

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 des Sciences Biologiques



MEMOIRE DE MASTER 2 EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Spécialité : Diversité et Adaptation de la Flore Méditerranéenne

THÈME

Inventaire des Champignons endophytes des rameaux de *Zizyphus lotus* de la région de Djebba (Tizi-Ouzou, Algérie)

Présenté par :

M^{elle} MEKDACHE Amel

M^{elle} MESSAOUDI Amel

Le /09/2017

Devant le jury :

Mme BOUDIAF NAIT-KACI M.	MCA à l'UMMTO	Présidente
Mme YAKER-GHAZI A.	MAB à l'UMMTO	Promotrice
Mme SMAIL-SAADOUN N	Professeur à l'UMMTO	Co-Promotrice
Mr MEDJEKOUN N.	MAA à l'UMMTO	Examineur

2016/2017

Remerciements

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à :

Madame SMAIL- SAADOUN Noria, Professeur à l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, pour nous avoir proposé un sujet passionnant, pour sa disponibilité et pour les précieux conseils qu'elle nous a prodigués au cours de ce travail de recherche et tout le long de notre cursus ;

Madame YAKER-GHAZI A. pour avoir dirigé ce travail, pour sa disponibilité, ses précieux conseils et son soutien ;

Madame BOUDIAF NAIT-KACI M. pour avoir fait l'honneur de présider le jury de soutenance et d'examiner ce travail ;

Monsieur MEDJEKOUN N. d'avoir accepté de faire parti du jury afin d'examiner ce travail ;

Mademoiselle MECHIAH F. pour ses conseils, sa douceur et sa gentillesse ;

Nous remercions aussi le personnel du laboratoire «Ressources Naturelles» de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, où nous avons effectué notre mémoire. Dans ce laboratoire, on a eu l'occasion de faire des rencontres avec des personnes formidables.

Dédicaces

*Nous dédions ce travail à nos chers
parents qui nous ont soutenu et
encouragé ainsi qu'à tous ceux qui
nous aiment.*

Figure 1 : types d'ascocarpes. A : les Apothécies, B : les Cléistothèces, C : les Périthèce.....	6
Figure 2 : les grandes lignées de champignons.	7
Figure 3 : cycle de vie et mode de transmission (horizontale et verticale) des champignons endophyte systémique <i>Neotyphodium</i> sur son hôte <i>Festuca arundinacea</i>	9
Figure 4 : observation microscopique d' <i>Alternaria nobilis</i>	11
Figure 5 : observation microscopique de <i>Cladosporium cladosporioides</i>	12
Figure 6 : <i>Zizyphus lotus</i> arbrisseau.	14
Figure 7 : rameau de <i>Zizyphus lotus</i>	14
Figure 8 : feuille de <i>Zizyphus lotus</i>	14
Figure 9 : fleur de <i>Zizyphus lotus</i>	15
Figure 10 : diagramme florale de <i>Zizyphus lotus</i>	15
Figure 11 : fruit de <i>Zizyphus lotus</i> (L).	15
Figure 12 : répartition géographique de <i>Zizyphus lotus</i> en Afrique du Nord.	16
Figure 13 : localisation géographiques de la région d'Ouaguenoune à Tizi-Ouzou.	18
Figure 14 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен.	20
Figure 15 : sujet 1 de <i>Zizyphus lotus</i>	20
Figure 16 : sujet 2 de <i>Zizyphus lotus</i>	20
Figure 17 : sujet 3 de <i>Zizyphus lotus</i>	20
Figure 18 : sujet 4 de <i>Zizyphus lotus</i>	20
Figure 19 : sujet 5 de <i>Zizyphus lotus</i>	21
Figure 20 : sujet 6 de <i>Zizyphus lotus</i>	21
Figure 21 : sujet 7 de <i>Zizyphus lotus</i>	21
Figure 22 : sujet 8 de <i>Zizyphus lotus</i>	21
Figure 23 : rameau de <i>Zizyphus lotus</i>	21
Figure 24 : colonies du genre <i>Acremonium</i> observée à l'œil nu.	26
Figure 25 : observation microscopique du genre d' <i>Acremonium</i> sous microscope optique (× 400).	27
Figure 26 : colonie du genre <i>Alternaria</i> observée à l'œil nu.	27
Figure 27 : observations microscopiques du genre d' <i>Alternaria</i> sous microscope optique (× 400).	28
Figure 28 : colonies du genre <i>Aureobasidium</i> observée à l'œil nu.	28
Figure 29 : observations microscopiques du genre <i>Aureobasidium</i> sous microscope optique (× 400).	29

Figure 30 : colonie du genre <i>Cladosporium</i> observée à l'œil nu.....	29
Figure 31 : observations microscopiques de <i>Cladosporium</i> sous microscope optique (× 400).	30
Figure 32 : colonie du genre <i>Dictyopolyschema</i> observée à l'œil nu.....	30
Figure 33 : observation microscopique du genre <i>Dictyopolyschema</i> sous microscope optique (× 400).	31
Figure 34 : colonie du genre <i>Epicoccum</i> observée à l'œil nu.....	31
Figure 35 : observations microscopiques du genre <i>Epicocum</i> sous microscope optique (× 400).	32
Figure 36 : colonie du genre <i>Helicosporium</i> observée à l'œil nu.....	32
Figure 37 : observation microscopique du genre <i>Helicosporium</i> sous microscope optique (× 400).	33
Figure 38 : colonie du genre <i>Penicillium</i> observée à l'œil nu.	33
Figure 39 : observation microscopique du genre de <i>Penicillium</i> sous microscope optique (× 400).	34
Figure 40 : colonie du genre <i>Phoma</i> observée à l'œil nu.	34
Figure 41 : observations microscopiques du genre <i>Phoma</i> sous microscope optique (× 400).	35
Figure 42 : colonie du genre <i>Pithomyces</i> observée à l'œil nu.	35
Figure 43 : observations microscopiques du genre <i>Pithomyces</i> sous microscope optique (× 400).	36
Figure 44 : colonie du genre <i>Stemphylium</i> observée à l'œil nu.....	36
Figure 45 : observation microscopique du genre <i>Stemphylium</i> sous microscope optique (× 400).	37
Figure 46 : colonies du genre <i>Ulocladium</i> observée à l'œil nu.	37
Figure 47 : observations microscopiques du genre <i>Ulocladium</i> sous microscope optique (× 400).	38
Figure 48 : statut général de l'abondance (%) des genres fongiques des rameaux de <i>Zizyphus lotus</i> selon les quatre points cardinaux.....	39
Figure 49 : abondance des champignons endophytes identifiés (%) au niveau du sujet 1.....	41
Figure 50 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 2.	42
Figure 51 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 3.	43

Figure 52 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 4.	45
Figure 53 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 5.	46
Figure 54 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 6.	48
Figure 55 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 7.	49
Figure 56 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de <i>Zizyphus lotus</i> dans le sujet 8.	51
Figure 57 : représentation des genres de champignons endophytes et des sujets de <i>Zizyphus lotus</i> sur A.C.P.	53

Tableau 1 : coordonnées géographiques de la région de Djebba.	18
Tableau 2 : températures moyenne mensuelles et annuelle en °C de la wilaya de Tizi-Ouzou période (2001-2015)	19
Tableau 3 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm de la wilaya de Tizi-Ouzou période (2001-2015).	19
Tableau 4 : classification des genres de mycoendophytes recensé.....	25
Tableau 5 :abondances des genres fongiques isolés à partir des fragments des rameaux de <i>Ziziphus lotus</i> selon les quatre points cardinaux	38
Tableau 6 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 1..	40
Tableau 7 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 2.....	41
Tableau 8 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 3..	43
Tableau 9 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 4.....	44
Tableau 10 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 5..	46
Tableau 11 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 6..	47
Tableau 12 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 7.....	49
Tableau 13 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 8.....	50
Tableau 14 : matrice de corrélation entre les genres de mycoendophyte.....	52

Liste des figures

Liste des tableaux

Sommaire

Introduction générale	2
Chapitre 1: Les mycoendophytes	4
1. Clade des champignons	4
1.1. Chytridiomycota	Erreur ! Signet non défini.
1.2. Zygomycota	Erreur ! Signet non défini.
1.3. Glomeromycota	Erreur ! Signet non défini.
1.4. Dikarya	Erreur ! Signet non défini.
1.4.1. Ascomycota	Erreur ! Signet non défini.
1.4.2. Basidiomycota	Erreur ! Signet non défini.
2. Les mycoendophytes	8
2.1. Définition	8
2.2. Mode de transmission :	Erreur ! Signet non défini.
2.2.1. La transmission verticale (croissance végétative des hyphes).....	Erreur ! Signet non défini.
2.2.2. La transmission horizontale (croissance par le biais des spores) ...	Erreur ! Signet non défini.
2.3. Rôles et interactions plantes-mycobiontes	Erreur ! Signet non défini.
2.4. Description de quelques genres de Champignons endophytes .	Erreur ! Signet non défini.
2.4.1. <i>Alternaria</i>	10
2.4.2. <i>Cladosporium</i>	11
Chapitre 2: Description de <i>Zizyphus lotus</i>	13
1. Systématique de <i>Zizyphus lotus</i>	13
2. Description botanique de <i>Zizyphus lotus</i>	13
3. Répartition géographique de <i>Zizyphus lotus</i>	16
4. Utilisations de <i>Zizyphus lotus</i>	16
Chapitre 3: Matériel et méthodes	18

1. Description de la zone d'étude.....	18
2. Echantillonnage sur le terrain	20
3. Préparation du milieu de culture P.D.A (Potato-Dextrose-Agar).....	22
3.1. Composition	22
3.2. Préparation et stérilisation	22
4. Traitement des échantillons	22
4.1. Stérilisation superficielle.....	22
4.2. Ensemencement des fragments de rameau.....	23
5. L'identification des isolats fongique.....	23
5.1. Observation macroscopique	23
5.2. Observation microscopique.....	24
6. Analyse statistique	24
6.1. Calcul de la fréquence de colonisation.....	24
6.2. Calcul de l'abondance des espèces fongiques.....	24
6.3. Les logiciels utilisés	24
Chapitre 4: Résultats et discussions	25
1. Inventaire des champignons endophytes présents	25
2. Diversité et abondance de l'ensemble des mycoendophytes recensés.....	38
2.1. Diversité et abondance des mycoendophytes selon les sujets échantillonnés.....	40
3. Analyse en composantes principales (A.C.P)	52
Conclusion et perspectives	59
Références bibliographiques	61

Zizyphus lotus, également connu sous le nom de jujubier, appartient à la famille des Rhamnaceae. Cette famille comprend environ 135-170 espèces de *Zizyphus* (Maraghni et al., 2010). En Afrique, *Zizyphus lotus* est largement distribué dans la région méditerranéenne, comme l'Algérie, le Maroc, la Tunisie et la Libye (Souleyman, 2016). Cette plante est employée dans la nutrition, la santé et les cosmétiques sous plusieurs formes, par exemple, le miel, le thé, la confiture, le jus, l'huile, les pains et les gâteaux. En outre, dans la médecine traditionnelle d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, plusieurs parties de *Zizyphus lotus* sont administrées en tant qu'agents anti-urinaires, anti-diabétiques, contre les infections cutanées, antiviraux, anti-diarrhéiques, agents d'insomnie, sédatifs... (Adzu et al., 2003 ; Anand et al., 1989). D'autre part, cette plante offre un délicieux fruit le jujube, qui est consommé frais ou séché par les populations locales (Elaloui et al., 2014).

Face aux stress biotiques et abiotiques, *Zizyphus lotus* est contraint de développer des mécanismes uniques tels que des interactions avec des microorganismes afin de réduire ce stress et en contre partie améliorer la nutrition et assurer la survie. L'interaction est au centre de l'écologie, il paraît impossible d'identifier un système biologique dans son habitat naturel qui ne participe pas dans une forme d'interaction. Elle joue un rôle prépondérant au cours de l'évolution des organismes qui interagissent. Au cours du temps, elles deviennent de plus en plus nombreuses et étroites, et est à l'origine de la diversification des plantes, mais également des microorganismes participants aux interactions. De plus, elle conduit à l'apparition de nombreuses adaptations morphologiques, biochimiques et comportementales des organismes impliqués (Raven et al., 2000).

Parmi les microorganismes impliqués dans ces interactions, nous pouvons citer les champignons endophytes qui sont diversifiés sur le plan taxonomique et biologique, mais ils ont tous le même caractère de coloniser les tissus végétaux internes, sans causer de dommages apparents à leur hôte (Wilson, 1995). Leur façon de croître asymptomatiquement dans les tissus de plante a induit que leur relation avec l'hôte était de l'ordre du mutualisme et de la symbiose, mais leur biodiversité suggère qu'ils peuvent être également des saprophytes ou des pathogènes opportunistes (Strobel et al., 2004). Ils reçoivent la nutrition et la protection de la plante hôte et, en retour, ils améliorent la compétitivité ainsi que la résistance de celle-ci aux différents agents pathogènes, tels les bactéries, champignons, parasites, insectes... ainsi qu'aux différents types de stress abiotiques (Saikkonen et al., 1998). Grâce à cette protection, les champignons endophytes ont reçu une attention considérable et sont maintenant considérés

comme étant une source riche de nouveaux métabolites secondaires biologiquement actifs (Zhang et *al.*, 2006).

La présente recherche a été initiée avec pour objectif essentiel, d'inventorier les champignons endophytes des rameaux de *Zizyphus lotus* de la région de Djebela à Ouaguenoune (Wilaya de Tizi-Ouzou, Algérie).

Cette étude a été faite dans le cadre des travaux du laboratoire Ressources Naturelles de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. L'approche a été réalisée en 4 chapitres :

- ❖ le chapitre 1 dans lequel nous avons décrit les mycoendophytes, les interactions avec les espèces végétales et leurs différents rôles ;
- ❖ le chapitre 2 concerne la description de la plante *Zizyphus lotus* ;
- ❖ le chapitre 3 présente le matériel et les méthodes utilisées ;
- ❖ le chapitre 4 dans lequel nous avons présenté et discuté nos résultats.

Nous avons terminé le travail par une conclusion et des perspectives.

Les champignons constituent l'un des principaux clades de la vie. Environ 80 000 espèces de champignons ont été décrites, mais le nombre réel d'espèces a été estimé à environ 1,5 million (Hawksworth, 2001; Hawksworth *et al.*, 1995). Ces champignons représentent l'un des plus importants groupes d'organismes sur terre et jouent un rôle clé dans un grand nombre d'écosystèmes (Mueller et Schmit, 2007). Ces espèces sont des thallophytes qui se distinguent fondamentalement des algues par l'absence de chlorophylle et de toute ébauche de plastides. Le thalle est une structure filamenteuse : c'est un mycélium étroitement lié au substrat dont il se nourrit (Lanier *et al.*, 1978).

Les champignons sont des eucaryotes à mode de reproduction sexuée ou asexuée (Stéphane, 2012), généralement saprophyte (ils vivent de matières organiques en décomposition). Tous sont dépourvus de chlorophylle, ce qui les condamne à une hétérotrophie totale vis-à-vis du carbone (Bouchet *et al.*, 1999). Ils ont une paroi constituée de chitine, polysaccharide très résistante constitué de résidus N-acétylglucosamine (Carlile et Watkinson, 1994).

1. Clade des Champignons

Les principaux groupes de champignons sont repris dans la figure 2.

1.1. Chytridiomycota

Les chytrides sont un groupe essentiellement aquatique d'environ 790 espèces (Raven *et al.*, 2008). Ce sont des champignons unicellulaires aquatiques morphologiquement simples, qui se caractérisent par la présence de zoospores typiquement munies d'un unique flagelle dirigé vers l'arrière ; elles constituent la lignée évolutive la plus ancienne des champignons (James *et al.*, 2006). Presque tous les chytrides sont cénocytiques, ne montrant que de rares cloisons à maturité (Raven *et al.*, 2008).

1.2. Zygomycota

Ce groupe formé d'organismes microscopiques hétérogènes est polyphylétique (James *et al.*, 2006 ; Tanabe *et al.*, 2000 ; Bar-Hen *et al.*, 2008), avec 1060 espèces décrites. La plupart possèdent des hyphes cénocytiques (Raven *et al.*, 2008). Ce sont des Champignons dépourvus de cellules flagellées et à thalle non cloisonné, ils ont un zygote provenant de la fusion de deux gamétocystes plurinucléés (cystogamie), qui devient une spore de résistance plurinucléée, appelée zygosporé (Lanier *et al.*, 1978).

Les Zygomycota sont des Champignons ubiquistes omniprésents dans diverses interactions dans le milieu naturel (white et *al.*, 2006). Certains Zygomycètes fréquents à la surface des fruits ou des objets abandonnés à l'humidité, constituent de véritables moisissures, d'autres vivent en parasites des animaux supérieurs et de l'homme (Bouchet, 1989). D'autres encore forment des associations symbiotiques (des endomycorrhizes) avec des plantes (Raven et *al.*, 2008).

1.3. Glomeromycota

Historiquement, les organismes de ce phylum étaient placés au sein des Zygomycota, dans l'ordre des Glomérales, un groupe qui regroupait les champignons mycorhiziens à arbuscules (Morton et Benny, 1990). C'est pourquoi une analyse phylogénétique du gène codant l'ARNr 18S a été faite et a démontré la monophylie de l'ensemble des champignons mycorhiziens à arbuscules, ce qui a permis d'ériger un nouveau phylum: les Glomeromycota (SchüBer et *al.*, 2001).

A ce jour, 160 espèces ont été décrites en adoptant le traditionnel concept d'espèce morphologique principalement basé sur la morphologie de la paroi des spores. Néanmoins, de nombreux phylotypes ont été découverts par approches moléculaires (Helgason et *al.*, 1998 ; Vandenkoornhuyse et *al.*, 2002b ; Opik et *al.*, 2008). Toutes les espèces de ce phylum sont des organismes symbiotiques biotrophes stricts de plantes (formant des mycorhizes à arbuscules) (Le calvez, 2009).

1.4. Dikarya

Les Dikarya sont constitués des Ascomycota et des Basidiomycota et représentent la majorité des espèces de champignons décrites (Le Calvez, 2009).

Ils sont unis par la possession d'hyphes cloisonnées et une étape de la vie dicaryotique, mais différents dans les structures impliquées dans la méiose et la sporulation (Lutzoni et *al.*, 2004).

1.4.1. Ascomycota

C'est le plus grand phylum de Fungi avec 45000 espèces décrites (Le calvez, 2009) et l'un des phyla les plus divers et omniprésents des eucaryotes et constituent la quasi-totalité des champignons capables de former des associations lichéniques (Bouchet et *al.*, 1999).

Les Ascomycètes sont des champignons dépourvus de cellules flagellées (Eumycète) dont le mycélium est septé et dont le cycle de développement sexué comporte la production de cellules particulières, les asques (Lanier et *al.*, 1978). L'appareil fructifère des Ascomycètes est un ascocarpe classés en trois types (Figure1) :

- Les Apothécies (pézize) c'est un groupe qui édifie des ascospores très typiques ayant l'aspect d'une coupe largement ouverte.
- Les Cléistothèces sont closes comme *Penicillium*.
- Les Périthèces (*Sordaria*) s'ouvrent à maturité au moyen d'un canal par où sortent les ascospores (Roland, 2008).

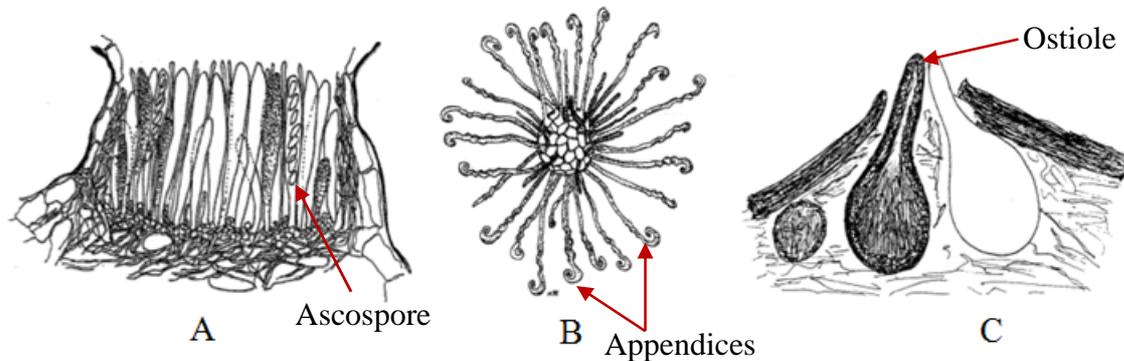


Figure 1 : types d'ascocarpes. A : les Apothécies, B : les Cléistothèces, C : les Périthèces. (Lumsch, 2000).

Chez la plupart des espèces de cet embranchement, la reproduction asexuée est généralement assurée par des conidies plurinuclées. Les conidies se forment à partir de cellules conidiogènes qui naissent au sommet d'hyphes modifiées appelées conidiophores (Raven et *al.*, 2008).

1.4.2. Basidiomycota

Ce phylum regroupe 2000 espèces décrites (Taylor *et al.*, 2004). Les Basidiomycètes sont les Champignons les plus perfectionnés ; ils sont caractérisés par l'existence d'un sporocyste spécialisé dans la production de spores méiotique exogènes : la baside (Bouchet, 1989). Les spores se différencient extérieurement à l'extrémité de filaments courts appelés stérigmates (Bouchet et *al.*, 1999).

Leur mode de vie est principalement saprophyte : ce sont d'ailleurs les organismes fongiques ayant les capacités de dégradation de matériels ligno-cellulolytique les plus élaborées (Hibbet et Donoghue, 2001).

Le groupe des Basidiomycètes rassemble la majorité des champignons mycorhiziens à carpophores, mais aussi des parasites des plantes et des levures (Cordier, 2012).

Les principaux groupes de Champignons sont repris dans la figure 2 qui suit :

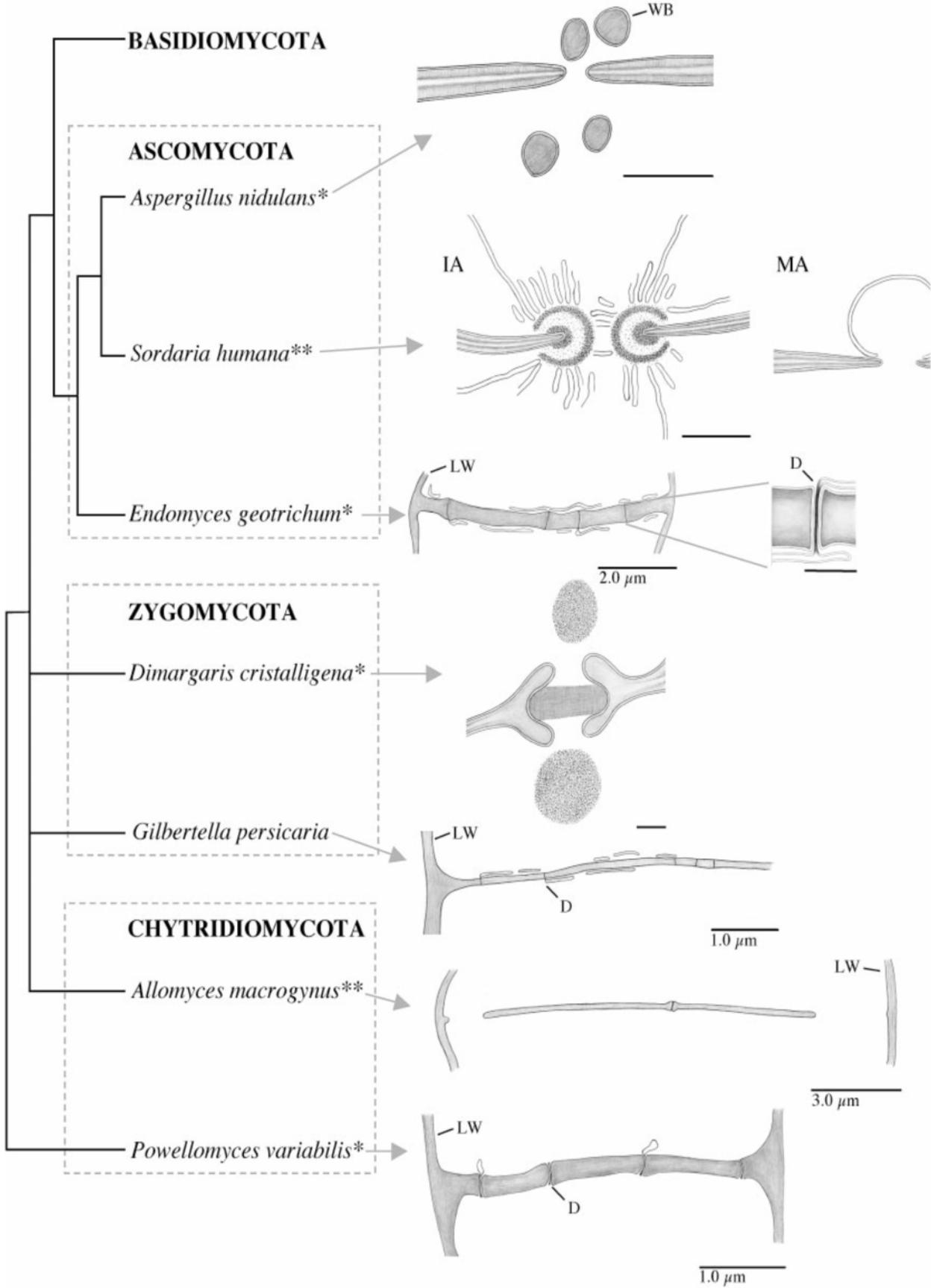


Figure 2 : les grandes lignées de champignons.
(Lutzoni et al., 2004)

2. Les mycoendophytes

2.1. Définition

En 1866, Anton De Bary, inventa le terme endophytes (Moricca et Ragazzi, 2008), qui est composé de deux mots grecs, « endon » signifiant au sein et « phyton » désignant plante (Staniek et *al.*, 2008).

Le mot endophyte signifie donc "dans la plante". La définition la plus couramment utilisée pour décrire les endophytes est celle de Petrini (1991) qui définit les endophytes comme étant tous les microorganismes vivant dans les organes végétaux internes à un certain moment de leurs vie et peuvent coloniser les tissus végétaux internes sans causer des dommages apparents chez l'hôte (Hyde et Soyong, 2008). Les champignons sont les microorganismes les plus fréquemment isolés en tant qu'endophytes (Strobel et *al.*, 2004), ce sont des champignons qui peuvent croître de façon intra et/ou intercellulaires (Pimentel et *al.*, 2011) dans les tissus internes des plantes, sous la couche des cellules épidermiques (Moricca et Ragazzi, 2008). Ils sont présents et ont été isolés à partir de toutes les plantes déjà étudiées (Hyde et Soyong, 2008). Les champignons endophytes sont ubiquistes. En effet, ils ont été détectés dans pratiquement toutes les espèces de plantes (Saikkonen et *al.*, 1998), à toutes les latitudes (Arnold, 2007).

2.2. Mode de transmission :

Le mode de transmission est le moyen par lequel le champignon endophyte peut coloniser un autre individu végétal à partir de l'hôte initial. Deux modes de transmission sont observés chez les champignons endophytes :

2.2.1. Transmission verticale (croissance végétative des hyphes)

Selosse et Schardl, (2007) constatent que ce mode de transmission se fait par la croissance végétative des hyphes qui est complètement interne. Les hyphes du champignon sont transmis de la plante infectée vers la descendance via les graines (Saikkonen *et al.*, 2004a) (Figure 3). C'est le principal mode de transmission des champignons endophytes (Saikkonen et *al.*, 2010). Ce modèle de transmission favorise des relations bénéfiques avec la plante hôte (Herre et *al.*, 1999).

2.2.2. Transmission horizontale (croissance par le biais des spores)

Selon Clay (1986) la transmission horizontale se fait via les spores. Le champignon peut être transmis soit par spores sexuées ou asexuées (Saikkonen et *al.*, 2004b) pour infecter d'autres plantes (Arnold *et al.*, 2003; Gallery *et al.*, 2007) (Figure 3).

Le succès des transmissions verticale et horizontale peut dépendre des conditions environnementales (Agnew et Koella, 1999; Restif et Kaltz, 2006). Par exemple, l'humidité peut être critique pour une infection réussie par les spores contagieuses (Beyer et *al.*, 2004). Alors que l'établissement réussi des semis verticalement infectés peut dépendre de l'humidité du sol (Abbott et Roundy, 2003), Meijer et Leuchtman (2000) ont constaté que la transmission horizontale était plus fréquente dans les conditions ombragées et ensoleillées.

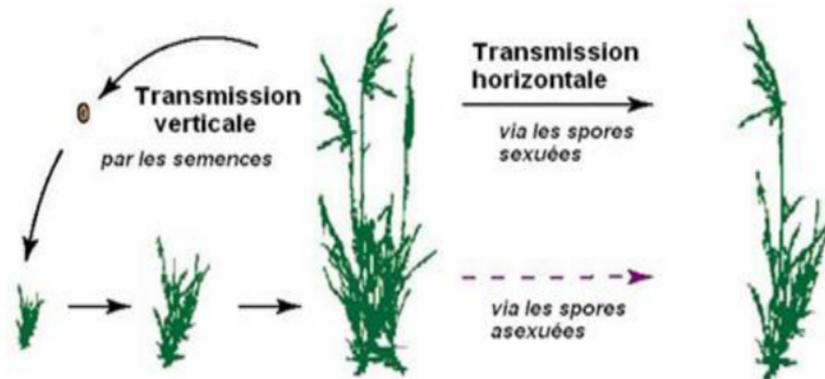


Figure 3 : cycle de vie et mode de transmission (horizontale et verticale) des champignons endophyte systémique *Neotyphodium* sur son hôte *Festuca arundinacea*. (Saikkonen et *al.*, 2004)

2.3.Rôles et interactions plantes-mycosymbiotes

Ces champignons ont un rôle très important dans la dégradation de la matière organique et constituent une part importante des décomposeurs sur Terre (Lutzoni et *al.*, 2004). Les champignons endophytes facilitent l'accès aux nutriments en jouant, chez les plantes un rôle nourricier au cours des différentes phases phénologiques (Stone et *al.*, 2000).

Toutes les plantes sont connues pour percevoir et réagir aux signaux de stress comme la sécheresse, la chaleur, la salinité, les herbivores et les pathogènes (Bohnert et *al.*, 1995 ; Bartels et Sunkar, 2005). Herre et *al.* (2007) ont démontré que le mycoendophyte joue un rôle mutualiste potentiellement important, en augmentant la réponse de la défense de l'hôte contre les agents pathogènes.

Les endophytes peuvent être des candidats potentiels comme contrôleurs biologiques en protégeant la plante hôte des aléas de l'environnement (stress abiotiques) et de leurs ennemis naturels, tels que les herbivores et les microorganismes pathogènes (stress biotique). Lorsque l'aptitude de la plante hôte à vivre est réduite par les différents stress de l'environnement, la vie des endophytes sera aussi affectée. Dans cette optique, il s'avère capital pour les

endophytes de protéger leur hôte. Pour cela, ils stimulent la plante à produire des substances allélochimiques comme les phytoalexines, les phénols, les flavonoïdes et les alcaloïdes qui sont généralement des métabolites secondaires toxiques, qui apparaissent pour protéger les plantes (Wilson, 2000). En retour, l'hôte procure à l'endophyte des éléments nutritifs, la photosynthèse lui permet aussi en cas de transmission verticale, le passage à la prochaine génération (Zabalgogea, 2008). Ils reçoivent, une protection contre la dessiccation, et la possibilité de se propager grâce à leurs hôtes (Clay et Schardl, 2002).

L'ubiquité des mycoendophytes chez les plantes et au sein de leur tissu démontrent que les champignons ont été associés avec les plantes depuis la première colonisation de la terre (Heckman et al., 2001; Berbee, 2001). Les chercheurs dans ce domaine estiment que ces interactions sont des plus importantes étapes d'évolution qu'ont connu les végétaux pour passer de la vie aquatique à la vie terrestre (Selosse et Le Tacon, 1998 ; Heckman et al., 2001).

2.4. Description de quelques genres de Champignons endophytes

2.4.1. *Alternaria*

Kirk et al., (2008) ont déterminé que les champignons du genre *Alternaria* appartiennent au phylum d'Ascomycota, formant un mycélium cloisonné brun ne présentant aucun mode de reproduction sexuée connu. Les champignons appartenant au genre *Alternaria* se multiplient de manière asexuée à partir de filaments spécialisés appelés conidiophores où vont être différenciées des conidies (ou spores), brunes également, très caractéristiques du genre, organisées en chaînette. Ce sont des dictyospores : conidies piriformes, à la base élargie avec des septa transversaux, obliques et longitudinaux en nombre variable.

Leur extrémité est constituée d'une partie rétrécie plus ou moins longue appelée le « bec ». L'aspect global rappelle la forme d'une massue. Elles mesurent entre 50-100 µm de long et 3-16 µm de large (Calmes, 2011).

Le champignon *Alternaria*, connu également sous le nom de pathogène post-récolte (Thomma, 2003) est un genre fongique omniprésent dans une grande variété d'habitats, qui comprend des espèces saprobiques, endophytes et pathogènes. Il est associé à une grande variété de substrats, y compris les graines, les plantes, les produits agricoles, les animaux, le sol et l'atmosphère (Woudenberg et al., 2013).

Il engendre une large gamme de maladies importantes comme le cancer de la tige, le feu bactérien ou la tache foliaire sur une grande variété de cultures (Thomma, 2003).

Les espèces d'*Alternaria* ont une importance clinique car ils sont bien connus pour la production de métabolites secondaires toxiques dont certains sont puissants, par exemple les mycotoxines qui ont été impliquées dans le développement du cancer chez les mammifères (Thomma, 2003).



Figure 4: observation microscopique d'*Alternaria nobilis*.
(Wounderberg et al., 2013)

2.4.2. *Cladosporium*

Le champignon *Cladosporium* est un Ascomycota qui est présenté comme l'un des plus grands et les plus hétérogènes des hyphomycètes, comprenant plus de 772 noms (Dugan et al., 2004) y compris endophytique, fongicide, pathogène humain, phytopathogène et espèces saprobiques. Les espèces de ce genre affectent la vie humaine quotidienne de différentes manières. En effet *Cladosporium* a été impliqué dans plusieurs infections pulmonaires et cutanées et autres problèmes de santé humaine (De Hoog et al., 2000). Les membres saprobiques communs de *Cladosporium* se produisent sur toutes sortes de feuilles et de tiges sénescents et mortes, plantes herbacées et ligneuses (Crous et al., 2007).

La croissance du *Cladosporium* se déroule dans des habitats humides, en raison de la nécessité en eau pour survivre (Ogorek et *al.*, 2012).

Les conidies du *Cladosporium* sont détachées et portent des cicatrices à partir de leur point d'attache au conidiophore ou aux conidies inférieure et supérieure.

La présence de mélanine au niveau de la paroi du champignon, rend les cicatrices plus visibles (Kiffer et Morelet. ; 1997). Selon Kiffer et Morelet, (1997) les conidies de *Cladosporium* sont simples (amérospores), ou possèdent une ou plusieurs cloisons (didymospores, phragmospores).

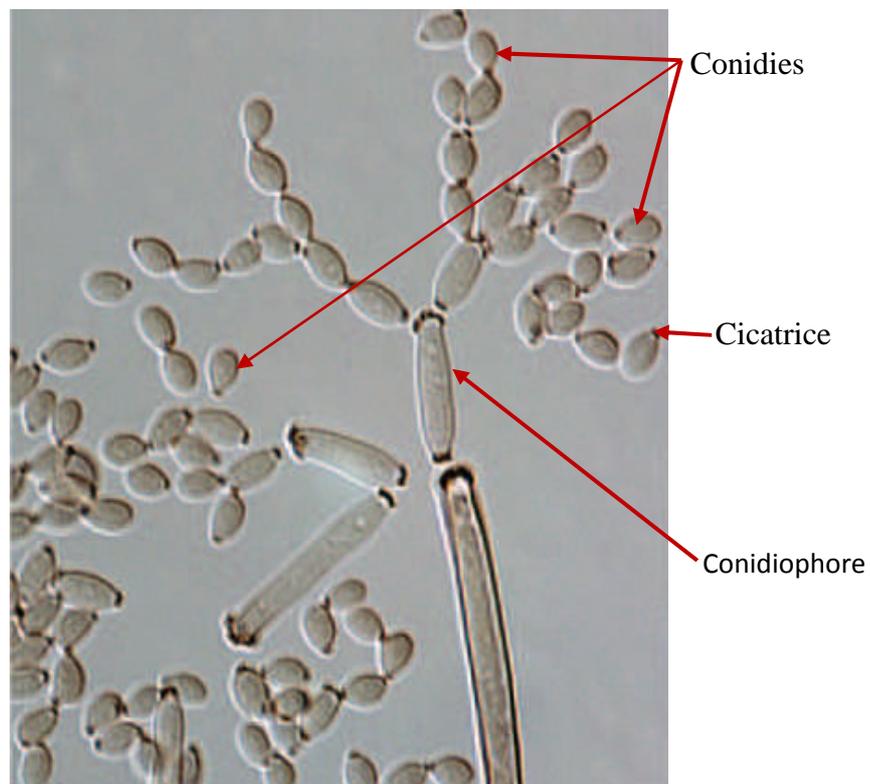


Figure 5: observation microscopique de *Cladosporium cladosporioides*.
(Bensch et *al.*, 2010)

1. Systématique de *Zizyphus lotus*

Selon Ghedira (2013), la nomenclature de l'espèce *Zizyphus lotus* est présentée de la façon suivante :

- Nom scientifique : *Zizyphus lotus*
- Noms vernaculaires :
 - Français: Jujubier sauvage, jujubier de Berbérie, lotus des anciens, jujubier des Lotophages.
 - Anglais : African jujube, Lote fruit, Lotus tree, lotus jujube, wild jujube.
- Appellations locales : Zizouf, sedra, sidr, sidr barri, nbeg, azar, djerdjer (Baba Aissa, 2011).

La systématique de cette plante est la suivante :

- Embranchement : Spermatophytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous classe : Rosidae
- Ordre : Rhamnales
- Famille : Rhamnaceae
- Genre : *Zizyphus*
- Espèce : *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Spichiger et al., 2004)

2. Description botanique de *Zizyphus lotus*

Zizyphus lotus est un arbuste, très ramifiée à partir de la base (Sánchez-balibrea et al., 2012). Il peut atteindre la taille d'un petit arbre de 1 à 3 m de hauteur (Chevalier, 1947) (Figure 6).

Les racines de *Zizyphus lotus* sont longues et traçantes (Lapie et Maige, 1914).

L'écorce est grise à brune, peu fissurée, à tranche rose à rougeâtre (Bréhima Koné et al., 2009).



Figure 6: *Zizyphus lotus*.
(Ghedira et al., 2013)

Les rameaux jeunes sont glabres (Quézel et Santa, 1963), recourbés vers le bas, flexueux de couleur vertes ou rosées. Les adultes sont gris ou blanc ponctué, arqués en zig-zag (Négre, 1962), à épines disposées par deux à l'aisselle des feuilles : l'une, plus ou moins droite et effilée, un peu orientée vers le haut et atteint 1,8 cm de longueur ; l'autre en crochet, plutôt orientée vers le bas et un peu plus courte (Bréhima Koné et al., 2009) (Figure 7).

Les feuilles sont caduques entières, alternes, trinervées, coriaces à pétiole court (Négre, 1962); limbe vert et plus ou moins brillant sur la face supérieure, grisâtre et pubescent sur la face inférieure (Bréhima Koné et al., 2009). Elles sont glabres et glauques en dessous, ovales, 1.5 à 2 fois plus longues que large, à margés entières ou finement sinuées (Quézel et Santa, 1963) (Figure 8).

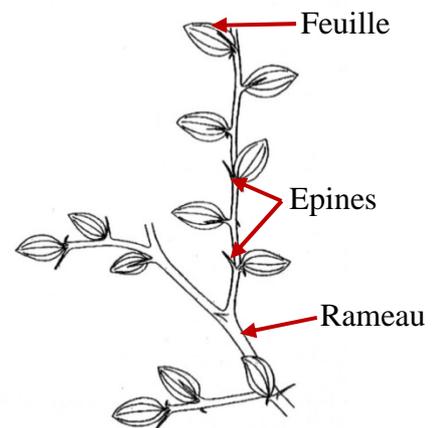


Figure 7 : rameau de *Zizyphus lotus*.
(Négre, 1962)

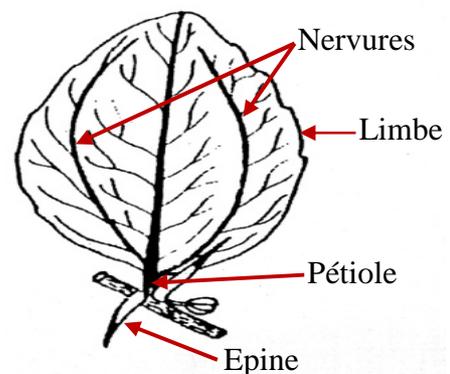


Figure 8 : feuille de *Zizyphus lotus*.
(Quézel et Santa, 1963)

Les fleurs sont regroupées en fascicules axillaires peu fournie, fleurs hermaphrodites, petites (0.3-0.5 cm), à 5 grands sépales, 5 petits pétales opposés à 5 étamines, elles mêmes insérées sous le disque central, porteur du style (Négre, 1962) très visibles de couleurs jaune, un ovaire supère (Baba Aissa, 1999 ; Claudine, 2007) (Figure 9 et 10) ; il Fleuri en été (Negre, 1962).

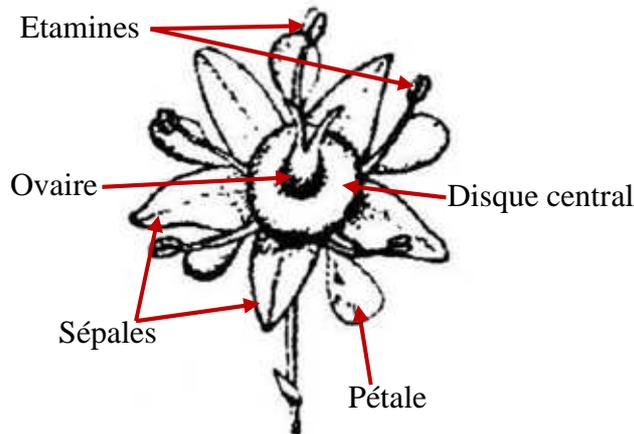


Figure 9 : fleur de *Zizyphus lotus*.
(Quézel et Santa, 1963)

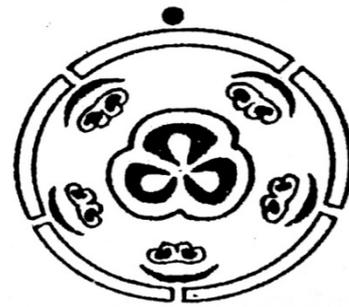


Figure 10 : diagramme florale de
Zizyphus lotus.
(Gaussen et al., 1983)

Le fruit est une drupe de la taille d'un pois de couleur verte, puis jaune, qui devient rouge foncé quand il est mur en octobre ; sa pulpe est épaisse, à saveur sucrée et fade (Bayer et Butter, 2000) (Figure 11).

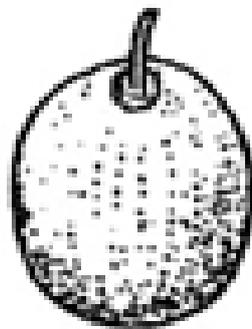


Figure 11 : fruit de *Zizyphus lotus* (L).
(Quézel et Santa, 1962-1963)

3. Répartition géographique de *Zizyphus lotus*

Zizyphus lotus est originaire de la Chine septentrionale. De là, il avait été apporté dans l'Asie occidentale (Munier, 1979), puis en Europe méridionale et dans les steppes semi-désertiques d'Afrique du Nord méditerranéen, en Arabie, au Sahara septentrional, au Sahara central et en Asie-mineure. On le rencontre dans les zones rocailleuses au niveau des falaises, aux pieds des collines et dans les lits oueds à fond rocailleux (Maire, 1933; Chopra et al., 1960; Ozenda, 1991).

Zizyphus lotus se retrouve sur tout le nord du Maghreb (Quézel et Santa, 1963). Il est très répandu dans les régions arides d'Algérie du Sud (Mounni, 2008), les pâturages arides, les steppes et dans toute l'Algérie, sauf sur le tell algéro-constantinois (Quézel et santa, 1962-1963) (Figure 12).

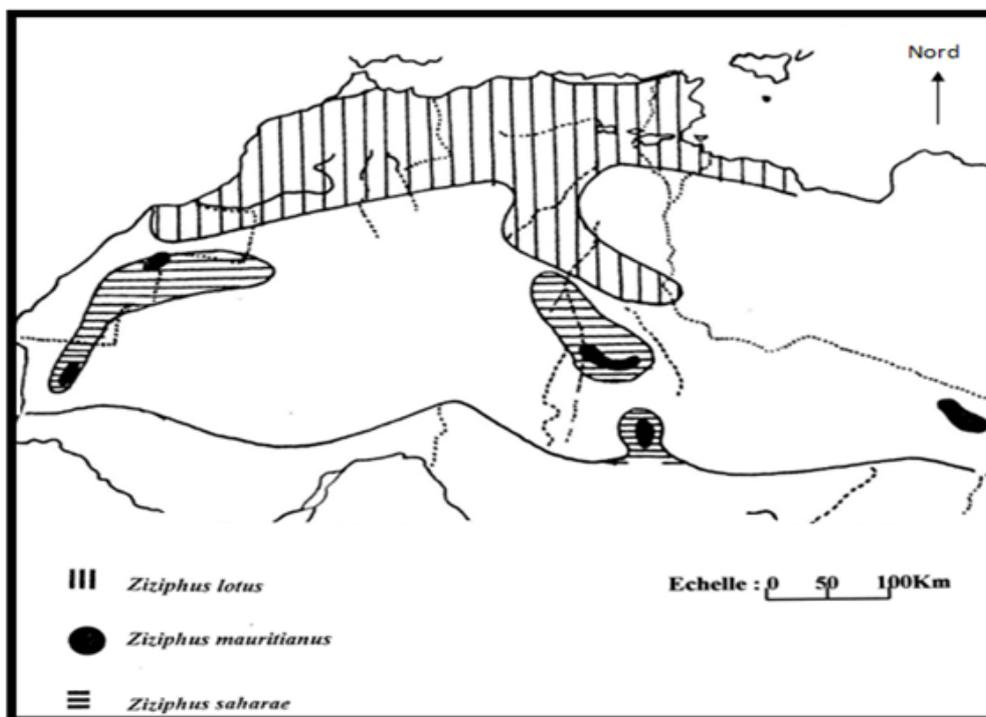


Figure 12 : répartition géographique de *Zizyphus lotus* en Afrique du Nord. (Quézel et Santa, 1962-1963)

4. Utilisations de *Zizyphus lotus*

Zizyphus lotus est une plante qui est appréciée lorsqu'il est jeune ; il fournit la majeure partie du bois de chauffage et sert à confectionner les clôtures autour des tentes. Il se ressème naturellement, quand ses graines sont passées par le tube digestif des animaux (Négre, 1962).

Zizyphus lotus est une plante médicinale; les feuilles, les fruits et les racines sont utilisés en décoction. Les feuilles et les fruits broyés, mélangés avec de l'eau ou du lait tiède sont appliqués comme emplâtre sur les furoncles (Chehema, 2006). Les feuilles sont utilisées contre les piqûres des vipères au Sahara (Benchalah, 2004), et les fruits sont préconisés dans le traitement de la gorge et les affections respiratoires (Baba Aissa, 1999 ; Borgi, 2007).

La racine est recommandée pour les infections pulmonaires, et dans le cas d'ictères (Chehema, 2006). Le décocté des racines est utilisé par les personnes diabétiques comme hypoglycémiant (Lahlou, 2002 ; Allali, 2008).

Les fruits à pulpe sucrée sont très appréciés par les populations locales et font l'objet d'un commerce. *Zizyphus lotus* est brouté par le dromadaire (Maire, 1933; Ozanda, 1991 ; Chehema, 2006).

Zizyphus lotus (les feuilles, l'écorce des racines) possède une importante activité antiulcérogénique, attribuée à la présence des tanins et des flavonoïdes connus pour leur effets gastro-protecteur (Borgi *et al.*, 2008).

Les flavonoïdes et les saponines de l'écorce des racines de *Zizyphus lotus* ont montré une activité anti-inflammatoire significative (Borgi *et al.*, 2006).

Les feuilles de *Zizyphus lotus* possèdent des effets analgésiques attribués à leur contenu en principes actifs ; les flavonoïdes et les saponines (Borgi *et al.*, 2007(a) ; Borgi *et al.*, 2008).

Des études faites par Ghédira *et al.*, (1995) ont montré qu'un alcaloïde de cette espèce présente une activité antibactérienne significative, sans négliger l'effet synergique des autres molécules, à effet antimicrobien. Les extraits de *Zizyphus lotus* sont actifs contre les champignons, les levures et les virus (Jürgen *et al.*, 2009).

Le climat de la wilaya de Tizi-Ouzou est de type méditerranéen, il est caractérisé par un hiver humide et froid et un été sec et chaud (Yennek, 2010).

Les données climatiques utilisées pour caractériser la région d'Ouaguenoune, sont celles de la station de Tizi-Ouzou. Elles ont été récupérées à l'office national de météorologie (O.N.M) de Boukhalfa. Elles ont permis de donner les caractères généraux du climat de la région étudiée de l'année 2001 jusqu'en 2015.

La wilaya de Tizi-Ouzou est caractérisée par des températures moyennes mensuelles variables (Tableau 2). Les mois les plus froids sont : janvier, février et les mois les plus chauds sont : juin, juillet, août et septembre. La température moyenne annuelle sur 15 ans est de 19,2°C.

Tableau 2 : températures moyenne mensuelles et annuelle en °C de la wilaya de Tizi-Ouzou période (2001-2015).

Mois	Jan	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
Moy	11,4	11,4	14,1	16,7	20,2	25,1	28,7	28,9	25,2	22,1	15,8	12,2	19,2

(Source : ONM de Tizi-Ouzou)

Les données de précipitations recueillies dans notre région d'étude, auprès de l'ONM de Tizi-Ouzou, sont présentées sur le tableau 3.

Tableau 3 : précipitations moyennes mensuelles et annuelles en mm de la wilaya de Tizi-Ouzou période (2001-2015).

Mois	Jan	Févr	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Cumul
Moy	98,2	95,3	90	80,8	52,8	18,4	4,6	7,8	36,8	55,3	106,4	116,3	762,7

(Source : ONM de Tizi-Ouzou)

La quantité annuelle des précipitations dans la wilaya de Tizi-Ouzou est en moyenne de 762,7mm. La période pluvieuse s'étale sur 4 à 8 mois, voir plus bas, de novembre à février, avec un maximum mensuel de 116,3mm, atteint au mois de décembre. Les précipitations diminuent en été pour atteindre un minimum de 4,6mm au mois de juillet.

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 donné.

L'examen du diagramme ombrothermique montre clairement la présence d'une période sèche assez nette pour notre région d'étude (Figure 14) :

- une période sèche s'étalant du fin mai à la fin Septembre (4 mois).
- une période humide s'étalant du début Octobre à la fin Mai (8 mois).

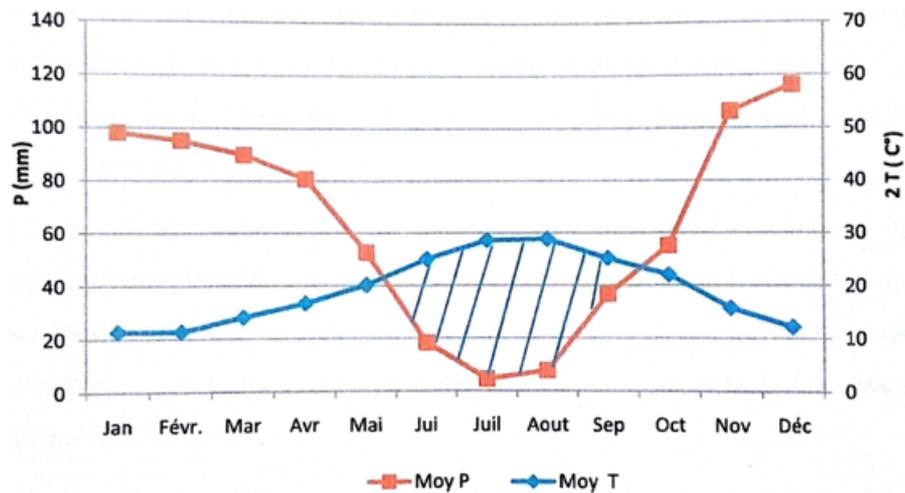


Figure 2 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour la station de Tizi-Ouzou

2. Echantillonnage sur le terrain

L'échantillonnage est effectué sur huit sujets de *Zizyphus lotus* (Figure, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 et 22)



Figure 3 : sujet 1 de *Zizyphus lotus*.



Figure 4 : sujet 2 de *Zizyphus lotus*.



Figure 5 : sujet 3 de *Zizyphus lotus*.



Figure 6 : sujet 4 de *Zizyphus lotus*.



Figure 7 : sujet 5 de *Zizyphus lotus*.



Figure 8 : sujet 6 de *Zizyphus lotus*.



Figure 9 : sujet 7 de *Zizyphus lotus*.



Figure 10 : sujet 8 de *Zizyphus lotus*.

La cueillette des rameaux a été effectuée au mois de mars 2017, à Djebba (Ouaguenoun), wilaya de Tizi-Ouzou. La figure 23 présente un des rameaux échantillonnés.

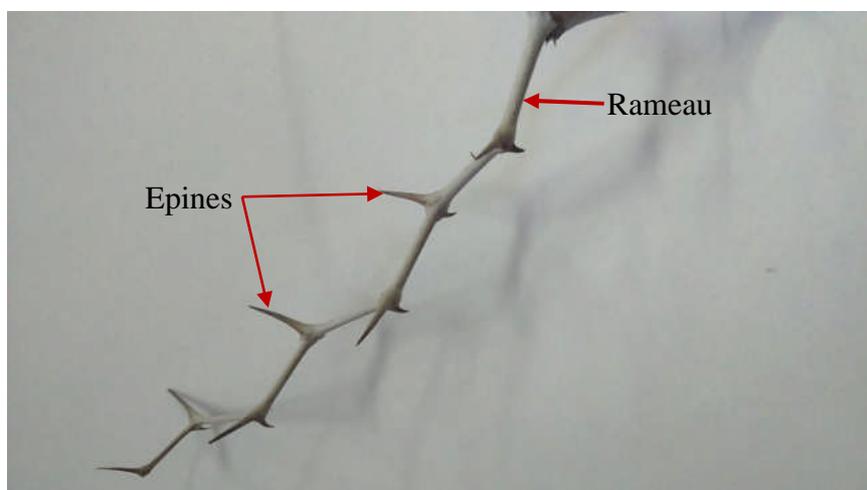


Figure 11 : rameau de *Zizyphus lotus*.

Nous avons récolté trois rameaux par point cardinal. Douze rameaux sont échantillonnés tout autour de chaque arbuste. Les sujets échantillonnés sont sains et en repos végétatif.

Les rameaux doivent être maintenues à l'état frais. Ils sont mis dans des sacs en papier et transportés ensuite dans une glacière au laboratoire.

3. Préparation du milieu de culture P.D.A (Potato-Dextrose-Agar)

3.1. Composition

La composition du milieu P.D.A est la suivante :

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

3.2. Préparation et stérilisation

Les étapes de la préparation de notre milieu sont les suivantes :

- couper la pomme de terre pelée en petits morceaux et la faire cuire dans de l'eau distillée pendant 15 à 20 minutes ;
- filtrer la préparation ;
- verser le filtrat dans un erlen-meyer d'un litre contenant du glucose et de l'agar-agar ;
- ajuster le volume à un litre ;
- placer dans un bain marie jusqu'à homogénéisation de ce dernier ;
- autoclaver pendant 20 minutes à 120°C.

4. Traitement des échantillons

Le traitement des échantillons est réalisé en deux étapes : la stérilisation superficielle et l'ensemencement des fragments de rameaux.

4.1. Stérilisation superficielle

Une stérilisation superficielle est réalisée dans le laboratoire afin d'éliminer les organismes épiphytes et mettre en évidence les champignons endophytes des rameaux de *Zizyphus lotus*.

Pour cette manipulation, nous avons opté pour le protocole de Helander et son équipe (1994). Cette dernière est réalisée comme suit :

- traitement à l'éthanol 96 % (C₂ H₆ O) pour une durée de 2 minutes ;
- rinçage à l'eau distillée stérilisée ;
- traitement à l'eau de javel (NaOCl) pendant 3 minutes ;
- 2ème rinçage à l'eau distillée stérilisée ;
- 2ème traitement à l'éthanol 96% pour une durée de 30 secondes ;
- 3ème rinçage à l'eau distillée stérilisée.

Une fois stérilisés, les rameaux sont séchés en utilisant du papier buvard stérile. Ils sont ensuite coupés à l'aide d'une paire de ciseaux stérilisée. De chaque rameau, nous avons découpé cinq fragments d'un centimètre (épine incluse).

4.2.Ensemencement des fragments de rameau

Entre deux becs bunsen, quelques grammes d'antibiotiques (amoxicilline) sont incorporés dans le milieu de culture (P.D.A). Ce dernier est coulé dans des boîtes de Pétri.

Les fragments des rameaux sont ensemencés. Nous avons ensemencé 480 fragments dont cinq par boîte.

Après l'ensemencement, un contrôle quotidien est effectué sur les cultures fongiques, afin d'observer le développement des colonies et de noter l'évolution des champignons qui apparaissent.

5. L'identification des isolats fongique

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

5.1.Observation macroscopique

Lors de l'analyse macroscopique des colonies obtenues après culture des champignons endophytes, plusieurs aspects de l'appareil végétatif sont observés à l'œil nu :

- l'aspect des colonies : les champignons filamenteux forment des colonies duveteuses avec une texture épaisse, laineuse, floconneuses ou veloutées ;
- le relief des colonies : elle peut être plane, surélevée ou striée ;
- la taille des colonies : elle peut-être très variable en fonction des genres fongique (petites ou étendues) ;
- la couleur des colonies : les couleurs les plus fréquentes sont vert-olive, à brun ou noires, blanc, jaune allant jusqu'à l'orange, les pigments sont localisés soit au niveau du mycélium ou diffusés dans le milieu de culture.

5.2.Observation microscopique

Juste après l'observation macroscopique, nous procédons au prélèvement d'un fragment à l'aide d'un bistouri stérilisé à la flamme, que nous montons dans une goutte de gélatine glycinée entre lame et lamelle et que nous portons à l'observation microscopique aux différents grossissements ($\times 100$, $\times 400$).

Afin d'identifier les champignons endophytes, nous nous sommes référées aux différents articles collectés et aux clés de déterminations des Deutéromycètes de Kiffer et Morellet (1997).

L'identification des genres fongiques a été réalisée selon les caractères microscopiques du mycélium et des conidies ou spores (cloisonnement du mycélium, forme des spores et conidies, forme des organes de fructification, etc...).

6. Analyse statistique

6.1.Calcul de la fréquence de colonisation

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

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

6.2.Calcul de l'abondance des espèces fongiques

Nous avons calculé l'abondance (%) comme suit :

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

6.3.Les logiciels utilisés

Pour cette analyse, les logiciels utilisés sont :

- Microsoft Office **Excel** pour le traitement des données et la réalisation des histogrammes ;
- logiciel **Stat Box 6.40** a permis de réaliser une analyse en composantes principales (A.C.P). Cette analyse est utilisée pour mettre en évidence la distribution spatiale des différents genres de mycoendophytes en fonction des sujets échantillonnés.

1. Inventaire des champignons endophytes présents

L'étude macroscopique et microscopique des champignons obtenus après ensemencement nous ont permis d'identifier les genres fongiques suivants : *Alternaria*, *Acremonium*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Epicoccum*, *Penicillium*, *Ulocladium*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Dictyopolyschema*, *Stemphylium* et *Helicosporium*. L'ensemble des mycoendophytes identifiés et recensés appartient au phylum des Ascomycota.

Tableau 4 : classification des genres de mycoendophytes recensé

Genres des champignons	Phylum	Ordre	Famille
<i>Acremonium</i>	Ascomycota	Hypocreales	Hypocreaceae
<i>Alternaria</i>	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
<i>Aureobasidium</i>	Ascomycota	Dothideales	Dothioraceae
<i>Cladosporium</i>	Ascomycota	Capnodiales	Davidiellaceae
<i>Dictyopolyschema</i>	Ascomycota	Incertae sedis	Demaliaceae
<i>Epicoccum</i>	Ascomycota	Pleosporales	Leptosphaeriaceae
<i>Helicosporium</i>	Ascomycota	Pleosporales	Tubeufiaceae
<i>Penicillium</i>	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
<i>Phoma</i>	Ascomycota	Sphaeropsidales	Sphaeriodaceae
<i>Pithomyces</i>	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
<i>Stemphylium</i>	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae
<i>Ulocladium</i>	Ascomycota	Pleosporales	Pleosporaceae

➤ *Acremonium*

Ce genre que l'on retrouve également sous le nom de *Cephalosporium* a été décrit pour la première fois par Fries en 1809. Ce sont des champignons cosmopolites, vivant en saprophytes dans le sol, sur des végétaux et sur d'autres champignons (Hocquette et *al.*, 2005).

- Aspect macroscopique

Les colonies d'*Acremonium* sont plutôt plates et peuvent être légèrement élevées au centre, glabres devenant poudreuses ou cotonneuses à maturité de couleur blanche à crème.



Figure 24 : colonies du genre *Acremonium* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Le thalle végétatif est constitué de filaments septés, isolés ou disposés parallèlement les uns aux autres. Les phialides naissent directement des filaments végétatifs, elles sont fines et cylindriques, plus étroites à l'extrémité apicale qu'à la base (phialides aciculaires). Elles sont solitaires plus rarement groupées en 2 ou 3. Les conidies cylindriques ou elliptiques (3,5 μm de long sur 1 à 2 μm de large) sont regroupées en amas à l'extrémité des phialides et sont généralement unicellulaire et hyalines (Larone, 2002).

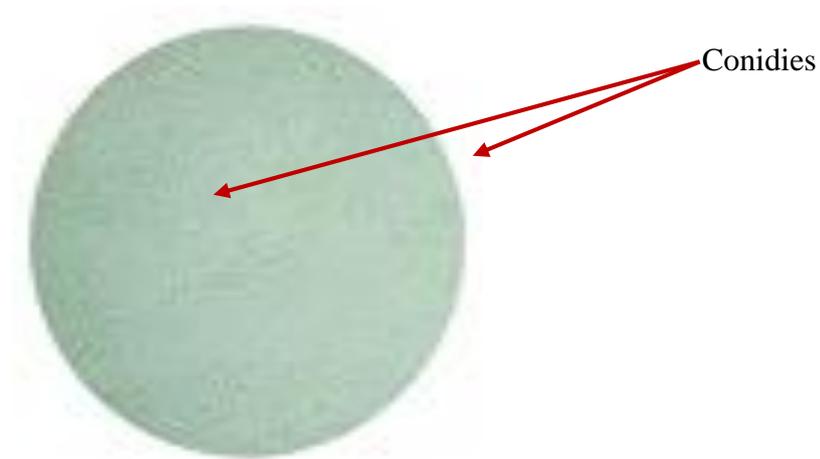


Figure 15 : observation microscopique du genre *Acremonium* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ ***Alternaria***

Alternaria sont des saprophytes ou des parasites de plantes très répandus. Ils se trouvent dans une variété d'habitats comme agents omniprésents de désintégration. Certaines espèces sont pathogènes des plantes, elles causent un éventail de pathologie pour la plante hôte, comme le cancer de la tige, la brûlure des feuilles ou des taches foliaires sur une grande variété de cultures. Les infections latentes peuvent se produire et entraîner des maladies post-récolte ou fonte des semis, en cas de semences infectées (Thomma, 2003).

- Aspect macroscopique

L'aspect macroscopique d'*Alternaria* représente une colonie plate, duveteuse à laineuse et elle est recouverte d'hyphes aériens courts et grisâtres devenant noire verdâtre. La couleur du revers est noire verdâtre et la texture est duveteuse à laineuse.

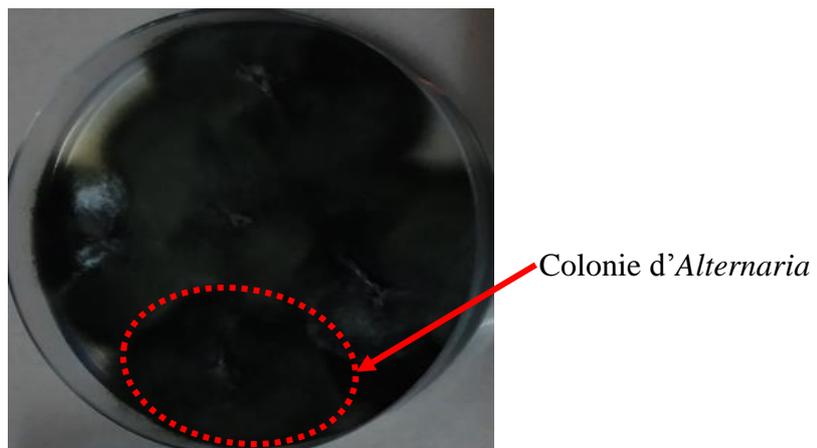


Figure 26 : colonie du genre *Alternaria* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Ce genre comprend des hyphes septés qui sont ramifiés. Tardivement, certains filaments sont pigmentés en brun. Les conidiophores sont cloisonnés, bruns, septés, simples ou ramifiés, plus au moins droits ou flexueux (généculés).

Les conidies ou porospores sont brunes, pluricellulaires, d'aspect piriforme ou ovoïdes, avec une partie basale arrondie et une extrémité apicale allongée en bec plus ou moins important (Patterson et *al.*, 2009).

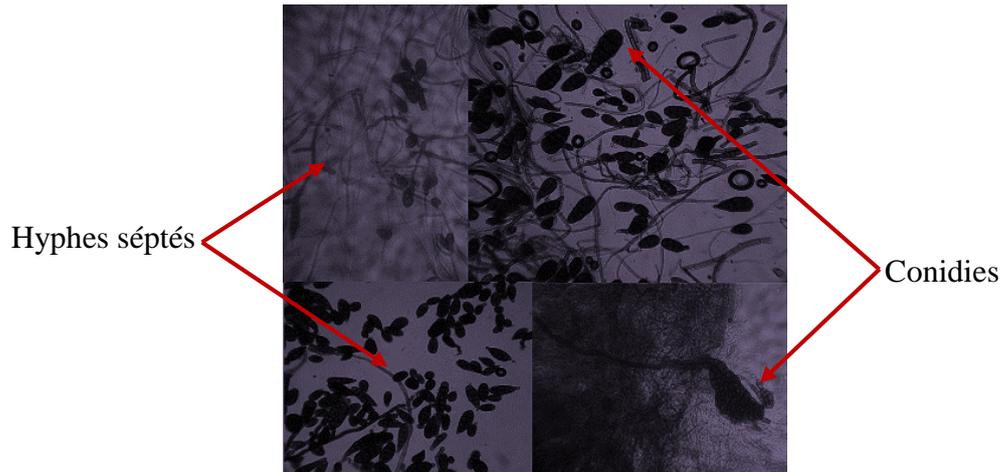


Figure 27 : observations microscopiques du genre *Alternaria* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Aureobasidium*

Aureobasidium est un champignon saprophyte, cosmopolite communément isolé des débris de plantes, du sol, du bois, et au niveau de l'air de l'environnement intérieur (Samson et *al.*, 2004).

- Aspect macroscopique

Les colonies sont en croissance rapide, lisses, couvertes de masse glacées devenant avec le temps brunes ou noires.

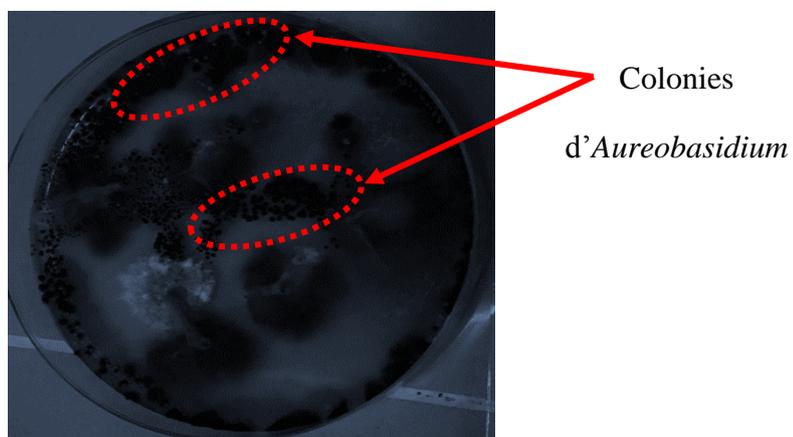


Figure 28 : colonies du genre *Aureobasidium* observées à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Les hyphes sont septés, hyalins 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, incolores (hyalines), se développent en grappe de façon synchrone à partir des cellules conidiogènes peu différenciées, intégrées dans les filaments ou disposées en position terminale, les autres plus grandes produites sur le mode thallicque arthrique, uni ou bicellulaires, devenant rapidement foncées (Patterson et *al.*, 2009).

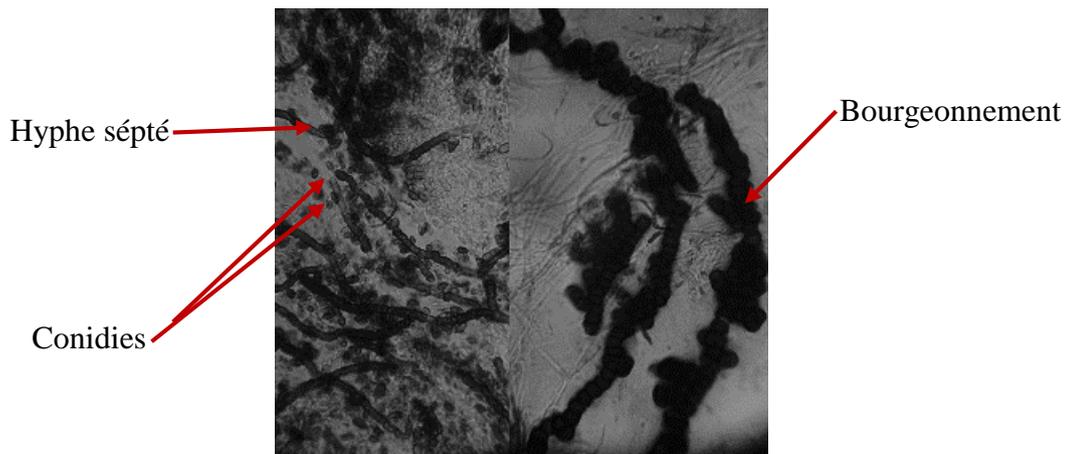


Figure 29 : observations microscopiques du genre *Aureobasidium* sous microscope optique (× 400).

➤ *Cladosporium*

Le genre *Cladosporium* est largement retrouvé dans le sol et sur de nombreux végétaux. Les *Cladosporium* sont souvent isolés à partir d'air ambiant, et de ce fait sont des contaminants fréquents de laboratoire (Flannigan et *al.*, 2002).

- Aspect macroscopique

La colonie du genre *Cladosporium* est verte, veloutée compacte, avec une texture floconneuse surélevée, à revers brun-noir.

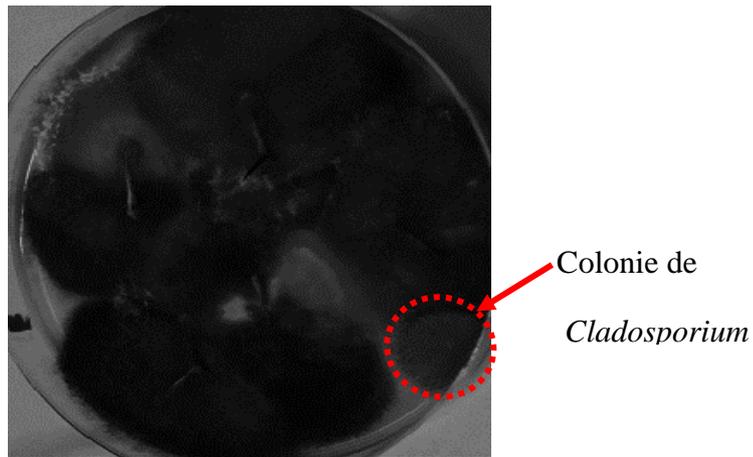


Figure 30 : colonie du genre *Cladosporium* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Le champignon *Cladosporium* possède des conidiophores formés latéralement, sur des filaments, brun-vert à brun pâle, conidies elliptiques ou cylindrique et généralement unicellulaires brun-olivacé (Gravesen et *al.*, 1994).

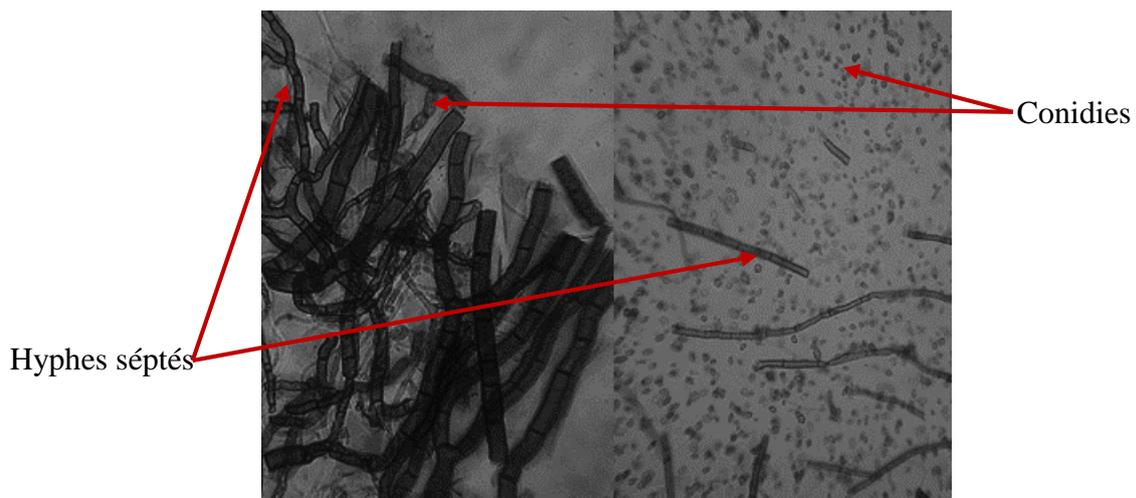


Figure 31 : observations microscopique de *Cladosporium* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Dictyopolyschema*

Dictyopolyschema est un genre qui contient des cellules conidiogènes monotrétiqes formant des dictyoconidies, les conidiophores sont dépourvus, c'est-à-dire que des cellules conidiogènes sont formées sur le support des hyphes directement (Ellis 1976, Seifert et *al.*, 2011).

- Aspect macroscopique

Les colonies sont laineuses d'aspect cotonneux de couleur brun foncé à noir.

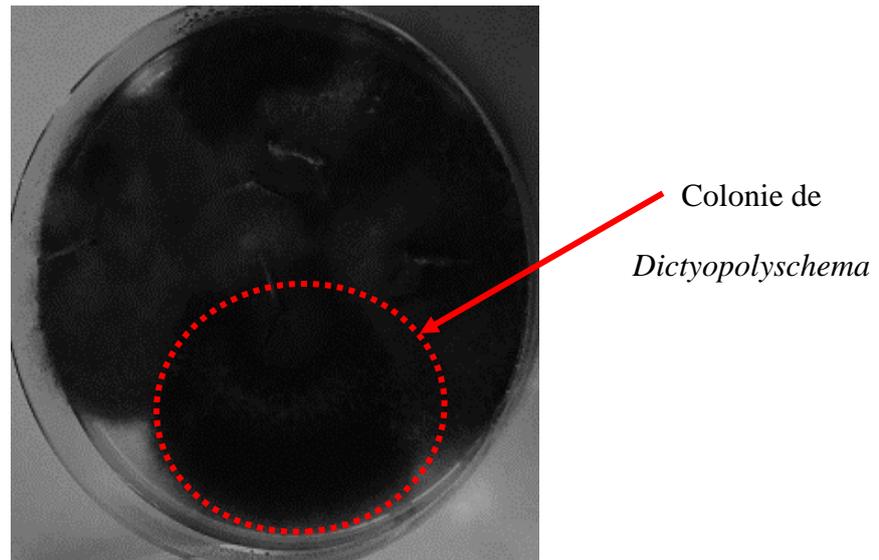


Figure 32 : colonie du genre *Dictyopolyschema* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Le champignon *Dictyopolyschema* possède un mycélium superficiel ramifié avec des hyphes marron pâle, lisses et des cellules conidiogènes discrètes, parfois caténaire, sphériques, monotrétiques, de couleur marron.

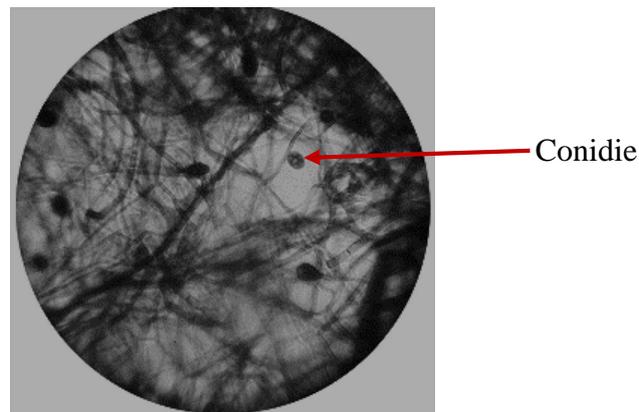


Figure 33 : observation microscopique du genre *Dictyopolyschema* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Epicoccum*

Le genre *Epicoccum* est fréquent dans la nature, en particulier comme envahisseur secondaire de végétaux morts (Hogan et al., 1996).

- Aspect macroscopique

Les colonies sont laineuses, cotonneuses ou floconneuses, surélevées et sont initialement ombrées de couleur gris-brun à noire.

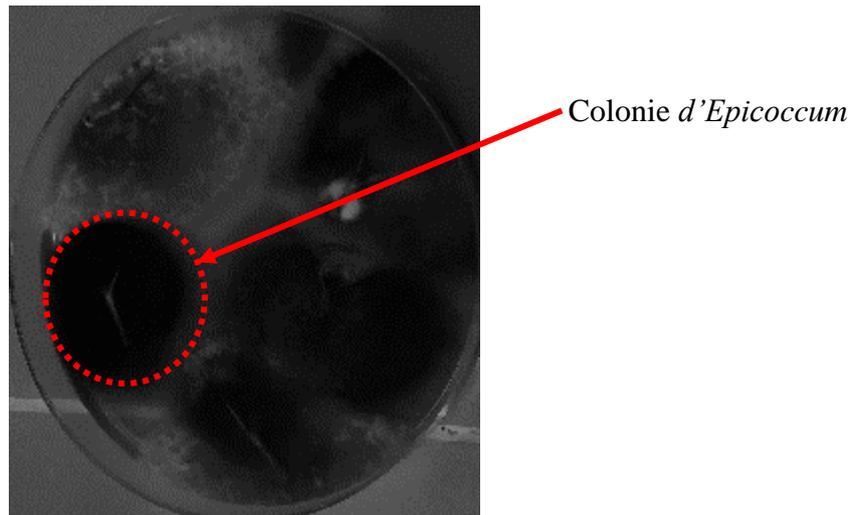


Figure 34 : colonie du genre *Epicoccum* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

C'est un genre qui est facilement reconnaissable par ses spores (conidies) presque sphériques qui sont composées de plusieurs cellules rugueuses, à hyphes septés de couleur brune. Les conidies sont produites en masses denses de conidiophores groupés (Ellis, 2007).

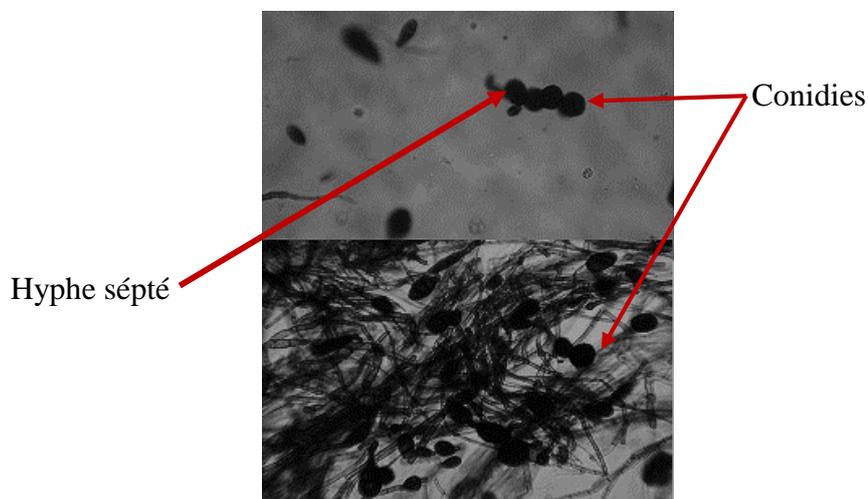


Figure 35 : observations microscopiques du genre *Epicoccum* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Helicosporium*

Les *Helicosporium* sont considérés comme des champignons aéro-aquatique, parce qu'ils exploitent les feuilles en décomposition dans les ruisseaux et les étangs et leur conidies se forme lors de l'exposition à l'air (Goos, 1989).

- Aspect macroscopique

Les colonies d'*Helicosporium* ont un aspect velouté, elles sont floconneuses, irrégulières, de couleur marron.

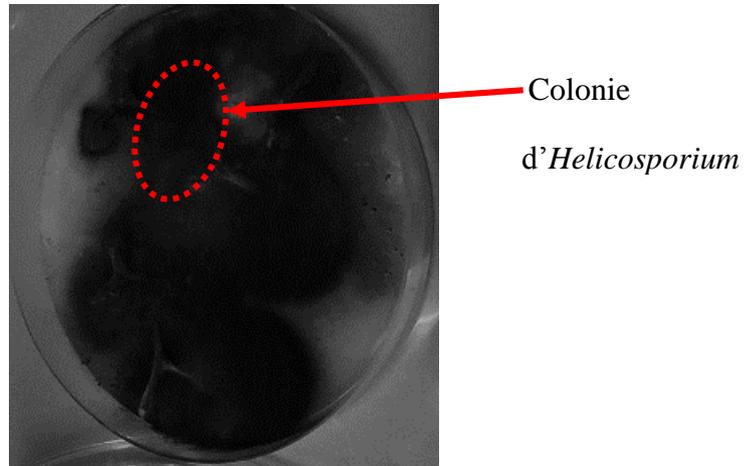


Figure 36 : colonie du genre *Helicosporium* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

C'est un genre qui se caractérise par un mycélium formé d'hyphes septés, de couleur jaune à brun clair, avec des conidiophores rampants. Ils peuvent même se présenter complètement enroulées sur elles-mêmes (Goos, 1989).

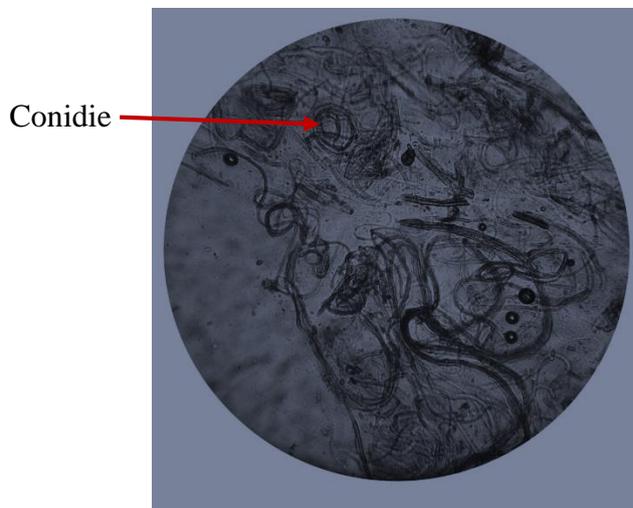


Figure 37 : observation microscopique du genre *Helicosporium* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Penicillium*

Penicillium est un champignon ubiquiste, dont le développement se fait à partir de substances organiques ou de végétaux en décomposition. De ces 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.

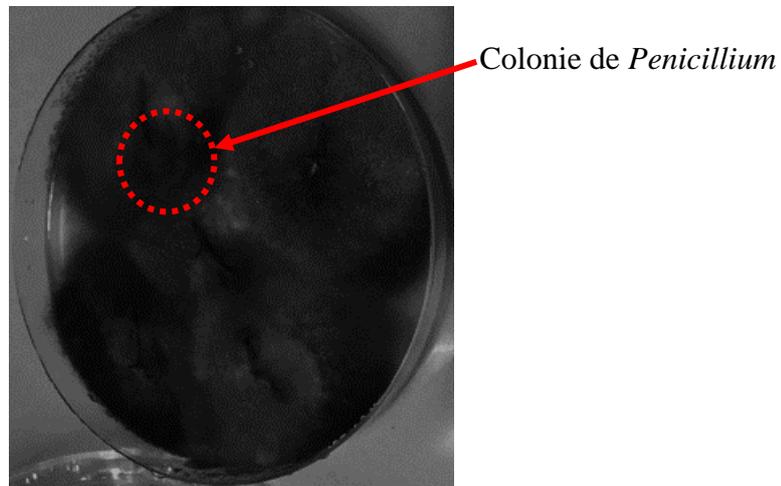


Figure 38 : colonie du genre *Penicillium* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

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

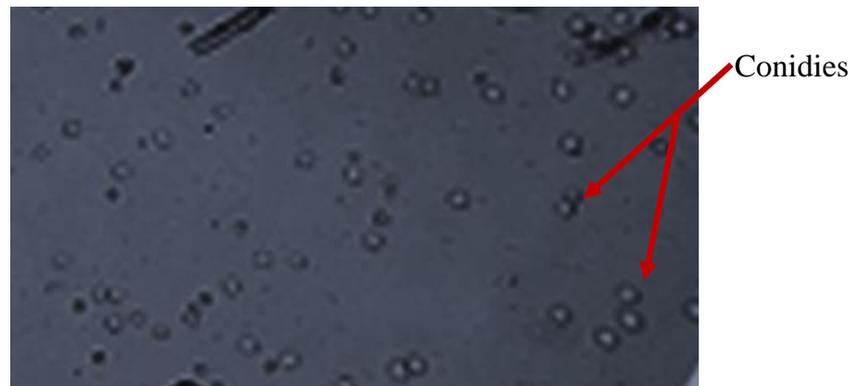


Figure 39 : observation microscopique du genre de *Penicillium* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Phoma*

Phoma est un champignon cosmopolite omniprésent, qui se trouve couramment dans les sols, en tant qu'agent pathogène végétal connu (Samson et *al.*, 2004).

- Aspect macroscopique

Les colonies mycéliennes sont duveteuses et étalées. Elles sont de teinte gris sale au début et deviennent rapidement verdâtres à marron foncé. Une bande plus claire est souvent présente à la périphérie.

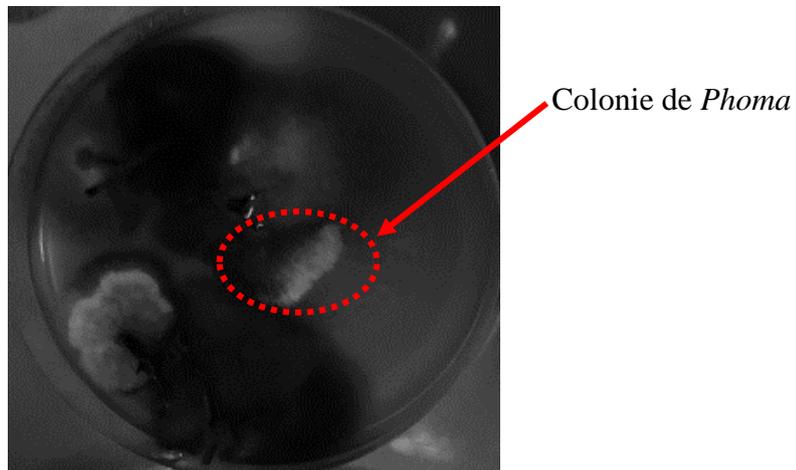


Figure 40 : colonie du genre *Phoma* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Le genre *Phoma* se caractérise par la présence de pycnides globuleuses plus ou moins rondes, contenant des masses de spores (conidies) unicellulaires, elles sont incolores, foncées, brunes ou noires (Samson et *al.*, 2004).

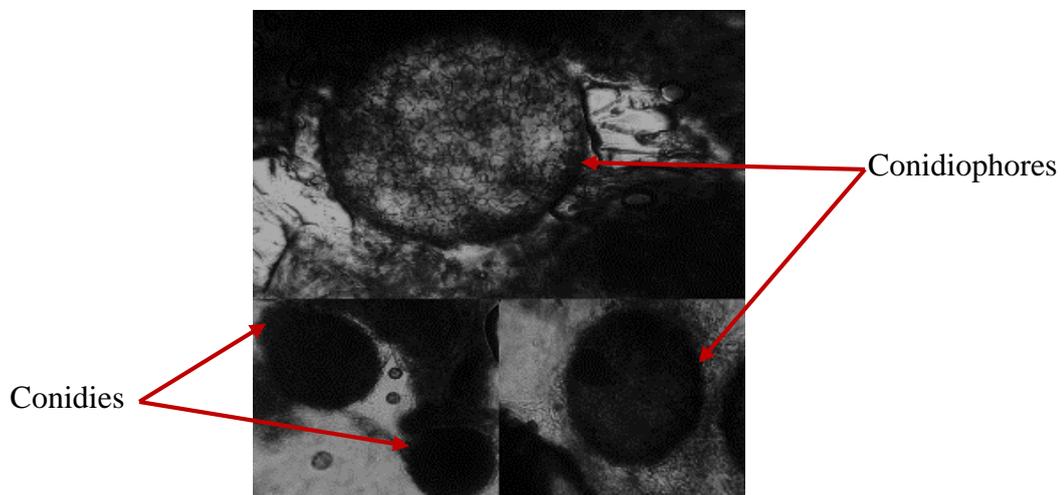


Figure 41 : observations microscopiques du genre *Phoma* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Pithomyces*

Pithomyces est un champignon omniprésent dans le sol. De nature cosmopolite (Collin et *al.*, 1998). Il comprend de nombreuses espèces saprophytes, généralement trouvées sur les feuilles mortes et les tiges d'une grande variété de plantes (Da Cunha et *al.*, 2014).

- Aspect macroscopique

Les colonies de *Pithomyces* sont en croissance rapide. La surface de la colonie est de couleur pâle à brun foncé, avec une texture cotonnière.

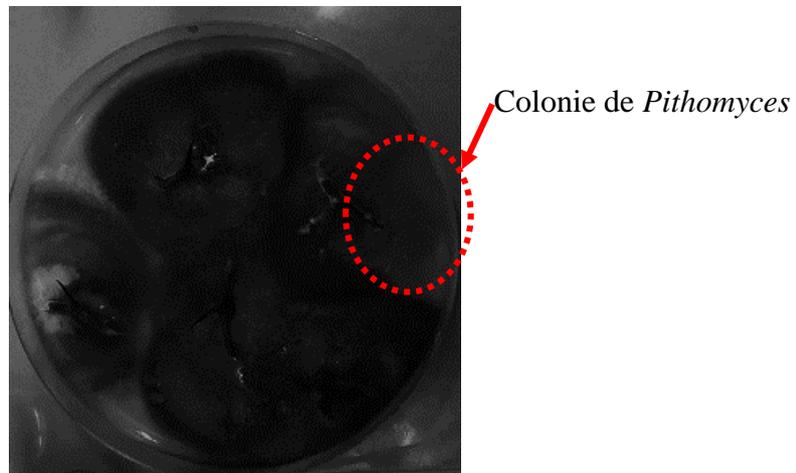


Figure 42 : colonie du genre *Pithomyces* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Les spores (conidies) des champignons du genre *Pithomyces* sont multicellulaires, produites à l'apex de courts rameaux des filaments végétatifs ; elles sont brun foncé. Elles sont caractérisées par la présence de divisions transversales et longitudinales appelées septa.

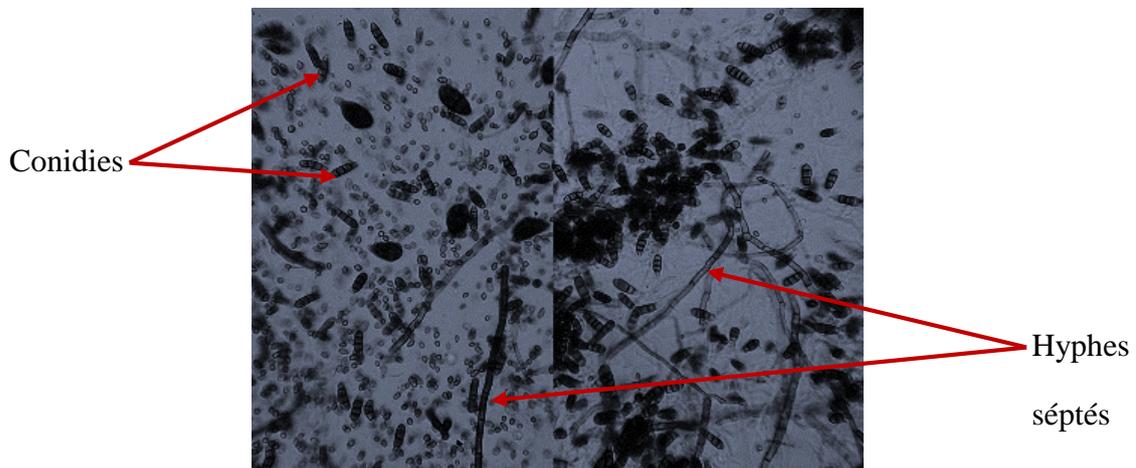


Figure 43 : observations microscopiques du genre *Pithomyces* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *Stemphylium*

Le genre *Stemphylium* est très proche du genre *Alternaria*, la différence entre les deux genres vient principalement de l'aspect et de la formation des spores, qui sont dépourvues de

bec sur le conidiophore. Certaines espèces de *Stemphylium* sont essentiellement saprophytes (Champion, 1997).

- Aspect macroscopique

Les colonies poussent rapidement, de couleur brun à olivacé, noir ou gris. Les colonies de *Stemphylium* possèdent une texture floconneuse.

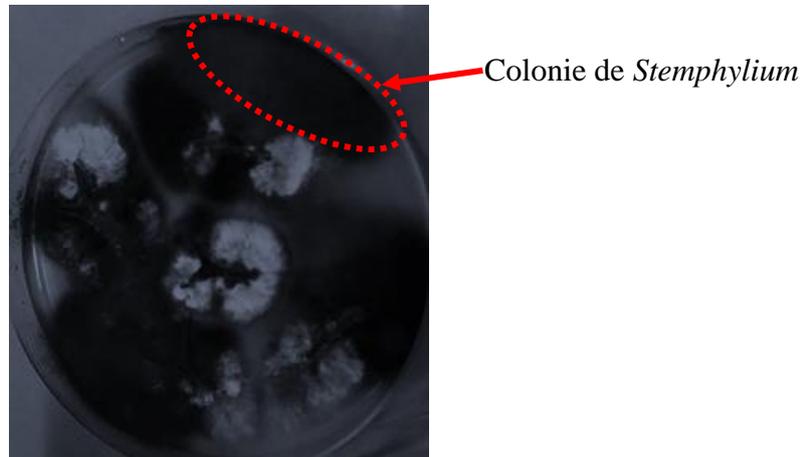


Figure 44 : colonie du genre *Stemphylium* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Ce genre se distingue par un mycélium brun pâle, avec des conidiophores produisant des conidies non en chaîne, ovales, cylindriques, arrondies aux deux extrémités, parfois légèrement effilées à la base.

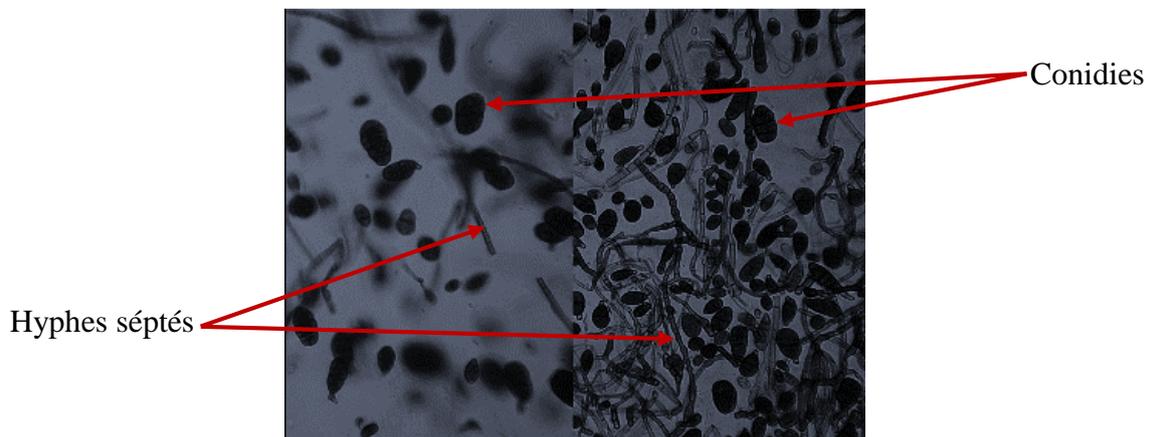


Figure 45 : observation microscopique du genre *Stemphylium* sous microscope optique ($\times 400$).

➤ *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* pousse rapidement, ont un aspect veloutée à laineuse et sont de couleur noire ou noir verdâtre à grise.

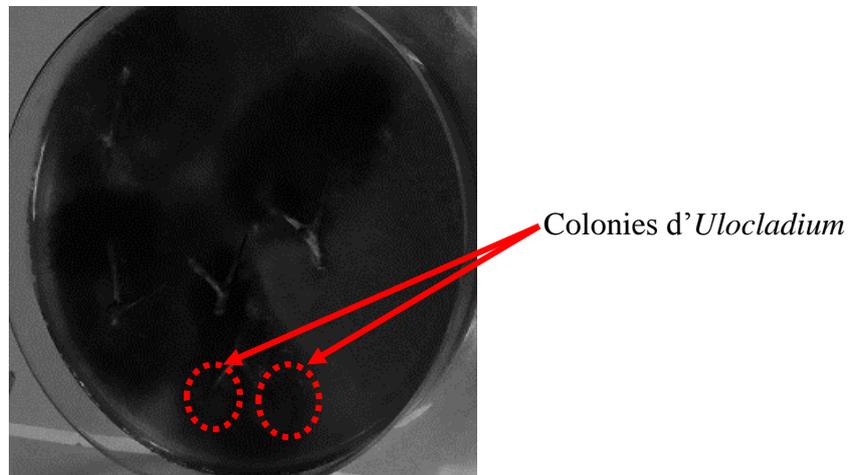


Figure 46 : Colonies du genre *Ulocladium* observée à l'œil nu.

- Aspect microscopique

Le genre *Ulocladium* est caractérisé par des conidiophores foncés, portant des conidies. Les conidies sont brun foncé, plus ou moins ovoïdes à cylindriques, et divisées en plusieurs cellules par des cloisons transversales et longitudinale (Robert et *al.*, 2005).

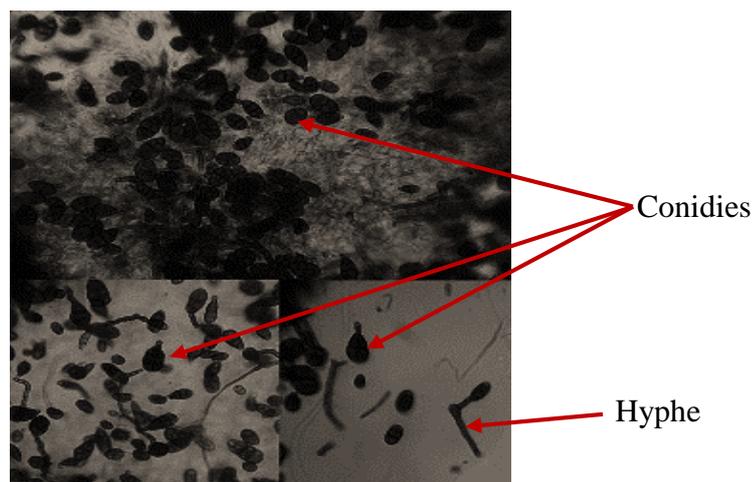


Figure 47 : observations microscopiques du genre *Ulocladium* sous microscope optique ($\times 400$).

2. Diversité et abondance de l'ensemble des mycoendophytes recensés

Après deux mois et dix jours d'incubation des fragments des rameaux de *Zizyphus lotus* de la région de Djebba, la totalité des boîtes contenant les fragments mis en culture montre la présence des mycoendophytes.

Les différents segments des rameaux présentent une fréquence de colonisation (FC) en mycoendophytes de 100 %.

Tableau 5 : abondances des genres fongiques isolés à partir des fragments des rameaux de *Zizyphus lotus* selon les quatre points cardinaux.

Genre des champignons	Abondance(%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Acremonium</i>	0,23	0	0,25	0,69
<i>Alternaria</i>	63,53	65,74	63,40	67,49
<i>Aureobasidium</i>	0,65	2,87	0,51	2,10
<i>Cladosporium</i>	8,88	6,49	7,34	7,32
<i>Dictyoplyshema</i>	0,70	0,57	0,25	0,29
<i>Epicoccum</i>	1,86	1,61	2,67	1,31
<i>Helicosporium</i>	1,12	0,51	0,24	0,55
<i>Penicillium</i>	0	0	0,34	0,70
<i>Phoma</i>	1,03	1,72	4,70	1,30
<i>Pithomyces</i>	1,70	0,59	0,94	2,17
<i>Stemphylium</i>	4,60	5,72	6,23	2,75
<i>Ulocladium</i>	15,62	14,10	13,06	13,11

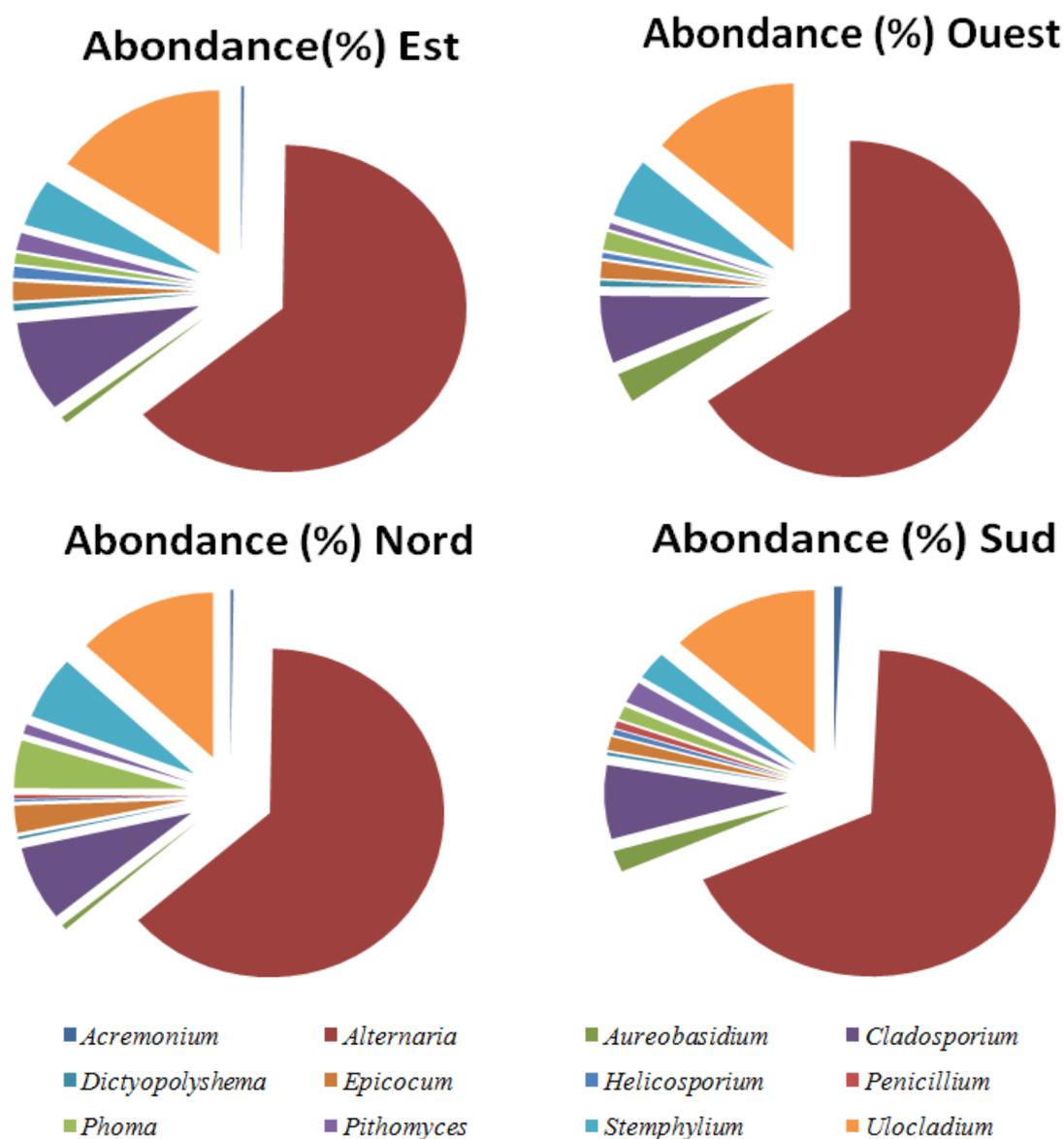


Figure 48 : statut général de l'abondance (%) des genres fongiques des rameaux de *Zizyphus lotus* selon les quatre points cardinaux.

Dans les quatre points cardinaux, on retrouve qu'*Alternaria* est le plus abondant des genres dans les rameaux du *Zizyphus lotus* échantillonnés dans notre zone d'étude.

A l'est, *Alternaria* est de 63,53 % suivi d'*Ulocladium* (15,62 %), puis *Cladosporium* (8,88 %), *Stemphylium* (4,60 %), *Epicoccum* (1,86 %), *Pithomyces* (1,7 %), *Helicosporium* (1,12 %), *Phoma* (1,03 %), *Dictyopolyschema* (0,70 %), *Aureobasidium* (0,65 %) et *Acremonium* (0,23 %).

A l'ouest, *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (14,10 %), *Cladosporium* (6,49 %), *Stemphylium* (5,72 %), *Aureobasidium* (2,87%), *Phoma* (1,72 %), *Epicoccum* (1,61 %), *Pithomyces* (0,59 %), *Dictyopolyschema* (0,57 %), *Helicosporium* (0,51 %).

Au nord, après *Alternaria*, nous notons les genres suivants : *Ulocladium* (13,06 %), *Cladosporium* (7,34 %), *Stemphylium* (6,23 %), *Phoma* (4,70 %), *Epicoccum* (2,67 %), *Pithomyces* (0,94 %), *Aureobasidium* (0,51 %), *Penicilium* (0,34%), une codominance est notée entre *Acremonium* et *Dictyopolyschema* (0,25 %), *Helicosporium* (0,24 %).

Au sud, font suite à *Alternaria*, *Ulocladium* (13,11 %), *Cladosporium* (7,32 %), *Stemphylium* (2,75 %), *Pithomyces* (2,17 %), *Aureobasidium* (2,10 %), *Epicoccum* (1,31 %), *Phoma* (1,30 %), *Penicilium* (0,70 %), *Acremonium* (0,69 %), *Helicosporium* (0,55 %), *Dictyopolyschema* (0,29 %).

2.1. Diversité et abondance des mycoendophytes selon les sujets échantillonnés

Nous notons que le genre *Alternaria* est dominant dans les huit sujets et dans les quatre points cardinaux.

Le sujet 1 regroupe 8 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 6).

Tableau 6 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 1.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Alternaria</i>	77,58	71,64	68,29	80,55
<i>Cladosporium</i>	13,79	19,4	12,19	8,33
<i>Epicoccum</i>	1,72	1,49	0	0
<i>Helicosporium</i>	5,17	0	0	0
<i>Phoma</i>	0	0	8,53	0
<i>Pithomyces</i>	0	0	0	2,77
<i>Stemphylium</i>	0	2,98	0	0
<i>Ulocladium</i>	1,72	4,47	10,97	8,33

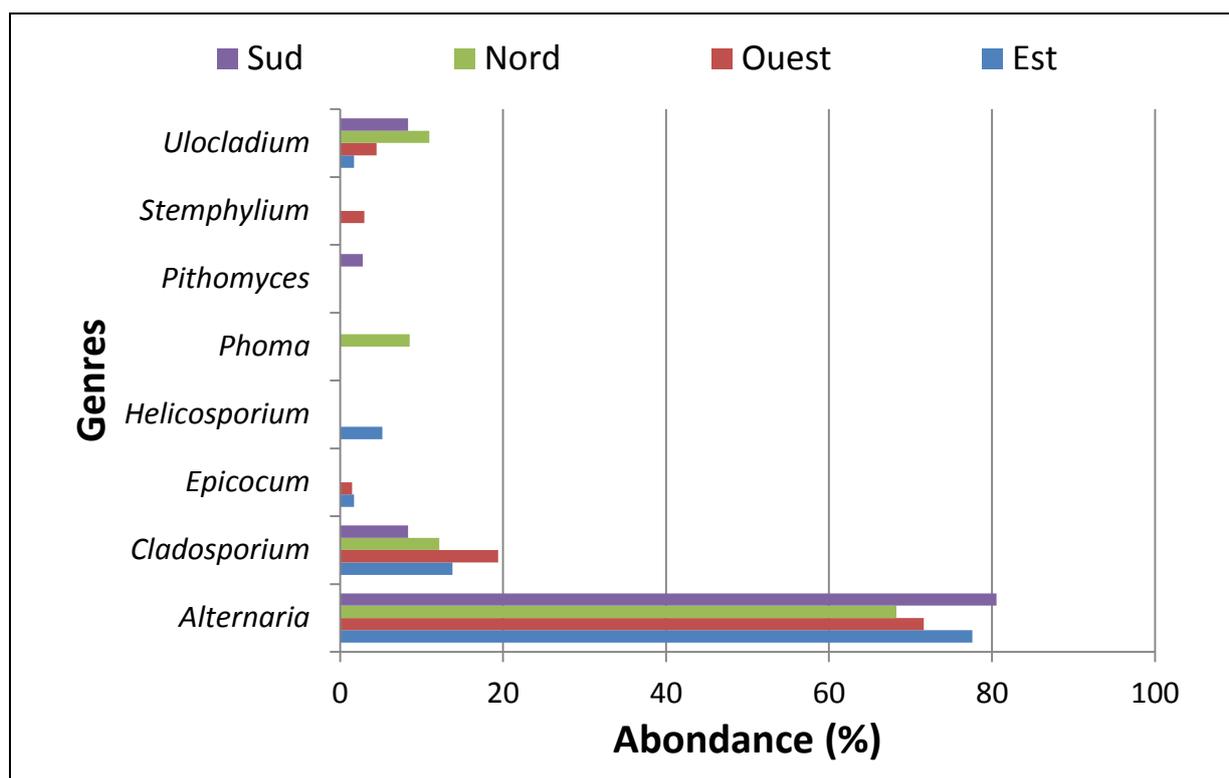


Figure 49 : abondance des champignons endophytes identifiés (%) au niveau du sujet 1.

A l'est, *Alternaria* est suivi par *Cladosporium* (13,79 %) ensuite *Helicosporium* (5,17 %) et enfin une codominance entre *Epicoccum* et *Ulocladium* avec 1,72 %.

A l'ouest, également il est suivi par *Cladosporium* (19,4 %), *Ulocladium* (4,47 %), *Stemphylium* (2,98 %) et enfin *Epicoccum* (1,49 %).

Au nord, nous remarquons qu'après *Alternaria*, vient ensuite *Cladosporium* (12,19 %), *Ulocladium* (10,97 %) puis *Phoma* (8,53 %).

Au sud, *Alternaria* est suivi d'une codominance entre *Cladosporium* et *Ulocladium* (8,33 %), et enfin *Pithomyces* (2,77 %).

Le sujet 2 regroupe 10 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 7).

Tableau 7 : diversité et abondance (%) des mycoendophytes du sujet 2

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Acremonium</i>	1,88	0	0	0
<i>Alternaria</i>	56,6	68,65	70	73,77
<i>Cladosporium</i>	5,66	2,98	5	3,27
<i>DictyopolysHEMA</i>	5,66	2,98	0	0
<i>Epicoccum</i>	3,77	4,47	2,5	1,63

<i>Helicosporium</i>	1,88	0	0	1,63
<i>Phoma</i>	1,88	0	5	0
<i>Pithomyces</i>	3,77	2,98	0	8,19
<i>Stemphylium</i>	1,88	2,98	10	4,91
<i>Ulocladium</i>	16,98	14,92	7,5	6,55

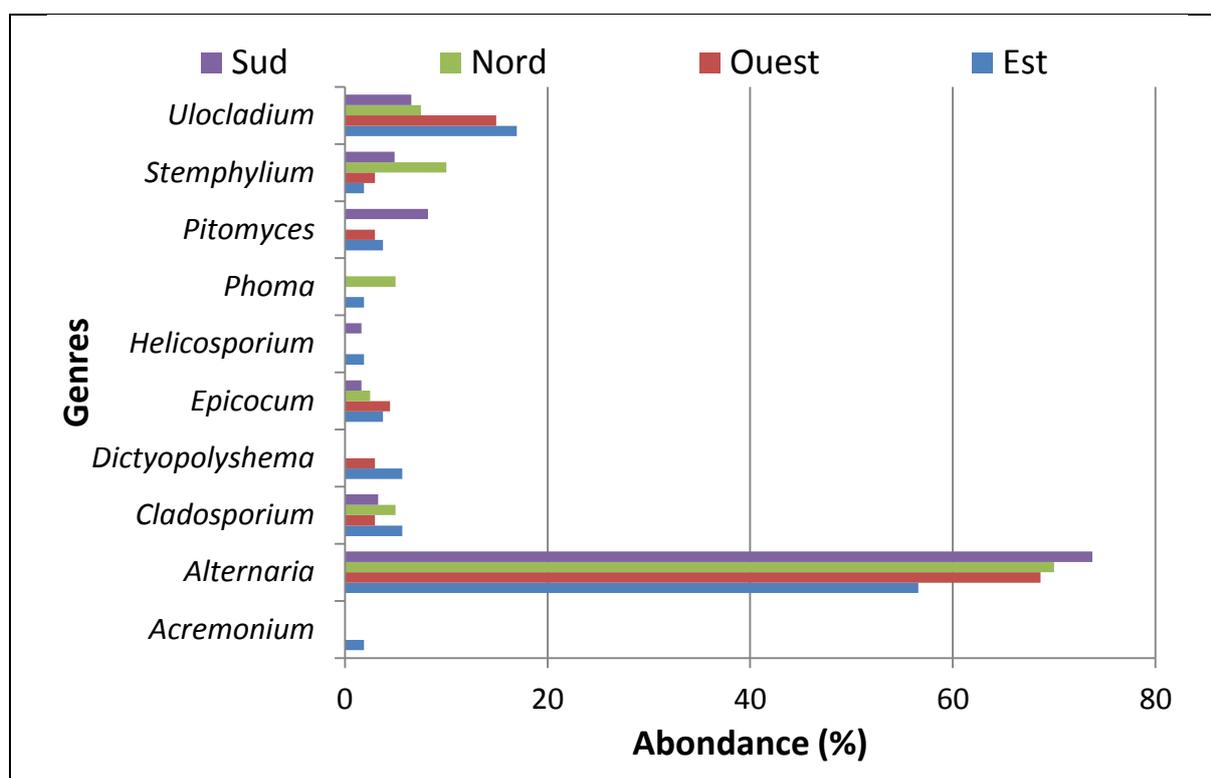


Figure 50 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 2.

A l'est on remarque qu'après *Alternaria* s'en suit *Ulocladium* (16,98 %), et une codominance entre *Cladosporium* et *Dictyopolyschema* (5,66 %), entre *Epicocum* et *Pitomyces* (3,77 %), entre *Helicosporium*, *Phoma* et *Stemphylium* (1,88 %) et enfin *Acremonium* (1,88 %).

A l'ouest, *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (14,92 %), *Epicocum* (4,47 %), et une codominance entre *Cladosporium*, *Dictyopolyschema*, *Pithomyces* et *Stemphylium* (2,98 %).

Au nord, on remarque qu'après la dominance d'*Alternaria* vient, *Stemphylium* (10 %), *Ulocladium* (7,5 %), une codominance est noté entre *Cladosporium* et *Phoma* (5 %) et enfin *Epicocum* (2,5 %).

Au sud, font suivre à *Alternaria*, *Pithomyces* (8,19 %), *Ulocladium* (6,55 %), *Stemphylium* (4,91 %), *Cladosporium* (3,27%) et on remarque une codominance entre *Epicocum* et *Helicosporium* (1,63 %).

Le sujet 3 regroupe 9 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 8).

Tableau 8 : diversité et abondance des mycoendophytes du sujet 3.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Alternaria</i>	64,86	73,52	60,78	66,66
<i>Aureobasidium</i>	1,33	0	0	0
<i>Cladosporium</i>	8,1	0	3,92	8,33
<i>Epicocum</i>	5,4	0	3,92	2,77
<i>Helicosporium</i>	0	0	1,96	0
<i>Phoma</i>	2,7	8,82	9,8	2,77
<i>Pithomyces</i>	1,33	0	0	0
<i>Stemphylium</i>	4,05	5,88	7,84	2,77
<i>Ulocladium</i>	12,16	11,76	11,76	16,66

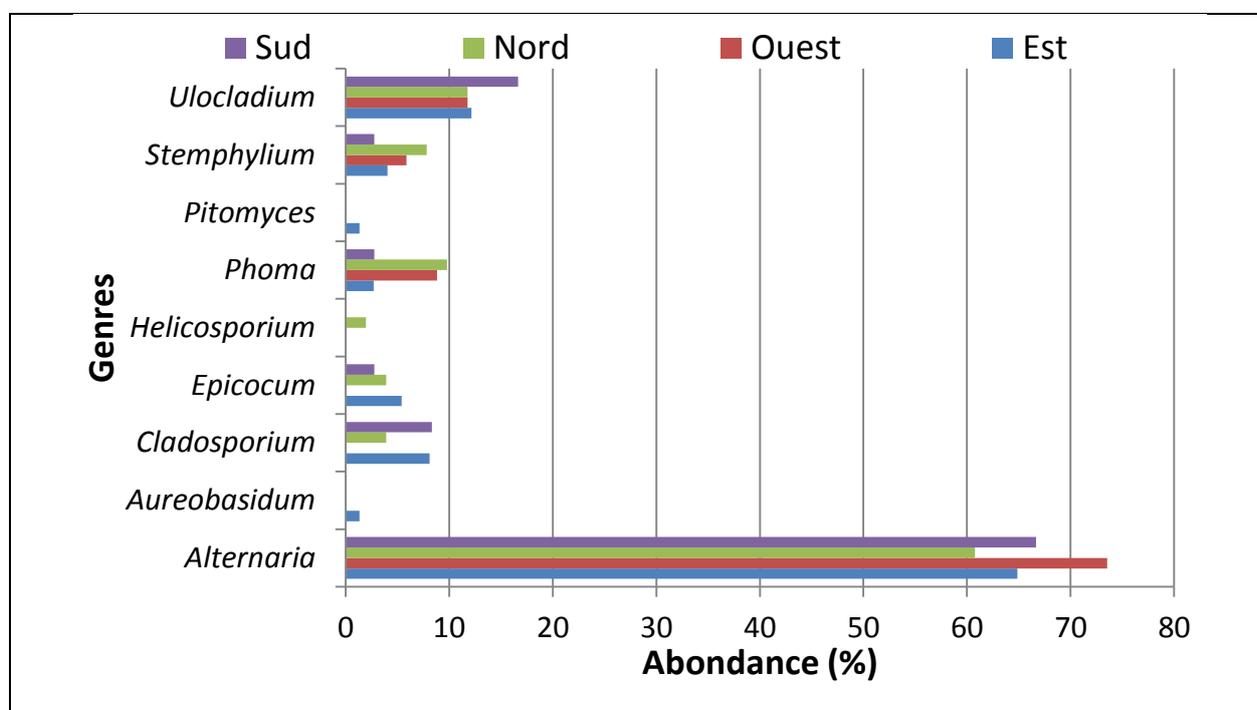


Figure 51 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 3.

A l'est, après *Alternaria* nous notons, *Ulocladium* (12,16 %), *Cladosporium* (8,1 %), *Epicoccum* (5,4 %), *Stemphylium* (4,05 %), *Phoma* (2,7 %). Une codominance est notée entre *Aureobasidium* et *Pithomyces* (1,33 %).

A l'ouest, *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (11,76 %), *Phoma* (8,82 %) et enfin *Stemphylium* (5,88%).

Au nord, après *Alternaria* vient *Ulocladium* (11,76 %), *Phoma* (9,8 %), *Stemphylium* (7,84 %), une codominance entre *Cladosporium* et *Epicoccum* (3,92 %) et enfin *Helicosporium* (1,96 %).

Au sud, nous remarquons qu'après la dominance d'*Alternaria* nous notons, *Ulocladium* (16,66 %), *Cladosporium* (8,33 %), et enfin une codominance entre *Epicoccum*, *Phoma* et *Stemphylium* (2,77 %).

Le sujet 4 regroupe 8 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 9).

Tableau 9 : diversité et abondance des mycoendophytes du sujet 4.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Alternaria</i>	59,64	77,19	66,21	65,21
<i>Cladosporium</i>	5,26	3,5	1,35	8,69
<i>Epicocum</i>	1,75	0	2,7	2,17
<i>Helicosporium</i>	0	1,75	0	0
<i>Phoma</i>	1,75	0	0	0
<i>Pithomyces</i>	1,75	1,75	0	2,17
<i>Stemphylium</i>	7,01	1,75	8,1	2,17
<i>Ulocladium</i>	22,8	14,03	21,62	18,36

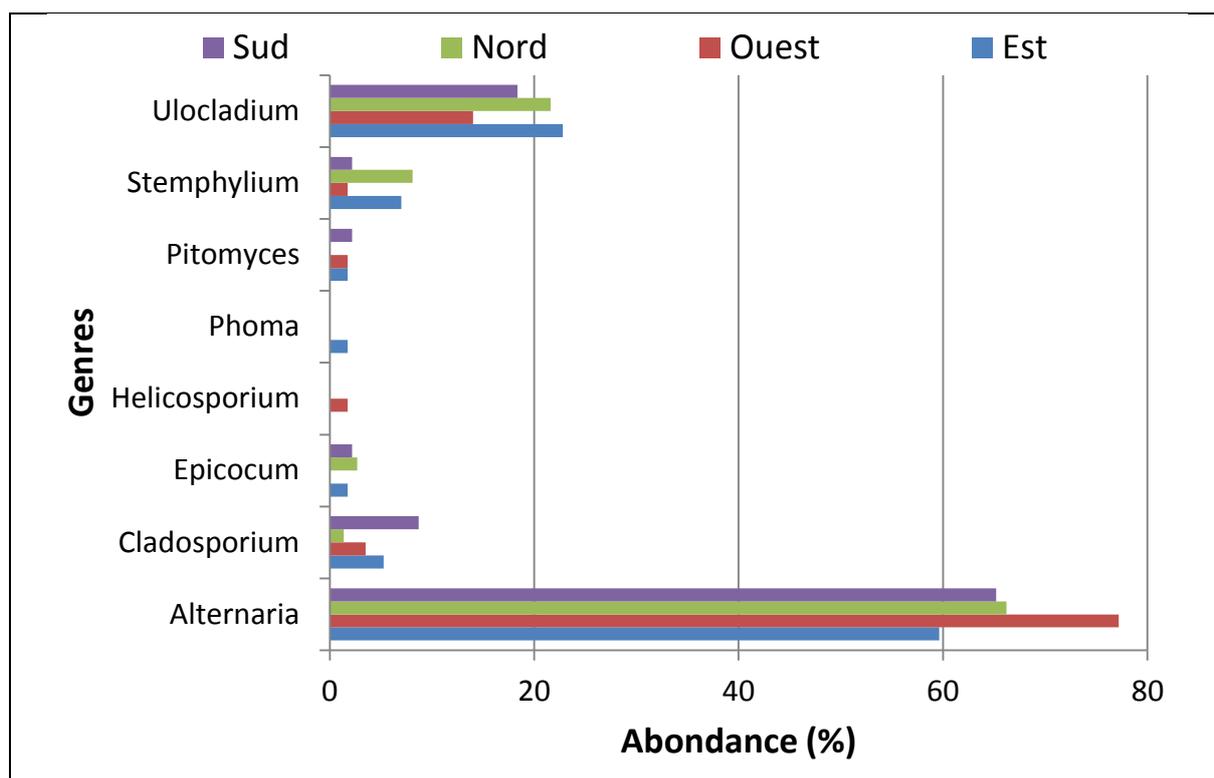


Figure 52 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 4.

A l'est, nous notons qu'après *Alternaria* vient *Ulocladium* (22,8 %), *Stemphylium* (7,01 %), *Cladosporium* (5,26 %), et enfin une codominance est notée entre *Epicocum*, *Phoma* et *Pithomyces* (1,75 %).

A l'ouest, font suivre à *Alternaria*, *Ulocladium* (14,03 %), *Cladosporium* (3,5 %), et enfin une codominance entre *Pithomyces*, *Helicosporium* et *Stemphylium* (1,75 %).

Au nord, le genre *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (21,62 %), *Stemphylium* (8,1 %), *Epicocum* (2,7 %), et enfin *Cladosporium* (1,35 %).

Au sud, après *Alternaria*, vient *Ulocladium* (18,36 %), *Cladosporium* (8,69 %), et enfin une codominance entre *Epicocum*, *Pithomyces* et *Stemphylium* (2,17 %).

Le sujet 5 regroupe 8 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 10).

Tableau 10 : diversité et abondance des mycoendophytes du sujet 5.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Alternaria</i>	61,36	62,96	63,26	65,11
<i>Aureobasidium</i>	0	0	0	9,3
<i>Cladosporium</i>	6,81	7,4	2,04	2,32
<i>DictyopolysHEMA</i>	0	0	2,04	2,32
<i>Epicoccum</i>	2,27	3,7	2,04	0
<i>Pithomyces</i>	2,27	0	0	2,33
<i>Stemphylium</i>	6,81	9,25	10,2	4,65
<i>Ulocladium</i>	20,45	16,66	20,4	13,95

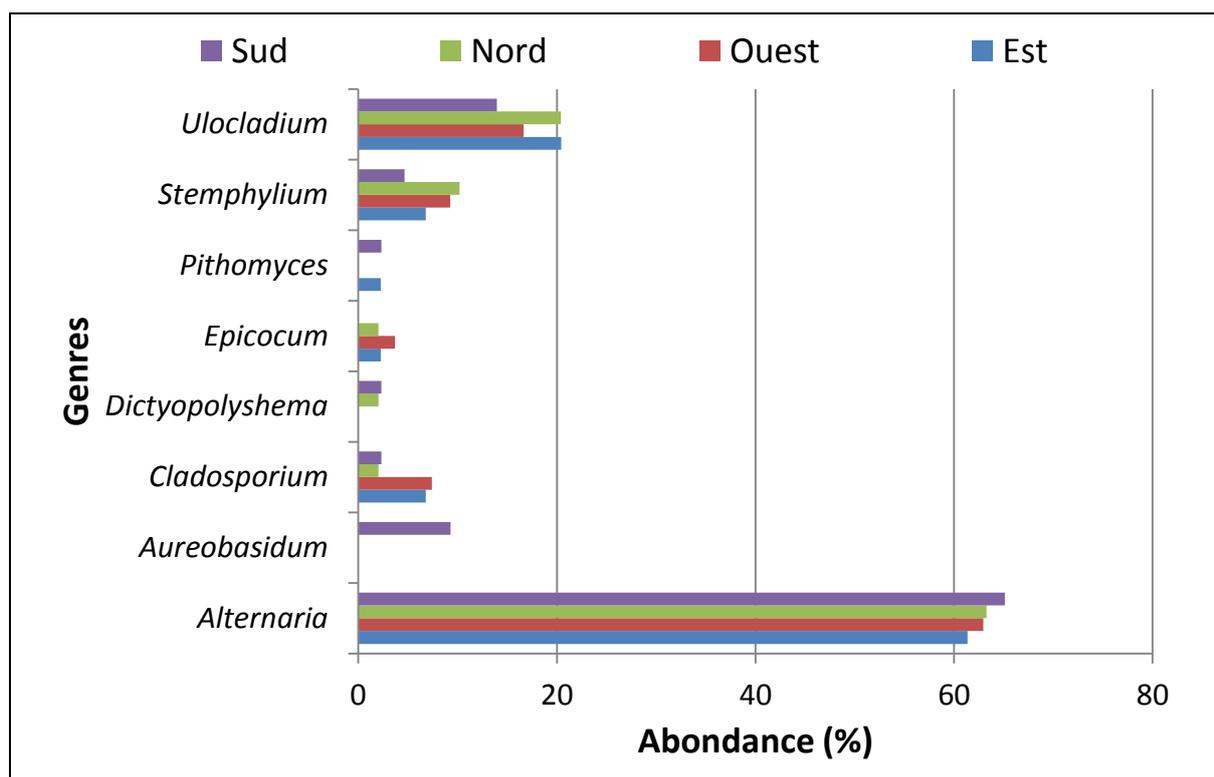


Figure 53 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 5.

A l'est, après *Alternaria* vient *Ulocladium* (20,45 %) et une codominance entre *Epicoccum* et *Pithomyces* (2,27 %), *Stemphylium* et *Cladosporium* (6,81 %).

A l'ouest, *Alternaria* se fait suivre par *Ulocladium* (16,66 %), *Stemphylium* (9,25 %), *Cladosporium* (7,4 %) et *Epicocum* (3,7 %).

Au nord, on remarque qu'après la dominance d'*Alternaria*, vient après *Ulocladium* (20,4 %), *Stemphylium* (10,2 %), une codominance entre *Cladosporium*, *Dictyopolyschema* et *Epicocum* (2,04 %).

Au sud, le genre *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (13,95 %), *Aureobasidium* (9,3 %), *Stemphylium* (4,65 %), *Pitomyces* (2,33 %) et enfin une codominance entre *Cladosporium*, *Dictyopolyschema* (2,32 %).

Le sujet 6 regroupe 8 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 11).

Tableau 11 : diversité et abondance des mycoendophytes du sujet 6.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Alternaria</i>	64,1	63,15	58,33	74,28
<i>Aureobasidium</i>	0	5,26	0	0
<i>Cladosporium</i>	10,25	2,63	13,88	2,85
<i>Penicillium</i>	0	0	2,77	2,85
<i>Phoma</i>	0	2,63	0	5,71
<i>Pithomyces</i>	2,56	0	5,55	0
<i>Stemphylium</i>	5,12	5,26	5,55	0
<i>Ulocladium</i>	17,94	21,05	13,88	14,28

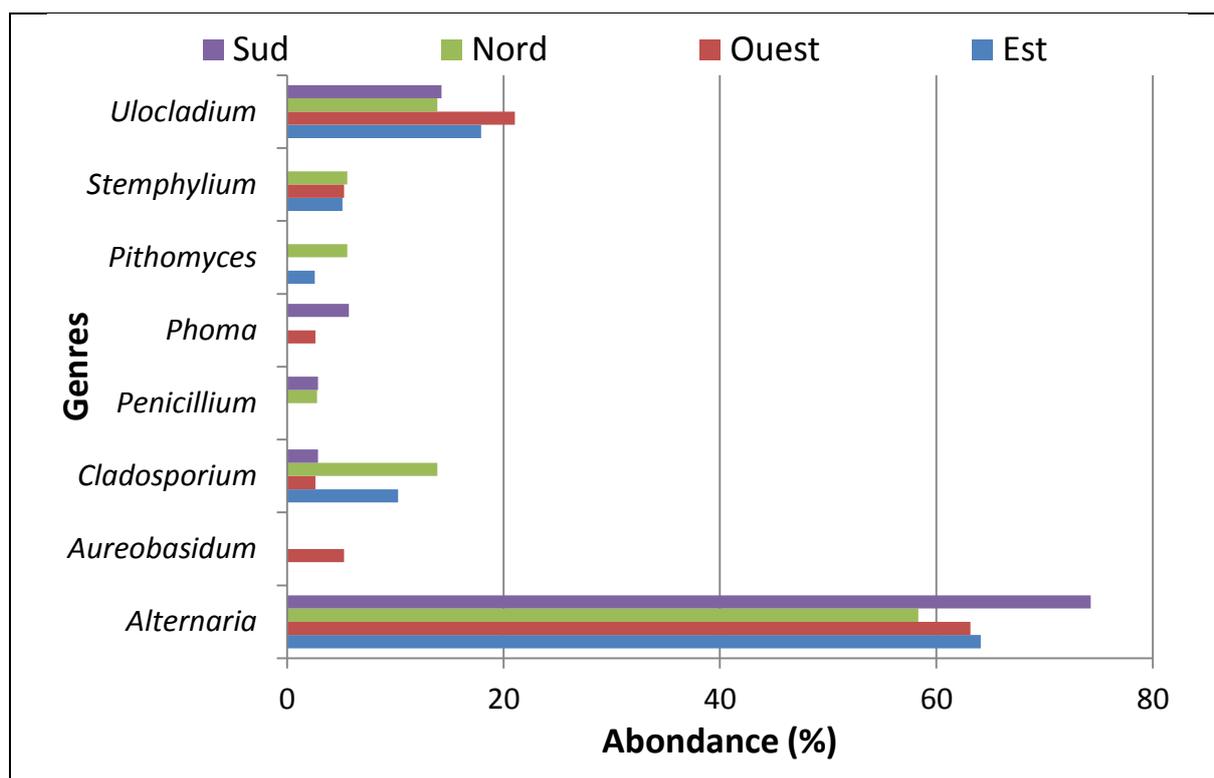


Figure 54 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 6.

A l'est, après *Alternaria* on remarque la présence d'*Ulocladium* (17,94 %), *Cladosporium* (10,25 %), *Stemphylium* (5,12 %), et *Pithomyces* (2,56 %).

A l'ouest, *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (21,05 %), et une codominance entre *Aureobasidium* et *Stemphylium* (5,26 %), *Cladosporium* et *Phoma* (2,63 %).

Au nord, *Alternaria* se fait suivre par *Stemphylium* (10 %), une codominance entre *Cladosporium* et *Ulocladium* (13,88 %), *Pitomyces* et *Stemphylium* (5,55 %), et enfin *Penicillium* (2,77 %).

Au sud, après *Alternaria* vient *Ulocladium* (14,28 %), *Phoma* (5,71 %), et une codominance entre *Cladosporium* et *Penicillium* (2,85 %).

Le sujet 7 regroupe 10 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 12).

Tableau 12 : diversité et abondance des mycoendophytes du sujet 7.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Acremonium</i>	0	0	2,04	0
<i>Alternaria</i>	60,78	54,76	57,14	58,82
<i>Aureobasidium</i>	3,92	9,52	4,09	1,96
<i>Cladosporium</i>	7,84	9,52	12,24	13,72
<i>Epicoccum</i>	0	0	2,04	3,92
<i>Helicosporium</i>	1,96	2,38	0	0
<i>Phoma</i>	1,96	2,38	14,28	1,96
<i>Pithomyces</i>	1,96	0	0	1,96
<i>Stemphylium</i>	1,96	9,52	2,04	1,96
<i>Ulocladium</i>	19,6	11,9	6,12	15,68

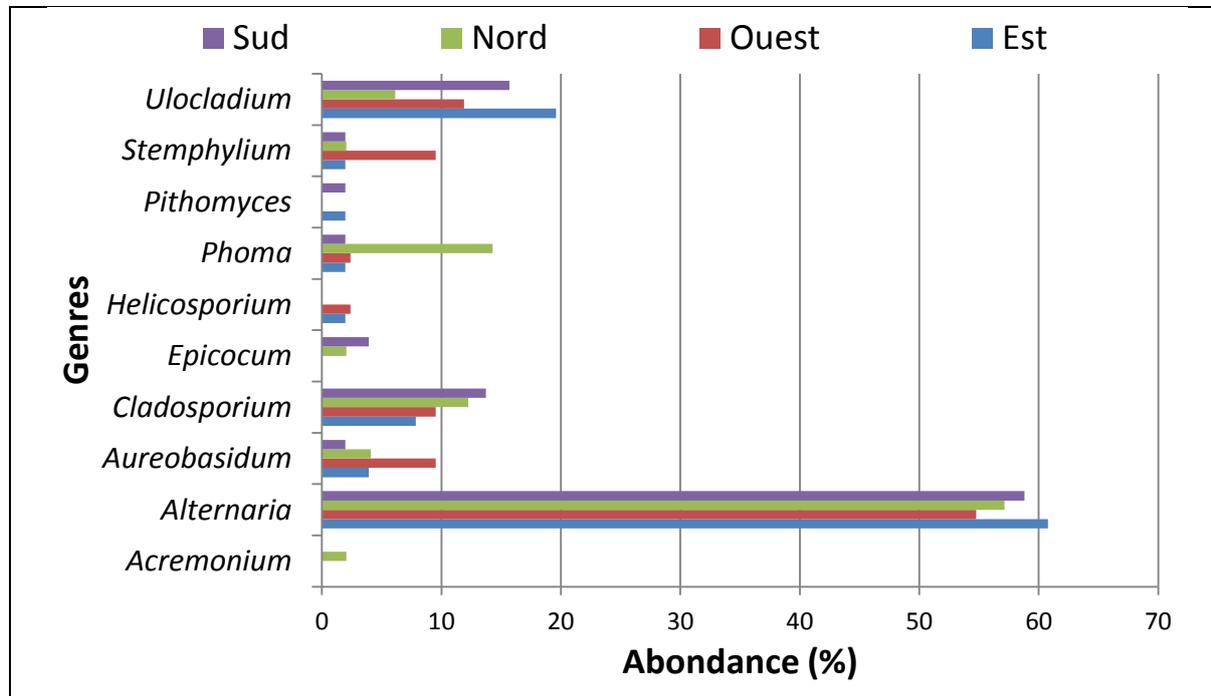


Figure 55 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 7.

A l'est, le genre *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (19,6 %), *Cladosporium* (7,84 %), *Aureobasidium* (3,92 %), et une codominance entre *Helicosporium*, *Phoma*, *Stemphylium* et *Pithomyces* (1,96 %).

A l'ouest, après *Alternaria*, vient *Ulocladium* (11,9 %) ensuite, une codominance entre *Stemphylium*, *Cladosporium* et *Aureobasidium* (9,52 %) et entre *Helicosporium* et *Phoma* (2,38 %).

Au nord, nous notons qu'après la dominance d'*Alternaria*, la présence du genre *Phoma* (14,28 %), *Cladosporium* (12,24 %), *Ulocladium* (6,12 %), *Aureobasidium* (4,09 %) et une codominance entre *Acremonium*, *Stemphylium* et *Epicoccum* (2,04 %).

Au sud, le genre *Alternaria* se fait suivre par *Ulocladium* (15,68 %), *Cladosporium* (13,72 %), *Epicocum* (3,92 %), et enfin une codominance entre *Aureobasidium*, *Phoma*, *Pithomyces* et *Stemphylium* (1,96 %).

Le sujet 8 regroupe 11 genres fongiques répartis selon chaque point cardinal (Tableau 13).

Tableau 13 : diversité et abondance des mycoendophytes du sujet 8.

Genres	Abondance (%)			
	Est	Ouest	Nord	Sud
<i>Acremonium</i>	0	0	0	5,55
<i>Alternaria</i>	63,33	54,09	63,26	55,55
<i>Aureobasidium</i>	0	8,19	0	5,55
<i>Cladosporium</i>	13,33	6,55	8,16	11,11
<i>DictyopolysHEMA</i>	0	1,63	0	0
<i>Epicoccum</i>	0	3,27	8,16	0
<i>Helicosporium</i>	0	0	0	2,77
<i>Penicillium</i>	0	0	0	2,77
<i>Pithomyces</i>	0	0	2,04	0
<i>Stemphylium</i>	10	8,19	6,12	5,55
<i>Ulocladium</i>	13,33	18,03	12,24	11,11

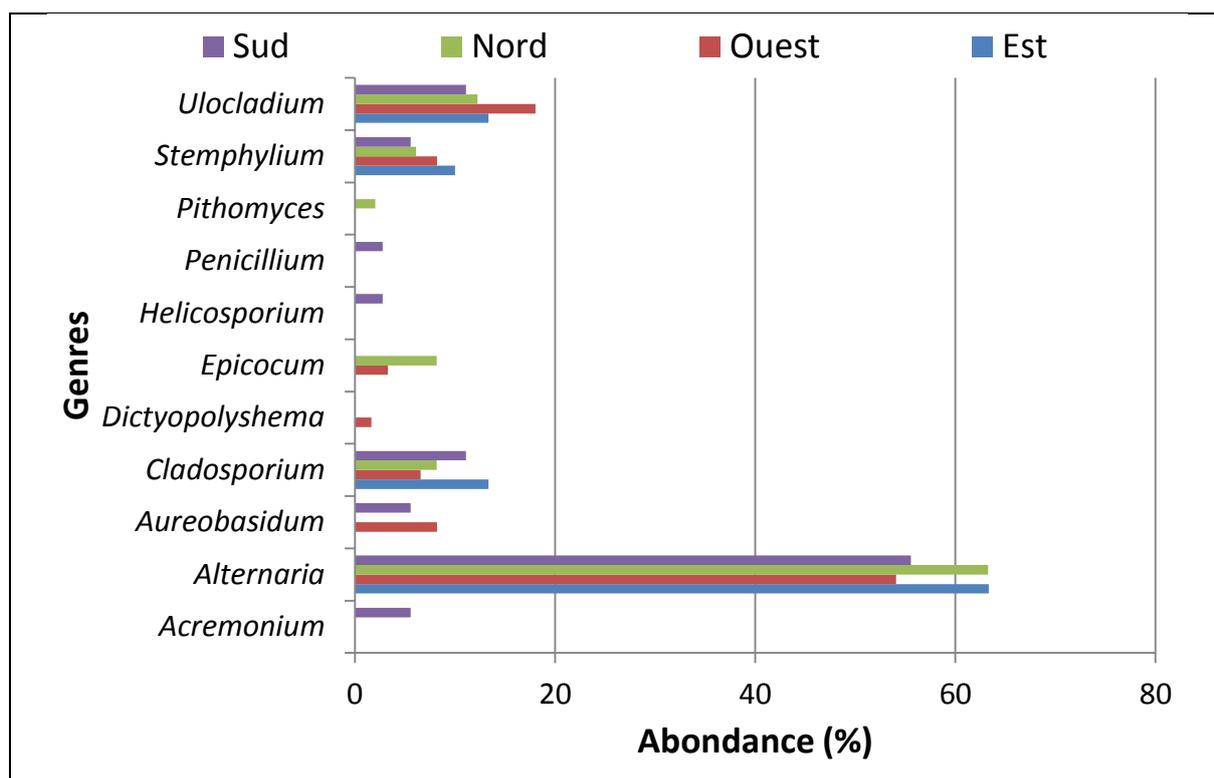


Figure 56 : abondance des champignons identifiés (%) par les champignons endophytes de *Zizyphus lotus* dans le sujet 8.

A l'est, on observe qu'après *Alternaria*, une codominance est noté entre *Ulocladium* et *Cladosporium* (13,33 %) et enfin *Stemphylium* (10 %).

A l'ouest, *Alternaria* est suivi par *Ulocladium* (18,03 %) ensuite une codominance entre *Aureobasidium* et *Stemphylium* (8,19%), *Cladosporium* (6,55 %), *Epicocum* (3,27 %) et *Dictyopolyschema* (1,63 %).

Au nord, après *Alternaria*, nous notons une présence d'*Ulocladium* (12,24 %), une codominance entre *Cladosporium* et *Epicocum* (8,16 %), *Stemphylium* (6,12 %), *Pithomyces* (2,04 %).

Au sud, après *Alternaria* vient après une codominance entre *Cladosporium* et *Ulocladium* (11,11 %) puis entre *Acremonium*, *Aureobasidium*, *Stemphylium* (5,55 %) et pour finir, entre *Penicillium* et *Helicosporium* (2,77 %).

Nous notons que certains isolats de champignons endophytes sont très faiblement répandus, tels que les genres *Dictyopolyschma*, *Helicosporium* et *Penicillium*. Ces résultats confirment ceux de Toofane et Dalymamode (2002), qui suggèrent qu'il est possible que les facteurs environnementaux ne soient pas propices à leur croissance ou que les endophytes plus compétitifs ont déjà atteint une colonisation importante du tissu de l'hôte (le genre peu abondant dépend du genre dominant).

3. Analyse en composantes principales (A.C.P)

Afin de comprendre les différentes interactions qui existent entre les genres de mycoendophytes recensés au niveau des rameaux du *Zizyphus lotus*, nous avons fait une matrice de corrélation (Tableau 14). Cette dernière donne des coefficients de corrélation entre les genres de champignons endophytes pris deux à deux. Il existe des corrélations non significatives entre les genres de champignons endophytes et des corrélations significatives qui sont pour certaines positives (ce qui signifie que les variables varient dans le même sens), et pour d'autres négatives (ce qui signifie que les variables varient dans des sens opposés).

Tableau 14 : matrice de corrélation entre les genres de mycoendophyte.

	<i>Acremomium</i>	<i>Alternaria</i>	<i>Aureobasidium</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Dictyopolyschema</i>	<i>Epicoccum</i>	<i>Helicosporium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Phoma</i>	<i>Pithomyces</i>	<i>Stemphylium</i>	<i>Ulocladium</i>
<i>Acremomium</i>	1											
<i>Alternaria</i>	-0,26	1										
<i>Aureobasidium</i>	0,22	-0,22	1									
<i>Cladosporium</i>	0,04	0,39	0,05	1								
<i>Dictyopolyschema</i>	0,23	0,07	0,01	-0,16	1							
<i>Epicoccum</i>	-0,08	0,35	-0,05	0,06	0,32	1						
<i>Helicosporium</i>	0,21	0,18	0,08	0,12	0,04	-0,12	1					
<i>Penicillium</i>	0,42	-0,35	0,02	-0,07	-0,12	-0,31	0,01	1				
<i>Phoma</i>	0,15	0,13	0,06	0,18	-0,14	-0,06	-0,08	-0,07	1			
<i>Pithomyces</i>	-0,06	0,19	-0,23	-0,13	0,26	0,16	0,10	-0,01	-0,28	1		
<i>Stemphylium</i>	-0,16	0,01	0,20	-0,32	0,00	0,35	-0,23	-0,20	-0,22	-0,10	1	
<i>Ulocladium</i>	-0,18	0,30	0,07	-0,25	0,26	0,33	-0,31	-0,23	-0,13	0,02	0,44	1

Des corrélations positives et fortes sont notées comme suit: entre *Ulocladium* et *Stemphylium*(**0,44**), *Penicillium* et *Acremonium* (**0,42**), *Cladosporium* et *Alternaria* (**0,39**) et entre *Epicoccum* et *Alternaria* (**0,35**), *Epicoccum* et *Stemphylium* (**0,35**). Cela peut s'expliquer par la nécessité d'exister ensemble. Pour chaque paire de Champignons, la présence de l'un favorise la présence de l'autre. Autrement dit l'absence de l'un limite la présence de l'autre (c'est une synergie).

D'autres corrélations sont positives mais moins fortes telles celles existant entre *Cladosporium* et *Acremonium* (0,04), *Stemphylium* et *Aureobasidium* (0,20) et entre *Alternaria* et *Ulocladium* (0,30) ; ceci peut être expliqué par une interaction de type compétitif.

Certaines corrélations sont négatives comme celles entre *Phoma* et *Penicillium* (-0,07), *Dictyopolyschema* et *Cladosporium* (-0,16) et entre *Helicosporium* et *Ulocladium* (-0,31); cela peut être expliqué par une forte relation antagoniste (certains champignons limitent la présence d'autres champignons sur le même substrat).

El-Nagerabi et son équipe en 2013 se sont intéressés aux champignons endophytes associés aux feuilles saines de deux espèces de *Ziziphus* (*Zizyphus spina-christi* et *Zizyphus hajanensis*) d'une région montagneuse d'Oman de la période allant d'avril 2008 à octobre 2011. Il en ressort de leurs résultats qu'il y a une variation des communautés fongiques endophytiques entre les deux espèces. Ils indiquent également la spécificité des tissus et des espèces mais pas de variation saisonnière parmi les endophytes. Notre profil de champignons endophytes est différent de ceux obtenus par cette équipe pour chacune des deux espèces de *Ziziphus*. Elamo et al. (1999) affirment donc, que les variations des endophytes sont dues en partie aux différences génétiques entre les arbres et les variations des conditions environnementales.

Une analyse en composantes principales (A.C.P) est réalisée (figure 57). Le plan 1-2 de l'analyse en composantes principales explique 36 % du phénomène avec pour l'axe 1, 21 % et pour l'axe 2, 15 % de l'inertie totale.

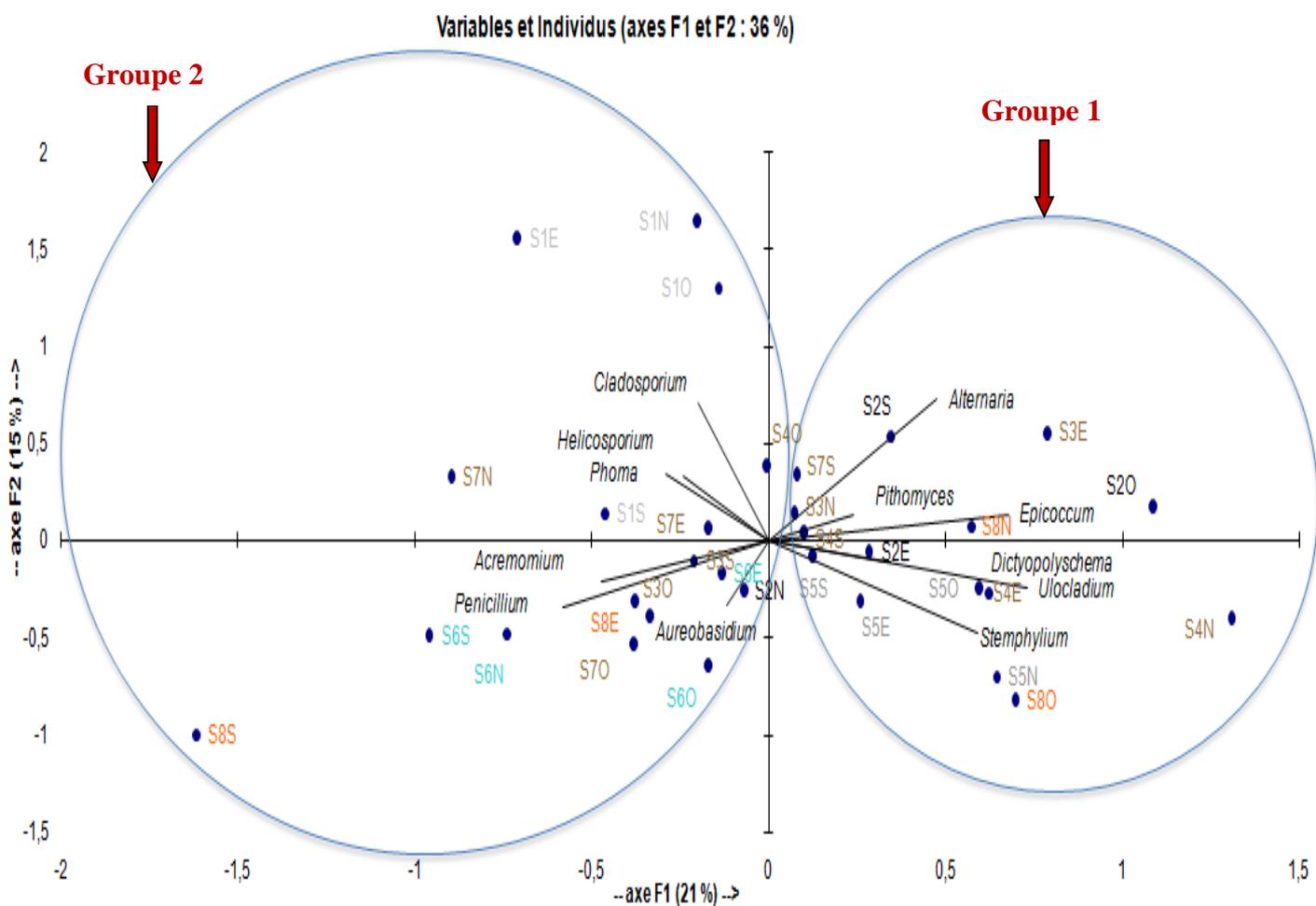


Figure 57 : Représentation des genres de champignons endophytes et des sujets de *Zizyphus lotus* sur A.C.P.

Selon l'axe 1 de la figure 57, deux groupes s'individualisent. Sur le premier groupe, nous remarquons la présence de tous les sujets sauf le premier et le sixième. Sur ces sujets les quatre points cardinaux sont rencontrés. Nous les citons ci-dessous :

- S2 (est, ouest, sud) ;
- S3 (est, nord) ;
- S4 (est, nord, sud);
- S5 (est, ouest, nord, sud) ;
- S7 (sud) ;
- S8 (ouest, nord).

De plus, les genres retrouvés dans ce groupe sont *Alternaria*, *Pithomyces*, *Epicoccum*, *Dictyopolyschema*, *Ulocladium* et *Stemphylium*.

Sur le deuxième groupe, nous remarquons la présence de tous les sujets, sauf le cinquième. Comme pour le premier groupe, les quatre points cardinaux sont rencontrés. Il s'agit des sujets suivants :

- S1 (est, ouest, nord, sud),
- S2 (nord) ;
- S3 (ouest, sud) ;
- S4 (ouest) ;
- S6 (est, ouest, nord, sud) ;
- S7 (est, ouest, nord);
- S8 (est, sud).

L'analyse de nos résultats montre qu'aucun des points cardinaux n'est spécifique à aucun des deux groupes, et que les sujets 2, 3, 7 et 8 regroupent la majorité des genres fongiques qui ont été recensés et cela peut être expliqué par leurs localisations à proximité de la route, qui entraîne une pollution atmosphérique et une concentration plus élevées de champignons. Ces résultats confirment les résultats de Hsiao-Man et son équipe (2005), leurs travaux consistent à surveiller les spores fongiques ambiantes chez Hualien, Taiwan afin d'examiner les compositions et les variations temporelles des champignons et pour évaluer les déterminants possibles. Leurs résultats montrent que la concentration des champignons est considérable en raison de l'urbanisation de la zone d'étude en démontrant des interactions compliquées entre les

champignons et la pollution atmosphérique, puis entre les champignons et les facteurs météorologiques.

Selon notre A.C.P, nous notons plusieurs oppositions tels que les genres *Alternaria* et *Acremonium*, *Stemphylium* et *phoma*, *Cladosporium* et *pithomyces*. Cela peut être expliqué par les facteurs géologiques, climatiques et botaniques qui ont une influence sur la diversité des mycoendophytes et un impacte sur la composition fongique (Hoffman et Arnold, 2008). Les champignons endophytes démontrent souvent une spécificité d'hôte unique au niveau de l'espèce végétale, mais cette spécificité pourrait être influencée par les changements saisonniers des facteurs climatiques (Cohen 2004; Hung et al., 2008; Sun et al., 2011). Prestidje et al. (1994) montrent que le genre *Acremonium* permet un contrôle biologique, car il affecte toutes les populations de ravageurs.

Parmi les champignons endophytes que nous avons recensé, nous notons ceux qui présentent des interactions de synergie tels *Alternria* et *Epicoccum* qui sont identifiés comme des agents de lutte biologique prometteurs contre certaines pathologies (Falk et al., 1996 ; Bakshi et al., 2001 ; González et Tello, 2011). Les champignons nécessitent certaines conditions environnementales pour leur croissance et leur reproduction, et les associations de températures et d'humidité ont été bien documentées dans la littérature (Hasnain, 1993). Les variables météorologiques telles que le vent (Hasnain, 1993, Aylor 1992) et les précipitations (Timmer et al., 1998) ont montré une incidence sur la libération et les concentrations des spores dans l'air. Les types de spores tels que *Cladosporium*, *Alternaria* et *Epicoccum* se retrouvent à des concentrations plus élevées pendant les conditions météorologiques chaudes et sèches (Hirst, 1953 ; Ingold, 1971). Ces interactions révèlent un impact important sur le fonctionnement général des écosystèmes (Eisenhauer, 2012).

Les endophytes fongiques produisent des métabolites bioactifs qui interviennent dans l'interaction plante-endophyte (Strobel, 2003). Rodriguez et al. (2009) et Waquas et al. (2012) ont montré que les champignons endophytes aident la plante hôte à répondre aux variations environnementales par la régulation de la croissance de la plante et son développement, en utilisant des substances bioactives. Les genres comme *Phoma* et *Aureobasidium* ont été signalées présentant une activité antagoniste contre certains pathogènes. (El-Tarabily et Sivasithamparam, 2006 ; González et Tello, 2011).

Notre échantillonnage en saison printanière (mars 2017) a été effectué pendant une période de repos végétatif. Cette phase est caractérisée par de nombreux bourgeons qui sont incapables de se développer pendant une certaine période de leur vie (Stuart et Milstead, 1934).

D'après Hopkins et ses collaborateurs (2003), c'est une période dont laquelle les bourgeons sont dans l'impossibilité de croître à cause des facteurs intrinsèques de l'organe ou par des insuffisances de l'environnement, qui peuvent être imposées. Dans la plus part des cas, il semble que ce sont les facteurs intrinsèques et extrinsèques, qui entrent en interaction pour induire, maintenir ou lever l'état du repos végétatif autrement dit, dormance. Ceci explique la dominance d'*Alternaria* qui joue un rôle majeure dans la protection contre les agents pathogènes (González et Tello, 2011) et contre le stress nutritif. Certaines espèces d'*Alternaria* ont la possibilité de produire du mannitol et le tréhalose qui sont considérés comme une source carbonée pour la plante (Calmes, 2011). Pendant la période végétatif, *Alternaria* est considéré comme une source nutritif pour l'hôte.

Selon Champagnat (1969), le repos végétatif se caractérise par un retour à la vie active dès que les conditions favorables sont réalisées tel que les conditions d'humidité, d'approvisionnement en oxygène et de température adéquate (conditions physiologique) sont réunies.

Le présent travail a pour but d'inventorier les mycoendophytes des rameaux de *Zizyphus lotus* de la région de Djebba (Wilaya de Tizi-Ouzou). Il rentre dans le cadre des travaux de recherche du laboratoire «Ressources naturelles », de l'université Mouloud Mammeri (Tizi-Ouzou). L'échantillonnage a été effectués sur 8 sujets de *Zizyphus lotus* sur les quatre points cardinaux, les rameaux ont été prélevés de chaque arbre puis mis en culture au laboratoire sur milieu P.D.A.

Notre étude est subdivisée en deux parties, la première partie consiste à identifier les isolats fongiques prélevés des fragments de rameaux de *Zizyphus lotus*. L'observation microscopique des prélèvements réalisés au niveaux des colonies fongiques montre une diversité en champignons endophytes. Douze genres ont été déterminés : *Acremonium*, *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Dictyopolyschema*, *Epicoccum*, *Helicosporium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Stemphylium* et *Ulocladium*. La majorité de ces genres sont cosmopolites présentant une activité anti-pathogène telle-que le genre *Alterenaria* qui est le plus dominant comparé au reste des genres fongiques recensés.

La deuxième partie de notre étude repose sur les analyses statistiques qui consistent à calculer l'abondance des champignons endophyte et l'analyse en composantes principales (ACP).

Nous avons noté que les quatre points cardinaux n'influencent pas l'abondance et la diversité des champignons endophytes.

La présence des genres peu abondants dépend du genre dominant. Il semble que chaque genre se caractérise par son propre cortège fongique. En effet, une matrice de corrélation a montré les différentes interactions synergiques, d'autres sont antagonistes.

L'ACP que nous avons réalisée nous a permit de déduire des liens forts entre les différents genres de champignons endophytes identifiés, on peut citer : *Acremonium* et *Penicillium*, *Alternaria* et *Cladosporium*, *Stemphylium* et *Ulocladium*. Ces résultats montrent que les champignons endohytes ont une hyperdiversité et peuvent jouer un rôle important dans la survie et l'aptitude de leurs plantes hôte.

Les rameaux du *Zizyphus lotus* abritent une diversité importante de mycoendophytes qui interagissent entre eux dans le but d'améliorer la croissance et l'adaptation écologique de la plante hôte, en améliorant la tolérance de la plante aux contraintes environnementales et à la résistance aux phytopathogènes et / ou aux herbivores.

En perspectives, ce travail peut être poursuivi par :

- une identification des champignons endophytes de *Zizyphus lotus* lors de la levée du repos végétatif ;

- une comparaison entre nos résultats et ceux des travaux effectués sur les champignons épiphytes;

- une identification approfondie et précise de ces espèces fongiques, suivie d'une identification moléculaire ;

- une mise en culture des racines et des feuilles de *Zizyphus lotus* pour connaître la différence entre les taxons fongiques.

1. **Abbott LB., Roundy BA.** 2003. Available water influences field germination and recruitment of seeded grasses. *Journal of Range Management* 56: 56-64.
2. **Adzu B., Amos S., Amizan M.B et Gamaniel K.** 2003. "Evaluation of the antidiarrhoeal effects of *Zizyphus spina-christi* stem bark in rats," *Acta Tropica* . 87(2) : 245-250.
3. **Agnew P., Koella J.C.** 1999. Life history interactions with environmental conditions in a host-parasite relationship and the parasite's mode of transmission. *Evolutionary Ecology* 13: 67-89.
4. **Al-Doory Y., et Domson J.F.**1984. Mould allergy. Ed Lea et Febiger.
5. **Allali H., Benmehdi H., Dib M.A., Tabti B., Ghalem S. et Benabadji N.** 2008. Phytotherapy of diabetes in west Algeria. *Asian Journal of Chemistry*, 20 (4):2701-2710.
6. **Anand K. K., Singh B., Grand D., Chandan B. K., et Gupta V. N.**1989, Effect of *Zizyphus sativa* leaves on blood glucose levels in normal and alloxan-diabetic rats, *Journal of Ethnopharmacology*. 27 (1-2) : 121-127.
7. **Arnold A. E., Mejia L. C., Kylo D., Rojas E. I., Maynard Z., Robbins N et Herre E. A.** 2003. Fungal endophytes limit pathogen damage in a tropical tree. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 100:15649-15654.
8. **Arnold A.E.** 2007. Understanding the diversity of foliar endophytic fungi: progress, challenges, and frontiers. *Fungal Biol Rev.* 21(2-3) : 51-66.
9. **Arnold A.E., Lutzoni F.**2007. Diversity and host range of foliar fungal enophytes : are tropical leaves biodiversity hotspots ? *Ecology*. 88 (3) : 541-549.
10. **Aves-Kamp M.M., Verklu G.J.M., De Gruyter J., Murace M.A., Perello A., Woudenberg J.H.C., Groenewald J.Z., Crous P.W.**2009. DNA Phylogeny reveals polyphyly of *Phoma* section *peyronellae* and multiple taxonomic novelties. *Mycologia*.101(3) : 363-382.
11. **Aylor D.E.** 1992. The role of intermittent wind in the dispersal of fungal pathogens. *Annu Rev Phytopathol.* 28:73-92.
12. **Baba Aissa F.** 1999. Encyclopédie des plantes utilisées. Flore d'Algérie et du Maghreb – Substance végétale, Edition Librairie Moderne, Rouïba, 145.
13. **Baba Aissa F.** 2011. Encyclopédie des plantes utiles Flore Méditerranéenne (Maghred, Europe méridionale) Substance végétales d'Afrique, d'Orient et d'Occident.

14. **Back Shi S., SZtejnberg A. et Yarden O.** 2001. Isolation and characterization of a cold-tolerant strain of *Fusarium proliferatum*, a biocontrol agent of groupe downy mildew. *Phytherapt.* 91 : 1062-1068.
15. **Bal H.B., Subhasis D., Tushar K.D., Tapan K.A.** 2013. ACC deaminase and IAA producing growth promoting bacteria from the rhizosphere soil of tropical rice plants. *Basic Microbiol.* 53 (12), 972-984.
16. **Bar-Hen A., Mariadassou M., Poursat M.A., Vandenkoornhuysse P.** 2008. Influence function for robust phylogenetic reconstructions. *Molecular Biology and Evolution.* 25:869-873.
17. **Bartels D, Sunkar R.** 2005. Drought and salt tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Science.* 24 : 23-58.
18. **Bayer, E., and Butter, K.** 2000. Guide de la flore méditerranéenne. 280.
19. **Benchalal A., Bouziane H. et Maka M.** 2004. Fleur du Sahara, arbres et arbustes, voyage au cœur de leurs usages avec les Touaregs du Tassili. *Phytothérapie.* 6 : 191-197.
20. **BENSCH K., Groenewald J.Z., Dijksterhuis J., Starink-Willemsse M., Andersen B., Summerell B.A., Shin H.D., Dugan F.M., Schroers H.J., Braun U. et Crous P.W.** 2010: Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Davidiellaceae, Capnodiales*). *Studies in mycology.* 67(1): 1-94.
21. **Berbee M.L.** 2001. The Phylogeny of Plant and animal Pathogens in the Ascomycota. *Physiological and Molecular Plant Pathology.* 59 :165-187.
22. **Bérubé J.** 2007. Les champignons endophytes : un potentiel insoupçonné. *L'éclaircie.* N° : 34.
23. **Beyer M., Roding S., Ludewig A., Verreet JA.** 2004. Germination and survival of *Fusarium graminearum* macroconidia as affected by environmental factors. *Journal of Phytopathology* 152: 92-97.
24. **Bohnert H.J., Nelson D.E., Jensen R.G.** 1995. Adaptations to environmental stresses. *The Plant Cell.* 7, 1099-1111.
25. **Borgi W et Chouchane N.** 2006. Activité anti-inflammatoire des saponosides de racines de *Zizyphus lotus* (L). *Revue des Région Arides* .283-286.
26. **Borgi W., Bouraoui A., et Chouchane N.** 2007(b). Antiulcerogenic activity of *Zizyphus lotus* (L.) extraits. *Ethnopharmacology.* 112(2): 228-231.

27. **Borgi W., Chouchane N.** 2007. Activité anti-inflammatoire des saponosides et des flavonoïdes des écorces des racines de *Zizyphus lotus* (L.). Revue des Régions Arides. 289-286.
28. **Borgi W., Recio M.C., Rios J.L., et Chouchane N.** 2008. Anti-inflammatory and analgesic activities of flavonoid and saponin fractions from *Zizyphus lotus* (L.) Lam. South African journal of botany. 74:320-324.
29. **Bouchet P., Guingnard J.L., Madulo-Leblond G., Régli P.**1989. Mycologie générale et médicale. Edition Masson.
30. **Bouchet P., Guingnard J.L., Villard J.**1999. Les champignons mycologie fondamentale et appliquée. Editions Masson.
31. **Bréhima K., Antoine K., et Modibo D.** 2009. La culture du jujubier : un manuel pour l'horticulteur sahélien. ICRAF Technical Manual no. 10.
32. **Brown KB., Hyde KD., Guest DI.** 1998. Preliminary studies on endophytic fungal communities of *Musa acuminata* species complex in Hong Kong and Australia. Fungal Diversity 1: 27-51.
33. **Calmes B.** 2011. Réponses adaptatives d'*Alternaria brassicicola* au stress oxydatif lors de l'interaction avec les brassicacées : Rôle du métabolisme du mannitol et des Glutathion-Stransférases. Thèse de doctorat Spécialité : Biologie Cellulaire et Moléculaire Végétale Ecole Doctorale VENAM.
34. **Carlile M.J., Watkinson S.C.** 1994. The Fungi. (Academic Press eds).
35. **Catoire C., Zwang H., Bouet C.** 1999. Les jujubiers ou le Zizyphus fruits oubliés N° 1.
36. **Champagnat P.** 1969. Donnant des semences et des bourgeons. Dans : croissance, morphogénèse et reproduction. Ed., masson et cie, paris, 193-217.
37. **Champion R.** 1997. Identifier les champignons transmis par les semences, Ed INRA.
38. **Chehma A.** 2006 : Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides. Université d'Ouargla. Ed Dar El Houda. 146.
39. **Chen Yi-ling et Chou Pan-Kai.** 1982. Rhamnaceae. In : Chen Yi-ling, Ed Reipubl Popularis Sin. 48(1) :1-169.
40. **Chevalier A.** 1939. La vie et l'œuvre de R. Desfontaines : le lotus. 94. Paris, Revu. De Bot. 28.
41. **Chevalier A.** 1947. La vie et l'œuvre de R. Desfontaines : le Lotus. 94. Paris.

42. **Claudine R.**, 2007. Le nom de l'arbre : le grenadier, le caroubier, le jujubier, le pistachier et l'arbousier. Actes sud leMajan, 1^{ère} Ed. France. 45-62.
43. **Clay K.** 1986. Grass endophytes. In: Fokkema N. J. and Van Den Heuvel J. Microbiology of the phyllosphere, Cambridge, UK: Cambridge University Press. 188-204.
44. **Clay K. et Schardl C.** 2002. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. American Naturalist; 160 Suppl 4: S99-S127.
45. **Cohen SD.** 2004. Endophytic-host selectivity of *Discula umbrinella* on *Quercus alba* and *Quercus rubra* characterized by infection, pathogenicity and mycelial compatibility. European J Pl Pathol 110:713-721.
46. **Collin R.G., Odrizola E., et Towers N.R.** 1998. Sporidesmin production by *Pithomyces chartarum* isolates from Australia, Brazil, New Zealand and Uruguay. Mycological Research 102: 163-166.
47. **Cordier T.** 2012. Structure des assemblages fongiques de la phyllosphère des arbres forestiers et effet potentiel du changement climatique. Thèse de Doctorat. Ecole doctorale : Science et environnement. Spécialité : Ecologie évolutive, fonctionnelle et des communautés. Université Bordeaux 1.
48. **Crous P.W., Schubert K., Braun U., Hoog G.S de., Hocking A.D., Shin H.D., et Groenewald J.Z.** 2007. Opportunistic, human-pathogenic species in the Herpotrichiellaceae are phenotypically similar to saprobic or phytopathogenic species in the Venturiaceae. Studies in Mycology. 58: 185-217.
49. **Da Cunha K., Sutton D., Gene J., Cano C., Capilla J., Madrid H., Decock C., Wiedrhold N et Guarro J.** 2014. *Pithomyces* species (Montagnulaceae) from clinical specimens: identification and antifungal susceptibility profiles Medical Mycology, 52, 748-757.
50. **De Hoog GS., Guarro J., Gené J., et Figueras MJ.** 2000. Atlas of clinical fungi, 2nd Ed. CBS, Utrecht and Universitat Rovira I Virgili, Reus.
51. **Dugan FM., Schubert K., Braun U.** 2004. Check-list of *Cladosporium* names. Schlechtendalia. 11: 1-103.
52. **Eisenhauer N.** 2012. Aboveground-belowground interactions as a source of complementarity effects in biodiversity experiments. Plant and Soil. 351:1-22
53. **Elaloui M., Laamouri A., Albouchi A., Cerny M., Mathieu C., Vilarem G., et Hasnaoui B.** 2014, "Chemical compositions of the tunisian *Ziziphus jujuba* oil," Emirates Journal of Food and Agriculture. 26(7). 602-608.

54. **Elamo P., Helander M.H., Saloniemi I., Neuvonen S.** 1999. Birch family and environmental conditions affect endophytic fungi in leaves. *Oecologia*. 118: 151-156.
55. **Ellis M.B.** 1976. *More Dematiaceous Hyphomycetes*. Kew: Commonwealth Mycological Institute.
56. **Ellis, D.** 2007. Mycology online. University of Adelaide . School of molecular & biomedical science. The University of Adelaide.
57. **El-Tarabily K.A., Sivasithamparam K.** 2006. Potencial of yeast as biocontrol agents of soil-borne fungal plant pathogens and as plant growth promoters *Mycoscience*. 47 :25-35.
58. **Falk S.P., Pearson R.C., Gadoury D.M., Seem R.C., et Sztejnberg A.**1996. *Fusarium proliferatum* as a biocontrol agent against grape downy mildew. *Phytotherapy*. 86 : 1010-1017.
59. **Flannigan B.** 2001. *Microorganisms in Home and Indoor Work Environments*. Chapter 1.2- Microorganisms in indoor air.
60. **Flannigan, B., Samson, R. A., et Miller, J. D.** 2002. *Microorganisms in home and indoor work environments: diversity, health impacts, investigation and control*. 504. CRC Press.
61. **Gallery R.E., Dalling J. W., et Arnold A. E.** 2007. Diversity, host affinity and distribution of seed-infecting fungi: a case study with *Cecropia*. *Ecology* ; 88: 582-588.
62. **Gaussen H., Leroy J.F. et Ozenda P.** 1982. *Précis de botanique*. Tome 2 (végétaux supérieurs). Ed. Masson, Paris, 579.
63. **Ghedira K.** 2013. *Zizyphus lotus* (L.) Desf. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage, *Phytothérapie*. 11:149-153
64. **González V., et Tello M.L.,** 2011. The endophytic mycota associated with *vitis vinifera* in central Spain. *Fungal Diversity*. 47 :29-42.
65. **Goos R.D.**1989. On the anamorph genera *Helicosporium* and *Drepanospora*. *Mycologia*. 81: 356-374.
66. **Gravesen S., Frisvad JC et Samson RA.** 1994. *Microfungi*. Munksgaard, Copenhagen.
67. **Gravesen, S., Frisvad, J. C., et Samson, RA.** 1994. *Microfungi*. 1ere Ed. 168 Copenhagen, Munksgaard.
68. **Guerin P.** 1898. Sur la présence d'un champignon dans l'ivraie. *Journal Botanique*.

- 69. Hasnain S.M.** 1993 Influence of meteorological factors on the air spora. *Grana* 32:184-188.
- 70. Hassan S.E.D., Liu A., Bittman S., Forge T.A., Hunt D.E., Hijri M., St-Arnaud M.** 2013. Impact of 12-year field treatments with organic and inorganic fertilizers on crop productivity and mycorrhizal community structure. *Biol. Fertil. Soils* 49, 1109-1121.
- 71. Hawksworth D. L.** 2001. The magnitude of fungal diversity: the 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 109: 1422–1432.
- 72. Hawksworth D. L., Kirk P. M., Sutton B. C. et Pegler D. N.** 1995. *Ainsworth & Bisby's dictionary of the Fungi*. CAB International, Wallingford, UK.
- 73. Heckman D.S., Geiser D.M., Eidell B.R., Stouffer R.L., Kordos N.L., Hedges S.B.** 2001. Molecular Evidence for the Early Colonization of land by Fungi and Plants. *Science*. 293 : 1192-1133.
- 74. Helgason T., Daniell T.J., Husband R., Fitter A.H., Young J.P.W.** 1998. Ploughing up the wood-wide web *Nature*. 394: 431.
- 75. Herman P.** 2000. Biodiversity and Evolution in Mycorrhizae of the Desert. *Microbial Endophytes, Part II* 7:141-160.
- 76. Herre E.A., Knowlton N., Muller U., Rehner S.** 1999. The evolution of mutualisms: exploring the paths between conflict and cooperation. *Trends in Ecology & Evolution* 14, 49-53.
- 77. Herre E.A., Mejia I.C., Kylo D.A., Rojas E., Maynard Z., Butler L., Van bael S.A.** 2007. Ecological implications of anti-pathogen effects of tropical fungal endophytes and mycorrhizae. *Ecology*. 88 (3): 550-558.
- 78. Hibbet D.S., Donoghue M.J.** 2001. Analysis of character correlations among wood decay mechanisms, mating systems, and substrate ranges in homobasidiomycetes. *Systematic Biology*. 50: 215-242.
- 79. Hirst J.M.** 1953. Changes in atmospheric spore content: diurnal periodicity and the effects of weather. *Trans Br Mycol Soc.* 36:375–393.
- 80. Hjeljord L., Tronsmo A.** 1998. *Trichoderma* and *Glicoladium* in biological control: an overview. In *Trichoderma* and *Glicoladium*. Enzymes, biological control and commercial applications. 131-151. Taylor and Francis Ltd, London, UK.
- 81. Hocquette J.F., Cassar-malek I., Listrat A., JURIE C., Jailler R., Picard B.,** 2005, Evolution des recherches sur le muscle des bovins et la qualité sensorielle de leur

- viande. II : Influence des facteurs d'élevage sur les caractéristiques musculaires. Cah. Agric. 14, 365-372.
- 82. Hoffman M.T., Arnold.** 2008. Geographic locality and hostidentity shape fungal endophyte communities in cupressaceous trees. *Mycological Research*. 112 :331-344.
- 83. Hogan M.B., Patterson R., Pore R.S., Corder W.T., Wilson N.W.** 1996. Basement shower hypersensitivity pneumonitis secondary to *Epicoccum nigrum*. *Chest*; 110:854-856.
- 84. Hopkins W.G., Rambour S., Evrard C.M.** 2003. *Physiologie végétale*, 2eme édition, de boeck.
- 85. Hsiao-Man Hoa., Carol Y R., Hsiao-Hsien Hsueh., Yueh-Hsiu Chiueh., Chi-Ming Liud E H., Jasmine Chaoc.** 2005. Characteristics and determinants of ambient fungal spores in Hualien, Taiwan.
- 86. Huang W.Y., Cai Y.Z., Hyde K.D., Corke H., Sun M.** 2008. Biodiversity of endophytic fungi associated with 29 traditional Chinese medicinal plants. *Fungal Div* 33: 61-75.
- 87. Hyde K. D. et Soytong K.** 2008. The fungal endophyte dilemma. *Fungal Diversity*; 33: 163-173.
- 88. Ingold C.T.** 1971. *Fungal spores: their liberation and dispersal*. Oxford University Press, London.
- 89. James T.Y., Kauff F., Schoch C.L., Matheny P.B., Hofstetter V., Cox C.J., Celio G., Gueidan C., Fraker E., Miadlikowska J., Lumbsch H.T., Rauhut A., Reeb V., Arnold A.E., Amtoft A., Stajich J.E., Hosaka K., Sung G.H., Johnson D., O'Rourke B., Crockett M., Binder M., Curtis J.M., Slot J.C., Wang Z., Wilson A.W., Schüßler A., Longcore J.E., O'Donnell K., Mozley-Standridge S., Porter D., Letcher P.M., Powell M.J., Taylor J.W., White M.M., Griffith G., Davies D.R., Humber R.A., Morton J.B., Sugiyama J., Rossman A.Y., Rogers J.D., Pfister D.H., Hewitt D., Hansen K., Hambleton S., Shoemaker R.A., Kohlmeyer J., Volkmann-Kohlmeyer B., Spotts R.A., Serdani M., Crous P.W., Hughes K.W., Matsuura K., Langer E., Langer G., Untereiner W.A., Lücking R., Büdel B., Geiser D.M., Aptroot A., Diederich P., Schmitt I., Schultz M., Yahr R., Hibbett D.S., Lutzoni F., McLaughlin D.J., Spatafora J.W., Vilgalys R.** 2006. Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature*. 443: 818-822.

- 90. Jürgen R., Paul S., Ulrike S., et Reinhard S.** 2009. Essential Oils of Aromatic Plants.
- 91. Kiffer E., Morrelet M.** 1997. Les deutéromycetes : classification et clés d'identification générique. Edition (I N R A) Paris, France.306.
- 92. Kirk M. P., Cannon P.F., Minter D. W., Stalpers J.A.** 2008. Dictionary of the Fungi. Edited by P M Kirk, International Mycological Institute, Egham, UK, P F Cannon, CABI, UK, J A Stalpers, CBS, The Netherlands.Komplementmed.16: 79-90.
- 93. Krings M., Taylor T.N., Hass H., Kerp H., Dotzler N., Hermsen F.J.** 2007. Fungal endophytes in a 400-million-yr-old land plant: infection pathways, spatial distribution, and host responses. *New Phytol.* 174:648-657.
- 94. Kulling-Gradinger C.M., Szakacs G., Kubicek C.P.**2002. Phylogenetic and evolution of the genus *Trichoderma*: a multigene approach. *Mycological Research* 155: 1-9.
- 95. Lahlou M., ElMahi M., et Hammouchi J.** 2002. Evaluation of antifungal and molluscicidal activities of Moroccan *Zizyphus lotus* L. Desf, *Annales pharmaceutiques françaises*, 60:410-414.
- 96. Lanier I., Joly P., Bondoux P., Bellemère A.** 1978.Mycologie et pathologie forestière tome 1, Mycologie forestière édition Masson.
- 97. Lapie G., et Maige A.** 1914: «Flore forestière de l'Afrique ». Ed Masson et Cie, 359.
- 98. Larone, D H.** 2002. Medically important fungi. A guide to identification. 4th edition, -409 p. New York - Amsterdam - London, Elsevier Science Publishing Co., Inc
- 99. Le Calvez T.** 2009. Diversité et fonctions écologiques des champignons en écosystème hydrothermal marin profond. Université de Rennes 1/CNRS. Ecole Doctorale Vie-Agro-Santé. UFR Sciences de la vie et de l'environnement.
- 100. Lemoine C.** 2005. Les fleurs méditerranéennes, Editions Jean-Paul Gisserot. 14.
- 101. Liu C., Liu T., Yuan F., Gu Y.** 2010. Isolating endophytic fungi from evergreen plants and determining their antifungal activities. *Africa J Microbiol Res* 4: 2243-2248.
- 102. Lumbsch H T., Lindemuth R. et Schmitt I.** 2000. Evolution of filamentous ascomycetes inferred from LSU rDNA sequence data. *Plant Biology* 2: 525-529.
- 103. Lutzoni F., Kauff F., Cox C.J., McLaughlin D., Celio G., Dentinger B., Padamsee M., Hibbett D., James T.Y., Baloch E., Grube M., Reeb V., Hofstetter V., Schoch C., Arnold A.E., Miadlikowska J., Spatafora J., Johnson D.,**

- Hambleton S., Crockett M., Shoemaker R., Sung G.-H., Lucking R., Lumbsch T., O'Donnell K., Binder M., Diederich P., Ertz D., Gueidan C., Hall B., Hansen K., Harris R.C., Hosaka K., Lim Y.W., Liu Y., Matheny B., Nishida H., Pfister D., Rogers J., Rossman A., Schmitt I., Sipman H., Stone J., Sugiyama J., Yahr R., Vilgalys R.** 2004. Where are we in assembling the fungal tree of life, classifying the fungi, and understanding the evolution of their subcellular traits. *Am. J. Bot.*
- 104. Lv Y.L., Zhang F.S., Chen T., Cui J.L., Xing Y.M., Li, X.d., ET Guo S.X.** 2010. Diversity and Antimicrobial Activity of Endophytic Fungi Associated with the Alpine plant *Saussurea involuwrata*. *Biol. Pharm. Bull.* 33(8) 1300-1306.
- 105. Maire R.** 1933. Contribution à l'étude de la flore de l'Afrique du Nord. Mémoire société d'histoire Naturelle de l'Afrique du Nord., 350.
- 106. Maraghni M., Gorai M., et Neffati M.** 2010, "Seed germination at different temperatures and water stress levels, and seedling emergence from different depths of *Ziziphus lotus*," *South African Journal of Botany.* 76, no. 3. 453-459.
- 107. Meijer G., Leuchtman A.** 2000. The effects of genetic and environmental factors on disease expression (stroma formation) and plant growth in *Brachypodium sylvaticum* infected by *Epichloë sylvatica*. *Oikos* 91: 446-458.
- 108. Moricca S., et Ragazzi A.** 2008. Fungal endophytes in Mediterranean oak forests: a lesson from *Discula quercina*. *Phytopathology*; 98: 380-386.
- 109. Morton J.B., Benny G.L.** 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glomineae and Gigasporineae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an emendation of Glomaceae. *Mycotaxon.* 37: 471-491.
- 110. Mounni S.** 2008. Etude de la fraction glucidique des fruits de *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L., et *Zizyphus lotus* L., Mémoire de Magistère en Agronomie, Université de Batna.
- 111. Mueller G.M., Schmit J.P.** 2007. Fungal biodiversity: what do we know ? What can we predict? *Biodiversity and Conservation.* 16: 1-5.
- 112. Munier P.** 1973. Le Jujubier et sa culture. 28, n°5, 377-388.
- 113. Munier P.** 1979. Le Jujubier et sa culture. Dossiers et articles édités par fruits oubliés, 11.
- 114. Nègre P.** 1962. Petite flore des régions arides du Maroc occidental, tome 2, 59.
- 115. Ogorek R., Lejman A., Pusz W., Miluch A., Miodyiska P.** 2012. Characteristics and taxonomy of *cladosporium* fungi. 19, n°2 : 80-85.

- 116. Opik M., Moora M., Zobel M., Saks U., Wheatley R., Wright F., Daniell T.** 2008. High diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a boreal herb-rich coniferous forest. *New Phytologist*. 179: 867-876.
- 117. Ozenda P.** 1991: Flore du Sahara, 3e édition, complétée, CNRS, Paris.
- 118. Patterson, T. F., McGinnis, M. R.** 2009. The fungi : description. Site Doctor Fungus. Mycoses Study Group.
- 119. Petrini O.** 1991. Fungal endophytes of tree leaves. In: Andrews J, Hirano S eds. *Microbial Ecology of Leaves*. New York: Springer Verlag, 179-197.
- 120. Pimentel M. R., Molina G., Dionisio A. P., Marostica Junior M. R. et Pastore G. M.** 2011. The use of endophytes to obtain bioactive compound and their application in biotransformation process. *Biotechnol Res Int*; doi:10.4061/2011/576286.
- 121. Prestidge R. A., Popay A.J., et Ball O. JP.** 1994. Biological control of pastoral pests using *Acremonium* spp, endophytes. *Proceeding of the New Zealand Grassland Association* 56 :33-38.
- 122. Quézel P et Santa.** 1962-1963- Nouvelles flores de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. TII. Ed. C.N.R.S., Paris, 1170.
- 123. Raven ME., Orton NC.** 2008. Early afferent signaling in the outer plexiform layer regulates development of horizontal cell morphology. *J comp Neurol* 506(5) : 745-758.
- 124. Raven P.H., Evert R.F., Eichhorn S.E.** 2000. *Biologie Végétale*. 944.
- 125. Restif O., Kaltz O.** 2006. Condition-dependent virulence in a horizontally and vertically transmitted bacterial parasite. *Oikos* 114: 148–158.
- 126. Robert, V., Stegehuis, G., et Stalpers, J.** 2005. The MycoBank engine and related databases. International Mycological Association. International Mycological Association. 9-9-2009.
- 127. Rodriguez RJ., White Jr JF., Arnold AE., Redman RS.** 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. *New Phytol* 1-17.
- 128. Roland J.C., Bouteau HEM., Bouteau F.** 2008. *Atlas biologie végétale. Organisation des plantes sans fleurs, algues et champignons, 7em édition* Masson, paris.
- 129. Rsaissi N. et Bouhache M.** 2002. La lutte chimique contre le jujubier .Programme National de transfert de Technologie en Agriculture (PNTTA), DERD. Ed Rabat. 94 : 4.

- 130. Saifeldin A.F. El-nagerabi1, Abdulqadir E., Elshafie S., Alkhanjari S.** 2013. Endophytic fungi associated with *Ziziphus* species and new record from mountainous area of Oman. 14(1).
- 131. Saikkonen K., Faeth S.H., Helander M., Sullivan T.J.** 1998. Fungal endophytes : a continuum of Interactions with Host Plants. *Annu Rev Ecol Syst.* 29(1): 319-43.
- 132. Saikkonen K., Helander M. et Faeth S. H.** 2004a. Fungal endophytes: high-hikers of the green world. In: Gillings M. and Holmes A. J.Ed. *Plant microbiology.* Garland Science. 81-101.
- 133. Saikkonen K., Wali P. R. et Helander M.** 2010. Genetic compatibility determines endophyte-grass combinations. *PLoS One*; 5(6): e11395.
- 134. Saikkonen K., Wali P., Helander M. et Faeth S. H.** 2004b. Evolution of endophyte-plant symbioses. *Trends in Plant Science*; 9: 275-280.
- 135. Samson R.A, Flannigan B, Flannigan M.E, Verhoeff A.P, Adan OCG, Hoekstra E.S.** 2004. Eds. *Air Quality monographs2.* Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- 136. Samson, R.A, Hoekstra, E.S, et Frisvad, J.C.** 2004. Introduction to food and airborne fungi. 7th, -389 p. Baarn, Centralalbureau voor Schimmellcultures, Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences.
- 137. Schüßer A., Schwarzott D., Walker C.** 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research.* 105: 1413-1421.
- 138. Schulz B.J.E., Boyle C.J.C., Sieber T.N.** 2006. *Microbial root endophytes:* Springer Berlin Heidelberg.
- 139. Seidl V., Druzhinina I. S., Kubicek C.P.** 2006. A screening system for carbon sources enhancing b-N- acetylglucosaminidase formation in. *Hypocrea atroviridis (Trichoderma atroviridis).* *Microbiology.* 152 : 2003-2012.
- 140. Seifert K.A., Gams W.** 2011. *The Genera of Hyphomycetes - 2011 update.* *Persoonia* 27: 119–129.
- 141. Selosse M. A. et Schardl C. L.** 2007. Fungal endophytes of grasses: hybrids rescued by vertical transmission? An evolutionary perspective. *New Phytologist*; 173: 452-458.
- 142. Selosse M.A., Le Tacon F.**1998. The land Flora: a Phototroph-fungus partnership ? *TREE.*13 n°1 : 15-20.

143. **Souleymane A.** 2016. Potential Benefits of Jujube (*Zizyphus Lotus L.*) Bioactive Compounds for Nutrition and Health.
144. **Spichiger R., Savolainen V., Figeat M., Jeanmonod D.** 2004. Botanique systématique des plantes à fleurs. Edition 3. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne.
145. **Staniek A., Woerdenbag H. J. et Kayser O.** 2008. Endophytes exploiting biodiversity for the improvement of natural product-based drug discovery. *Journal of Plant Interactions*; 3: 75-98.
146. **Stone J.K., Bacon C.W., White J.F.J.** 2000. An overview of Endophytic Microbes : Endophytism Defined. *Microbial Endophytes, Part I(1):4-29*
147. **Strobel G., Daisy B., Castillo U. et Harper J.** 2004. Natural products from endophytic microorganisms. *Journal of Natural Products*; 67: 257-268.
148. **Strobel G., Daisy B.** 2003. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *Microbiol. Mol. Biol. Rev.*, 491–502.
149. **Stuart W., et Milstead E.H.** 1934. Shortening the rest period in the potato, U.S. Dep. Agric., Tech. Bull. 415.
150. **Summerbell R.C., Gueidan C., Schroers HJ., De Hoog GS., Starink M., Arocha Rosete Y., Guarro J., et Scott J.A.** 2011. *Acremonium* phylogenetic overview and revision of *Gliomastix*, *Trichothecium* and *Sarocladium*. *Studies in Mycology* 68: 139–162
151. **Sun J., Yu E.Y., Yang Y., Confer L.A., Sun S.H., Wan K., Lue N.F., et Lei M.** 2009. Stn1-Ten1 is an Rpa2-Rpa3-like complex at telomeres. *Genes Dev* 23: 2900–2914.
152. **Sun X., Guo L.D., et Hyde K. D.** 2011. Community composition of endophytic fungi in *Acer Truncatum* and their role in decomposition. *Fungal Diversity* 47 : 85-95.
153. **Sun Y., Wang Q., Lu XD., Okane I., Kakishika M.** 2011. Endophytic fungi associated with two *Sauaeda* species growing in alkaline soil in China. *Mycosphere* 2 (3): 239-248.
154. **Sunitha V.H., Devi D., Nirmala Srinivas C.** 2013. Extracellular enzymatic activity of endophytic fungal strains isolated from medicinal plants. *World J. Agric. Sci.* 9 (1), 01-09.
155. **Tabuc, C.** 2007. Flore fongique de différents substrats et conditions optimales de production des mycotoxines. Thèse présentée pour obtenir le titre de docteur de

- l'institut national polytechnique de Toulouse et de l'université de Bucarest .Spécialité : pathologie, mycologie, génétique et nutrition. 190.
156. **Taiz L., Zeiger E.** 1998. *Plant Physiology*. 792.
 157. **Tanabe Y., O'Donnell K., Saikawa M., Sugiyama J.** 2000. Molecular phylogeny of parasitic Zygomycota (Dimargaritales, Zoopagales) based on nuclear small subunit ribosomal DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 16: 253-262.
 158. **Taylor J.W., Spatafora J., O'Donnell K., Lutzoni F., James T., Hibbett D.S., Geiser D., Bruns T.D., Blackwell M.** 2004. *The Fungi*. In *Assembling the Tree of Life* (Joel Cracraft, Michael J. Donoghue eds). Oxford University Press.
 159. **Thomma B.P.H.J.** 2003. *Alternaria* spp : From General Saprophyte to Specific Parasite. *Molecular Plant Pathology*, 4, 225-236.
 160. **Timmer L.S., Solel Z., Gottwald T.R., Ibanez A.M., Zitko S.E.** 1998. Environmental factors affecting production, release, and field populations of conidia of *Alternaria alternata*, the cause of brown spot of citrus. *Phytopathology*. 88:1218-1223.
 161. **Toofanee SB., et Dulymamode R.** 2002. Fungal endophytes associated with *Cordemoya integrifolia*. *Fungal Diversity* 11: 169-175.
 162. **Vandenkoornhuysen P., Husband R., Daniell T.J., Watson I.J., Duck J.M., Fitter A.H., Young J.P.W.** 2002b. Arbuscular mycorrhizal community composition associated with two plant species in a grassland ecosystem. *Molecular Ecology*. 11: 1555-64.
 163. **Varma A., Verma S., Sudha Sahay N., Butehorn B., Franken P.** 1999. *Piriformospora indica*, a cultivable plant-growth-promoting root endophyte. *Applied and Environmental Microbiology*. 65(6): 2741-2744.
 164. **Wang Y. et Guo L. D.** 2007. A comparative study of endophytic fungi in needles, bark, and xylem of *Pinus tabulaeformis*. *Can J Bot*. 85 :911-917.
 165. **Waquas M., Khan A.L., Kamran M., Hamayun M., Kang S.M., Kim Y.H. et Lee I.J.** 2012. Endophytic Fungi Produce Gibberellin and Indoleacetic Acid and Promotes Host-Plant Growth during Stress. *Molecules*. 17, 10754-10773.
 166. **White MM., James TY., O'Donnell K., Cafaro MJ., Tanabe Y., Sugiyama J.** 2006. Phylogeny of the Zygomycota based on nuclear ribosomal sequence data. *Mycologia*. 98(6) : 872-884.

- 167. Wilson D.** 1995. Endophytes, the evolution of the term, a clarification of its use and definition. *Oikos*. 73:274-276.
- 168. Wilson D.** 2000. Ecology of Woody Plant Endophytes. *Microbial Endophytes with Antibacterial, Antifungal, Antiviral, and Cytotoxic Properties– an Overview: Forsch, , Part III(15):389-420.*
- 169. Woudenberg J.H.C., Groenewald J.Z., Binder M., Crous P.W.**2013. « *Alternaria* redefined », *Mycology*.75 :171-212.
- 170. Yennek N.** 2010. Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vaches en région montagneuses. Mémoire de Magistère en productions animales, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie, 84.
- 171. Zabalgogea I.** 2008. Fungal endophytes and their interaction with plant pathogens. *Spanish Journal of Agricultural Research*; 6: 138-146.
- 172. Zhang H.W., Song Y.C., et Tan R.X.** 2006. Biology and chemistry of endophytes.

ملخص

يتمحور هذا العمل حول القيام بعملية إحصاء للفطريات الداخلية "mycoendophytes" المتكاثرة في أغصان شجيرة السدر المنتشرة أساسا في المناطق المتوسطة، الاستوائية وشبه الاستوائية. هذه الدراسة متوزعة على الاتجاهات الأربع (شرق، غرب، شمال، جنوب) بالنسبة لمحور الشجيرة، في منطقة واقنون الواقعة بولاية تيزي وزو في الجزائر. الفطريات الداخلية مختلفة نوعا وبيولوجيا، ولكنها تشترك في خاصية التكاثر في الأنسجة الداخلية للنبته دون التسبب بأضرار لمضيفها. يظهر أن العلاقة بين هذه الفطريات والنباتات المضييفة هي علاقة تعايش مفيدة للطرفين، فبالنسبة للفطريات الداخلية فتحصل على المغذيات من النبتة التي هي بدورها تستفيد من الحماية ضد الأمراض، تقوية امتصاصها للأغذية والمساعدة في النمو ومقاومة الظروف الصعبة. عينات الدراسة تتمحور حول أغصان (08) شجيرات سليمة من السدر في الاتجاهات الأربع بالنسبة لمحورها تم قطفها في شهر مارس سنة 2017، لتسليط الضوء على الفطريات الداخلية بها. تم وضع أجزاء من أغصان السدر في علب بيتري في وسط: P.D.A وبعد شهرين من التخمر ظهرت مستعمرات من الفطريات الداخلية في كل العينات محل الدراسة، دون ملاحظة فروقات بين الأغصان المتواجدة في الاتجاهات الأربع بالنسبة لمحور الشجيرة. هذه الدراسة سمحت بعزل وتعريف (12) نوع من الفطريات الداخلية، تم ملاحظتها اعتمادا على العلاج الميكروسكوبي والماكروسكوبي وهي: *Alternaria* ويمثل النوع الغالب، متنوع بأقل حذور بكل من: *Acremonium, Aureobasidium, Cladosporium, Dictyopolyschema, Epicoccum, Helicosporium, Penicillium, Phoma, Pithomyces, Stemphylium, Ulocladium*. هذه الفطريات الداخلية مجدولة في جنس *Ascomycota*، وتقوم بنشاط ضد مرضي يسمح بحماية النبتة المضييفة في حالة الراحة النباتية.

الكلمات المفتاحية: إحصاء، الفطريات الداخلية "mycoendophytes"، السدر، الاتجاهات الأربع.

Résumé

Le jujubier de berbérie (*Zizyphus lotus*) est une espèce distribuée principalement dans les régions méditerranéenne, tropicales et subtropicales du monde. L'objectif de ce travail consiste à établir un inventaire des mycoendophytes dans les rameaux de cette essence. Cette étude prend en considération les quatre directions (Est, Ouest, Nord, Sud) de la région de Djebbla commune de Ouaguenoune dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie. Les champignons endophytes sont taxonomiquement et biologiquement divers, mais tous partagent le caractère de coloniser les tissus internes de la plante sans causer de dommages apparents à leur hôte. Il semble que la relation symbiotique entre la plante et l'endophyte est bénéfique pour les deux parties : elle est bénéfique pour l'endophyte grâce à la disponibilité des nutriments dans la plante et de même pour la plante puisque il l'a protège contre les agents pathogènes, améliore l'absorption des nutriments, optimise sa croissance et sa tolérance au stress. La mise en évidence des champignons endophytes a été réalisée sur des fragments de rameaux sains sur 8 sujets de *Zizyphus lotus* sur les quatre points cardinaux, récolté en Mars 2017. Les fragments des rameaux sont ensemencés dans des boîtes de Pétri contenant un milieu P.D.A. Après deux mois d'incubation, la fréquence de colonisation par les champignons endophytes atteint les 100 % sur l'ensemble des sujets. Nous avons déduit qu'aucune spécificité n'est observée quant au paramètre point cardinal considéré lors de l'échantillonnage. Cette étude a permis aussi d'isoler et d'identifier 12 genres de champignons endophytes. En se basant sur des traits macroscopiques et microscopiques, ces champignons identifiés sont : *Alternaria* qui est le genre le plus abondant, suivi par *Acremonium*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Dictyopolyschema*, *Epicoccum*, *Helicosporium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Stemphylium*, *Ulocladium*, qui sont les mycotaxons les moins abondants. Ces mycoendophytes sont rangés au phylum d'Ascomycota. Ils présentent une activité antipathogène qui permet de protéger la plante hôte en période de repos végétatif.

Mots clés : *Zizyphus lotus*, inventaire, mycoendophytes, rameaux, les quatre points cardinaux,

Abstrat

Lotus jujube (*Zizyphus lotus*) are mainly mediterranean, tropical and subtropical regions of the world. The main target of this work consist to adress a checklist of mycoendophytes inside the branch. The study rely on the four key compass points (East, West, North, South). Belonging the region of Djebbla town of Ouaguenoune wilaya of Tizi-Ouzou in Algeria. The endophytic fungi is taxonomically and biologically divers, but all shares the same characteristic of colonizing the internal tissue of the plant without inducing any damages to their host. The two parties take highly advantage from this symbiotic relationship : the nutriment within the plant feeds up the endophyte at the same time protect the plant from the external agents pathogens, improving the absorption of nutrients, optimizing the growth and tolerant to the stress. The proof of presence of endophytic fungi carries out on the healthy branches' fragments on eight topics of *Zizyphus lotus* within the key compass points, harvested in march 2017. The fragments of branches are inoculated in P.D.A medium in Petri dishes. After two months of incubation the colonization frequency by endophytic fungi reached 100% on all live specimen. By deduction we do not observe any specific phenomenon on the samples within the key compass points. The study allows us to isolate and to identify 12 gender of the endophytic fungi. Based on the observation macroscopic and microscopic, the endophytic fungi identified are *Alternaria* the gender mostly spread in the branch followed by *Acremonium*, *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Dictyopolyschema*, *Epicoccum*, *Helicosporium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Pithomyces*, *Stemphylium*, *Ulocladium*, that are less abundant in the branch. This mycoendophytes are belonging to the phylum Ascomycota. They get antipathogenic activity that allows to protect the host in the vegetative rest.

Key words : *Zizyphus lotus*, mycoendophytes, the branch, the four key compass points