

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES  
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES



## Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale.

### Thème :

**Diversité des champignons des sols sous pistachier de  
l'Atlas de la daya de Aiat (Timzerth, Laghouat).**

**Présenté par : DAIRA Hassiba et YACEF Ferroudja.**

Devant le jury :

**M<sup>me</sup> SMAIL-SAADOUN N.** Professeur à l'UMMTO

**Présidente**

**M<sup>elle</sup> ZAREB A.** MAA à l'UMMTO

**Promotrice**

**M<sup>elle</sup> OUZID Y.**

MCB à l'université de M'Hamed BOUGARA de BOUMERDES **Examinatrice**

**Année universitaire : 2020/2021**

## **Remerciements**

*Au terme de cette étude, nous tenons d'abord et avant tous de remercier **Dieu** tout puissant de nous avoir guidé et pour le courage, la patience et la santé qu'il nous à accordé durant toutes ces années d'études en particulier, et de vie en général, pour affronter toutes les difficultés et les obstacles, qui se sont hissés au travers de nos chemins.*

Nous remercions également ;

*Notre promotrice, Mlle **ZAREB** d'avoir accepté de nous encadrer et nous dirigé tout au long de ce travail, sans elle n'aurait pu aboutir, pour son aide, sa gentillesse, son soutien, et sa compréhension. On lui adresse toute notre reconnaissance pour sa patience, sa disponibilité et sa participation active lors de la rédaction de ce mémoire. Nous avons l'honneur de travailler sous votre direction.*

*Madame **SMAIL-SAADOUN N**, professeur à l'UMMTO et directrice du laboratoire « Ressources Naturelles » de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour nous avoir proposé ce sujet et mademoiselle **ZAREB** comme promotrice, le matériel au laboratoire, et d'avoir accepté la présidence du jury de ce travail. Veuillez trouver ici le témoignage de notre plus profond respect et de toute notre reconnaissance.*

*M<sup>elle</sup> **OUZID**, pour son soutien morale et en matériel durant notre travail au Laboratoire, ainsi pour sa gentillesse et son aide pour la réalisation de ce travail, et surtout de nous avoir fait l'honneur d'examiner ce travail. Qu'elle trouve ici l'expression de toute notre gratitude et remerciements.*

*Nos remerciements vont également à tous les personnels du laboratoire pédagogique.*

*En fin nous tenons à exprimer notre profonde sympathie à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de nos études et tout particulièrement aux enseignants de la spécialité.*

## ***DEDICACE***

*On dédie ce modeste travail A nos chers parents, en guise de gratitude pour tous leurs sacrifices, soutient, confiance, compréhension et amour. Vous êtes les êtres les plus chères à nos cœurs, aucun mot ne pourra exprimer notre gratitude et notre estimation pour vous.*

## *Liste des Figures*

<b>Figure 1:</b> structure de l'hyphe. (A) hyphe coenocytique ; (B) hyphe cloisonnée (Lecellier, 2013).....	7
<b>Figure 2:</b> classification générale des champignons (David et al., 2015).....	10
<b>Figure 3:</b> cycle de développement de <i>Rhizopusstolonifer</i> (Raven et al., 2008).....	12
<b>Figure 4:</b> cycle de reproduction chez Ascomycota (Morelet, 1997).....	13
<b>Figure 5:</b> cycle de vie des Basidiomycota (Blandeau, 2012) .....	14
<b>Figure 6:</b> situation géographique de la wilaya de Laghouat (Bouchetat, 2018).....	22
<b>Figure 7:</b> les limites de la wilaya de Laghouat (Okbob, 2020) .....	22
<b>Figure 8:</b> diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен pour la station de Hassi R'mel (1999-2005).....	24
<b>Figure 9:</b> zonation écoclimatique de La station d'étude selon la méthode de Le Houérou (1995) .....	26
<b>Figure 10:</b> observation des genres a, b, c, d, e, f, et g. (au G40×10).....	37
<b>Figure 11:</b> observation des genres h, i, j, k, l, m, n, et o.(au G40×10).....	38
<b>Figure 12:</b> spectre général des fréquences des différents phylums fongiques recensés dans les sols sous pistachier de l'Atlas de dayate Aiat Timzerth (Laghouat) .....	39
<b>Figure 13:</b> représentation de l'analyse en composantes principales(ACP), montrant les genres des champignons au niveau du sol sous le Pistachier de l'Atlas des différents sujets échantillonnés au niveau de la station de Timzerth (Laghouat).....	45

## *Liste des Tableaux*

<b>Tableau 1:</b> texture des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).....	18
<b>Tableau 2:</b> intervalle des pH des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudié au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018) .....	19
<b>Tableau 3:</b> intervalle de la teneur en calcaire total des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).....	19
<b>Tableau 4:</b> intervalle de teneur en matière organique des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).....	19
<b>Tableau 5:</b> données et paramètres utilisés dans la classification éco climatique de la station de Laghouat) .....	25
<b>Tableau 6:</b> représentation des caractéristiques des sujets de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. de la zone d'étude (Mazouz, 2014 ; Mokhtari, 2015).....	27
<b>Tableau 7:</b> fréquences de colonisation (FC%) par des champignons isolés à partir des sols sous le pistachier de l'Atlas d'Aiat Timzerth (Laghouat) .....	34
<b>Tableau 8:</b> abondances des genres fongiques isolés à partir des sols sous pistachier de l'Atlas à dayate Aiat Timzert (Laghouat).....	36
<b>Tableau 9:</b> comparaison de l'Abondance des genres fongiques isolées à partir des sols sous pistachier de l'Atlas de dayat Aiat Timzerth et ceux d'El-Goffa.....	39
<b>Tableau 10:</b> matrice de corrélation de Pearson .....	47

# *Sommaire*

<b>Introduction générale.....</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre I : champignons du sol .....</b>	<b>4</b>
1. Introduction .....	5
2. Caractéristiques des champignons.....	5
3. Conditions de croissance des champignons.....	8
3.1. Température.....	8
3.2. Humidité.....	9
3.3. pH.....	9
3.4. Oxygène.....	9
3.5. Lumière.....	10
4. Classification des champignons .....	10
4.1/ Champignons inférieurs .....	11
4.1.1. Chytridiomycota .....	11
4.1.2. Zygomycota.....	11
4.2/ Champignons supérieurs .....	12
4.2.1. Ascomycota .....	12
4.2.2. Basidiomycota .....	14
<b>Chapitre II : sol Sous le Pistachier.....</b>	<b>15</b>
1. Introduction .....	16
2. Sols des zones arides .....	16
3. Sols des dayas.....	17
4. Caractéristiques physico-chimiques des sols sous pistachier de l'Atlas de la daya Aiat (Timzerth).....	18
5. Fonctions du sol.....	20

<b>Chapitre III : matériel et méthode.....</b>	<b>21</b>
1. Description de la zone d'étude .....	22
1.1. Situation géographique.....	22
1.2. Bioclimat de la zone d'étude.....	23
2. Echantillonnage sur le terrain.....	26
2.1. Caractéristiques de chaque profils.....	28
2.2. Conservation des échantillons .....	29
3. Préparation des suspensions dilutions .....	29
a) Matériel de préparation .....	29
b) Procédure de préparation .....	29
4. Mise en culture .....	30
4.1 Préparation et stérilisation .....	30
4.2. Mise en culture de l'inoculum.....	30
4.3 Ensemencement.....	31
5. Identification .....	31
5.1. L'observation macroscopique.....	31
5.2. L'observation microscopique .....	31
6. Analyse statistiques .....	32
6.1. La fréquence de colonisation (FC %) .....	32
6.2. Calcul des abondances .....	32
6.3. Analyse en composante principale(A.C.P) .....	32
6.4. Matrice de corrélation.....	32

**Chapitre IV : résultats et Discussion ..... 33**

1. Fréquences de colonisation (FC %) par des champignons au niveau des sols sous pistachier de l'Atlas mise en culture..... 34

1.1. Résultats ..... 34

1.2. Discussion ..... 34

2. Abondance en champignons..... 36

2.1. Résultats ..... 36

2.2. Comparaison de l'abondance en champignons avec celle de Yaddaden et Ouali2016..... 39

2.3. Discussion ..... 40

3. ACP ..... 44

4. Matrice de corrélation ..... 46

**Conclusion générale ..... 50**

**Références bibliographiques..... 52**

**Résumé**



# Introduction Générale

Les régions arides sont caractérisées par des conditions édapho-climatiques très contraignantes pour la survie spontanée des êtres vivants. Représentant plus des deux tiers du territoire algérien, les milieux arides et semi arides recèlent des ressources naturelles qui méritent une grande attention (Salemkeur et *al.*, 2012). En Algérie, la zone aride représente près de 95% du territoire national dont 80% dans l'hyper aride. Elle est, à l'heure actuelle, soumise à des pressions anthropozoïques importantes dont dépendent les phénomènes, parfois irréversibles (Haddouche et *al.*, 2009). Néanmoins, cet écosystème reste un milieu vivant caractérisé par un couvert végétal très diversifié (Salemkeur et *al.*, 2012).

Les espèces illustrant les associations symbiotiques avec les communautés fongiques le Pistachier de l'Atlas ; appartient à la famille des Anacardiacees (Spichiger et *al.*, 2002), qui est un arbre à la fois protecteur que productif (Manjouze, 1980), par son potentiel d'utilisation dans les zones pré-forestières, représente une ressource importante pour les population locales (Bouabdelli et *al.*, 2018). Il représente un intérêt particulier qui est parmi les seuls arbres qui s'accommode à l'étage bioclimatique arides et résistante aux conditions écologiques les plus sévères, avec ses feuilles qui produisent des bons sols forestiers (Monastra et *al.*, 2000). Il se trouve à l'état spontanées dans le Sud Algérien où il présente une plasticité écologique très large allant des régions Subhumide jusqu'au Sahara (Oukara et *al.*, 2014) et grâce à son système racinaire bien développé, il contribue à la conservation des sols dans les zones où l'érosion est potentiellement intense (Bouabdelli et *al.*, 2018).

L'adaptation au milieu terrestre des plantes s'est faite en association avec les champignons (Derrien, 2010). La plupart des espèces de champignons disposent d'un potentiel enzymatique important leur permettant de coloniser de nombreux substrats et notamment les sols (Makhlouf, 2019). Les champignons des sols, vont contribuer à enrichir le sol en éléments minéraux essentiels à la fertilisation (Guennoc, 2017). Ces micro-organismes du sol vont également avoir une influence directe sur la production végétale, positive ou négative (Talbot, 2009), participent ainsi au fonctionnement des écosystèmes via la régulation des espèces végétales et l'apport de matière (Dixon et Tilston, 2010).

Le nombre et la variété des organismes vivants dans le sol constituent une réserve biologique considérable et très importante pour la biodiversité de l'écosystème terrestre. La richesse microbienne des sols reste encore mal connue et exploité (Hoorman et Islam, 2010 ; Raoul, 2013). La diversité des champignons dans les sols est très élevée, un seul gramme de sol pouvant contenir plusieurs milliers d'espèces fongiques (Schulz et *al.*, 2006).

La biodiversité est au centre des préoccupations d'aujourd'hui, cette notion se réfère à des écosystèmes mettant en jeu les interactions entre organismes et ceux-ci avec leurs milieux de vie. C'est dans ce contexte, notre étude a été réalisée au niveau du laboratoire « Ressources Naturelles » de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (U.M.M.T.O), dont l'intérêt est de déterminer la biodiversité fongique du sol sous le Pistachier de l'Atlas dans une région aride (Laghouat, Algérie). Suite au travail déjà réalisé dans le même laboratoire par Ouali et Yadaadene, (2016) sur la région de El-Goffa.

Pour cela, après une introduction générale, nous avons subdivisé ce mémoire en quatre chapitres :

- Chapitre I: une synthèse bibliographique où nous avons évoqué les champignons du sol ;
- Chapitre II: dans lequel nous avons décrit les sols arides et les sols sous le Pistachier de l'Atlas ;
- Chapitre III: concerne la description de la zone d'études (Dayat Timzert de Laghout), présente le matériel (sol) et les méthodes utilisées ; lors de l'expérimentation ;
- Chapitre IV: dans lequel nous avons présentés et discutés nos résultats ;

Une conclusion générale et des perspectives viennent clore notre travail.



Chapitre I : champignons du Sol

## 1. Introduction

Les champignons incluant des espèces macroscopiques (macro-mycètes) et d'autres microscopiques (micromycètes) (Chabasse et *al.*, 2002), En réalité, les champignons sont avant tout des organismes souterrains, invisibles le plus souvent et qui ont colonisé l'ensemble de la biosphère (Chabasse et *al.*, 1999).

Les champignons sont classés en deux catégories : Les champignons unicellulaires ; la forme levure, qui apporte un avantage pour la croissance dans les milieux où la pression osmotique est forte, car cela diminue la surface de l'organisme. Les champignons pluricellulaires (la forme mycélienne), qui permet aux champignons d'avoir une croissance radiale importante et de coloniser rapidement un milieu. Ceci assure une surface maximale de contact et permet une exploration et une recherche de nutriments dans les trois dimensions (Carlile et Watkinson, 1994 ; Jennings et Lysek, 1996). Ils existent sous de multiples formes : des filaments parcourant les sols, des spores aéroportées de fines couches autour de la matière en décomposition ou encore des organes de fructification dont le diamètre peut mesurer de quelques micromètres à plusieurs décimètres. Plusieurs sont bénéfiques et contribuent de maintes façons au maintien de la diversité biologique, au fonctionnement des écosystèmes et à la survie de l'homme (Bolduc et Hijri, 2012).

Les champignons sont spécialisés dans l'assimilation des molécules complexes. Ils jouent un rôle dans la formation d'humus stable. Contrairement aux bactéries, elles n'ont pas besoin d'un film d'eau pour pouvoir se propager à travers le sol. Elles sont ainsi capables de créer un vaste réseau pour trouver de nouvelles sources de nourriture et de transporter les nutriments sur de longues distances (Chez le Père Magraine, 2018).

## 2. Caractéristiques des champignons

Les champignons, appelés aussi mycètes (Chabasse et *al.*, 2002). Ce sont des organismes eucaryotes constituent un large groupe diversifié qui possède des caractéristiques communes avec les plantes et les animaux moins évolués (Blandeau, 2012), caractérisés par la production d'un nombre considérable de spores microscopiques, leur assurant ainsi un pouvoir de dispersion très important (Chabasse, 2008).

Ces organismes sont hétérotrophes (Ripert, 2013), dépourvus de pigment chlorophyllien (ce qui les distingue nettement des végétaux) (Chabasse et *al.*, 1999). Ils se nourrissent de molécules organiques déjà produites dans leur environnement (Durrieu, 1993).

Ils sont évolués parmi les bactéries, les plantes et les animaux, en dépendance, comme partenaires ou comme parasites (Bolduc et Hijri, 2012). Les champignons décomposent des organismes morts et y prolifèrent, soit ils envahissent des organismes vivants, les tuent et se développent directement au sein d'êtres vivants. Dans ce dernier cas, selon la nature de la relation avec l'organisme " hôte ", le champignon parasite l'hôte, ou, au contraire, contribue au bon fonctionnement de ses fonctions physiologiques (Durrieu, 1993). Cette capacité de symbiose est remarquable dans le cas des lichens, lesquels résultent de l'intégration physiologique et morphologique d'un champignon et d'une algue (Durrieu, 1993 ; Gévry et Dalpé, 2012). Ainsi que l'association mycorhizienne qui est le résultat entre les champignons et racines de végétaux... (Gévry et Dalpé, 2012). Les champignons que nous rencontrons dans cette symbiose sont dits "supérieurs": des Basidiomycètes et des Ascomycètes (Heffner, 2016).

La paroi des champignons est rigide, elle ne contient pas de lignine (un assemblage de composés phénoliques) ni de cellulose (un assemblage de glucose) comme celle des végétaux (Martin, 2014). Elle contient, typiquement de la Chitine et du Glucane (Dufresne, 2018), ce qui lui assure une certaine résistance aux contraintes du milieu extérieur (Chabasse et *al.*, 1999).

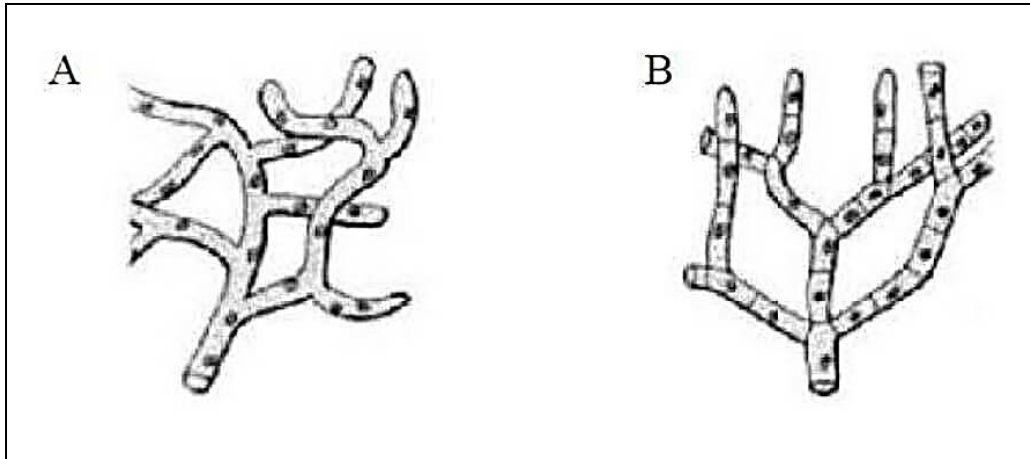
L'aspect d'un champignon est constitué par un thalle (ou mycélium) (Chabasse et *al.*, 1999). Ce thalle est l'appareil végétatif qui ne possède ni racine, ni tige, ni feuille (Bouchet et *al.*, 1999 ; Boiron, 1996). Il est constitué par, l'enchevêtrement de nombreux filaments ramifiés (Deluzarche, 2007 ; Laberche, 1999), lorsqu'il est filamenteux, il est désigné sous le nom de mycélium (Laberche, 1999).

Deux structures thalliques existent (**Figure1**) :

- **Non cloisonnée (mycélium « séphonné » ou « coenocytique »)** ; Il est formé de siphons tubulaires (Ripert, 2013), sans cloisonnement en unités cellulaires (Bocquet, 1993), contient une longue vacuole axiale bordée de nombreux noyaux (Ripert, 2013 ; Bocquet, 1993) (**Figure1 A**).

- **Cloisonnés (mycélium « septé ») par des cloisons** ; Il est formé de cellules cylindriques, disposées bout à bout (Ripert, 2013). Il possède des cloisons transversales séparant les cellules les unes des autres, mais qui préservent la continuité des cytoplasmes grâce à des pores dans ces cloisons (Branger et *al.*, 2007 ; Bocquet, 1993), permettant la libre

circulation du cytoplasme et des noyaux. Néanmoins, on dit qu'ils ont un mycélium « cloisonné » (Bocquet, 1993). La cloison interne (septum) est simple chez les Ascomycètes, le septum est complexe chez les Basidiomycètes (Laberche, 1999) (**Figure1 B**).



**Figure1** : structure de l'hyphe. (A) hyphe coenocytique, (B) hyphe cloisonnée (Lecellier, 2013).

La croissance des champignons mycéliens est assurée par des hyphes qui sont constituées de cellules hétéro-caryotiques (Ascomycota et Basidiomycota) ou coenocytiques (Zygomycota et Glomeromycota) (Jennings et Lysek, 1996). Les filaments mycéliens ou hyphes, simples ou ramifiés, continus ou pourvus de cloisons transversales qui les divisent en articles s'accroissent uniquement par leur partie apicale (Ripert, 2013). La croissance et la nutrition vont se faire de façon concomitante ; la croissance sera réalisée par une extension de la paroi à l'apex, par un apport continu de chitine. De même, au niveau de l'apex également, des enzymes hydrolytiques seront déversées dans le milieu extérieur (Carlile et Watkinson, 1994).

Les champignons se reproduisent en formant des spores (Raven et *al.*, 2014), soit par voie sexuée : spores formées par méiose, souche téléomorphe (champignons parfaits), soit asexuellement : spores formées par mitose (mode le plus fréquent), souche anamorphe (champignons imparfaits) (Bouchet et *al.*, 1989). Chez certain groupe de champignons, les deux modes de reproduction cohabitent, alors que chez d'autres, l'un ou l'autre domine selon le degré d'évolution des espèces (Després, 1951 ; Bolduc et Hijri, 2012).

Certains champignons font appel à la reproduction sexuée lorsque les conditions deviennent défavorables (en nature) ou lorsque le milieu s'appauvrit en éléments nutritifs (en

culture). Ces champignons font appel à 4 types de méiospores, selon les espèces de champignons : l'oospore, chez les Eumycètes, la zygospore, chez les Zygomycètes, l'ascospore chez les Ascomycètes et la basidiospore chez Basidiomycètes (Ripert, 2013). De façon générale, la reproduction sexuée nécessite la rencontre de deux hyphes et entraîne le mélange de leur bagage génétique (Bolduc et Hijri, 2012). Elle comporte trois phases : plasmogamie (fusion des cytoplasmes), caryogamie (fusion des noyaux) et méiose (division du noyau, passage du stade diploïde «  $2n$  » au stade haploïde «  $n$  » (Raven et *al.*, 2008).

Bien que la reproduction asexuée (également appelée multiplication végétative) n'implique qu'une seule hyphe produisant des spores à partir de cellules spécialisées (Bolduc et Hijri, 2012), elles sont produites soit dans des sporanges (Raven et *al.*, 2008), ou en séparant des d'hyphes (Laberche, 1999), produites ou dérivées, à partir de cellules d'hyphes appelées cellules conidiogènes (Raven et *al.*, 2008). Les spores produites par les cellules conidiogènes sont soit isolées, soit enchaînées : on les appelle des conidies (Raven et *al.*, 2008). La division du thalle, aboutit à la production de thallo-spores. Les spores thalliques se forment ainsi aux dépens du thalle (Ripert, 2013).

### 3. Conditions de croissance des champignons

Quel que soit leur mode de vie ; les champignons ont besoin d'eau, de sel, minéraux et d'oligoéléments (Fe, Cu...), et de carbone organique comme source d'énergie (Bouchet et *al.*, 1989), d'où vient le nom Chimio-hétérotrophes (Carlile et Watkinson, 1994 ; Redecker, 2002). Ce sont des organismes aérobies pour la grande majorité, mais certaines levures peuvent être aéro-anaérobie et participer à des processus fermentaires (Carlile et Watkinson, 1994).

#### 3.1. Température

La température joue un rôle majeur dans la croissance mycélienne, elle est impliquée également dans la sporulation et la germination des spores (Bourgeois et *al.*, 1989). Les champignons filamenteux sont mésophiles et la température de croissance optimale est de 25 à 35 °C (Botton et *al.*, 1999 ; Julien, 2002). Certaines espèces sont résistantes à la chaleur ou thermophiles et peuvent pousser à des températures élevées (supérieures à 50°C). La température optimale de croissance se situe autour de 20 à 25 °C, *Aspergillus fumigatus* est un bon exemple (Botton et *al.*, 1999 ; Nicklin et *al.*, 2000). D'autres sont des psychrophiles ou

psychrotolérantes qui se développent à basse température (-5 °C et 10°C), comme *Helicostylum pulchrum*, *Chrysosporium pannorum* et *Cladosporium herbarum*, ces espèces peuvent survivre même à -60°C, rencontrées en chambre froide (Davet, 1996; Botton et al., 1999).

### 3.2.Humidité

Les champignons filamenteux ont en général un besoin en eau faible par rapport aux autres microorganismes (Davet, 1996). Néanmoins, l'humidité a une grande influence sur le développement des champignons filamenteux non seulement sur la croissance mycélienne et la sporulation mais plus particulièrement sur la germination des spores (Bourgeois et al., 1989). Les champignons filamenteux à mycélium non cloisonné sont les plus sensibles à la dessiccation ; leur développement cesse lorsque le potentiel hydrique descendu-dessous de -4 MPa (méga pascal). Tandis que ceux à mycélium cloisonné supportent en moyenne jusqu' à -10 MPa. Cependant, les *Aspergillus* et les *Penicillium* peuvent en général se développer à des potentiels hydriques de l'ordre de -20 MPa (Davet, 1996).

### 3.3.pH

La majorité des champignons ont une préférence pour les milieux à pH acide (Cordova Lopez, 1998). Les champignons filamenteux se développent dans une zone de pH de 4.5 - 8.0 (Botton et al., 1999), bien qu'ils soient capables de croître dans une large gamme de pH avec une tendance à croître dans des milieux légèrement acide. C'est le cas de *Fusarium culmorum*, *Trichoderma harzianum* et *Aspergillus oryzae* (Urbanek et Yirdaw, 1984 ; Delgado-Jarana et al., 2002). Le pH influe sur la croissance de ces microorganismes soit indirectement en agissant sur la disponibilité des éléments nutritifs (à pH acide, le fer reste sous forme d'ions ferreux assimilables), soit directement par action sur la membrane cellulaire. Par ailleurs, les champignons filamenteux modifient souvent le pH du milieu par absorption sélective et échange d'ions, production de CO<sub>2</sub> ou de NH<sub>3</sub> ou par production d'acides (Boiron, 1996).

### 3.4.Oxygène

La quantité d'oxygène disponible pour les champignons filamenteux est un facteur de développement important. La plupart des espèces aérobies nécessitent plus de vie dans la

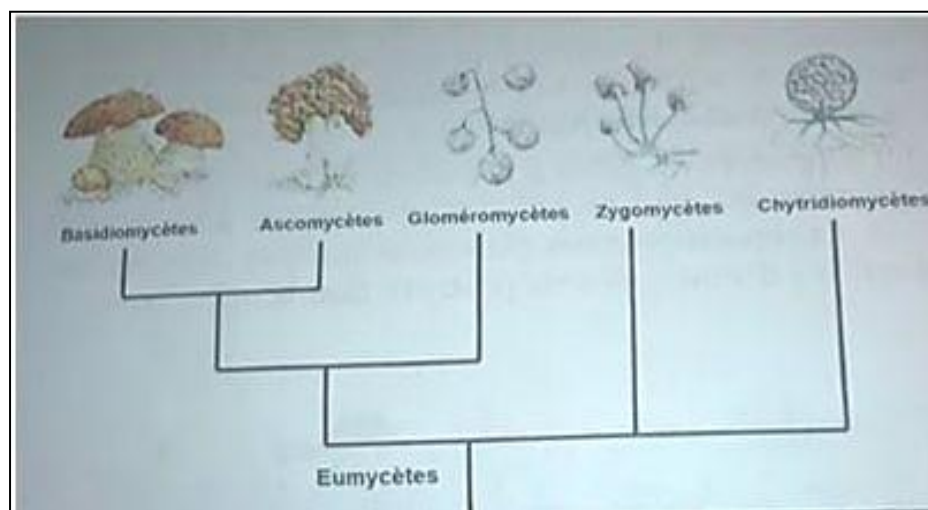
zone externe du substrat, et moins exigeantes qu'elles puissent se développer en profondeur comme *Fusarium oxysporum* et *Aspergillus fumigatus*. Certaines peuvent même tolérer des environnements anaérobies très stricts comme *Neocallimastix* (Bourgeois et *al.*, 1989; Botton et *al.*, 1999).

### 3.5.Lumière

Le rayonnement dans le spectre visible (380 et 720 nm) n'a généralement pas d'effet sur la croissance végétative des champignons, mais il peut agir sur la sporulation. La plupart des champignons filamenteux n'ont pas besoin de lumière pour leur croissance, pas plus que la germination des spores (Botton et *al.*, 1999).

## 4. Classification des champignons

Depuis plusieurs décennies les champignons ont été regroupés dans un règne distinct, indépendant de ceux des plantes et des animaux. Le règne des champignons portait alors le nom de *Fungi* et incluait certains groupes d'origines évolutives distinctes qui sont maintenant classés parmi les protistes (Oomycètes et Myxomycètes) (Bolduc et Hijri, 2012). La classification de Hawksworth, Sutton et Ainsworth (1970) modifiée par Kwon Chung et Bennett (1992), puis par de Hoog (1995), est la plus utilisée actuellement. On différencie quatre divisions selon les modalités de la reproduction sexuée : les Chytridiomycota, les Zygomycota, les Ascomycota et les Basidiomycota. En outre, lorsque la reproduction sexuée n'est pas connue, la division est appelée Deuteromycota ou *Fungi imperfecti* (champions imparfaits) (**Figure 2**) (David et *al.*, 2015).



**Figure 2** : classification générale des champignons (David et *al.*, 2015).

#### 4.1/ Champignons inférieurs

Le mycélium est formé de filaments non cloisonnés à structure cénocytique, appelés siphons (Bouchet et *al.*, 2005).

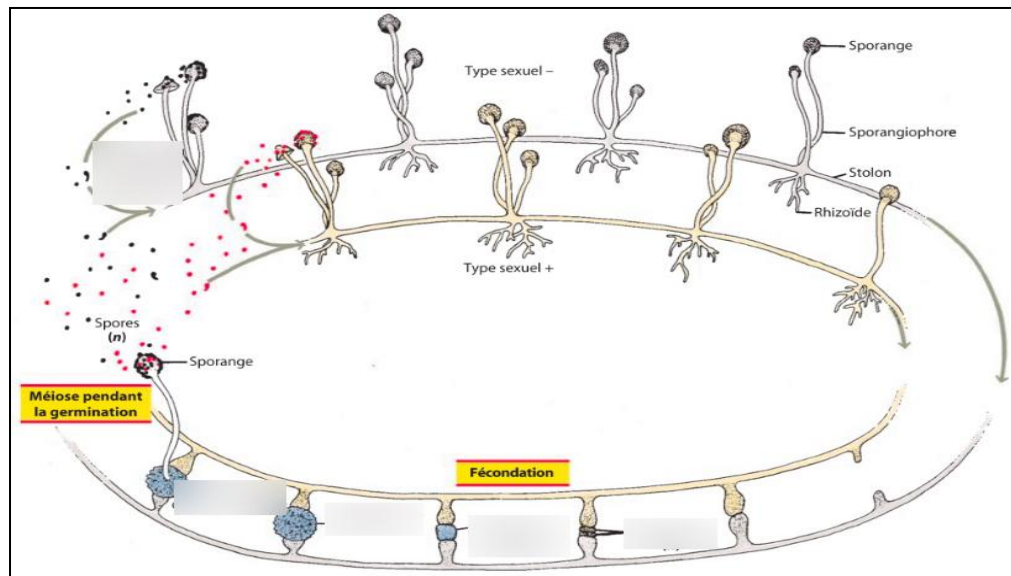
##### 4.1.1. Chytridiomycota

Sont un groupe principalement aquatique présent dans les sols humides (James et *al.*, 2000). Ces champignons archaïques, microscopiques ou de petites tailles, ont généralement conservé leur flagelle (Bouchet et *al.*, 2005). C'est la lignée la plus ancienne qui constitue la base évolutive des champignons à partir de laquelle émergent les autres divisions (Courtecuisse, 2011). La fécondation est normale, les gamètes fusionnant d'emblée pour former le zygote. Ils comprennent environ 800 espèces connues, réparties en 4 ou 5 ordres. Les Chytridiales, ordre le plus important, comprend de nombreux parasites d'algues (*Chytridium...*), de protozoaires et de champignons microscopiques. Les plus connus sont celles qui parasitent les végétaux supérieurs (Bouchet et *al.*, 2005). Sa présence est très préoccupante pour l'écosystème la prolifération de ces champignons pourrait être liée au réchauffement climatique (Blandeau, 2012).

##### 4.1.2. Zygomycota

Constituent un groupe ancien des champignons ayant divergé après les Chytridiomycota (Le Calvez, 2009). Ce sont des champignons microscopiques à spores non flagellées, à structure coénocytique (Blandeau, 2012). Ils se reproduisent de manière asexuée par des spores formées à l'intérieur d'un sac appelé sporocyste (spore endogène), leur reproduction sexuée passe par une zygospore « d'où le nom donné au groupe » ; Formé par l'union de filaments sexuels dont les extrémités dilatées fusionnent (Bouchet et *al.*, 2005)

Chez le *Rhizopus stolonifer*. Le principal mode de reproduction est une multiplication asexuée par des spores haploïdes. La reproduction sexuée est moins fréquente. Les spores sont formées dans des sporanges. Le zygosporange de *Rhizopus* développe une enveloppe noire, épaisse, et rugueuse, et la zygospore reste au repos, souvent pendant plusieurs mois. La zygospore subit la méiose lors de sa germination à l'intérieur du zygo-sporange qu'il produit à son extrémité un sporange (**Figure3**) (Raven et *al.*, 2008).



**Figure 3** : cycle de développement de *Rhizopus stolonifer* (Raven et al., 2008).

Les Zygomycètes se présentent sous forme de moisissures (Bouchet et al., 2005). La plupart des Zygomycètes évoluent sur la matière en décomposition (saprophytes), alors que les autres sont parasites ou symbiotiques (Després, 2012).

## 4.2 / Champignons supérieurs

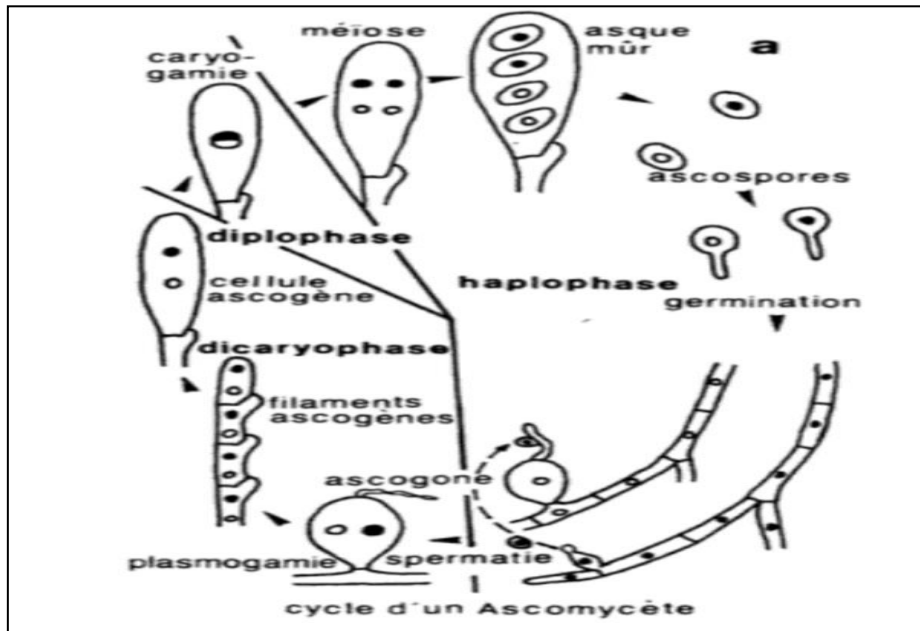
Ces champignons supérieurs sont des Ascomycètes et des Basidiomycètes.

### 4.2.1. Ascomycota

Dans ce groupe encore moyennement évolué la multiplication asexuée reste dominante : pour beaucoup d'entre eux les formes asexuées (dites alors formes imparfaites ou anamorphes), aboutissent à la formation des conidiospores (Bouchet et al, 2005).

Lors de la phase sexuée les Ascomycètes produisent des cellules reproductrices : des ascospores, dans des cellules-mères ou asque (Morelet, 1997 ; Ripert, 213). Les ascospores haploïdes (possédant  $n$  chromosomes), libérées à la maturité de l'asque, germent lorsqu'elles rencontrent un substrat et des conditions favorables pour former un mycélium végétatif à articles uni-nucléés haploïdes. Deux mycéliums de polarité différente subissent une fusion de leur cytoplasme, tout en conservant les noyaux haploïdes parentaux, séparés, dans un cytoplasme commun. Le cas de l'union d'un ascogone (cellule sexuelle femelle) et d'une spermatie (gamète mâle) est montré dans la (**figure 4**). C'est le début de la phase dicaryotique, caractérisée par un mycélium binucléé (réduit au filament ascogène), d'où naît la cellule ascogène. C'est à ce niveau que se produit la fusion des noyaux haploïdes pour

former un noyau diploïde (noyau à  $2n$  chromosomes). Dans la cellule ascogène ainsi transformée en asque, se produit la méiose qui engendre quatre noyaux haploïdes autour desquels se différencient les ascospores (Morelet, 1997).



**Figure 4** : cycle de reproduction chez les Ascomycota (Morelet, 1997).

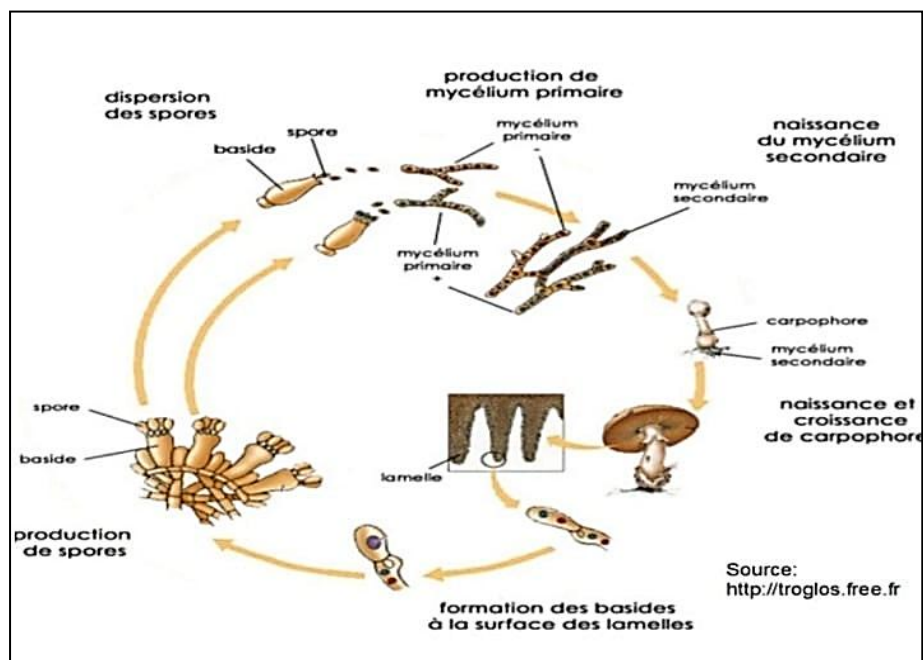
Ils comprennent de nombreux parasites des végétaux, des animaux et de l'Homme, les *Penicillium* ont été à l'origine de la découverte des antis biotiques. Les levures sont des agents de fermentations. Plusieurs espèces ont été ou sont utilisées comme matériels expérimentaux en physiologie, en génétique et en biotechnologie... (Bouchet et *al.*, 2005).

### •Deutéromycota

Les Deutéromycètes appelé aussi *Fungi imperfecti* (champignons filamenteux), qui n'ont pas de forme sexuée connue (Chabasse et *al.*, 2002). Ce sont donc caractérisés par une multiplication asexuée, considérée comme secondaire par rapport à la reproduction sexuée, d'où le nom donné à ce groupe (*deuteros*=secondaire ; *mukés*=champignons). Ils sont une partie prenante dans les successions de groupes d'organismes intervenant dans la dégradation. Ils ont de même leur rôle dans le traitement de certaine matière première, le retraitement des déchets et la biodégradation des pesticides (Morelet, 1997).

### 4.2.2 Basidiomycota

Les Basidiomycota, avec environ 14000 espèces décrites sont les champignons les plus perfectionnés (Bouchet et *al.*, 2005). Leur reproduction sexuée implique des basides, les spores haploïdes germent et forment des mycéliums homo-caryotiques. Ces mycéliums de différents types sexués sont attirés l'un vers l'autre puis fusionnent et forment des hyphes dicaryotiques. Ces dernières poussent et se ramifient en formant un mycélium développé dans le sol pour donner à la fin une fructification de champignon connue sous le nom de « sporophore » ou « basidiocarpe ». À l'intérieur du sporophore des cellules en massue forment à l'extrémité des hyphes dicaryotiques « basides ». Dans les basides les noyaux haploïdes fusionnent pour donner un noyau diploïde qui subit une méiose pour donner 4 noyaux haploïdes. Les 4 noyaux haploïdes sont incorporés à des basidiospores. Le plus souvent les basidiospores naissent à l'extrémité de la baside sur des petites protubérances appelées « stérigmates » (Lüttge et *al.*, 2002 ; Breuil, 2009 ; Clesse, 2011 ; Raven et *al.*, 2011) (**Figure 5**).



**Figure 5:** cycle de vie des Basidiomycota (Blandeau, 2012).



## Chapitre II : sol sous le Pistachier

### 1. Introduction

Les définitions du sol sont liées à son utilisation. Pour l'écologue le sol est un habitat ou un élément de l'écosystème qui est le produit et la source d'un grand nombre de processus et interaction chimique, biochimique et biologiques. On a d'ailleurs de plus en plus tendance à considérer le sol comme un écosystème à part entière, et non plus comme une composante d'un écosystème (Mouffok, 2003). Ce n'est qu'une infime pellicule à la surface de la croûte terrestre, formée au cours de temps géologiques par une lente transformation de la roche-mère (Davet, 1996). Le sol est la couche la plus externe, marquée par les êtres vivants, de la croûte terrestre. Il est le siège d'un échange intense de matière et d'énergie entre l'air, l'eau et les roches, il occupe une position clé dans les cycles globaux des matières (Gobat *et al.*, 2010). Le sol est la couche de terre qui recouvre les continents, de quelques centimètres à quelques mètres, dans laquelle vient s'ancrer la vie (Latour, 2010).

Le sol se compose de plusieurs couches horizontales nommés horizons. Ces couches ne sont pas toutes visitées par des racines, s'il s'agit d'un sol cultivé au niveau où s'arrêtent les nutriments, les instruments de labour le plus profond et les micro-organismes (Dagadi, 2011). Pour les pédologues, les horizons sont les couches superposées d'un sol qui ont des propriétés différentes les unes des autres. Ce sont des volumes qui paraissent macroscopiquement homogènes (Baize, 2008), d'une épaisseur qui va de quelques centimètres à quelques décimètres (Clément, 2009). L'horizon est le niveau d'investigation le plus commode pour décrire, échantillonner et définir les sols (Baize, 2008).

### 2. Sols des zones arides

En Algérie, la zone aride représente près de 95% du territoire national dont 80% dans l'hyper aride (Haddouche *et al.*, 2009). Elle constitue un type d'écosystème unique, caractérisé par la pénurie des ressources en eau et la faiblesse des précipitations (FAO, 2021). Les sols des régions arides sont caractérisés par des contraintes hydriques fréquentes (Boiffin, 1984 ; Levefre *et al.*, 2017). Les plantes et les animaux y survivent avec très peu d'eau et sont adaptés aux sécheresses et de vague de chaleur fréquente (FAO, 2021).

Le couvert végétal est très clairsemé, discontinu très irrégulier sous l'influence du climat du sol et l'action anthropique, qui sont très rudes et qui peuvent inhiber

l'apparition ou la prolifération d'une flore (Khechai et Laadjel, 2006), les possibilités de développement de la végétation dépendent de la capacité des sols à absorber les eaux pluviales, les stocker et les restituer aux plantes. Les plantes réagissent en fait à l'aridité édaphique (Floret et Pontanier, 1984), par l'évolution des conditions climatiques extrêmes, du caractère xérophile et résistantes à la sécheresse (Gratzfeld, 2004).

Les zones arides se caractérisent par une saison sèche relativement fraîche, suivie d'une saison sèche relativement chaude et finalement d'une saison des pluies modérée avec des températures trop basses en hiver. En été, Des températures élevées sur la couche superficielle du sol se traduisent par une déperdition de l'humidité du sol en raison d'une évaporation intense et de transpiration (FAO, 1992; Mollard et Walter, 2008).

La présence d'organisations particulières à la surface des sols est une caractéristique des régions arides qui a attiré l'attention des différents spécialistes de ces milieux. En effet, ils ont une très faible stabilité structurale du fait de leur texture, du quasi absence de matière organique et en nutriments (Boiffin, 1984 ; Levefre et *al.*, 2017). Des changements journaliers importants de températures et l'humidité, provoquent la désintégration mécanique et physique des roches. Les sables transportés par le vent abordent les surfaces exposées des roches, ces dernières, sont sujettes à divers types de dégradation, dont l'érosion (FAO, 1992 ; Levefre et *al.*, 2017).

Dans les zones arides, les sols peuvent être profonds ou peu profonds sableux ou argileux et varier en acidité et en fertilité (Gratzfeld, 2004). Les sols se forment avec le temps à mesure que le climat et la végétation agissent sur le matériau de la roche mère (FAO, 1992).

Selon la classification française effectuée à Paris, en 1967 par le Laboratoire de Géologie Pédologie ; les principaux types des sols arides sont :

- Les sols salés, les sols calcaires, les sols gypseux, les sols gypseux-calcaires et les sols à accumulation de sel.

### 3. Sols des dayas

On appelle dayas des dépressions fermées où se rassemblent les eaux de ruissellement, de décantation de diverses particules en suspension et d'accumulation à

une telle localisation, voire de petits oueds. Ces eaux stagnent et se maintiennent longtemps grâce aux limons argileux peu perméables qui correspondent à un sol profond à texture limono-argileuse (Kaabèche, 2010 ; Agabi, 1995).

Les dayas se caractérisent par des précipitations annuelles de 50 à 300 mm et des températures élevées  $39,5^{\circ}\text{C} < M < 44,1^{\circ}\text{C}$  pour les mois les plus chauds, elles se répartissent dans deux types de bioclimat, aride et saharien. La régularité et la distribution saisonnière de la pluviosité déterminent la richesse floristique des dayas et la dynamique des communautés végétales à base de thérophytes (Kaabèche, 2010).

Les dépressions de type dayas offrent une gamme très diversifiée de sols généralement profonds et évolués. Les sols des dayas représentent une texture homogène, moyenne à très fine avec des éléments grossiers très faibles ainsi qu'une faible teneur en calcaire ( $< \sim 10-20\%$ ), le sol est parfois complètement décarbonaté et en perméabilité qui ne permettant qu'une percolation lente à travers le profil, favorisant une stagnation plus prolongée de l'eau et son évaporation en surface, une structure instable en surface avec un horizon finement lamellaire (Pouget, 1980).

#### 4. Caractéristiques physico-chimiques des sols sous pistachier de l'Atlas de la daya de Aiat (Timzerth)

Les nombreux et différents travaux du laboratoire « Ressources naturelles » de l'université Mouloud Mammeri sur les sols que colonisent des populations spontanées du pistachier de l'Atlas, de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat, ont montré les caractéristiques suivantes :

- la texture limoneuse est récurrente dans tous les sols échantillonnés par les différents chercheurs, ces textures varient entre limono-argileuses à sablo-limoneuses (Limane, 2018) (Tableau 1)

**Tableau 1** : texture des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).

Gradient d'aridité croissant	Auteurs	Zone d'étude	Texture
	(Deguiche, 2008)	AiatTimzert (Laghouat).	Limoneuse.
	(Amroune, 2013)	AiatTimzert (Laghouat).	Sablo-limoneuse, Limono-sableuse à limono- -argilo sableuse.
	(Boubrima, 2014)	AiatTimzert (Laghouat).	Sablo-limoneuse à limono-sableuse.

- leurs pH sont majoritairement basiques (Limane, 2018) (Tableau2).

**Tableau 2:** intervalle des pH des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudié au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).

Gradient d'aridité croissant	auteurs	Zone d'étude	pH
	(Deguiche, 2008)	AiatTimzert (Laghouat).	8,07-8,51
	(Amroune, 2013)	AiatTimzert (Laghouat).	7,17-8,66
	(Boubrima, 2014)	AiatTimzert (Laghouat).	7,57-8,66

- les teneurs en calcaire total, les sols sont jugées dans leurs majorités modérément calcaires ; cas de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018) (Tableau 3).

**Tableau 3 :** intervalle de la teneur en calcaire total des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).

Gradient d'aridité croissant			
<b>Auteurs</b>	(Deguiche, 2008)	(Amroune, 2013)	(Boubrima, 2014)
<b>Zone d'étude</b>	AiatTimzert (Laghouat).	AiatTimzert (Laghouat).	AiatTimzert(Laghouat).
<b>CaCO2 Total</b>	5,52-51,87	19,37-23,27	9,58-13,75

- leurs teneurs en matière organique sont élevées et même très élevées dans la zone d'étude de Timzerth (Laghouat) (Limane, 2018) (Tableau 4).

**Tableau 4 :** intervalle de teneur en matière organique des différents sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés au niveau de la région de Timzerth de la wilaya de Laghouat (Limane, 2018).

Gradient d'aridité croissant			
<b>Auteurs</b>	(Amroune, 2008)	(Deguiche, 2014)	(Boubrima, 2014)
<b>Zone d'étude</b>	AiatTimzert (Laghouat).	AiatTimzert(Laghouat).	AiatTimzert (Laghouat).
<b>M.O%</b>	3,59-10,26	0,1-2,43	1,33-3,41

Selon Monjauze (1980), la région est un plateau avec ses l'altitude moyennes passe de 500 mètres à 1 000 mètres d'ouest en est. Ce plateau couvre environ 30 000km<sup>2</sup>; son long côté s'étend le long de l'Atlas du Sahara central au sud dès la crête touranienne de la Chebka du M'zab, descendant sur le plateau occidental jusqu'à Le Grand Erg Occidental s'affaiblit progressivement vers l'est en direction de la vallée de la Grande Rivière.

### 5. Fonctions du sol

Selon Ruellan et Poss, (2008) le sol possède différentes fonctions, on sites :

- il produit, contient et accumule tous les éléments nécessaires à la vie (azote, phosphore, calcium, potassium, ect.), y compris l'eau et l'air ;
- le sol est un composant fondamental du cycle des eaux continentales : après une pluie, les sols poreux contribuent à l'alimentation des nappes phréatiques et régulent le régime d'eau ;
- le sol filtre et épure les eaux qui le traversent : il en influence la composition chimique et biologique, les sols gravement pollués transmettent une partie de leur composition aux eaux qui les traversent ;
- le sol influence la composition de l'atmosphère : il stocke et relâche les gaz à effet de serre, c'est un puits pour le carbone ; ce qui le qualifie d'acteur majeur des évolutions climatiques ;
- le sol est un lieu de vie : de nombreux cycles biologiques passent par le sol ; les organismes du sol appartiennent d'une part à tous les groupes connus des micro-organismes (Bactéries et en particulier les Actino-bactéries, Champignons, algues...) ; donc une partie prenante de nombreuses écosystèmes ;
- le sol est une vaste réserve génétique : encore méconnue et peu exploitée, il abrite et influence une grande partie de la biodiversité terrestre. Par ailleurs les activités biologiques sont essentielles à la construction des sols et à leur fonctionnement ;
- le sol est le milieu meuble où s'ancrent les racines et dans lequel elles puisent l'eau et les éléments minéraux nécessaires à la croissance et au développement des végétaux (Davet, 1996). Il est le lieu de vie, continu ou discontinu, pour les microorganismes (Latour, 2010) ;
- les sols sont à la fois le produit et le support du développement de la végétation, donc de la biosphère continentale. Ils jouent un rôle majeur dans son évolution et dans celles des espèces qui l'habitent. En position d'interface avec les autres compartiments de l'environnement (atmosphère, biosphère, eaux, roches) (Blandine et Walter, 2013).

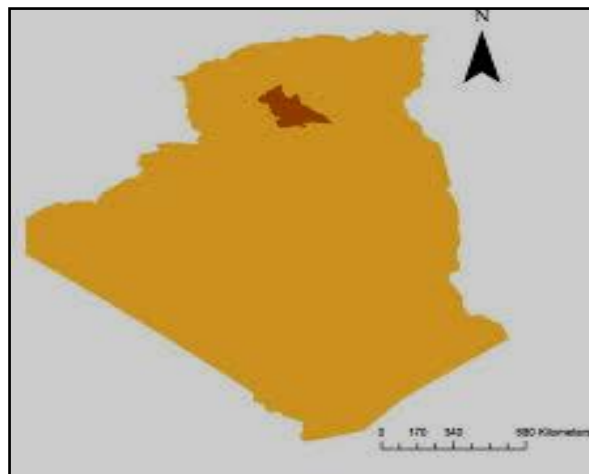


## Chapitre III : matériels et Méthodes

1. Description de la zone d'étude

1.1. Situation géographique

La wilaya de Laghouat est située, à 400 kilomètres au sud d'Alger, sur l'axe routier Alger Ghardaia. Elle est située dans l'aile sud du plateau du Sahara à une altitude de 750 m. Elle s'étend sur une Superficie de 25 052 km<sup>2</sup> (Amghar et Kadi-Hanifi, 2002) (**Figure 6**). La zone est limitée par les wilayas suivantes : wilayas de Tiaret et Djelfa au nord, wilayas de Touggourt et El Oued à l'est, la wilaya d'El Bayadh à l'ouest et Ghardaïa au sud (**Figure 7**).



**Figure 6** : situation géographique de la wilaya de Laghouat (Bouchetat, 2018).



**Figure 7** : les limites de la wilaya de Laghouat (Okbob, 2020).

La wilaya de Laghouat, de par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, fait partie du groupe des neuf wilayas pastorales et des treize wilayas du sud du

pays (Anonyme1, 1995 ; Bouchetata, 2018). Sur le plan naturel, la wilaya de Laghouat est constituée de trois zones agro-écologiques distinctes (DSA, 2016).

- **Les hautes plaines steppiques:** totalisant une superficie de 4.645 Km<sup>2</sup> (soit 18.54% du territoire de la wilaya), à relief plat. Le climat est de type semi-aride frais (entre 200 à 400 mm/an);
- **Les piémonts et montagnes atlasiques :** couvrent 3.775 Km<sup>2</sup> (soit 15.06 % du territoire de la wilaya), le relief est accidenté. Le climat est de type semi-aride froid (400 mm/an);
- **Le plateau saharien :** représente une superficie de 16.632 Km<sup>2</sup> (soit 66.38 % du territoire de la wilaya), à relief plat. Le climat est de type aride.

Les dayas de Laghouat sont à font très plat. Jamais complètement imperméables, de forme régulière et peuplées de *Pistacia atlantica* Desf., *Ziziphus lotus*, ainsi que d'autres espèces végétales adaptées à la texture et au régime de submersion temporaire. Cette végétation offre aux dayas un effet oasis, faisant d'elles un refuge d'une biodiversité importante (Pouget, 1980).

Notre station d'étude est la Daya de Aiat dans la région de Timzerth située à 50 kilomètres au sud de Laghouat. Elle est Située au centre de la région des Dayas. Cette daya de Laghouat a un fond très plat, qui n'est jamais complètement étanche, Vit souvent et par *Pistacia atlantica* Desf. Leur densité est d'une unité par kilomètre carré, et leur diamètre varie de 100 à 300 mètres, Ils ont une profondeur de 2 à 4 mètres. La Daya est née de l'effondrement du fond, bienvenue Végétation, croissance, puis par infiltration. Le choix de cette daya s'explique par les nombreux travaux déjà réalisés sur ces pistachiers de l'Atlas. Nous pouvons citer ceux concernant l'architecture racinaire (Chebieb, 2008 ; Boubrima, 2014 ; Limane, 2018) et les symbioses racinaires (Raab, 2010), le sol jacent aux différents sujets échantillonnés (Deguiche, 2008 ; Adi, 2014 ; Amroun, 2013 ; Boubrima, 2014 ; Limane, 2018).

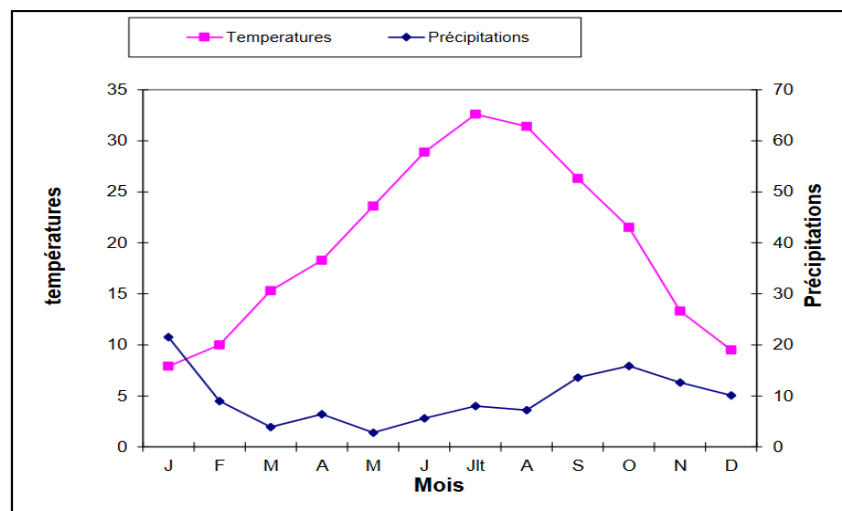
### 1.2. Bioclimat de la zone d'étude

De part sa situation géographique, la wilaya de Laghouat appartient au domaine saharien, et au sous-domaine saharien nord occidental selon l'esquisse phytochorologique des domaines et secteurs biogéographiques de l'Algérie (Barry et al, 1958 in Kebci, 2008).

La zone d'échantillonnage étudiée est dépourvue de station météorologique. Nous avons donc utilisé les données thermiques et pluviométriques de la station de Hassi R'mel qui a été mise en place en 1994. Elle est située à 764 m d'altitude, à une latitude de 32° 56' N et une longitude de 03° 18' E, et ceci pour une période de 07 années (1999-2005), recueillis par l'Office National de la Météorologie (O.N.M) d'Alger.

Nous avons tout d'abord tracé le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausen, afin de déterminer la durée de la saison sèche. Etablissant une relation entre les précipitations moyennes mensuelles et la température moyenne du mois, Bagnouls et Gausen (1953) considèrent qu'un mois est sec quand le total des précipitations (en mm) est inférieur au double de la température (en °C), c'est à dire ; lorsque le rapport :  $P \leq 2T$ . Sur le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausen, les températures sont portées à une échelle double de celle des précipitations.

D'après le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausen, la période sèche est très longue ; elle est de 11 mois. Elle débute en février et se termine en décembre (**Figure 8**).



**Figure8** : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausen pour la station de Hassi R'mel (1999-2005).

Le Houérou (1995) s'est basé sur un rapport appelé quotient pluvio-évapo transpiratoire ( $P/ETP_p$ ), ETP étant l'évapotranspiration calculée à partir de la formule de Penman. Outre le mérite de sa simplicité, elle présente une précision suffisante à l'échelle zonale. Sachant que le seuil  $P = 2 * t$  de démarcation entre la saison sèche et la saison pluvieuse, mis en évidence par Bagnouls et Gausen (1953) correspondant sensiblement à 0,35 ETP, estimé par la méthode de Penman, on peut ainsi par subterfuge évaluer de façon

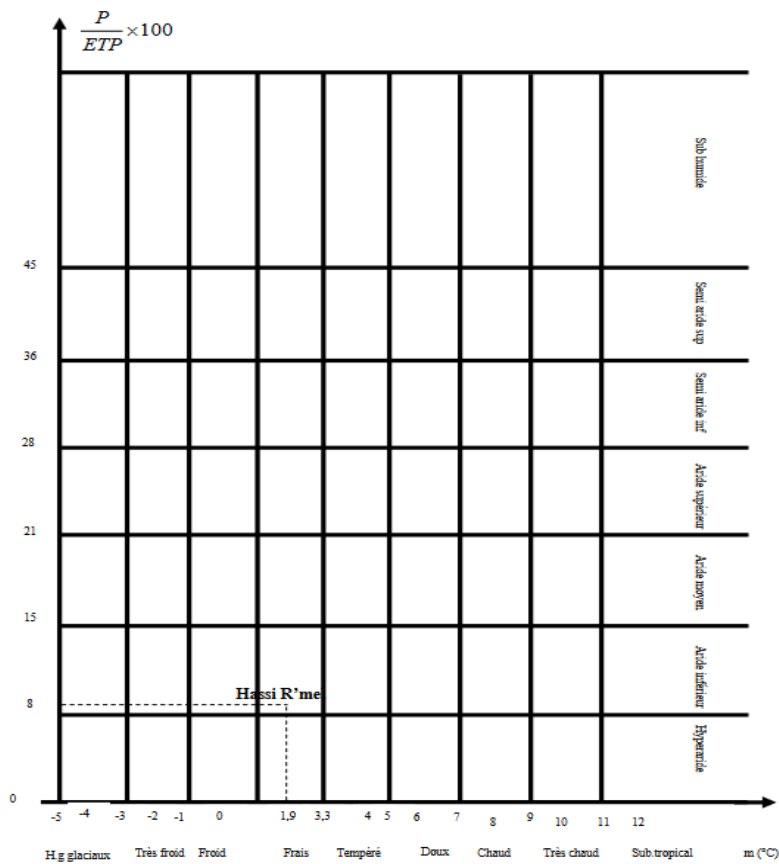
approchée l'ETPp à l'échelle annuelle,  $ETP = 68,64 \times (M+m/2)$ . Le Houérou (1995) a ainsi dressé une zonation éoclimatiques des régions arides de l'Afrique du Nord en portant sur les ordonnées le quotient pluvio-évapo transpiratoire, et sur les abscisses les moyennes des températures minimales du mois le plus froid (**Figure 9**).

Le tableau 5, retrace les différents calculs effectués pour classer notre station dans la zonation éoclimatiques de Le Houérou (1995).

**Tableau 5** : données et paramètres utilisés dans la classification éoclimatique de la station de Laghouat.

Station	P mm	M (°C)	m (°C)	M+m/2 (°C)	t° (°C)	M-m (°C)	ETPp	P /ETP	Classification
Hassi R'mel	116,6	39,9	1,9	20,9	19,9	12,8	1366	0,08	Aride inférieur frais (AI-f)

L'analyse du climat à travers ses différentes composantes sur une période allant de 1999 à 2005 a révélé que sur le climagramme de Le Houérou, notre station se place dans l'étage bioclimatique aride inférieur ou selon le même auteur appelé aussi aride accentué ou présaharien ou subdésertique à hiver frais (Figure 9), qui se caractérise par la présence et la dominance d'espèces steppiques strictes, l'infiltration de certaines espèces sahariennes et la quasi-inexistence d'espèces d'affinité forestière en dehors des zones favorisées par le ruissellement (Le Houérou, 1995).




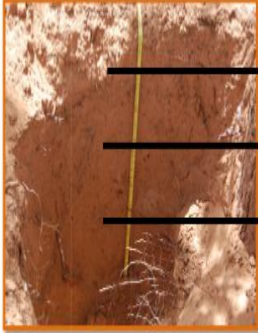




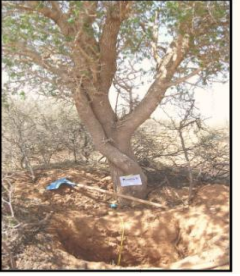
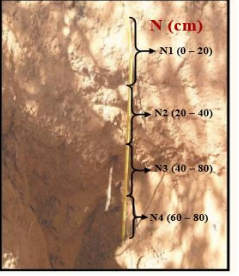
**Figure9** : zonation écoclimatique de La station d'étude selon la méthode de Le Houérou (1995).


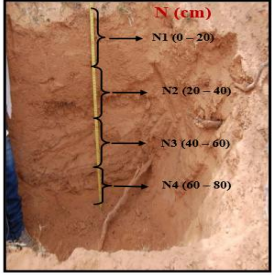

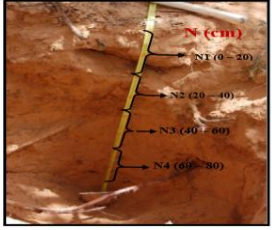

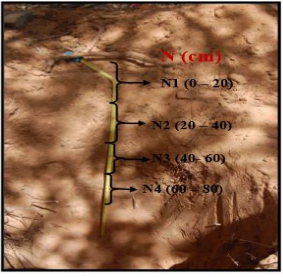
**2. Echantillonnage sur le terrain :**

Le choix de la daya de Timzerth a été motivé par la présence en son sein de jeunes sujets, mais aussi de sujet âgés. L'échantillonnage a été fait en 2014. Il y a lieu de noter que la daya a été labourée, et un vent de sable de deux jours a sévi avant notre échantillonnage.

Les prélèvements ont été réalisés après une projection verticale de l'extrémité du houppier sur le sol. Nous avons ensuite creusé en nous dirigeant vers le pivot. La profondeur de nos profils est différente pour chaque sujet, elle varie de 60 cm à 1 m, cette profondeur dépend de celle de la croûte calcaire. Les profils ont été faits sur 7 arbres choisis au hasard représentés dans le tableau ci-dessous.

**Tableau 6** : représentation des caractéristiques des sujets de *Pistacia atlantica* Desf. de la zone d'étude (Mazouz, 2014 ; Mokhtari, 2015).

Sujets	Arbres	Cordonnés	Altitudes	Profondeur du profil	Illustration de chaque sujet et leur profil
<b>Sujet1</b>	Femelle d'âge moyen	33°-31.130 N 2°56-390 E.	878,43m	60 cm (3 niveaux de 20cm chacun)	 
<b>Sujet2</b>	Jeune male, entouré du jujubier.	33°-31.145 N 2° 56-414 E	873,55m.	60 cm (3 niveaux de 20cm chacun).	 
<b>Sujet3</b>	Male d'âge moyen	33°-31.157 N 2° 56-390 E	878,73 m	60 cm (3 niveaux de 20cm chacun).	 
<b>Sujet4</b>	Femelle	33°-31.194 N 2° 56.451 E	872,96 m	80 cm (4 niveaux de 20cm chacun).	 

Sujet5	Femelle.	33°-31.153 N 2°56.414 E.	875,40 m.	80 cm (4 niveaux de 20cm chacun).		
Sujet6	Male	33°-31,163 N 2°56 .368 E	880,88m	80 cm (4niveaux de 20cm chacun).		
Sujet7	Femelle.	33° 31,163N 2° 56,3E	880,88m.	80 cm (4niveaux de 20cm chacun).		

### 2.1.Caractéristiques de chaque profil

- **Sujet 1:** le profil est humide en profondeur, les deux premier sont riche en racines fine de jujubier. Le sol présente une bonne porosité et une structure friable (Mokhtari, 2015).
- **Sujet 2:** niveau 1 (0-20) riche en racine de différentes espèces par rapport aux autres niveaux, ce profile montre une bonne porosité, une structure friable, non compacte. Ce profil semble être plus humide en profondeur (Mokhtari, 2015).
- **Sujet 3:** le profil est peu humide en profondeur, il y a lieu de noter la présence de quelques racines fines dans les premiers niveaux, qui sont absent dans le troisième niveau. Le sol présente une structure friable et une bonne porosité (Mokhtari, 2015).
- **Sujet 4:** pour ce profil il y a présence des racines fines à tous les niveaux. Le sol présente une structure friable, une bonne porosité, il est humide en profondeur (Mazouz, 2014).
- **Sujet 5:** le profil est riche en racines, plus humide vers la profondeur, non compact. Il montre une bonne porosité et une structure friable (Mazouz, 2014).

- **Sujet 6:** le profile est riche en racine, il montre la présence d'invertébrés, il est humide vers la profondeur. Il montre sur l'ensemble de ces niveaux une bonne porosité et une structure friable (Mazouz, 2014).
- **Sujet 7:** le profil est riche en racine. Ce profil semble être plus humide ver la profondeur, et montre une bonne porosité (Mazouz, 2014).

### 2.2. Conservation des échantillons

Les échantillons ont été séchés à l'abri de toute contamination au laboratoire de ressources naturelles (UMMTO). Nous avons tamisé la terre une fois sèche, à l'aide d'un tamis de 2 mm de maille pour éliminer les grosses particules, les cailloux et les débris organiques, puis nous repassons par un tamis de 0,4mm pour garder que la partie la plus fine de la terre. Les tamis doivent être stérilisés pour chaque échantillon par passage à la flamme du bec bunsen et le tamisage doit se faire dans des conditions aseptiques. Chaque échantillon a été mis dans une boite, étiquetée puis stockée pour réaliser l'inventaire des champignons et étudier la diversité et l'abondance fongiques, nous avons adopté la méthode de la suspension-dilution (Davet, 1996 ; Davet et Rouxel, 1997). Nous avons commencé le travail par peser 1g du sol à l'aide d'une balance de précision de chaque échantillon des boites étiquetées.

### 3. Préparation des suspensions dilutions (dilution plates)

Le principe consiste à mettre le sol en suspension dans l'eau stérile, puis à incorporer les différentes dilutions de cette suspension dans le milieu d'isolement. Cette technique comprend plusieurs étapes, allant de la préparation des dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (Rapilly, 1968).

#### a) Matériel de préparation

Toute la verrerie nécessaire doit être stérilisée au préalable à l'étuve à une température de 120°C pendant 20 minutes.

#### b) Procédure de préparation

Nous procédons tout d'abord à la numérotation des tubes à essais ainsi que les fioles, en les étiquetant respectivement de  $10^{-1}$  à  $10^{-3}$  pour les différentes dilutions et (1, 2 et 3) pour les différents échantillons. On pipete 9ml de l'eau distillée stérile qu'on met dans chacun des tubes à essais et que l'on dispose en série dans un portoir. La préparation des dilutions

consiste tout d'abord à ajouter 1g de terre à 9ml d'eau stérile, puis agiter pendant quelques secondes à l'aide d'un vortex, ce qui constitue la dilution  $10^{-1}$ . On prélève 1ml de la suspension ( $10^{-1}$ ) à l'aide d'une pipette graduée et un embout stérile et on les transfère dans un tube à essai contenant déjà 9ml d'eau distillée stérile, on obtient ainsi la suspension dilution ( $10^{-2}$ ). Des prélèvements successifs de 1ml dans cette suspension, puis dans les suivantes, ajoutées chaque fois à 9 ml d'eau stérile, vont constituer les dilutions  $10^{-3}$  (Davet et Rouxel, 1997). Le passage d'une suspension dilution à une autre se fait en prenant soin de changer les embouts entre chaque prélèvement.

Après homogénéisation, les trois dilutions de chaque répétition (R1, R2 et R3) sont réparties sur 9 boîtes de Pétri pour chaque sujet, que l'on maintient dans des conditions favorables.

#### 4. Mise en culture

Nous avons utilisé un milieu semi-synthétique PDA (Potato-dextrose-agar), dont la composition est la suivante : 200 g de pomme de terre, 20 g de glucose, 20 g d'agar-agar et 1000 ml d'eau distillée.

##### 4.1. Préparation et stérilisation

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

Le milieu prêt est versé dans un flacon d'un litre pour la stérilisation à l'étuve à une température de  $120^{\circ}\text{C}$ . Quelques grammes d'antibiotiques (amoxicilline) sont ensuite incorporés au milieu préparé. Après refroidissement du milieu, ce dernier est coulé dans des boîtes de pétri sous une hotte entre deux becs bunsen.

##### 4.2. Mise en culture de l'inoculum

Le coulage du milieu se fait près du bec Bunsen à un rayon de 10cm de celui-ci, à l'intérieur de la hotte. Le milieu ne sera coulé qu'une fois sa température baisse à environ  $40^{\circ}\text{C}$  (ni trop chaud, ni trop froid au toucher). Le coulage se fait en ouvrant légèrement les boîtes de Pétri et en laissant couler une petite quantité du milieu couvrant la surface de la

boite. Celle-ci doit être refermée aussitôt pour éviter toute contamination. On étale le milieu en remuant horizontalement les boîtes. Avant le coulage et à chaque fois que c'est nécessaire on flambe l'extrémité du flacon.

### 4.3. Ensemencement

L'ensemencement se fait toujours dans la zone stérile du bec Bunsen. On prélève 1ml de chaque suspension dilution pour chaque échantillon avec une pipete et l'embout stérile et on les déverse dans une boîte de pétri préparée à cet effet. On étale la suspension sur la surface de milieu de culture jusqu'à homogénéisation, en fermant les boîtes avec le papier silicone. Sur les boîtes ensemencées on indique le nom de l'échantillon, la dilution ainsi la répétition. On a réalisé trois répétitions pour chaque dilution. Les boîtes ensemencées sont portées à l'incubation à une température ambiante.

## 5. Identification

La détermination systématique d'une souche fongique est basée sur deux types d'observation : macroscopiques et microscopiques.

### 5.1. L'observation macroscopique

On s'intéresse à l'aspect, la forme, la couleur des colonies. Ces observations se font à l'œil nu.

### 5.2. L'observation microscopique

Juste après l'observation macroscopique, on procède au prélèvement d'un fragment à l'aide d'un pique stérilisé à la flamme qu'on monte dans une goutte de gélatine glycinée, entre lame et lamelle et qu'on porte à l'observation microscopique aux différents grossissements en générale (100 et 400).

L'identification des champignons selon Botton et *al.* (1985), fait essentiellement appel aux caractères cultureux et morphologiques tels que :

- a- le mycélium : absence ou présence de cloisons, couleur, dimension, ornementation des parois, mode de ramification, différenciation des thallospores ;
- b- les organes différenciés et de leur contenu : forme, couleur, dimensions, texture des parois et ornementations.

## 6. Analyse statistiques

Les données recueillies ont fait l'objet d'une analyse de la fréquence de colonisation, et de calculs d'abondances.

### 6.1. La fréquence de colonisation (FC %)

Les fréquences de colonisation par des champignons au niveau des sols des différents sujets de Pistachier de l'Atlas, ont été calculées selon la formule suivante :

$$FC(\%) = \frac{Nc}{Nt} \times 100$$

**FC**: Fréquence de colonisation

**Nc** : Nombre de fragments colonisés par les champignons ;

**Nt** : Nombre total de fragments

### 6.2. Calcul des abondances

Les abondances ont été calculés selon cette formule :

$$A(\%) = Vg/Vt$$

**A** : Abondance des genres.

**Vg** : Nombre de fois que le genre est recensé chez un sujet.

**Vt** : Ensemble des répétitions d'un sujet ayant fructifié par rapport à l'ensemble des boîtes considérées.

### 6.3. Analyse en composante principale (A.C.P)

Une analyse en composante principale (A.C.P) est réalisée en vue de mettre en évidence la distribution spatiale des différents genres de champignon en fonction des sols sous les sujets échantillonnés, grâce au logiciel Stat Box 6.40.

### 6.4. Matrice de corrélation

Pour montrer les différentes interactions entre les différents genres identifiés, une matrice de corrélation a été réalisée.



## Chapitre IV: résultats et Discussions

Ce travail repose sur l'identification des champignons isolés à partir des échantillons du sol sous le pistachier de l'Atlas, de dayate « Aiat Timzert » (Laghouat). Après avoir effectué les cultures sur milieu PDA et après quelques jours d'incubation à température ambiante. Un calcul des fréquences de colonisation et des abondances ont été réalisés. Aussi des prélèvements des isolats des champignons pour une identification microscopique des différents genres fongiques sous microscope optique.

### 1. Fréquences de colonisation (FC %) par les champignons au niveau des sols sous pistachier de l'Atlas mise en culture

#### 1.1. Résultats

Nous constatons que les échantillons du sol de la station de la daya Aiat Timzerth de la wilaya de Laghouat, mis en culture ont une fréquence de colonisation très élevée par les champignons, caractérisée par une moyenne de 96.82%. 5 sujets sur 7 (sujets 3, 4, 5, 6 et 7) ont montré un taux de colonisation de 100%, les deux restent (sujets 1 et 2) présentent un taux moins important de 88.88% (**Tableau7**).

**Tableau 7 :** fréquences de colonisation (FC%) par les champignons isolés à partir des sols sous le pistachier de l'Atlas de la daya Aiat Timzerth (Laghouat).

Sujets	FC %	Moyenne
Sujet 1	88.88	96.82
Sujet 2	88.88	
Sujet 3	100	
Sujet 4	100	
Sujet 5	100	
Sujet 6	100	
Sujet 7	100	

#### 1.2. Discussion

Selon les résultats mentionnés dans tableau 6, nous avons remarqué que ; malgré l'aridité qui caractérise notre daya, le sol sous le pistachier, présente une fréquence de colonisation remarquable par les champignons, au niveau de tous les sujets. Cette colonisation importante par les champignons est dû aussi à l'influence de la structure, la fertilité, le pH, l'aération, l'humidité, et de la disponibilité des nutriments du sol (Sylvia et *al.*, 2020).

Bardgett et *al.* (1996), ont signalés que les pratiques agricoles influencent significativement sur les champignons. Ainsi, le travail du sol et en particulier le labour conduit à détruire les

réseaux d'hyphes fongiques (Helgason et *al.*, 1998). En conséquence les champignons sont généralement plus fréquents dans des sols faiblement anthropisés, et plus faible dans les sols agricoles (Bailey et *al.*, 2002). Ces résultats contredisent les nôtres, car notre site est très anthropisé et présentent des labours pour des cultures de céréales.

Les champignons filamenteux sont généralement plus adaptés à la sécheresse que la faune du sol (Swift et *al.*, 1979; Elimi et West, 1995; Malinowski et *al.*, 2000). En effet, certains champignons du sol peuvent survivre pendant les périodes de sécheresse par la formation des spores, en particulier en contact avec l'oxygène et des sels minéraux. Les spores sont des cellules de résistance et leur formation nécessite une concentration, plus au moins, importante de matière carbonée (M'Louadj, 2014).

Les résultats recueillis ont montré aussi que les champignons colonisent les milieux arides et secs, les facteurs environnementaux (précipitations et température), sont aussi à l'origine de cette variabilité de colonisation (Materatski et *al.*, 2018). Les précipitations améliorent la dispersion des spores fongiques (Collado et *al.*, 1999 ; Saifeldin et *al.*, 2013), et notre site est caractérisé par des précipitations importantes en fin de mois d'Avril 2014.

D'après Collado et *al.*, (1999). Les températures modérées permettraient une plus grande viabilité des propagules fongique et donc leur succès dans la colonisation des sols. Un autre facteur est celui d'humidité qui influence la croissance des champignons dans l'environnement par, son pourcentage relativement élevé (Rye et *al.*, 2019). Cette humidité permet la libération des conidies, et assure la sporulation (Sun et *al.*, 2011). De plus cette colonisation peut être due à la saison d'échantillonnage qui a été en printemps (Fin Avril), selon (Hatimi et Tahrouch, 2007), l'évolution des niveaux d'éléments nutritifs dans le sol augmente durant le printemps ainsi qu'une production importante de spores fongiques pendant la floraison des plantes. Ces observations ont été confortées par d'autres auteurs, où le niveau de colonisation atteint parfois son maximum au printemps et diminue en été (Puppi et *al.*, 1986 ; Bohrer et *al.*, 2004), baisse en automne et en hiver et augmente au printemps et en été (Escudero et Mendoza, 2005), faible en hiver (40 à 50 %) et constant (60 et 80 %) pendant les autres saisons (Roldan-Fajardo et Barea, 1986).

## 2. Abondance en champignons

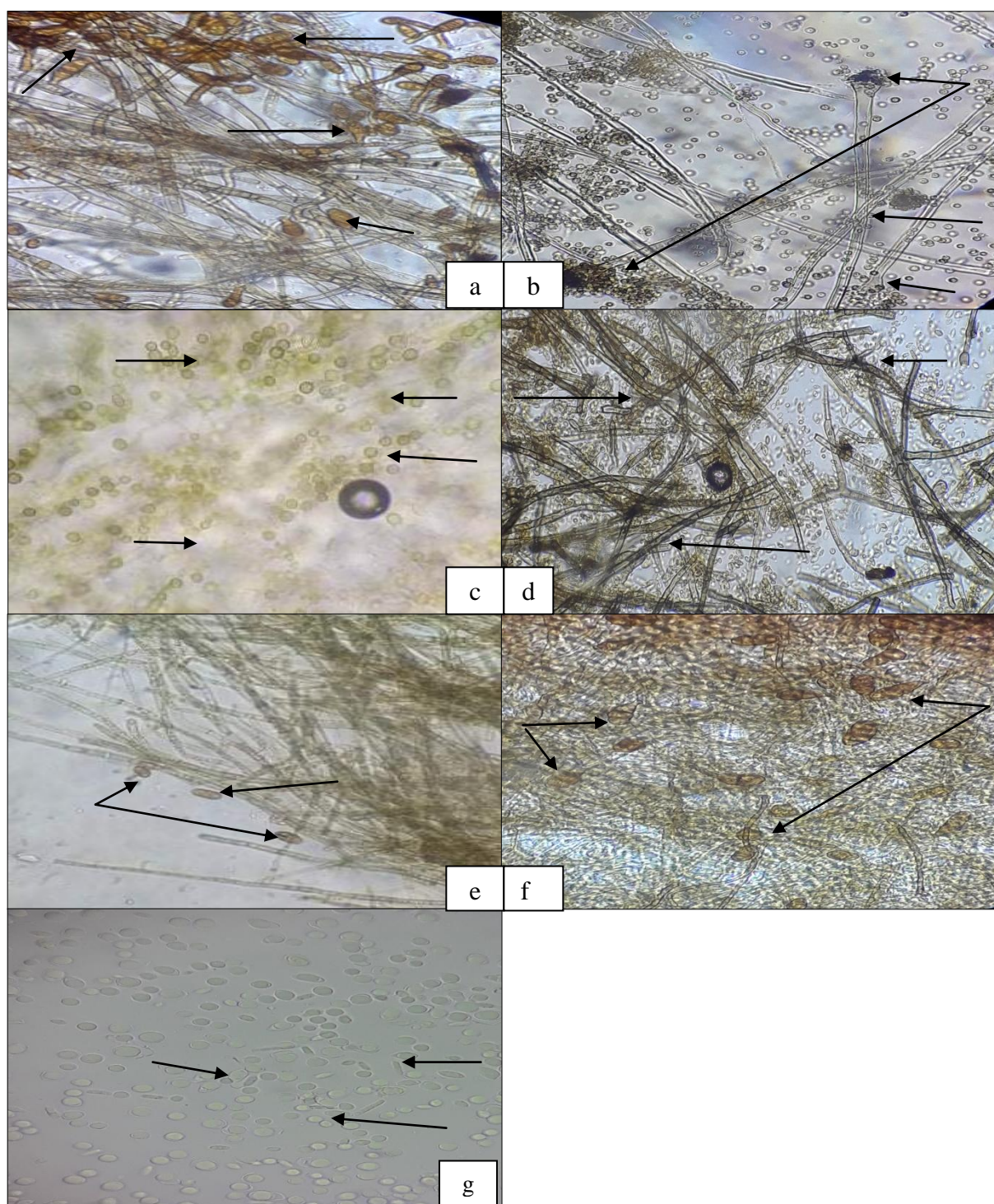
### 2.1. Résultats

L'identification macroscopique et microscopique des champignons ont mis en évidence 15 genres fongiques, il s'agit de : *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma*, *Trichophyton*, *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Epicoccum*, *Altenaria*, *Candida*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis*, *Neoscytalidium* et *Curvularia* (**Figure 10 et 11**). Ces genres appartiennent à quatre phylums différents. 75% sont des Ascomycètes. Ce phylum est représenté par 12 genres différents. Il est suivi par les phylums des Zygomycètes, Deutéromycètes et Basidiomycètes, avec 6% de chacun. Enfin 7% qui font partie des genres non identifiés (**Figure 12**).

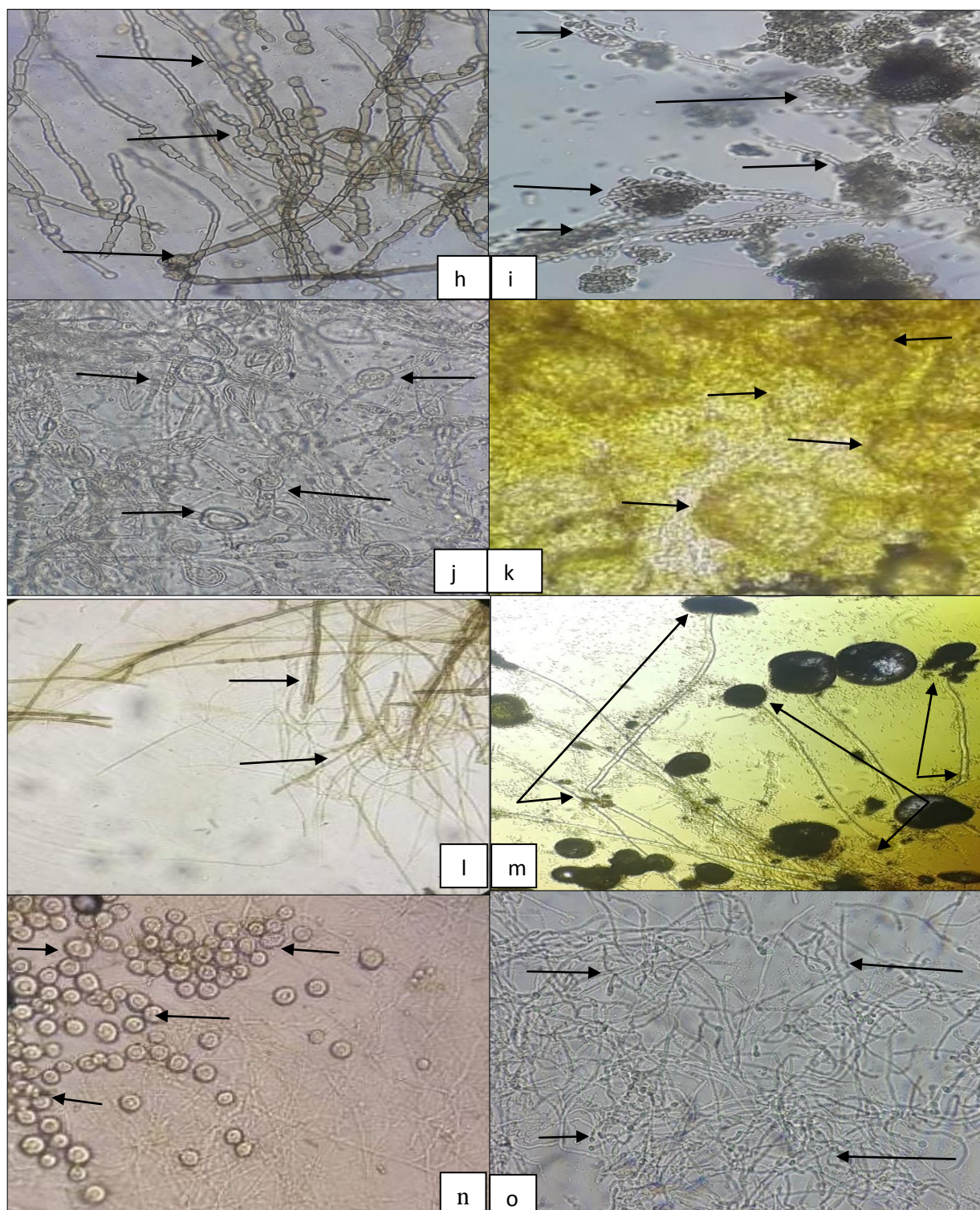
L'isolement des champignons a permis l'obtention de deux genres majoritaires dominants ; l'*Aspergillus* avec 38.03% , suivi par le *Penicillium* avec 19.4% , d'autres moins dominants tels que : le *Phoma* 6.44% , *Trichophyton* 4.89% , *Cladosporium* à 4.77%, *Rhizopus* à 3.78%, *Fusarium* à 3.24%, et d'autres genres avec une très faible abondance, c'est le cas pour *Epicoccum* à 1.71%, *Altenaria* à 1.48% , *Candida* à 1.29%, *Rhizoctonia* et *Scopulariopsis* à 0.75% , ensuit *Neoscytalidium* et *Curvularia* à 0.57% , et 11.59 des genres non déterminés (**Tableau 8**).

**Tableau 8:** abondances des genres fongiques isolés à partir des sols sous pistachier de l'Atlas à daya Aiat Timzert (Laghout).

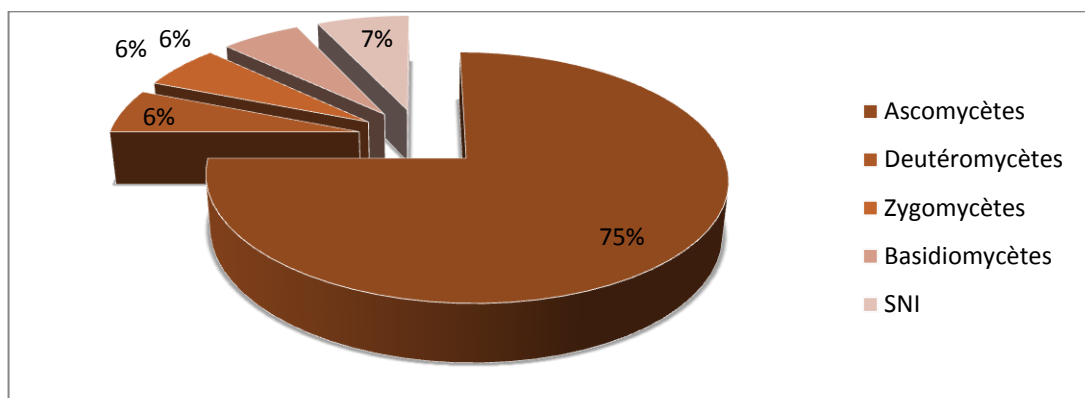
Genres	Phylums	Ordres	Familles	Abondances (%)
<i>Altenaria</i>	Ascomycètes	Pleosporales	Pleosporaceae	1.48
<i>Aspergillus</i>	<b>Ascomycètes</b>	<b>Eurotiales</b>	<b>Trichocomaceae</b>	<b>38.03</b>
<i>Candida</i>	Ascomycètes	Saccharomycetales	Saccharomycetaceae	1.29
<i>Cladosporium</i>	Ascomycètes	Capnodiales	Davidiellaceae	4.77
<i>Curvularia</i>	Ascomycètes	Pleosporales	Pleosporaceae	0.57
<i>Epicoccum</i>	Ascomycètes	Pleosporales	Leptosphaeriaceae	1.71
<i>Fusarium</i>	Ascomycètes	Hyporeales	Nectriaceae	3.24
<i>Mucor</i>	Ascomycètes	Botryosphaerales	Batryosphaeriaceae	0.64
<i>Neoscytalidium</i>	Ascomycètes	Botryosphaeriales	Botryosphaeriaceae	0.57
<i>Penicillium</i>	<b>Ascomycètes</b>	<b>Pleosporales</b>	<b>Pleosporaceae</b>	<b>19.4</b>
<i>Phoma</i>	<b>Deutéromycètes</b>	<b>Sphaeropsidales</b>	<b>Sphaeroidaceae</b>	<b>6.44</b>
<i>Rhizoctonia</i>	Basidiomycètes	Cantharellales	Ceratobasidiaceae	0.75
<i>Rhizopus</i>	Zygomycètes	Mucorales	Mucoraceae	3.78
<i>Scopulariopsis</i>	Ascomycètes	Microsciales	Mucoraceae	0.75
<i>Trichophyton</i>	Ascomycètes	Onygenales	Arthodermataceae	4.89
SNI	-	-	-	11.59



**Figure10:** (a) filaments mycéliens et conidie d'*Alternaria*,-(b) hyphe mycéliens et conidiophore d'*Aspergillus*,-(c) spore de *Candida*,-(d) conidie du *Cladosporium*,-(e) mycélium et conidies de *Curvularia*,-(f) hyphe mycéliens et conidie d'*Epicocom*,-(g) spore de *Fusarium*,-(h) spore de *Mucor*. (Observation au G40×10).



**Figure11:** - (h) arthroconidies de *Neoscytalidium*, - (i) hyphe mycéliens et conidiophore ramifié du *Penicillium*, - (j) spore de *Phoma*, - (k) Cléistothèce de *Phoma*, - (l) mycéliums de *Rhizoctonia*. - (m) sporange et rhizoïde de *Rhizopus*, - (n) spore de *Scopulariopsis*, - (o) Hyphe mycéliens de *Tricophyton*. (Observation au G40×10).



**Figure 12:** spectre général des fréquences des différents phylums fongiques recensés dans les sols sous pistachier de l’Atlas de daya de Aiat Timzert (Laghouat).

**2.2. Comparaison de l’abondance en champignons avec celle de Ouali et Yaddaden, 2016**

Ouali et Yaddaden, (2016), ont mis en évidence la présence des genres fongiques dans le sol sous le pistachier de l’atlas à dayate El-Gouffa. Une comparaison de la diversité et de l’abondance des genres fongiques isolés à partir des sols sous Pistachier de l’Atlas de notre étude (dayate Aiat Timzert) 2014, avec celle de 2016 à (dayate El-Gouffa), est donnée dans le tableau 9.

**Tableau 9 :** comparaison de l’Abondance des genres fongiques isolés à partir des sols sous Pistachier de l’Atlas de daya Aiat Timzert et ceux d’El-Goffa

Genres	Abondances		Genres	Abondances	
	Dayete El Gouffa	DayateAiatTimzert		Dayete El Gouffa	DayateAiatTimzert
<i>Alternaria</i>	0	1.48	<i>Humicola</i>	1.06	0
<i>Absidia</i>	1.06	0	<i>Meria</i>	1.06	0
<i>Acremonium</i>	1.06	0	<i>Monilia</i>	3.19	0
<i>Actinomucor</i>	1.06	0	<i>Mucor</i>	2.12	0.64
<i>Arthrinium</i>	1.06	0	<i>Neoscytalidium</i>	0	0.57
<i>Aspergillus</i>	<b>15.95</b>	<b>38.03</b>	<i>Paecilomyces</i>	1.06	0
<i>Aureobasidium</i>	7.44	0	<i>Penicillium</i>	<b>10.63</b>	<b>19.4</b>
<i>Bipolaris</i>	1.06	0	<i>Phoma</i>	0	6.44
<i>Candida</i>	1.06	1.29	<i>Rhizoctonia</i>	3.19	0.75
<i>Cephalotrichum</i>	1.06	0	<i>Rhizopus</i>	3.19	3.78
<i>Chaetomium</i>	3.19	0	<i>Scopulariopsis</i>	1.06	0.75
<i>Chrysosporium</i>	3.19	0	<i>Scytalidium</i>	1.06	0
<i>Cladosporium</i>	4.24	4.77	<i>Sporothrix</i>	1.06	0
<i>Coelomycetes</i>	1.06	0	<i>Torula</i>	1.06	0
<i>Cunninghamella</i>	2.12	0	<i>Trichoderma</i>	1.06	0
<i>Curvularia</i>	0	0.57	<i>Trichophyton</i>	6.38	4.89
<i>Epicoccum</i>	0	1.71	<i>Trichurus</i>	1.06	0
<i>Fusarium</i>	5.31	3.24	<i>Ulocladium</i>	2.12	0
<i>Geotrichum</i>	1.06	0	<i>Verticillium</i>	1.06	0
<i>Gliocladium</i>	1.06	0	SNI	5.30	11.59
<i>Gymnoascus</i>	1.06	0			

A partir du **Tableau(9)**, nous pouvons dire que l'abondance en champignons est plus importante au niveau des sols sous le pistachier de l'Atlas des deux dayas, cette abondance est variable d'un site à un autre, 36 genres fongiques dans la dayas El- Gouffa contre 15genres à dayate Aiat-Timzerth. Nous pouvons aussi noter que le genre dominant au niveau des sols est l'*Aspergillus* avec 38.03% à dayate Timzerth contre 15.95% à dayate El Gouffa suivis par le *Penicillium*, avec une abondance de 19.4% à dayate Aiat Timzerth et 10.63% à dayate El Gouffa. Nous remarquons également l'absence totale des genres ; *Absidia*, *Acremonium*, *Actinomucor*, *Arthriniium*, *Aureobasidium*, *Bipolaris*, *Cephalotrichum*, *Chaetomium*, *Chrysosporium*, *Coelomycetes*, *Cunninghamella*, *Geotrichum*, *Gliocladium*, *Gymnoascus*, *Humicola*, *Meria*, *Monilia*, *Paecilomyces*, *Scytalidium*, *Sporothrix*, *Torula*, *Trichoderma*, *Trichurus*, *Ulocladium*, *Verticillium*, dans notre site d'étude. Et l'absence des genres *Altenaria*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Neoscytalidium*, *Phoma.*, dans la station de dayate El Gouffa. Les isolats non identifiés (SNI) sont beaucoup plus rencontrés à dayate Aiat Timezerth avec 11.59% contre 5.30% à El Gouffa.

### 2.3. Discussion

Nos résultats montrent que la diversité en champignons du sol sous le pistachier de l'Atlas est riche. Cette richesse en souches fongiques dans les 7 échantillons, pourra être expliquée par plusieurs études. Les sols désertiques des zones arides et semi-arides ont été longtemps considérés comme stériles (Halitim, 1988 ; Hakkoum, 2018), mais après des travaux d'exploration, le sol a démontré sa richesse par des microorganismes très utiles pour le mécanisme de fertilisation des terres dispersées de par le monde (Lositskaya, 2000). Ceci peut être expliqué par le fait que les plantes du sol saharien peuvent compenser ce déficit par la libération de métabolites secondaire qui ont pour but d'attirer les microorganismes (dont les champignons). Ces derniers augmentent sa capacité à obtenir les sources d'azote et de carbone (Grayston et al., 1998 ; Guentri Ayari et al., 2020).

Les Ascomycètes sont les plus abondants dans ce site d'étude, ce phylum présente une grande diversité (Arnod, 2007). Ces résultats sont prouvés par plusieurs études faites telles que : L'étude de Materatski et al. (2018), Sarma et al. (2018), Ghasemi et al. (2019) et Li et al. (2019). Les Ascomycètes jouent un rôle essentiel dans la génétique (Wallen et Perlin, 2018), l'écologie (Belnap et Lange, 2005) et la phylogénie (Lopez-Giraldez et al., 2009). Ces résultats mettent en évidence les genres les plus féconds qui appartiennent au phylum d'Ascomycètes et ne révèlent pas celles dont la croissance est lente (nombreuses dématiés), ou qui sont dépourvues d'appareil conidien (Basidiomycètes). Ce qui montre que le sol contient les

mycéliums et les rhizomorphes de grands Ascomycètes que l'on voit de temps à autre fructifier à sa surface ou en profondeur (Dommergues et Mangenot, 1970). Les Ascomycètes sont connus pour être largement répandus dans différents environnements (Rankovic, 2004), tels que les sols, dans lesquels ces champignons sont considérés comme prépondérants (Viebahn et *al.*, 2005). De plus, ces champignons sont également connus pour se développer facilement sur milieu artificiel gélosé comparativement aux Basidiomycètes (Arnold, 1995). Ceci peut donc expliquer la forte fréquence des Ascomycètes que nous constatons parmi les isolats.

D'après Dommergues et Mangenot, (1970), Il semble que le dépôt de pigments sombres sur les parois favorise la résistance du champignon à certains facteurs adwerses tels que les radiations calorifiques lumineuses. Qui veut dire que les Ascomycètes, ont une résistance aux radiations lumineuses. Et d'après Pitt et Hocking, (1997), avait montré que les Ascomycètes résiste aux rayon solaire et ultraviolet (Kouadio et *al.*, 2007).

Il existe des genres fongiques, qui sont adaptés aux rudes conditions climatiques et édaphiques tels que : les genres *Aspergillus* et *Penicillium* (Lositskaya, 2000). Selon les résultats du tableau 07, nous déduisons que l'*Aspergillus* est le plus abondant, cette abondance est dû au faite que ce sont des champignons filamenteux ubiquistes (Abduallah et *al.*, 1986), on les rencontres aussi bien en milieu rural, qu'en milieu urbain, et aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations (Chabasse et *al.*, 2002), notamment dans la poussière et l'air (Morno-Martinez, 1994 ; Aleksic et *al.*, 2016). Ils peuvent survivent dans le sol et même « hiverner » sous forme de débris de mycélium, conidies ou sclérotés, trois formes résistantes pouvant germer et initier une croissance fongique quand les conditions redeviennent favorables (Sinha et Bhatnagar, 1998).

Les *Aspergillus* ont une large répartition géographique, mais sont plus souvent associés aux régions à climat chaud (Castegnaro et Pfohl-Leszkowicz, 2002), c'est le caractère xérothermophile d'un certain nombre d'*Aspergillus*, de sorte que la dominance relative de ce genre dans une population est un indice d'un climat ou d'un microclimat sec (Dommergues et Mangenot, 1970). La forte présence de ce champignon indique également, qu'il est adapté aux conditions édaphiques des sols arides (Bourgeois et *al.*, 2011).

L'abondance de l'*Aspergillus* est en apport avec sa physiologie. Sa croissance, est liée à une large gamme de température optimale entre 25°C et 40°C et la température minimale de croissance est basse à environ 10°C par rapport aux autres champignons (Klich, 2002 ; Guentri Ayari et *al.*, 2020). En outre les spores résistent à des températures de 15°C à 53°C (Bourgeois et *al.*, 2011). Les *Aspergillus* sont caractérisés par la production de sclérotés et en tirent une

aptitude remarquable à survivre dans les sols normaux (Dommergues et Mangenot, 1970). Dans des conditions de sécheresse (températures élevées et faible activité de l'eau), certaines espèces de l'*Aspergillus*, devient très compétitives et dominant les autres espèces fongiques du sol qui exigent des niveaux supérieurs d'humidité (Sinha et Bhatnagar, 1998 ; Klich, 2007). Grâce à leur grande adaptabilité aux conditions environnementales, ces espèces peuvent se développer à la fois sur les cultures au champ, durant la récolte ainsi que plus tard, au cours du stockage (Joya, 2019). Diverses espèces parmi les plus communes se rencontrent davantage dans les sols cultivés: *A. fumigatus*, *A. terreus*, *A. flavus*, *A. niger* (Dommergues et Mangenot, 1970). Aussi la plupart de ces genres possèdent des souches susceptibles d'être impliquées dans la décomposition des matières organiques, carbonées et azotées (Chen et Ferris, 1999 ; Deacon et al., 2006 ; Ludley et Robinson, 2008 ; Levasseur et al., 2010).

Le *Penicillium*, réunit des champignons filamenteux. Sont des champignons saprophytes à l'origine de la dégradation de denrées alimentaires. Ils sont présents en abondance dans le sol et l'Air aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur (Poirier, 2008). Ils sont capables d'utiliser, outre les monosaccharides et les disaccharides, l'amidon et pour certaines espèces la cellulose. Ils utilisent aussi l'azote, pour l'emprunter aux sels minéraux et même à certaines formes complexes, telles que les acides humiques. Les *Penicillium* apparaissent, en majorité, comme des hygrophytes ou, plus souvent, des mésophytes que l'on rencontre dans les sols les plus divers, mais surtout dans les sols vierges (Dommergues et Mangenot, 1970). Ce genre s'adapte facilement aux conditions de la croissance présente à l'intérieur et se développe bien sur les sols humides (Halewyn et Chevalier, 2009). Ce genre joue un rôle dans la minéralisation du soufre organique (Baum et Hryniewicz, 2006).

Le *Penicillium* est un genre cosmopolite dont les espèces ont peu d'exigences nutritionnelles. Il tolère les environnements secs et chauds (Pitt, 1991), en effet notre station d'étude est caractérisée par une longue période de sécheresse, ce qui peut expliquer la forte dominance de ce genre de *Penicillium* dans cet écosystème, surtout pendant la saison sèche. Les *Penicilliums* sont très adaptables à différents types d'environnements, y compris à une faible disponibilité en eau (Pitt, 1991).

Ces genres fongiques identifiés l'*Aspergillus* et *Penicillium* peuvent en générale se développer à des potentiels hydriques de l'ordre de -20 Mpa (Davet, 1996), peuvent aussi contribuer à la solubilisation du phosphate tricalcique et augmenter son absorption par la plante (Wahid et Mehana, 2000). Selon Eparvier et al., (1991), les champignons filamenteux peuvent

avoir un rôle dans le bio-contrôle et protéger les plantes sahariennes des microorganismes pathogènes (Guentri Ayari et *al.*, 2020).

Pour les genres moins dominants ils peuvent être parmi les champignons qui sont incapables de se développer sur des milieux synthétiques (Tao et *al.*, 2008). De plus, il semble que la formation des organes de résistance (les spores, conidies, sclérotés...), soit déclenchée ou au moins favorisée par les conditions de vie régnant dans le sol ; bien des genres, qui n'en produisent pas ou bien en donnent très peu en culture pure, en forment de grandes quantités dans la nature. Ceci peut être la conséquence d'un certain épuisement du milieu ou d'interactions antagonistes entravant la croissance végétative et incitant le champignon à entrer dans une phase de conservation (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les spores, dans le sol, sont parfois bien reconnaissables, mais beaucoup d'entre elles, et ceci vaut surtout pour les conidies et les sporangiospores, sont tellement déformées, anguleuses, mal colorables, qu'il est difficile ou impossible de les distinguer (Dommergues et Mangenot, 1970). C'est le cas des genres non identifiées dans notre étude.

D'après les résultats obtenus dans le **tableau (9)**, nous constatons que les genres fongiques sont distribués d'une manière et d'un taux de colonisation variable dans les deux sites étudiés. Gui et Nobel, (1992), ont montré que, le taux de colonisation par des champignons peut varier d'une année à une autre et d'une station à une autre, selon les conditions climatiques. Les caractéristiques édaphiques, comme la texture du sol et sa structure, le contenu en matière organique, le pH, les macronutriments et micronutriments peuvent influencer la dynamique et la structure de la communauté fongique en effet le taux de colonisation (Mohammad et *al.*, 2003 ; Rivaton, 2016).

Nous constatons également, que le genre *Aspergillus* et le plus dominant suivi par le *Penicillium* dans les deux dayas. Ces résultats coïncident également avec ceux rapportées par plusieurs auteurs qui mentionnent la présence constante de *Penicillium* dans la mycoflore de différentes régions dans le monde (Calvo et *al.*, 2000). Leur activités humificatrices et minéralisatrice doivent être notées (Dommergues et Mangenot, 1970).

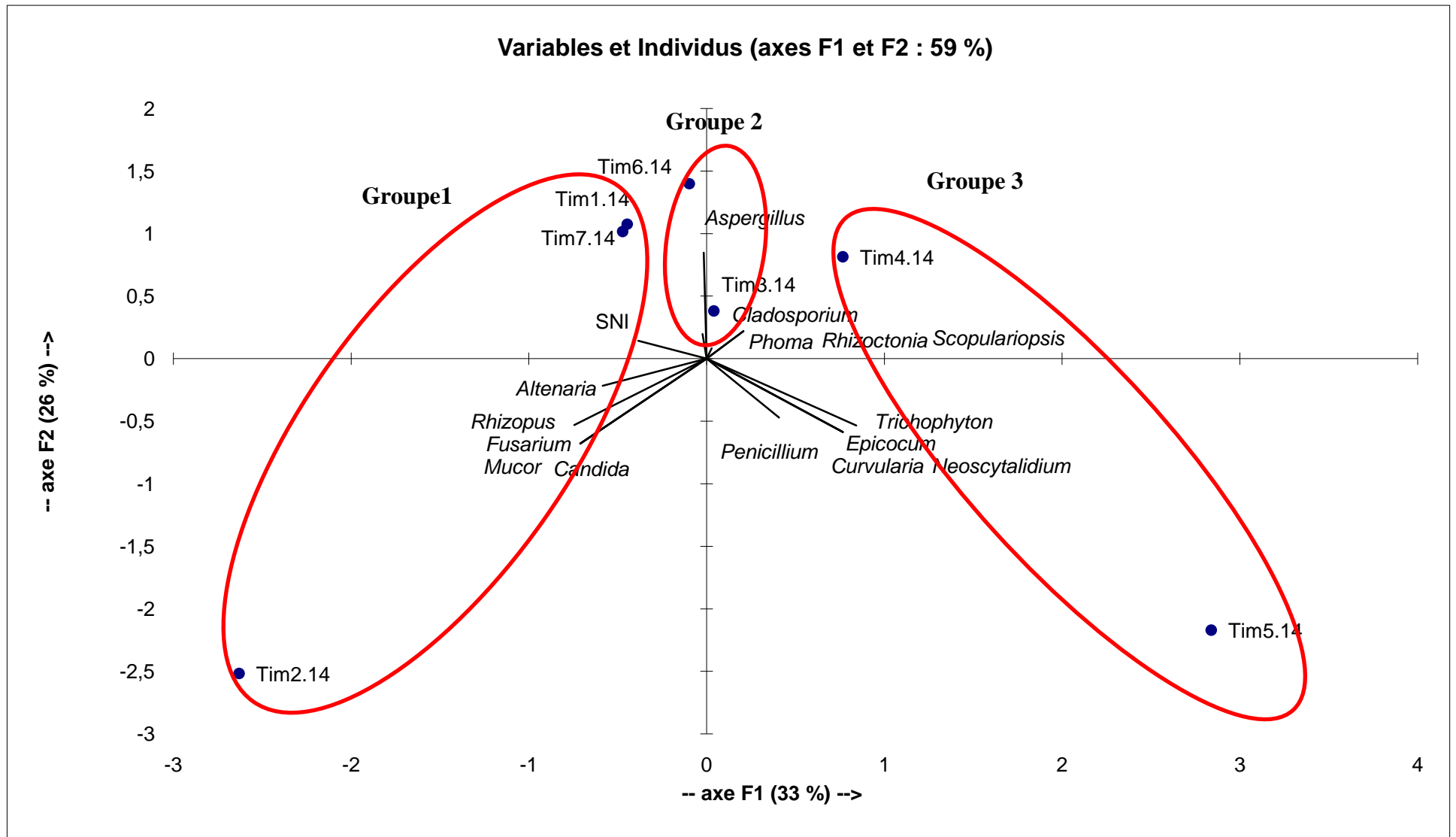
L'absence ou la présence de certains genres dans chacune des dayas peut être expliquée par les hypothèses suivantes ;

- Les facteurs abiotiques externes, tels que les précipitations, la température, peuvent influencer directement sur l'habitat disponible pour l'espèce végétale, ce qui affecte la capacité du champignon à coloniser et à exister dans un lieu donné (Chaudhary et *al.*, 2008) ;

- Certains champignons nécessitent des nutriments spécifiques pour leur croissance (carbone, azote, ions minéraux...) (Van Wyk et *al.*, 2007 ; Jeewon et *al.*, 2017) ;
- Certains genres fongiques requièrent un taux d'humidité très élevé pour croître tandis que d'autres préfèrent des taux beaucoup moins élevés. De plus, la compétition inter espèces procurera un avantage aux genres fongiques les mieux adaptées, référant à la notion de niches écologiques particulières la croissance optimale de chaque type de ces genres (Grant et *al.*, 1988 ; Malloch, 1997 ; Robbins et *al.*, 2000) ;
- Parmi les genres fongiques, seulement quelques uns peuvent se développer à des températures situées entre 45 °C et 55 °C (Cooney et Emerson, 1964). En effet, les genres thermophiles ont une température de croissance minimale inférieure à 20°C et maximale supérieure à 50°C (Brock, 1995; Blochl et *al.*, 1997; Maheshwari et *al.*, 2000).

### 3. ACP : analyse en composante principale

Une (ACP) a été réalisée avec le logiciel Stat Box 6.40, afin de montrer la répartition des différents genres identifiés selon les échantillons des sols sous *Pistacia atlantica* de la station de Timzerth (Laghout) (**Figure 13**).



**Figure13:** représentation de l'analyse en composantes principales(ACP), montrant les genres des champignons au niveau du sol sous le Pistachier de l'Atlas des différents sujets échantillonnés au niveau de la station de Timzerth (Laghout).

A partir de la **figure(13)**, l'analyse en composante principale ACP explique 59% du phénomène avec 33% pour l'axe 1, et 26% pour l'axe 2 de l'inertie totale.

Selon l'axe 1, nous notons une individualisation de trois groupes, le premier comporte les champignons recensés au niveau des sols sous les sujets suivants (1,2 et 7). Le deuxième groupe comporte des champignons de (3 et 6). Et le troisième groupe (4 et 5). Les genres fongiques qui appartiennent au premier groupe sont : *Altenaria*, *Candida*, *Fusarium*, *Mucor* et *Rhizopus*.

Le deuxième groupe comporte les genres fongiques suivants: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Phoma* et *Cladosporium*. Ce groupe présente une codominance entre *Aspergillus* et *Penicillium*.

Le troisième groupe comporte les genres fongiques suivants : *Curvularia*, *Epicocum*, *Neoscytalidium*, *Rhizoctonia*, *Scopulariopsis* et *Trichophyton*.

Les Champignons filamenteux microscopiques, considérés comme omniprésents dans l'environnement (Bolduc et Hijri, 2012). Leurs répartitions et leurs activités physiologiques dépendent strictement de leurs situations dans le sol car ce site occupé est sujette à de diverses perturbations d'ordre bio-physico-chimiques agissant directement sur les populations de micro-organismes (Bottner et *al.*, 1986).

#### 4. Matrice de corrélation

Afin d'évaluer la liaison et les interactions entre les différents genres de champignons trouvés au niveau du sol sous le Pistachier de l'Atlas, il est fréquent d'utiliser le coefficient de corrélation de Pearson. Ce coefficient mesure les relations entre les champignons du sol pris deux à deux. Généralement sa valeur est comprise entre -1 et 1. La valeur proche de 1, implique une forte corrélation positive, au contraire la valeur proche de -1 indique une forte corrélation négative (**Tableau 10**).

Tableau 10 : matrice de corrélation de Pearson.

	<i>Aspergill</i>	<i>Penicilliu</i>	<i>Trichophyto</i>	<i>Altenari</i>	<i>Phoma</i>	<i>Cladosporiu</i>	<i>Rhizopu</i>	<i>Candi</i>	<i>Mucor</i>	<i>Fusariu</i>	<i>Rhizoctoni</i>	<i>Scopulariopsi</i>	<i>Epicocu</i>	<i>Curvularia</i>	<i>Neoscytalidiu</i>	<i>SNI</i>
<i>Aspergillus</i>	1															
<i>Penicillium</i>	-0,68	1														
<i>Trichophyton</i>	-0,48	0,59	1													
<i>Altenaria</i>	-0,32	-0,34	-0,38	1												
<i>Phoma</i>	-0,02	-0,44	-0,01	0,60	1											
<i>Cladosporiu</i>	-0,01	-0,40	-0,12	0,73	<b>0,82</b>	1										
<i>Rhizopus</i>	-0,29	-0,13	-0,35	0,40	-0,34	-0,27	1									
<i>Candida</i>	-0,54	0,08	-0,25	0,52	-0,14	-0,19	<b>0,90</b>	1								
<i>Mucor</i>	-0,54	0,08	-0,25	0,52	-0,14	-0,19	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	1							
<i>Fusarium</i>	-0,54	0,08	-0,25	0,52	-0,14	-0,19	<b>0,90</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	1						
<i>Rhizoctonia</i>	0,06	0,53	0,02	-0,26	-0,46	-0,19	-0,24	-0,17	-0,17	-0,17	1					
<i>Scopulariopsi</i>	0,06	0,53	0,02	-0,26	-0,46	-0,19	-0,24	-0,17	-0,17	-0,17	<b>1,00</b>	1				
<i>Epicocum</i>	-0,43	0,38	<b>0,96</b>	-0,26	0,11	-0,03	-0,24	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	1			
<i>Curvularia</i>	-0,43	0,38	<b>0,96</b>	-0,26	0,11	-0,03	-0,24	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	<b>1,00</b>	1		
<i>Neoscytalidiu</i>	-0,43	0,38	<b>0,96</b>	-0,26	0,11	-0,03	-0,24	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	-0,17	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	1	
<i>SNI</i>	-0,04	-0,03	-0,35	-0,13	-0,19	-0,27	0,15	0,07	0,07	0,07	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	-0,42	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil  $\alpha=0,05$  (test bilatéral)

A partir du **tableau(10)**, nous constatons de nombreuses corrélations significatives positives entre les variables des champignons qui sont noté comme ceci :

-*Trichophyton* et *Epicocum*(0,96) ; *Trichophyton* et *Curvularia*(0,96) ; *Trichophyton* et *Neoscytalidium*(0,96).

-*Rhizopus* et *Candida*(0.90) ; *Rhizopus* et *Mucor* (0.90); *Rhizopus* et *Fusarium*(0.90).

-*Phoma* et *Cladosporium*(0.82).

La matrice de corrélation a mis en évidence les différentes interactions qui existent entre les genres fongiques. Dans notre étude, les résultats montrent des corrélations positives, cette forte corrélation signifie que la présence de l'un favorise la présence de l'autre tandis que, l'absence de l'un limite la présence de l'autre (synergie). Certains champignons assurent les interconnexions entre hyphes et siphons : elles permettent le passage de nutriments, voire d'organites, elles permettent le développement synchrone de l'ensemble du mycélium. Ceux qu'on appelle les Anastomoses (résultent de la multiplication des filaments néoformés : quand un nouvel axe bute sur un déjà formé, il s'anastomose au précédent) (Bouchet et *al.*, 2005).

La symbiose est l'un des mécanismes majeurs de l'évolution et de l'écologie des organismes, elle accélère l'innovation évolutive et favorise l'expansion et la diversification des espèces. Elle joue un rôle moteur dans la richesse, la stabilité et la complexité des écosystèmes par ses effets régulateurs sur les populations et les communautés d'organismes qui lui sont directement ou indirectement associées (Gardes et *al.*, 2003).



Conclusion Générale

La présente étude a pour but de contribuer à élaborer un inventaire des champignons du sol sous *Pistacia atlantica* de dayate Aiat, dans la région de Timzerth, wilaya de Laghouat. L'échantillonnage a concerné 7 échantillons du sol sous 7 arbres de différents sexes, qui ont été choisis d'une manière subjective pour la mise en culture, incubés pendant quelques jours à température ambiante. Avant d'effectuer des calculs de fréquences de colonisation FC(%) et l'abondance des champignons, des prélèvements d'isolats de champignons ont été réalisés pour une identification macroscopique et microscopique.

Nos résultats, ont montré que, la fréquence de colonisation FC(%) par les champignons est forte (96.82%), nous avons noté que ceci peut être expliqué par la période d'échantillonnage.

Le printemps est la saison la plus favorable pour le développement des champignons, dont la production des spores fongiques est importante.

L'identification microscopique des différents isolas, met en évidence la présence de plusieurs genres fongique répartis en quatre phylums : Ascomycètes, phylum le plus dominant, Basidiomycètes, Zygomycètes, Deutéromycètes et certains genres non déterminés. Sur les 15 genres fongiques obtenus pour les différentes répétitions et dilutions, nous citons, *Altenaria*, *Aspergillus*, *Candida*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Mucor*, *Neoscytalidium*, *Penicilium*, *Phoma*, *Rhizoctonia*, *Rhizopus*, *Scopulariopsis*, *Trichophyton*, dont l'*Aspergillus* est le plus dominant avec 38.03%, suivi par le *Pénicillium* avec 19.04. Cette diversité si riche en champignons, pourrait être due à la saison d'échantillonnage, ou au fait que les plantes du sol libèrent des métabolites secondaires qui ont pour but d'attirer les microorganismes, dont les champignons font partie.

Comparativement à l'étude de Ouali et Yaddaden (2016) qui ont mis en évidence 35 genres où nous constatons une abondance fongique conséquente des sols sous pistachier de l'Atlas de dayate El-Gouffa par rapport à celle de dayate Aiat Timzert (2014), ce qui pourrait être expliqué par l'année d'échantillonnage, et par ce que celle de 2016 ont utilisé plusieurs dilutions.

En effet, une matrice de corrélation a montré les différentes interactions qui existent entre les différents genres de champignons recensés. Plusieurs genres montrent des interactions synergiques.

Afin de comprendre la dynamique de ces champignons, leurs interactions sont bien montrées au niveau de l'ACP. Cette dernière nous montre trois groupes ; le premier groupe comporte les champignons recensés en sujets (1, 2 et 7), le deuxième groupe comporte les champignons recensés en sujets (3 et 6), et le troisième groupe (4 et 5).

Une attention particulière doit être portée à la microflore fongique. Les champignons contribuent de maintes façons au maintien de la diversité biologique, au fonctionnement des écosystèmes et à la survie de l'Homme. Pour cela il reste encore beaucoup à apprendre sur ces organismes fascinants.

Nous terminons notre travail avec quelques perspectives :

- Multiplier les prélèvements pendant plusieurs années et dans différents sites ;
- Compléter les identifications des champignons, genres et espèces avec les outils de la biologie moléculaire ;
- Extraction et étude de l'effet des métabolites secondaires synthétisés par ces champignons.



Références Bibliographiques

## Références Bibliographiques

---

**Abdullah S.K., Al-Khesraji T.O. et Al-Edany T.Y.** 1986. Soil mycoflora of the Southern desert of Iraq. *Sydowia*, (39), 8-1.

**Adi S.**, 2014. Caractérisation de propriétés chimiques des sols sous pistachier de l'Atlas : cas de la daya de Timzerth (wilaya de Laghouat). Mémoire d'ingénieur Agronome. Faculté des Sciences Biologique et Science Agronomiques, UMMTO.

**Agabi C.**, 1995. Daya (daïa). Encyclopédie berbère. Daphnitae, Djado. Open Edition Journals, (15), D24.

**Aleksic B., Bailly S. et Draghi M.** 2016. Production of four macrocyclic trichothecenes by *Stachybotrys chartarum* during its development on different building materials as measured by UPLC-MS/MS. *Build Environ*, (106), 265–273.

**Amghar F. et Kadi Hanifi.** 2002. Effat du pâturage sur la biodiversité du sol dans cinq stations d'Alfa au sud algérois. U.S.T.H.B.

**Amroun R.**, 2013. Caractérisation de propriétés physiques et chimiques des sols sous pistachier de l'Atlas dans la daya de Timzerth (wilaya de Laghouat). Mémoire d'ingénieur, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

**Anonyme L.**, 1995. Plan directeur d'Aménagement urbain de la ville de Laghouat. 7p.

**Arnold A.E.**, 2007. Understanding the diversity of foliar endophytic fungi : progress, challenges and frontiers. *Fungal Biol Rev.* (21), p51-66.

**Arnold E.**, 1995. Problems on measurements of species diversity of macrofungi ; In : Allsopp D., Colwell R.R. et Hawksworth D.L. (Eds). *Microbial diversity and Ecosystem function*. C.A.B International. Wallingford. UK, 337-353.

**Bagnouls F. et Gaussen H.** 1953. Saison sèche et indice xérothermique *Bull. Hist. Nat.* Toulouse, (88), 143-239.

**Bailey C.D., Price. et Doyle J.J.** 2002. Systematics of the Halimolobine *Brassicaceae* ; evidence from three loci and morphology. *Systematic Botany.* 27 :318-32.

**Baize D.**, 2008. Les sols et leur formation sous climats tempérés ; in : Planète-Vie, Ressource en science de la vie pour les enseignants. ENS éducol. Afes, Inra.

## Références Bibliographiques

---

- Bardgette R.D., Hobbs P.J. et Frostegard A.** 1996. Changes in fungal : bacterial biomass ratios following reductions in the intensity of management on an upland grassland. *Biology and Fertility of soils*. 22 :261-264.
- Baum C. et Hrynkiewicz K.** 2006. Clonal and seasonal shifts in communities of saprotrophic microfungi and soil enzyme activities in the mycorrhizosphere of *Salix spp.* *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 169 : 481-487.
- Belnap J. et Lange O.L.** 2005. Lichens and microfungi in biological soil crusts: community structure, physiology, and ecological functions. *Mycology Series*. 23:117–138.
- Blandeau E.**, 2012. Etat des lieux du potentiel anti cancéreux de neuf champignons macroscopique. Thèse Doctorat en Pharmacie. UFR de Science Pharmaceutiques et d'Ingénierie de la Santé. Université Angers, D.U.N.E . p30-31.
- Blandine L. et Walter C.** 2013. L'état des sols de France : Groupement d'intérêt scientifique sur les sols. P188 .
- Bloch E., Rachel R., Burgraff S., Hafend bradl., Jannasch H.W. et Stetta O.** 1997. *Pyrolobus fumarii* gen and sp. Nov presents a novel group of and archea. Extending the upper temperature limite for life to 113°C .*Extremophiles* .1 : 14-22.
- Bocquet J.**, 1993. Généralités sur les microorganismes. En *Biotechnologie*. Ed R. Scriban. Tec. Doc. Lavoisier. Paris, p 38-46.
- Bohrer K., Friese C.F. et Amon J.P.** 2004. Seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizal fungi in differing wetland habitats. *Mycorrhiza*, (14), 329-337.
- Boiffin J.J.**, 1984. La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse doctorat en Science Agronomiques. Science du Vivant. Institut National Agronomique., Paris, 320 p.
- Boiron P.**, 1996. Organisation et biologie des champignons. Nathan, France, pp 19- 29- 36- 79- 80.
- Bolduc A.R. et Hijri M.** 2012. L'univers des champignons sous la direction de Despres J . Presse de Unniversté de Montréal , Open Edition Books . France.
- Bottner P., Salcily Z. et Bills G.** 1986. Biology and fertility of soil , pp:75-82.

## Références Bibliographiques

---

**Botton B., Breton A .F., Gauthier M., Guy S., Larpent P., Reymond J .P., Sanglier P., Vayssier J. J.Y. et Veau P.** 1999. Moisissures utiles et nuisibles. Importance industrielle. Masson, France.P34-428.

**Botton B., Breton A., Fevre M., Guy Ph., Larpen J.P.et Veau P.**1985. Moisissures utiles et nuisibles d'importance industrielle. Biotechnologies. Edition Masson, 2eme édition. Paris,France

**Bouabdelli Z., Belhadj S., Smail-Saadoun N., Mevy .J.P, Notonnier R., Tonetto A., Ortas I. et Gauquelin T.** 2018. Influence de l'aridité sur la variation de la colonisation mycorhizienne arbusculaire chez cinq populations naturelles algériennes du pistachier de l'atlas (*pistacia atlantica* desf.).Revue d'Ecologie, Terre et Vie.Société nationale de protection de la nature, 73 (3), pp.330-344.

**BoubrimaA.,** 2014. Type d'éracinement du pistachier de l'Atlas en relation avec les propriétés physico-chimiques du sol sous-jacent : cas de dayete Saadi (Hassi Delâa) et de dayete Aiat (Timzerth) de la wilaya de Laghouat. Magistère Ecologie végétale, université Amar Telidji, Laghouat.

**Bouchet P., Guignard J.L., Madulo L.G.et Regli P.** 1989. Mycologie générale et médicale. Edition Masson .Paris pp 1-5.

**Bouchet P., Guignard J.L., Pouchus Y.F.et Villard J.,** 2005. Les champignons ; mycologie fondamentale et appliquée .2ème édition, Edition Masson .Paris P 191.

**Bouchet P., Guignard J.L.et Villard J.,** 1999. Les champignons. Mycologie fondamentale et appliquée. Edition Masson : Paris.

**Bouchetata T.B.,** 2018. Etat des lieux détaillés des structures existantes et recommandations pour la mise en place de centres de ressources coordonnés. Wilaya de Laghouat. P 14.

**BourgeoisC.M., Mescle J.F. et Zucca J.** 1989.Microbiologie alimentaire .Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier, France, pp 216-244.

**Bourgeois M., Sermet I., Bailly-Botula.C, Delacourt C.et De Blic J.** 2011. Infections fongiques au cours de la mucoviscidose. Archives de Pédiatre. Tome,(18),p 15.

**Branger A., Marie-Madeleine.R.et Sébastien R.** 2007. Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques. P 30.

## Références Bibliographiques

---

- Breuil M.**, 2009. Biologie, 2ème année BCPST-VETO. Eds. TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 818 p.
- Brock T.D.**, 1995. The road to yellow stone and beyond . Annu. Rev. Microbiol,(49),1-28.
- Calvo A.M., Wilson R.A., Bock J.W et Keller N.P.** 2002. Relationship between secondary metabolism and fungal development. Microbiol, Mol. Bio. Rev, (66), 447-459.
- Carlile M.J. et Watkinson S.C.** 1994. The fungi. Academic press eds. P34.
- Castegnaro M. et Pfohl-Leszkowicz A.** 2002. Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine ; In : Moll M., Moll N. La sécurité alimentaire du consommateur. 2ème édition, Lavoisier. Paris, Tec et Doc : 127-79.
- Chabasse D.**, 2008. Classification des champignons d'intérêt médical. p4.
- Chabasse D., Bouchara J.P., De Gentile L., Brun S., Cimon B. et Penn P.** 2002. Les moisissures d'intérêt médical .Cahier de formation. BIOFORMA, n°25. Paris. p 11-16.
- Chabasse D., Guiguen C.I. et Contet-Audonneau N.** 1999. Mycologie médicale. p1-3.
- Chaudhary V.B., Lau M.K. et Johnson N.C.** 2008. Macroecology of microbes biogeography of the Glomeromycota ; In: A. Varma (ed). Mycorrhiza, (18) ,529-561.
- Chebieb N.**, 2008. Approche de l'adaptation de l'architecture racinaire du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica*) à la sécheresse : cas de la population de Tirlhemt (Wilaya de Laghouat). Mémoire Ingénieur agronome, Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 118p.
- Chen J. et Ferris H.** 1999. The effects of nematode grazing on nitrogen mineralization during fungal decomposition of organic matter. Soil Biology & Biochemistry. 31 : 1265-1279.
- Chez le Père Magraine.**, 2018. Les dossiers de Micro et Macr – Les champignons du sol et de la litière.
- Clément M.**, 2009. Le sol ou l'épiderme vivant de la planète Terre. La Cohorte ; in : Planet-Vie, S.M.L.H, Paris, (195), 15-28.
- Clesse B.**, 2011. La biodiversité fongique. L'Érable : revue trimestrielle de la Société royale cercles des Naturalistes de Belgique asbl. 3ème trimestre, Belgique, pp. 1-12.

## Références Bibliographiques

---

**Collado J., Platas G., Gonzalez I. et Pelaez F.** 1999. Geographical and seasonal influences on the distribution of fungal endophytes in *Quercus ilex*. *New Phytol*, (14) : S99-S127.

**Cooney D.G. et Emerson R.** 1964. Thermophilic fungi. An account of their biology, activities, and classification. WH Freeman et Co, San Francisco et Londres.

**Cordova-Lopez-J. A.,** 1998. Isolement, Identification et physiologie des champignons Thermophiles en vue de la production de lipases par fermentation en milieu solide. Th. Biochim. et Biol. Moléculaire, Sci. des Aliments, USTL. Montpellier ORSTOM.

**Courtecuisse R. et Duhem B.** 2011. Guide des champignons de France et d'Europe. 1752 espèces décrites et illustrées. Paris : Delachaux et Niestlé. 544p.

**Dagadi.,** 2011. Cours D'agriculture Durable, G2 Isdr/Gl.

**Davet P.,** 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. Edition INRA, Paris, pp 58.

**David G. et Jean C.G.** 2015. Biodiversité et évolution du monde fongique. Les cahiers de la biodiversité. EDP Science, 1<sup>er</sup> édition. France

**Deacon L.G., Pryce-miller E.J., Frankland J.C., Bainbridge B.W., Moore P.D. et Robinson C.H.** 2006. Diversity and function of decomposer fungi from a grassland soil. *Soil Biology & Biochemistry*. 38 : 7-20.

**Deguiche M.,** 2008. Caractérisation des sols sous pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) : cas de la daya de Timzerth (Wilaya de Laghouat). Mémoire Ing. Agro., Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 88p.

**Delgado J.J., Rincon A.M. et Benitez T.** 2002. Aspartyl protease from *Trichoderma harzianum* CECT 2413: cloning and characterization. *Microbiology*, (148), pp1305-1315.

**Deluzarche C.,** 2007. Thallogphyte. Future planète (2001-2021).

**Després J.,** 1951. Champignons comestibles du Québec : les connaître, les déguster. édition Michel Quintin. Montréal, Québec.

**Després J.,** 2005. L'univers des champignons sous la direction de Despres J. Presse de l'Université de Montréal, Open Edition Books. Québec.

## Références Bibliographiques

---

**Dixon G.R. et Tilston E. L.** 2010. Soil-Borne Pathogens and Their Interactions with the Soil Environment ; in : Soil Microbiology and Sustainable Crop Production, Édité par Dixon G.R. et Tilston E. L ; in : Étude de l'interaction physique entre le champignon ectomycorhizien *Laccaria bicolor* S238N et la bactérie auxiliaire de la mycorhization *Pseudomonas fluorescens* BBc6. Miquel-Guennoc C. Springer Netherlands, 197–271.

**Domergue Y. et Mangenot F.** 1970. Ecologie microbienne du sol. Ed Masson et Cie. Éditeurs 120, boulevard Saint-Germain. P 38, 44.

**DSA., 2016.** Données du secteur agricole. Wilaya de Laghouat. 9p.

**Dufresne P., 2018.** Identification des champignons d'importance médicale. Guy St-Germain. Laboratoire de santé publique Québec. P3.

**Durrieu G., 1993.** Ecologie des champignons. Edition Elsevier Masson, Collection écologie. p 53., p 53.

**Elimi A. et West C.P.** 1995. Endophytes infection effects on stomatal conductance osmotic adjustment and drought recovery of tall fescue. *New Phytol*, (131), 61-67.

**Eparvier A., Lemanceau P. et Alabouvette C.** 1991. Population dynamics of non pathogenic *Fusarium* and fluorescent *Pseudomonas* strains in rockwool, a substratum for soil less culture. *FEMS Microbiol Ecol*, (86), 177-184.

**Escudero V.G. et Mendoza R.E.** 2005. Seasonal variation of arbuscular mycorrhizal fungi in temperate grasslands along a wide hydrologic gradient. *Mycorrhiza*, (15) 291-299.

**FAO., 1992.** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture .Les environnements arides. Guide à l'intention des Techniciens du Terrain. chapitre 1.

**FAO., 2021.** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Zones arides: une expression qui cache bien plus que ce qu'elle suggère.

**Floret C. et Pontanier R.** 1984. Aridité climatique, aridité édaphique. C.N.R.S., Montpellier, France .

**Gardes M., Biallet E., Binet E., Brousseau C., Carré F., Charcosset J.Y., Fradet N., Griffith P., Gryta H., Laquerbe M., Martinez C. et Millot S.** 2003. Les symbiotes

## Références Bibliographiques

---

mycorhiziens du peuplier noir (*Populus nigra* L.) : la spécificité des assemblages fongiques en milieu riverain. Actes du BRG,( 4), 453-466.

**Gévry M.F.** et **Dalpe Y.** 2012. L'écologie des champignons ; in : l'univers des champignons. Presses de l'université de Montréal. P 37-46.

**Ghasemi S., Khodaei S., Karimi K., Tavakoli M., Pertot I.** et **Arzanlou M.** 2019. Biodiversity study of endophytic fungi associated with two *Quercus* species in Iran. Revue forest systems, 1-12p.

**Gobat J.M., Arago M.** et **Matthey W.** 2010. Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Collection Science et ingénierie de l'environnement, 3eme édition. Lausanne.

**Grant C., Hunter C.A., Flannigan B.** et **Bravery A. F.** 1988. The moisture requirements of moulds isolated from domestic dwellings. Int. Biodeterioration, (25), 259-84.

**Gratzfeld J.,** 2004. Industries extractives dans les zones arides et semi-arides : Planification et gestion de l'environnement. Édité, Union mondiale pour la nature (Extractive Industries in Arid and Semi Arid Zones: Environmental Planning and Management (IUCN: Gland, Switzerland and Cambridge. United Kingdom, 112 pp.

**Grayston S., Wang S.Q., Campbell. C.D.** et **Edwards A.C.** 1998. Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. Soil Biol Biochem, (30), 369-78.

**Guennoc-Miquel. C.,** 2017. Étude de l'interaction physique entre le champignon ectomycorhizien *Laccaria bicolor* S238N et la bactérie auxiliaire de la mycorhization *Pseudomonas fluorescens* BBc6. Microbiologie et Parasitologie. Université de Lorraine .France

**Guentriayari N., Djemouai R., Gaceb T.** et **Rahmani F.** 2020.. Abundance and diversity of mycoflora associated with *Hyoscyamus muticus* L. subsp. *falezlez* (Coss.) Maire; a medicinal plant from Adrar region, Journal Algérien des Régions Arides (JARA).

**Gui. M.** et **Nobel P.** 1992. Nutrient status, water uptake and gas exchange for three desert succulents infected with mycorrhizal fungi, New Phytol, 122: 643-649.

## Références Bibliographiques

---

**Haddouchel., Saidi S. et Toutain B.** 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride en Algérie: le cas de la région de Naâma. Prospective Stratégies et Développement Durable, gestion des ressources naturelles .Thème n°6

**HakkoumH.,** 2018. Contribution a l'étude de la microflore fongique du sol dans deux stations de la région de Biskra. Phytopathologies dans les zones arides, Agronomie. Faculté des science et de Technologie .Département des sciences exacte et science de la nature et de la vie. Biskra,Algérie.

**HalitimA.,** 1988.Sols des régions arides d'Algérie. EDIT, O.P.U, Alger. P 345-384.

**HalwynM., Sc M. et Chevalier .**2019.*Penicillium spp.* Centre d'expertise et de référence en santé publique du Québec.

**Hatimi A. et Tarouch S.** 2007. Caractérisation chimique, botanique et microbiologique du sol des dunes littorales du Souss-Massa. Biomatec Echo, 2 (5): 85-97.

**Hawksworth DL., Sutton B.C.et Ainsworth G.C.**1970. Ainswoeth and Bisby's dictionary of the fungi.Commonwealth Mycological Institute, Kew.

**HeffnerJ.,** 2016. Passion champignons. Livre de mycologia 34, nouvelle éditions.

**Helgason T., Daniell T.J., Husband R., Fitter A.H. et Young J.P.W.**1998. Ploughing up the wood-wide web?*Nature.* 394: 431.

**HoormanJ.J. et Islam R.**2010.Understing soil microbes and nutrient recycling. Thèses 2<sup>ème</sup> édition. Masson. Collection Biotechnologies. P: 34-428.

**James T.Y., Porter D., Leander C.A., Vilgalys R.et Longcore J.E.** 2000. Molecular phylogenetics of theChytridiomycota supports the utility of ultrastructural data in chytrid systematics. Canadian Journal of Botany, (78): 336-350.

**JeewonR., Wanasinghe D.N., Rampadaruth S. et Puchooa D .**2017 . Nomenclatural and identification pitfalls of endophytic mycota based on DNA sequence analyses of ribosomal and protein genes phylogenetic markers: A taxonomic dead end? *Mycosphere*,(8), 1802 :1817.

**Jennings D.H. et Lysek G.** 1996. understanding the Fungal life style :Fungal biology . Bios scientific publishers eds. second edition,Oxford.

## Références Bibliographiques

---

**Joya M.**, 2019. Caractérisation de la biodiversité des souches d'*Aspergillus* de la section Flavi isolées d'aliments commercialisés au Liban: approche moléculaire, métabolique et morphologique. p 44.45.

**Julien R.**, 2002. Les moisissures parlons-en. Objectif prevention .ASSTSAS 25, 02, 06.

**Kaabèche M.** et **De foucault** .2010 .Les dayas a *Pistacia Atlantica* Desf d'Algérie .Laboratoire «Biodiversité et Ressources phytogénétiques». Université Ferhat Abbas, 19000.DZ Sétif (Algérie).

**Khechai S.** et **Laadjel H.** 2006. Répartition spatiale de végétation en fonction des sols arides : cas de Biskra. Communication internationale: C.R.S.T.R.A, Biskra. Algérie.

**Klich M.**, 2002. Biogeography of *Aspergillus* species in soil and litter. *Mycologia* 94: 21-2.

**Klich M.A.**, 2007. *Aspergillus flavus*: the major producer of aflatoxin. *Molecular plant pathology*, 8. 713 :22.

**Kouadio A.**, **Lebrihi A.**, **N'zi Agbo G.**, **Mathieu F.**, **Pfohl-Leszkowiz A.** et **Bretin D.M.** 2007. Influence de l'interaction de la température et de l'activité de l'eau sur la croissance et la production de l'ochratoxine A par *Aspergillus niger*, *Aspergillus carbonarius* et *Aspergillus ochraceus* sur un milieu de base café. *Canadian Journal of Microbiology*. C.N.R.C. Canada, 53(7) ,852-859

**Laberche J-G.**, 1999. Biologie végétale. P 36-240.

**Latour B.** et **Ruellan A.** 2010. Des Sols et des Hommes : un Lien menacé. Éd IRD. Marseille, France.

**Le Calvez T.**, 2009. Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond. Université de Rennes, CNRS. Ecole Doctorale Vie-Agro-Santé. UFR Science de la Vie et de l'Environnement. p 16.

**Le Houerou H.N.**, 1995. Bioclimat et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Options Méditerranéennes, SERIE B, 396 p.

## Références Bibliographiques

---

**Lecellier A.**, 2013. Caractérisation et identification des champignons filamenteux par spectroscopie vibrationnelle. Thèse docteurat en Biologie -Biophysique .Université de Reims Champagne-Ardenne. Reims,France,p21.

**Levasseur A., Saloheimo M., Navarro D., Andberg M., Pontarotti P., Kruus K. et Record E.** 2010. Exploring laccase-like multicopper oxidase genes from the Ascomycete *Trichoderma reesei*: A functional, phylogenetic and evolutionary study. BMC Biochemistry. pp 32.

**Levefre C., Rekik F., Weise L. et Alcantara V.** 2017. Carbone Organique du Sol, une richesse. Organisation des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation. Rome.

**Li J., Delgado-Baquerizo M., Wang J.T., Hu H.W., Cai Z.1., Zhu Y.N. et Singh B.K.** 2019. Fungal richness contributes to multifunctionality in boreal forest soil. Soil Biology and Biochemistry: 107526.

**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 Biologique et Sciences Agronomique, UMMTO.

**López-Giráldez F., Crous P.W., Rauhut A., Hewitt D., Kauff F., Untereiner W., Hoog G.S.D., Townsend J.P., Wang Z. et Johnston P.R.** 2009. The Ascomycota tree of life: a phylum-wide phylogeny clarifies the origin and evolution of fundamental reproductive and ecological traits. -S3. *Systematic Biology* ,(58),224–239.

**Lositskaya V.M.**, 2000. Les mycètes d'aphyllophoracées dans le Park national de Paanayarvi. Myco. et Phytopath. 34, N2. pp :7-17.

**Ludley K.E. et Robinson C.H.** 2008. Soil 'decomposer' Basidiomycota in Arctic and Antarctic ecosystems. Soil Biology & Biochemistry. 40 : 11-29.

**Lüttge U., Kluge M. et Bauer G.** 2002. Botanique. 3ème éd. Eds. TEC et DOC, Lavoisier, Paris, 604 p.

**M'Louadj Z. R.**, 2014. Identification des moisissures isolées du sol du Zarifet. Mémoire de master en Microbiologie, Département de Biologie .Faculté des Science de la Nature et de Vie et Science de la Terre et de l'Univers .Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. Algérie. P 19.

## Références Bibliographiques

---

**Maheshwari R., Bradwa J.G et Bhat M. K.** 2000. Thermophilic fungi their physiology and enzymes. *Microbiology and Molecular Biology Revivis.* 64: 461- 488.

**makhlouf J.**, 2019. Caractérisation de la biodiversité des souches d'*Aspergillus* de la section Flavi isolées d'aliments commercialisés au Liban: approche moléculaire, métabolique et morphologique .p 44.45.

**Malinowski D.P., Allouch G.A. et Blesky D.P.**2000. Leaf endophyte *Neotyphodium coenophialum* modifies mineral uptake in talle fescus. *Plant Soil.* 227: 115-126.

**Malloch R.**, 1997. Mould their isolation cultivation and identification. Department of botany. University of Tornto. Canada.

**Martin F.**, 2014. Tous les champignons portent-ils un chapeau ? 2éme édition Quae, ISBN 9782759221745.p 15.

**Mazouz S.**, 2014. Effet de la racine du pistachier de l'Atlas et du Jujubier sur les propriétés chimiques du sol : cas de la daya de Timezerth (Laghout). Mémoire de master. Filière. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Spécialité Science du Sol. Faculté desSciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. p24-29.

**Mohammad M.J., Hamad, S.R. et Malkawit H.I.**2003. Population of arbuscular mycorrhizal fungi in semi-arid environment of Jordan as influenced by biotic and abiotic factors. *J. Arid Envir,* (53), 409-417.

**Mokhtari N.**, 2015. Caractérisation de propriétés chimiques des sols sous pistachier de l'Atlas : cas de la daya de Timzert (Wilaya de Lagouat).Mémoire de master. Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques.Spécialité Science du Sol.Faculté desSciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. p 25-30.

**Mollard E.et Walter A.** 2008. Agricultures Singulières. Institut de recherche pour le develeppement .Paris.

**Monastra F., Rovira M., Vargas F.J., Romero M.A., Battle I.,Rouskas D,et MendesG.A.**2000.Caractérisation ezoenzymatique de diverses espèces de genre *Pistacia* et leur hybrides .Etudes de leur comportement comme portegrefe du pistachier *Pistacia verra L.*Ed :CIHEAM.Option :Méditerranéenne .p135.

## Références Bibliographiques

---

**Monjauze A.**, 1980. Le pays des dayas et *pistacia atlantica* Desf., dans le Sahara algérien, Revue forestière française biologie et forêt.

**Morelet M.** et **Kiffer E.** 1997. Les Deutéromycètes ; classification et clés d'identification générique. Formation Kindle.

**Morno-Martinez M.O.**, 1994. *Aspergillus* et aspergilloses: biologie, Ed. Techniques Encycl. Med. Chir. Mal- adies infectieuses Elsevier, Paris. 8 :600-A-10.

**Mouffok M.**, 2003. Mémoire ING d'état I.N.F.S.A Mostaganem, l'espace littoral ouest de Mostaganem : cas de la zone des sablettes-Ouréah en vue d'une orientation touristique. P34-35.

**Nicklin J.**, **Graeme-Cook K.**, **Paget T.** et **Killington R.** 2000. L'essentiel en microbiologie. Berti, France, pp 210-216.

**Okbob.**, 2020. découpage-administratif-de-la-wilaya-de-laghouat.

**Ouali M** et **Yaddaden N**, 2016. Diversité des champignons du sol sous *Pistacia atlantica* Desf. de dayate El-Gouffa (Laghouat, Algérie). Mémoire de master. Filière. Ecologie et Environnement. Spécialité Biodiversité et Ecologie Végétale. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Département des Sciences Biologiques UMMTO. P64

**Oukara F.Z.**, **Assel A.**, **Baghlak K.** et **Chaouia C.** 2014. Effet du Na Cl sur les paramètres morphologique physiologique et biochimiques du Pistachier de l'Atlas *Pistacia atlantica* Desf. Revue Agrobiologia; N°6, 67-74.

**Pitt J.I.**, 1991. A laboratory Guide to Common *Penicillium* Species. North Wales: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. Scientific Research An Academic Publisher. Div. Food Processing.

**Pitt J.I.** et **Hocking C.D.** 1997. Fungi and food spoilage. 2ed. Aspen Publishers, Gaithersburg, Allemagne.

**Pouget M.**, 1980. Les relations sol-végétation; dans les steppes sud-algéroises. Travaux et documents de L'O.R.S. T.O.M. Paris, 235-246.

## Références Bibliographiques

---

- Puppi G., Chiapperi F., Tabacchini A. et Carpigo F.** 1986. Endogonaceae de litorale Tirrenico. *Micol. Ital.*, (15) 7-14.
- Raab G.**, 2010. Contribution à l'étude des symbioses mycorhiziennes du pistachier de l'Atlas : cas de la population de la daya de Timzerth (wilaya de Laghouat). Mémoire d'ingénieur Agronome, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Adronomiques. UMMTO, Algérie.
- Rankovic.**, 2004. The fungal community of Lake Sjenica, Serbia. *Journal of Freshwater Ecology*, (19) , 325-322.
- Raoul C.**, 2013. Le sol .2e édition .France , pp : 36-37.
- Raper K. et Fennell D.J.** 1965. The genus *Aspergillus*, Williams and Wilkins editors. Baltimore.
- Raven P. H., Johnson G. J., Mason K. A., Losos J. B. et Singer S. S.** 2011. Biologie. Ed De Boeck .2<sup>ème</sup> édition. Bruxelles, 1406 p.
- Raven P. H., Susan E. E. et Ray F E.** 2014. Biologie végétale. 3ème édition. Bruxelles.
- Raven P.H., Johnson G.B., Losos J.B. et Singer S.S.** 2008. Biologie végétale. 2ème édition. Bruxelles .P 268-269.
- Redecker D.**, 2002. New views on fungal evolution based on DNA markers and the fossil. *Research in Microbiology*, (153) ,125-130.
- Ripert C.**, 2013. Mycologie médicale. Lavoisier, p2-44.
- Rivaton D.**, 2016. Étude des champignons mycorhiziens arbusculaires des sols en systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage : application à la nutrition phosphatée. *Sciences du Vivant .Dumas* ,01472700.
- Robbins C.A., Swenson L.J., Neally M.L., Gots R.E. et Kelman R.J.** 2000. Health effects of mycotoxins in indoor air. *A critical review App. Occup .Env. Hyg*, 15(20): 773-784.
- Roldan-F.B.E. et Barea J.M.** 1986. Mycorrhizal dependency in the olive tree (*Olea europaea* L.). Pp 323-326 ; In: V. Gianinazi-Pearson & S. Gianinazzi eds. First European Symposium on Mycorrhizae. Physiology and genetics aspects of mycorrhizae, Paris.

## Références Bibliographiques

---

**Ruellan A.** et **Poss P.** 2008. Les sols pour l'avenir de la planète Terre. Association Française pour l'étude du sol, AFES.France.

**RyeC., Wise R., Jurukovski V., Desaix., Choi J.** et **Avissar Y.** 2019. Original content by OpenStax. (<http://cnx.org/contents/185cbf87-c72...f21b5eabd@9.87>).

**Saifeldin A.F., El-nagerabi A.E., Elshafie S.** et **Alkhanjari S.** 2013. Endophytic fungi associated with *Ziziphus* species and new record from mountainous area of Oman.14(1).

**SalemkourN .,Chalabi K ., Farhi Y** et **Belhamra M.** 2012. Inventaire floristique de la région des ziban. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides C.R.S.T.R.A.Division Bioressources ; in Journal Algérien des Régions Arides.

**SarmaP., Dkhar R.M.S., Kayang H., Kumar M., Dubey N.K.** et **Raghuwanshi R.** 2018. Diversity of endophytic fungi associated with the medicinally important aromatic plant *Gaultheria fragrantissima*. Studies in Fungi,3(1),309-320.

**SchulzB.J.E., Boyle C.J.C.** et **Sieber T.N.** 2006. Microbial Root Endophytes. Soil Biology. Ed Springer-Verlag Berlin Heidelberg.1<sup>er</sup> éd, Allemagne ; in : Singulièrees , institut de recherche pour le developpement.Paris.

**Sinha A.K.** et **Bhatnagar D.** 1998. Mycotoxins in Agriculture and Food Safety CRC Press.

**SpichigerR.E., Savolainen V.V., Figeat M.** et **Jeanmonod D.** 2002. Botanique systématique des plantes à fleurs.Ed Presses Polytechniques et Universitaires Romandes,p 413 .

**Strullu-DerrienC.,** 2010. Recherches sur la colonisation du milieu terrestre par les plantes au cours du dévonien inférieur et sur les interactions plantes/micro-organismes durant les périodes dévonien-carbonifère.Thèse de Doctorat d'Environnement,Laboratoire Mycorhizes/Laboratoire PMS. Faculté des Sciences , Université d'Angers. ED n°495.

**Sun X., Guo L.D.** et **Hyde K.D.** 2011. Community composition of endophytic fungi in *Acer truncatum* and their role in decomposition. Fungal Divers, (47), pp85-95.

**Swift M.J.,** 1976. Species diversity and the structure of microbial communities in terrestrial habitats. In : The role of terrestrial and aquatic organisms in decomposition processes. Oxford : Blackwell. pp 185-222.

## Références Bibliographiques

---

**Swift N.U., Heal O.W. et Anderson J.M.** 1979. Decomposition in terrestrial ecosystems, (edn) Blackwell Scientific. Inc. Oxford. UK.

**Sylvia S., Rahim H., Surapati U., Rosmana A. et Dewi V.S.** 2020. Diversity of microbes in organic and non-organic vegetable ecosystem. *Earth and Environmental Science*, (3), p486.

**Talbot N. J.**, 2009. Plant-Pathogen Interactions Annual Plant Reviews , Volume 11 ., Édité par Talbot N.J. Wiley & Sons. ed Backwell Publishing Ltd et CRC Press LLC. Canada ; In : Étude de l'interaction physique entre le champignon ectomycorhizien *Laccaria bicolor* S238N et la bactérie auxiliaire de la mycorhization *Pseudomonas fluorescens* BBc6. Microbiologie et Parasitologie. Université de Lorraine. France

**Tao G., Liu Z.Y., Hyde K.D., Lui X.Z., et Yu Z.N.** 2008. Wholer DNA analysis reveals novel and endophytic fungi in *Bletilla ochracea* (Orchidaceae). *Fungal Diversity*, (33) ,101-122.

**Urbanek H. et Yirdaw G.** 1984. Hydrolytic ability of acid protease of *Fusarium culmorum* and its possible role in phytopathogenesis. *Acta Microbiol. Pol.*, ( 33) 2, pp2-136.

**Van W. M., Al Adawi A.O., Khan I.A. et Deadman M.L.** 2007. *Ceratocystis manginecans* sp. nov. causal agent of a destructive mango wilt disease in Oman and Pakistan. *Fungal Diversity*, ( 27), 213–230.

**Viebahn M., Doornbos R., Wernars K., Van Loon L.C., Smit E. et Bakker P.A.H.M.** 2005. Ascomycete communities in the rhizosphere of field-grown wheat are not affected by introductions of genetically modified *Pseudomonas putida* WCS358r. *Environmental Microbiology*, (7 ) , 1775-1785.

**Wahid O.A.A. et Mehana T.A.** 2000. Impact of phosphate-solubilizing fungi on the yield and phosphorus-uptake by wheat and fababean plants. *Microbiol Res*, (155), 221-227.

**Wallen R.M. et Perlin M.H.** 2018. An overview of the function and maintenance of sexual reproduction in dikaryotic fung *Frontiers in Microbiology*, (9), 503–527. Doi : 10.3389

**Résumé.** Les régions arides sont caractérisées par des conditions édapho-climatiques très contraignantes pour la survie des êtres vivants. Le pistachier de l'Atlas parmi l'une des espèces qui se développent dans ces milieux sont régulièrement répartis par petites groupes dans des dépressions circulaires appelées « dayas ». Cette essence possède un système racinaire très puissant qui lui permet de résister à la sécheresse. Notre étude est portée sur l'identification des communautés fongiques ainsi leur abondance et leur diversité au niveau des sols sous le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la daya de Timzerth (Laghouat). Les prélèvements de sol ont été effectués sous 7 sujets à des caractéristiques différentes, qui sont mis en culture dans un milieu de culture PDA, après la réalisation d'un isolement par la technique suspension-dilution. Le calcul de la fréquence de colonisation par les champignons du sol a donné une (FC%) de 96.82%. 5 sujet sur 7 ont montré un taux de 100% sur les deux restent présente un taux de 88.88%. L'identification macroscopique et microscopique des champignons a montré la présence de plusieurs genres. Au total 15 genres fongiques sont identifiés. Deux genres sont dominants, il s'agit de l'*Aspergillus* avec 38.03%, suivi par le *Pinicillium* avec 19.4%. Les résultats de la matrice de corrélation ont montré des corrélations positives significatives. L'analyse en composante principale (A.C.P) a révélé une individualisation de trois groupe selon l'axe 1 avec 33%, 26% pour l'axe 2 sur 59% de l'inerte totale du phénomène. A cet égard, nous pouvant dire que les sols des zones arides abritent une diversité microbienne importante notamment les sols sous le Pistachier de l'Atlas.

**Mots clés :** champignons du sol, diversité, pistachier de l'Atlas, daya de Timzerth (Laghouat, Algérie).

**Abstract.** The arid regions are characterized by edapho-climatic conditions very constraining for the survival of living beings. The pistachio tree of the Atlas among the species that develop in these environments are regularly distributed in small groups in circular depressions called "dayas". This species has a very powerful root system that allows it to resist to drought. Our study focused on the identification of fungal communities and their abundance and diversity in the soil under the Atlas pistachio tree (*Pistacia atlantica* Desf.) in the daya of Timzerth (Laghouat). Soil samples were taken from 7 subjects with different characteristics, which were cultured in a PDA culture medium, after isolation by suspension-dilution technique. The calculation of the colonization frequency by soil fungi gave a (FC%) of 96.82%. 5 subjects out of 7 showed a rate of 100% and the two remaining subjects showed a rate of 88.88%. The macroscopic and microscopic identification of fungi showed the presence of several genera. In total 15 fungal genera were identified. Two genera are dominant, it is the *Aspergillus* with 38.03%, followed by *Pinicillium* with 19.4%. The results of the correlation matrix showed significant positive correlations. The principal component analysis (PCA) revealed an individualization of three groups according to axis 1 with 33%, 26% for axis 2 on 59% of the total inert of the phenomenon. In this regard, we can say that the soils of arid areas harbor a significant microbial diversity including the soils under the Pistachio of the Atlas.

**Keywords:** soil fungi, diversity, Atlas pistachio tree, Timzerth daya (Laghouat, Algeria).

الملخص. تتميز المناطق القاحلة بطروف مناخية شديدة التقييد لبقاء الكائنات الحية. شجرة الفستق أطلس، أحد الأنواع التي تزدهر في هذه البيئات، يتم توزيعها بانتظام في مجموعات صغيرة في منخفضات دائرية تسمى "داياس". يحتوي هذا الجوهر على نظام جذر قوي للغاية يسمح له بمقاومة الجفاف. تركز دراستنا على تحديد المجتمعات الفطرية ووفرة وتنوع التربة تحت أطلس الفستق (*Pistacia atlantica*) في يوم تيمزرت (الأغواط). تم أخذ عينات التربة من 7 أفراد بخصائص مختلفة، والتي تمت زراعتها في وسط استنبات ADP، بعد العزل بتقنية التخفيف المعلق. وقد أعطى حساب تكرار الاستعمار بفطريات التربة (CF%) 96.82%. أظهر 5 من أصل 7 موضوعات نسبة 100% من الاثنين ظلوا حاضرين بمعدل 88.88%. وقد أظهر التحديد العياني والمجهري للفطريات وجود عدة أجناس. تم تحديد ما مجموعه 15 جنسا فطريا. هناك نوعان من الأجناس السائدة: الرشاشيات بنسبة 38.03%، يليها البنسليوم بنسبة 19.4%. أظهرت نتائج مصفوفة الارتباط ارتباطات موجبة معنوية. كشف تحليل المكون الرئيسي (PCA) عن تفريد ثلاث مجموعات وفقاً للمحور 1 بنسبة 33% و 26% للمحور 2 من 59% من الاهتمام الكلي بالظاهرة. في هذا الصدد، يمكننا القول أن تربة المناطق القاحلة هي موطن لتنوع جراثيمي مهم، لا سيما التربة الموجودة تحت شجرة الفستق في الأطلس.

الكلمات المفتاحية: فطريات التربة، التنوع، أطلس الفستق، تيمزرت داية (الأغواط، الجزائر).