avant de devenir rhytidome, dure et crevassée, disposée en damier et noirâtre comme celui du frêne oxyphile (Monjauze, 1980). Cette écorce produit une résine-mastic, qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud (Belhadj, 1999).

3.5. Feuilles

Chez le pistachier de l'Atlas, les feuilles sont composées, stipulées, à rachis finement ailé, et à folioles lancéolées et obtuses au sommet. Elles ont une couleur vert pâle et sont imparipennées, lisses, sans poils, composées de 5 à 11 folioles (Berrichi, 2017). Ses folioles sont obscurément rhomboïdales et l'axe et le pétiole sont étroitement ailé (Monjauze, 1980),

elles sont caduques en hiver. Cette caducité permet de créer une litière sous-pistachier, qui constitue une source potentielle de matière organique fertilisante (Limane, 2018) (Fig.3).



Figure 9: Feuillage du pistachier de l'Atlas (Mechiah, 2015).

3.6. Inflorescence

Concernant le système de reproduction, le pistachier de l'Atlas est une espèce dioïque (Ozenda, 1991). Il est difficile de distinguer le sexe avant la première floraison. Les fleurs de cette espèce sont unisexuées, nues, anémophiles et apétales groupées en grappes lâches (Ozenda, 2004).

L'inflorescence mâle est en forme de thyse jointes à leurs bases et portant à leurs extrémités des sacs polliniques de couleur jaune ; c'est une grappe composée (Limane, 2018), atteignant 6 cm en moyenne et constituée de 450 à 500 fleurs, alors que l'inflorescence femelle se compose de 190 à 260 fleurs groupées en grappes composées (Pesson et Louveaux, 1984).

Pour les fleurs mâles, elles disposent d'un calice de 4 sépales, d'un androcée de 5 étamines, dont les anthères sont souvent larges, avec un court bec au niveau de l'apex (Limane, 2018) (fig.4). Les fleurs femelles sont axillaires avec un calice de 9 sépales, elles sont à 3 stigmates arqués au dehors (Nègre, 1962), de couleur brunâtre, arrangés en panicule, avec un court pédicelle (Zohary, 1987 ; Yaaqoobi et *al.*, 2009) (Fig. 4).

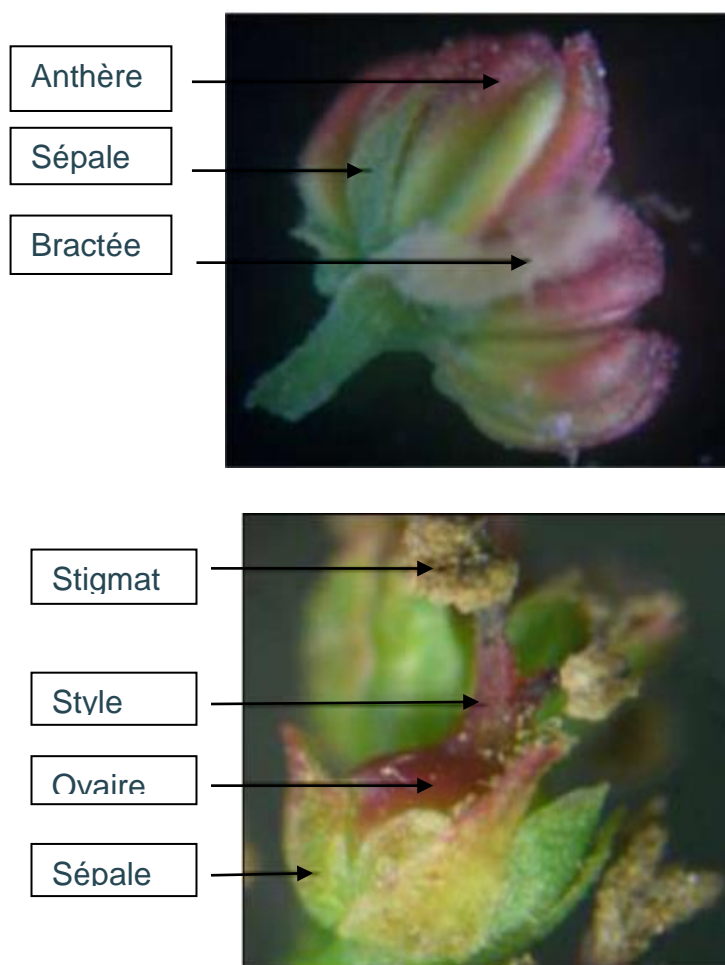


Figure 10: Fleur mâle (A) et Fleur femelle (B) du pistachier de l'Atlas (Yaaqobi et *al.*, 2009).

3.7.Fruit

Les fruits sont des drupes comestibles de la grosseur d'un pois, légèrement ovale et aplaties, riches en huile dense, très énergétique, appelé « Goddim » par la population locale de la région de Béchar (Belhadj, 2001 ; Belkhoda, 2014) pour le fruit vert ou 'kohlil' pour le fruit noir (El Zerey Belaskri, 2016). Les dimensions des fruits sont de 6 à 8 mm de long sur 5 à 6 mm de large (Zohary, 1952 ; Ozenda (1977). Chaque fruit contient une seule graine, dont la maturité coïncide avec la fin de l'été (août-septembre) (Limane, 2018) (Fig. 5).



Figure 11: Fruits du pistachier de l'Atlas (Mechiah, 2015).

4. Aire de répartition

Le pistachier de l'Atlas constitue un écosystème important tant sur le plan écologique, biogéographique et économique. Cet arbre a beaucoup d'intérêts médical, pharmaceutique et économique. Cependant, cette espèce ne cesse de régresser d'année en année suite à des actions climatiques et surtout anthropiques (Khalil et *al.*, 2015).

4.1. Dans le monde

D'après White (1986) et Monastra et *al.* (1997), le pistachier de l'Atlas occupe une aire très vaste englobant les îles des Canaries, le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, la Turquie, la Syrie, la Jordanie, Palestine, l'Iran et l'Afghanistan. Selon Monjauze (1980), le bétoum colonise de façon diffuse un territoire considérable centré sur les pays méditerranéens, à saison sèche et chaude bien marquée. Il est le plus ubiquiste des arbres du nord de l'Afrique et du Proche-Orient (Fig. 6).

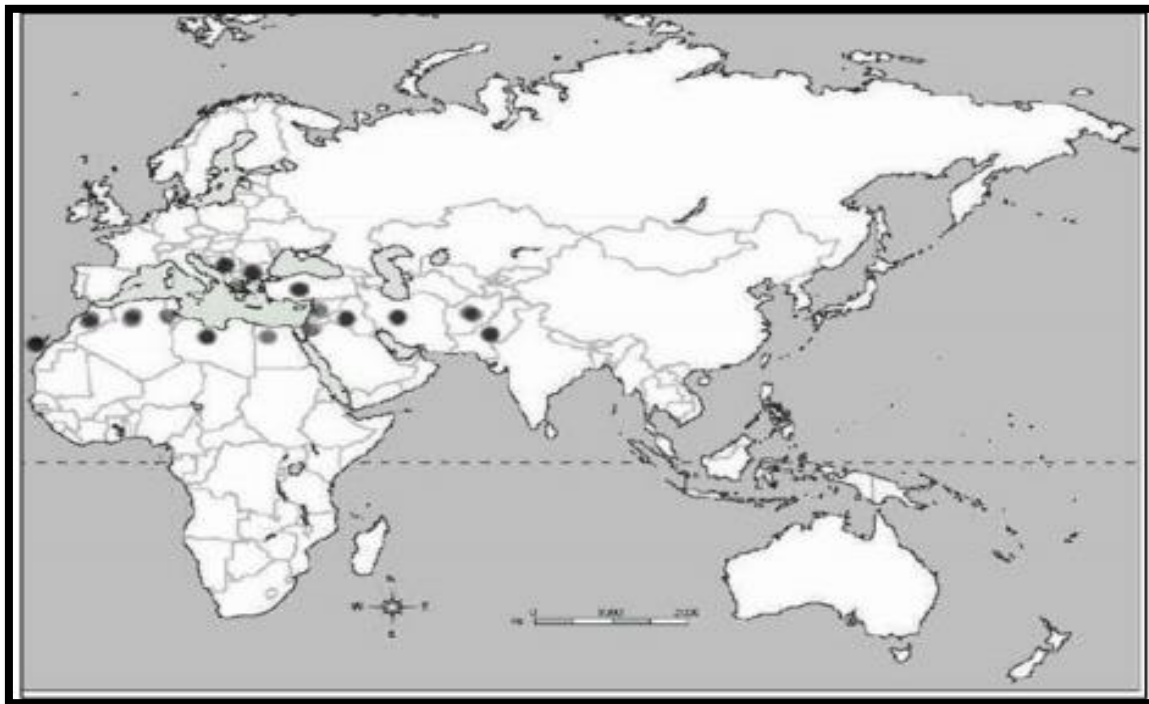


Figure 12: Répartition de *Pistacia atlantica* Desf. dans le monde (Zohary, 1952)

(in Mansour, 2011).

4.2. En Algérie

Le pistachier de l'Atlas trouve son optimum dans les régions arides et semi-arides. Il est connu pour sa répartition qui s'étend de la Mitidja jusqu'au Sahara et très répandu dans les Hauts Plateaux steppiques (Chaba et *al.*, 1991). C'est un arbre commun de l'Algérie. On le trouve dispersé sur les Hauts Plateaux, le Sahara septentrional, dans les dayas et l'Atlas Saharien (Ozenda, 1983). Sa limite méridionale se trouve au Hoggar (centre du Sahara) (Abdelkrim, 1992). (Fig. 7).

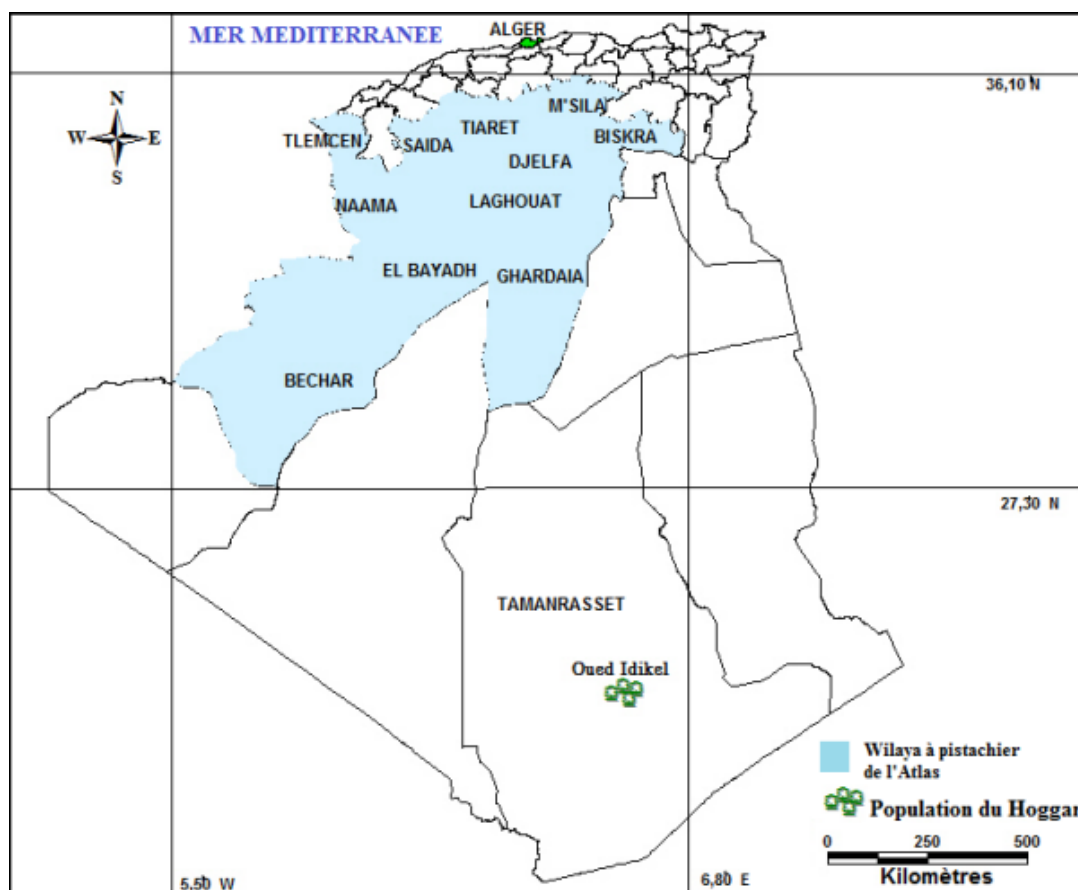


Figure 13: Air de répartition de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie (Ozenda, 1991).

5. Caractéristiques écologiques

5.1 Exigences climatiques

Doté d'une grande plasticité, le pistachier de l'Atlas se retrouve sous des conditions climatiques allant du bioclimat subhumide à aride (El Zerey Belaskri et *al.*, 2017). C'est une essence qui a une grande amplitude thermique allant d'une température très basse de l'ordre de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ parfois même $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$, jusqu'à une température très élevée de $49\text{ }^{\circ}\text{C}$ avec un maximum de $52\text{ }^{\circ}\text{C}$. Cependant, les jeunes plantes craignent les gelées fréquentes (Kaddour, 2008).

Cette espèce est héliophile, bien que les jeunes individus se développent sous leurs plantes-nurse (le jujubier), ou la lumière nécessaire leur parvient (Ait Radi, 1979).

La vigueur de son système racinaire lui rassure une bonne fixation au sol et lui permet de végéter sous une tranche pluviométrique très faible (Monjauze, 1968). En effet, il se

contente d'une tranche pluviométrique très faible : 250 à 200 mm et même 150 mm (Boudy, 1952). D'après White (1986), le bétoum s'élève jusqu'à 2000 m à 3000 m d'altitude.

5.2. Exigences édaphique

Le pistachier de l'Atlas est une espèce forestière, dite de resquillage, s'accommode à tous les sols, excepté du sable. Cette essence se porte bien sur les sols limono-argileux, et se développe sur les roches calcaires, où les racines s'insinuent et se développent à l'intérieur des fissures (Khaldi et Khodja, 1996). D'après les travaux effectués au niveau du laboratoire « Ressources Naturelles » de l'Université Mouloud Mammeri sur les sols que colonisent des populations spontanées du pistachier de l'Atlas de différentes wilayas en Algérie, d'après Limane (2018) les caractéristiques de ces sols sont :

- les textures des sols couverts par le pistachier de l'Atlas des dayas en Algérie sont assez hétérogènes, la texture limoneuse est récurrente dans tous les sols échantillonnés par les différents chercheurs ; ces textures varient de limono-argileuse à sablo-limoneuse ;
- leurs pH sont majoritairement basiques, mais exceptionnellement il peut se trouver que certains sols sont peu acides comme c'est le cas de certains sols de Theniet El Had (Tissemsilt) ;
- les sols sont jugés dans leurs majorité modérément calcaires, mais peuvent dans certaines régions être très fortement calcaires comme c'est le cas de certains sols de la dayate El Mergueb (M'sila) ;
- Leur teneur en matière organique est en majorité estimée faibles, mais néanmoins ces teneurs peuvent être exceptionnellement élevées et même très élevées dans certaines zones d'étude, comme le cas de certains sols de Timzerth (Laghouat).

6. Propriétés et utilisations des différentes parties du pistachier de l'Atlas

6.1. Utilisations du bois

L'arbre fournit un bois retranschées (Belhadj, 2001), largement utilisé comme combustible seulement sa dureté le met quelque peu à abris des coupes (Ozenda, 1977). De ce fait, il peut être utilisé en ébénisterie et marqueterie et fournir une source de revenus intéressante aux populations locales (Vergas, 1990).

6.2. Utilisations des feuilles

Les feuilles sont largement utilisées en médecine traditionnelle, vue leur teneur élevée en chlorophylle (Benaradj et *al.*, 2015). Elles peuvent aussi être utilisées comme source énergétique aux vaches, chevrettes et brebis productrices de lait (Boubeker et *al.*, 2017). Les rameaux feuillés sont utilisés pour tanner le cuir (Ozenda, 2004), mais surtout comme fourrage pendant la saison estivale (Ouadah, 1982).

6.3. Utilisations des fruits et des graines

L'huile extraite des fruits est dense et très énergétique. Elle est souvent mélangée aux dattes écrasées et peut être consommée à toute heure de la journée avec du petit lait. L'huile a un goût très proche de celui du beurre. Les graines sont séchées, écrasées ou moulues et ramassées avec de l'eau sucrée et consommées en boulettes ou bien séchées et croquées telles qu'elles comme des cacahuètes (Belhadj, 1999). Les fruits sont aussi digestifs, utilisés pour les maladies de la bouche (Altundag et Oztürk 2011),

Chapitre III

Matériel et méthodes

1. Description de la zone d'étude

1.1. Situation géographique

Notre station d'étude dayate El Gouffa est située à 80 Km au sud de la ville de Laghouat, elle se trouve à 328 km au sud d'Alger (Fig.14). La daya est du type jeune. Elle est située à une altitude comprise entre 900 et 1000 m.

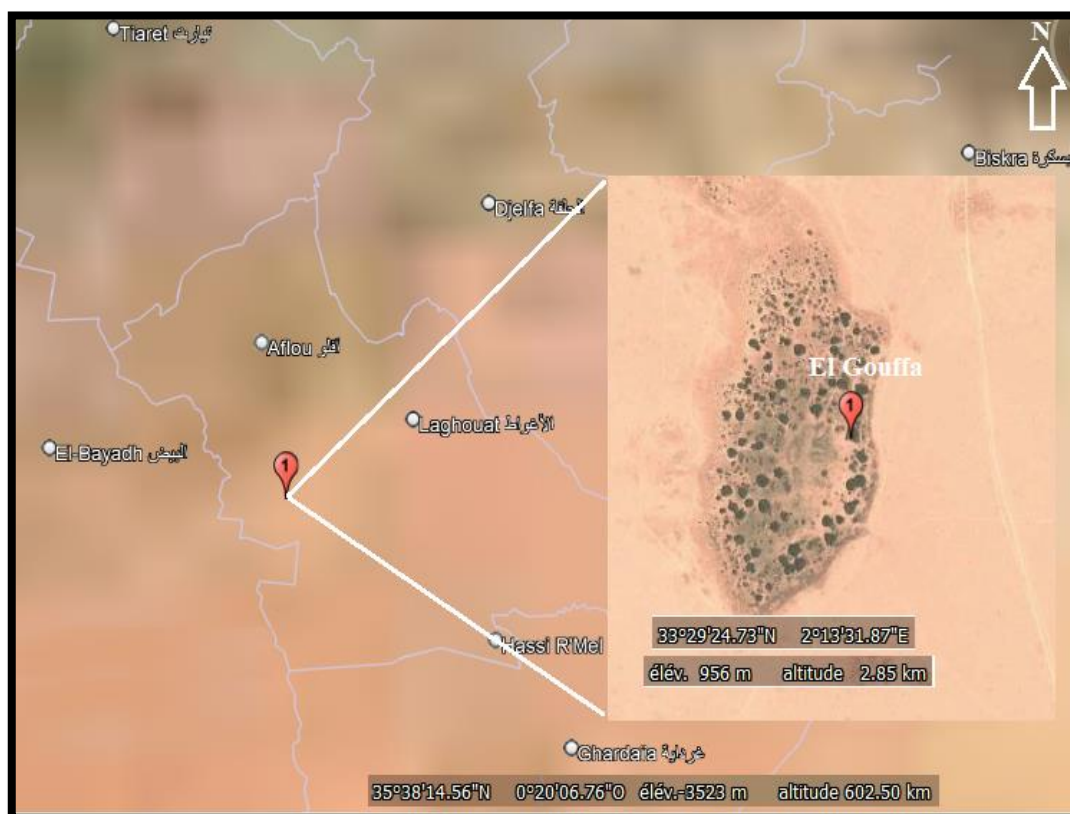


Figure 14: Localisation de la wilaya de Laghouat (Google Earth, 2021).

1.2. Bioclimat de la zone d'étude

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson (1953) permet de définir la période sèche, en mettant en regard les précipitations et les températures. La saison sèche apparaît quand la courbe des précipitations se positionne au-dessous de celle des températures. Le diagramme ombrothermique tracé pour Laghouat pour la période (2002-2012) montre que la saison sèche dure toute l'année (Fig.15).

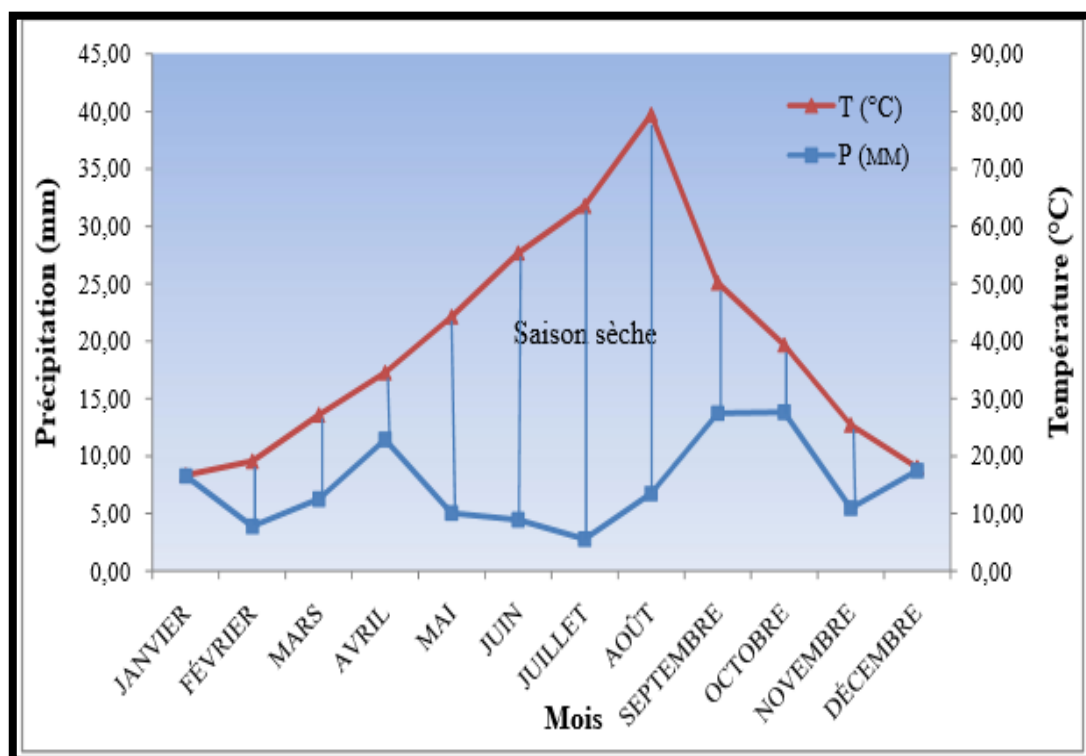


Figure 15: Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la station d'étude (2002-2012) (Boubrima, 2014).

Cependant, l'analyse du climat et la zonation écoclimatique de Le Houérou (1995) de notre station d'étude durant la période (2002-2012) a révélé que notre daya se place dans l'étage bioclimatique aride inférieur à hiver frais, qui se caractérise par la présence et la dominance d'espèces steppiques strictes, l'infiltration de certaines espèces sahariennes et quasi-inexistence d'espèces d'affinité forestière en dehors des zones favorisées par le ruissellement (Boubrima, 2014).

2. Echantillonnage sur le terrain

Les sols rhizosphériques du pistachier de l'Atlas, matériels de notre étude ont été récoltés au mois d'avril 2016 à dayate El Gouffa. Les échantillons de sols sous pistachier ont été prélevés sur une trajectoire verticale, sur une profondeur de 20 cm. L'échantillonnage s'est porté sur douze sujets de classe d'âge différentes (Immature, moyens et âgés). Les caractéristiques générales de ces sujets sont résumées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Tableau 2: Caractéristiques générales des différents sujets échantillonnés.

Sujets	Sexe et âge	Altitude (m)	Coordonnées GPS	
			Latitude	Longitude
(1)	Immature	956,46 m	33° 92' 712 N	2° 13' 400 E
(2)	Immature	960,42 m	33° 92' 712 N	2° 13' 406 E
(3)	Femelle moyen	970,78 m	33° 92' 642 N	2° 13' 332 E
(4)	Mâle moyen	990,29 m	33° 92' 566 N	2° 13' 311 E
(5)	Femelle âgée	955,85 m	33° 92' 519 N	2° 13' 353 E
(6)	Mâle âgé	971,39 m	33° 92' 553 N	2° 13' 425 E
(7)	Mâle âgé	968,95 m	33° 92' 534 N	2° 13' 344 E
(8)	Femelle âgée	966,52 m	33° 92' 606 N	2° 13' 358 E
(9)	Immature	965,30 m	33° 92' 702 N	2° 13' 405 E
(10)	Immature	959,51 m	33° 92' 709 N	2° 13' 362 E
(11)	Mâle moyen	957,37 m	33° 92' 694 N	2° 13' 354 E
(12)	Femelle moyen	965,91 m	33° 92' 529 N	2° 13' 308 E

Les sols ont été conservés dans des sacs en plastique portant les informations suivantes : nom de la daya, numéro du sujet, niveau échantillonné (0-20 cm). Ils sont ensuite transportés au laboratoire et conservés à une température ambiante. Les sols ont été séchés à l'air libre pendant 48 heures, puis tamisés (2 mm pour du tamis des mailles). Nous avons obtenus une terre fine pour chaque échantillon de sol.

3.Préparation du milieu de culture

Nous avons utilisé un milieu semi-synthétique P.D.A (Potato-dextrose-agar), dont la composition est la suivante :

- ✓ 200 g de pomme de terre ;
- ✓ 20 g de glucose ;
- ✓ 20 g d'agar-agar ;
- ✓ 200 ml Eau distillée.

L'ébullition de pomme de terre se prépare en faisant bouillir dans l'eau 200 g de pommes de terre tranchées dans 200 ml d'eau, pendant 30 mn à 1h, puis en laissant décanter le bouillon obtenu ou en le filtrant.

On ajoute 20 g de glucose et autant d'agar-agar en poudre, Puis On dilue ensuite en ajoutant de l'eau distillée pour un volume final d'un litre. Ensuite, il est important de faire agiter le contenu sur un agitateur pour l'homogénéiser et enfin une stérilisation à l'étuve à 120 °C pendant 30 min.

On laisse un peu refroidir et on ajoute quelque grammes d'antibiotique avant de verser la préparation dans les boites de Pétri. Après refroidissement et lorsque l'agar a durci, les boîtes de Pétri sont prêtes pour l'inoculation.

4. Isolement des souches fongiques

4.1. Méthode des suspensions-dilutions

Le principe consiste à mettre une quantité de terre en suspension dans de l'eau distillée stérilisée, puis à incorporer les différentes dilutions de cette suspension dans le milieu de culture. Cette technique comprend plusieurs étapes, allant de la préparation des dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (Rapilly, 1968). La préparation des dilutions consiste: tout d'abord, à ajouter à 1 g de sol dans 9 ml d'eau distillée stérilisée, puis à agiter pendant 30 secondes au vortex, ce qui constitue la dilution 10^{-1} . Des prélèvements successifs de 1 ml dans cette suspension, puis dans les suivantes, auxquels on ajoute à chaque fois 9 ml d'eau distillée stérilisée, vont constituer les dilutions 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} et 10^{-6} . Après homogénéisation, les six dilutions de chaque répétition (R1, R2 et R3) sont répartis dans 06 boîtes de Pétri (Fig. 16).

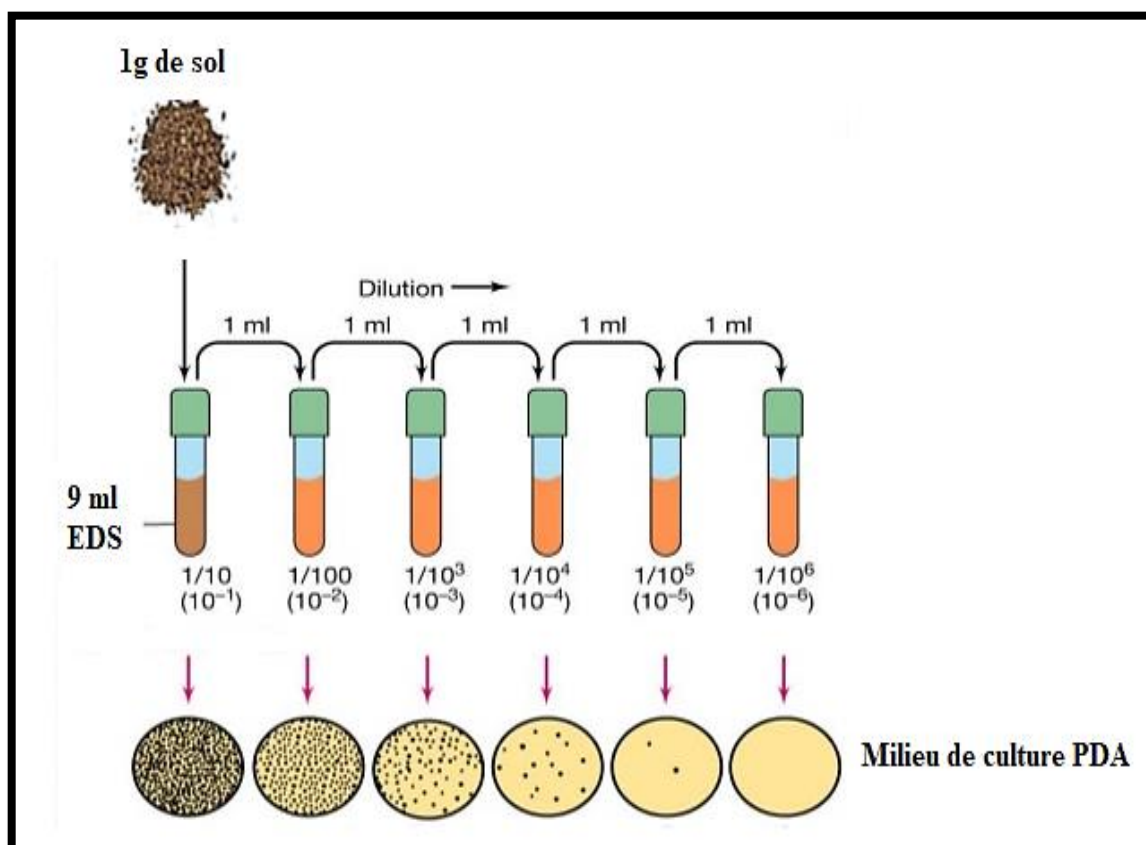


Figure 16: Technique des suspension-dilutions.

4.2. Mise en culture

Elle consiste à étaler un très faible volume de chaque dilution à la surface du milieu gélosé solidifié dans les boîtes de Pétri. Le succès de cette technique repose sur la bonne dispersion de la suspension sur l'ensemble de la surface.

Une fois ensemencées, les boites doivent être maintenues dans des conditions aussi favorables que possible au développement des champignons et aussi défavorables que possibles à ses principaux concurrents. Après un certain temps, les dilutions présentant un nombre de colonies suffisantes sont repérées.

4.3. Prélèvement

Les prélèvements doivent être faits le plus loin possible de l'origine de la colonie, avec une aiguille lancéolée fine, flambée et refroidie. Le repiquage des isolats sur milieu sélectif est une précaution généralement utile, même en absence de contamination visible (Pierre et Francis, 1997).

5. Identification

5.1. Identification macroscopique

a) Texture

- ✓ laineuse : mycélium aérien abondant ;
- ✓ duveteuse : mycélium aérien court ;
- ✓ poudreuse : mycélium aérien produisant de nombreuses conidies créant une surface d'apparence poudreuse semblable à du sucre ou de la farine ;
- ✓ glabre : mycélium aérien peu abondant avec surface lisse.

b) Topographie

- ✓ plane, surélevée, cérébriforme avec stries radiales.

c) Couleur

- ✓ surface, revers, pigment diffusible;
- ✓ brun, gris, noir = champignon dématié;
- ✓ blanc ou autre couleur (rouge, vert, jaune, mauve, etc.) = champignon hyalin;

5.2. Identification microscopique

Nous nous sommes référés pour l'identification aux différents articles collectés et aux clés de détermination des Deutéromycètes de Kiffer et Morellet (1997). Pour l'examen des structures microscopiques, il y a lieu de s'intéresser aux :

- ✓ hyphes : septés, non septés, larges ($> 4 \mu\text{m}$), étroits ($< 4 \mu\text{m}$) ;
- ✓ conidiophores: absents, simples, ramifiés ;
- ✓ cellules conidiogènes: annelide, phialide...;
- ✓ conidies: uni- ou pluricellulaires, solitaires, en amas ou en chaînes, forme (ronde, ovale, en massue...)
- ✓ organes de fructification: périthèces, cléistothèces (sexué), pycnides (asexué) (Dufresne et Germain, 2013).

6. Analyse statistique

- ✓ calcul des abondances : nous avons calculé l'abondance (%) comme suit :

Nombre d'isolat fongique (du genre) prélevés \times 100 / nombre total des genres ;

- ✓ analyse de la variance (ANOVA) : des analyses de variance sont faites grâce au logiciel Stat Box 6.40, pour mettre en évidence la présence de différences significatives entre les différents champignons des sols échantillonnés ;

- ✓ deux Analyses en composante principale (ACP) sont réalisées, en vue de mettre en évidence la distribution spatiale des différents genres fongiques en fonction des sujets échantillonnés et pour comparer les deux années d'échantillonnage (2016 et 2017) grâce au logiciel Stat Box 6.40.

Chapitre IV

Résultats et discussion

1. Diversité et abondance des genres fongiques sous pistachier de l'Atlas.

Dans cette étude, en se basant sur des caractères macroscopiques et microscopiques, nous avons pu identifier différents genres fongiques et estimer leurs abondances, après avoir effectué les prélèvements des isolats fongiques des cultures de sols rhizosphériques du pistachier de l'Atlas au niveau de dayate El-Gouffa. Nous sommes arrivées à identifier 14 genres fongiques dont 93% appartiennent au phylum des Ascomycota et 7% font partie des souches non identifier (SNI) (Fig. 17). L'abondance des différents genres identifiées est présentée dans le tableau 3.

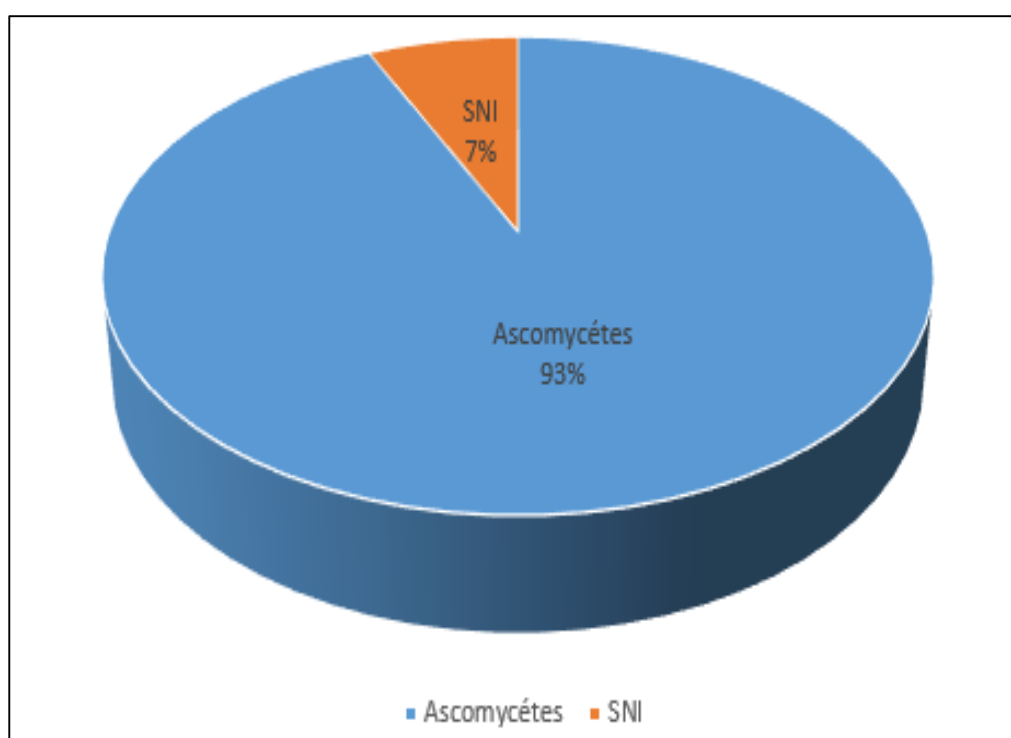


Figure 17: Spectre général des abondances des phyla fongiques recensés dans les sols sous pistachier de l'Atlas de dayate El Gouffa.

Tableau 3: Abondance des genres fongiques isolés à partir des sols sous pistachier de l'Atlas à dayate El Gouffa échantillonnés en 2016.

Genre	Phylum	Ordre	Famille	Abondance (%)
<i>Aspergillus</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae	30,35%
<i>Aureobasidium</i>	Ascomycota	Dothideales	Dotioraceae	0,56%
<i>Beauveria</i>	Ascomycota	Hypocreales	Ophiocordycipitaceae	0,28%
<i>Candida</i>	Ascomycota	Saccharomycetales	Saccharomycetaceae	8,48%
<i>Cladosporium</i>	Ascomycota	Capnodiales	Davidiellaceae	1,71%
<i>Diplospora</i>	Ascomycota	Pléosporales	Diademaceae	0,28%
<i>Fusarium</i>	Ascomycota	Hypocréales	Nectriaceae	3,70%
<i>Gymnoascus</i>	Ascomycota	Onygnéales	Gymnoascacées	0,60%
<i>Humicola</i>	Ascomycota	Sordariales	Chétomiacées	0,60%
<i>Monilia</i>	Ascomycota	Helotiales	Sclerotiniaceae	1,30%
<i>Penicillium</i>	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae	42,54%
<i>Torula</i>	Ascomycota	Saccharomycétales	Saccharomycetacées	3,43%
<i>Trichopyton</i>	Ascomycota	Capnodiales	Davidiellaceae	0,28%
<i>Trichurus</i>	Ascomycota	Microascales	Microascuceae	0,42%
SNI	--	--	--	5,51%

D'après le tableau 3, nous déduisons que la diversité des champignons au niveau des sols sous pistachier de notre zone d'étude est importante, ils sont classés comme suit : *Penicillium* avec 42,54%, *Aspergillus* avec 30,35%, suivi par *Candida* avec 8,48%, *Fusarium* avec 3,70%, *Trichopyton* 3,43%, *Cladosporium* avec 1,71%, *Monilia* avec 1,30%, *Gymnoascus* suivis par *Humicola* avec 0,60 chacun, *Aureobasidium* avec 0,56%, *Torula* avec 0,42% suivi par *Trichurus* avec 0,42%, *Beauveria* avec 0,28%, *Diplospora* avec 0,28%. Pour les espèces non identifiées, nous avons noté une abondance de 5,51%.

La majorité de ces genres appartient au phylum des Ascomycota, ces résultats confirment les études menées sur la diversité des champignons dans les sols en région aride

qui ont révélé que les Ascomycota sont considérés comme des membres fréquents (Mouchacca, 2005). Contrairement au genre fongique des deux phylums Basidiomycota ainsi que les Zygomycota, qui peut être du l'extrême sécheresse et l'excès d'humidité du sol, qui peuvent inhiber la germination de ces deux phylums comme il a été rapporté par Siquiera et *al.* (1985)

Les résultats de notre étude montrent que *Penicillium* est le genre le plus dominant. C'est un champignon filamenteux imparfait, cosmopolite, ubiquiste et polyphage pouvant dégrader plusieurs substrats. Il est largement présent dans le sol (Malloch, 1997). Plusieurs études ont démontré que ce champignon est antagoniste des pathogènes de la plante et que son application dans la lutte biologique pourrait être possible (Nicolleti et *al.*, 2008). Les espèces de ce genre se développent dans les milieux humides, avec une température de croissance qui varie entre 5 °C à 37 °C. De ce fait, ils sont considérés comme des contaminants fréquents des régions tempérées (Pitt, 1988).

L'observation macroscopique nous montre des colonies plates, poudreuses avec une teinte quelque fois grise et d'autre verte ou brune, ce qui confirme les études faites par Chabasse et *al* en 2002, ainsi que celle de Lyatim.,2008 (Fig. 18 (A)).

L'étude microscopique, se distingue par une forme de pinceau ayant une extrémité porteuse de conidies rondes arrangées en chaînettes, ce qui explique les études faites par Malloche en 1997. (Fig.18 (B)).

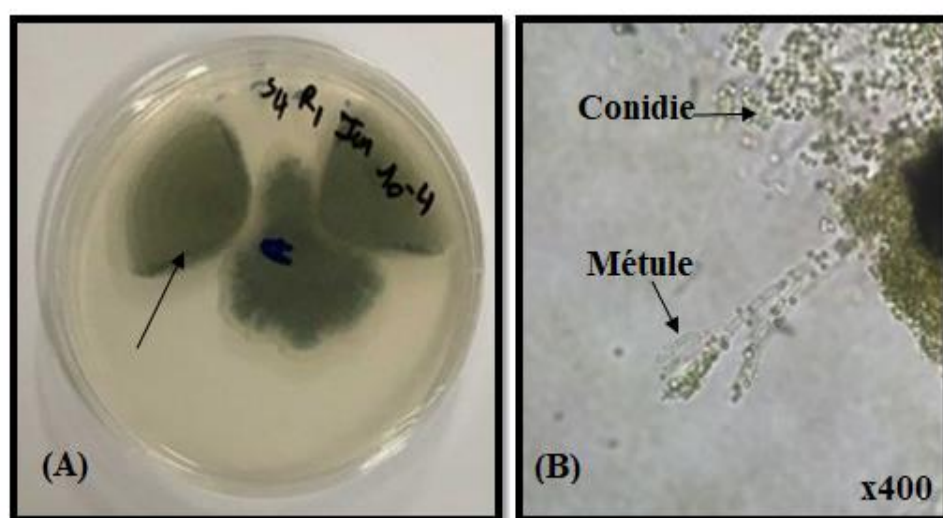


Figure 18: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) de *Penicillium* (40X10).

Le deuxième genre abondant est *Aspergillus*, qui est un groupe complexe de Ascomycota comprenant plusieurs centaines d'espèces morphologiquement, génétiquement et physiologiquement proches (Botton et *al.*, 1990), dont certaines sont pathogènes pour l'homme et l'animal (Bennett, 1998).

L'observation macroscopique de ce champignon s'est distinguée par des colonies surélevées parfois plates et granuleuses. (Fig.19) (A).

A l'examen microscopique, ces colonies nous permettent de voir des têtes en forme de rondes sur des hyphes. (Fig. 19) (B).

Parfois, on remarque l'apparition d'un corps en forme de noisette, qui d'après Bougharef, 2007 sont appelés des cleistothèses et qui apparaissent dans le cas des formes sexuées des *Aspergillus*. (Fig. 20).

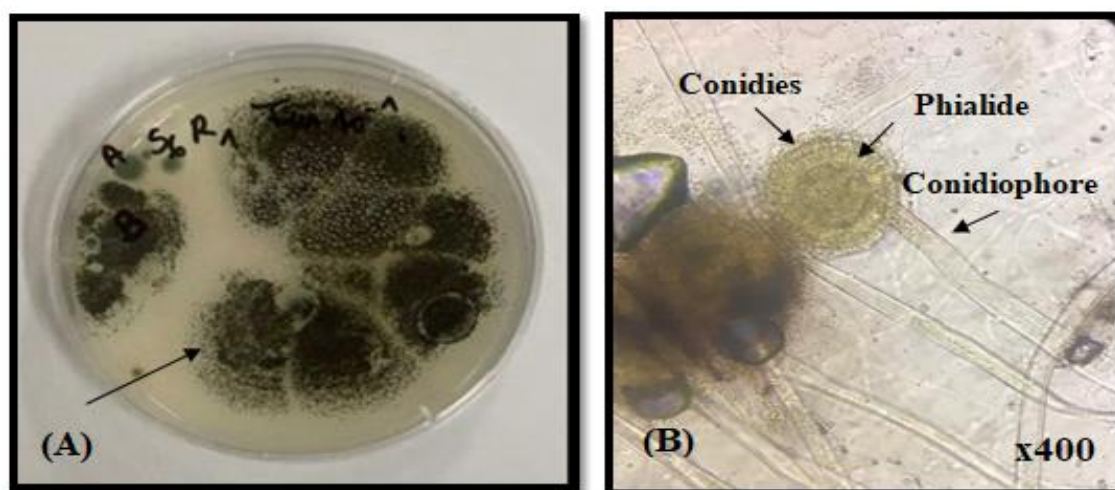


Figure 19 : Observation macroscopique (A) et microscopique (B) de *Aspergillus* (40x10).



Figure 20 : Observation microscopique de la forme sexuée du genre *Aspergillus*
 Sous grossissement (40x10)

2. Diversité et abondances des genres fongiques des sols sous les sujets immatures

Les sols des sujets immatures S1, S2, S9 et S10, comprennent 6 genres. Nous remarquons une codominance entre les 2 genres *Aspergillus* et *Penicillium*, *Candida* vient après avec une abondance moyenne. Nous notons également une faible abondance des genres suivant : *Trichophyton* et *Cladosporium* dans le sol du sujet S9, et *Monilia* dans le sol du sujet S10 (respectivement entre 0% et 7,15%) (Tableau 4).

Tableau 4 : Abondances et diversité des champignons sous pistachier de l'Atlas pour les sujets immatures (S1, S2, S9 et S10).

Genres	S1%	S2%	S9%	S10%	Total %
<i>Aspergillus</i>	42,10	36,36	28,57	25	33,01
<i>Candida</i>	5,26	5,26	21,42	6,25	9,55
<i>Cladosporium</i>	5,26	0	0	6,25	2,88
<i>Monilia</i>	0	0	7,14	0	1,78
<i>Penicillium</i>	42,10	54,54	50	56,25	50,72
<i>Trichophyton</i>	0	0	0	6,25	1,56

Le genre *Candida* est présent dans tous les sols des sujets immatures, avec une certaine abondance. Ces espèces sont fréquentes dans le sol et les débris organiques.

L'observation macroscopique sont des colonies avec un aspect visqueux de couleur blanc crème (figure 21 : A), qui au microscope optique sous grossissement 40x10 nous permet de voir de nombreux corps d'une morphologie levuriformes, qui d'après Barnett et Pankhurst, 1974 ; Meyer et al., 1998 sont des spores produites par bourgeonnement. (Figure 21 : B)

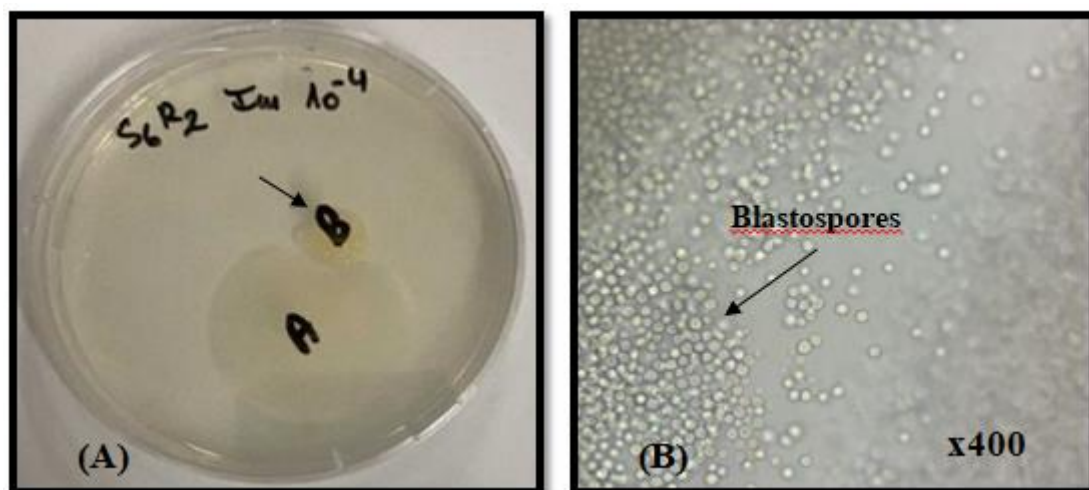


Figure 21: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Candida* (40X10)

Le genre *Cladosporium* est un Ascomycota. Ses espèces sont omniprésentes dans le monde et communément isolées du sol, de la matière organique et sur de nombreux végétaux. Ce genre représente les champignons aéroportés les plus fréquemment isolés dans l'air ambiant et de ce fait c'est un contaminant fréquent des laboratoires. Il ne pousse généralement qu'entre 20 °C à 25 C°, mais certaines espèces comme *Cladosporium carrionii* et *Cladosporium bantianium* sont thermophiles (Lyatim, 2008).

Ses colonies ont une texture veloutée ou floconneuse, parfois poudreuse. La couleur va du vert olive au brun noir très foncé et le revers est brun noir (Chabasse et al., 2002) (Fig. 22 (A)).

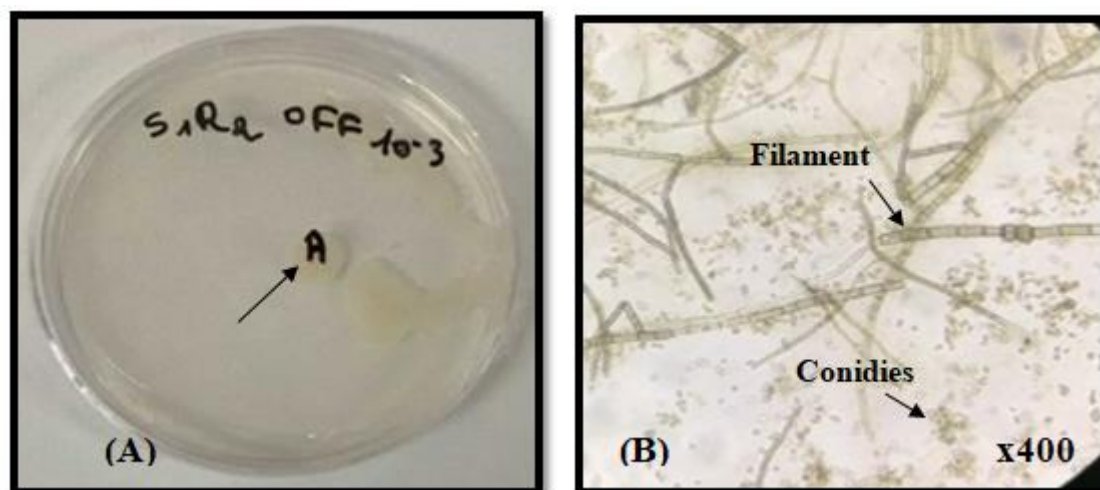


Figure 22: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Cladosporium*.

Les hyphes septés sont pigmentés. Les premières conidies formées à l'extrémité des conidiophores sont de grande taille, uni ou pluricellulaires ; les suivantes sont plus petites et unicellulaires. (Lyatim, 2008) (Fig. 22 (B)).

3. Diversité et abondances des genres fongiques des sols sous sujets moyens

Les sols sous les sujets moyens S3, S4, S11 et S12 contiennent 11 genres fongiques dont 10 genres appartiennent au phylum des Ascomycota et 1 seul genre appartient aux souches non identifiées (SNI) (Tableau 5).

Tableau 5: Abondance et diversité des champignons sous pistachiers de l'Atlas sujets moyens (S3, S4, S11 et S12).

Genre	S3 (%)	S4 (%)	S11 (%)	S12 (%)	Total %
<i>Aspergillus</i>	31,82	29,41	19,05	21,90	25,54
<i>Beauveria</i>	0	0	0	6,25	1,56
<i>Candida</i>	0	0	4,80	12,50	4,32
<i>Cladosporium</i>	0	0	0	9,37	2,34
<i>Diplospora</i>	0	0	0	3,13	0,78
<i>Fusarium</i>	0	0	4,80	3,13	1,98
<i>Monilia</i>	0	0	4,80	3,13	1,98
<i>Penicillium</i>	4,55	70,59	38,01	15,63	32,19
<i>Trichophyton</i>	0	0	14,28	21,90	9,79
<i>Trichirus</i>	0	0	0	3,13	0,78
SNI	18,18	0	14,28	0	8,11

A partir du tableau 5, nous notons une codominance entre les deux genres *Penicillium* et *Aspergillus* et leur présence au niveau de tous les sujets, suivis par *Trichophyton* et *Candida* qui sont moyennement abondants. Pour les genres : *Fusarium*, *Monilia*, *Trichirus*, *Beauveria*, *Cladosporium* et *Diplospora*, ils sont faiblement présents. Les genres *Diplospora*, *Trichirus* et *Beauveria* ont été recensés uniquement au niveau des sols du sujet 12.

Au niveau des sols des sujets moyens, *Trichophyton* présente une abondance remarquable (9,79%). Ce champignon est un Ascomycota. C'est un champignon filamenteux, dont l'habitat naturel est le sol, caractérisé par des spores très petites, généralement en forme d'œuf, lisses ; ce genre est réparti dans le monde avec une prévalence dans les régions tropicales et méditerranéennes. Il se développe à des températures ambiantes (Malloch, 1997).

Beauveria fait partie des champignons anamorphique cosmopolite (Rehner et al., 2010). Sa croissance est assez rapide entre 20 °C et 25 °C, présentant des colonies blanches à crèmes, poudreuses à laineuses, extensives (Reboux, 2006). Sous microscopie le mycélium blanc à jaune pâle portant des masses de spores poudreuses. Les conidies sont de forme globuleuse à ellipsoïdale et que les conidiospores étaient en forme de flacon (Poeaim, 2014). (figure 23).

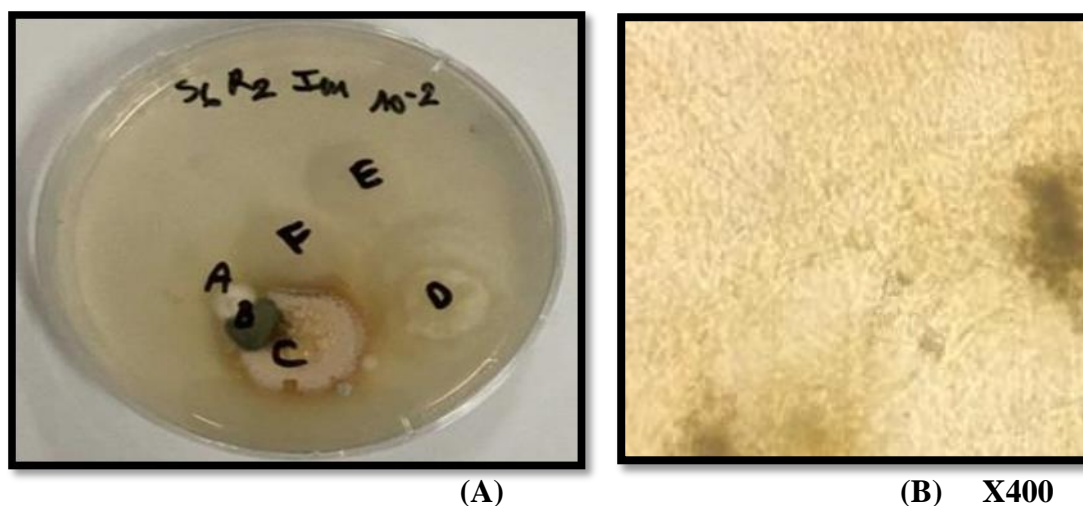


Figure 23: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *beauveria*. (40x10)

Trichurus est un Ascomycota de la famille Microascacées. Les spores sont produites sur les côtés de la partie supérieure de la corémie. Ce genre est caractérisé par des conidiophores bruns, qui sont unis pour former un grand complexe de structures cylindriques portant une couche dense d'annellides sur la moitié supérieure (Malloch, 1997). (Figure 24)

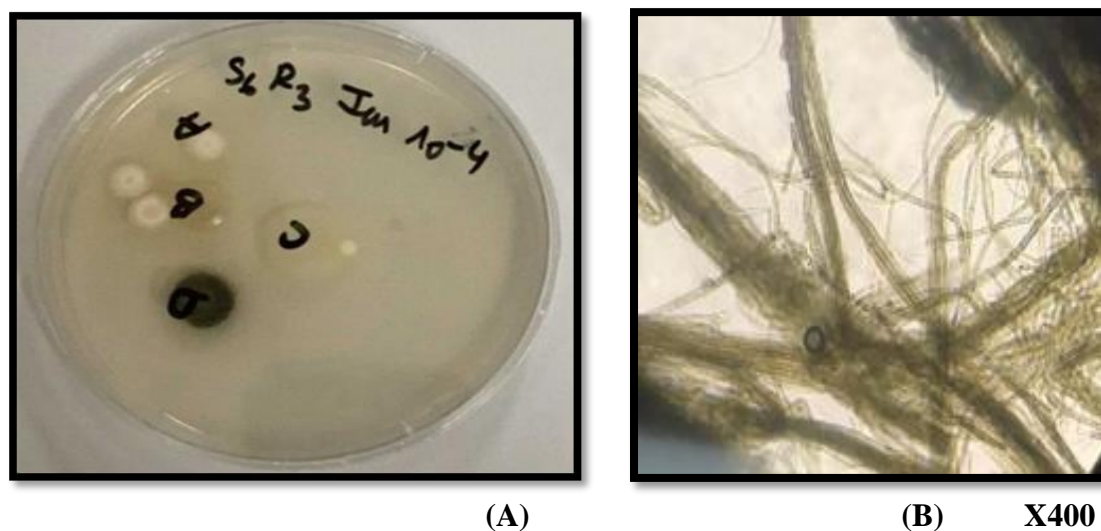


Figure 24: Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Trichurus*.

4. Diversité et abondances des genres fongiques des sols sous les sujets âgés

A partir du tableau 6, nous constatons que les sols des sujets âgés S5, S6, S7 et S8 contiennent 8 genres fongiques qui appartiennent tous au phylum des Ascomycota. Le genre *Penicillium* est dominant, suivi par *Aspergillus*, ainsi que *Candida* et *Fusarium* avec des abondances moyennes. Puis arrive les autres genres restants avec une faible abondance. Nous

remarquons l'apparition des genres : *Aureobasidium*, *Humicola* et *Gymnoascus* uniquement dans les sols des sujets âgés.

Tableau 6: Abondances et diversité des champignons sous pistachiers de l'Atlas âgés (S5, S6, S7 et S8).

Genre	S5 (%)	S6 (%)	S7 (%)	S8 (%)	Total %
<i>Aspergillus</i>	18,75	43,75	26,31	41,67	32,62
<i>Aureobasidium</i>	6,25	0	0	0	1,56
<i>Candida</i>	0	25	15,80	0	10,2
<i>Fusarium</i>	5,25	6,26	0	8,33	4,96
<i>Gymnoascus</i>	0	6,25	0	0	1,56
<i>Humicola</i>	0	6,25	0	0	1,56
<i>Penicillium</i>	68,75	12,50	31,58	50	40,70
SNI	0	0	26,31	0	6,58

Au niveau des sols des sujets âgés de notre daya, *Fusarium* est plus fréquent. C'est un champignon cosmopolite, largement répandu dans la nature et vivant en saprophyte (Chabasse et al., 2002). On le trouve dans les zones tropicales, les régions tempérées, les zones désertiques, montagneuses et même arctiques (Bani, 2011). Ce champignon est un parasite de nombreuses plantes (Lyatim, 2008). Il est capable de se développer en tant que pathogène secondaire sur des tissus végétaux sénescents, il est susceptible d'attaquer plus de 100 espèces végétales (Anaissie et al., 1989).

Ce genre présente des conidies incolores caractéristiques : elles sont en forme de pirogue en vue latérale, ont un "pied" (apicule) à l'extrémité inférieure, et sont divisées par plusieurs cloisons. *Fusarium* peut produire plusieurs types de spores : les macroconidies, les microconidies, les mésoconidies ou blastoconidies et les chlamydozspores. Certaines espèces produisent les quatre types (Lyatim, 2008) (Fig. 25 (B)).

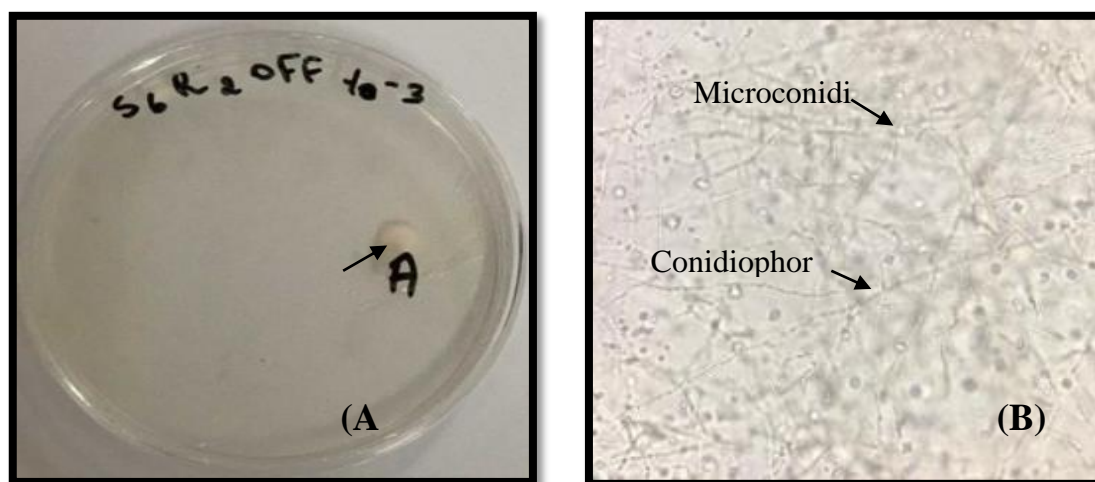


Figure 25 : Observation macroscopique (A) et microscopique (B) du genre *Fusarium*.

En récapitulatif des tableaux des 12 sujets, les sols moyens représente une diversité fongique élevée (11 genres) par rapport aux sols des sujets âgés (8 genres) et immatures (6 genres).

Les trois genres *Penicillium*, *Aspergillus* et *Candida* sont omniprésents au niveau des sols des 12 sujets et cela pourrait être expliqué par leur caractère thermophile et leur développement à des températures élevées (Samson et al., 2014).

En terme d'abondance, *Penicillium* et *Aspergillus* ont montré l'abondance la plus élevée par rapport aux autres genres, mais le premier genre a été dominant au niveau de tous les sols (immatures, moyens et âgés) de la daya. C'est un champignon saprophyte ubiquiste, dont le développement se fait à partir de substances organiques ou de végétaux en décomposition. De ces colonies naissent de multiples spores qui sont dispersées dans l'air ambiant (Lyatim, 2008). Il marque une abondance élevée au niveau des sols des sujets immatures par rapport à son abondance au niveau des sols de l'âge moyens et âgés, ceci est peut-être due au fait que les champignons du genre *Penicillium* produisent des molécules qu'on appelle la phytohormone qui est une substance indispensable à la croissance des plantes (B Saqib et al., 2019).

Par ailleurs, *Aspergillus* est connu pour son caractère cosmopolite, il est très répandu dans l'environnement (Lyatim, 2008). Il est phytopathogène, il se développe en saprophyte et

thermotolérant supportant des températures allant de 12 °C à 70 °C. Il est peu exigeant (Bougharef, 2007).

5. Analyse de variance (ANOVA)

Pour évaluer la distribution des différents genres fongiques au niveau de dayate El Gouffa, ces 15 genres identifiés ont fait l'objet d'un test d'analyse de variance (ANOVA). D'après les résultats de cette analyse, nous notons une différence hautement significative ($P = 0,001$) pour le genre *Candida*, une différence significative ($P = 0,01$) pour le genre *Penicillium*. Le reste des genres à savoir : *Aspergillus*, *Beauveria*, *Aureobasidium*, *Diplospora*, *Fusarium*, *Gymnoaspora*, *Humicola*, *Monilia*, *Cladosporium*, *Trichophytum*, *Ttrichurus*, *Torula* et SNI présente une différence non significative ($P > 0,05$).

Comparativement à l'étude de Ouali et Yaddaden (2019), ces auteurs ont trouvé 21 genres fongiques avec une différence de distribution non significative et 13 genres sont avec une différence de distribution significative.

Cette différence significative pourrait être expliquée par l'effet des facteurs biotiques et abiotiques récurrents au niveau de notre station d'étude. Selon Bhatnagar (2005), l'activité microbienne dans les sols désertiques dépend fortement de caractéristiques, telles que la température, l'humidité et la disponibilité en carbone.

6. Analyse en composantes principales (ACP)

Dans le but de décrire les interactions existantes entre les différents genres fongiques des sols sous le pistachier d'Atlas de la dayas d'El Gouffa, une matrice de corrélation a été faite. En effet, Ces interactions peuvent être positives ou négatives et sont présentées dans le tableau 7.

Tableau 7: Matrice de corrélations de Pearson entre les genres fongiques recensé et identifiés à El Gouffa en 2016 (ns : non significative).

	<i>Aspergillus</i>	<i>Beauveria</i>	<i>Candida</i>	<i>Diplospora</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Gymnoascus</i>	<i>Trichophyton</i>
<i>Diplospora</i>	ns	1,00	ns	Ns	ns	Ns	ns
<i>Gymnoascus</i>	ns	ns	ns	Ns	ns	Ns	ns
<i>Humicola</i>	ns	ns	ns	Ns	ns	1,00	ns
<i>Monilia</i>	-0,64	ns	ns	Ns	0,61	Ns	ns
<i>Penicillium</i>	ns	ns	-0,66	Ns	ns	Ns	ns
<i>Trichophyton</i>	ns	0,87	ns	0,87	ns	Ns	ns
<i>Trichurus</i>	ns	1,00	ns	1,00	ns	Ns	0,87

A partir de ce tableau nous remarquons en premier lieu la présence de très fortes corrélations positives significatives qui sont égal à 1 entre *Beauveria* et *Diplospora*, *Beauveria* et *Trichurus*, *Diplospora* et *Trichurus*, *Gymnoascus* et *Humicola*, suivie par de fortes corrélations positives significatives dont celle entre : *Beauveria* et *Trichophyton* (0,87), *Diplospora* et *Trichophyton* (0,87), *Trichophyton* et *Trichurus* (0,87) et entre *Fusarium* et *Monilia* (0,61).

A noter qu'au niveau de cette étude deux corrélations négatives significatives sont observées, dont celle d'*Aspergillus* et *Monilia* (-0,64) et *Candida* et *Penicillium* (-0,66).

Dans le but de faciliter l'interprétation de ces interactions et d'identifier les tendances dominantes de l'ensemble des données, nous avons réalisé une analyse en composantes principales (ACP) (Fig. 26). Elle nous a fourni des indications sur la nature, la force et la pertinence des liens entre les différents sujets et entre les genres fongiques recensés.

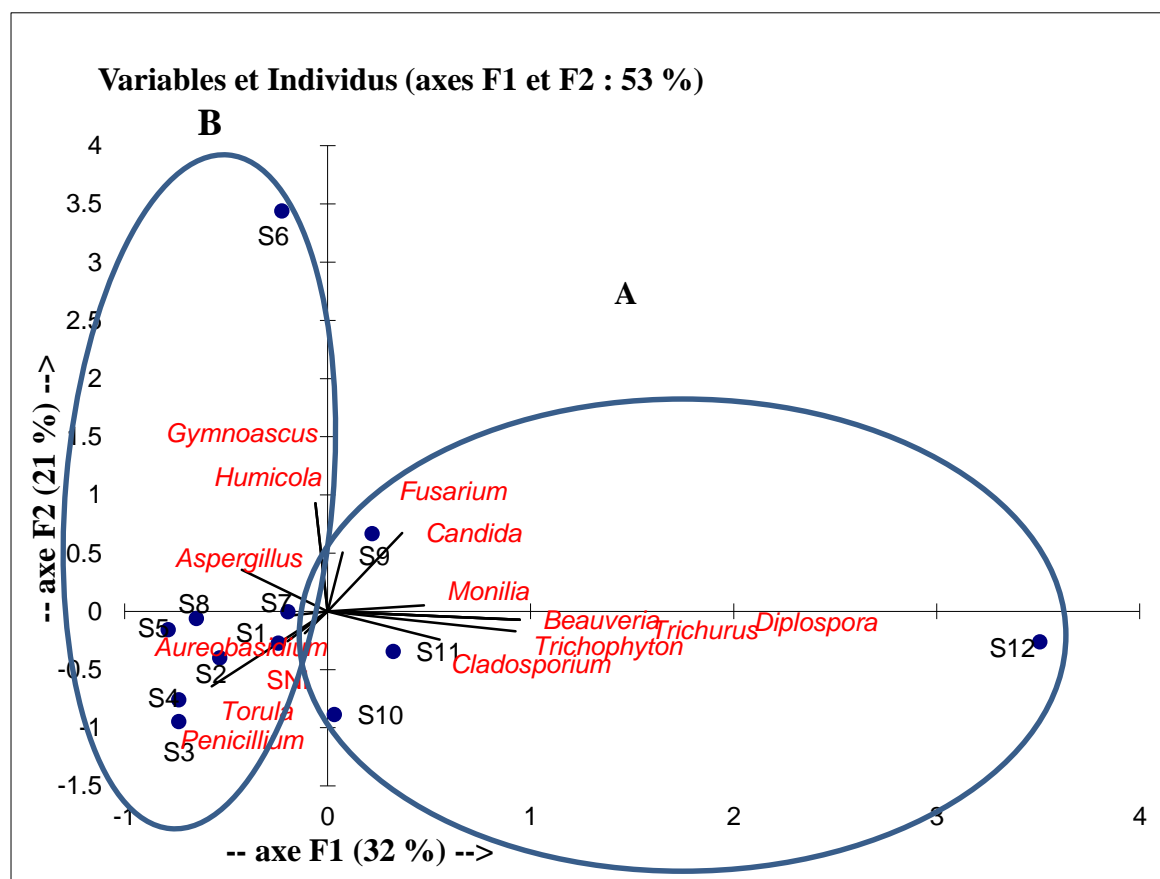


Figure 26 : ACP concernant les différents sujets des sols étudiés à dayate d'El Gouffa pour les sols échantillonnés en 2016.

Le plan factoriel $\frac{1}{2}$ de l'analyse en composantes principales (ACP) explique 53% du phénomène, avec pour l'axe 1 (32%) et l'axe 2 (21%) de l'inertie totale. Selon l'axe 1, nous notons une individualisation de deux groupes.

Groupe A : il renferme 4 sujets dont deux sujets immatures (S9 et S10) et deux sujets moyens (S11 et S12). Ce groupe contient huit genres fongiques (*Fusarium*, *Candida*, *Monilia*, *Beauveria*, *Trichurus*, *Diplospora*, *Trichophyton* et *Cladosporium*) avec une nette dominance de deux genres : *Candida* et *Fusarium*.

Groupe B : il renferme 8 sujets dont deux sujets immatures (S1 et S2), deux sujets moyens (S3 et S4) et les sujets âgés (S5, S6, S7 et S8). Ce second groupe comporte les genres : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Gymnoascus*, *Humicola*, *Auréobasidium* et *Torula* avec une co-dominance distinctive des deux premiers genres.

Nous avons réalisé une comparaison de corrélation décrites des différents genres fongique des sols de 2016 et ceux de 2017 sous pistachier d'Atlas à dayate El Gouffa. Des

Le plan factoriel $\frac{1}{2}$ de l'ACP explique 26% du phénomène, l'axe 1 contribue avec 15%, l'axe 2 exprime 11%.

L'axe F1 semble séparer les sujets des sols des deux années en 2 groupe :

Groupe A : il renferme les sujets suivants : S1.17, S2.17, S3.17, S4.17, S5.17, S6.17, S7.17, S8.17, S9.17, S10.17 et S12.17 échantillonnés à dayate El Gouffa en 2017.

Groupe B : renferme tous les sujets des sols échantillonnés en 2016 : S1.16, S2.16, S3.16, S4.16, S5.16, S6.16, S7.16, S8.16, S9.16, S10.16, S11.16, S12.16.

D'après cette ACP nous pouvons conclure que :

- Les champignons identifiés dans l'étude faite par Ouali et Yaddaden en 2019 appartiennent à 3 phyla différents, contrairement à notre étude où tous les champignons identifiés appartiennent à un seul phylum "Ascomycota". Cela pourrait être dû à une extrême sécheresse et un excès d'humidité du sol. Ces facteurs peuvent inhiber la germination des Basidiomycètes ainsi que les Zygomycètes comme il a été rapporté par Siquiera *et al.* (1985).
- La diversité fongique des sols diffère entre les deux années, où les sols échantillonnés en 2017 sont plus riche en genre que ceux de 2016.

La différence que révèle la comparaison entre les années faites dans le même site, confirme l'adaptation de la plante à la sécheresse, ainsi que l'influence du climat sur la diversité des champignons.

Conclusion

L'objectif de cette étude est de contribuer à élaborer un inventaire des champignons du sol sous *Pistacia atlantica* Desf., mais aussi de mettre en relief leurs éventuelles abondances et dominances. Notre étude a porté sur l'isolement et l'identification des souches fongiques du sol sous pistachier de l'Atlas de dayate El-Gouffa, willaya de Laghouat, échantillonnés en avril 2016.

Nos résultats mettent en évidence la présence de plusieurs morphotypes appartenant un seul phylum : Ascomycota. Sur les 14 genres fongiques obtenus pour les différentes répétitions et dilutions, *Penicillium* est le plus abondant parmi tous les genres recensés avec 42,45%, suivi par le genre *Aspergillus* avec 30,35 %.

L'estimation de la diversité fongique en fonction de l'âge de l'arbre nous a montré une abondance importante des genres fongiques au niveau des sujets de l'âge moyens avec 11 genre : *Aspergillus*, *Beauveria*, *Candida*, *Cladosporium*, *Diplospora*, *Fusarium*, *Monilia*, *Penicillium*, *Trichophyton*, *Trichirus*, SNI.

Cette diversité est moins intéressante comparativement à celle de l'étude de Ouali et Yaddaden (2019) qui ont fait état de 35 genres fongiques appartenant à trois phyla différents dans des sols échantillonnés en 2017, dans le même site d'étude. Cela pourrait être expliqué par le fait que l'année d'échantillonnage 2016 était plus chaude et les précipitations étaient très faibles contrairement à l'année 2017.

Enfin, pour une meilleure connaissance et identification des champignons au niveau des sols sous pistachier de l'Atlas, ce travail peut être poursuivi par :

- faire la diversité saisonnière et annuelle pour faire un suivi temporel de cette diversité par rapport aux changements édaphiques et climatiques ;
- étendre l'étude sur d'autres populations du pistachier de l'Atlas présentes dans d'autres bioclimats ;
- multiplier les prélèvements pendant plusieurs années et dans différents sites.

**Références
bibliographique**

- **A Deroy. 2015.** Evolution et adaptation des champignons saprophytes : les systèmes impliqués dans la dégradation du bois chez *Trametes versicolor*. Doctorat En Biologie Végétale et Forestière. Université de Lorraine France. V (10), n°14 : 172-175p.
- **Abdelkrim, H.,1992.** Un joyau floristique : l'oued Idikel, oued à *Pistacia atlantica* et *Myrtus nivellei* dans le Hoggar.Doc phytosoc.N.S.Vol 16 : 211-218 .
- **Abed K., 2006.** Approche anatomique des radicelles de *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *atlantica* : cas de la population de Ain Oussara (Wilaya de Djelfa). Mémoire d'Ingénieur en Biologie, Département des sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 67 p.
- **Ait Radi A. 1979.** Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* Desf. et de Thèse Ingénieur, INA El Harrach, 40 p.
- **Altundag E, Ozturk M.,2011.** Ethnomedicinal studies on the plant resources of eas, Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 19 :756–777.
- **Amarache C., et Chelli O., 2008.** Contribution à la recherche de symbiose mychorizienne de (*Pistacia atlantica*. Desf.ssp. *atlantica*) de la station de Tilghemt (Wilaya de Laghouat) Mémoire d'Ingénieure en Biologie, Département des sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 78p.
- **Bae H., Roberts DP., Lim H.S., Strem M.D., Park S.C., Ryu C.M., Melnick R.L., Baily B.A.2011.** Endophytic *Trichoderma* isolats from tropila environments Delay Disease Onset and Induce resistance again *Phytophthora capsici* in hot pepper Using Multiple Mechanisms. 2011.MPMI.VOL (24) n°3 : 336-351.
- **Bagnouls, F et Gaussen, H. 1953.** Saison sèche et indice xérothermique Bull., Hist., Nat., Toulouse, 88 : 143-239.
- **Belhadj S. 1999.** Les pistacherais algériennes : état actuel et dégradation. *Nucis, Newsletter*. 35 : 29-30.
- **Belhadj S. 2001.** Les pistacheraies algériennes : état actuel et dégradation. *Cahiers. Option Méditerranéennes*, 56 :107-109.
- **Belhadj, S. (2002).** GEOGRAPHICAL DISTRIBUTION OF *PISTACIA ATLANTICA* DESF. IN ALGERIA. *Acta Hortic*. 591, 499-503.
- **Belkhoudja Y. K., 2014.** Contribution à la description anatomique du phytomère chez le genre *Pistacia* de la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Mastère en Ecologie. Université Tlemcen, 35p.

- **Benabid A. 2000.** Flore et écosystème du Maroc : évaluation et Préservation de la biodiversité. Ibis Press, Paris, 357 p.
- **Benaradj A., Boucherit H., Bouazza M., Hasnaoui O. 2015.** Ethnobotanique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica*) auprès la population de Béchar (Algérie occidentale). Journal of Advanced Research in Science and Technology. 2(1) : 139-146.
- **Benfoddil O. 2015.** Inventaire des champignons endophytes des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. de dayate El Gouffa (Laghouat, Algérie). Mémoire de Magister. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département des Sciences Biologiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie. 102p.
- **BERRICHI M., CHIKH M., HADDAD A., ALLAM F., GUEFFAR M., BELKHODJA Y., 2017.** SOME HISTO-MORPHOLOGICAL ASPECTS OF PISTACHIO ATLAS (*Pistacia atlantica* DESF.) IN THE WESTERN NORTH OF THE TELLIAN ATLAS (TLEMCEM - ALGERIA). Algerian journal of arid environment. Laboratoire de recherche N° 31:, Université de Tlemcen, Algérie. vol. 7, n°1.
- **Bignell E. 2010.** *Aspergillus*: molecular biology and genomics. Caister Academic Press.
- **Botton B., Breton A., Fevre M., Gauthier S., Guy P.H., Larpent J.P., Reymond P., Sanglier J.J., Vayssier Y., Veau P. 1990.** Moisissures utiles et nuisibles : importance industrielle. 2ème édition. Masson. Collection Biotechnologies. 34-428.
- **Boubekeur, S. ; Korteby, HM ; Houmani, M., 2017.** Prédiction de la valeur alimentaire de *Pistacia atlantica* Desf. Et *Acacia farnesiana* (L.) Willd). *AgroBiologia*, 7 (2) : 603-609
- **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 Delâa) et de dayate Aiat (Timzerth) de la Wilaya de Laghouat. Mémoire de Magister Ecologie végétale, Université Amar Telidji. Laghouat. 244 p.
- **Boudy P., 1952.** Guid forestier en Afrique du Nord. Vol 1, Edit. La maison rustique. Paris, 509p.
- **Canard B. 2016.** Les champignons endophytes : Impact sur écosystèmes et Production de Molécules d'intérêt Thérapeutique. Option : Pharmacie. Faculté de pharmacie de Grenoble. Université GRENOBLE ALPES. 19-21P
- **Chaba B., Chraa O., Khichane M. 1991.** Germination, morphogénèse racinaire et rythme de croissance du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). *Physiologie des*

- Arbres et Arbustes en zones arides et semi-arides, Groupe d'Etude de l'Arbre-Paris, France. 465-472.
- **Chandini, K.C., Rajeshwari, N.,2017.** Isolation, and identification of soil fungi in Mattavara forest, Chikamagalur, Karnataka, J Pharmacogn Phytochem, Vol. 6(5), pp.721-726.
 - **Chew-Madinaveitia Y., Samaniego-G José A. 2007.** Diversité des genres de champignons du sol dans trois champs avec des conditions agricoles différentes à La Laguna, au Mexique. Rev. Mex. Biodiv. 78 : 383-390.
 - **Cordier T., 2012.** Structure des assemblages fongiques de la phyllosphère des arbres forestiers et effet potentiel du changement climatique. Thèse de Doctorat. Ecole doctorale : Sciences et Environnements. Spécialité : Ecologie évolutive, fonctionnelle et des communautés. Université Bordeaux 1. Pp: 3-16.
 - **D G Hermosso., 2013.** Diagnostic microbiologique des mucormycoses. Institut Pasteur, Unité de Mycologie Moléculaire et Centre National de Référence Mycoses Invasives et Antifongiques, Paris. France. Vol (29) :13 – 18.
 - **D Sylvain.,1996.** Dégradation de la caféine par aspergillus sp. Et Penicillium sp. Thèse doctorale science des aliments. Montpellier 2.1
 - **D. Chabasse., J Vigny, G Larcher, G Tronchin, J P Bouchara, M Aissi.,2002.** Étude in vitro d'une exo protéase d'aspergillus fumigatus dégradant les protéines constitutives de membranes basales. Sciences & Technologie. A, Sciences Exactes, (18), 85–90.
 - **Després J. 2012.** L'univers des champignons. Les Presses de l'Université de Montréal. Canada. 375 p.
 - **Drénou C. 2006.** Les racines. Face cachée des arbres. Edition CNPPF, Paris, 335 p.
 - **El Zerey-Belaskri, A., 2016.** Une approche multidisciplinaire pour la caractérisation Pistacia Atlantica Desf. Subsp. Diversité Atlantica dans le nord-ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat non publiée. Université Sidi Bel Abbes, Algérie (143p).
 - **El Zerey-Belaskri, A., Cavaleiro, C., Romane, A., Benhassaini, H., Salgueiro, L., 2017.** Intraspecific variabilité chimique de Pistacia atlantica Desf. subsp. atlantica huile essentielle du nord-ouest de l'Algérie. J. Ess. Oil Res. 29 (1) et 32 - 41.
 - **Gausсен H., Leroy J.F., Ozenda P. 1982.** Précis de botanique 2. Végétaux supérieurs. Masson, Paris, 2ème éd., 580p.
 - **Haddouche., 2017.** Contribution à l'étude des symbioses mycorrhizienne chez le pistachier de l'Atlas (Pistacia atlantica Desf) : cas de la population de la dayate Saadi

- Hassi-Delaa (Wilaya de Laghouat). Mémoire de Master. Département des sciences Biologique, Faculté des sciences Biologiques et Agronomiques U.M.M.T.O.71p.
- **Hadj Benamane D., 2009.** Contribution a la recherche de la microflore endophyte et michorizienne du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*.Desf.ssp.atlantica) population Theniet El Had (Wilaya de tessemssilt). Mémoire d'Ingénieur Agronome. Département des Sciences Agronomique. Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques.U.M.M.T.O.51p.
 - **Hamitouche, F. 2016.** Influence des propriétés physico-chimiques du sol sur l'architecture racinaire de *Pistacia atlantica* Desf. de Dayate El Gouffa, Commune Ain Madhi, W. Laghouat. Mémoire de magistère, Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 116p.
 - **Hawksworth D.L., Rossman A.Y. 1997.** Where are all the undescribed fungi? *Phytopathology*, 87(9), 888-891.
 - **Hawksworth, DL 2001.** L'ampleur de la diversité fongique : l'estimation de 1,5 million d'espèces revisitée. *Mycol. Rés.* 105 : 1422-1432.
 - **Herr AL, Labopin M, Blaise D, et al.** HLA-identical sibling allogeneic peripheral blood stem cell transplantation with reduced intensity conditioning compared to autologous peripheral blood stem cell transplantation for elderly patients with de novo acute myeloid leukemia. *Leukemia* 2007; 21:129-135.
 - **Houbraken J., Hong S-B., Hubka V., Klaassen C.H.W., Perrone G., Seifert K.A., Susca A., Tanney J.B., Varga J., Kocsubé S., Szigeti G., Yaguchi T., Frisvad J.C. 2014.** Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. *Studies in Mycology*. 78: 141-173.
 - **Hubka V., Kolarik M., Kubatova A., Peterson SW. 2013.** Taxonomic revision of *Eurotium* and transfer of species to *Aspergillus*. *Mycologia*, 105(4) : 912–937.
 - **J. O. Siqueira, D. M. Sylvia, J. Gibson, and D. H. Hubbell.,1985.** *Canadian Journal of Microbiology*. V (31), n°11.
 - **K Neubert., K Mendgen., H Brinkmann., G Wirsal., 2006.** Only a few fungal species dominate highly diverse mycofloras associated with the common reed. *Microbiologie appliquée et environnementale*.Vol. 72, n° 2
 - **Kaddour-Hocine,A.(2008).** Contribution à l'étude du comportement morphophysologique et biochimique de *Pistacia atlantica* Desf.ssp atlantica stressée

- salinité. Thèse de magister : Physiologie végétale. Oran(Algérie): Université d'Oran Essenia, 94p.
- **Khalidi A., Khouja M.K., 1996.** Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. In Padulosi, Caruso and Barone, Project on underutilized mediterranean species: Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources.
 - **Khalil K., B, J Patrick., F, M Tibbett., 2015.** A novel plant–fungus symbiosis benefits the host without forming mycorrhizal structures. New Phyto Foundation. Vol (201), n°4 : 1413-1422p.
 - **Kiffer E., Morellet M. 1997.** Les Deuteromycetes : classification et clés d'identification générique. Edition (INRA). Paris, France. 1-7p.
 - **L Tedersoo., 2018.** Histoire évolutive des symbioses mycorrhiziennes et de la diversité mondiale des plantes hôtes. V(220), n°4.
 - **Le Houerou H.N. 1995.** Bioclimat et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Revue options Méditerranéennes, série B, 396 p
 - **Lebreton A. 2018.** Caractéristiques génomiques du genre fongique Mucor et évolution adaptative liée à différents modes et conditions de vie au sein du genre. Génomique, Transcriptomique et Protéomique. Université de Bretagne occidentale - Brest. 600.
 - **Lecellier A. 2013.** Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. Thèse de Doctorat, Biologie-Biophysique, Université Reims Champagne-Ardenne. France.
 - **Lecellier A., 2013.** Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. These de Doctorat, Biologie-Biophysique, Université Reims Champagne-Ardenne.
 - **Lee S S., Alias S A., Jones E.G.B., Zaunuddin N., Chan S T., 2012.** Check list of fungi of Malaysia. Research Pamphlet. N°132.
 - **Limane A. 2018.** Réponses architecturales racinaires et stratégies d'absorption hydrominérale chez *Pistacia atlantica* en fonction d'un gradient d'aridité croissante : cas d'un transect Nord-Sud en Algérie. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 265p.

- **Locatelli A., 2013.** Prévalence de pathogènes humains dans les sols français, effet des facteurs pédoclimatiques, biologiques et du mode d'utilisation des sols (Doctoral dissertation, Université de Bourgogne. p3
- **Lyatim S., 2008.** Moisissures d'intérêt médical. Etude récente prospective au Laboratoire de parasitologie et mycology. Thèse de Pharmacie.3-45p.
- **LYATIM, Souad (2008).** Moisissures d'intérêt médical Etude récente prospective au laboratoire de parasitologie et mycologie à l'hôpital d'enfants de rabat : (A propos de 133 prélèvements). Thèse de pharmacie.
- **M Franç., S E. Hannula., M Belka., M Jędryczka.,2018.** La biodiversité fongique et leur rôle dans la santé des sols. Institut d'agrophysique, Académie polonaise des sciences, Lublin, Pologne.
- **M L Richard., H Sokol., V Leducq., H Aschard., H Pham., S Jégou., C Landman., D Cohen., G Liguori., A Bourrier., I Larmurier., J Cosnes., P Seksik., P Langella., D Skurnik., L Beaugerie., 2017.** Dysbiose du microbiote fongique dans les MICI. Avenir Team Gut Microbiota and Immunity, Univ Paris 06, Paris, France
- **Mansour, C. (2011).** Contribution à l'étude de la répartition du Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf) dans la wilaya de Naâma–Cas de Gaaloul. Mémoire d'Ingénieur foresterie. Université de Tlemcen. 115P.
- **MAROUF A. et REYNAUD J., 2007-** la botanique d'A à Z .1662 définitions. Ed Dunod :P.286.
- **MAROUF A., RAYNAUD J.,2007.** La botanique de A à Z: 1662 définitions.Dunod. 342 p
- **Mechiah F. 2015.** Approche des symbioses racinaires de de *Pistacia atlantica* Desf. de Dayate El Gouffa (Laghouat, Algérie).Option : Ecologie végétale Appliquée et Gestion de l'Environnement. Faculté des Sciences Biologique ; et Sciences Agronomiques. Département de Biologie animale et végétales UMMTO. 98-125.
- **Mechiah F., Boutelba I., Smail-Saadoun N. 2021.** Variability of the rhizospheric mycodiversity of the Algerian *Pistacia atlantica* Desf. Acta Ecologica Sinica.
- **MÉDAIL F., MYERS N., 2004.** Mediterranean Basin. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial écoregions, (ed. by R.A. Mittermeier, P. Robles Gil, M. Hoffmann, J. Pilgrim, T. Brooks, C.G. Mittermeier, J. Lamoreaux and G.A.B. da Fonseca). CEMEX, Monterrey, Conservation International, Washington and Agrupacioén Sierra Madre, Mexico : 144–147

- **Medjdal., 2010.** Contribution à l'étude des simbiose mychorizienne du pistachier de l'Atlas : Cas de la population du centre de dayate Tirlhemt (Wilaya de Laghouat). Mémoire d'Ingénieur en Agronomie, Département des sciences Agronomique, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.
- **Mellah H., 2007.** Approche anatomique des radicelle du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*. Desf. Subsp. *Atlantica*) : Cas des population d'Oued Besbés, Wilaya de Médéa. Mémoire d'Ingénieur Agronome, Departement des sciences biologiques agronomique. U.M.M.T.O. 86p.
- **Mendes Gaspar, A. (1997).** Isozyme characterization of different *Pistacia* species and their hybrids. Study of their performance as rootstocks for *Pistacia vera* L. Options Mediterraneennes. Serie B: Etudes et recherches (CIHEAM).
- **Michel M., 1997.** LES DEUTÉROMYCÈTES. Classification et clés d'identification générique. 1ère édition. 306p.
- **Monastra, F., Rovira, M., Vargas, F. J., Romero, M. A., Batlle, I., Rouskas, D., &**
- **Monjauze A. 1980.** Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf., Biologie et forêt. Revue Forestière Française, 4: 356-363.
- **Monjauze, A. (1968).** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, 1-128.
- **Morton JB, Benny GL, (1990),** Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (*Zygomycetes*): a new order *Glomales* and *Gigasporineae* and two new families *Acaulosporaceae* and *Gigasporaceae* with an emendation of *Glomaceae*. *Mycotaxon* 37: 471-491.
- **Netea MG, Brown GD, Kullberg BJ, Gow NA.** An integrated model of the recognition of *Candida albicans* by the innate immune system. *Nature Reviews Microbiology*. 2008;6(1):67.
- **Ouadah Y., 1982.** Contribution à l'étude des principales essences d'intérêt fourrager des régions arides et semi-arides d'Algérie : Application à quelques espèces. Mém. Ing.I.N.A ; 108p.
- **Ozenda P. 1977.** Flora of the Sahara. *Flora of the Sahara.*, (ed. 2).
- **Ozenda P. 1983.** Flore du Sahara. Deuxième édition. C.N.R.S. 566 p.
- **Ozenda P. 2004.** Flore et végétation du Sahara. 2e éd. du CNRS, Paris, 624 p.
- **Ozenda, P., 1991.** Flore et végétation du sahara. T.III, Paris. 660 p.

- **Pasqualotto, A. C. (Ed.). (2010).** Aspergillosis : from diagnosis to prevention (Vol. 422). Berlin, Germany. Springer.
- **Pesson, P. et Louveaux, J., 1984.** Pollinisation et productions végétales. Paris : INRA,179p.
- **Pouget M, (1980).** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Paris : ORSTOM, 8-556 p.
- **Pouget., M 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. ORSTOM. Paris, 569 p.
- **Pratheeba M., Umaa Rani K., Ramesh B., 2014.** Studies on antimicrobial and anticancer activity of *solanum trilobatum*. Asian J Pharm Clin Res. 1 : 213-219.
- **Quezel, P., & Santa, S. (1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (No. 581.965 Q8).
- **Raad G., 2010.** Contribution à l'étude des symbioses mychorizienne du pistachier de l'Atlas : Cas de la population de dayate de Timzerth (Wilaya de Laghouat). Mémoire d'Ingénieur en Agronomie. Département des science Agronomique. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 76p.
- **Roger P., and Garcia J. L. (2001).** Introduction à la microbiologie du sol. Université de Provence, Ecole supérieure d'ingénieurs de Luminy, France. p16.
- **Romkas, D., & Gaspar, A. M. (1997).** Caractérisation isoenzymatique de diverses espèces du genre *Pisfacia* et leurs hybrides Etude de leur comportement comme porte-greffe du pistachier *Pisfacia vera* L. Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches, (16), 133-142.
- **Saqib Bilal, Raheem Shahzad, Abdul Latif Khan, Ahmed Al-Harrasi, Chang Kil Kim, In-Jung Lee, 2019.** Phytohormones enabled endophytic *Penicillium funiculosum* LHL06 protects *Glycine max* L. from synergistic toxicity of heavy metals by hormonal and stress-responsive proteins modulation. Journal of Hazardous Materials, Volume 379.
- **Sénéquier-Crowet ., Canard B , 2016.** Les champignons endophytes : impact sute les ecosystemes et production de molecules d'interettherapeutique. Science pharmaceutique. Université Grenoble Alpes.
- **Smith S E., Read D.J. 2008.** Mycorrhizal symbiosis, 3rd edn. Academic press, san diengo, pp.16-32.
- **Staehli, 2016.** Tout savoir sur les bactéries et les champignons du sol. Salamandre.

- **Stahli, 2016.** Tout savoir sur les bactéries et les champignons du sol. Salamandre
- **Sylvain D.1996.** Dégradation de la caféine par *Aspergillus* sp. ET *Penicillium* sp. Université Montpellier étude physiologique et biochimique. Montpellier : ORSTOM, 211 p.
- **Tabuc C. 2007.** Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse de doctorat, Spécialité : Pathologie, Mycologie, Génétique et Nutrition. Institut national polytechnique de Toulouse et de l'Université de Bucarest. 190 p.
- **Toepfer G. 2011.** Symbiose. Dictionnaire historique de biologie. JB Metzler, Stuttgart. p 426-442.
- **Walker C., Sanders F. E. 1986.** Taxonomic concepts in the Endogonaceae: III. The separation of *Scutellospora* gen. nov. from *Gigaspora* Gerd. & Trappe. Mycotaxon, 27 :169-182.
- **White,F.(1986).** La végétation de l'Afrique. Paris : Orstom-Unesco, 303p.
- **Yaaqobi A., El Hafid L., Haloui B. 2009.** Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc. Biomatec Echo, 3(6), 39-49.
- **Yaaqobi, A., El hafid, L., Haloui, B. (2009).** Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc, Biomatec Echo, 3(6), pp 39 - 49.
- **Zeggagh-Benamara N., 2006.** Approche anatomique des racines de *Pistacia atlantica* Desf. Subsp.atlantica : cas de la population de Béni Ounif (Wilata de Béchar). Mémoire Ingénieur en Agronomie, Département des Sciences Agronomique, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 54 p.
- **Zohary M., 1952.** A monographical study of the genus *Pistacia*. Palest. J. Bot., Jerusalem Series. 5:187-228.
- **Zohary M., 1987.** Flora Palaestina. Platanaceae to Umbelliferae. 2: 296-300p.

Résumer

Dans le but de mettre en évidence la diversité fongique de la rhizosphère, nous nous sommes intéressées dans ce travail à étudier les sols sous pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) qui se trouve au niveau d'une région steppique : Laghouat (dayate El Gouffa). Notre échantillonnage a concerné douze sujets de classe d'âge différents en printemps 2016. L'utilisation de la méthode de suspension-dilution ainsi que l'étude macroscopique et microscopique des souches fongiques ont permis d'identifier 14 genres fongiques appartenant au phylum des Ascomycètes dont on cite les plus abondants *Penicillium* avec 42,54%, *Aspergillus* avec 30,35%, suivi par *Candida* avec 8,48%, *Fusarium* avec 3,70%, *Trichophyton* 3,43%, *Cladosporium* avec 1,71%, *Monilia* avec 1,30%, *Gymnoascus* suivis par *Humicola* avec 0,60% pour chacun, *Aureobasidium* avec 0,56%, *Torula* avec 0,42% suivis par et enfin *Trichurus* avec 0,42%, *Beauveria* avec 0,28%, *Diplospora* avec 0,28% et pour les espèces non identifiées elles sont présentes à 5,51%. La richesse spécifique est importante pour le genre *Aspergillus* (9 espèces) suivis par *Candida* (3 espèces). L'analyse statistique a révélé une distribution hautement significative, significative et non significative pour les différents genres isolés. A cet égard, nous pouvons dire que notre diversité est moins importante comparativement l'étude précédente de Ouali et Yaddaden (2019) faite dans la même station sur les sols du printemps 2017.

Mots clés : diversité fongique, rhizosphère, pistachier de l'Atlas, Laghouat (Dayate El Gouffa), Algérie.

Abstract

In order to highlight the fungal diversity of the rhizosphere, we were interested in this work to study the soil under Atlas pistachio tree (*Pistacia atlantica* Desf.) which is at the level of a steppic region: Laghouat (dayate El Gouffa). Our sampling covered twelve different age-class trees in spring 2016. The use of the suspension-dilution method and the macroscopic and microscopic study of fungal strains have identified 14 fungal genera belonging to the phylum of Ascomycota of which the most abundant *Penicillium* with 42,54%, *Aspergillus* with 30,35%, followed by *Candida* with 8,48%, *Fusarium* with 3,70%, *Trichophyton* 3,43%, *Cladosporium* with 1,71%, *Monilia* with 1,30%, *Gymnoascus* followed by *Humicola* with 0,60% for each, *Aureobasidium* with 0,56%, *Torula* with 0,42% followed by and finally *Trichurus* with 0,42%, *Beauveria* with 0,28%, *Diplospora* with 0,28% and for unidentified species they are present at 5,51%. Species richness is important for the genus *Aspergillus* (9 species) followed by *Candida* (3 species). The statistical analysis revealed a highly significant, significant and non-significant distribution for the different isolated genera. In this respect, we can say that our diversity is less important compared to the previous study of Ouali and Yaddaden (2019) made at the same station on the soils of spring 2017.

Keywords: fungal diversity, rhizosphere, Atlas pistachio, Laghouat (Dayate El Gouffa).

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I	1
Champignon du sol.....	1
1.Introduction.....	4
2.Clade des champignons	4
2.1.Chytridiomycota	5
2.2.Mucoromycota.....	5
2.3. Glomeromycota	6
2.4.Dikarya	6
2.4.1.Ascomycota.....	6
2.4.2.Basidiomycota.....	10
3.Rôles des champignons du sol.....	11
Chapitre II.....	13
Présentation du pistachier de l'Atlas	13
1.Introduction.....	13
2.Systématique.....	13
3.Caractéristiques botaniques	13
3.1. Système racinaire.....	14
3.2. Tronc.....	15
3.3. Bois.....	15
3.4. Ecorce	15
3.5. Feuilles.....	15
3.6. Inflorescence.....	16
3.7.Fruit	17
4.Aire de répartition.....	18
4.1. Dans le monde	18
4.2.En Algérie.....	19
5. Caractéristiques écologiques	20

5.1 Exigences climatiques	20
5.2.Exigences édaphique	21
6. Propriétés et utilisations des différentes parties du pistachier de l'Atlas.....	21
6.1. Utilisations du bois	21
6.2. Utilisations des feuilles.....	22
6.3.Utilisations des fruits et des graines	22
Chapitre III.....	23
Matériel et méthodes	23
1.Description de la zone d'étude	23
1.1.Situation géographique	23
1.2. Bioclimat de la zone d'étude	23
2.Echantillonnage sur le terrain.....	24
3.Préparation du milieu de culture	25
4.Isolement des souches fongiques	26
4.1. Méthode des suspensions-dilutions	26
4.2. Mise en culture	27
4.3. Prélèvement	27
5.Identification.....	28
5.1. Identification macroscopique	28
5.2.Identification microscopique	28
6. Analyse statistique.....	28
Chapitre IV	29
Résultats et discussion	29
1.Diversité et abondance des genres fongiques sous pistachier de l'Atlas.....	30
2.Diversité et abondances des genres fongiques des sols sous les sujets immatures.....	34
3.Diversité et abondances des genres fongiques des sols sous sujets moyens	36

4.Diversité et abondances des genres fongiques des sols sous les sujets âgés	38
5.Analyse de variance (ANOVA)	41
6.Analyse en composantes principales (ACP)	41
Conclusion.....	46

Références bibliographique

Résumer