

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**

**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**  
**Département de Biochimie et Microbiologie**



## **MEMOIRE DE MASTER**

**Filière : Biotechnologie**

**Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes**

### *Thème*

**Isolement et identification de champignons microscopiques  
présents dans le sol d'un agrosystème de *Punica granatum* L.  
variété Messaad sous climat aride**

**Réalisé par OULD AHMED Aomer**

**Soutenu le 28/10/2019 Devant le Jury**

<b>Mme SMAIL SAADOUN N.</b>	<b>Professeur à l'UMMTO</b>	<b>Présidente</b>
<b>Melle ZAREB A.</b>	<b>MAA à l'UMMTO</b>	<b>Examinatrice</b>
<b>Mme BOUDIAF NAIT-KACI M.</b>	<b>MCA à l'UMMTO</b>	<b>Promotrice</b>
<b>Mme BOURENINE K.</b>	<b>Doctorante à l'UMMTO</b>	<b>Co-Promotrice</b>

**Promotion 2019**

## **Dédicaces**

**A mes parents, l'assise de ma vie.**

**A mes chères sœurs.**

**A tous mes proches.**

**A tous mes camarades des bancs de l'université.**

*Et particulièrement à ceux-là des enseignants qui savent toujours parsemer avec leur passion le temps qu'ils passent avec les étudiants, avec qui j'ai eu des échanges si inspirants, à changer une vie.*

# Remerciements

## Je remercie

Ma promotrice, **Madame BOUDIAF NAIT KACI**, pour avoir accepté de m'encadrer et pour m'avoir proposé ce sujet passionnant. Elle s'est toujours souciee de remplir sa tâche d'enseignante avec autant de brio que de ferveur. Elle aura marqué mon parcours d'étudiant par ses qualités scientifiques, pédagogiques et humaines. Mon respect et mon estime pour elle sont intarissables.

Ma co-promotrice, **Madame BOURNINE**, pour m'avoir dirigé tout au long de ce travail, pour son dévouement, sa disponibilité, et son esprit critique et scientifique édifiant. Son aide permanente, son soutien et ses encouragements ont été plus que précieux. Qu'elle retrouve ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

La directrice du laboratoire « **Ressources Naturelles** » de l'**université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou Madame SMAÏL SAADOUN**, pour m'avoir ouvert les portes de son laboratoire, pour ses interventions et ses conseils enrichissants, pour avoir pris en charge l'analyse statistique et pour avoir accepté de présider le Jury de soutenance

**Madame SEKHI**, l'ingénieure du laboratoire, pour son aide et ses conseils judicieux lors des ensemencements.

**Mademoiselle MECHIAH** pour son aide et sa volonté de partage, ses interventions lors des observations au microscope ont été plus que précieuses.

**Mademoiselle ZAREB** pour avoir accepté d'examiner ce travail.

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : arbre, feuilles, fleurs et fruit du grenadier.....	7
<b>Figure 02</b> : répartition géographique de la grenade en Afrique.....	8
<b>Figure 03</b> : aperçu de la phylogénie des champignons, les phylums et sous-phylums actuellement reconnus dans le règne des <i>FUNGI</i> .....	14
<b>Figure 04</b> : les différents modes de vie des champignons a) mycorhization ; b) endophytisme ; c) parasitisme.....	17
<b>Figure 05</b> : carte de localisation géographique de la wilaya de Djelfa (A.N.A.T., 2009).....	25
<b>Figure 06</b> : diagramme ombrothérmique de Bagnouls et Gausson de la région de Messaad, période (1995 - 2009) (BOUDIAF-NAITKACI <i>et al.</i> , 2012).....	26
<b>Figure 07</b> : climatogramme d'Emberger période 1995-2009 (BOUDIAF-NAITKACI <i>et al.</i> , 2012) .....	27
<b>Figure 08</b> : Prélèvement des échantillons de sol (Bornine Kahina 2018) .....	28
<b>Figure 09</b> : étapes de la technique de suspension-dilution plate (rapilly1968).....	30
<b>Figure 10. a)</b> colonie d' <i>Aspergillus</i> observée à l'œil nu, <b>b)</b> observation microscopique du genre <i>Aspergillus</i> au MP (G400).....	34
<b>Figure 11. a)</b> colonie d' <i>Aureobasidium</i> observée à l'œil nu, <b>b)</b> observation microscopique du genre <i>Aureobasidium</i> au MP (G400).....	35
<b>Figure 12. a)</b> colonie d' <i>Ulocladium</i> observée à l'œil nu, <b>b)</b> observation microscopique du genre <i>Ulocladium</i> au MP (G400).....	36
<b>Figure 13. a)</b> colonie de <i>Penicillium</i> observée à l'œil nu, <b>b)</b> observation microscopique du genre <i>Penicillium</i> au MP (G400).....	37
<b>Figure 14</b> : Statut général de l'abondance des genres fongiques isolés selon les échantillons de sol.....	38
<b>Figure 15</b> : histogramme représentant la comparaison multiple des moyennes pour <i>Aspergillus</i> .....	39

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : production de grenade en Algérie (dsa, 2018).....	<b>11</b>
<b>Tableau 02</b> : classification des genres fongiques recensés.....	<b>33</b>
<b>Tableau 03</b> : abondance des genres fongiques isolés à partir des échantillons de sol.....	<b>38</b>
<b>Tableau 04</b> : Tableau de la comparaison multiple des moyennes pour <i>Aureobasidium</i> .....	<b>40</b>
<b>Tableau 05</b> : Tableau de la comparaison multiple des moyennes pour <i>Ulocladium</i> .....	<b>41</b>
<b>Tableau 06</b> : Tableau de la comparaison multiple des moyennes pour <i>Penicillium</i> .....	<b>42</b>

Listes des figures

Liste des tableaux

## Table des matières

**Introduction**.....1

### **Première partie : Synthèse bibliographique**

#### **Chapitre 1 : *Punica granatum* L.**

1.1	Présentation du grenadier ( <i>Punica granatum</i> L).....	5
1.2	Caractéristiques botaniques du Grenadier.....	5
1.2.1	Systématique.....	5
1.2.2	Les feuilles.....	6
1.2.3	Les fleurs.....	6
1.2.4	Les fruits.....	6
1.3	Aires de répartition du grenadier.....	8
1.4	Exigences climatiques.....	9
1.5	Exigences édaphiques.....	9
1.6	Valeur agronomique du grenadier.....	10
1.6.1	La production du grenadier en Algérie.....	10
1.6.2	La variété <i>Messaad</i> en Algérie (Anonyme 1, 2016).....	11

#### **Chapitre 2 : Les champignons du sol**

2.1	Les champignons du sol – Généralités et classification.....	13
2.2	Le sol un milieu vivant.....	15
2.3	La diversité fongique dans le sol.....	15
2.3.1	Les modes de vie fongiques dans le sol.....	16
2.3.2	Importance des champignons du sol pour la production végétale.....	18

#### **Chapitre 3 : l'optimisation des champignons du sol par les biotechnologies vertes**

3.1	Utilisation En phytopathologie.....	21
3.2	Dans les cycles nutritifs.....	21
3.2.1	Synthèse de produits améliorant le développement des plantes.....	21
3.2.2	Comme alternative peu onéreuse, renouvelable et écologique aux engrais chimiques.....	22
3.3	Comme source de bioinsecticides.....	22
3.4	Utilisations industrielles.....	23

## Deuxième partie : Matériel et méthodes

1	Description de la zone d'étude.....	25
1.1	Localisation géographique.....	25
1.2	Synthèse bioclimatique.....	26
1.2.1	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de <i>Messaad</i> .....	26
1.2.2	Quotient pluviométrique Q2 d'Emberger.....	27
2	Echantillonnage.....	28
3	Expérimentation.....	29
3.1	Préparation du milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar).....	29
3.2	Isolement des champignons du sol.....	29
3.3	Prélèvement des isolats.....	30
4	Identification des isolats fongiques.....	31
4.1	Etude macroscopique.....	31
4.2	Etude microscopique.....	31
5	Analyse statistique.....	31

## Troisième partie : Résultats et discussion

1.	Résultats de l'identification.....	33
2.	Description macroscopique et microscopique des genres <i>Aspergillus</i> , <i>Aureobasidium</i> , <i>Ulocladium</i> et <i>Penicillium</i> .....	34
3.	Abondance de l'ensemble des genres fongiques recensés.....	38
4.	Test d'analyse de variance (ANOVA).....	39
5.	Discussion.....	43

<b>Conclusion et perspectives</b> .....	<b>46</b>
---	-----------

<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>48</b>
--	-----------

**Annexes**

**Résumé**

### Introduction

Jusqu'à aujourd'hui environ 80-000 à 120-000 espèces de champignons ont été décrites et le nombre total des espèces existantes sur terre est estimé autour de 1.5 millions (Hawksworth, 2001, Kirk *et al.*, 2001), faisant de ce règne l'un des volets les moins étudiés de la biodiversité (Zarafi et Dauda ,2019). C'est dans ce sens qu'il est nécessaire d'accroître la compréhension de la diversité taxonomique des champignons dans un milieu donné. La compréhension de la diversité génétique et taxonomique permettra de déterminer la diversité fonctionnelle fongique et les processus écosystémiques (Zak *et al.*, 1994).

Cette compréhension a pour application l'utilisation de ces organismes pour le développement de nouvelles technologies pouvant être à la fois offeuses d'outils d'amélioration de la production végétale et respectueuses de l'environnement dont certaines voient leurs applications en plein essor ces dernières années, notamment comme source de biofertilisants, de bioherbicides ou de biopesticides entre autres (Zarafi et Dauda, 2019).

Les biotechnologies végétales offrent dans ce sens des pistes intéressantes à travers des méthodes d'applications qui ne relèvent pas nécessairement du génie-génétique comme le laisserait entendre le terme « biotechnologies ». Ces méthodes passent en effet par des protocoles d'amélioration des milieux de production en intervenant notamment sur des éléments nécessaires au développement des plantes à savoir les champignons du sol or l'importance du rôle de ces derniers dans la fertilité des sols, les cycles nutritifs et la protection des plantes contre les différents stress est incontestée . (Ricroch *et al.*, 2011).

En Algérie la steppe couvre 20 millions d'hectares soit presque 1/3 de la superficie totale de la steppe du Nord de l'Afrique (Mohammedi, 2006). Les travaux sur les sols de ces régions et la biodiversité qui leur est associée restent insuffisants et éparses.

L'inventaire biologique des sols Algériens reste insuffisant surtout ceux des agrosystèmes conduits selon les principes d'agroécologie, et l'identification de la diversité fongique de ces sols est un moyen de les optimiser.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, il porte sur l'élaboration d'un inventaire de la diversité fongique du sol sous grenadier (*Punica granatum* L.) variété Messaad, conduit selon le principe agroécologique pour la saison estivale (juillet 2018), et a

pour but l'identification de genres fongiques pour cette saison, et mettre en relief les éventuelles dominances.

Cette étude s'inscrit dans le cadre des activités de recherche du laboratoire Ressources Naturelles de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Pour ce faire nous dressons trois parties ; une synthèse bibliographique est présentée dans la première partie, la deuxième est consacrée au matériel et aux méthodes utilisées dans notre expérimentation, la troisième montre les résultats avec leur discussion et une conclusion clôt notre travail avec des perspectives.

**Première partie**

**Synthèse bibliographique**

## **Chapitre 1 : *Punica granatum* L.**

### 1.1 Présentation du grenadier (*Punica granatum* L).

Le grenadier est un arbre fruitier qui serait originaire d'Iran et d'Afghanistan, où il croît de façon spontanée depuis plus de 4000 ans. On le retrouve également sur des bas-reliefs égyptiens datant de 2500 ans avant le Christ et au jardin botanique de Thoutmosis III créé en 1450 avant JC (Amouretti, 1992).

La culture du grenadier débuta dans l'ancienne perse et c'est de là qu'il fut importé en occident. En effet, la plante fut introduite à Rome à la fin des guerres puniques (c'est de là que viendra sa nomenclature *Punica granatum*), rapportée par les Romains après leur victoire sur les Carthaginois (BOULLARD, 2001).

Les Maures, berbères d'Afrique du nord, l'introduisirent dans la péninsule ibérique, au VIIIème siècle après JC, lors de la conquête de ce territoire. Forts appréciés dans le sud de l'Espagne, les grenadiers connaissent alors une culture intensive (Lemoine, 1998).

### 1.2 Caractéristiques botaniques du Grenadier

Le grenadier est arbuste buissonnant de 2 à 5 m de hauteur (Figure 01 a), légèrement épineux, au feuillage caduc et au tronc tortueux. Il croît majoritairement dans toute la région méditerranéenne, de façon subsponnée ou cultivée (Garnier *et al.*, 1961).

#### 1.2.1 Systématique

- Clade : Angiospermes
- Clade : Dicotylédones vrais
- Clade : Rosidées
- Ordre : Myrtales
- Famille : Lythraceae
- Genre : *Punica*
- Espèce : *Punica granatum*

- la classification phylogénétique APGII (Spichiger *et al.*, 2004)

### 1.2.2 Les feuilles

Les feuilles du grenadier sont opposées (Figure 01 b). Elles peuvent avoir une disposition alterne sur les rejets ou être en touffes sur les pousses courtes. Elles sont glabres sur les deux faces. La face supérieure est vert foncé et à nervure médiane nettement déprimée. La face inférieure, vert clair, montre une nervure médiane très saillante. Ces feuilles entières, lancéolées, assez coriaces et brillantes présentent un limbe elliptique allongé, de 3 à 8 cm de long. Leur sommet peut être obtus ou allongé. Elles sont munies d'un court pétiole, de 1 à 5 mm de long, qui est généralement rougeâtre au-dessus (Godet, 1991). Elles ne possèdent pas de stipule (Garnier *et al.*, 1961).

### 1.2.3 Les fleurs

Les fleurs du grenadier portent également le nom de balaustes (Figure 01 b) (Planchon et Collin, 1875). Elles sont très ornementales. Les fleurs rouge pourpre ou grenat, d'aspect froissé, portées par un court pédoncule, solitaires à l'aisselle des feuilles ou réunies par groupe de deux ou trois au sommet des branches, s'ouvrent de mai à juillet (Garnier *et al.*, 1961).

Les fleurs du grenadier sont actinomorphes et hermaphrodites (Courchet, 1897) Les fleurs sèches sont sans odeur. Elles ont une saveur âpre et astringente et donnent à la salive une teinte violacée (Planchon et Collin, 1875).

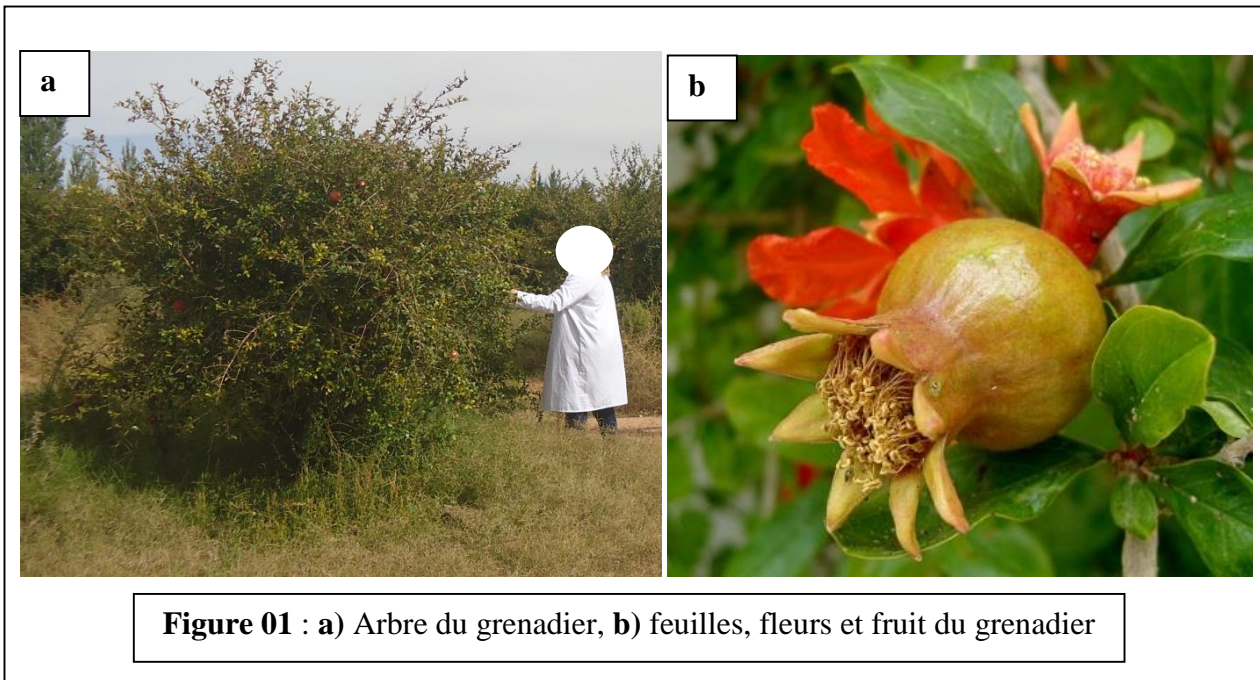
### 1.2.4 Les fruits

Le fruit du grenadier, la grenade, est un balauste, baie complexe (Chakass *et al.*, 2007) presque ronde et charnue de la taille d'une pomme ou d'une orange (Figure 02 b). Elle mesure entre 6 et 12 cm de large alors que le poids varie entre 200 et 650 grammes (Holland *et al.*, 2009; Pande et Akoh, 2016 ).

Le péricarpe du fruit est une coque épaisse, de consistance dure, de saveur amère et astringente qui varie selon les cultivars poussant dans différentes régions du monde.

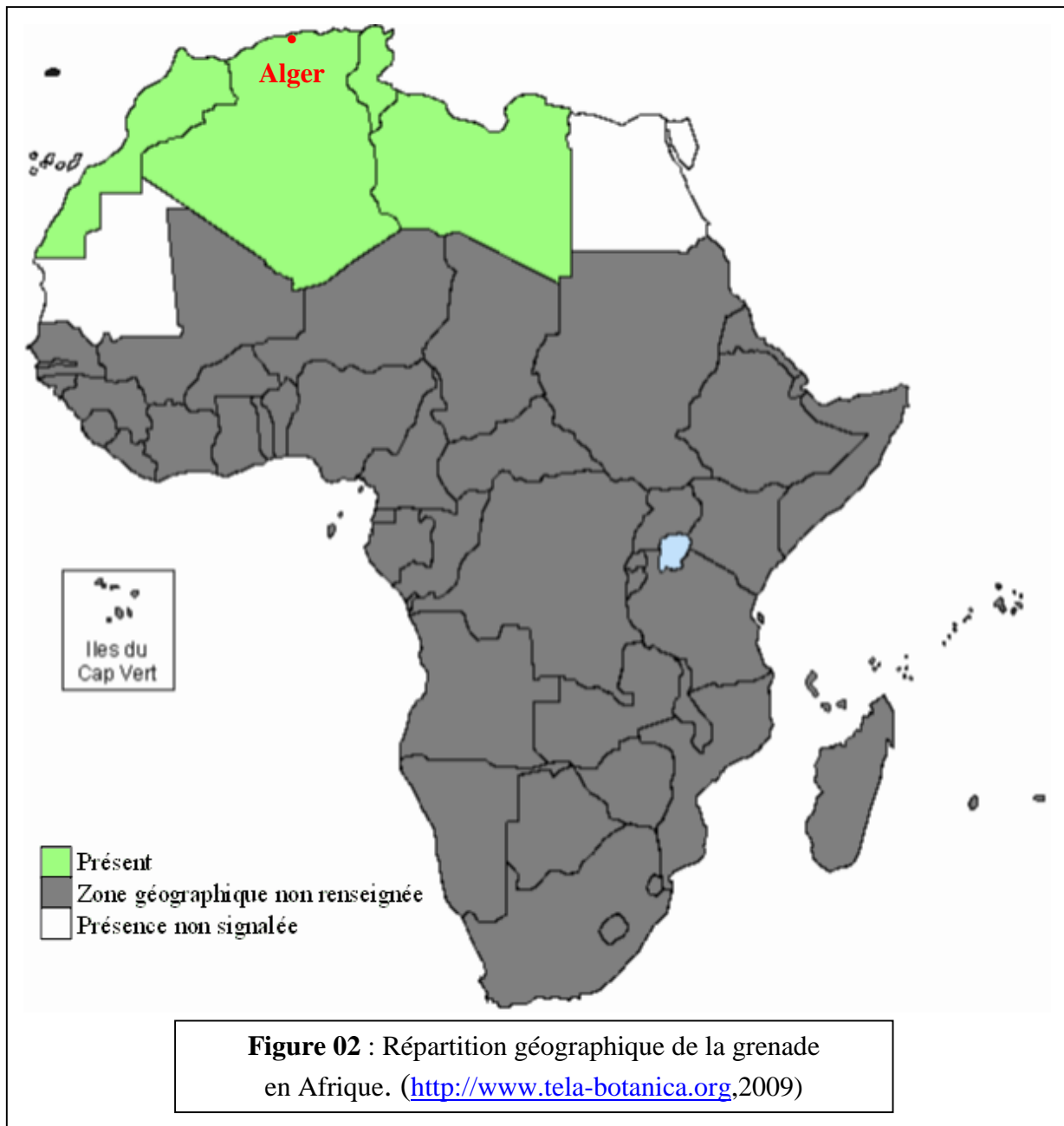
La baie renferme de nombreuses graines angulaires ou arilles. Le fruit contient en moyenne 600 graines pulpeuses, contenues dans des loges, séparées par des cloisons ténues et nombreuses (Evreinoff, 1957). Toutes ces graines de couleur rouge et de teinte variable possèdent un mésocarpe charnu et gélatineux, acidulé et sucré, représentant la partie comestible du fruit. Ces graines peuvent être classées d'après leurs qualités gustatives en trois

groupes : Acide (acidité supérieur à 2%), sucré-acide (acidité entre 1 et 2%) et sucré (acidité inférieure à 1%), ce dernier présentant parfois des graines à téguments entièrement charnus. Communément ces caractères sont considérés comme définissant trois variétés de la même espèce. Toutefois, les arilles varient par la taille alors que les graines varient par leur dureté entre les différentes variétés. Les variétés connues sans pépins contiennent réellement des graines tendres (Holland *et al.*, 2009).



### 1.3 Aires de répartition du grenadier

Le grenadier est fortement représenté au Moyen-Orient. On le trouve fréquemment en Afghanistan, Turquie, Transcaucasie, et en Inde. Il est aussi beaucoup cultivé dans le bassin méditerranéen (Figure 02) : Espagne, Italie, Grèce, Algérie, Tunisie et Maroc. On le rencontre déjà plus rarement dans le midi de la France, au Portugal, en Bulgarie et en Crimée. De même en Amérique, la culture du grenadier reste très sporadique. Il est présent en Californie, dans l'Utah, en Alabama, Louisiane et Floride (Wald, 2009).



### 1.4 Exigences climatiques

Le grenadier s'adapte à de nombreux climats, des tropiques aux régions tempérées chaudes. Cependant, c'est le climat austral subtropical, voire tropical, qui lui convient le mieux. Les meilleurs fruits sont obtenus dans les régions subtropicales, où la période des températures élevées concorde avec la maturité des grenades. L'espèce exige une petite dose de froid en période hivernale pour son évocation florale, mais il craint les conditions généralement froides des hautes altitudes (Melgarejo, 1993). Il supporte très bien la sécheresse, mais cela compromet la qualité de ses fruits. Un climat chaud et sec sera bon pour le grenadier à condition que ses racines ne manquent pas d'eau (Afaq *et al.*, 2005). Il est très intéressant pour les régions arides et semi-arides (Melgarejo et Salazar, 2003).

### 1.5 Exigences édaphiques

Le grenadier est une espèce connue pour sa tolérance au calcaire (Megarejo and Salazar, 2003). Il donne un bon rendement dans les sols salins, et classé dans le groupe des espèces les plus résistantes à la salinité (4<sup>ème</sup> groupe) (Sanchez - Capuchino, 1986). Sa tolérance à la sécheresse est relative et se fait au détriment de sa croissance végétative et de sa fructification. Les meilleurs résultats d'installation de plantations sont obtenus en sols d'alluvions profondes avec des disponibilités satisfaisantes en eau (bords des courants d'eau). Les sols argilo-limoneux irrigués conviennent aussi à la culture du grenadier (Hmid, 2014).

### 1.6 Valeur agronomique du grenadier

Le grenadier est une espèce fruitière pérenne tolérante à la sécheresse et capable de valoriser les sols pauvres et salins. Il jouit de grandes capacités d'adaptation aux conditions de milieu caractérisé par une aridité climatique marquée (Melgarejo and Salazar, 2003). Sur le plan environnemental, il joue un rôle très important dans la protection, la restauration et la fixation des sols. Ses plantations ont connu une grande extension dans de différentes régions du monde et ont conduit à une augmentation de la production. Cette dernière a stimulé le développement des industries de transformation de jus de grenades et la prolifération des compagnies pharmaceutiques qui opèrent dans l'extraction des composés bénéfiques des fruits (Seeram *et al.*, 2006).

Depuis ces dernières années, une grande attention est accordée aux bienfaits de la consommation régulière des fruits et légumes sur la santé humaine. Cette valeur nutritive réside dans la grande variété de molécules biologiquement actives (fibres, caroténoïdes, composés phénoliques, vitamines...) (Tomas-Barberan and Gil, 2008).

La grenade est l'un des produits les plus riches en antioxydants notamment les polyphénols solubles, les tanins et les anthocyanes (Gil *et al.*, 2000). Ces constituants présentent diverses activités biologiques telles que l'élimination des radicaux libres, l'inhibition de la croissance microbienne et la diminution des risques de maladies cardiovasculaires, cérébro-vasculaires et certains cancers (Mena *et al.*, 2011).

Les extraits du grenadier peuvent être utilisés aussi pour la prévention ou la guérison de l'athérosclérose, des diarrhées, des ulcères gastriques et des maladies liées à l'œstrogène telle que la maladie de Paget du mamelon (Holland *et al.*, 2009).

#### 1.6.1 La production du grenadier en Algérie

En Algérie la production totale de grenade est estimée par la DSA à 421 136 Qx (Tableau 01). En terme de superficie plantée c'est la Wilaya de Djelfa qui détient la tête du classement avec 1240 Ha avec un taux de production de 110 760 Qx. Cependant c'est la Wilaya de Mostaghanem qui a le taux de production le plus élevé avec 186 261 Qx pour une superficie plantée de 1140 Ha. (DSA, 2018).

**Tableau 01.** Production de grenade en Algérie (DSA, 2018).

	Superficie plantée (Ha)	Superficie en rapport (Ha)	Production ( Qx)
Djelfa	1240	1186	110 760
Mostaghanem	1140	1145	186 261
Relizane	723	705	90 565
M'Sila	486	474	31 960
Tlemcen	444	205	1590

### 1.6.2 La variété Messaad en Algérie (Anonyme 1, 2016)

A Djelfa, la grenade de *Messaàd*, est réputée pour la qualité excellente du fruit. La meilleure preuve en est la multitude de commerçants, qui convergent vers ces régions, en saison de la récolte de ce fruit succulent, dont l'abondance de la production demeure toutefois tributaire de la "bonne santé des arbres", selon les experts du domaine. Selon les données fournies par les services agricoles de Djelfa, la wilaya a réalisé une production de plus de 117.700 Qx de grenade, durant la présente campagne, dont le lancement se fait, annuellement, au début de l'automne.

Les vergers de grenadier, à Djelfa, occupent une surface de près de 1.239 ha, dont un taux de 60% est concentré, dans le sud de la wilaya, une région réputée pour la qualité et l'abondance de son produit, qui s'est admirablement adapté à son climat semi-aride, selon des experts agricoles locaux, qui citent en exemple les vergers de grenadiers de *Messaàd*.

En vue de l'extension de cette culture arboricole vers le Nord de Djelfa, où sont concentrés le tiers des grenadiers de la wilaya, des projets considérables sont en train d'être développés selon le secrétaire général de la Chambre d'agriculture de la wilaya, Belkhiri Abdelkader.

Quant à la célèbre grenade de Messaad, elle est réputée, à l'échelle nationale, pour être sans pépins et bien juteuse, des qualités qui font de ce fruit l'objet d'une très forte demande locale et nationale.

## **Chapitre 2 : Les champignons du sol**

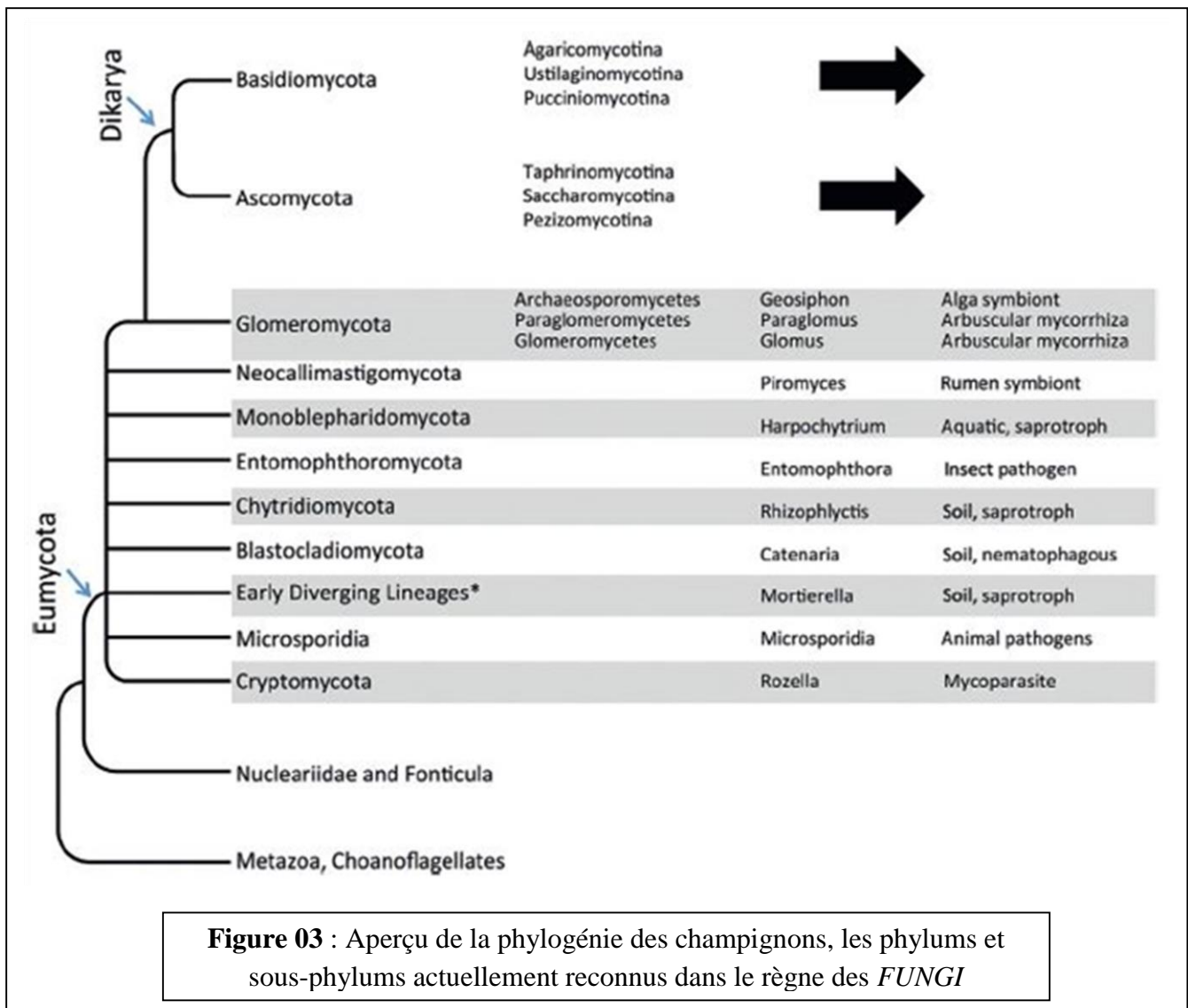
### 2.1 Les champignons du sol – Généralités et classification

Les champignons « *Fungi* » (écrit en lettres italiques comme référence à un taxon linnéen formel) sont considérés comme des organismes formant un règne à part dans l'arbre du vivant. Ce sont des organismes eucaryotes et la plus part sont pluricellulaires. Les traits évolutifs qui correspondent aux champignons vrais (eumycètes) parviennent tous d'un ancêtre commun ce qui fait de ce groupe un clade monophylétique. (James *et al.*, 2006; Steenkamp *et al.*, 2006).

Les Champignons partagent de nombreux traits caractéristiques (synapomorphies), (James *et al.*, 2006; Stajich *et al.*, 2009). Ce sont des organismes hétérotrophes qui dépendent de sources organiques pour le carbone, leur paroi cellulaire pour la plupart est constituée de chitine (Certains groupes comme les levures ascomycètes ont peu ou pas de chitine dans leur paroi cellulaire). L'état ancestral pour les eumycètes inclus un stage mobile flagellé de la zoospore ; ce caractère s'est vu disparaître de nombreuses fois durant l'évolution des champignons ; aujourd'hui ce stage mobile existe seulement chez certaines lignées divergentes précoces. Le corps d'un champignon peut contenir un type de noyau avec un seul jeu de chromosomes (forme de croissance haploïde), alternativement, les cellules de deux individus haploïdes peuvent fusionner (plasmogamie), Chez la plupart des champignons, cette fusion ne se produit qu'immédiatement avant la fusion nucléaire (caryogamie) et la méiose. Cependant, chez certains champignons, il existe un stade bref (Ascomycètes) ou prolongé (Basidiomycètes) au cours duquel les deux noyaux différents se multiplient de manière synchronisée; cette phase du cycle de vie s'appelle la phase dicaryotique. Chez les groupes de champignons les plus anciens les filaments qui abritent les noyaux ne possèdent pas de cloisons (septa), tandis que chez les autres groupes les septa divisent les filaments en cellules distinctes. Le nombre de noyaux présents dans une cellule est généralement variable chez les ascomycètes et fixe chez les basidiomycètes. A mesure que le mycélium se développe, les hyphes se ramifient à intervalles réguliers en réponse à des signaux externes et internes. Chez de nombreux champignons, le cytoplasme se rétracte à partir de parties plus anciennes du mycélium, laissant des cellules cloisonnées vides. La pointe de l'hyphe nouvellement formée s'étend sous la pression de turgescence, ça sera une zone où l'activité enzymatique et l'absorption de nutriments seront élevées. Chez les phylums les plus évolués, les ascomycètes et les basidiomycètes, les divisions nucléaires et la répartition des cellules de l'hyphe sont

étroitement régulés, tandis que chez les champignons non septés les noyaux circulent librement dans tout le mycélium (les gloméromycètes) (Taylor et Sinsabaugh 2015).

Ces dernières décennies, la systématique moléculaire des eumycètes est au centre de révisions radicales (James *et al.*, 2006; Liu *et al.*, 2009; Floudas *et al.*, 2012). Principalement, cinq phylums, basés en partie sur des analyses de ADNr, ont acquis une reconnaissance universelle (Bruns *et al.*, 1992) à savoir, les Chytridiomycota, les Zygomycota, les Glomeromycota, les Ascomycota et les Basidiomycota (O'Donnell *et al.*, 2001). Divers phylum, sous-phylums, et des taxons supérieures non classés sont en cours de proposition et d'évaluation (Hibbett *et al.*, 2007). L'état actuel de la classification est résumé dans la figure suivante :



### 2.2 Le sol un milieu vivant

Le sol, ou la pédosphère, est à la fois le support de la vie terrestre et son produit. Les sols sont le résultat de la transformation et de la dégradation de la roche-mère, et de l'intégration de matière organique par des processus biologiques. Ils constituent l'interface entre l'atmosphère, la lithosphère, l'hydrosphère et la biosphère. Composés d'une phase solide comprenant minéraux et matière organique, de pores remplis d'eau et d'air et d'une myriade d'organismes vivants, les sols sont des systèmes complexes et dynamiques. Ce sont probablement parmi les systèmes qui demeurent encore aujourd'hui les plus méconnus, tant au niveau de leur fonctionnement que de la diversité et du rôle des organismes qu'ils abritent (Gobat *et al.*, 2004). Les microorganismes ne sont pas isolés dans le sol et sont structurés en communautés complexes au sein desquelles diverses interactions microbiennes existent (Whipps 2001). La diversité de fonctions assurées par les microorganismes vis-à-vis de la plante montre que le sol est un milieu vivant (Gobat *et al.*, 2004).

### 2.3 La diversité fongique dans le sol

Les champignons sont présents en abondance dans les sols et, en tant que principaux régulateurs de la décomposition, de la séquestration de carbone (Clemmensen *et al.*, 2013) et de la respiration, leur importance y est incontestable. Ils contribuent aux cycles biogéochimiques et régissent la disponibilité de plusieurs nutriments. En plus de décomposer la matière organique à l'aide de multiples enzymes (Baldrian *et al.*, 2011), certains champignons ont la capacité de dégrader la roche (Landeweert *et al.*, 2001). La sécrétion d'acides organiques et de composés phénoliques permet de solubiliser la roche et de libérer des nutriments comme le phosphore qui sont essentiels à la nutrition des plantes.

Les communautés fongiques du sol sont généralement constituées par un large nombre d'espèces et ce même dans les parcelles dominées par une seule espèce végétale. En sol agricole, Smit *et al.* (1999) ont estimé à plus de 24 le nombre d'espèces fongiques présentes dans la rhizosphère d'un plant de blé.

Les différentes études portant sur la composition et la distribution des espèces fongiques dans les sols montrent qu'un échantillon de sol contient une mosaïque d'espèces plus ou moins différente de celle contenue dans l'échantillon de sol adjacent (Gardes & Bruns, 1996a; Dahlberg *et al.*, 1997 ; Smit *et al.*, 1999; Zhou & Hogetsu, 2002).

### 2.3.1 Les modes de vie fongiques dans le sol

Différents modes de vie sont développés par les champignons telluriques et ce en fonction de stratégies nutritionnelles distinctes (Figure 04).

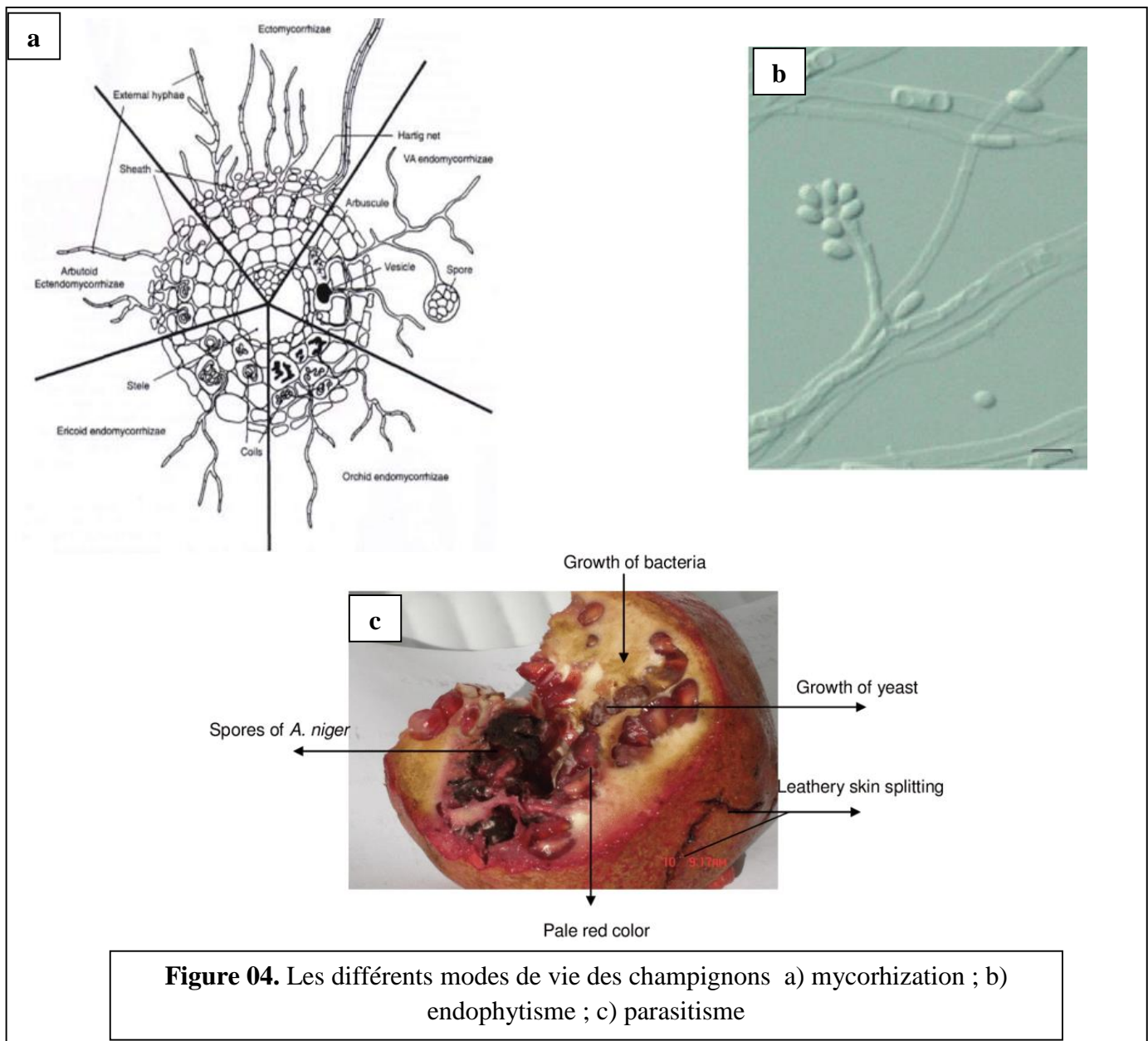
Certains champignons vivent en symbiose avec un autre organisme vivant. Par exemple, l'association des champignons mycorhiziens avec les végétaux implique un échange nutritionnel entre le champignon et son hôte. Le champignon est approvisionné en sucres photosynthétiques par la plante; en contrepartie, le réseau de mycélium associé au système racinaire de la plante continue de se développer dans le sol, digérant et absorbant des nutriments ainsi que de l'eau qu'il partage avec son hôte (Smith & Read, 2008). Il existe plusieurs types d'associations mycorhiziennes qui impliquent différents champignons et hôtes. Les mycorhizes à arbuscules qu'on retrouve chez environ 80% des espèces de plantes vasculaires sont de loin les plus répandues (Wang & Qiu, 2006; Brundrett, 2009). Les symbioses mycorhiziennes à arbuscules, ainsi que les symbioses ectomycorhiziennes, sont aussi reconnues pour l'amélioration de la résistance aux pathogènes, de l'absorption de l'eau et de la résistance aux stress abiotiques chez l'hôte (Ruiz-Lozano *et al.*, 1995; Pozo & Azcón-Aguilar, 2007; Evelin *et al.*, 2009; Wehner *et al.*, 2010).

La majorité des champignons sont dits saprotrophes : ils produisent et sécrètent des enzymes extracellulaires qui dégradent la matière organique inerte afin d'en extraire des éléments comme le carbone et l'azote (Moore *et al.*, 2011). Les champignons saprotrophes décomposent efficacement la lignine, la cellulose et la chitine, soit les biopolymères les plus abondants dans les biomes terrestres et principales sources de carbone dans les sols forestiers (Baldrian *et al.*, 2011). Les saprotrophes produisent différentes enzymes qui leur confèrent des capacités métaboliques distinctes. Par exemple, les « white-rot fungi » comprennent environ 2000 espèces de champignons (principalement des Basidiomycètes) qui métabolisent la lignine, alors que les « brown-rot fungi » sont spécialisés dans la dégradation de la cellulose et de l'hémicellulose (Moore *et al.*, 2001). Les champignons saprotrophes sont d'une grande importance dans les sols à cause de leur contribution à la décomposition de la litière des débris végétaux et animaux, et de leur participation directe aux cycles de nutriments comme l'azote et le carbone (Baldrian *et al.*, 2011).

D'autres sont parasites, c'est-à-dire qu'ils tirent parti de la matière organique vivante. Souvent pathogènes, ces champignons peuvent causer des maladies et entraînent parfois la mort de leur hôte qui peut être végétal, animal ou même fongique. Certains ont des stratégies qui se rapprochent de la prédation, comme certains champignons nématophages qui forment

des structures mycéliennes spécialisées, des anneaux constricteurs, leur permettant de capturer, puis de tuer et digérer des nématodes (Barron, 1977; Liu *et al.*, 2009).

Certains champignons peuvent adoptés l'endophytisme comme mode de vie. Il se caractérise par la colonisation des structures internes d'une plante de manière asymptomatique. Les champignons endophytes se définissent comme étant des organismes qui colonisent asymptomatiquement les tissus internes de leurs hôtes. Autrement dit, ce sont des organismes qui, ont la capacité de coloniser les organes internes de leurs hôtes sans causer le moindre préjudice. Ce type de relation symbiotique existe depuis l'émergence des plantes vasculaires datant de 400 millions d'années environ (Duponnois *et al.*, 2013).



**Figure 04.** Les différents modes de vie des champignons a) mycorhization ; b) endophytisme ; c) parasitisme

### 2.3.2 Importance des champignons du sol pour la production végétale

Durant ces dernières années, le potentiel des méthodes d'utilisation de la biodiversité fongique du sol dans les cultures pour améliorer la qualité des sols et promouvoir la productivité des agrosystèmes, a été soulignée comme étant une piste de développement très prometteuse dans la production végétale (Bagyaraj et Ashwin, 2017), ce que l'on pourrait même appeler « la deuxième révolution verte ». La concrétisation de telles solutions pourrait offrir une alternative à l'actuelle sur-utilisation d'engrais vers des manipulations plus sophistiquées de la production végétale. Les champignons du sol participent dans la décomposition de la matière organique et procurent à la plante des nutriments essentiels à sa croissance. Ils jouent un rôle très important d'agents biologiques pour protéger la plante contre les microorganismes pathogènes, ce qui influence la santé des sols. (Frac *et al.*, 2015).

Comprendre et adopter les pratiques culturales appropriées qui auront tendance à améliorer la biodiversité fongique des sols pourrait prévenir ou diminuer les dégâts causés par les pathogènes des racines et maintenir ainsi la santé et la qualité des sols. Il est de ce fait crucial de considérer que la diversité fongique détermine la biodiversité végétale et la productivité. (Van Der Heijden *et al.*, 1998; Wagg *et al.*, 2014).

Les champignons mycorhiziens arbusculaires (CMA) sont la classe la plus importante des microorganismes bénéfiques dans les sols agricoles (Smith et Read, 2008).

Des expériences d'inoculation des cultures par les CMA ont donné des productions remarquablement plus élevées, (Thilagar et Bagyaraj, 2015; Bagyaraj et Ashwin, 2017).

Les effets principaux apportés par les CMA sont: (Azcón-Aguilar et Barea, 1997).

- L'amélioration de l'établissement des racines et de la plante ;
- La stimulation des cycles trophiques ;
- L'amélioration de la structure des sols ;
- L'amélioration de la tolérance aux différents stress ;
- L'augmentation de l'absorption des ions à mobilité réduite ;

L'amélioration de la biodiversité fongique des sols devrait être une préoccupation majeure lors du choix des pratiques agricoles. Sa protection et son amélioration, particulièrement les

populations bénéfiques, doit être un souci fondamental dans le but d'assurer une production végétale durable. (Frac *et al.* 2018).

Plusieurs mécanismes peuvent être utilisés par les endophytes pour inhiber les microorganismes phytopathogènes : la production d'antibiotiques, la stimulation des mécanismes de défense de l'hôte, la concurrence pour la nourriture ou les sites de colonisation, et le mycoparasitisme (Cao *et al.*,2009). Certains endophytes peuvent aussi protéger leurs hôtes contre les insectes en produisant des métabolites secondaires (Spiering *et al.*, 2005). Plusieurs études ont démontré que les plantes associées à des champignons endophytes ont été plus tolérantes à la sécheresse, la chaleur, la toxicité des métaux et à une salinité élevée (Waller *et al.*, 2005).

**Chapitre 3: l'optimisation des champignons  
du sol par les biotechnologies vertes**

Comme tous les autres microorganismes, les champignons sont les sujets de différentes méthodes d'application dans les biotechnologies végétales. Certaines qui ont connu un essor ces dernières années sont :

### 3.1 Utilisation En phytopathologie

On procède à la création de gènes mutants perturbant le fonctionnement des gènes de virulence chez champignons pathogènes.

*Sclerotinia sclerotiorum* est une espèce de champignon nécrotrophe qui est responsable chaque année de pertes de récolte très importantes à l'échelle mondiale en causant la pourriture blanche affectant diverses ressources d'intérêt comme le colza, le tournesol, le haricot et la carotte (Zarafi et Dauda, 2019). Li et *al.* ont développé un système simple et efficace pour une perturbation ciblée des gènes de virulence de cet agent pathogène, en insérant dans un filament multinucléé un large *insert* de palindromes espacés régulièrement associés à la protéine (CRISPR-Cas9) qui constitue une enzyme de restriction avec deux zones de coupes actives (Li et *al.*, 2018). Et ce pour créer des mutants.

Les résultats ont montré que ce champignon pathogène ayant un large spectre d'hôtes voit sa prévalence de pathogénicité progressivement diminuée. (Zarafi et Dauda, 2019)

### 3.2 Dans les cycles nutritifs

#### 3.2.1 Synthèse de produits améliorant le développement des plantes

*Trichoderma* est un genre fongique qui a la capacité de sécréter des enzymes cellulolytiques et des facteurs de germination des graines, une qualité qui est exploitée dans les cycles nutritifs pour produire du thé de compost, essentiellement dans les cultures hors-sol et sous serre. Ce thé de compost fournit à la plante des éléments nutritifs solubles dans l'eau et augmente aussi la biodiversité des microorganismes telluriques (Hatam et *al.*, 2015).

*Glomus iranicum var. tenuiflorum*, un champignon mycorhizien arbusculaire qui a la capacité d'augmenter l'absorption de nutriments tels que l'azote, le phosphore, le calcium, le potassium, le sodium, le fer et le manganèse, d'augmenter aussi le taux de photosynthèse et l'absorption de l'eau, est commercialisé comme bio-stimulant. (Zarafi et Dauda, 2019)

Des travaux sont entrepris sur la plante modèle *Arabidopsis thaliana* consistant à lui insérer le gène codant pour l'enzyme phytase se trouvant dans le génome du champignon

tellurique *Aspergillus* et ce dans l'objectif d'améliorer l'acquisition du phosphore par la plante à partir du phytate présent dans le sol (Alan *et al.* 2001)

### **3.2.2 Comme alternative peu onéreuse, renouvelable et écologique aux engrais chimiques**

Les biofertilisants fongiques agissent par différents mécanismes qui impactent directement ou indirectement la croissance et le développement des plantes (La solubilisation du phosphore, la décomposition de la matière organique ou l'oxydation du sulfure dans le sol...etc.). des propriétés qui sont intéressantes dans la fourniture des nutriments pour les plantes (Mosttafiz *et al.*, 2012).

Des souches fongiques bénéfiques pour le développement des plantes sont sélectionnées et cultivées au laboratoire, elles seront à la base de produits qui seront conservés dans des récipients appropriés et qui seront destinés à des traitements de graines ou à des applications au sol (Zarafi et Dauda, 2019).

Le phosphate à titre d'exemple est un élément qui joue un rôle important dans les réponses aux différents stress, la maturité des fruits et directement ou indirectement dans la fixation de l'azote. La souche fongique *Penicillium bilaii* a la propriété d'améliorer la biodisponibilité de cet élément et ce en sécrétant un acide organique qui dissout le phosphate dans le sol et qui permet aux racines de l'utiliser. Le biofertilisant développé à partir de cet organisme est utilisé soit pour inoculer les semences soit pour une application directe au sol (Narh-Mensah *et al.*, 2018)

### **3.3 Comme source de bioinsecticides**

Les biotechnologies végétales travaillent à développer des approches de contrôle alternatives aux insecticides synthétiques pour lutter contre les insectes ravageurs et ce à travers des procédés de fermentation pour produire des bioinsecticides fongiques. Ces derniers sont récoltés et conservés afin d'être appliqués aux champs en cas d'attaque d'insectes ravageurs.

Des espèces fongiques telles que *Metarhizium anisopliae* ont montré des résultats très positifs dans des régions de l'Est et le Sud de l'Afrique victimes d'attaques dévastatrices d'essaims de criquets rouges (des suspensions de spores dans des huiles minérales, diluées et pulvérisées sur les champs).

Les bioinsecticides fongiques offrent un avantage considérable pour ce qui est de leurs effets à toxicité moindre comparés à leurs homologues synthétiques et leurs modes d'action diversifiés les rendant moins contraints à être contournés par la résistance. (Yasin *et al.*, 2017)

### 3.4 Autres utilisations

L'activité enzymatique d'*Aureobasidium pullulans* est étudiée de très près pour plusieurs applications en biotechnologie. Ce champignon est répertorié comme une source d'amylases, cellulases, lipases, xylanases, protéases, laccases, et mannanases (Manitchotpisit *et al.*, 2011 ; Leite *et al.*, 2007 ; Leathers *et al.*, 2013 ; Manitchotpisit *et al.*, 2009 ; Ohta *et al.*, 2010 ; Chi *et al.*, 2007 ; Ma *et al.*, 2007 ; Ni *et al.*, 2008 ; Rich *et al.*, 2013 ; Chi *et al.*, 2009). Actuellement, dans l'industrie du vin les pectinases, les glucanases, les xylanases et les protéases sont utilisées pour améliorer la clarification et le traitement du vin. Les glycosidases sont utilisées pour libérer des arômes à partir de composés précurseurs, uréase pour la réduction de la formation du carbamate d'éthyle et le glucose oxydase pour la réduction des taux d'alcool (Van Oort, 2002).

Certaines espèces d'*Ulocladium* ont aussi attiré l'attention en tant que producteurs potentiels d'enzymes et d'agents de lutte biologique. Diverses souches, souvent signalées comme non identifiées, se sont révélées être des producteurs efficaces de pectinases, de cellulases et de glucanases et d'avoir une activité lipase non spécifique. (Kachhawaha et Ali, 1982 ; Sallam *et al.*, 1988; Berto *et al.*, 2001; Eviner et Chapin, 2003).

# **DEUXIEME PARTIE**

## **Matériel et méthodes**

## 1 Description de la zone d'étude

### 1.1 Localisation géographique

Notre station d'étude est située dans la région de Melaga, Daira de Messaad dans la Wilaya de Djelfa. Cette région est localisée à 73 km au sud du chef-lieu de la Wilaya. Elle est limitée :

- Au nord : par Moudjebara et Deldoul ;
- À l'est : par Deldoul ;
- À l'ouest : par Selmana ;
- Au sud par Selmana et Deldoul.



**Figure 05.** Carte de localisation géographique de la wilaya de Djelfa (A.N.A.T., 2009)

## 1.2 Synthèse bioclimatique

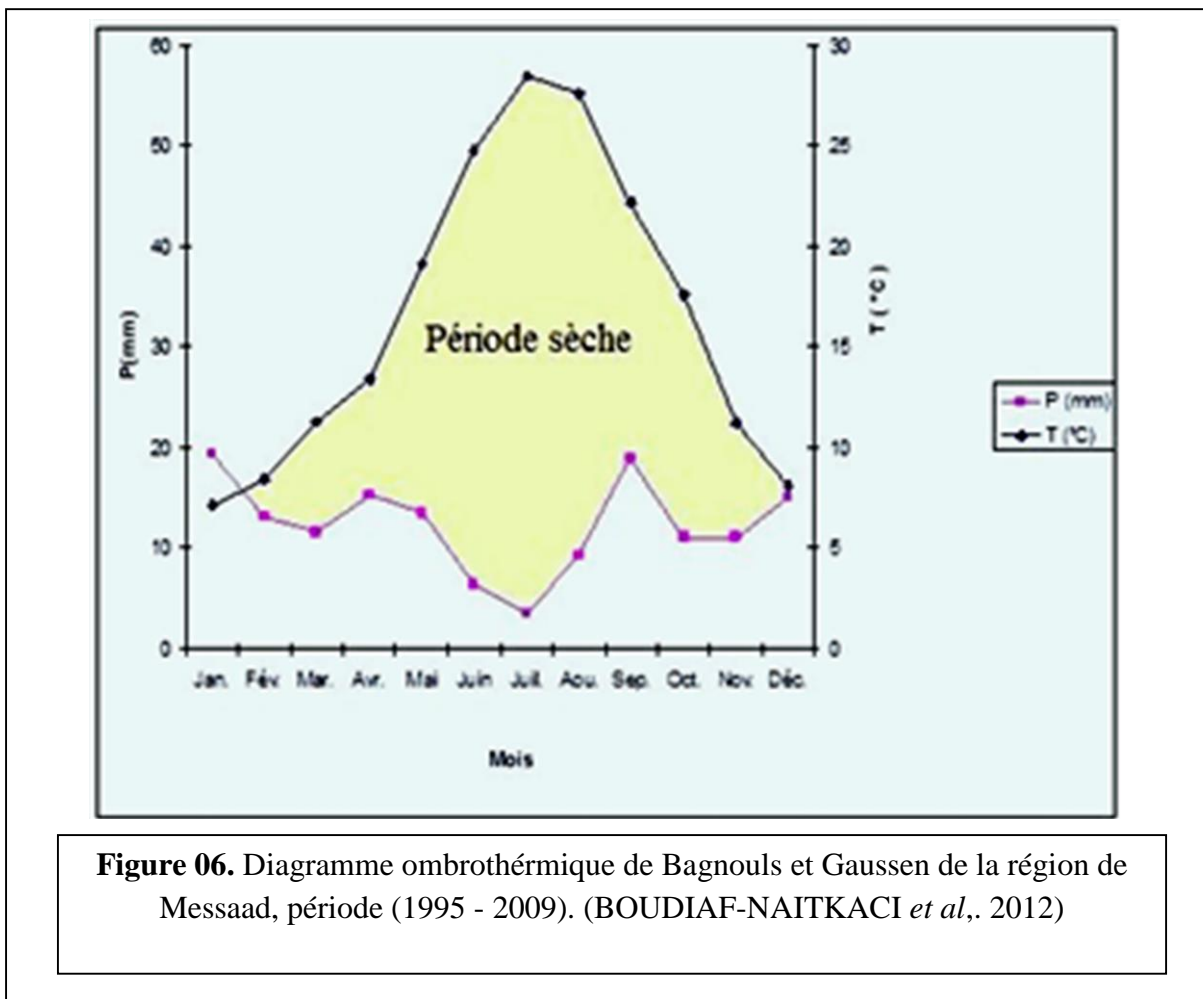
Le climat de Djelfa est de type méditerranéen, caractérisé par une longue saison estivale sèche et chaude et une saison hivernale pluvieuse et froide. Les précipitations sont faibles et variables d'une année à une autre du point de vue quantité et répartition, les régimes thermiques sont relativement homogènes et traduisant un climat de type continental.

### 1.2.1 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен de la région de Messaad :

Le diagramme ombrothermique est un mode de représentation classique du climat d'une région. Il met en évidence les régimes thermique et pluviométrique d'un site.

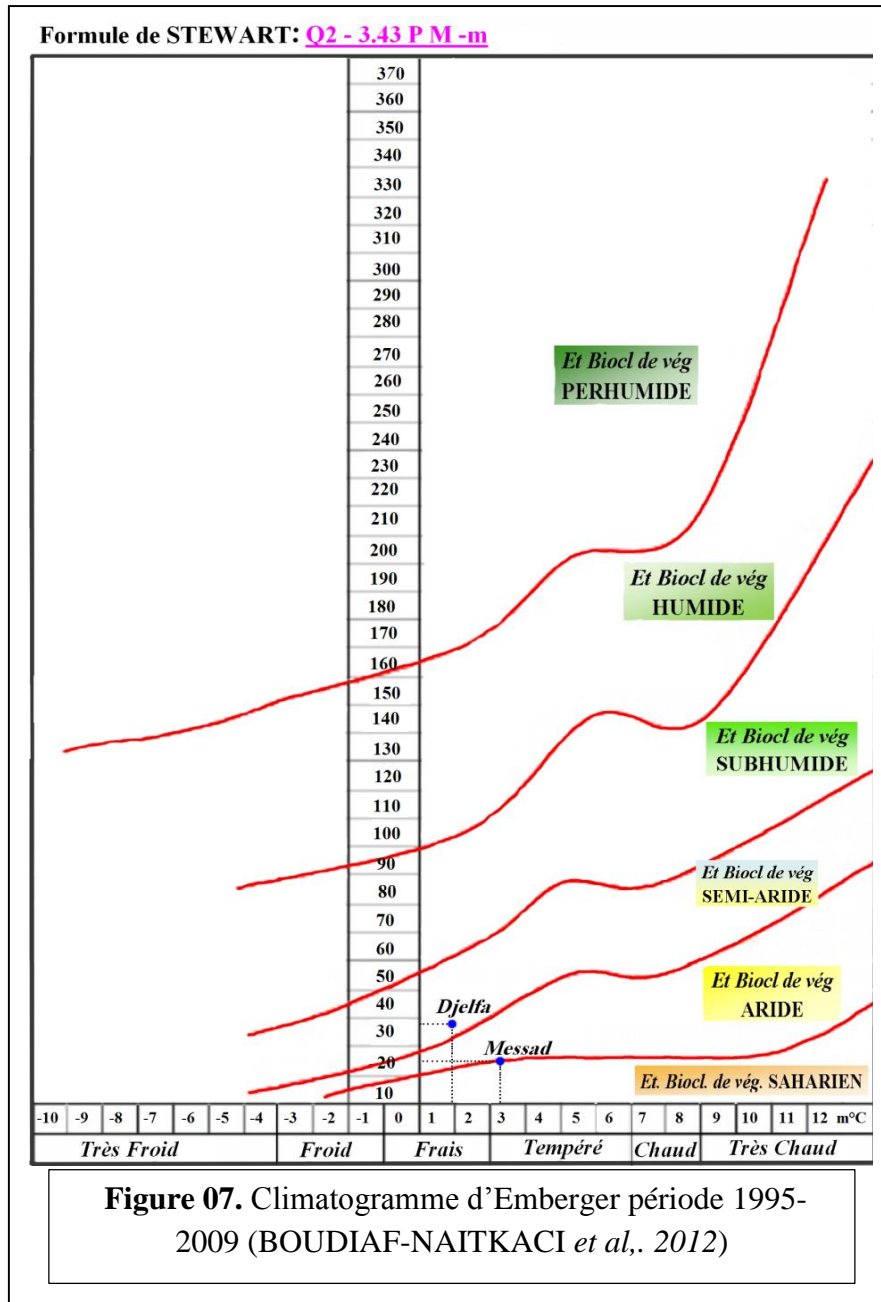
Pour notre site d'étude, la région de Messaad (Figure), on constate :

- Une période sèche s'étalant du début de février jusqu'à mi-décembre (11 mois)
- Une période humide de fin décembre au début de février (1 mois)



### 1.2.2 Quotient pluviométrique Q2 d'Emberger

Le climagramme d'Emberger permet de classer une région donnée, selon le type de climat y étant présent, dans l'étage bioclimatique qui lui est approprié. La région de Messaad est située à la limite de l'étage aride et de l'étage saharien comme le montre la figure suivante :



### 2 Echantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé dans la région de Melaga, daïra de Messaad, wilaya de Djelfa le 01 juillet 2018, sur une parcelle de 200 ha comprenant 210 grenadiers en irrigué. Du point de vue pédologique La parcelle d'étude est homogène. Un prélèvement de sol a été effectué sous douze sujets désignés au préalable selon une méthode d'échantillonnage en diagonale. Après un nettoyage de la surface, des prélèvements de sol ont été effectués sur une profondeur de 15cm (Figure 07). Ils ont été conditionnés dans des sacs, étiquetés et acheminés vers le laboratoire. Un séchage et tamisage leur a été appliqué, suivis par un conditionnement dans des boîtes hermétiques.



### 3 Expérimentation

#### 3.1 Préparation du milieu de culture PDA (Potato Dextrose Agar)

La gélose dextrosée à la pomme de terre (PDA) est un milieu nutritif microbiologique utilisé couramment pour cultiver des bactéries et des mycètes.

- **Composition :**

- 200 g de pomme de terre coupée en petites tranches.
- 20 g de glucose.
- 20 g d'AGAR.
- 1 L d'eau distillée.

- **Préparation :**

Les étapes de préparation du milieu de culture PDA sont illustrées dans la figure ci-contre :

A – On fait bouillir 200 g de pomme de terre coupée en petits morceaux dans l'eau pendant 20 minutes ;

B – On récupère le suc de pomme de terre avec un tissu filtrant ;

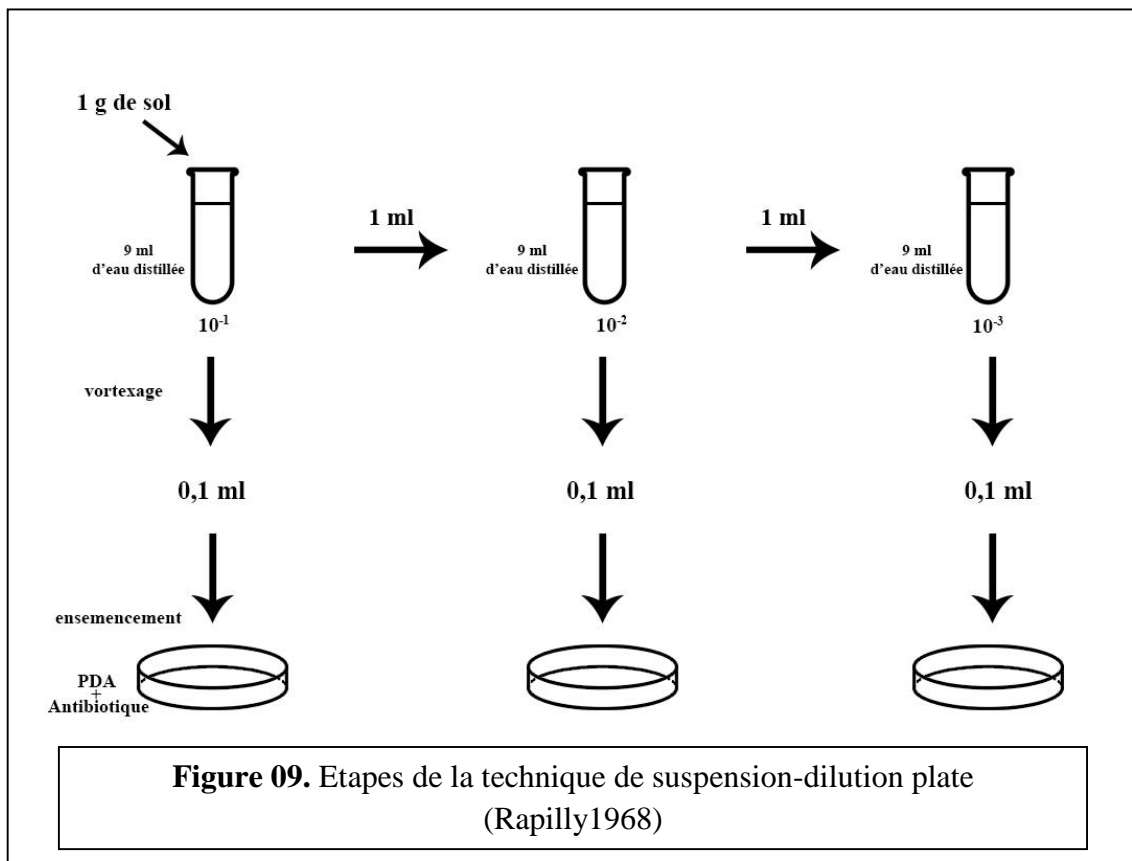
C et D– On ajoute 20 g d'AGAR et 20 g de glucose ;

E – On ajuste avec l'eau distillée pour atteindre un volume final de 1 L et on laisse le mélange s'homogénéiser sur une plaque agitatrice pendant 20 minutes.

#### 3.2 Isolement des champignons du sol

Pour isoler les champignons du sol, la technique directe dite de suspension-dilution plate a été adoptée. Cette technique comprend plusieurs étapes, allant de la préparation des dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (Rapilly, 1968).

Pour les sols des 12 Sujets, trois prises de 1 g ont été prélevées de chaque sujet et ont été soumises à 3 dilutions ( $10^{-1}$  ;  $10^{-2}$  ;  $10^{-3}$ ) dans des tubes à essai codifiés à cet effet. Les suspensions ont été ensemencées entre deux becs bunsen sur des boîtes contenant le milieu de culture PDA auquel on a incorporé un antibiotique pour inhiber la prolifération des bactéries. Les boîtes ont été codifiées selon le sol et la dilution correspondants et mises à l'obscurité. Les étapes de l'expérimentation sont illustrées dans le schéma ci-dessous :



### 3.3 Prélèvement des isolats

Après prolifération des colonies fongiques, chaque colonie est notée selon son aspect macroscopique et des fragments ont été prélevés dans un milieu stérile entre deux becs bunsen avec un bistouri stérilisé à l'éthanol  $70^{\circ}$  et à la flamme après chaque prélèvement et conservés ensuite avec une goutte de gélatine entre lame et lamelle. Ces dernières seront aussi codifiées selon la colonie, la dilution et le sol correspondants.

### 4 Identification des isolats fongiques

L'identification s'est faite en s'appuyant sur deux types de critères (macroscopiques et microscopiques).

#### 4.1 Etude macroscopique

L'observation des critères macroscopiques est basée sur plusieurs aspects distinctifs à l'œil nu :

- L'aspect des colonies : les champignons filamenteux forment des colonies duveteuses avec une texture épaisse, laineuses, floconneuses, ou veloutées ;
- Le relief des colonies : elle peut être plane, surélevée ou striée ;
- La taille des colonies : elle peut varier en fonction des genres fongiques ;
- La couleur des colonies : les couleurs les plus fréquentes sont vert-olive, brunes ou noires, blanches, jaunes ou rouges. Les pigments sont localisés soit au niveau du mycélium ou bien diffusés dans le milieu de culture.

#### 4.2 Etude microscopique

Pour l'identification microscopique certains manuels d'identification ont été utilisés, des articles à ce sujet ainsi que les clés d'identification des deutéromycètes de Morelet et Kiffer (1977). L'identification des genres fongiques a été réalisée selon des caractères tels que la structure du mycélium (cloisonnement), du type du conidiophores, du type de formation des conidies et leurs formes, couleur et ornementation ... etc.

### 5 Analyse statistique

Les résultats obtenus ont été introduits dans le logiciel Excel pour le calcul des moyennes d'abondance selon la formule suivante :

$$(\text{Nombre de colonies d'un genre} / \text{Nombre totale des colonies}) \times 100$$

Puis soumis à un test d'analyse de la variance (ANOVA) sous le logiciel STATBOX.

# **TROISIEME PARTIE**

## **Résultats et discussion**

## 1. Résultats de l'identification

Dans cette étude, les champignons isolés ont fait l'objet d'une observation selon deux types de critères ; macroscopique sur la base des caractéristiques de la colonie, et microscopique selon la morphologie du champignon. 13 genres ont été identifiés et sont répertoriés dans le tableau suivant :

**Tableau 02 :** Classification des genres fongiques recensés

<b>GENRE</b>	<b>PHYLUM</b>	<b>ORDRE</b>	<b>FAMILLE</b>
Aspergillus	Ascomycota	Eurotiales	Trichocomaceae
Rhizopus	Zygomycota	Mucorales	Mucoraceae
Alternaria	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
Ulocladium	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
Aureobasidium	Ascomycota	Dothideales	Dothioraceae
Phoma	Ascomycota	Microascales	Microascaceae
Mucor	Zygomycota	Botryosphaerales	Botryosphaeriaceae
Circinella	Zygomycota	Mucorales	Mucoraceae
Torula	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporomycetidae
Memmoniella	Ascomycota	Hypocreales	Hypocreomycetidae
Cladosporium	Ascomycota	Capnodiales	Davidiellaceae
Bipolaris	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
Penicillium	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae

## 2. Description macroscopique et microscopique des genres *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *Ulocladium* et *Penicillium*

### ➤ *Aspergillus*

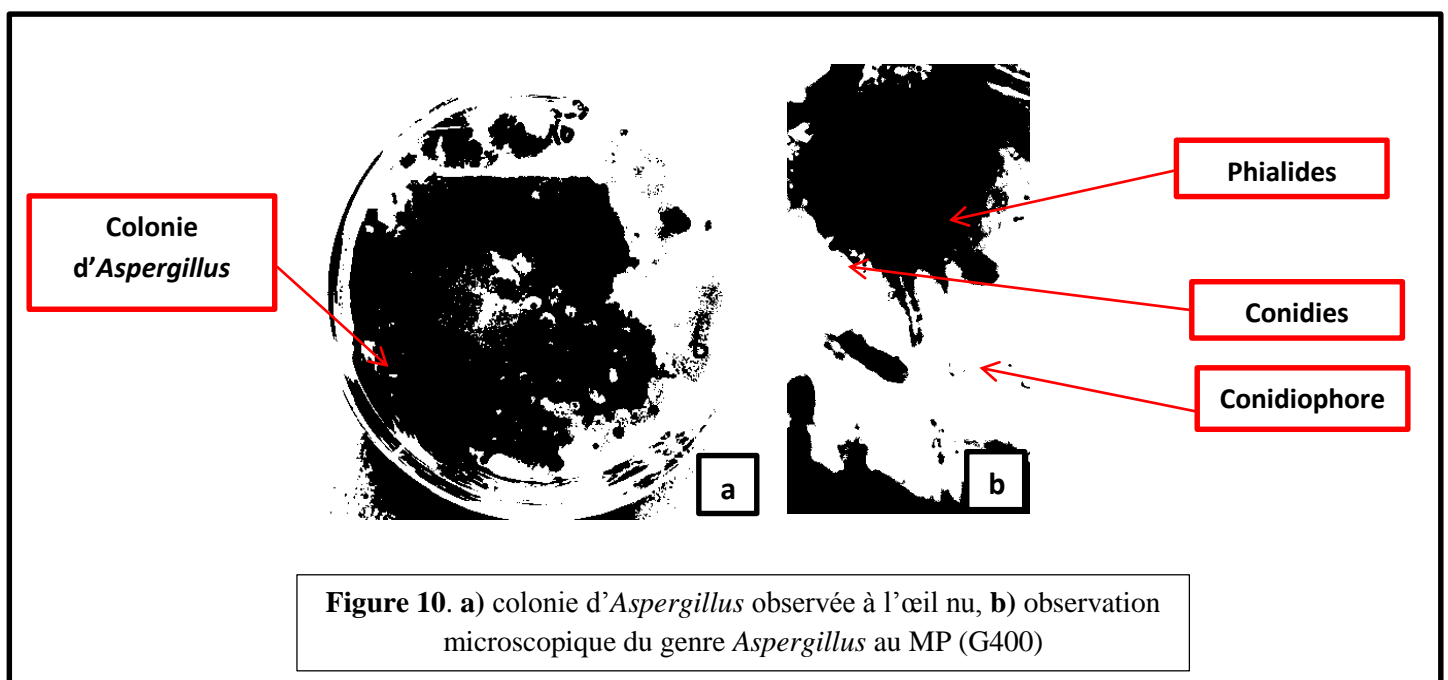
*Aspergillus* est l'un des genres fongiques les plus anciennement décrits. Micheli était le premier à le faire en 1729 (Ross, 1951). Plus de 250 espèces appartenant à ce genre fongique ont été répertoriées à partir de différentes zones géographiques dans le monde (Samson & Pitt, 2000). La plus part sont ubiquitaires et sont communément isolées à partir du sol et des pourritures des fruits suite à leur capacité à dégrader les parois cellulaires des plantes (Hazwani et Zainol 2018).

#### • Aspect macroscopique

Les colonies d'*Aspergillus* prennent des caractéristiques diverses par rapport au stade de développement ou au milieu d'isolement utilisé. Certaines espèces sont de couleur blanche aux stades précoces de leur cycle de vie puis prennent des couleurs qui peuvent être du jaune doré, vert, marron foncé ou noir. La texture des colonies peut être glabre ou veloutée (ELTEM et al., 2004). Les colonies observées lors de notre étude présentent une couleur noire et une texture poudreuse pulvérulente (Figure 11).

#### • Aspect microscopique

Le genre *Aspergillus* se reconnaît par un conidiophore porté sur un mycélium sépté, hyalin les têtes conidiales portent des phialides mono ou bisériées pouvant être hyalines, granuleuses. Les conidies peuvent être globulaire ou d'un rond non régulier (ELTEM et al., 2004).



### ➤ *Aureobasidium*

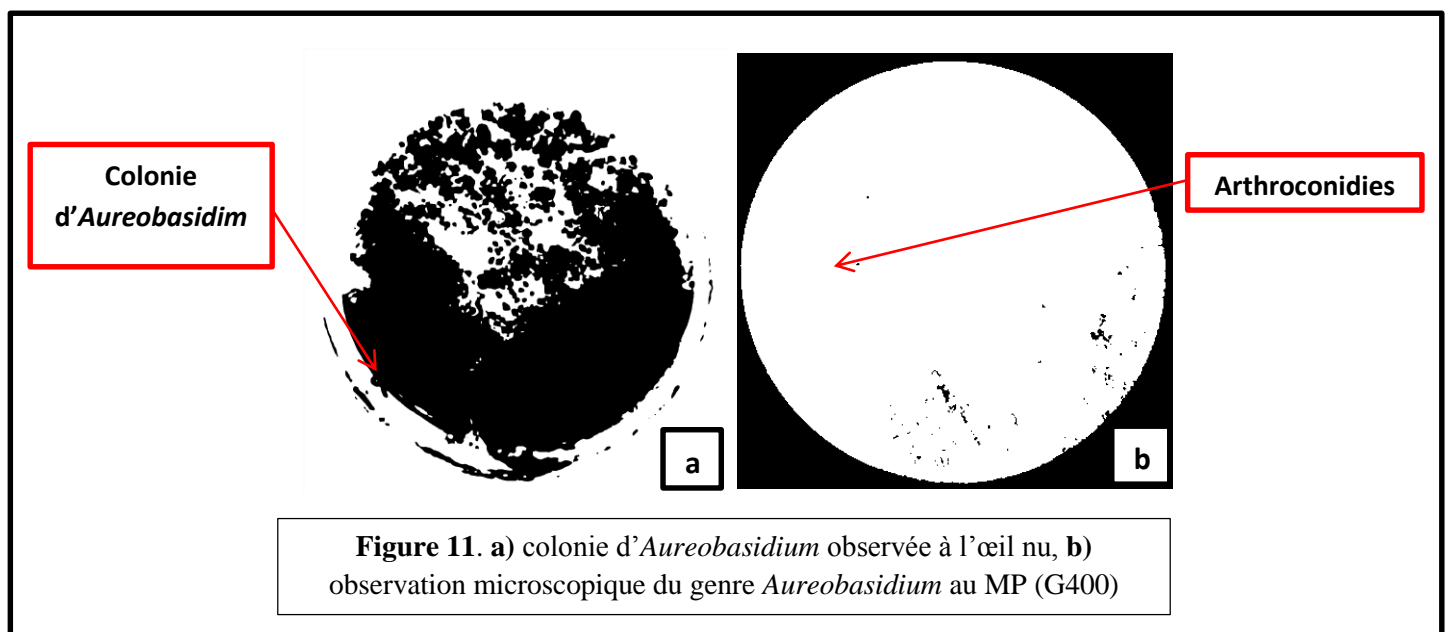
*Aureobasidium* a été taxonomiquement caractérisé par DeHoog et Yurlova en 1994 sur la base de sa morphologie et de sa physiologie nutritionnelle (Zalar *et al.*, 2008). C'est un champignon saprophyte, cosmopolite communément isolé des débris de plantes, du sol, du bois, et au niveau de l'air et de l'environnement intérieur (Samson *et al.*, 2004)

#### • Aspect macroscopique

Les colonies ont une croissance rapide, lisses couvertes de masses glacées devenant avec le temps brunes ou noires. Nos colonies présentent une texture lisse et sont colorées en brun (Figure 12).

#### • Aspect microscopique

Les hyphes sont septés, hyalin au départ, devenant bruns foncés avec l'âge. Certains de ces filaments sont plus épais et bien foncés. Ce champignon produit deux types de spores : les unes petites, hyalines, se développent en grappe de façon synchrone à partir des cellules conidiogènes peu différenciés, intégrées dans les filaments ou disposées en position terminale ; les autres plus grandes produites sur le mode thallique arthroïque, uni ou bicellulaires, devenant rapidement foncées (Patterson *et al.*, 2009).



### ➤ *Ulocladium*

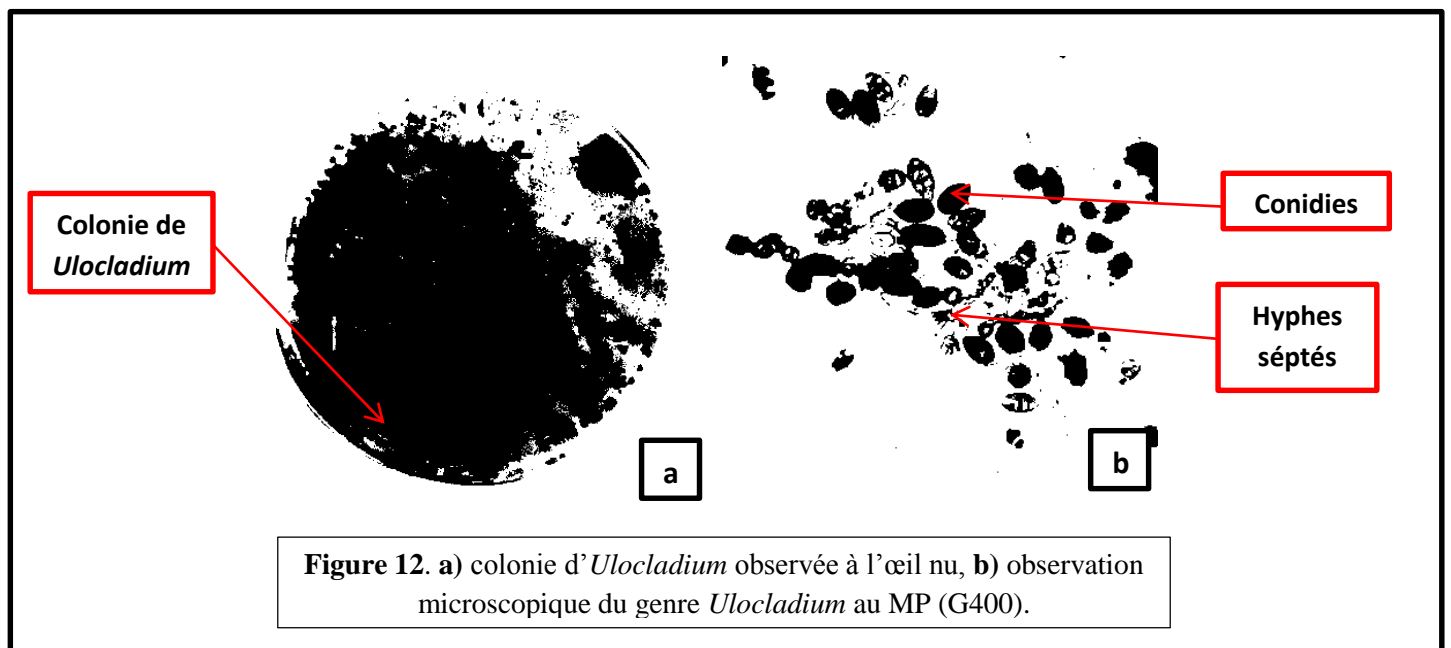
*Ulocladium* est un genre saprophyte, largement distribué et omniprésent, il se trouve dans les sols, le bois, les plantes en décomposition, l'air et la poussière. Certaines espèces sont considérées comme des agents pathogènes pour les végétaux (Gravesen *et al.*, 1994)

- **Aspect macroscopique**

Les colonies d'*Ulocladium* poussent rapidement, ont un aspect velouté à laineux et sont de couleur noire ou verdâtre à grise. Nos colonies présentent une texture laineuse et une couleur verdâtre (Figure 13).

- **Aspect microscopique**

Le genre *Ulocladium* est caractérisé par des conidiophores foncés, portant des conidies. Celles-ci sont généralement d'brun foncé, plus ou moins ovoïdes à cylindriques, et divisées en plusieurs cellules par des cloisons transversales et longitudinales (Robert *et al.*, 2005).



### *Penicillium*

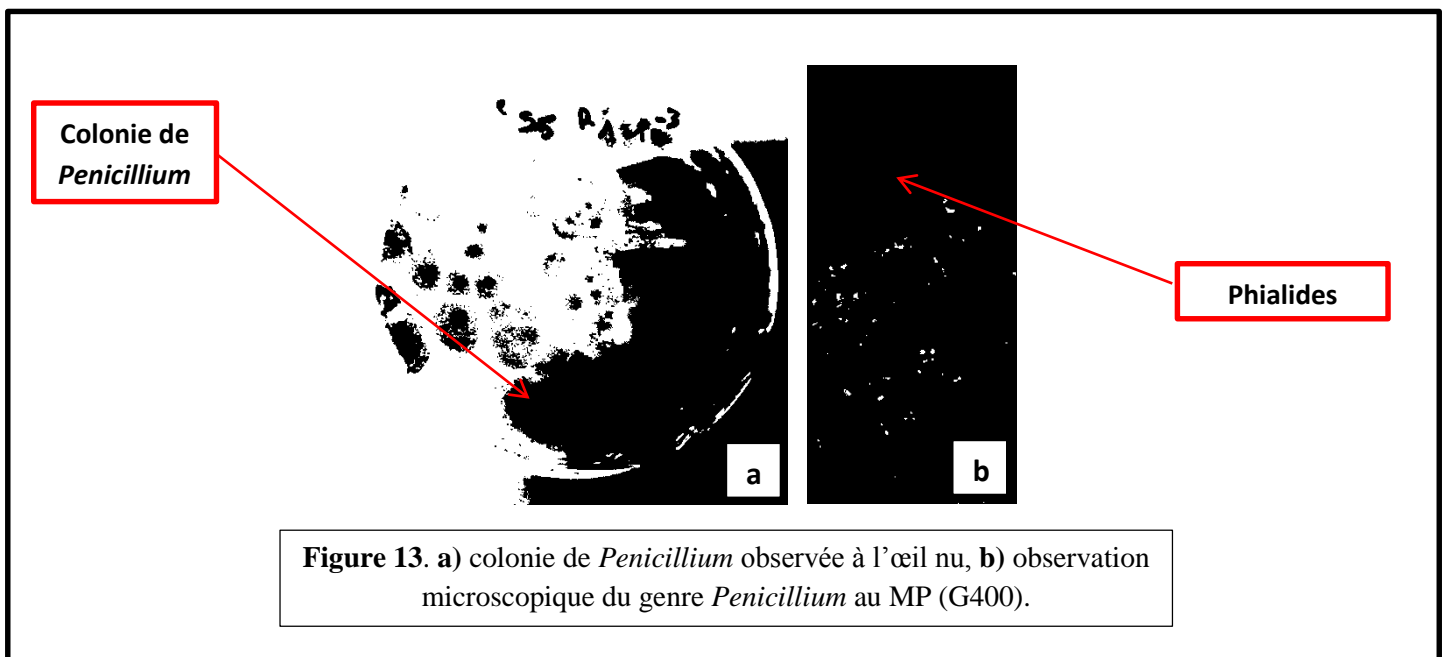
*Penicillium* est un champignon ubiquiste dont le développement se fait à partir de substances organiques ou de végétaux en décomposition. De ses microcolonies naissent de multiples spores qui sont dispersées dans l'air ambiant (Al-Doory *et al.*, 1984)

- **Aspect macroscopique**

Colonie plate, veloutée, dense, d'un aspect en moquette et de couleur bleu-vert foncé avec diffusion de pigment jaune. Les colonies observées lors de notre étude sont plates et présentent une texture veloutée de couleur vert foncé (Figure 14).

- **Aspect microscopique**

Au plan microscopique, il s'agit d'un champignon dont les filaments sont hyalons et septé. Les conidiophores ramifiés ou non, donnent naissance à des métules. Ces métules forment elles-mêmes des phialides cylindriques organisées en pinceaux, qui produisent les conidies (spores qui peuvent être lisses ou rugueuses) rangées en chaînes non ramifiées (Patterson *et al.*, 2009).

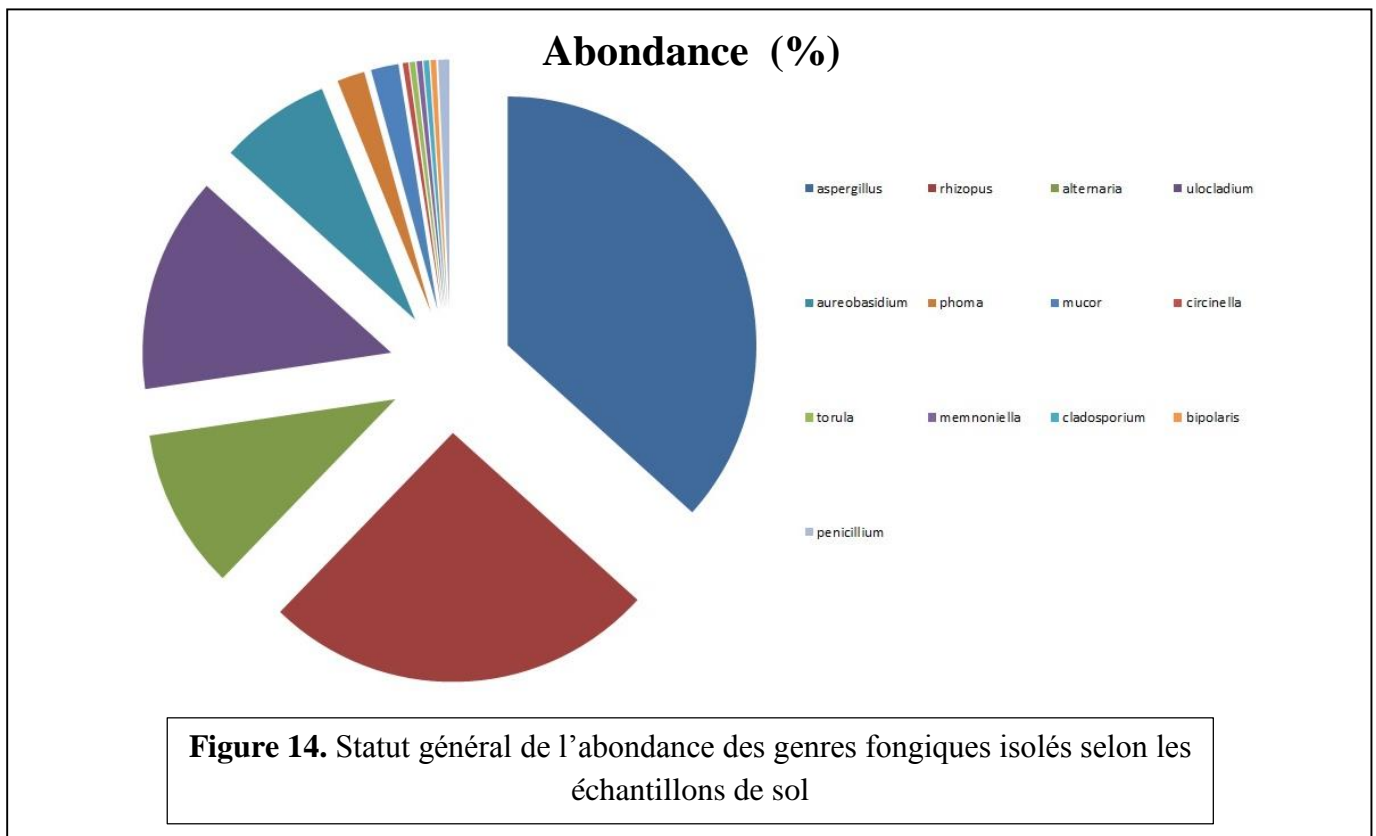


### 3. Abondance de l'ensemble des genres fongiques recensés

La présence de chacun des genres fongiques identifiés varie selon les échantillons. Le tableau suivant illustre le pourcentage d'abondance de chaque genre dans les 12 échantillons de sols étudiés :

**Tableau 03 :** abondance des genres fongiques isolés à partir des échantillons de sol.

Genre fongique	Abondance (%)											
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
<i>Aspergillus</i>	23%	33%	29%	38%	45%	36%	33%	36%	39%	40%	60%	47%
<i>Rhizopus</i>	15%	25%	18%	23%	25%	40%	19%	27%	26%	31%	33%	12%
<i>Alternaria</i>	17%	14%	3%	9%	20%	4%	14%	13%	8%	9%	0%	0%
<i>Ulocladium</i>	17%	14%	29%	4%	10%	13%	14%	13%	13%	9%	6%	10%
<i>Aureobasidium</i>	12%	11%	0%	4%	0	4%	9%	9%	13%	9%	0%	5%
<i>Phoma</i>	2%	0%	3%	9%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Mucor</i>	2%	0%	3%	4%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	5%
<i>Circinella</i>	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Torula</i>	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Memnoniella</i>	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Cladosporium</i>	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Bipolaris</i>	0%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<i>Penicillium</i>	0%	0%	3%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%



Le genre *Aspergillus* montre l'abondance la plus importante dans les 12 sujets échantillonnés avec une moyenne de (36,70%), suivi de *Rhizopus* (25,16%), puis *Ulocladium* (14,03%), *Alternaria* (10,40%), *Aureobasidium* (7,16%), ensuite *Mucor* (1,77%), *Phoma* (1,77%), *Penicillium* (0,69%), *Memmoniella* (0,34%), *Torula* (0,34%), *Cladosporium* (0,34%), *Circinella* (0,34%), *Bipolaris* (0,34%).

#### 4. Test d'analyse de variance (ANOVA)

Pour évaluer la distribution des différents genres fongiques dans le verger, les résultats obtenus ont fait l'objet d'un test d'analyse de variance (ANOVA). On remarque que la différence de distribution est non significative pour *Torula* (P=0,49. Voir annexe 5), *Bipolaris* (P=0,49. Voir annexe 6), *Circinella* (P=0,49. Voir annexe 7), *Cladosporium* (P=0,49. Voir annexe 8), *Memmoniella* (P=0,49. Voir annexe 9), *Mucor* (P=0,64. Voir annexe 10), *Phoma* (P=0,63. Voir annexe 11), *Rhizopus* (P=0,36. Voir annexe 12) et *Alternaria* (P=0,31. Voir annexe 13); significative pour *Aureobasidium* (P=0,03. Voir annexe 1) et très hautement significative pour *Aspergillus* (P=0,00. Voir annexe 2), *Ulocladium* (P=0,00. Voir annexe 3) et *Penicillium* (P=0,00. Voir annexe 4).

La comparaison multiple des moyennes par le test de Newman-Keuls nous a permis de distinguer les variations de distribution des 4 genres fongiques *Aspergillus*, *Aureobasidium*, *ulocladium* et *penicillium*.

*Aspergillus* forme cinq groupes homogènes (A, AB, ABC, BC, C) (Figure 10), qui présentent respectivement les moyennes suivantes : (6,67% - 21,43%), (22,22% - 36,11%), (22,22% - 36,11%), (38,89% - 66,67%), (83,33%), (100%).

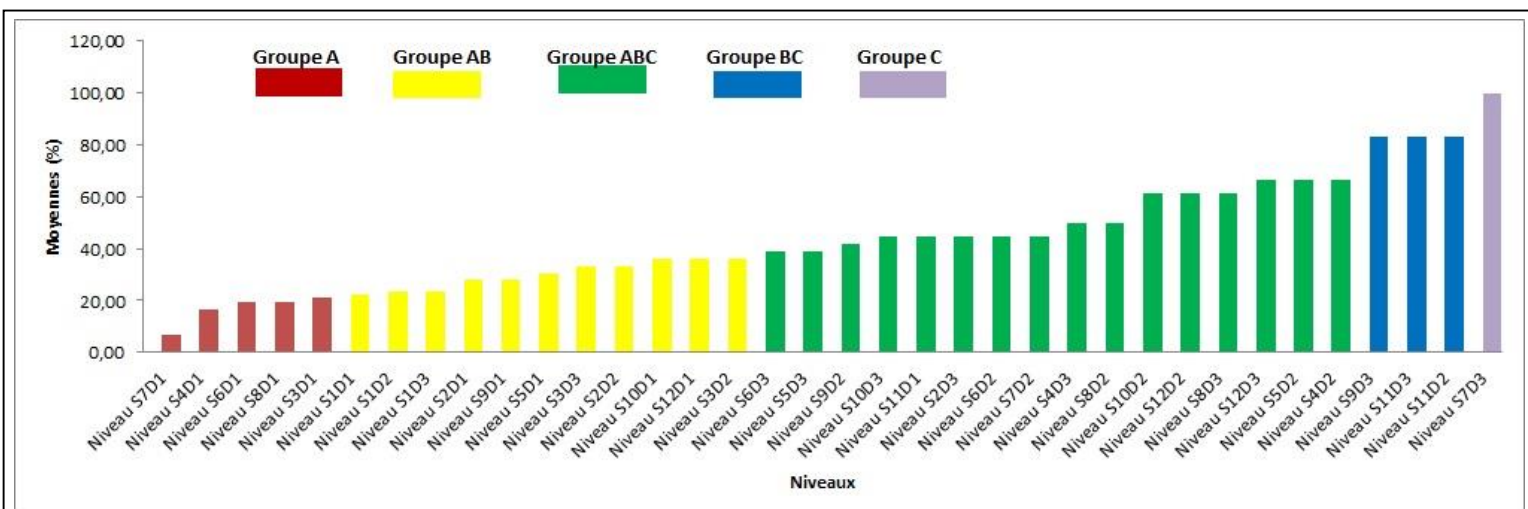


Figure 15 : histogramme représentant la comparaison multiple des moyennes pour *Aspergillus*

Pour *Aspergillus*, les moyennes de présence pour les différents groupes est inversement proportionnelle aux dilutions (les dilutions les plus faibles présentent les moyennes de présence les plus élevées). Cela peut s'expliquer par un temps d'imbibition plus long des agrégats du sol pour les dilutions les plus faibles ce qui a pour effet une expression plus élevée du champignon d'où la moyenne de présence la plus élevée.

Pour *Aureobasidium* un seul groupe homogène A a été noté avec des moyennes de (0,00% à 33,33%) (Tableau 4) et cela au niveau de tous les individus échantillonnés et pour les trois dilutions. Cela suggère

**Tableau 04 :** Tableau de la comparaison multiple des moyennes pour *Aureobasidium*

	Groupe	Moyenne
Niveau S9D3	A	0,00
Niveau S3D3	A	0,00
Niveau S4D2	A	0,00
Niveau S3D1	A	0,00
Niveau S5D1	A	0,00
Niveau S4D3	A	0,00
Niveau S3D2	A	0,00
Niveau S11D1	A	0,00
Niveau S11D2	A	0,00
Niveau S12D2	A	0,00
Niveau S2D2	A	0,00
Niveau S5D2	A	0,00
Niveau S6D1	A	0,00
Niveau S10D3	A	0,00
Niveau S6D2	A	0,00
Niveau S10D2	A	0,00
Niveau S12D1	A	0,00
Niveau S5D3	A	0,00
Niveau S7D3	A	0,00
Niveau S11D3	A	0,00
Niveau S8D1	A	0,00
Niveau S8D3	A	0,00
Niveau S4D1	A	5,55
Niveau S1D1	A	8,33
Niveau S7D1	A	8,33
Niveau S2D1	A	8,33
Niveau S9D1	A	8,33
Niveau S6D3	A	11,11
Niveau S7D2	A	16,67
Niveau S1D3	A	16,67
Niveau S12D3	A	16,67
Niveau S1D2	A	17,78
Niveau S9D2	A	25,00
Niveau S2D3	A	27,78
Niveau S10D1	A	27,78
Niveau S8D2	A	33,33

On note que *Ulocladium* forme un seul groupe homogène A avec des moyennes de (0,00% à 36,11%) (Tableau 05) et cela au niveau de tous les individus échantillonnés et pour les trois dilutions.

**Tableau 05** : Tableau de la comparaison multiple des moyennes pour *Ulocladium*

	Groupe	Moyenne
Niveau S9D3	A	0,00
Niveau S2D3	A	0,00
Niveau S4D1	A	0,00
Niveau S4D2	A	0,00
Niveau S5D3	A	0,00
Niveau S5D2	A	0,00
Niveau S7D3	A	0,00
Niveau S12D3	A	0,00
Niveau S11D2	A	0,00
Niveau S7D2	A	0,00
Niveau S8D2	A	0,00
Niveau S6D3	A	0,00
Niveau S10D2	A	0,00
Niveau S8D3	A	0,00
Niveau S11D3	A	0,00
Niveau S9D2	A	8,33
Niveau S10D1	A	8,33
Niveau S12D1	A	8,33
Niveau S6D2	A	11,11
Niveau S12D2	A	11,11
Niveau S11D1	A	11,11
Niveau S10D3	A	11,11
Niveau S1D2	A	12,22
Niveau S1D3	A	15,00
Niveau S4D3	A	16,67
Niveau S9D1	A	19,44
Niveau S6D1	A	19,44
Niveau S5D1	A	19,44
Niveau S2D1	A	19,44
Niveau S2D2	A	22,22
Niveau S3D3	A	22,22
Niveau S1D1	A	22,22
Niveau S8D1	A	30,55
Niveau S7D1	A	31,67
Niveau S3D1	A	32,54
Niveau S3D2	A	36,11

*Penicillium* forme un seul groupe homogène A avec des moyennes de (0,00% - 22,22%) (Tableau 06) et cela au niveau de tous les individus échantillonnés et pour les trois dilutions.

**Tableau 06 :** Tableau de la comparaison multiple des moyennes pour *Penicillium*

	Groupe	Moyenne
Niveau S9D3	A	0,00
Niveau S2D3	A	0,00
Niveau S4D1	A	0,00
Niveau S2D2	A	0,00
Niveau S1D2	A	0,00
Niveau S4D2	A	0,00
Niveau S4D3	A	0,00
Niveau S2D1	A	0,00
Niveau S1D1	A	0,00
Niveau S5D1	A	0,00
Niveau S3D3	A	0,00
Niveau S12D3	A	0,00
Niveau S1D3	A	0,00
Niveau S10D1	A	0,00
Niveau S3D2	A	0,00
Niveau S12D2	A	0,00
Niveau S11D1	A	0,00
Niveau S10D3	A	0,00
Niveau S10D2	A	0,00
Niveau S11D2	A	0,00
Niveau S12D1	A	0,00
Niveau S5D2	A	0,00
Niveau S8D2	A	0,00
Niveau S8D1	A	0,00
Niveau S9D1	A	0,00
Niveau S9D2	A	0,00
Niveau S7D3	A	0,00
Niveau S11D3	A	0,00
Niveau S8D3	A	0,00
Niveau S6D3	A	0,00
Niveau S6D2	A	0,00
Niveau S7D1	A	0,00
Niveau S7D2	A	0,00
Niveau S6D1	A	0,00
Niveau S3D1	A	4,76
Niveau S5D3	A	22,22

### 5. Discussion

La distribution des champignons dans un sol donné peut être influencée par certains facteurs environnementaux tels que le pH du sol, les teneurs en eau, la température, la disponibilité du carbone organique et de l'azote (Gaddeyya *et al.*, 2012)

Selon les résultats du test ANOVA nous notons que des 13 genres identifiés, *Torula*, *Bipolaris*, *Circinella*, *Memnoniella*, *Mucor*, *Phoma*, *Rhizopus* et *Alternaria* ont une différence de distribution non significative, cela suggère qu'ils sont distribués de manière égale au niveau de tous les sujets et qu'il n'y aurait aucun stimulus particulier qui influence la distribution de ces genres fongiques dans le verger.

Les genres ayant montré une différence de distribution sont *Aspergillus*, *Ulocladium*, *Aureobasidium* et *Penicillium*. Ceci peut s'expliquer par l'effet d'un facteur biotique ou abiotique qui a provoqué cette différence d'abondance au niveau des différents sujets.

*Aspergillus* est un genre fongique qui a une large répartition géographique, mais est plus souvent associé aux régions à climat chaud (Castegnaro et Pfohl-Leszkowicz, 2002), ceci pourrait expliquer son abondance dans le sol étudié étant situé dans une zone aride. Le genre *Aspergillus* a aussi la capacité de répondre à diverses contraintes telles que les changements de pH, les stress osmotiques et oxydatifs. (Calvo *et al.*, 2002).

La présence du genre *Aureobasidium* au sein de nos sols, peut s'expliquer par son ubiquité, en effet Gostincar *et al.*, 2014 cite que ce dernier est ubiquitaire et peut survivre dans divers habitats (Gostincar *et al.*, 2014). Notre parcelle qui un verger conduit en irrigué en saison estivale peut expliquer sa présence, en effet Samson *et al.* 2004 rapporte que *Aureobasidium* est oligotrophe et peut être retrouvé dans les environnements ayant une activité de l'eau fluctuante, (Samson *et al.*, 2004). Il a été montré que Certaines espèces d'*Aureobasidium* sont fréquemment isolées à partir des cultures de fruits et de légumes (Barata *et al.*, 2012).

*Aureobasidium pullulans* est connu pour son effet antagoniste sur certains champignons soit par une forte compétitivité pour les nutriments (Vero *et al.*, 2002) soit par la synthèse de métabolites et d'enzymes lytiques. Il est décrit que *Aureobasidium pullulans* sécrète enzymes tels que la chitinase et la glucanase capable d'hydrolyser les parois des champignons (Ippolito *et al.*, 2002) ce qui peut expliquer en partie sa présence significative.

Quant à *Penicillium* sa présence significative peut être due aux pratiques agricoles appliquées à savoir l'irrigation et l'amendement en matière organique et aussi à l'effet microclimat de la parcelle, effectivement il est connu pour avoir comme habitat naturel le sol, les matières organiques en décomposition et le compost. Les espèces du genre *Penicillium* se développent normalement dans des milieux où l'activité de l'eau est plus élevée que celle permettant la croissance des *Aspergillus*, et à des températures plus basses. Il s'agit de contaminants fréquents des régions tempérées. (Tabuc, 2007).

Les caractéristiques climatiques de la zone étudiée pourraient aussi expliquer l'établissement du genre *Ulocladium*, dont de nombreuses espèces sont répertoriées dans les régions à climat chaud pour leur capacité à résister aux radiations solaires grâce à l'accumulation de la mélanine dans leurs cellules (Zaidan, 2011).

Certaines études ont reporté la présence de ces genres fongiques dans les sols de différentes régions agricoles en l'occurrence l'étude de (Kumar et al., 2015) sur les sols des régions agricoles de Tekkali Mandal dans le district de Srikakum en Inde qui est une zone chaude caractérisée par des sols sableux.

### Conclusion

Invisibles à l'œil nu, les micro-organismes représentent 75 à 90 % de la biomasse vivante du sol. Ils sont à l'origine de nombreuses transformations chimiques permettant le recyclage des éléments, en particulier le carbone, l'azote, le phosphore ou le soufre, en biodégradant les matières organiques. Dans le sol les plantes interagissent avec divers organismes dans le but de d'avoir accès aux nutriments nécessaires et de faire face aux différents stress. Parmi ces organismes les champignons telluriques représentent l'une des parties prenantes les plus importantes. Leurs identifications est primordiale pour une exploitation optimale.

Pour valoriser les milieux arides dans le cadre de la production végétale, il est fondamental de porter un intérêt majeur sur ces organismes afin de développer des approches efficaces d'optimisation des ressources or les études sur la biodiversité fongiques des sols des zones arides restent insuffisantes et les connaissances sur la diversité taxonomique des communautés fongiques sont encore très limitées. En Algérie, l'inventaire de la biodiversité des sols agricoles sont insuffisants surtout pour ce qui est de ceux des agrosystèmes conduits selon les principes d'agroécologie. Les travaux d'identification de la diversité fongique de ces sols sont donc un moyen intéressant pour les valoriser.

L'objectif de cette étude était de contribuer à élaborer un inventaire des champignons du sol sous grenadier pour la saison estivale, mais aussi mettre en relief les éventuelles dominances.

Notre étude a porté sur l'identification de la diversité fongique du sol d'un verger de grenadier (*Punica granatum* L.) variété Messaad, qui se trouve dans la région de Melaga situé dans l'étage bioclimatique aride à la limite du saharien.

Les résultats obtenus pour les différentes répétitions et dilutions ont fait état de 13 genre fongiques à savoir *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Ulocladium*, *Aureobasidium*, *Phoma*, *Mucor*, *Circinella*, *Torula*, *Memmoniella*, *Cladosporium*, *Bipolaris* et *Penicillium*.

Ces résultats ont fait l'objet d'une analyse statistique par un test d'analyse de variance (ANOVA) suite auquel neuf genres sur treize à savoir *Rhizopus*, *Alternaria*, *Phoma*, *Mucor*, *Circinella*, *Torula*, *Memmoniella*, *Cladosporium*, *Bipolaris* montrent une différence de distribution non significative, quatre genres fongiques ont montré une différence de

distribution significative à savoir *Aspergillus*, *Penicillium*, *Ulocladium*, et *Aureobasidium*. La prévalence étant pour *Aspergillus* avec une moyenne de distribution de 23%.

Pour une meilleure identification des champignons de notre sol il y a dans ce sens une nécessité d'établir la diversité pour d'autres saisons pour faire un suivi temporel de cette diversité, aussi une évaluation de la diversité taxonomique par les techniques moléculaires, et enfin isoler les souches fongiques et les tester dans des conditions contrôlées.

## Annexes

**Annexe 01** : tableau d'analyse de variance (*Rhizopus*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	13755,16	393,00	1,10	0,36
Var.résiduelle	72,00	25721,72	357,25		
Total	107,00	39476,87			

**Annexe 02** : tableau d'analyse de variance (*Alternaria*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	7060,08	201,72	1,14	0,31
Var.résiduelle	72,00	12706,06	176,47		
Total	107,00	19766,14			

**Annexe 03** : tableau d'analyse de variance (*Phoma*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	1779,59	50,85	0,90	0,63
Var.résiduelle	72,00	4073,48	56,58		
Total	107,00	5853,07			

**Annexe 04** : tableau d'analyse de variance (*Mucor*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	550,26	15,72	0,89	0,64
Var.résiduelle	72,00	1270,98	17,65		
Total	107,00	1821,25			

**Annexe 05** : tableau d'analyse de variance (*Circinella*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	360,01	10,29	1,00	0,49
Var.résiduelle	72,00	740,59	10,29		
Total	107,00	1100,60			

**Annexe 06** : tableau d'analyse de variance (*Torula*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	89,95	2,57	1,00	0,49
Var.résiduelle	72,00	185,04	2,57		
Total	107,00	274,99			

**Annexe 07** : tableau d'analyse de variance (*Memnoniella*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	89,95	2,57	1,00	0,49
Var.résiduelle	72,00	185,04	2,57		
Total	107,00	274,99			

**Annexe 08** : tableau d'analyse de variance (*Cladosporium*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	202,55	5,79	1,00	0,49
Var.résiduelle	72,00	416,67	5,79		
Total	107,00	619,21			

**Annexe 09** : tableau d'analyse de variance (*Bipolaris*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	66,08	1,89	1,00	0,49
Var.résiduelle	72,00	135,95	1,89		
Total	107,00	202,03			

**Annexe 10** : tableau d'analyse de variance (*Aureobasidium*)

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	10109,57	288,84	1,68	0,03
Var.résiduelle	72,00	12414,34	172,42		
Total	107,00	22523,91			

**Annexe 11 : tableau d'analyse de variance (*Aspergillus*)**

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	49902,38	1425,78	4,35	0,00
Var.résiduelle	72,00	23618,17	328,03		
Total	107,00	73520,55			

**Annexe 12 : tableau d'analyse de variance (*Ulocladium*)**

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	13353,24	381,52	2,30	0,00
Var.résiduelle	72,00	11919,12	165,54		
Total	107,00	25272,36			

**Annexe 13 : tableau d'analyse de variance (*Penicillium*)**

	ddl	SC	CM	F	Proba
Essai	35,00	1488,50	42,53	3,49	0,00
Var.résiduelle	72,00	876,54	12,17		
Total	107,00	2365,04			

### A

**Afaq, F., Saleem, M., Krueger, C.G., Reed, J.D., Mukhtar, H.,** 2005. Anthocyanin- and hydrolyzable tannin-rich pomegranate fruit extract modulates MAPK & NF-kappaB pathways and inhibits skin tumorigenesis in CD-1 mice. *Int. J. Cancer.* 113(3), 423-433.

**Al-Doory Y., et Domson J. F.** 1984. Mould allergy. Ed Lea et Febiger

**Alan E. Richardson\*, Paul A. Hadobas and Julie E. Hayes** (2001). Extracellular secretion of *Aspergillus* phytase from *Arabidopsis* roots enables plants to obtain phosphorus from phytate CSIRO, Plant Industry, GPO Box 1600, Canberra ACT 2601, Australia

**Amouretti M.C., Comet G.** - Cahier d'histoire des techniques – Des hommes et des plantes : plantes méditerranéennes, vocabulaire et usages anciens. Publications de l'université de Provence. 1992. 174 pages. Page 81.

**Anonyme 1 :** <http://elitepresse.com/actualites/djelfa-la-grenade-de-messaad-une-marque-deposee> (03/08/2019)

**Azcón-Aguilar, C., and Barea, J. M.** (1997). Applying mycorrhiza biotechnology to horticulture: significance and potentials. *Sci. Hortic.* 68, 1–24. doi: 10.1016/S0304-4238(96)00954-5

### B

**Bagyaraj, D. J., and Ashwin, R.** (2017). Soil biodiversity: role in sustainable horticulture. *Biodivers. Hortic. Crops* 5, 1–18. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.08.001

**Baldrian P, Voříšková J, Dobiášová P, Merhautová V, Lisá L & Valášková, V** (2011) Production of extracellular enzymes and degradation of biopolymers by saprotrophic microfungi from the upper layers of forest soil. *Plant Soil* **338**: 111-125.

**Barata, A.; Malfeito-Ferreira, M.; Loureiro, V.** The Microbial Ecology of Wine Grape Berries. *Int. J. Food Microbiol.* 2012, 153, 243–259.

**Barron & Dierkes.** Nematophagous fungi: Hohenbuehelia, the perfect state of Nematocytus. *Canadian Journal of Botany* 1977

**Boullard B.** - Plantes médicinales du monde. Réalités et croyances. Editions Estem. 2001. 636 pages. Pages 437-438.

**Brundrett MC** (2009) Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant Soil* **320**: 37-77.

**Bruns, T.D., Vilgalys, R., Barns, S.M., Gonzalez, D., Hibbett, D.S., Lane, D.J., et al.**, 1992. Evolutionary relationships within the fungi: analyses of nuclear small subunit rRNA sequences. *Mol. Phylogenet. Evol.* 1, 231–241.

### C

**Calvo, A. M., Wilson, R. A., Bok, J. W., and Keller, N. P.** (2002). Relationship between secondary metabolism and fungal development. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.* 66, 459.

**Cao R., Liu X., Gao K., Mendgen K., Kang Z., Gao J., Dai Y. and Wang X.** 2009. Mycoparasitism of endophytic fungi isolated from reed on soilborne phytopathogenic fungi and production of cell wall-degrading enzymes in vitro. *Current Microbiology* 59.

**Castegnaro M., Pfohl-Leszkowicz A.**, (2002), Les mycotoxines : contaminants omniprésents dans l'alimentation animale et humaine, dans La sécurité alimentaire du consommateur, Lavoisier, Tec&Doc

**Chakass M.A., Carbonnier-Jarreau M.C., Verhille A.M., Reduron J.P.**, 2007. Étude palynologique de trois variétés du grenadier (*Punica granatum*) au Liban. *Acta Botanica Gallica*, vol 154, no 1, p. 27-42

**Chi, Z.; Ma, C.; Wang, P.; Li, H.F.** Optimization of Medium and Cultivation Conditions for Alkaline Protease Production by the Marine Yeast *Aureobasidium pullulans*. *Bioresour. Technol.* **2007**, 98, 534–538.

**Chi, Z.; Wang, F.; Chi, Z.; Yue, L.; Liu, G.; Zhang, T.** Bioproducts from *Aureobasidium pullulans*, a Biotechnologically Important Yeast. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* **2009**, 82, 793–804.

**Clemmensen KE, Bahr A, Ovaskainen O, Dahlberg A, Ekblad A, Wallander H et al.** (2013). Roots and Associated Fungi Drive Long-Term Carbon Sequestration in Boreal Forest. *Science* 339: 1615-1618.

**Courchet L.D.J.** - Traité de botanique : comprenant l'anatomie et la physiologie végétales et les familles naturelles, à l'usage des candidats au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles des étudiants en médecine et en pharmacie. Editions Baillière. 1897. 1320 pages. Pages 1019-1023.

### D

- Dahlberg, A., Jonsson, L., Nylund, J.E.,** 1997. Species diversity and distribution of biomass above and below ground among ectomycorrhizal fungi in old-growth Norway spruce forest in south Sweden. *Canadian Journal of Botany* 73, 1323-1335.
- Duponnois, R., Hafidi, M., Ndoye, I., Ramanankierana, H., & Bâ, A.** (2013). Généralités sur la symbiose mycorhizienne: introduction. Marseille: IRD .

### E

- Evelin H, Kapoor R, & Giri B** (2009) Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. *Annals of botany* **104** : 1263-1280.
- Eviner, V.T., Chapin, F.S.,** 2003. Gopher–plant–fungal interactions affect establishment of an invasive grass. *Ecology* 84, 120–128.
- Evreinoff V.A.,** 1957. Contribution à l'étude du Grenadier. *Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée*, vol 4, no 3, p. 124-138.

### F

- Floudas, D., Binder, M., Riley, R., Barry, K., Blanchette, R.A., Henrissat, B., Martínez, A.T., Otiillar, R., Spatafora, J.W., Yadav, J.S., et al.,** 2012. The Paleozoic origin of enzymatic lignin decomposition reconstructed from 31 fungal genomes. *Science* 336, 1715–1719.
- Frac M, Hannula SE, Belka M and Je dryczka M** (2018) Fungal Biodiversity and Their Role in Soil Health. *Front. Microbiol.* 9:707. doi: 10.3389/fmicb.2018.00707
- Frac, M., Jezierska-Tys, S., and Takashi, Y.** (2015). Occurrence, detection, and molecular and metabolic characterization of heat-resistant fungi in soils and plants and their risk to human health. *Adv. Agron.* 132, 161–204.

### G

- Gaddeyya G, Shiny Niharika P, Bharathi P and Ratna Kumar PK.** Isolation and Identification of soil mycoflora in different crop fields at salur mandal, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 2012; 3 (4): 2020- 2026.
- Gardes, M., Bruns, T.D.,** 1996a. Community structure of ectomycorrhizal fungi in a *Pinus muricata* forest: above- and below-ground views. *Canadian Journal of Botany* 74, 1572-1583.

- Garnier G., Bezanger-Beauquesne L., Et Al.** – Ressources médicinales de la flore française. Editions Vigot Frères. 1961. Tome II. 1511 pages. Pages 838-842.
- Gil, M. I., Tomás-Barberán, F.A., Hess-Pierce, B., Holcroft, D.M., Kader, A.A.,** 2000. Antioxidant capacity of pomegranate juice and its relationship with phenolic composition and processing. *J. Agric. Food Chem.* 48 (10), 4581-4589.
- Gobat JM, Aragno M & Matthey W** (2004) *The living soil: fundamentals of soil science and soil biology.* Science Publishers, Enfield.
- Godet J.D.** - Arbres et arbustes aux quatre saisons. Les guides pratiques du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. 1991. 215 pages. Pages 96 et 170.
- Gostincar, C.; Ohm, R.A.; Kogej, T.; Sonjak, S.; Turk, M.; Zajc, J.; Zalar, P.; Grube, M.; Sun, H.; Han, J.; et al.** Genome Sequencing of Four *Aureobasidium pullulans* Varieties: Biotechnological Potential, Stress Tolerance, and Description of New Species. *BMC Genom.* 2014, 15, 549.
- Gravesen, S., Frisvad, J. C., et Samson, RA.** 1994. *Microfungi.* 1ere Ed. 168 Copenhagen, Munksgaard

## H

- Hatam S., Bahman F.N., Hasan A., Gholam A. and Sadegh S.,** An Overview of the Benefits of Compost tea on Plant and Soil Structure, *Advances in BioResearch*, 6(61), 154-158 (2015)
- Hawksworth DL** (2001) The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycol Res* **105**: 1422-1432.
- Hibbett, D.S., Binder, M., Bischoff, J.F., Blackwell, M., Cannon, P.F., Eriksson, O.E., Huhndorf, S., James, T., Kirk, P.M., Lucking, R., et al.,** 2007. A higher-level phylogenetic classification of the fungi. *Mycol. Res.* 111, 509–547.
- Hmid Ilham** Contribution a la valorisation alimentaire de la grenade marocaine (*Punica Granatum L.*) : caracterisation physicochimique, biochimique et stabilite de leur jus frais, 2014
- Holland D., Hatib K., Bar-Ya'akov I.,** 2009. Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. *Horticultural Reviews*, vol 35, p.127- 191.

## I

**Ippolito, A.; El Ghaouth, A.; Wilson, C.L.; Wisniewski, M.** Control of Postharvest Decay of Apple Fruit by *Aureobasidium pullulans* and Induction of Defense Responses. *Postharvest Biol. Technol.* 2000, 19, 265–272.

## J

**James, T.Y., Kauff, F., Schoch, C.L., Matheny, P.B., Hofstetter, V., Cox, C.J., Celio, G., Gueidan, C., Fraker, E., Miadlikowska, J., et al.,** 2006. Reconstructing the early evolution of fungi using a six-gene phylogeny. *Nature* 443, 818–822.

## K

**Kachhawaha, J.S., Ali, S.S.,** 1982. The relative role of extracellular enzymes during pathogenesis of *Pleospora infectoria* and *Ulocladium chartarum*. *Acta Botanica Indica* 10, 206–209.

**Kirk P.M., Cannon P.F., David J.C. and Stalpers J.A.,** eds., *Dictionary of the Fungi*, 9th ed., Wallingford, UK, CABI Publishing (2001)

**Kumar P.K.Ratna, Hemanth.G \*, P.Shiny Niharika and Samuel k kolli.** (2015) Isolation and identification of soil mycoflora in agricultural fields at Tekkali Mandal in Srikakulam District. Andhra Pradesh, India – 530003.

## L

**Landeweert R, Hoffland E, Finlay RD, Kuyper TW & van Breemen N** (2001) Linking plants to rocks: ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals. *Trends Ecol Evolut* **16**: 248–254.

**Leathers, T.D.; Rich, J.O.; Anderson, A.M.; Manitchotpisit, P.** Lipase Production by Diverse Phylogenetic Clades of *Aureobasidium pullulans*. *Biotechnol. Lett.* **2013**, 35, 1701–1706.

**Leite, R.S.; Bocchini, D.A.; Martins Eda, S.; Silva, D.; Gomes, E.; Da Silva, R.** Production of Cellulolytic and Hemicellulolytic Enzymes from *Aureobasidium Pulluans* on Solid State Fermentation. *Appl. Biochem. Biotechnol.* **2007**, 137–140, 281–288.

**Lemoine E.** - Guide des fruits du monde - Les fruits de nos régions, les variétés exotiques. Collection les compagnons du naturaliste. Editions Delachaux et Niestlé. 1998. 192 pages. Page 151.

**Li J., Zhang Y., Zhang Y., Yu P.L., Pan H. and Rollins J.A.**, Introduction of large sequence inserts by CRISPR-Cas9 to create pathogenicity mutants in the multinucleate filamentous pathogen *Sclerotinia sclerotiorum*, *American Society of Microbiology*, 9, e00567-18 (2018)

**Liu, Y., Steenkamp, E.T., Brinkmann, H., Forget, L., Philippe, H., Lang, B.F.**, 2009. Phylogenomic analyses predict sistergroup relationship of nucleariids and fungi and paraphyly of zygomycetes with significant support. *BMC Evol. Biol.* 9, 272.

### M

**Ma, C.; Ni, X.; Chi, Z.; Ma, L.; Gao, L.** Purification and Characterization of an Alkaline Protease from the Marine Yeast *Aureobasidium pullulans* for Bioactive Peptide Production from Different Sources. *Mar. Biotechnol.* **2007**, 9, 343–351.

**Manitchotpisit, P.; Leathers, T.D.; Peterson, S.W.; Kurtzman, C.P.; Li, X.L.; Eveleigh, D.E.; Lotrakul, P.; Prasongsuk, S.; Dunlap, C.A.; Vermillion, K.E.; et al.** Multilocus Phylogenetic Analyses, Pullulan Production and Xylanase Activity of Tropical Isolates of *Aureobasidium pullulans*. *Mycol. Res.* **2009**, 113 Pt 10, 1107–1120.

**Manitchotpisit, P.; Skory, C.D.; Leathers, T.D.; Lotrakul, P.; Eveleigh, D.E.; Prasongsuk, S.; Punnapayak, H.** Alpha-Amylase Activity during Pullulan Production and Alpha-Amylase Gene Analyses of *Aureobasidium pullulans*. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* **2011**, 38, 1211–1218.

**Melgarejo, P., 1993.** **Selección y tipificación varietal de granado** (*Punica granatum* L.) [Ph.D. thesis]. Valencia. Spain: Univ. Politécnica de Valencia (UPV).

**Melgarejo, P., Salazar, D.M.S., 2003.** Tratado De Fruticultura Para Zonas Áridas Y Semiáridas. Vol. 2: Algarr. 416 p.

**Mena, P., García-Viguera, C., Navarro-Rico, J., Moreno, D., Bartual, J., Saura, D., Martí, N., 2011.** Phytochemical characterisation for industrial use of pomegranate (*Punica granatum* L.) cultivars grown in Spain. *J. Sci. Food Agric.* 91, 1893–1906.

**Mohammedi Halima, Labani Abderrahmane et Benabdeli Khéloufi,**(2006) « Essai sur le rôle d'une espèce végétale rustique pour un développement durable de la steppe algérienne », Développement durable et territoires.

**Moore D, Robson GD, Trinci APJ** (2011) *21st century guidebook to fungi*. Cambridge University Press: Cambridge; New York.

**Mosttafiz S., Rahman M. and Rahman M.**, Biotechnology: Role of Microbes in Sustainable Agriculture and Environmental Health, *The Internet Journal of Microbiology*, 10(1), 1937-8289 (2012)

### N

**Narh Mensah D.L., Duponnois R., Bourillen J., Gressent F. and Prin Y.**, Biochemical characterization and efficacy of *Pleurotus*, *lentinus* and *Ganoderma* parent and hybrid mushroom strains as biofertilizers of attapulgite for wheat and tomato, *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 16, 63-72 (2018)

**Ni, X.; Chi, Z.; Ma, C.; Madzak, C.** Cloning, Characterization, and Expression of the Gene Encoding Alkaline Protease in the Marine Yeast *Aureobasidium pullulans* 10. *Mar. Biotechnol.* **2008**, 10, 319–327.

**Nor Hazwani Aziz and Norazwina Zainol** 2018. Isolation and identification of soil fungi isolates from forest soil for flooded soil recovery IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 342 012028.

### O

**O'Donnell, K., Lutzoni, F.M., Ward, T.J., Benny, G.L.**, 2001. Evolutionary relationships among mucoralean fungi (Zygomycota): evidence for family polyphyly on a large scale. *Mycologia* 93, 286–297.

**Ohta, K.; Fujimoto, H.; Fujii, S.; Wakiyama, M.** Cell-Associated Beta-Xylosidase from *Aureobasidium pullulans* ATCC 20524: Purification, Properties, and Characterization of the Encoding Gene. *J. Biosci. Bioeng.* **2010**, 110, 152–157.

### P

**P. Zalar<sup>1</sup>, C. Gostinčar<sup>1</sup>, G.S. de Hoog, V. Uršič<sup>1</sup>, M. Sudhadham and N. Gunde-Cimerman.** Redefinition of *Aureobasidium pullulans* and its varieties. 10.3114/sim.2008.61.02.

**Pande G., Akoh C.C.**, 2016. Pomegranate Cultivars (*Punica granatum* L.). In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Chapter 26, p. 667-689.

**Patterson, T. F., McGinnis, M. R.** 2009. The fungi : description. Site Doctor Fungus. Mycoses Study Group.

**Planchon G., Collin E.** - Traité pratique de la détermination des drogues simples d'origine végétale. Librairie F. Savy. 1875. Tome I. Pages 235-236 et 307-308.

**Pozo MJ & Azcón-Aguilar C** (2007) Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current opinion in plant biology* **10** : 393-398.

### R

**Rengin ELTEM, Tulin Askun, Nermin Sarigul, Evrim Ozkale-Taskin, Hafize Efendiler** Colonial and Morphological Characteristics of Some *Aspergillus* Fr.:Fr. Species Isolated from Vineyards in Manisa and Üzmir Provinces (Turkey) *Turk J Bot* **28** (2004) 287-298

**Rich, J.O.; Leathers, T.D.; Anderson, A.M.; Bischoff, K.M.; Manitchotpisit, P.** Laccases from *Aureobasidium pullulans*. *Enzym. Microb. Technol.* **2013**, *53*, 33–37.

**Ricroch, Y.Dattée, M.Fellous.** Biotechnologies végétales Environnement, alimentation, santé. Vuibert. Paris. 2011 266p

**Robert, V., Stegehuis, G., et Stalpers, J.** 2005. The MycoBank engine and related databases. International Mycological Association. International Mycological Association. 9-9-2009.

**Ross C F**, 1951. A case of pulmonary aspergillosis. *J. Pathol. Bacteriol.* **63**(3): 409-416.

**Ruiz-Lozano JM, Azcón R & Gómez M** (1995) Effects of arbuscular-mycorrhizal *Glomus* species on drought tolerance: Physiological and nutritional plant responses. *Appl Environ Microbiol* **61**: 456–460.

### S

**Sallam, L.A.R., El-Refai, A.H., El-Sayed, S.M.,** 1988. Cellulase production by halophytic fungi. I. Screening experiments and salt relations. *Zentralblatt für Mikrobiologie* **143**, 599–604.

**Samson RA & Pitt JI (2000).** Integration of Modern Taxonomic for *Penicillium* and *Aspergillus* Classification. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, pp 9-79.

Samson RA, Hoekstra ES, Frisvad JC (2004). Introduction to Food- and Airborne Fungi, 7th ed. Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht.

**Sanchez-Capuchino, V.,** 1986. Rotulacion une 1034-1. *TEBAR*. ISBN 9788473600743.

**Seeram, N.P., Schulman, R.N., Heber, D.,** 2006. Pomegranates: Ancient Roots to Modern Medicine. Taylor and Francis CRC Press, Boca Raton, FL, USA

**Smit, E., Leeflang, P., Glandorf, B., Dirk van Eisas, J., Wernars, K.,** 1999. Analysis of fungal diversity in the wheat rhizosphere by sequencing of cloned PCR-amplified genes encoding 18S

rRNA and temperature gradient gel electrophoresis. *Applied and Environmental Microbiology* 65, 2614-2621.

**Smith SE & Read DJ (2008)** Mycorrhizal symbiosis, 3rd edn. Academic Press, London.

**Spiering M. J., Moon C. D., Wilkinson H. H. and Schardl C. L.** 2005. Gene clusters for insecticidal loline alkaloids in the grass-endophytic fungus *Neotyphodium uncinatum*. *Genetics* 169.

**Stajich, J.E., Berbee, M.L., Blackwell, M., Hibbett, D.S., James, T.Y., Spatafora, J.W., Taylor, J.W.,** 2009. Primer—the fungi. *Current Biol.* 19, R840.

**Stenkamp, E.T., Wright, J., Baldauf, S.L.,** 2006. The protistan origins of animals and fungi. *Mol. Biol. Evol.* 23, 93–106.

### T

**TABUC Cristina** Flore fongique de differents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines (2007)

**Taylor D. Lee and Robert L. Sinsabaugh** (2015) *The Soil Fungi: Occurrence, Phylogeny, and Ecology*. New Mexico DOI: 10.1016/B978-0-12-415955-6.00004-9

**Thilagar, G., and Bagyaraj, D. J.** (2015). Influence of different arbuscular mycorrhizal fungi on growth and yield of chilly. *Proc. Natl. Acad. Sci. India B Biol. Sci.* 85, 71–75. doi: 10.1007/s40011-013-0262-y

**Tomas-Barberan, F.A., Gil, M.I.,** 2008. Improving the health-promoting properties of fruit and vegetable products. *Technology and Nutrition No. 157*. CEBAS (CSIC). Spain

### V

**Van der Heijden, M. G. A., Klironomos, J. N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf- Engel, R., Boller, T., et al.** (1998). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* 396, 69–72. doi: 10.1038/23932

**Van Oort, M.; Canal-Llaubères, R.-M.; Law, B.A.** *Enzymes in Wine Production*. In *Enzymes in Food Technology*; Sheffield Academic Press: Sheffield, UK, 2002; pp. 76–90.

**Vero, S.; Mondino, P.; Burgueno, J.; Soubes, M.; Wisniewski, M.** Characterization of Biocontrol Activity of Two Yeast Strains from Uruguay against Blue Mold of Apple. *Postharvest Biol. Technol.* 2002, 26, 91–98.

## W

**Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F., and Van der Heijden, M. G. A.** (2014). Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 111, 5266-5270. doi: 10.1073/pnas.1320054111

**WALD Elodie** Le grenadier (*Punica granatum*) : Plante historique et évolutions thérapeutiques récentes. 2009

**Waller F., Achatz B., Baltruschat H., Fodor J., Becker K., Fischer M., Heier T., Huckelhoven R., Neumann C., von W. D., Franken P. and Kogel K. H.** 2005. The endophytic fungus *Piriformospora indica* reprograms barley to salt-stress tolerance, disease resistance, and higher yield. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 102.

**Wang B, Qiu Y-L** (2006). Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza* 16: 299-363.

**Wehner J, Antunes PM, Powell JR, Mazukatow J, Rillig MC** (2010) Plant pathogen protection by arbuscular mycorrhizas: A role for fungal diversity? *Pedobiologia* 53: 197–201. **Whipps, J.M.** (2004) Prospects and limitations for mycorrhizas in biocontrol of rootpathogens. *Canadian Journal of Botany*, 82.

## Y

**Yasin M., Wakil W., Elshafie H. and Miller T.A.,** Potential role of microbial pathogens in control of red palm weevil (*Rhynchophorus ferrugineus*) - A Review, *Entomological Research*, DOI: 10.1111/1748-5967.12221 (2017)

## Z

**Zaidan Khlaif Imran Basrah** *Journal of Agricultural Sciences* 2011 Volume: 24 Issue: 2 Pages: 27-47

**Zak, J.C., Willig, M.R., Moorhead, D.L. and Wildman, H.G.** (1994) Functional diversity of microbial communities: a quantitative approach. *Soil Biol. Biochem.* 26, 1101-8.

**Zarafi A.B. and Dauda W.P.** Exploring the importance of fungi in agricultural biotechnology 2019

**Zhou, Z., Hogetsu, T.,** 2002. Subterranean community structure of ectomycorrhizal fungi under *Suillus grevillei* sporocarps in a *Larix kaempferi* [orest. *New Phytologist*] 154, 529-539.

## Résumé

L'identification de la diversité fongique est l'un des moyens les plus efficaces qui permettent de la valoriser par des applications dans différents domaines, entre autre dans le domaine de la biotechnologie verte. L'objectif de notre étude est d'identifier la diversité fongique pour la saison estivale 2018 mais aussi de montrer les éventuelles dominances existantes. Pour cela nous avons effectué un échantillonnage au sein d'un verger situé dans la région de Melaga, Daira de Messaad, Wilaya de Djelfa. Les prélèvements de sol ont été effectués à partir de 12 arbres et l'isolement s'est fait par la technique de suspension-dilution plate sur milieu PDA. Les analyses macroscopiques et microscopiques ont révélé treize genres fongiques à savoir *Aspergillus*, *Ulocladium*, *Penicillium*, *Aureobasidium*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Phoma*, *Mucor*, *Circinella*, *Torula*, *Cladosporium*, *Memnoniella* et *Bipolaris*. L'analyse statistique a révélé une prévalence du genre *Aspergillus* qui suit une différence de distribution très hautement significative avec les genres *Ulocladium* et *Penicillium*, la différence de distribution pour *Aureobasidium* est significative. Les neuf genres restants ne représentent pas de différence de distribution significative.

**Mots Clés :** agroécologie, diversité fongique du sol, *Punica granatum L.*

## Abstract

The identification of fungal diversity is one of the most effective means of valuing it through applications in various fields, including in the field of green biotechnology. The objective of our study is to identify the fungal diversity for the summer season 2018 but also to show the possible existing dominance. For this we carried out a sampling in an orchard located in the region of Melaga, Daira of Messaad, Wilaya of Djelfa. The soil samples were taken from 12 trees and the isolation was done using the flat suspension-dilution technique on PDA medium. The macroscopic and microscopic analyzes revealed thirteen fungal genera namely *Aspergillus*, *Ulocladium*, *Penicillium*, *Aureobasidium*, *Rhizopus*, *Alternaria*, *Phoma*, *Mucor*, *Circinella*, *Torula*, *Cladosporium*, *Memnoniella* and *Bipolaris*. Statistical analysis revealed a prevalence of the genus *Aspergillus* which follows a very highly significant difference in distribution with the genera *Ulocladium* and *Penicillium*, the difference in distribution for *Aureobasidium* is significant. The remaining nine genera do not represent a significant difference in distribution.

**Keywords:** agroecology, soil fungal diversity, *Punica granatum L.*