

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

**UNIVERSITE MOULOU MAMMARI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES
AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES**



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences Biologiques

Spécialité : Diversité et Adaptation de la Flore Méditerranéenne

Thème :

**Mise en évidence de mycoendophytes
foliaires Chez *Ziziphus lotus* (L.) Desf. de la
région de Tizi-Ouzou.**

Présenté par : M^{lle} BERKANI Yamina

Soutenu le : 08 / 02 / 2017.

Devant le jury :

Président : NAIT KACI – BOUDIAF M.

MCA UMMTO.

Promotrice : SMAIL-SAADOUN N.

Pr UMMTO.

Examinatrice : LARBI-AIDROUS N.

MAA UMMTO.

Année Universitaire 2016/2017



Remerciements

Je remercie avant tout Dieu le tout puissant de m'avoir accordé force et volonté pour terminer ce travail.

Je tiens à remercier Madame **SMAIL SAADOUN N.** Professeur à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi- Ouzou, de m'avoir encadré et dirigé, mais aussi pour son aide, ses conseils pour réaliser et améliorer ce modeste travail.

Mes vifs remerciements vont aussi à :

M^{me} BOUDIAF NAIT-KACI M. Maitre de Conférences A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, de bien vouloir accepter de présider de jury.

M^{me} LARBI-AIDROUS N. Maitre assistante A à l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, pour l'honneur que vous m'avez fait d'avoir examiné ce travail.

Merci à **M^{me} BELKEBIR A., M^{me} REZKI L.**, les ingénieurs de laboratoire, je suis très reconnaissante pour votre aide inestimable, vos conseils et votre intérêt pour mon travail.

Mes remerciements vont aussi à **M^{elle} GHAZI A., M^{elle} ZAREB A.,** et **M^{elle} MECHIAH F.** qui m'ont aidé pendant la réalisation de ce modeste travail.

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail, mes vifs remerciements.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

*A mes chers parents symbole de sacrifice, de tendresse et d'amour ;
ce sont les moindres sentiments que je puisse vous témoigner. Quoi que je
fasse, je ne pourrais jamais vous récompenser pour les grands sacrifices que
vous avez fait et continuez de faire pour moi.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes grandes admirations, mes
considérations et mes sincères affections pour vous.*

A tous les membres de ma famille, petite et grande.

Veillez trouver dans ce modeste travail l'expression de mon affection

Sans oublier bien sur mes enseignants que je respecte énormément

YAMINA

Liste des figures

Figure 1 : une touffe de <i>zizyphus lotus</i> (Ghedira, 2013)	4
Figure 2 : tiges et feuilles de <i>Ziziphus lotus</i> (Anonyme, 2013)	5
Figure 3 : aire de répartition du <i>Ziziphus lotus</i> L. (Quezel et Santa, 1962)	6
Figure 4 : modes de transmission des endophytes fongiques (Saikkonen <i>et al.</i> , 2004)	12
Figure 5 : (a)-(1).Illustrations microscopiques de quelques champignons endophytes de <i>Ziziphus</i>	14
Figure 6 : feuille de jujubier, observé à la loupe binoculaire (X40) (Chareft et Hamenni, 2013)	15
Figure 7 : endophytes intercellulaire observés au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013)	15
Figure 8 : endophytes intracellulaires observés au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013)	16
Figure 9 : présence des endophytes dans les stomates observés au microscope optique (X400)	16
Figure 10 : des trichomes infectés par les endophytes observé au microscope optique (X400)	17
Figure 11 : différentes structures fongiques présentes dans les tissus conducteurs observés au microscope optique (X400)	17
Figure 12 : jeune feuille de <i>Ziziphus lotus</i>	19
Figure13 : structure de la feuille en 3 dimensions (Nabrors, 2008)	20
Figure 14 : trichomes non glandulaires et glandulaires sur la surface adoxiale des feuilles de <i>Mentha spicata</i> en microscopie électronique.....	22
Figure 15 : localisation de Tizi Ouzou	25
Figure 16 : image satellite de la station de Ouaguenoun.....	26
Figure 17 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen de la station de Tizi Ouzou pour la période (2005-2014)	27

Figure 18 : zotation de la région de Tizi Ouzou selon la méthode de la Houérou (1995) pour la période (2005-2014)	28
Figure 19 : buisson de <i>Ziziphus lotus</i> à Djebbla (Ouaguenoun, Tizi Ouzou)	29
Figure 20 : mycoendophytes intercellulaires observé au microscope optique (sujet 1 et 8) (X400)	32
Figure 21 : mycoendophytes intracellulaires observé au microscope optique (sujet 8) (X400)	32
Figure 22 : mélange de stomates colorés en bleu et de stomates non colorés (sujet 2) (X400)	33
Figure 23 : ostiole des stomates colorés en bleu (sujet 3) (X400).....	33
Figure 24 : présence des stomates autour de la nervure principale sur la face supérieure de la feuille (sujet 8) (X400).....	34
Figure 25 : mycoendophytes violets au niveau des stomates (sujet 7) (X400).....	34
Figure 26 : mycoendophytes violets sur la surface du poil non glandulaire (sujet 8) (X400).....	35
Figure 27 : poils glandulaires bleus et non glandulaires transparents au niveau de la nervure principale (sujet 8) (X400).....	35
Figure 28 : poils non glandulaires infectés par les mycoendophytes (sujet 8) (X400).....	36
Figure 29 : poils glandulaires situés au niveau de la bordure de la feuille (A) (B) au milieu de la feuille (sujet 8) (X400).....	36
Figure 30 : poils non glandulaires observé sur la nervure principale (sujet 8) (X100).....	37
Figure 31 : champignons endophytes présents dans le parenchyme (sujet 8) (X400).....	37
Figure 32 : champignons endophytes bleus observés au niveau de la nervure principale et violets au niveau des nervures secondaires (sujet 8) (X400).....	38
Figure 33 : mycoendophytes marrons et marrons foncés au niveau des nervures et des ramifications (sujet 1) (X400).....	38

Figure 34 : feuille de <i>Ziziphus lotus</i> (sujet 6) observé à la loupe binoculaire (X40).....	39
Figure 35 : situation des mycoendophytes dans la feuille de <i>Ziziphus lotus</i> , observé à la loupe binoculaire (X40).....	39

Liste des tableaux

Tableau 1 : application industrielles des enzymes choisis à partir des mycoendophytes (Suryanarayan et <i>al.</i> , 2012).....	11
Tableau 2 : moyennes des températures et des précipitations mensuelles de la station de Tizi Ouzou (2005-2014).....	26
Tableau 3 : données et paramètres utilisés dans la classification écoclimatique de la Houérou pour la station de Tizi Ouzou.....	27
Tableau 4 : présence et couleur des mycoendophytes dans les différents compartiments de la feuille.....	40
Tableau 5 : couleurs des mycoendophytes en fonction des sujets échantillonnés.....	41

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : présentation de l'espèce étudiée.	3
1- Introduction.....	4
2- Description du <i>Ziziphus lotus</i> L.....	4
3- Répartition géographique.....	5
Chapitre 2 : mycoenophytes.....	7
1- Généralités	8
2- Rôles des mycoendophytes	9
3- Modes de transmission des endophytes	12
4- Endophytes foliaires du genre <i>Ziziphus</i>	13
Chapitre 3 : description de la feuille.....	18
1- Introduction	19
2- Morphologie de la feuille.....	19
2-1- Limbe.....	19
2-2- Pétiole	20
3- Structure anatomique	20
3-1 Tissus protecteurs.....	21
3-2- Mésophylle	22
3-3- Tissus conducteurs.....	22

Chapitre 4 : matériel et méthodes	24
1- Zone d'échantillonnage.....	25
2- Bioclimat de la zone d'étude.....	26
3- Matériel végétal	29
4- Méthode de coloration des feuilles	30
Chapitre 5 : résultats et discussion	31
1- Résultats	32
2- Discussion	43
Conclusion générale	45
Références bibliographiques	48



INTRODUCTION GENERALE

La plupart, si ce n'est toutes les plantes étudiées dans les écosystèmes naturels sont infestées par des champignons microscopiques sans pour autant qu'elles ne développent de symptômes pathogènes. Ces microorganismes appelés endophytes colonisent les espaces inter et intracellulaires des tissus de végétaux vivants. Plusieurs centaines d'espèces de ces microorganismes peuvent être isolées à partir d'une seule plante, mais très peu seraient spécifiques de la plante hôte (Dupont, 2007). On rencontre des espèces des champignons qui vivent sur les racines et / ou celles qui infectent les parties aériennes et souterraines d'une façon systémique (champignons endophytes). Ils sont non pathogènes et asymptomatiques en infectant leur hôte. Ils forment une symbiose (Benfoddil, 2015).


Ces microorganismes jouent ainsi un rôle essentiel dans l'amélioration des performances écologiques et physiologiques des plantes (amélioration de la capacité nutritionnelle, résistance aux maladies, aux ravageurs et aux stress abiotiques).

Le jujubier est une plante ligneuse, épineuse à petites feuilles luisantes et caduques, produisant des fruits charnus. Il représente une plante largement utilisée dans la médecine traditionnelle, comme adoucissant dans le traitement de la gorge et les irritations broncho-pulmonaires. Cette plante possède aussi d'autres activités thérapeutiques : anti-inflammatoire, analgésique, antifongique et antidiabétique (Djemai, 2008).

En Algérie, les études qui ont porté sur les symbioses endophytiques sont minimales par rapport aux rôles importants et déterminants dans le succès et la conquête des divers biotopes par les végétaux. Dans ce travail, nous avons jugé utile la mise en évidence des mycoendophytes foliaires chez le jujubier (*Ziziphus lotus*) récolté dans la région de Ouaguenoun (Tizi Ouzou). Cette étude rentre dans le cadre des travaux de recherche effectués par le laboratoire Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Cette étude est subdivisée en plusieurs chapitres :

- ✓ dans le premier chapitre, nous présentons un aperçu sur la plante : *Ziziphus lotus* ;
- ✓ le deuxième chapitre concerne les mycoendophytes ;
- ✓ le troisième chapitre concerne la description de la feuille ;
- ✓ le quatrième chapitre présente les matériels et les méthodes utilisés dans ce travail ;
- ✓ le dernier chapitre porte sur les résultats et la discussion de ces derniers ;
- ✓ nous terminons par une conclusion générale.



Présentation de l'espèce étudiée

1- Introduction

Le mot *Ziziphus* vient du grec *Zizyphos*, ou du nom arabe *Zizouf*. Environ 100 espèces de *Ziziphus* principalement dans les régions tropicales et subtropicales de l'Asie et des Amériques existent, tandis que quelques espèces vivent en Afrique et dans les régions tempérées (Bonnet, 2001).

L'espèce étudiée présente la systématique suivante (Spichiger et *al.*, 2004) :

embranchement : Spermatophytes

sous embranchement : Angiospermes

classe : Eudicots

ordre : Rosales

famille : Rhamnacées

genre : *Ziziphus*

espèce : *Ziziphus lotus* L.

2-Description de *Ziziphus lotus* L

Ziziphus lotus est un arbuste épineux. Il est communément appelé en Afrique du Nord "Sedra". Il forme des touffes de quelques mètres de diamètres pouvant atteindre 2 m de haut (Figure 1) (Djemai Zoughlache, 2008).



Figure 1 : une touffe de *Ziziphus lotus* (Ghedira, 2013).

Les tiges partent directement de la souche. Elles sont ramifiées, épineuses et blanchâtres. Ses feuilles sont courtement pétiolées, glabres, caduques, alternes et ovales (Boudraa, 2007) (Figure 2). Elles sont plus au moins elliptiques de 1 à 2 cm de longueur et de 7 mm de largeur, Elles sont au moins deux fois plus longues que larges, à marges fortement dentées. Elles sont lisses et brillantes sur les deux faces (Benammar, 2011).



Figure 2 : tiges et feuilles de *Ziziphus lotus* (Anonyme, 2013).

La feuille comporte 3 nervures principales qui divergent à partir de la base. Les feuilles sont souvent à l'aisselle d'une paire d'épines, dont l'une est droite et l'autre recourbée vers le bas (Diallo, 2002). Les fleurs sont solitaires ou groupées avec un seul pédicelle court ; à calice en forme d'entonnoir, pentamère, à petite corolle à cinq pétales, à cinq étamines, à 2 carpelles et deux styles courts (Ghedira, 2013). Les fruits à noyaux soudés. L'endocarpe mucilagineux, appelé « N'bag », est sucré et comestible (Bamouh, 2002). D'abord vert puis jaune, il devient rouge foncé quand il est mûr, en octobre. Sa pulpe épaisse peut être d'un blanc verdâtre et d'une saveur à la fois douce et acidulée ou brun jaunâtre, un peu glutineuse, à saveur sucrée et fade (Benammar, 2011).

3-Répartition géographique

Le genre *Ziziphus* renferme environ 50 espèces des régions tropicales et subtropicales des deux hémisphères. L'une entre elles, *Ziziphus lotus* est spontanée dans le sud de l'Espagne et du Portugal, en Sicile, en Grèce. On le rencontre aussi dans les steppes désertiques d'Afrique du Nord et d'Asie Mineure (Djemai Zoughlache, 2008).

L'aire de répartition de *Ziziphus lotus* L. s'étale sur tout le Nord du Maghreb. Il est répandu dans toute l'Algérie, sauf le Tell algéro-constantinois (Figure 3) (Quézel et Santa, 1962).

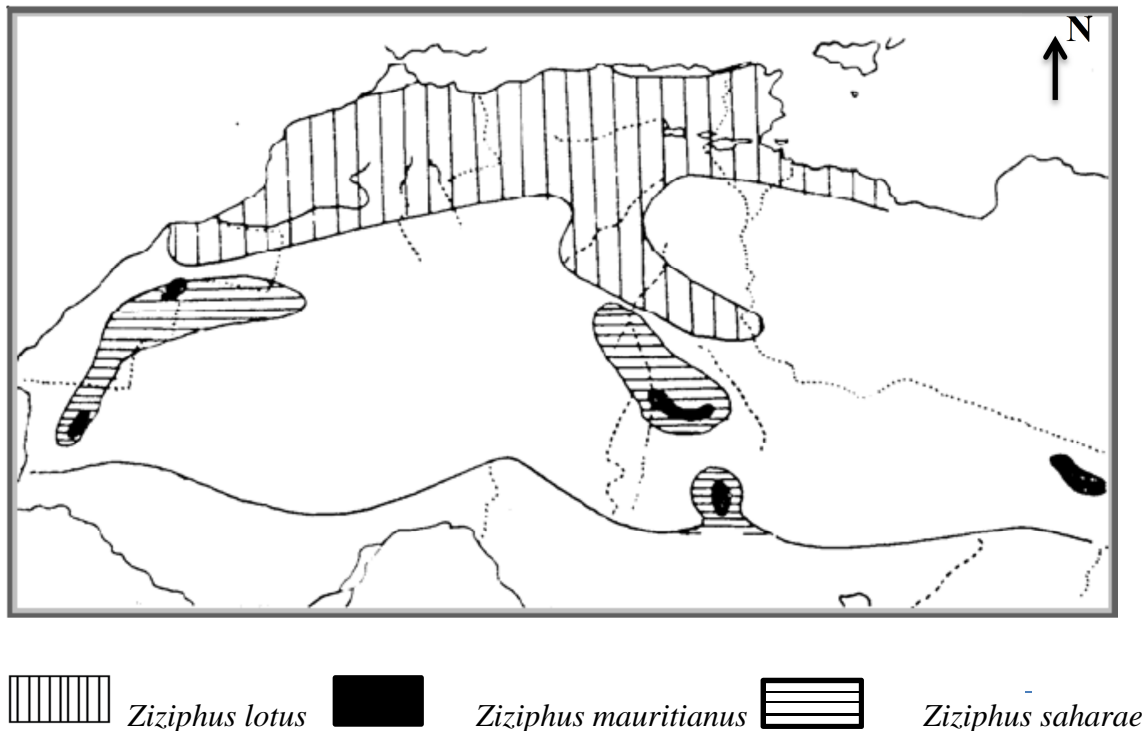


Figure 3 : aire de répartition du *Ziziphus lotus* L. (Quézel et Santa, 1962).



Mycoendophytes

1- Généralités

Le terme endophytes est une appellation incluant tous les organismes, qui durant une période de leur vie colonisent asymptotiquement les tissus des plantes (Petrini, 1990). Les mycoendophytes forment un groupe important et diversifié phylogénétiquement de champignons, qui colonisent les tissus végétaux sains, sans provoquer de symptômes. Il y a près de 300.000 espèces de plantes sur la terre et chaque plante est l'hôte d'un ou de plusieurs endophytes (Selim, 2012).

Les champignons endophytes peuvent croître dans le milieu intercellulaire ou intracellulaire (Kusari et Spiteller, 2012).

La plupart des champignons endophytes appartiennent à l'embranchement des Ascomycota. Cependant, certains appartiennent à d'autres taxons tels les Deuteromycota Basidiomycota, Zygomycota. C'est un groupe très diversifié. Les différents organes avec leurs différents tissus sont utilisés comme habitat pour ces champignons (Selim, 2012).

Alors que certains groupes d'endophytes et leurs interactions avec les plantes ont été étudiés en détail, l'écologie, les fonctions et les impacts sur les plantes hôtes de la plupart des autres endophytes sont encore mal compris (Sheider et *al.*, 2013).

Les champignons endophytes peuvent jouer un rôle important dans l'aptitude de leurs plantes hôtes (Zareb, 2014). Ils peuvent contribuer à la protection de l'hôte en augmentant l'expression des mécanismes de défense (Ria et *al.*, 2012). La production de composés bioactifs par des endophytes, en particulier ceux exclusif à leur plantes hôtes, est non seulement importante d'un point de vue écologique, mais aussi biochimique et moléculaire (Ravindra et *al.*, 2014). Ces endophytes microbiens sont une source de produits bioactifs naturels: alcaloïdes, peptides, stéroïdes, terpènes, isocoumarines, quinones, phénylpropanoïdes, lignanes, phénols, acides phénoliques, composés aliphatiques, lactones et autres (Ria et *al.*, 2012). De nombreux champignons endophytes ont été rapportés avec des activités antibactériennes, antifongiques, antivirales, anti-inflammatoires et anti-tumorales (Ravindra et *al.*, 2014).

2- Rôles des mycoendophytes

L'ubiquité et l'hyperdiversité des mycoendophytes supposent que ces derniers peuvent jouer des rôles extrêmement importants dans le fonctionnement des écosystèmes. Ainsi, il est probable que leurs actions au sein d'un biotope donné soient multiples (Clay et holah, 1999).

Les champignons endophytes jouent un rôle déterminant en matière d'assimilation des éléments minéraux (N et P notamment) (Malinowski et Belesky, 2000). Ainsi, ces champignons confèrent des bénéfices à leurs hôtes à travers l'amélioration de l'absorption des nutriments (Mandyam et Jumpponen, 2005).

Les mycoendophytes confèrent à l'hôte la capacité de maintenir et d'améliorer ses performances biotiques, même sous conditions écologiques sévères par la protection contre beaucoup de ravageurs et d'agents phytopathogènes et même contre des facteurs de stress abiotiques (stress hydrique, salin, radiatif, pollution,...) (Rodriguez et *al.*, 2004 ; Khan, 2007).

Herre et *al.* (2007) ont démontré que les mycoendophytes jouent un rôle potentiellement important dans le mutualisme en augmentant la réponse défensive de l'hôte contre les agents pathogènes. Les endophytes peuvent contribuer à la protection de l'hôte, en augmentant l'expression des mécanismes défensifs intrinsèques de l'hôte et /ou apporter des sources supplémentaires de défense extrinsèque à ceux de l'hôte (Ria et *al.*, 2012).

Strobel (2002) a rapporté que des champignons endophytes résidant dans les plantes peuvent également produire des métabolites similaires ou avec plus d'activités que ceux de leurs hôtes respectifs. Par conséquent, la recherche de nouveaux composés devrait être dirigée vers les plantes qui sont utilisées par des populations autochtones à des fins médicinales, ou les plantes qui poussent dans des environnements extrêmes, ou ceux qui sont endémiques. Ceux-ci sont les plus susceptibles d'abriter de nouveaux endophytes qui peuvent produire des métabolites uniques.

Beaucoup d'endophytes produisent des métabolites secondaires importants, qui jouent le rôle de protection contre les insectes herbivores ou sont d'une importance industrielle. À l'heure actuelle, il y a un besoin urgent de recherche des métabolites endophytes qui peuvent être développés comme des agents anti-fongiques efficaces, écologiques, et faciles à obtenir (Ria et *al.*, 2012).

Les endophytes offrent une grande variété de métabolites secondaires bioactifs, tels les alcaloïdes, les benzopyranones, les chinones, les flavonoïdes, des acides phénoliques, les quinones, les stéroïdes, les terpénoïdes, les tétralones, les xanthonnes et d'autres. Ces derniers sont censés réaliser un mécanisme de résistance contre l'invasion des agents pathogènes par la production des métabolites secondaires. Plus de 50% des souches de champignons endophytes possèdent une inhibition de la croissance contre au moins un des champignons pathogènes ou des bactéries (Recco, 2011).

Les champignons endophytes sont des sources de nouvelles molécules (Selim, 2012). Ces dernières trouvent probablement de nombreuses applications dans le domaine de la santé, l'agro-alimentaire, l'énergie et l'environnement.

Les résultats préliminaires sont encourageants dans la démonstration de nombreuses enzymes microbiennes exploitées pour des applications dans l'industrie alimentaire dans un large éventail de champignons endophytes (Tableau 1). Seulement cinq genres (*Aspergillus*, *Humicola*, *Penicillium*, *Rhizopus* et *Trichoderma*) représentent les trois quarts des 60% d'enzymes utilisées dans les procédés industriels (Suryanarayan et al., 2012) .

Tableau 1 : applications industrielles des enzymes choisis à partir des mycoendophytes (Suryanarayan et *al.*, 2012).

Enzyme	Applications
Chitine déacétylase	Préparation du chitosane à partir de la chitine, le contrôle biologique des insectes nuisibles, humains et végétaux.
Chitinases et chitasonanes	Médicaments pour traiter l'asthme, le cancer, le diabète, l'inflammation des plaies, antibactérien, infections fongique, modulation de l'immunité, la production d'acide sialique, cosmétiques et traitement des eaux usées.
Protéase alcaline	La médiation de la libération du médicament nettoyant pour les prothèses dentaires, cosmétiques, la production d'hydrolysats de protéines, brasserie, pâtisserie, aliments pour animaux, traitement des eaux usée, dégommage de la soie, additifs détergent, procédés de tonnage et balayage d'agent du film radiographique.
Acide protase	Aide à la digestion, préparation des aliments fermentés et assaisonnement des matériaux.
Tammase	Agent clarifiant des jus, du thé, du vin et des fruits.
Asparaginase	Médicament pour le traitement de la leucémie lymphoblastique aiguë.
Laccase	Traitement des jus de fruits, du vin, délignification, bioremediation des composées phénoliques.
β - glucosidase	Production de biocarburants à partir de biomasse lignocellulosique.

3- Modes de transmission des endophytes

Les champignons endophytes sont des biotrophes. Ils obtiennent leurs nutriments à partir de plantes hôtes. Par leurs modes de reproduction sexuée et asexuée, ils optent pour les voies de transmission verticale et horizontale pour assurer leur perpétuité (Figure 4).

Transmission verticale : c'est la transmission du champignon de la plante hôte à sa progéniture par l'intermédiaire de ses graines.

Transmission horizontale : c'est la transmission du champignon par les spores sexuées ou asexuées (Mansouri, 2011).

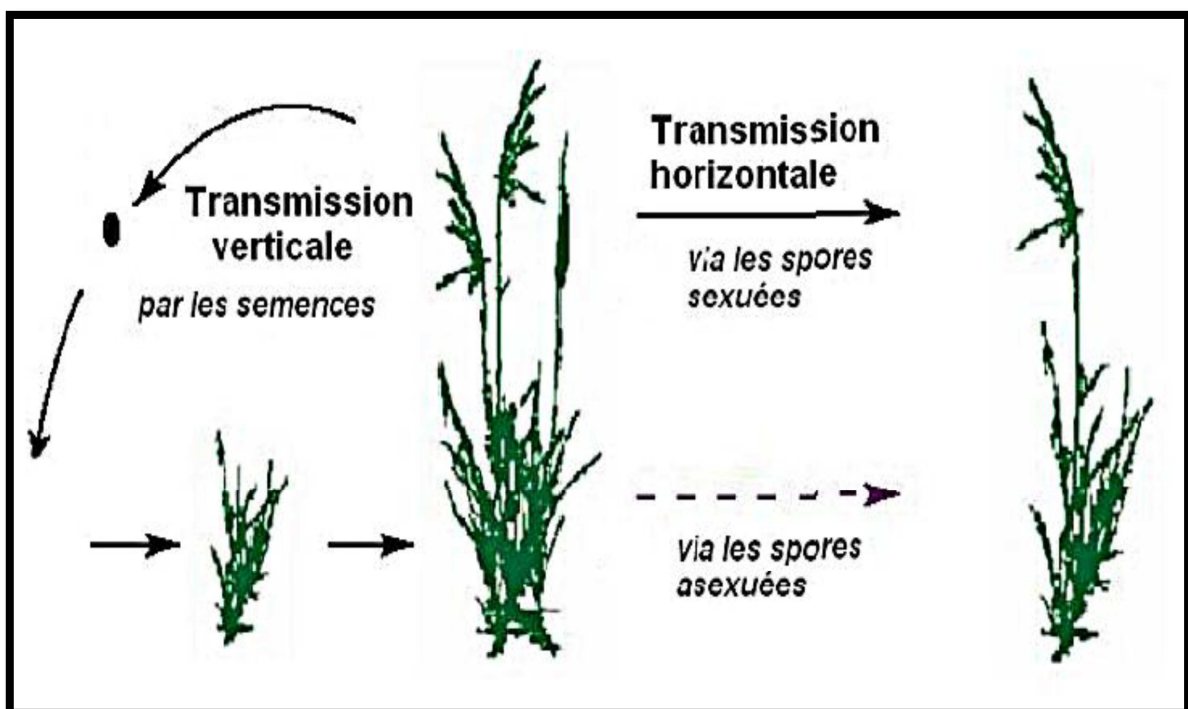


Figure 4: modes de transmission des endophytes fongiques (Saikkonen *et al.*, 2004).

La transmission verticale est connue notamment chez les Graminées (Faeth, 2002). Elle est effectuée généralement par les formes végétatives (hyphes) du champignon portées par les semences de la plante hôte. Pour les endophytes ayant un cycle sexué, la transmission verticale est facultative. Le vent et les insectes peuvent agir en tant que vecteurs pour la transmission des spores (Mansouri, 2011).

4-Endophytes foliaires du genre *Ziziphus*

Les mycoendophytes foliaires de deux espèces du genre *Ziziphus*, à savoir *Z. spinachristi* et *Z. hajanensis* qui sont des espèces communes habitant Al-Jabal Al Akhdar à Oman. Plusieurs mycoendophytes ont été identifiés au cours de la saison de croissance, entre avril 2008 et octobre 2011 par El-Nagerabi et al. (2013).

D'après ces auteurs, 52 espèces appartenant à 21 genres de champignons, en plus de 29 mycéliums stériles et 17 levures ont été isolés à partir des feuilles vertes des deux espèces du genre *Ziziphus*. Parmi ces isolats, 45 espèces, 18 *Mycelia sterilia* et 12 levures ont été isolés de *Z. spinachristi*, alors que 35 espèces, 11 mycéliums stériles et 05 levures ont été isolés des feuilles de *Z. hajanensis*. Ces dernières appartiennent aux genres *Alternaria* (9 espèces), *Drechslera* (7 espèces), *Aspergillus* et *Fusarium* (6 espèces), *Cladosporium* (4 espèces), *Curvularia*, *Penicillium* (3 espèces), *Hansfordia*, *Trichocladium*, et *Ulocladium* (2 espèces), une espèce des genres *Anguillospora*, *Bactrodesmium*, *Catenularia*, *Dendryphiella*, *Helminthosporium* et *Rhizopus* avec des isolats inconnus des genres *Aspergillus*, *Dissophora*, *Fusarium* et *Penicillium* (Figure 5).

Le genre *Alternaria* est le plus dominant dans les tissus foliaires. Il a été isolé de 19 à 81% des échantillons. Ce dernier est suivi par *Aspergillus* (19 à 78%), *Rhizopus stolonifer* (78%), mycéliums stériles (69%), levures (47%), *Cladosporium* (11 à 56%), *Drechslera* (14 à 53%), *Curvularia* (8 à 50%), *Fusarium* (6 à 33%), *Ulocladium* (31 à 41%), *Penicillium* (3 à 22%), *Alysidium resinae* (11%), *Trichocladium* (6 à 11%), *Anguillospora longissima*, *Bactrodesmium rahmii*, *Catenularia* (8%), *Helminthosporium sorghi* (7%), *Dendryphiella infuscans* (6%), *Hansfordia biophila* (3 à 6%), *Arthrinium*, *Dissophora* et *Phoma sorghina* (3%).



Figure 5: (a)-(l). Illustrations microscopiques de quelques champignons endophytes de *Ziziphus*.

- (a) *Cladosporium* sp. (Barrow, 2003).
- (b) Conidies et phialides d'*Aspergillus niger* (Anonyme, 2013_a).
- (c) Conidiophores et conidies de *Dichocladosporium chlorocephalum* (Schubert et al., 2007).
- (d) Ascospores de *Gibberella zeae*, la forme sexuée de *Fusarium graminearum* (Wegulo et al., 2008).
- (e) Forme sexuée de *Fusarium*, sporocyste et spores (McMullen et al., 2008).
- (f) Macroconidies de *Fusarium graminearum* (Wegulo et al., 2008).
- (g) Conidies d'*Ulocladium cantlous* (Wang et al., 2010).
- (h) Conidies d'*Ulocladium populis* (Simmons et al., 2009).
- (i) Spore de *Glomus* (Bansal et al., 2012).
- (j) Conidiophores et conidies d'*Alternaria* sp. (Novas, 2009).
- (k) et (l) Conidiophores et conidies de *Curvularia lunata* (Manamgoda et al., 2012).

Cheraft et Hamenni (2013) ont fait une étude sur les feuilles du jujubier, prélevées dans la daya de Timzerth (laghouat) au mois d'avril 2013.

Concernant ce travail sur *Ziziphus lotus*, les résultats obtenus sur les échantillons étudiés sous loupe binoculaire représentent la localisation des endophytes au niveau de la feuille. Ces derniers sont présents dans des plages de différentes densités (Figure 6).

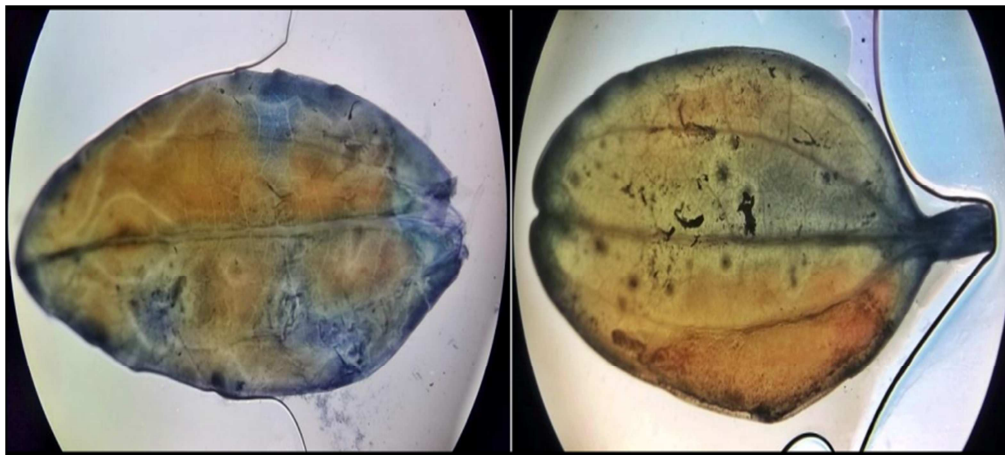


Figure 6 : feuille de jujubier, observé à la loupe binoculaire (X40) (Cheraft et Hamenni, 2013).

Au cours de cette étude, Cheraft et Hamenni (2013) ont constaté la présence des mycoendophytes intra et intercellulaires (Figure 7 et 8).

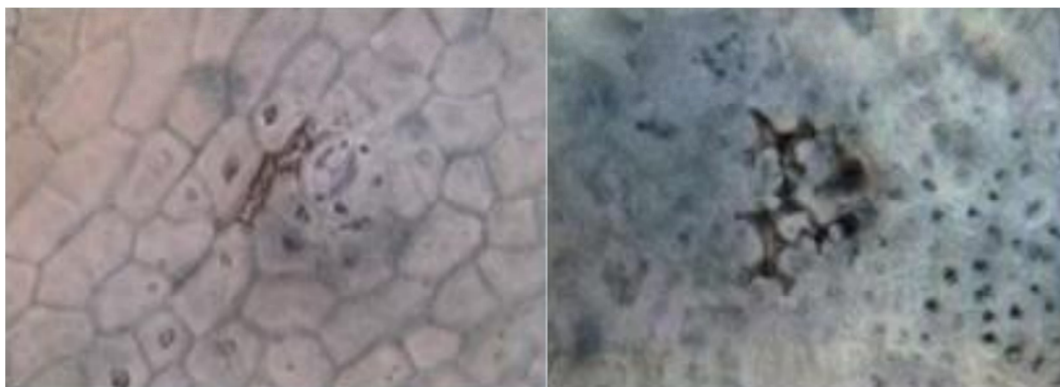


Figure 7 : endophytes intercellulaires observés au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013).

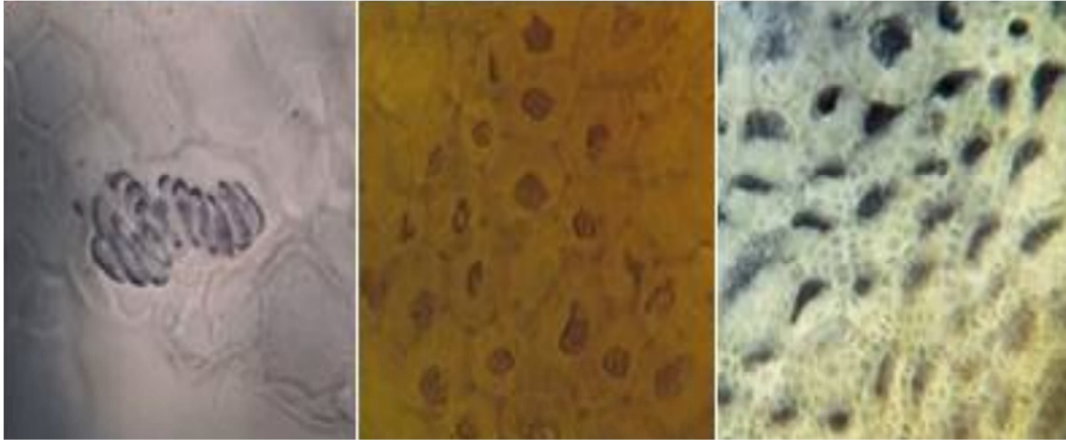


Figure 8 : endophytes intracellulaires observés au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013).

La majorité des stomates et des ostioles sont colorés en bleu foncé. Cette couleur montre que ces stomates sont infectés par les endophytes. Il y a lieu de noter la présence des mycètes au niveau des trichomes glandulaires et non glandulaires, avec des différentes densités et couleurs différentes (Cheraft et Hamenni, 2013) (Figure 9 et 10).

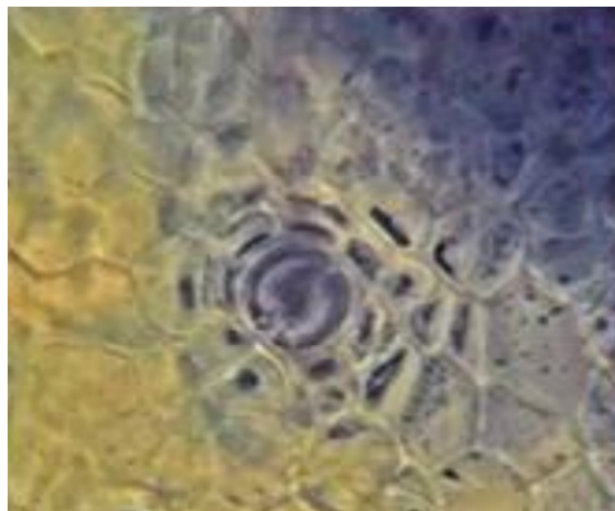


Figure 9 : présence des endophytes dans les stomates observés au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013).

Des résultats similaires ont été trouvés par Cheraf et Hamenni (2013).



Figure 10 : des trichomes infectés par les endophytes observé au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013).

Cheraft et Hamenni (2013) ont aussi constaté la présence des mycoendophytes au niveau des nervures des feuilles de *Ziziphus lotus* (Figure 11).

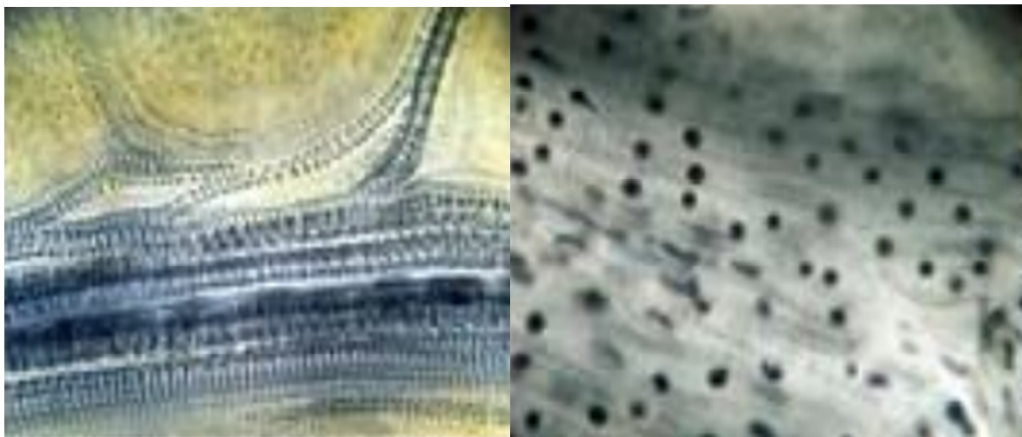


Figure 11 : différentes structures fongiques présentes dans les tissus conducteurs observés au microscope optique (X400) (Cheraft et Hamenni, 2013).



Description de la feuille

1 - Introduction

Les feuilles sont des organes végétatifs, généralement aplatis, portés par les tiges, ou par les rameaux au niveau d'un nœud (Camefort, 1996 ; Batin, 2012). Les feuilles existent chez presque tous les végétaux. Elles sont presque toujours vertes et spécialisées dans la photosynthèse et les échanges gazeux avec le milieu extérieur (Raven et *al.*, 2000).

2- Morphologie de la feuille

Les feuilles des Dicotylédones possèdent généralement un limbe et un pétiole bien développés ; la base foliaire peut être très réduite (Camefort, 1977). Elles sont soit simples, soit composées (Raven et *al.*, 2007). Le pétiole est la partie de la feuille dont la forme est la plus simple (Camefort, 1996) (Figure 12).

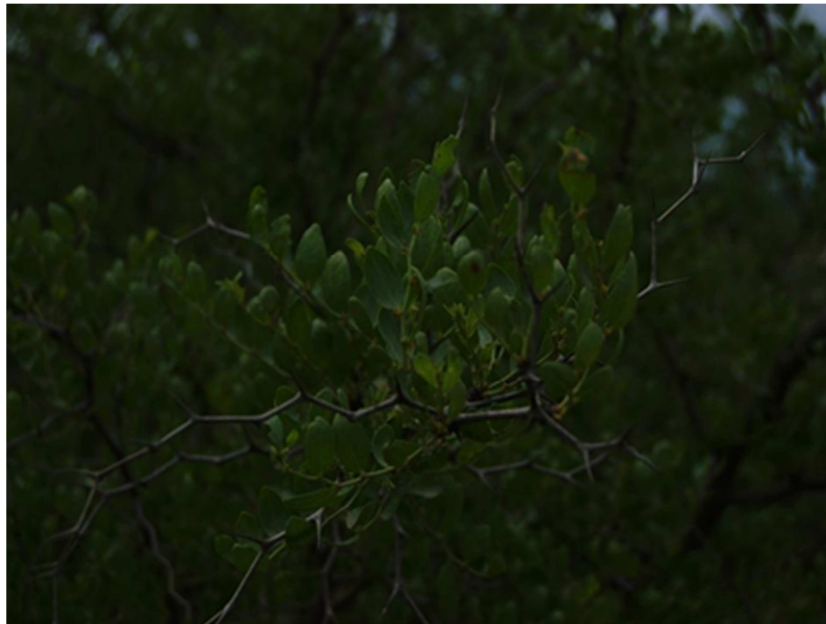


Figure 12 : jeune feuille de *Ziziphus lotus* (Ouagenoun, Tizi Ouzou).

2-1- Limbe

Le limbe est une structure large et mince, considérée comme une surface d'échanges avec l'environnement (Meyer et *al.*, 2004). Selon la forme du limbe, on distingue les feuilles simples et les feuilles composées. Dans les feuilles simples, le limbe n'est pas divisé en parties distinctes, mais il peut être profondément lobé. Dans les feuilles composées, le limbe est divisé en folioles et chaque foliole a un petit pétiole (Raven et *al.*, 2000).

2-2- Pétiole

C'est la partie de la feuille dont la forme est la plus simple (Camefort, 1996).

3- Structure anatomique

Les feuilles présentent une structure stratifiée : l'épiderme inférieur et supérieur enserment les tissus internes, c'est-à-dire parenchymes et tissus vasculaires. On distingue sur la face supérieure de la feuille le parenchyme palissadique, qui est le principal site de la photosynthèse et sur la surface inférieure le parenchyme lacuneux, dont les espaces intercellulaires forment des cavités qui communiquent avec l'extérieur par les stomates, et assurent une importante surface d'échange (Corson, 2008) (Figure 13).

La cuticule est une couche extracellulaire couvrant complètement la feuille et interrompue uniquement au niveau des stomates. A chaque stomate, cette dernière épouse les contours des cellules de garde et souvent, elle s'achève dans leurs parois internes (Belhadj, 2007).

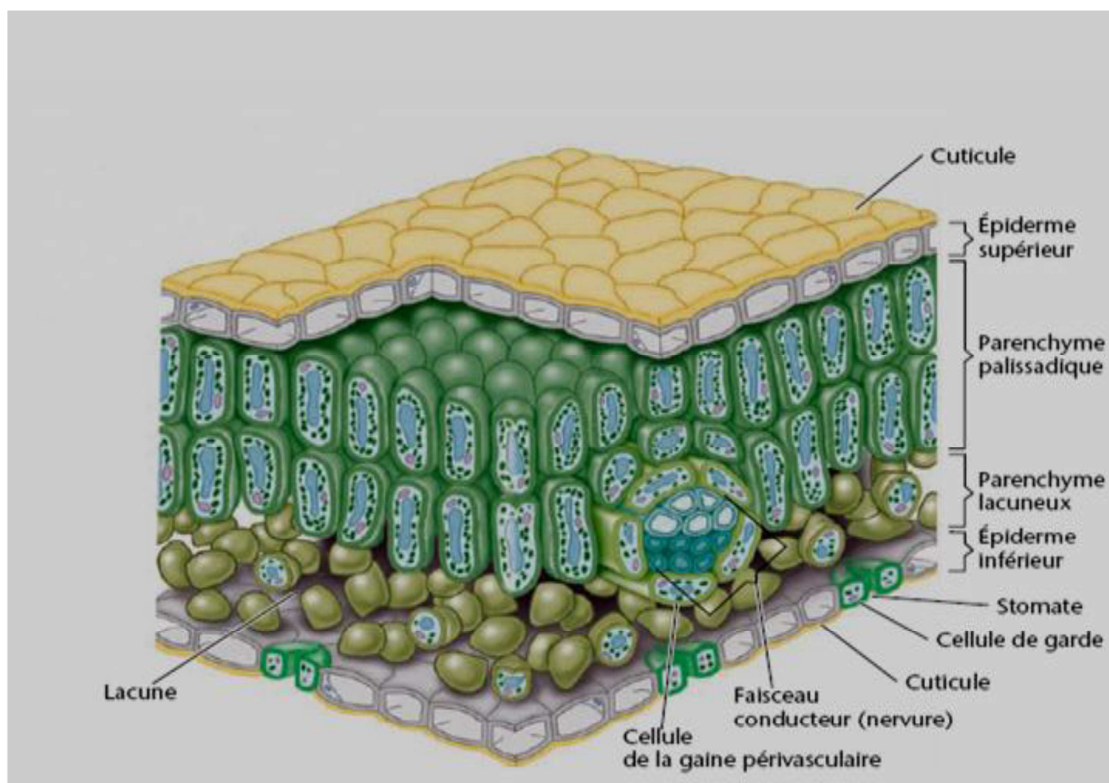


Figure 13: structure de la feuille en 3 dimensions (Nabors, 2008).

3-1 Tissus protecteurs

L'épiderme représente le tissu de revêtement des feuilles. Il couvre toute la surface du limbe pour protéger les tissus internes et maintenir la rigidité de la feuille. Les cellules épidermiques sont des cellules vivantes. Elles sont dépourvues de chloroplastes (Camefort, 1986). Ces cellules épidermiques de la feuille sont disposées de façon compacte et sont recouvertes d'une cuticule qui limite les pertes d'eau (Raven et *al.*, 2000) (Figure 13).

Entre les cellules épidermiques, nous retrouvons aussi des stomates et des trichomes. Un stomate est formé de deux cellules réniformes, appelés cellules stomatiques avec une ouverture l'ostiole (Nabors, 2008) (Figure 13). La localisation des stomates se fait sur les deux faces du limbe. Elle est généralement inégale (Camefort, 1996) ; le plus souvent sur la face inférieure (Raven et *al.*, 2000). La densité stomatique de l'épiderme dorsal est bien plus importante que celle de l'épiderme ventral (Camefort, 1996).

Le terme trichome dérivant du mot grec «trichs» qui signifie cheveux. Ce sont des extensions de l'épiderme dont ils sont issus. Les trichomes des feuilles peuvent augmenter la résistance au stress abiotiques (Dalin et *al.*, 2008).

Il existe deux principaux types de trichomes : les trichomes glandulaires et non glandulaires (Peter et Shanover, 1998) (Figure 14).

Les trichomes non glandulaires sont présents chez la plupart des Angiospermes. Les trichomes glandulaires contiennent ou sécrètent un mélange de produits chimiques (Glas et *al.*, 2012).

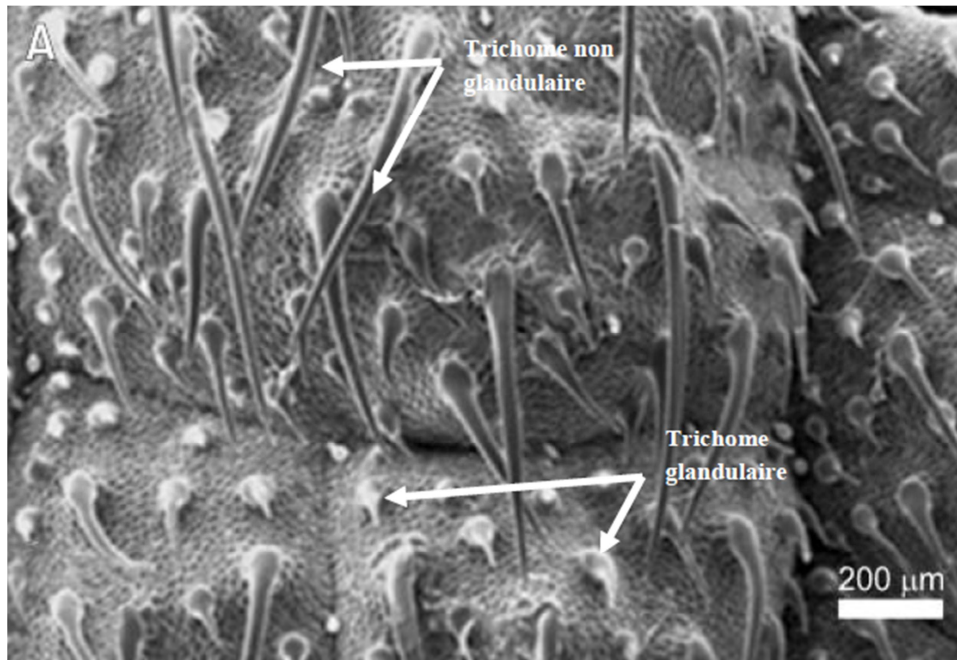


Figure 14 : trichomes non glandulaires et glandulaires sur la surface adaxiale des feuilles de *Mentha spicata* en microscopie électronique (Choi et Kim, 2013).

Les trichomes non glandulaires sont irrégulièrement distribués tout au long des nervures et sont situés sur les extrémités foliaires (Belhadj et *al.*, 2007).

3-2- Mésophylle

C'est le parenchyme chlorophyllien de la feuille. Le mésophylle est composé de parenchymes (Camefort, 1996). Ces derniers se différencient en parenchyme palissadique et parenchymes lacuneux (Bousquet, 2007). Le parenchyme lacuneux est constitué de cellules moins régulières, il est localisé entre l'épiderme inférieur et le parenchyme palissadique. Ce parenchyme est très dense, avec des lacunes entre les cellules arrondies (Raven et *al.*, 2000) (Figure 13).

3-3- Tissus conducteurs

La nervure principale est située tout le long de l'axe de la feuille, reliée aux bords de la feuille par des nervures secondaires (Corson, 2008). Les nervures secondaires sortent de la nervure centrale et sont appelées aussi nervilles. Ce sont de petites nervures qui forment un réseau dans le mésophylle (Raven et *al.*, 2000) (Figure 13).

Dans les nervures, le xylème est toujours du côté de la face supérieure de la feuille, par contre le phloème est sur la face inférieure, Les nervures apportent un soutien mécanique à la

feuille. Chez la plupart des Dicotylédones qui présentent une nervation réticulée, les nervures constituent un réseau (Nabors, 2008).

Le xylème est le principal tissu conducteur de l'eau et des sels minéraux chez les plantes vasculaires, ce sont des cellules allongées possédant une paroi secondaire et dépourvues de protoplasmes à maturité, avec présence des ponctuations au niveau de la paroi. Le phloème est le principal tissu conducteur de la sève organique des plantes vasculaires (Raven et *al.*, 2007).



Matériel et méthodes

4- Méthode de coloration des feuilles

Notre travail d'expérimentation a été réalisé au sein du laboratoire Ressources Naturelles de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou.

Pour colorer les feuilles de *Ziziphus lotus*, nous avons donc pris de chaque sujet plusieurs feuilles et nous les avons mises dans un bécher. Par la suite, nous avons utilisé la technique de coloration de Phillips et Hayman (1970), dont le protocole est comme suit :

- rinçage des feuilles à l'eau courante ;
- mettre les feuilles dans du KOH à 10% pour une durée variable à l'étuve à 90° ;
- rinçage à l'eau plusieurs fois ;
- faire plusieurs rinçage à l' H_2O_2 à 10%, pour une très courte durée à l'étuve à 90° jusqu' à ce que les feuilles blanchissent ;
- rinçage à l'eau plusieurs fois ;
- neutraliser les feuilles dans un bain d'acide lactique à 10% pendant 3 à 4 min ; pour éliminer le taux de KOH.
- mettre les feuilles dans une solution colorante de bleu de trypan, pour une longent durée à l'étuve à 90° ;
- rinçage à l'eau jusqu' à l'enlèvement de l'excès de bleu trypan ; pour les blanchissements des feuilles.
- les feuilles sont transférées dans le glycérol.

Les feuilles sont montées entre lame et lamelle et observées au microscope photonique. Des photos sont prises à des grossissements différents.



Résultats et discussion

1- Résultats

D'après les observations au microscope optique des feuilles de *Ziziphus lotus*, colorées au bleu trypan, nous avons noté la présence des mycoendophytes au niveau de l'épiderme. Ces mycoendophytes sont intercellulaires. Les filaments sont retrouvés aussi entre les cellules épidermiques (Figures 20 et 21).



Figure 20 : mycoendophytes intercellulaires observés au microscope optique (sujets 1 et 8) (X400).



Figure 21 : mycoendophytes intracellulaires observés au microscope optique (sujet 8) (X400).

L'épiderme porte aussi des stomates. Ils sont présents avec une densité différente d'un sujet à l'autre. Les stomates de la face inférieure sont répartis sur toute la surface des feuilles et les stomates de la face supérieure sont présents autour de la nervure principale (Figure 24).

La plupart des sujets ont des stomates colorés en bleu (Figure 23). Certains sont transparents (Figure 22).

L'observation microscopique des stomates a mis en évidence des champignons endophytes (colorés en bleu foncé) au niveau de l'ostiole, mais aussi au niveau des cellules de garde.

Nous pouvons estimer que la majorité de ces stomates est colonisée par les champignons endophytes dans la majorité des échantillons de feuilles de la station de Djebba.

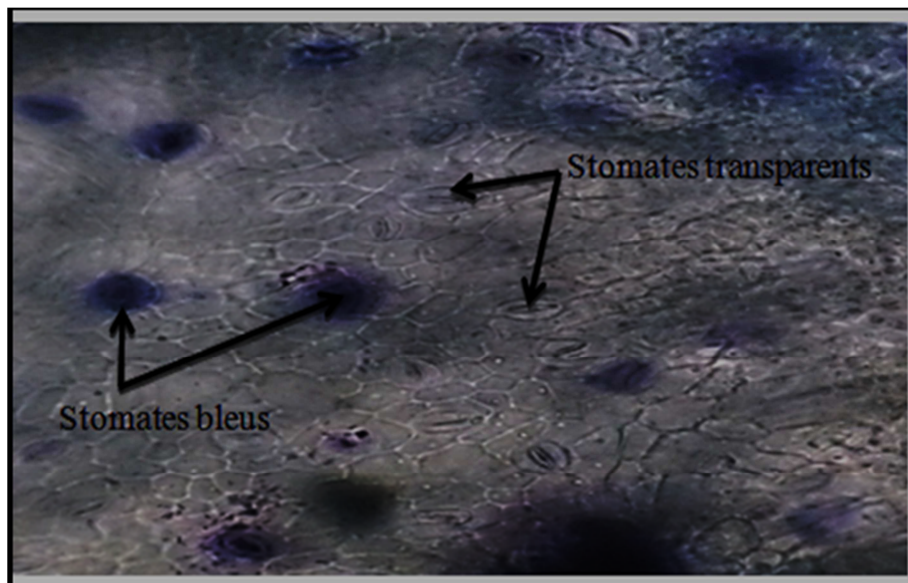


Figure 22: mélange de stomates colorés en bleu et de stomates non colorés (sujet 2) (X400).

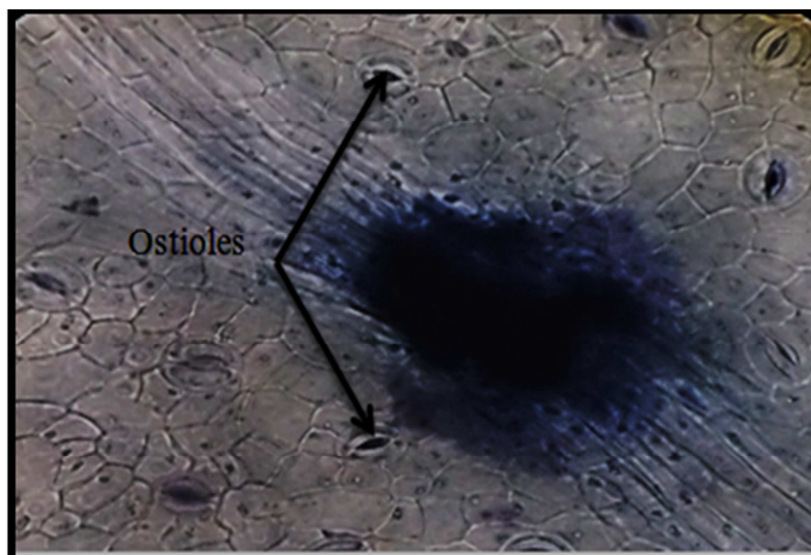


Figure 23 : ostioles des stomates colorés en bleu (sujet 3) (X400).

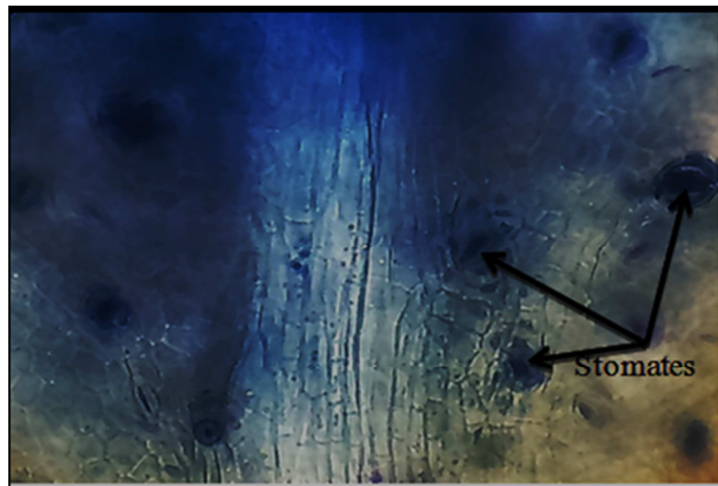


Figure 24 : présence des stomates autour de la nervure principale sur la face supérieure de la feuille (sujet 8) (X400).

La figure suivante montre des mycoendophytes violets au niveau des stomates.

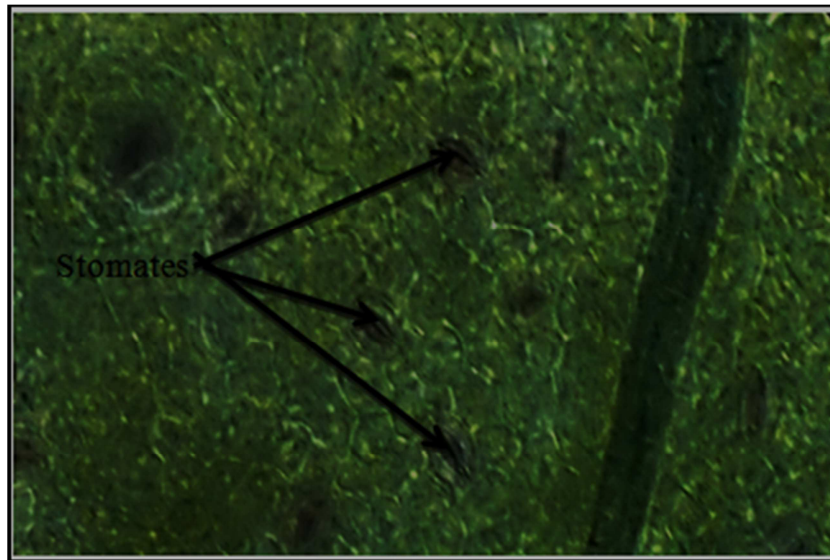


Figure 25 : mycoendophytes violets au niveau des stomates (sujet 7) (X400).

L'épiderme des feuilles de jujubier porte aussi deux types de poils (Figures 26, 27, 28 et 30). Certains sont non glandulaires, unicellulaires et transparents. Ils se retrouvent beaucoup plus sur la nervure principale. Ce type de trichome n'est pas présent chez tous les sujets (Figures 26 et 30). Par contre le deuxième type, à savoir les poils glandulaires, ils sont présents chez tous les sujets (Figure 29). La densité est différente d'un sujet à un autre. Ils sont pluricellulaires.

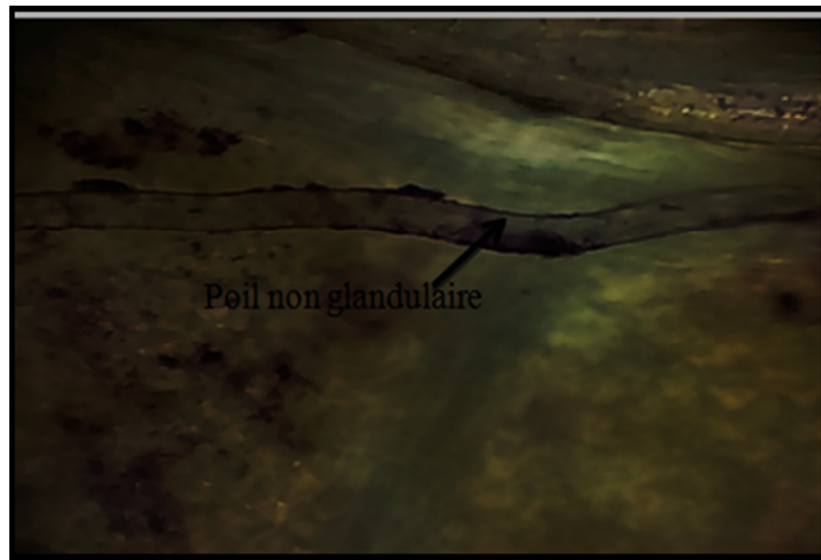


Figure 26 : mycoendophytes violets sur la surface du poil non glandulaire (sujet 8) (X400).

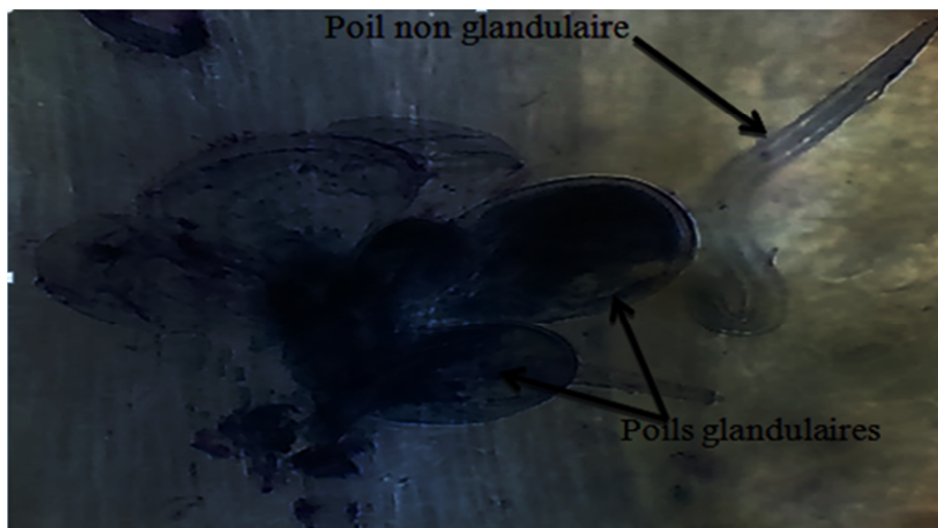


Figure 27 : poils glandulaires bleus et non glandulaires transparents au niveau de la nervure principale (sujet 8) (X400).

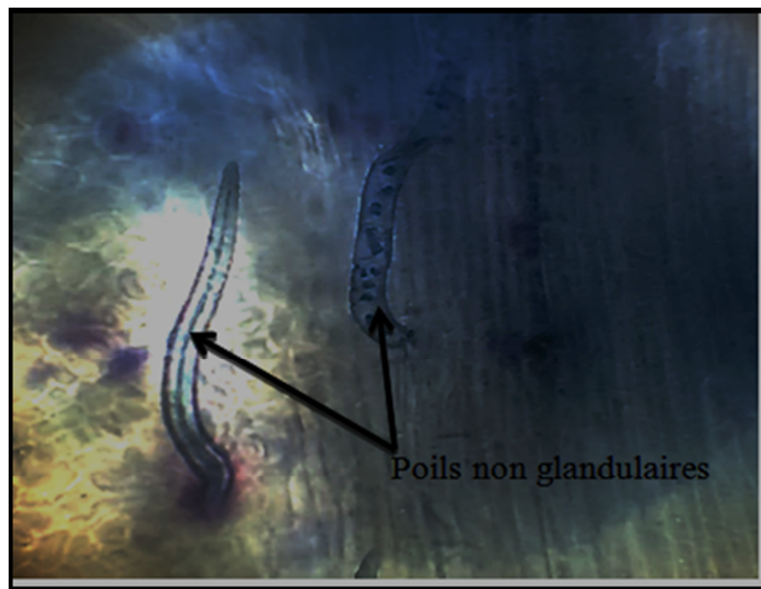


Figure 28: poils non glandulaires infectés par les mycoendophytes (sujet 8) (X400).

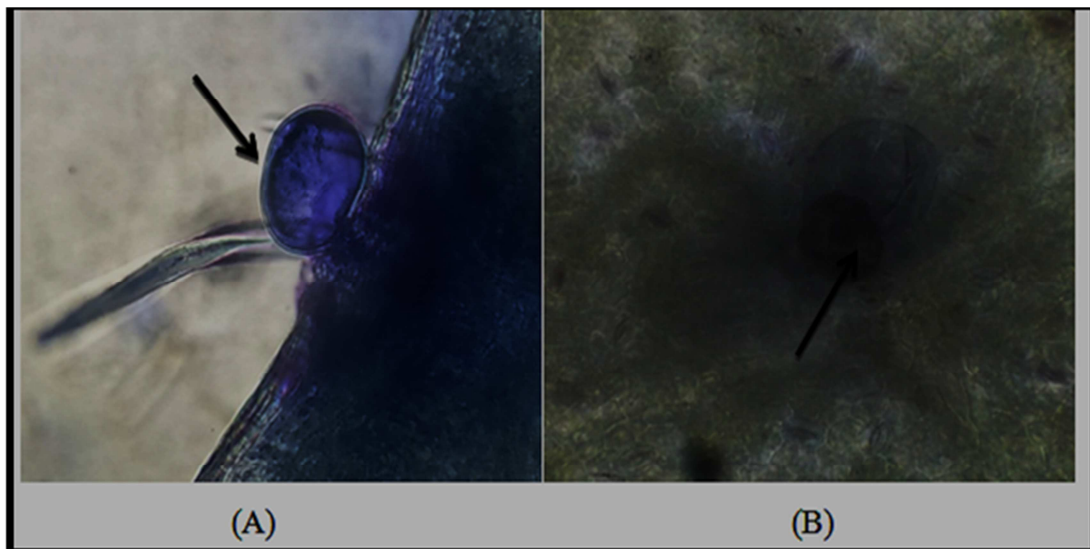


Figure 29: poils glandulaires situés au niveau de la bordure de la feuille (A), (B) au milieu de la feuille (sujet 8) (X400).

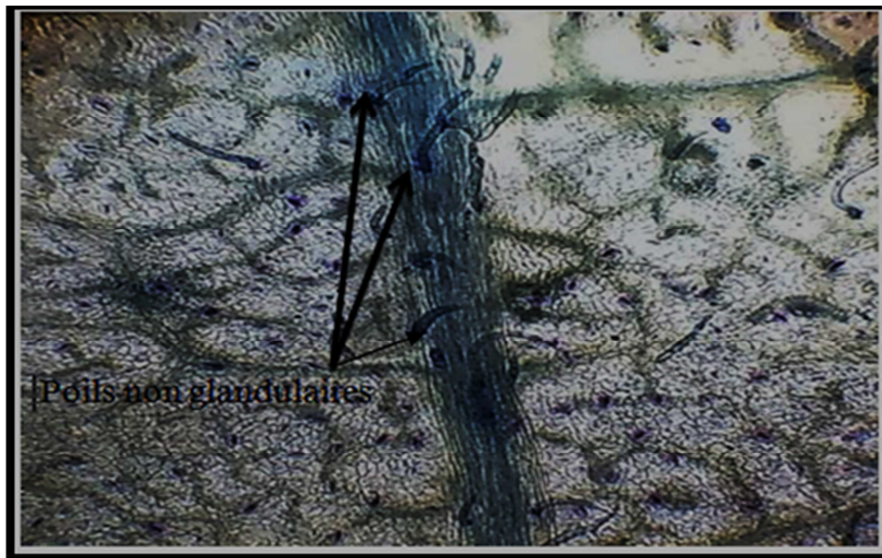


Figure 30 : poils non glandulaires observé sur la nervure principale (sujet 8) (X100).

Ces endophytes sont présents aussi dans les cellules parenchymateuses (Figure 31).

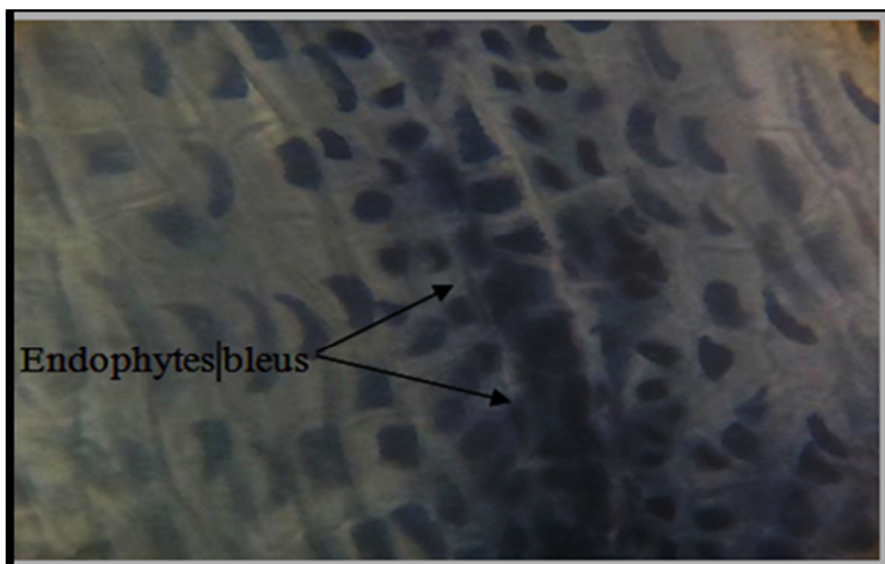


Figure 31: champignons endophytes présents dans le parenchyme (sujet 8) (X400).

Nous avons remarqué que la majorité des nervures principales sont colorées en bleu, avec une densité variable des taux d'infection (Figure 32 et 33).

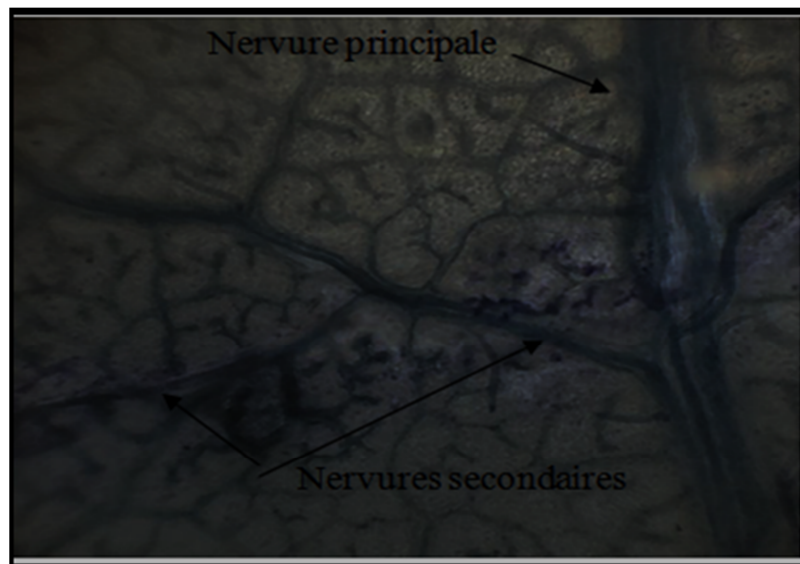


Figure 32: champignons endophytes bleus observés au niveau de la nervure principale et violets au niveau des nervures secondaires (sujet 8) (X400).

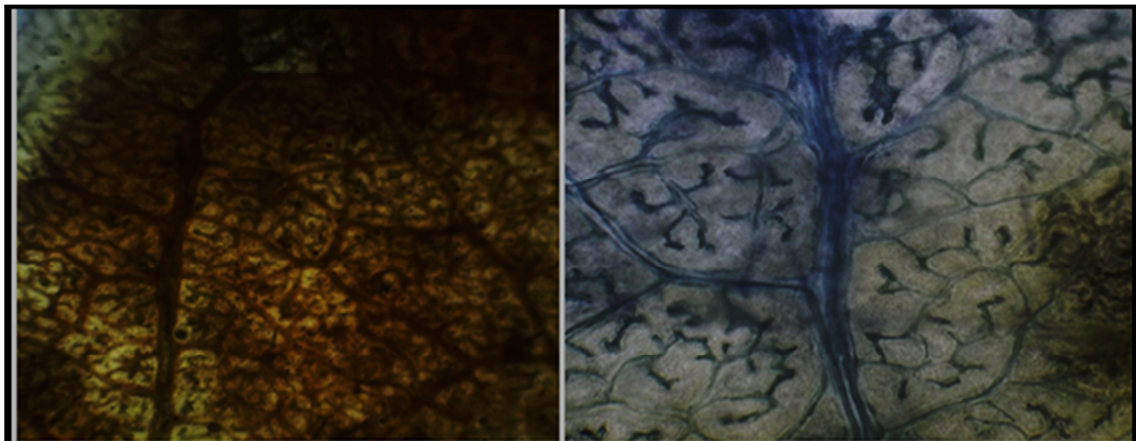


Figure 33: mycoendophytes marrons et marrons foncés au niveau des nervures et des ramifications (sujet 1) (x400).

L'observation des échantillons sous loupe binoculaire au grossissement 40 montre aussi les différentes colorations de ces mycoendophytes (Figure 34).

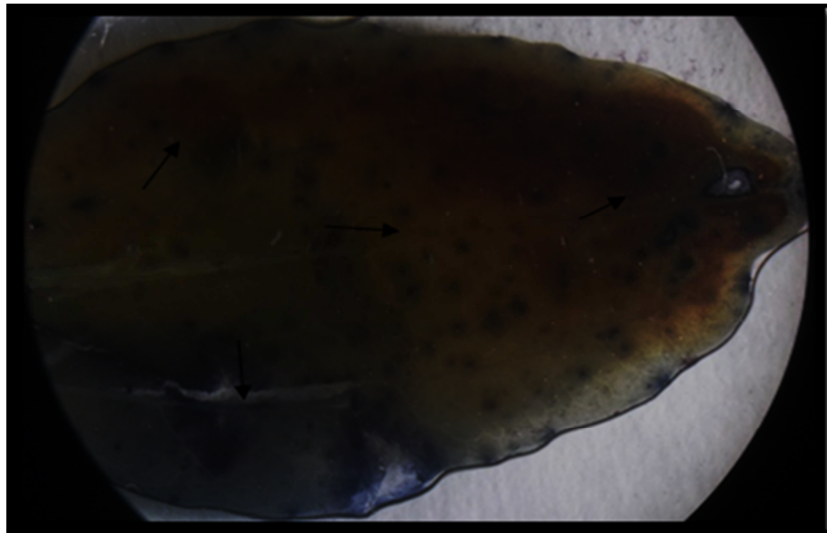


Figure 34: feuille de *Ziziphus lotus* (sujet 6) observée à loupe binoculaire (X40).

Les résultats des colorations des fragments foliaires confirment la présence de plusieurs types de champignons endophytes pour cette espèce végétale.

Nous avons observé sur les différents sujets concernés, par ce travail que les différentes colorations se localisent dans des zones bien déterminées du limbe ou au niveau des bordures des feuilles (Figure 35).

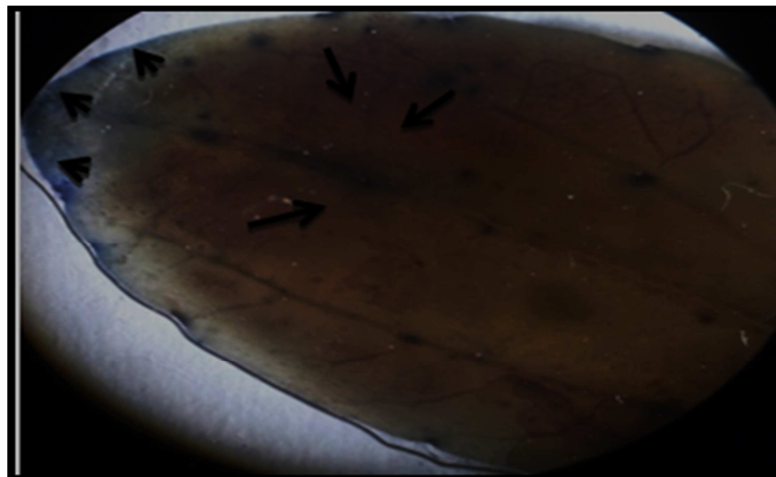


Figure 35 : situation des mycoendophytes dans la feuille de *Ziziphus lotus*, observée à la loupe binoculaire (X40).

1-1- Répartition des mycoendophytes dans les différents compartiments de la feuille

L'observation microscopique des feuilles de *Ziziphus lotus* de la station de Djebba nous a montré les différents compartiments anatomiques suivants : épidermes supérieur et inférieur avec les trichomes et les stomates, le parenchyme et les tissus conducteurs (nervures). Les mycoendophytes sont répartis en fonction des différents compartiments de la feuille. Le tableau 4 montre que :

- les mycoendophytes des feuilles de *Ziziphus lotus* sont présents dans tous les compartiments de la feuille ;
- les champignons endophytes les plus répandus au niveau des échantillons observés sont ceux qui se colorent en bleu.

Tableau 4 : présence et couleur des mycoendophytes dans les différents compartiments de la feuille.

Endophytes Compartiments	Bleu	Marron clair	Marron Foncé	Rose	Violet
Cellules épidermiques	+	+	+	+	+
Trichome Glandulaire	++	-	-	-	-
Trichome non glandulaire	++	-	-	+	++
Stomate	++	-	-	+	++
Parenchyme	+	++	+	++	++
Nervure	++	-	-	+	-

++ : abondant.

+ : rare.

- : absent.

Nous avons remarqué au niveau du tableau 4 l'absence des champignons endophytes de couleur marron claire et foncée dans les trichomes glandulaires et non glandulaires, stomate et nervure. Ils sont abondants au niveau du parenchyme.

1-2- Répartition des mycoendophytes en fonction des sujets

Le tableau ci-dessous représente la répartition des différents mycoendophytes en fonction des sujets. Nous avons remarqué au niveau des sujets S1, S2 et S7 l'abondance des mycoendophytes de couleur bleu et marron. La présence de ces champignons peut s'expliquer par l'exposition du végétal à l'ensoleillement.

Nous avons observé que les endophytes de couleurs rose sont absentes au niveau des sujets S2, S3, S4, S6, S7 et S8.

Tableau 5: couleurs des mycoendophytes en fonction des sujets échantillonnés.

Endophyte sujet	Bleu	Marron Clair	Marron foncé	Rose	Violet
S1	++	++	++	+	+
S2	++	++	+	-	++
S3	++	+	+	-	+
S4	+	+	-	-	+
S5	+	++	+	+	++
S6	+	+	+	-	+
S7	++	++	++	-	++
S8	+	++	+	-	++

++ : abondant.

+ : rare.

- : absent.

2. DISCUSSION

La colonisation par les champignons endophytes des feuilles de *Ziziphus lotus* peut être expliquée par la période d'échantillonnage. La majorité des mycoendophytes se développent dans les tissus végétaux, au printemps car les précipitations à cette saison peuvent augmenter la dispersion des spores fongiques (Nagerabi et *al.*, 2013).

La colonisation inter et intracellulaires a été confirmée par plusieurs études. Kusari et son équipe (2012), El-Nagerabi et son équipe (2013) ont montré la présence des mêmes structures au niveau des feuilles du jujubier d'Oman. Cheraft et Hamenni (2013) ont retrouvé cela chez les feuilles de *Ziziphus lotus* de dayate Aiat à Laghouat. Zareb (2014) a observé ces mêmes structures au niveau des espaces inter et intracellulaires du pistachier de l'Atlas de dayate Aiat (Timzerth). Cette étude a été confirmée par Lehadi, 2013 et Benfoddil, 2015. Ces résultats ont été confirmés aussi par Kusari et *al.* (2012).

Les mycoendophytes se retrouvent au niveau des stomates. Le stomate joue un rôle fondamental dans la régulation des échanges gazeux et des échanges d'eau. Il favorise l'infection fongique par la pénétration des spores à travers l'ostiole. C'est le mode de transmission horizontale noté chez quelques endophytes (Raven et *al.*, 2000).

Nous avons estimé que la majorité de ces stomates sont colonisés par les mycoendophytes. Ceci a été confirmé par Lehadi (2013), Zareb(2014) et Benfoddil (2015). En comparaison avec les observations de Chareft et Hamenni (2013), nous remarquons que les stomates des feuilles du *Ziziphus lotus* sont colonisés par les champignons endophytes. Nous pouvons supposer que la présence des champignons endophytes dans les stomates, confirme le mode de transmission horizontale de certains d'entre eux.

L'observation au microscope optique des feuilles de *Ziziphus lotus* a permis de montrer la présence des trichomes glandulaires et non glandulaires sur toute la surface foliaire. Nos résultats sont cordés par ceux de Chareft et Hamenni (2013).

Nous avons aussi remarqué que les structures fongiques dans les trichomes sont de formes peu variables. Ceci peut être dû à la spécificité de ces mycètes qui infectent les trichomes. Nos résultats sont cordés à ceux de Lehadi (2013), Zareb (2014) et Benfoddil (2015) sur la colonisation des mycoendophytes au niveau des trichomes glandulaires et non glandulaires du pistachier de l'Atlas.

Les tissus conducteurs des nervures principales et secondaires sont fortement colonisés par les mycoendophytes. Ceci a été confirmé par Cheraft et Hamenni (2013). Chez *Ziziphus lotus*, mais aussi chez Lehad (2013), Zareb (2014), Benfoddil (2015) pour le pistachier de l'Atlas.

La présence des mycoendophytes dans les nervures peut être due aux rôles qu'elles jouent dans le transport de la sève. Nous supposons que ces mycètes exploitent une partie des nutriments qui circulent dans ces canaux conducteurs.



Conclusion générale

La présente étude est réalisée sur les feuilles du jujubier (*Ziziphus lotus*) de la région de Djebba (wilaya de Tizi Ouzou).

Notre travail a pour objectif de montrer la présence des mycoendophytes foliaires au niveau des feuilles de jujubier. Nous avons réalisé une coloration sur les différents fragments de feuilles. Les observations faites à loupe binoculaire et au microscope photonique nous permettent de constater que les feuilles portent une diversité considérable de champignons endophytes.

Nous avons remarqué la présence d'endophytes violets qui sont intracellulaires et les endophytes bleus et marron qui sont intercellulaires. L'épiderme contient aussi des endophytes bleus et violets localisés au niveau des stomates présents avec des densités différentes d'un sujet à un autre. La majorité des stomates sont colorés en bleus, certains sont non colorés.

Au niveau de l'épiderme, nous avons remarqué qu'il existe deux types de poils, poils non glandulaires de couleur bleu et violet et les poils glandulaires de couleur bleu et marron.

La présence des endophytes bleus, violets et roses au niveau des nervures principales est notée. Ils apparaissent plus foncés. Cette coloration diminue lorsqu'on s'éloigne de la nervure.

D'après nos résultats, nous remarquons qu'il existe divers endophytes au niveau des feuilles de jujubier.

Cette étude est une simple initiation. Il est recommandé dans le futur de réaliser des études plus approfondies qui visent essentiellement à :

- identifier les différents genres d'endophytes présents au niveau des feuilles de jujubier (*Ziziphus lotus*) ;
- étudier l'aspect anatomiques et physiologiques de la colonisation de ces endophytes, afin d'expliquer le mécanisme d'interaction entre la plante et les champignons ;
- exploiter ces endophytes dans le domaine de la médecine, l'agriculture et l'agroalimentaire à travers l'étude des composés bioactifs qu'ils synthétisent.



Références bibliographiques

A

- **Anonyme, 2004.** “ <http://www.diplomatie.gouv.fr>.”
- **Anonyme, 2013.** “ <http://www.crstra.dz/plantes/Ziziphus-lotus.php>.”
- **Anonyme^A, 2016.** “ <http://fr.wikipedia.org>.”
- **Anonyme^B, 2016.** “ Google images. <http://www.google.fr>.”

B

- **Bamouh A., 2002.** La lutte chimique contre le jujubier. Programme National de transfert de technologie en Agriculture. Ed : (PNTTA). DERD, Rabat, 94 : 1-4p.
- **Benammar C.E., 2011.** Effets antioxydants et immunomodulateurs d’une plante médicinale Nord-Africaine, *Zizyphus lotus* L. (Sedra) : Etude des différents extraits. Thèse de Doctorat en Biologie moléculaires et cellulaires. Université Abou Bekr Belkaid –Tlemcen, 120 p.
- **Benfoddil O., 2015.** Inventaire des champignons endophytes des feuilles de (*Pistacia atlantica* Desf.) de dayate El Gouffa (Laghaout). Mémoire de Magister en Sciences Biologiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 171 p.
- **Belhadj S., 2007.** Etude Eco-Botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie. Préalable à la conservation des ressources génétiques de l’espèce et à sa valorisation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. option : Ecologie Végétale, Faculté des Sciences Biologique et Agronomiques, UMMTO, 183 p.
- **Bonnet J., 2001.** Larousse des arbres –Dictionnaire des arbres et des arbustes. 512p.
- **Batin M., 2012.** La feuille. LSV2 : Module faune et flore, TP de Botanique. Université de Nice-Sophia. Antipolis –Faculté de Sciences-ParcVlrose. France (chap 3).

- **Boudraa S., 2007.** Etude de la fraction minérale et vitaminique des fruits de : *Celtis australis* L., *Crataegus monogyna* Jacq., *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L. Mémoire de Magister en qualité et sécurité alimentaire, Université El Hadj Lakhdar –Batna.
- **Bousquet L., 2007.** Mesure et modélisation des propriétés optiques spectrales et directionnelles des feuilles. Doctorat de 3^{ème} cycle, Institut de Physique du Globe de Paris.

C

- **Camefort H., 1977.** Morphologie des Végétaux Vasculaires .2^{ème} édition. Doin – Paris, 60 p.
- **Camefort H., 1986.** Morphologie des Végétaux Vasculaires : cytologie, anatomie et adaptation Doin. Paris, France.
- **Camefort H., 1996.** Morphologies des Végétaux Vasculaires, cytologie, anatomie et adaptation. Doin. Paris, France.
- **Cheraft L. et Hamenni N., 2013.** Contribution à l'étude des endophytes foliaires du jujubier *Zizyphus lotus* (L.) Desf. Dans une région aride. Cas de la daya de Timzerth (Laghout). Mémoire Ingénieur en agronomie, Faculté des Sciences Biologique et des Sciences Agronomiques, 76 p.
- **Choi J., kim E., Thirunavukkarasu. N., Govindarajulu M and Gopalan V., 2013** Fungal endophytes: an untapped source of biocatalysts. *Fungal diversity*, 54:19-30.
- **Clay K. and Holah J., 1999.** Fungal endophyte symbiosis and plant diversity in successional fields. *Science*, 285: 1742-1744.

- **Corson F., 2008.** Quelques aspects physiques du végétal. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Spécialité : physique. Ecole Doctorale de physique de la Région Parisienne, 146 p.

D

- **Djemai Zoughlache S., 2008.** Etude de l'activité biologique des extraits du fruit de *Zizyphus lotus* L. Mémoire de Magister en biochimie appliquée, Université–El Hadj lakhder-Batna.
- **Dlin P., Agren J., Bjorkman C., Huhumen P. and Krkkainen K., 2008.** Leaf. Trichome formation and plant resistance to herbivory. *Plant. Resistance to Herbivory*, Springer. 17 p.
- **Dupont J., 2007.** Etude des bases moléculaires de l'interaction symbiotique de champignons endophytes et de la plante hôte, *Cephalotaxus drupacea*.

E

- **El-Nagerabi S.A.F., Elshafia. A.E., and Alkhanjari S.S., 2013.** Endophytic fungi. Associated with *Zizyphus*. *Biodiversitas*, 14:10-16.

F

- **Faeth S.H and Fagan W.F., 2002.** Fungal endophytes common host plant symbiosis but uncommon mutualisms *Integrative and Comparative Biology*, 42: 360-368.

G

- **Ghedira K., 2013.** Ethnobotanique-monographie. *Zizyphus lotus* L. (Rhamnaceae) : jujubier sauvage. *Phytothérapie*, 11 : 149-150.

- **Glas J.J., Schimmel B.C.J., Alba. J. M., Escobar-Bravo R., Shuurink R.C. and Ront M.R., 2012.** Plant Glandular Trichomes as Targets for Breeding or Engineering of Resistance to Herbivores. *Int.J.Mol.Sci*, 13: 17077-17103.

I

- **Diallo I., 2002.** Etude de la Biologie de la Reproduction et de la variabilité génétique chez le jujubier (*Ziziphus mauritiana* L.). Thèse de Doctorat de troisième cycle de Biologie Végétale, Université Cheikh Anta Diop, Dakar.

K

- **Khan R., Shahzad S., Choudhary I., Khan A. and Aqeel A., 2007.** Biodiversity of the endophytic fungi isolated from *Calotropis procera* (ait.) r. br. *Pak. J. Bot.*, 39(6): 2233-2239.

L

- **Lehadi L., 2013.** Contribution à l'étude des endophytes foliaires chez le pistachier de l'Atlas. Mémoire de Master en Biologie, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, 53 p.

M

- **Mandyam K. and Junpponen A., 2005.** Seeking the elusive fonction of the root colonizing dark septate endophytic fungi. *Studies in Mycology* 53:173-189.
- **Mansouri A. 2011.** Les champignons endophytes Chez le blé dur (*Triticum durum* .Desf) : Occurrence et rôle dans la tolérance au stress hydrique. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université El –Hadj Lakhar –Batna.

- **Malinowski, D. P., and D. P. Belesky. 2000.** Adaptations of endophyte-infected coolseason grasses to environmental stresses: mechanisms of drought and mineral stress tolerance. *Crop science*, 40: 923-940.
- **Meyer S., Reed C. and Bosdeveix R., 2004.** Botanique, Biologie et physiologie végétales Ed.Maloine, Paris, 461 p.

N

- **Nabors M., 2008.** Biologie végétale, structure, fonctionnement, écologie et biotechnologies. Pearson éducation française.

P

- **Peter A.J. and Shanover T.G., 1998.** Plant glandular trichomes Chemical factories with Many Potential Uses .Scientist. Resononce.Nagorjuna agricultural .Research and development Institute 28.
- Petrini, O. and Fischer, P.J. (1990). Occurrence of fungal endophytes in twigs of *Salix fragilis* and *Quercus robur*. *Mycological Research* 94: 1077-1080.

Q

- **Quézel P. et Santa S., (1962-1963).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS, Paris.

R

- **Raven P.H., Evert R.F. and Echhorn S.E., 2000.** Biologie végétale. Ed de Boeck, Paris, 944 p.
- **Raven P.H., Evert E. and Echhorn., 2007.** Biologie végétale 2^{ème} édition de Boeck, 900 p.

- **RAI M., Gade A., Rathod D., Dar M. and Varma A., 2012.** Mycoendophytes in medicinal plants: Diversity and bioactivities. *Bioscience*, 4: 86-96.
- **Ravindra P., Suneel K and Sardul S., 2014.** Isolation and antibacterial property of endophytic fungi isolated from indian medicinal plant: *Calotropis procera* (linn.). *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences*, 3: 678-691.
- **Recco Pimentel M., Molina G., Dionisio A.P., Junior M´ario R.M. and Pastore G.M., 2011.** The Use of endophytes to Obtain bioactive compounds and their application in biotransformation Process. *Sage-Hindawi Access to Research*, 14: 10-16.
- **Rodriguez R. J., Redman R.S. and Henson J.M., 2004.** The role of fungal symbiosis in the adaptation of plants to high stress environments. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global change*, 9: 261-272.

S

- **Selim K and El-diwany A., 2012.** Biology of Endophytic Fungi. *Biology of Endophytic Fungi. Current Research in Environmental & Applied Mycology*, 1:31-83.
- **Scheider C, Leifert C. and Feldmann F., 2013.** Endophytes for plant protection: the state of the art. *Proceedings of the 5th International Symposium on Plant Protection and Plant Health in Europe held at the Faculty of Agriculture and Horticulture (LGF), Humboldt University Berlin, Berlin-Dahlem, Germany: 26-29.*
- **Spichiger R.E, VincentV., Savolainen Figeat M. et Jeanmonod D., 2004.** *Botanique systématique des plantes à fleurs. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes*, 409 p.

Z

- **Zareb A., 2014.** Etude des champignons endophytes des feuilles du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*): cas de dayate Aiat, (Timzerth, wilaya de Laghouat). Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou.

Résumé

Les champignons endophytes sont des microorganismes qui vivent à l'intérieur des plantes. Cette association a une grande importance dans la nature, en permettant à la plante de se protéger contre les agents pathogènes et les herbivores. Notre étude a porté sur l'identification des mycoendophytes présents dans les feuilles du jujubier (*Ziziphus lotus*) de la région de Djebela (wilaya de Tizi Ouzou), par des colorations au bleu trypan et des observations au microscope photonique. Les résultats obtenus ont montré la présence de ces champignons endophytes aux niveaux inter et intracellulaire. Cette colonisation est révélée dans tous les compartiments de la feuille (épiderme, trichomes, stomates et nervures). Ces mycoendophytes apparaissent avec des formes et des couleurs différentes.

Mots clés : Endophytes fongiques, *Ziziphus lotus*, feuilles, Tizi Ouzou (Algérie).

Summary

Endophytic fungi are microorganisms that live inside plants. This association has a great importance in nature, allowing the plant to protect itself against pathogens and herbivores. Our study focused on the identification of mycoendophytes present in the leaves of the jujube (*Ziziphus lotus*) of the region of Djebela (wilaya of Tizi Ouzou), trypan blue colorations and observations under a photonic microscope. The results obtained showed the presence of these endophytic fungi at the inter and intracellular levels. This colonization is revealed in all the compartments of the leaf (epidermis, trichomes, stomata and veins). These mycoendophytes appear with different shapes and colors.

Key words: Fungal endophytes, *Ziziphus lotus*, leaves, Tizi Ouzou (Algeria).

الموجز

الفطريات النابتة هي الكائنات الحية الدقيقة التي تعيش مع النباتات . هذه المجموعة لها أهمية في الطبيعة ، تسمح للنباتات بالحماية ضد مسببات الأمراض.

حددت هذه الدراسة على تطابق Mycoendophytes المتواجدة في أوراق (السدر لوتس) .

في منطقة جيلة (ولاية تيزي وزو) بواسطة تقنية التلوين بالأزرق تريبون (Trypan) و المشاهدة بواسطة المجهر الضوئي . النتائج المتحصل عليها أوضحت وجود فطريات على المستوى الداخلي و الخارجي للخلية النباتية .

هذه الألوان وجدناها في مختلف أجزاء الورقة (الأوردة ، الثغور ، Trichomes ، البشرة) . هذه الكائنات Mycoendophytes تظهر على أشكال و ألوان مختلفة.

كلمات البحث : Endophytes ، السدر لوتس ، أوراق ، تيزي وزو (الجزائر).