

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

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Agronomiques.

Spécialité : Protection des Forêts.

Thème

Contribution à l'étude du statut mycorhizien de trois populations de *Juniperus communis* dans le Parc National de Djurdjura.

Présenté par : Guessoum Lydia

Soutenu le : 20/09/2023

Devant le jury :

Présidente : Mme Si Mohamed-Hamidouche.C

MAA-U.M.M.T.O

Promotrice : Mme MEZAOUR.N

MAA-U.M.M.T.O

Co-promotrice : Mme KADI-BENNANE.S

MCA-U.M.M.T.O

Examinatrice : Mme Harchaoui-Bournine.C

MCB-U.M.M.T.O

Promotion :2022/2023

REMERCIEMENT

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à ma promotrice Mme **Mezaour. N** pour avoir accepté de m'encadrer et dirigé tout au long de ce travail, merci pour votre complicité, votre confiance et pour m'avoir transmis une passion inlassable pour les champignons mycorhiziens que j'ai découverts avec vous.*

*Je souhaite également remercier plus particulièrement ma Co-promotrice **Mme Kadi- Bennane. S** pour son soutien et ses encouragements.*

*Je remercie encore l'ingénieur de laboratoire **Mme Bedad.K** qui nous a aidés durant notre pratique au laboratoire.*

Je tiens à remercier les membres de jury qui ont accepté d'examiner ce travail :

*A **Mme Si mohammad. C** qui me fait l'honneur de présider ce jury.*

*A **Mme Harchaoui - Bournine. C** qui a bien voulu examiner ce travail.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes chers regrettés parents que leurs âmes reposent en paix.

Ma cher sœur Nouara,

Aucune dédicace ne serait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que je suive le bon chemin dans ma vie et mes études, tu n'as jamais cessé de m'encouragée. Je ne pourrai jamais oublier ce que tu as fait pour moi t'étais toujours là à mes côtés.

Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond amour, je te remercie infiniment.

Mon cher frère Madjid, et toutes les filles du laboratoire des mycorhizes.

*Je tiens à exprimer mes remerciements du fond du cœur à toutes les personnes qui m'ont soutenu de près ou de loin mais plus particulièrement pour
« Aghilas » qui m'a toujours encouragé.*

La liste des abréviations

Symbole	Désignation
FPA	Formol, acide propionique et ethanol
TE	Type exploratoire
ANOVA	Analyse de la variance
CD	Courte distance
C	Contact
EcM	Ectomycorhize
Gx	Grossissement
M	Mètres
MD	Moyenne distance
Cm	Centimeter
MLD	Moyenne ou longue distance

Liste des figures

Figure 1: Les Principaux types mycorhiziens actuels représentés sur une coupe transversale d'une racine modifiée (Le Tacon, 1985).	3
Figure 2 : Le diagramme représentatif de la colonisation de la racine par les champignons endomycorhiziens (S : sclérote, C : cellule, E : épiderme, V : vésicule, les peetons et les arbuscules) (Peterson et al. 2004)	4
Figure 3: Carte représentant l'aire de répartition du <i>Juniperus communis</i> dans le monde (Mao et al, 2010 in Bouadam-Farhi, 2013).....	9
Figure 4: Les feuilles du Genévrier Commun. (Zeggane, 2022)	10
Figure 5: Les galbules de <i>Juniperus communis</i> (Mazza, 2020)	10
Figure 6: La géolocalisation des trois stations d'étude (Google Earth, 2023).....	12
Figure 7: Les étapes de mesure du pH du sol (Guessoum, 2023)	15
Figure 8: Photo illustrant la méthode de la gridline intersect	16
Figure 9 : photo représentant des fragments de racines sur une boîte de Pétri quadrillée	16
Figure 10: La notation du degré de mycorhization des fragments racinaires. L'échelle s'étend de 0 (pas de mycorhization) jusqu'à 5.	17
Figure 11: La notation de l'abondance des arbuscules dans les fragments racinaires d'après Trouvelot et al. (1986).....	18
Figure 12 : L'EcM commune de <i>J.communis</i> aux trois stations d'étude	21
Figure 13: Les EcM 27, 20, 21 communes entre Tighzert et Tigounatine observées à la loupe binoculaire Gx40.....	22
Figure 14 : L'EcM 32 du <i>J.communis</i> de type contact vue à la loupe binoculaire au Gx40	23
Figure 15: Les morphotypes de <i>J. communis</i> spécifiques de la station d'Aswel clôturé observés à la loupe binoculaire Gx40.....	24
Figure 16: Les morphotypes de <i>J. communis</i> spécifiques de Tighzert observés à la loupe binoculaire au Gx20 et Gx40.	25
Figure 17: les morphotypes de <i>J.communis</i> spécifiques de Tigounatine observés à la loupe binoculaire Gx40.....	28
Figure 18: Le taux d'ectmycorhization par arbre de la station d'Aswel clôturé.....	30
Figure 19: Le taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration du sol d'Aswel clôturé	30
Figure 20: Le taux d'ectmycorhization par arbre de la station de Tighzert	31
Figure 21: Le taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration du sol de la station Tighzert.....	31

Liste des figures

Figure 22: Le taux d'ectmycorhization par arbre de la station de Tigounatine	32
Figure 23: Le taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration du sol de la station de Tigounatine	33
Figure 24 : Le taux d'ectmycorhization par stations d'étude	33
Figure 25: Le taux d'ectmycorhization par stations d'études et par stratégies d'explorations.....	34
Figure 26: Les différentes structures endomycorhiziennes observées au microscope optique Gx400 rencontrées chez les arbres de J.communis de la station d'Aswel clôturé.	36
Figure 27: Les différentes structures rencontrées chez les arbres de J.communis de la station d'Aswel clôturé	36
Figure 28: Les différentes structures rencontrées chez les arbres de J.communis de la station de Tigounatine.....	37
Figure 29: La représentation des variables d' endomycorhization de J.communis dans la station d'Aswel clôturé.	37
Figure 30: La représentation des variables d endomycorhization de J.communis dans la station de Tighzert	38
Figure 31: La représentation des variables d' endomycorhization de J.communis dans la station de Tigounatine.....	39
Figure 32: La comparaison entre les paramètres endomycorhiziens des trois Stations	39
Figure 33: La comparaison entre le taux des ectomycorhizes et le taux des endomycorhizes.....	41

Liste des tableaux

Tableau 1: La classification botanique du <i>Juniperus communis</i> (Small et Dentsch, 2001)	8
Tableau 2: La localisation de la station d'Aswel clôturé	13
Tableau 3: La localisation de la station de Tighzert.....	13
Tableau 4 : La localisation de la station de Tigounatine	14
Tableau 5 : Les paramètres édaphiques des trois stations d'étude de <i>Juniperus communis</i>	20
Tableau 6: La richesse morphotypique des ectomycorhizes de <i>Juniperus communis</i> dans les trois stations d'étude.....	21
Tableau 7: L'estimation de l'âge des arbres en mesurant leurs parties aériennes	29
Tableau 8:	30
Tableau 9: Taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration de la station d'Aswel clôturé	30
Tableau 10: Le taux de mycorhization par arbre de la station de Tighzert	31
Tableau 11 : Le taux de mycorhization par Stratégie d'exploration du sol de la station.	31
Tableau 12 : Le taux de mycorhization Par arbre de la station de Tigounatine.....	32
Tableau 13: Le taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration du sol de la station de Tigounatine.....	33
Tableau 14: La représentation des taux de mycorhization par stations d'étude	33
Tableau 15: La représentation des taux de mycorhization par stations d'étude et par stratégies d'explorations	34
Tableau 16: L'ANOVA des ectomycorhizes.....	35
Tableau 17: La représentation des variables d'endomycorhization de <i>J.communis</i> dans la station d'Aswel cloturé	37
Tableau 18 : La représentation des variables d'endomycorhization de <i>J.communis</i> dans la station de Tighzert.....	38
Tableau 19: La représente des variables d'endomycorhization de <i>J.communis</i> dans la station de Tigounatine.....	39
Tableau 20: Tableau comparatif entre les paramètres endomycorhiziens des trois stations	39
Tableau 21: L'ANOVA pour les endomycorhizes.....	40
Tableau 22: Tableau comparatif entre le taux des ectomycorhizes et le taux des endomycorhizes.....	41

Sommaire

Introduction	1
I. Description DES MYCORHIZES.....	2
1. LA SYMBIOSE MYCORHIZIENNE.....	2
2. LA DEFINITION DU TERME MYCORHIZE	2
3. LES DIFFERENTS TYPES DE MYCORHIZES	2
3-1. LES ENDOMYCORHIZES ARBUSCULAIRES	3
3-2. LES ECTOMYCORHIZES.....	4
3-3. LES ECTENDOMYCORHIZES	5
3-4. LES MYCORHIZES ERICOÏDES.....	5
3-5. LES MYCORHIZES ORCHIDOÏDES	6
3-6. LES MYCORHIZES ARBUTOÏDES	6
3-7. LES MYCORHIZES MONOTROPOÏDES	6
3-8. LES PSEUDOMYCORHIZES	6
4. LE ROLE DES MYCORHIZES	6
II. Synthèse Bibliographique SUR LE JUNIPERUS COMMUNIS.....	8
1. L'ETYMOLOGIE	8
2. LA SYSTEMATIQUE	8
3. LA REPARTITION GEOGRAPHIQUE DE J. COMMUNIS	9
4. LES EXIGENCES CLIMATIQUES DU GENEVRIER	11
5. LES CONDITIONS EDAPHIQUES	11
6. LE ROLE ECOLOGIQUE DU GENEVRIER COMMUN	11
7. L'UTILISATIONS DU GENEVRIER.....	11
III. MATERIEL ET METHODES.....	12
1. LA PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE.....	12
2. LA PRESENTATION DES STATIONS D'ETUDE.....	12
3. L'ECHANTILLONNAGE.....	14
4. LA DESCRIPTION DES ECTOMYCORHIZES	15
5. L'ESTIMATION DE LA COLONISATION MYCORHIZIENNE	16
6. LES ENDOMYCORHIZES	17
IV. RESULTATS ET DISCUSSION.....	20
1. LES CARACTERISTIQUES EDAPHIQUES DES STATIONS D'ETUDE	20
2. L'ETUDE MORPHOLOGIQUE DES ECTOMYCORHIZES DE J.COMMUNIS	20
3. L'ESTIMATION DE L'AGE DES ARBRES EN MESURANT LEURS PARTIES AERIENNES	29
4. ESTIMATION DE LA COLONISATION MYCORHIZIENNE PAR STATION	30

Sommaire

5.	DESCRIPTION DES ENDOMYCORHIZES DE J.COMMUNIS DANS LES TROIS STATIONS D'ETUDE.....	35
6.	ESTIMATION DE LA COLONISATION ENDOMYCORHIZIENNE PAR STATION.....	37
	DISCUSSION.....	42
	CONCLUSION.....	44
	REFERENCES	
	BIBLIOGRAPHIQUES	
	ANNEXES	

Introduction

Introduction

La symbiose mycorhizienne est une association entre les racines et les champignons qui jouent un rôle important dans l'alimentation hydrique et minérale des plantes également dans le fonctionnement et la stabilité des écosystèmes terrestre (Strullu, 1991). Dans la nature, la majorité des végétaux vivent en symbiose avec des partenaires fongiques (Duponnois et *al*, 2010 ; Bouazza, 2016) et parmi ses végétaux nous nous sommes intéressés à l'étude comparative du statut mycorhiziens de *J.communis*

En effet en Algérie, le *Juniperus communis* représente l'une des essences forestières qui joue un rôle écologique important. Il résiste à la désertification et à l'action anthropique.

L'objectif de ce travail est l'étude de l'état du statut mycorhizien de trois populations de *Juniperus communis* situées dans trois stations : Aswel clôturé, Tighzert et Tigounatine.

Pour se faire, notre travail a été scindé en quatre parties :

Après les rappels bibliographiques dans le chapitre **I** et **II** sur la thématique, nous avons présenté dans le chapitre **III** le matériel et méthodes utilisés. Le chapitre **IV** a porté sur les résultats obtenus du statut mycorhizien du *Juniperus communis* situé dans les trois stations d'études. A la fin nous clôturons notre travail avec une conclusion.

CHAPITRE I :
Généralités sur les
mycorhizes

I. Généralités sur les mycorhizes**1. La symbiose mycorhizienne**

Les associations symbiotiques entre les champignons et les racines des plantes sont nommés mycorhizes.

Environ 90% des plantes terrestres sont capables d'établir une symbiose pour échanger mutuellement des éléments nutritifs nécessaires à leur bon développement. Les champignons symbiotiques hétérotrophes fournissent des éléments minéraux à la plante tel que l'azote et en échange, la plante fournit des molécules carbonées issues de la photosynthèse (Duhoux et Nicole, 2004, Redon, 2009).

2. La définition du terme mycorhize

Les mycorhizes (du grec : *mukës*= Champignon, *rhiza*= racine) sont des organes mixtes formés par des racines et des champignons du sol (Duhoux et Nicole, 2004). Les mycorhizes sont très répandus dans la nature (Strullu, 1989). Il s'agit d'un type de symbiose qui associe les racines d'une plante à un mycélium (Durrieu, 1993).

3. Les différents types de mycorhizes

Sur des bases morphologiques et anatomiques, Peyronnel et al (1969) ont divisé les mycorhizes en trois groupes : les ectomycorhizes, les endomycorhizes et les ectendomycorhizes (Fig.1).

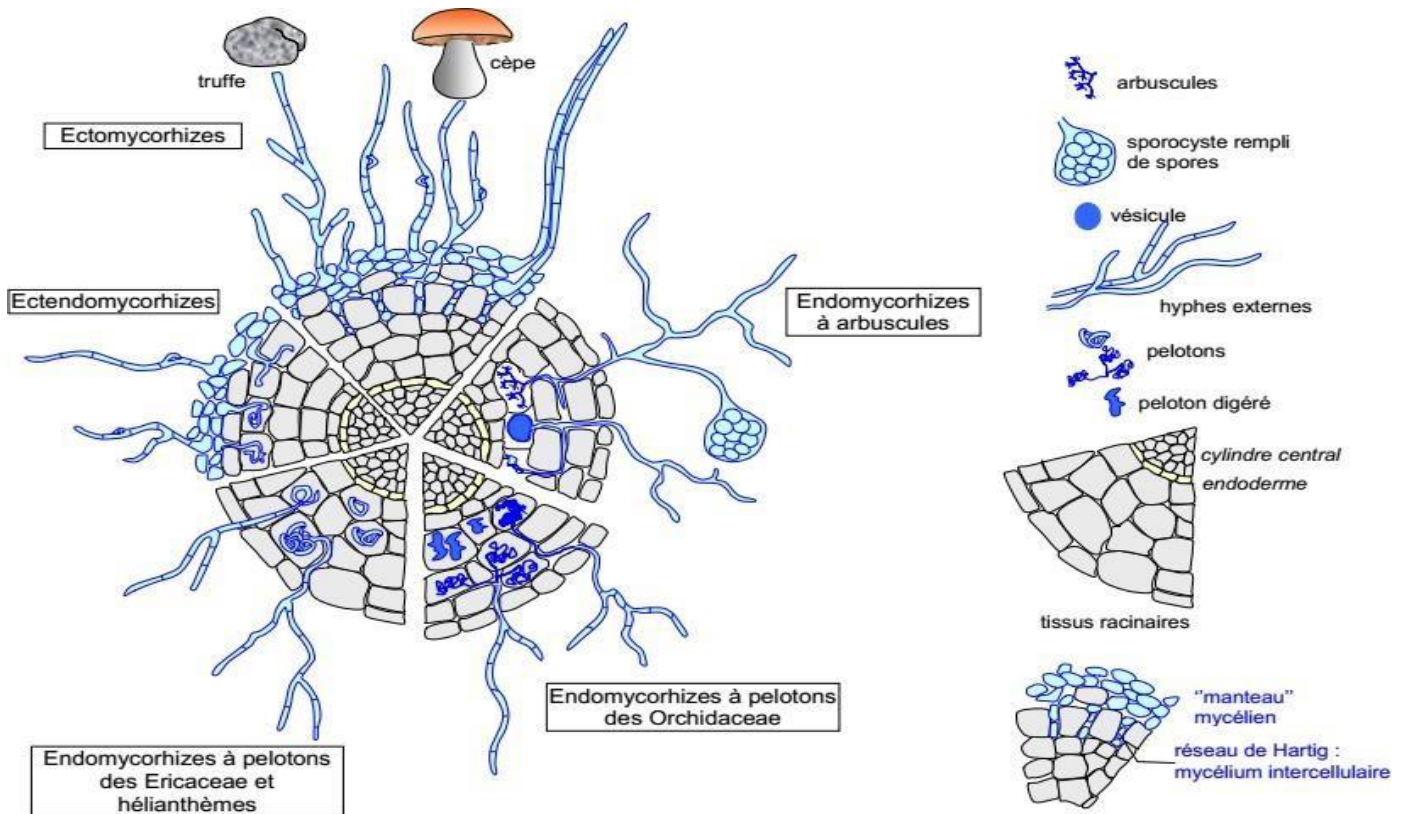


Figure 1: Les Principaux types mycorhiziens actuels représentés sur une coupe transversale d'une racine modifiée (Le Tacon, 1985).

3-1. Les endomycorhizes arbusculaires

Les endomycorhizes sont les premières symbioses mycorhiziennes des plantes. Elles sont celles qui ont permis aux végétaux de sortir de la vie marine vers la vie terrestre il y a environ 400 millions d'années. Il est difficile de distinguer les racines endomycorhizées car elles ne présentent pas des modifications externes. Contrairement aux ectomycorhizes, le champignon ne forme jamais de carpophore et les hyphes ne forment pas de manchon (Strullu, 1991).

Le nom des endomycorhizes arbusculaires provient des structures qu'ils forment dans les cellules racinaires des plantes : arbuscules qui sont des structures finement ramifiées qui se forment dans une cellule et servent de site d'échange métabolique majeur entre la plante et le champignon.

Les associations endomycorhiziennes sont extérieurement invisibles. Le champignon

pénètre largement dans les cellules corticales des tissus de la racine (Davet, 1996). Les hyphes extra racinaires augmentent le volume de sol (eau et minéraux) accessible à la plante alors que les hyphes intra racinaires se propagent dans les espaces intercellulaires, se gonflent en vésicules selon leur génotype et forment des arbuscules intracellulaires créant une importante zone interface entre les cellules des deux partenaires, sites privilégiés d'échanges nutritifs. (Dalpé, 2005).

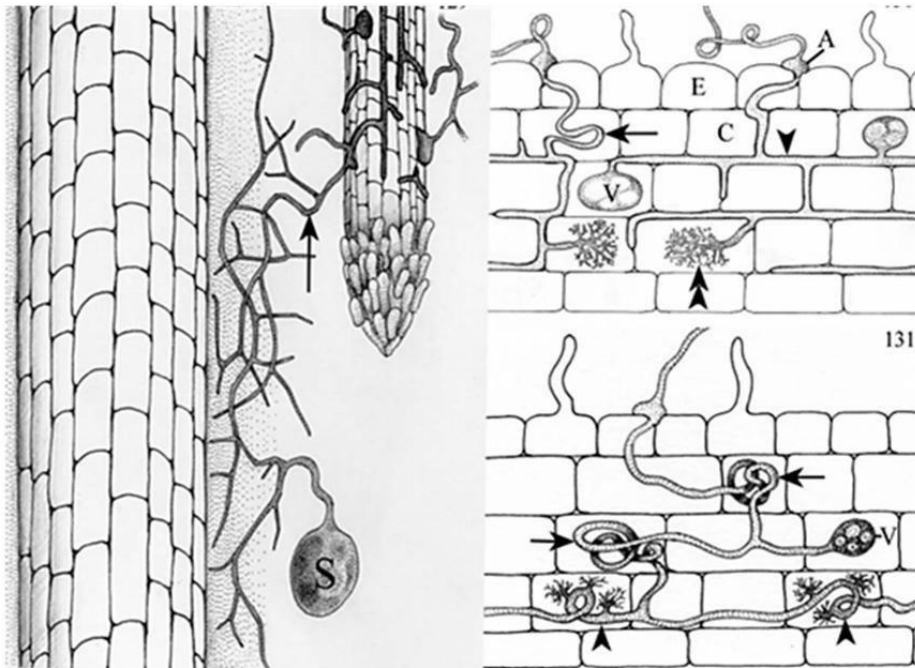


Figure 2 : Le diagramme représentatif de la colonisation de la racine par les champignons endomycorhiziens (S : sclérote, C : cellule, E : épiderme, V : vésicule, les peetons et les arbuscules) (Peterson et al. 2004)

3-2. Les ectomycorhizes

Les ectomycorhizes sont caractérisées par la formation d'un manteau et d'un réseau d'hyphes intercellulaires appelé réseau de Hartig dans les racines de la plupart des espèces ligneuse. Du manteau fongique partent des éléments, qui rayonnent dans le sol formant la phase extramatricielle du mycorhize. Celle-ci est composée d'hyphes qui peuvent s'agréger pour former des cordons ou des rhizomorphes. Cette phase extramatricielle varie selon les types morphologiques ectomycorhiziens. Cette phase est peut-être complètement absente chez certains types.

• Les EcMs peuvent former des quantités différentes d'hyphes, qui permettent de distinguer les types d'exploration (TE) (Agerer, 2001).

* Le type d'exploration *Contact* forme des manteaux lisses. Les ectomycorhizes adaptant le TE *Courte Distance* émanent des hyphes qui sont souvent très denses et se développent sur une distance considérable dans le sol (Agerer et Raidl, 2004). Le type exploratoire *Moyenne Distance* se caractérise par la formation des rhizomorphes qui se développent sur une distance considérable dans le sol, souvent jusqu'à plus de 30-50 mm (Agerer et Raidl, 2004). L'EcM adoptent un TE *Longue Distance* se caractérisant par des rhizomorphes formés d'hyphes très longs et hautement différenciés. Ces rhizomorphes atteignent une longueur de plusieurs décimètres (Agerer, 2006).

3-3. Les ectendomycorhizes

C'est une association qui présente des caractères d'endomycorhizes et d'ectomycorhizes. En effet, elle présente un manteau fongique généralement pas très épais autour de la racine, et un réseau de Hartig dont les hyphes pénètrent à l'intérieur des cellules corticales. La morphologie et la structure des ectendomycorhizes varient d'une espèce à une autre. Ainsi, le manteau fongique absent ou peu épais chez le genre *Pinus*, est d'épaisseur variable chez les *Pyrolacées*. Les champignons ectendomycorhiziens ne sont pas spécifiques ; ce sont des Basidiomycètes appartenant aux genres *Amanita*, *Boletus*, *Laccaria*, *Paxillus*, *scleroderma* etc. Ces champignons sont aussi liés à des arbres pour former des ectomycorhizes (Harley, 1987).

3-4. Les mycorhizes éricoïdes

Mycorhizes éricoïdes font partie de la division Ascomycète (Read, 1996). Certains appartiennent aussi au sous embranchement des Basidiomycota (Robertson, 2008).

Ces mycorhizes forment des symbioses qu'avec les plantes appartenant aux quatre sous-familles de la famille des *Ericaceae* suivantes : les *Ericoideae*, les *Cassiopoideae*, les *Vaccinioideae* et les *Styphelioideae* (Singh et Mukerji 2002 ; Cairney et Meharg 2003, Peterson et al. 2004 ; Smith et Read 2008).

3-5. Les mycorhizes orchidoïdes

Toutes les orchidées forment obligatoirement des associations avec des champignons dans les premiers stades de leur développement. La plupart des champignons impliqués appartiennent au genre *Rhizoctonia*. (Smith et Read, 1997).

3-6. Les mycorhizes arbutoïdes

Les champignons associés aux mycorhizes arbutoïdes sont des Basidiomycètes. Les plantes qui leur sont associées appartiennent aux Arbutoïdées et Pyrolacées. Ses hyphes pénètrent les cellules formant des pelotons (Smith et Read, 1997).

3-7. Les mycorhizes monotropoïdes

Les mycorhizes monotropoïdes possèdent des hyphes qui forment un réseau de Hartig dont certains pénètrent les cellules. Cette symbiose n'est formée que par un nombre limité de Basidiomycota. Elle est uniquement présente chez les espèces de plantes du genre *Monotropa* qui non- chlorophyllien et dépend donc totalement du champignon pour répondre à leurs besoins en carbone (Smith et Read 2008 ; Fortin *et al.*, 2015).

3-8. Les pseudomycorhizes

Les pseudomycorhizes concernent beaucoup plus les plantes herbacées et ligneuses des zones tempérées que les plantes des régions tropicales. Ce sont pratiquement les seules symbioses racinaires que l'on rencontre dans les climats froids extrêmes. (Garbaye, 2013).

4. Le rôle des mycorhizes

- La première fonction attribuée aux mycorhizes est l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs, notamment l'absorption des éléments pour la croissance des plantes. (Bolan, 1991 ; Smith et Read, 1997).

- La présence de certains champignons mycorhiziens au niveau des racines permet aux plants de tolérer des températures extrêmes (Marx et Brayon, 1975).

- L'association symbiotique entre arbres et champignons mycorhizien est une règle qui contribue à l'établissement et à la pérennité de l'écosystème forestier de même qu'à sa productivité (Read, 1991).

- Les champignons mycorhiziens ont la capacité de solubiliser inorganique à partir de formes insolubles du sol. (Garbaye, 1988 in Harchaoui, 2003).

- La symbiose mycorhizienne permet une amélioration de la nutrition hydrique et azotée, et une augmentation de la résistance aux pathogènes (Garbaye, 1988 in Harchaoui, 2003).

- Les champignons mycorhiziens peuvent avoir d'autres effets bénéfiques moins connus que ceux qui interviennent directement dans la nutrition des plantes, comme l'augmentation de l'assimilation du CO₂ (Guehl & Garbaye, 1990).

CHAPITRE II :
Généralités sur le
Juniperus communis

II. Généralités sur le *Juniperus communis*

1. L'étymologie

Le *Juniperus communis* provient des mêmes racines latines, *Juniperus* qui signifie "âpre" ; allusion à la saveur des fruits, et *communis* qui signifie "commun".

2. La systématique

Le genévrier est une espèce forestière qui appartient à la famille des Cupressacées (Seigue, 1985). Il comprend approximativement 60 espèces réparties dans l'hémisphère Nord (Rezzi et al, 1999).

En Algérie, le genre *Juniperus* est représenté par deux sections et cinq espèces ; Section *Oxycedrus* (*J. communis* L et *J. oxycedrus* L.), et la section *Sabina* (*J. thurifera* L et *J. sabina* L.) (Quézel et Santa, 1962 ; Maire, 1967) (Tableau 1).

Tableau 1: La classification botanique du *Juniperus communis* (Small et Dentsch, 2001)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Gymnospermes
Classe	Coniferopsida
Famille	Cupressaceae
Genre	<i>Juniperus</i>
Espèce	<i>Juniperus communis</i>

3. La répartition géographique de *J. communis*

3-1. Dans le monde

Le *J. communis* se retrouve au niveau de l'Europe, en Asie occidentale jusqu'à l'Himalaya et en Amérique (Maire, 1953), comme on le retrouve aussi en Afrique du nord tel que le Maroc et la Tunisie (Fig. 3) (Maatooq *et al.*, 1998 ; Mazur *et al.*, 2003).

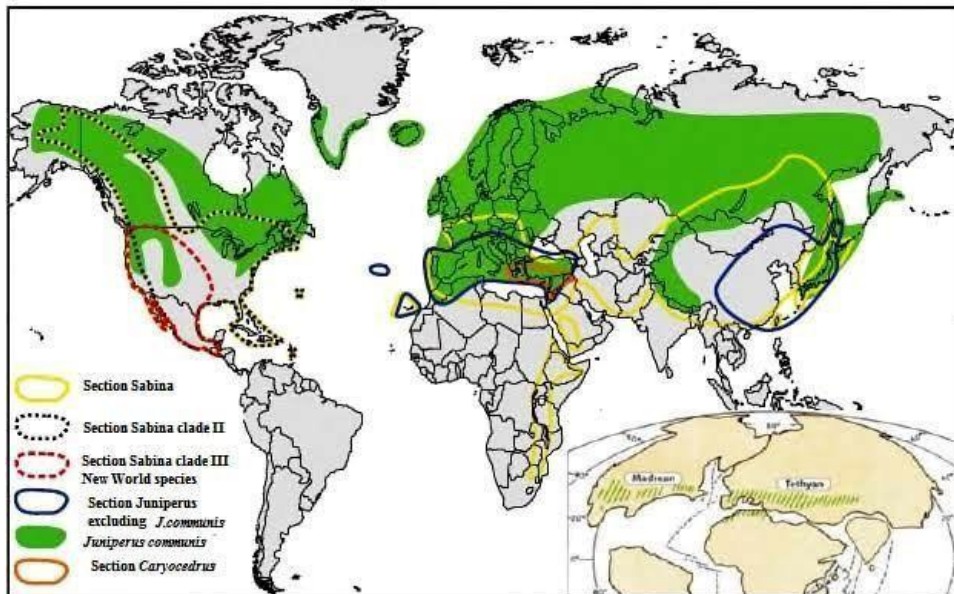


Figure 3: Carte représentant l'aire de répartition du *Juniperus communis* dans le monde (Mao *et al.*, 2010 in Bouadam-Farhi, 2013)

3-2. En Algérie

Le Genévrier commun est une essence abondante sur les crêtes du Djurdjura et plus rare sur l'Aurès et les Babors, (Quezel et Gast, 2011). Cette espèce fait partie du cortège floristique du *Cedrus atlantica* (Quezel et Barbero, 1989).

3-3. La description de *J. communis*

3-3-1. L'Appareil végétatif de *J. communis*

Le *J. communis* est une espèce dioïque qui possède des feuilles de couleur verte en forme d'aiguille, rigides et très piquantes (Quezel et Medail, 2003 ; Gaston et Douin, 1993), la face supérieure de ses feuilles contient une couche de stomates qui secrètent une fine résine blanche, qui couvre toute la surface et cache la nervure (Fig. 4) (Gaussen, 1968 in Kaddour et Irari, 2018).



Figure 4: Les feuilles du Genévrier Commun. (Zeggane, 2022)

3-3-2. La floraison du *J.communis*

Le *J.communis* est une essence dont la floraison s'étale du mois d'avril au mois de mai. La dissémination des graines se fait par les oiseaux et certains mammifères qui digèrent la partie charnue de la graine et libèrent la semence (Seigue, 1985 in Fergane, Nourine et Lamri, 2015).

3-3-3. Le fruit du genévrier

Le fruit de *J.communis* est sous forme d'une pseudo-baie de forme sphérique ou ovoïde, de 5 à 6mm de diamètre Il est d'une couleur glauque la première année puis vire vers le noir bleuâtre à maturité (Fig.5) (Callen, 1976).



Figure 5: Les galbules de *Juniperus communis* (Mazza, 2020)

4. Les exigences climatiques du genévrier

Le genévrier se localise sur les massifs montagneux au-dessus de 1500-1600m d'altitude (Quezel et Gast, 1998 ; Guaquelin, 2006), il peut atteindre dans certains cas 2500 m d'altitude et plus (Rauw, 1994). En Algérie, il occupe l'étage bioclimatique humide et sub-humide dans les Aurès (1800 m) et l'étage per-humide dans les hautes altitudes au Djurdjura (1500 à 2225 m) (Seigue, 1985 ; Abdessamed, 1989) où il pénètre assez largement dans les cédraies claires, entre 1 500 et 2 200 m environ (Quézel et Barbero 1989).

5. Les conditions édaphiques

Juniperus communis se trouve dans les pelouses et rocailles des hautes montagnes (Quézel et Santa, 1962) sur substrats calcaires et siliceux, parfois sur des roches granitiques, en particulier sur des pentes plus sèches (Bussmann et *al.* 2020).

6. Le rôle écologique du Genévrier commun

D'après Quezel et Barbero (1989), le genévrier joue un rôle important dans la reconstitution de la cédraie, puisque les touffes que forme cette espèce constituent de véritables abris pour les espèces sciaphiles et facilite l'installation d'autres essences à l'abri du bétail.

Selon (Negre1950), ce dernier joue un rôle très important dans la dynamique de la végétation. Il fixe les blocs par le réseau de ses branchages, et constitue un sol en facilitant l'accumulation de poussières et de nombreux débris végétaux.

7. L'Utilisations du genévrier

Selon (Bonnier et Douin, 1993), le genévrier commun, est utilisé dans plusieurs domaines à savoir :

- Le *J.communis* est connu par son bois compact et durable, qui sert à fabriquer les piliers, les manches, et il est utilisé aussi pour le chauffage ;
- Des brises vents ;
- Son huile essentielle est utilisée dans certains produits cosmétiques car elle est très efficace contre la cellulite ;
- Le *J.communis* est connu aussi par ses vertus médicinales car c'est un remède très efficace pour le système digestif. (Iseran, 2001).

CHAPITRE III :
Matériel et Méthodes

III. Matériel et méthodes

1. La présentation de la région d'étude

Le Parc National du Djurdjura est une aire protégée, inscrite comme réserve de la biosphère par l'UNESCO. Il se situe au nord-centre de l'Algérie, dans la région de la grande Kabylie. Il est situé à 140 km au Sud- Est d'Alger et à 50 km de la mer méditerranée. Il est limitrophe de la wilaya de Bouira par le Nord et de la wilaya de Tizi-Ouzou par le sud.



Figure 6: La géolocalisation des trois stations d'étude (Google Earth, 2023)

2. La présentation des stations d'étude

1-1. La station d'Aswel clôturé

C'est une station située sur le versant nord du parc national du Djurdjura à 1800 m d'altitude (Fig.6, Tableau 2).

Tableau 2: Les caractéristiques de la station d’Aswel clôturé

Coordonnées GPS	Altitude (m)	Pente (%)	Température du sol C°	Situation bioclimatique	Exposition	Nature du sol
36°28’10,38 6’’N 04°10’42,89 5’’E	1800	65	18 ,9	Per humide	Nord	Sol calcaire

1-2. La station de Tighzert

Tighzert est une station située dans le parc du Djurdjura culminant à une altitude de 1460 m. (Fig.6, Tableau 3).

Tableau 3:Les caractéristiques de la station de Tighzert

Coordonnées GPS	Altitude (m)	Pente (%)	Température C°	Situation bioclimatique	Exposition	Nature du sol
/	1460	60	16	Per humide	Nord-ouest	sol calcaire

1-3. La station de Tigounatine

La station de Tigounatine est située dans la forêt de Tikjda, sur le versant sud du massif forestier, à une altitude de 1600 mètres exposition nord-ouest, (Fig.6, Tableau 4).

Tableau 4 : La localisation de la station de Tigounatine

Coordonnées GPS	Altitude (m)	Pente (%)	Température C°	Situation bioclimatique	Exposition	Nature du sol
36°27’24,03 4’’N 04°06’37,43 7’’E	1600	60	18 ,6	Per humide	Nord-ouest	Sol calcaire

3. L'échantillonnage

Un échantillonnage aléatoire ciblé, est effectué en été 2022, et a permis de réaliser des prélèvements autour de treize arbres au niveau des trois stations (Aswel clôturé, Tighzert et Tigounatine). Autour de chaque arbre, quatre prélèvements de sol et de racines sont effectués sous le houppier de l'arbre à une profondeur de 20 à 30 centimètres. Les mottes de terre contenant les racines sont mises dans des sachets en plastique étiquetés puis conservés au réfrigérateur à une température de 4°C pendant quelques jours avant de les conserver dans du FPA.

3-1. Mesure de la partie aérienne des arbres

La mesure de la partie aérienne des arbres des trois stations d'étude a été réalisée à l'aide d'un mètre ruban en mesurant les paramètres suivants : longueur, largeur, hauteur.

Nous avons opté pour cette méthode de mesure car le *J. communis* est une espèce acaule qui n'a pas de tronc pour utiliser la tarière de Presseler.

3-2. Mesure de la température du sol

La température du sol lors des prélèvements est enregistrée sous le houppier de chaque arbre à 10 cm de profondeur à l'aide d'un thermomètre de terrain.

3-3. Le pH du sol

10 g de terre est mis dans un bêcher, et est mélangé à 25ml d'eau distillée. Le tout est agité pendant 10 min puis le mélange est laissé au repos pendant 2 heures avant d'être mesuré par le pH-mètre de marque PHS-W (Fig.8).



Figure 7: Les étapes de mesure du pH du sol (Guessoum, 2023)

4. La description des ectomycorhizes

Les racines sont lavées et observées au frais sous une loupe binoculaire aux différents grossissements (Gx20) et (GX40) puis conservées dans le FPA. Nous avons entrepris la description de la richesse morphotypique (nombre de morphotypes observés par arbre et par station) en se basant sur les critères suivants : la forme, la distribution, la couleur, et la stratégie d'exploration (Annexes 2, 3 et 4).

La détermination de la stratégie d'exploration des différents morphotypes est effectuée en se basant sur la phase extramatricielle.

Selon Agerer (2006) Les différents types de stratégies d'exploration sont :

-Type exploratoire **C** : ce type exploratoire forme un manteau lisse.

-Type exploratoire **CD** : ce type contient des hyphes qui sont souvent très denses et se développent sur une distance considérable dans le sol.

-Type exploratoire **MLD** : ce type exploratoire se caractérise par des rhizomorphes formés d'hyphes très longs et hautement différenciés. Ces rhizomorphes atteignent une longueur de plusieurs décimètres

Après la détermination de la richesse morphotypique, les morphotypes communs des différentes stations d'étude sont soumis à des coupes anatomiques à main levée, afin de décrire la texture du manteau et l'étendue du réseau de Hartig sous le microscope optique (Annexe 1).

5. L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne

Le comptage est réalisé à la loupe optique et selon la méthode de la Gridline intersect décrite par Giovannetti et Mosse (1980). Une longueur de 20 à 30 cm de racine est répartie au hasard dans une boîte de pétri quadrillée. Le comptage a été réalisé 3 fois pour chaque arbre des différentes stations. La moyenne ainsi obtenue exprime le pourcentage d'ectomycorhization par longueur racinaire (Fig.9).

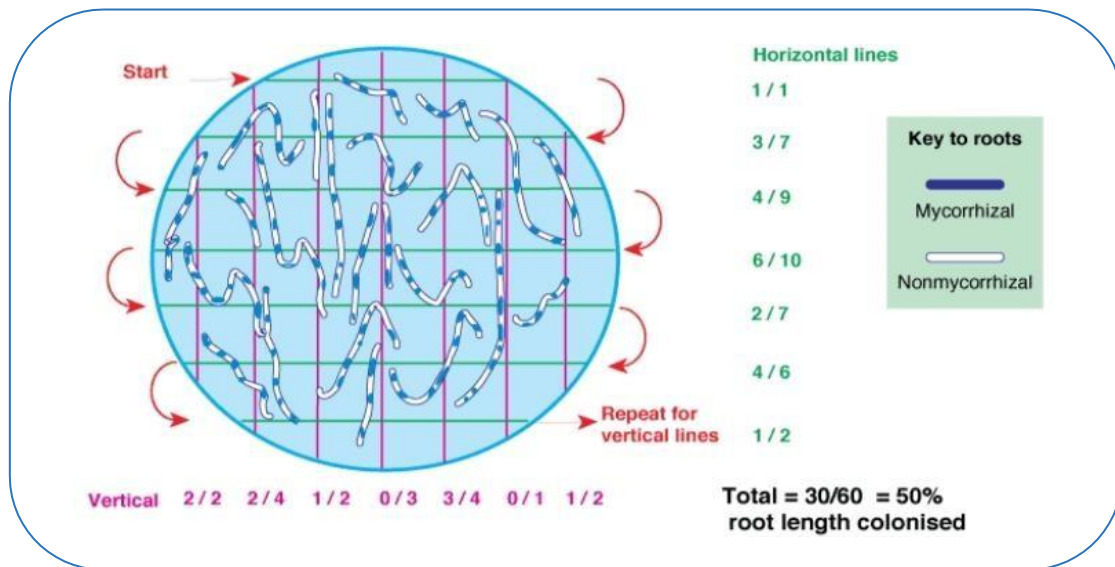


Figure 8: Photo illustrant la méthode de la gridline intersect



Figure 9 : photo représentant des fragments de racines sur une boîte de Pétri quadrillée

6. Les endomycorhizes

6-1. La coloration des racines

- La coloration des racines est réalisée selon la technique décrite par Phillips et Hayman(1970).

- Les racines sont colorées au bleu de trypan suivi d'un rinçage avec de l'eau distillée.

- Les fragments de racines traitées sont montés et écrasés entre lame et lamelle dans une goutte de lactoglycérol.

- Les lames et lamelle sont scellées par un vernis sur le pourtour des lamelles pour une bonne conservation des échantillons.

6-2. L'observation des endomycorhizes

- L'examen au microscope optique des racines a été réalisé aux différents grossissements (GX100) et (GX400) pour pouvoir observer les différentes structures des endomycorhizes qui sont : les arbuscules, les peletons enroulés à l'intérieure des cellules, les hyphes intracellulaire et intercellulaire, les vésicules de forme rondes ou ovale et les spores.

6-3. L'estimation de l'endomycorhization

La méthode utilisée pour l'estimation endomycorhizienne est celle de Trouvelot *et al.* (1986), cette dernière consiste à évaluer la colonisation par les champignons mycorhiziens de chaque fragment et le calcul de la fréquence et de l'intensité de mycorhization.

Ce dernier a défini des facteurs d'infection selon un barème de classe, il estime le degré de la colonisation mycorhizienne de chaque fragment selon six classe noté de 0 à 5 (Fig.11) et la richesse arbusculaire par 4 classes notées A0 , A1, A2 ,et A3 (Fig.12).

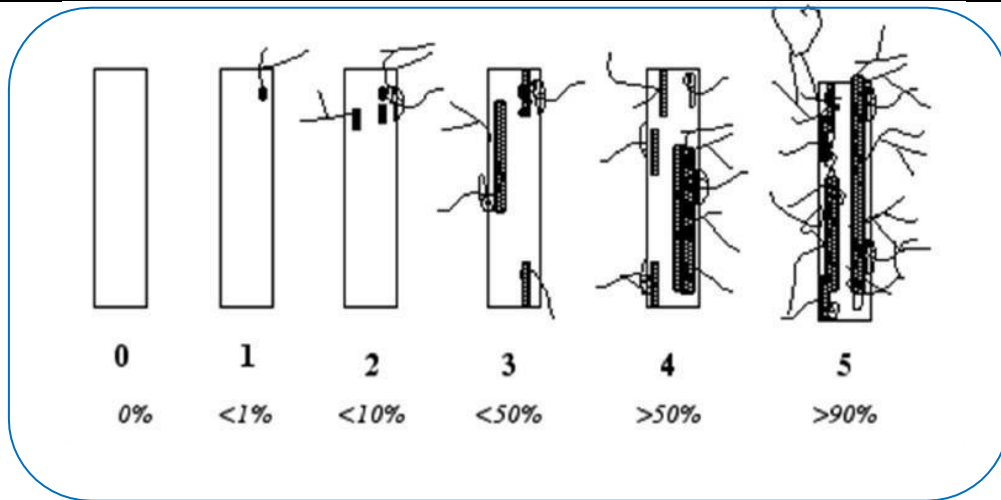


Figure 10: La notation du degré de mycorrhization des fragments racinaires. L'échelle s'étend de 0 (pas de mycorrhization) jusqu'à 5. (Trouvelot *et al.*, 1986)

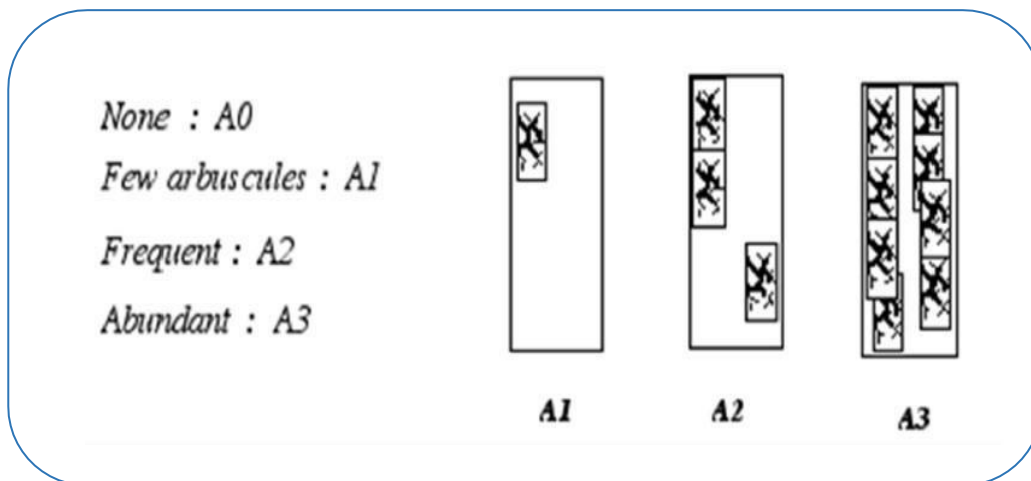


Figure 11: La notation de l'abondance des arbuscules dans les fragments racinaires d'après Trouvelot *et al.*, (1986)

- **Le calcul des différents facteurs d'endomycorhization**

- **F%** : fréquence de la colonisation mycorhizienne (% du nombre de fragment racinaire mycorhizés). Elle reflète l'importance des points de pénétration de la colonisation du système racinaire.

N : nombre de fragment observé.

no : nombre de fragment sans trace de mycorrhization.

$$F (\%) = \frac{N - n_0}{N} \times 100$$

- **M (%)** : Intensité de la colonisation racinaire (proportion du cortex colonisé par estimée par rapport au système racinaire entier et exprimé en %), elle reflète l'importance de la colonisation du système racinaire. Une annotation selon un barème de classe ainsi le degré de la colonisation mycorhizienne de chaque fragment au moyen de six classes notées de 0 à 5.

N : nombre de fragment observé

n5 : nombre de fragments mycorhizes notés 5.

$$M (\%) = \frac{(95n_5 + 70n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1)}{N}$$

- **M (%)** : Intensité de la colonisation développée dans la partie mycorhisée du système racinaire (proportion du cortex colonisé dans la partie mycorhisée du système racinaire exprimé en %).

$$M (\%) = \frac{(95n_5 + 70n_4 + 30n_3 + 5n_2 + n_1)}{(N - n_0)}$$

MA3, mA2 et mA1 : Sont des pourcentages de mycorhization de qualité arbusculaire.

$$a (\%) = \frac{(100mA_3 + 50mA_2 + 10mA_1)}{100}$$

- **A (%)** = Teneur arbusculaire de la colonisation ramenée au système racinaire entier (proportion du Système racinaire renfermant des arbuscules, exprimée en %).

$$A (\%) = a \times \frac{M}{100}$$

- Les formules de vésicules :
- **mV3, mV2 et mV1** : Sont des pourcentages de mycorhization de qualité vésiculaire.

$$v(\%) = \frac{(100mV3 + 50mV2 + 10mV1)}{100}$$

- **V (%)** = Teneur vésiculaire de la colonisation ramenée au système racinaire entier (proportion du système racinaire renfermant des vésicules, exprimée en %).

$$V(\%) = \frac{v \times M}{100}$$

6-4. Les traitements statistiques :

Les données obtenues sont soumis à des statistiques descriptives et à une analyse de la variance ANOVA.

CHAPITRE IV :
Résultats et Discussion

IV. Résultats et discussion

1. Les caractéristiques édaphiques des stations d'étude

Les différents paramètres édaphiques des trois stations sont consignés dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Les paramètres édaphiques des trois stations d'étude de *Juniperus communis*

	Aswel clôturé	Tighzert	Tigounatine
Température du sol (°C)	18.09	16	18.06
pH du sol	7.63	7.24	7.02

Les températures du sol enregistrées diffèrent légèrement entre les stations. En effet, la température enregistrée dans la station d'Aswel clôturé est de 18.09°C, suivi de la station de Tigounatine avec 18.06°C, puis la température la plus faible est notée au niveau de la station de Tighzert avec une valeur de 16°C.

Le pH du sol enregistré au niveau de la station d'Aswel clôturé est légèrement alcalin d'une valeur de 7.63. Par contre, le potentiel hydrogène enregistré au niveau des stations de Tighzert et de Tigounatine est neutre avec les valeurs respectives de 7.24 et 7.02.

2. L'étude morphologique des ectomycorhizes de *J.communis*

Le tableau suivant permet de décrire le nombre de morphotypes spécifiques et communs de chaque station.

Tableau 6: La richesse morphotypique des ectomycorhizes de *Juniperus communis* dans les trois stations d'étude.

Stations	EcMs	EcMs	EcMs	EcMs			Total
	« C »	« CD »	« MLD »	communes			
Aswel clôturé	02	03	01	1	3	1	08
Tighzert	02	04	02				12
Tigounatine	01	02	13		20		

L'observation des racines du Genévrier commun des trois stations révèle la présence de Trente-cinq morphotypes avec une richesse morphotypique spécifique de : Six (06) morphotypes au niveau d'Aswel clôturé, huit (08) morphotypes au niveau de Tighzert et enfin seize (16) morphotypes au niveau de Tigounatine. Elle a également révélé un seul (01) morphotype commun aux trois populations, (03) morphotypes communs entre Tighzert et Tigounatine et morphotype commun entre Aswel clôturé et Tighzert.

2-1. Les ectomycorhizes communes aux trois stations d'étude

• **Morphotype 16 :** La mycorhize est de couleur marron, simple et droite. La phase extramatricielle est absente, et la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact(C)*

La coupe anatomique de l'EcM 16 montre un manteau fongique fin et un réseau de Hartig de type G qui pénètre entre les cellules jusqu'au cylindre central (Fig.13).

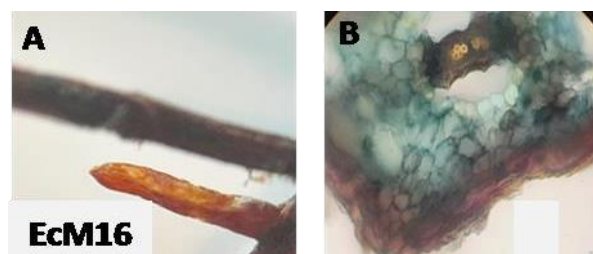


Figure 12 :L'EcM commune de *J. communis* aux trois stations d'étude

A :Ecm 16 de type contact vue à la loupe binoculaire au Gx40,

B : coupe anatomique de l'EcM16 observée au microscope optique au Gx400.

2-2. Les ectomycorhizes communes aux deux stations Tighzert et Tigounatine

• **Morphotype 27** : La mycorhize est de couleur noire, courbée et la phase extramatricielle est en feutrage. La stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD). La coupe transversale de l'Ecm 27 montre un manteau fongique assez épais et un réseau de Hartig qui s'étend jusqu'au cylindre central (Fig.14).

Morphotype 20 : La mycorhize est de couleur noire, simple et bombée c'est un *Cenococcum geophilum*. la phase extramatricielle présente des hyphes noirs, la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD). La coupe transversale de l'Ecm 20 montre un manteau fongique peu épais et un réseau de Hartig de type E s'étendant jusqu'au cylindre central (Fig.14).

Morphotype 21 : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatricielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD). La coupe transversale de l'Ecm 21 montre un manteau fongique plectenchymateux peu épais et un réseau de Hartig qui s'étend sur deux couches de cellules (Fig.14).

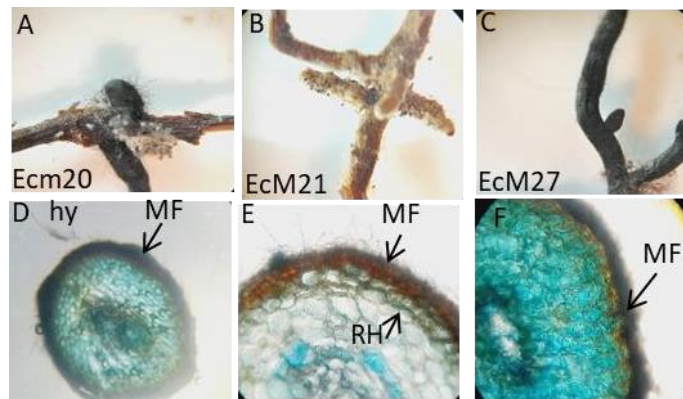


Figure 13: Les Ecm 27, 20, 21 communes entre Tighzert et Tigounatine observées à la loupe binoculaire Gx40.

2-3. Ectomycorhize commune aux deux stations Tighzert et Aswel clôturé

• **Morphotype 32** : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatrielle est absente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact* (C). La coupe anatomique montre un manteau fongique et un réseau de Hartig qui pénètre entre les cellules corticales jusqu'au cylindre central (Fig.15).

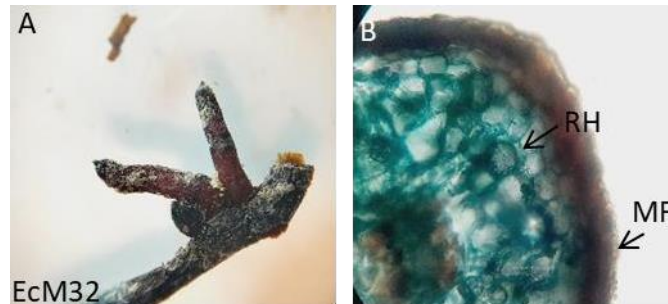


Figure 14 : L'Ecm 32 du *J. communis* de type contact vue à la loupe binoculaire au Gx40

B : coupe transversale de l'Ecm 32 au microscope Gx400.

2-4. Les ectomycorhizes spécifiques de la station d'Aswel clôturé

***Morphotype 13** : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatrielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD).

***Morphotype 15** : La mycorhize est marron, simple et sinueuse. La phase extramatrielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.16).

* **Morphotype 17** : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatrielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.16).

***Morphotype 26** : La mycorhize est de couleur marron, simple à apex plus large que la base. La phase extramatrielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.16).

***Morphotype 33** : La mycorhize est de couleur marron, simple et droite. La phase extramatricielle est absente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact*(C) (Fig.16).

* **Morphotype 34** :La mycorhize est de couleur marron, simple et droite. La phase extramatricielle est absente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact* (C) (Fig.16).

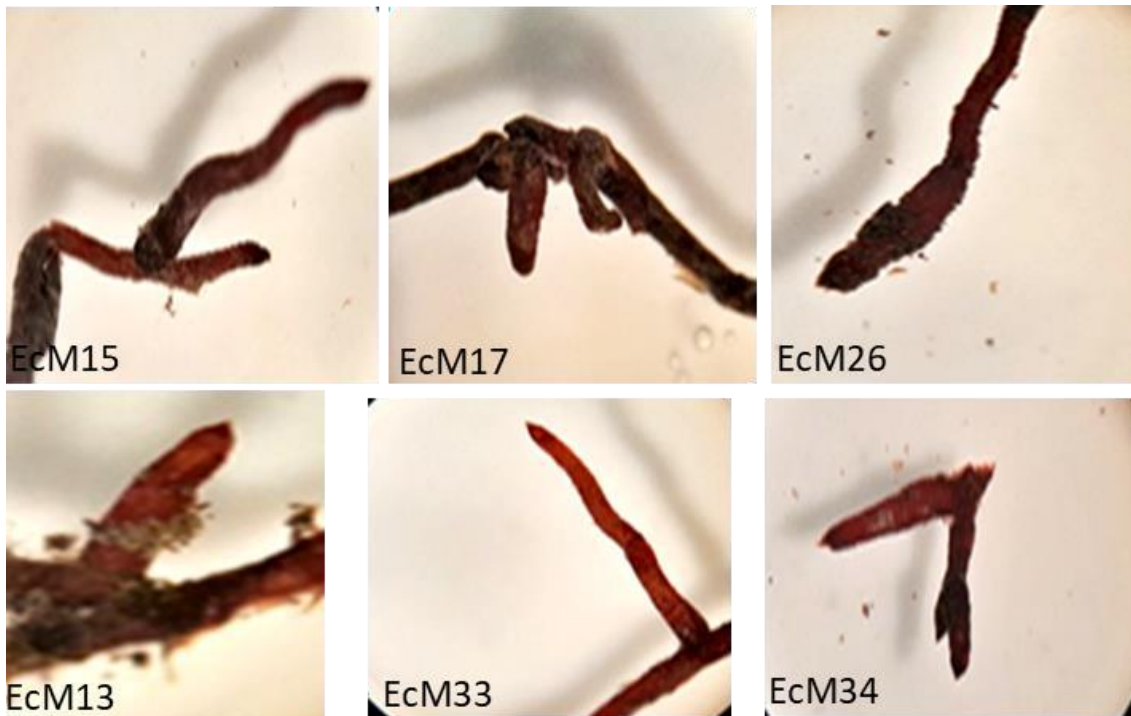


Figure 15:Les morphotypes de *J. communis* spécifiques de la station d'Aswel clôturé observés à la loupe binoculaire Gx40.

2-5. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Tighzert :

• **Morphotype 18** : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatricielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.17).

• **Morphotype 19** : La mycorhize est de couleur marron, ramifiée avec un apex plus large que la base. La phase extramatricielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.17).

• **Morphotype 22** : La mycorhize est de couleur marron, simple et droite. La phase extramatricielle est cotonneuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.17).

• **Morphotype 28** : La mycorhize est de couleur marron, simple et bombée. La phase extramatrielle est absente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact* (C) (Fig.17).

• **Morphotype 23** : La mycorhize est de couleur marron, simple à apex plus large que la base. La phase extramatrielle est granuleuse et la stratégie d'exploration est de type *Moyenne et Longue Distance*(MLD) (Fig.17).

• **Morphotype 29** : La mycorhize est de couleur marron, simple et bombée. La phase extramatrielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance*(CD) (Fig.17).

• **Morphotype 30** : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatrielle est absente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact* (C) (Fig.17).

• **Morphotype 31** : La mycorhize est de couleur grise, simple et courbée. la phase extramatrielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.17).

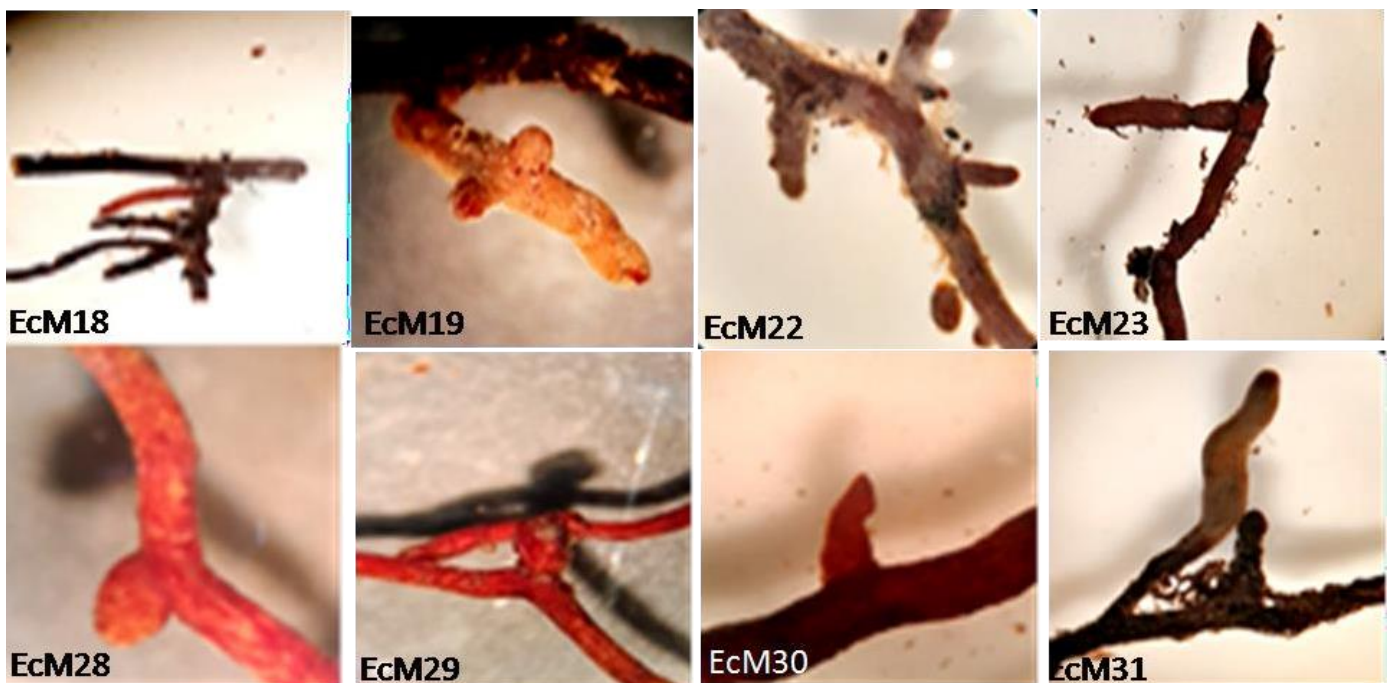


Figure 16: Les morphotypes de *J. communis* spécifiques de Tighzert observés à la loupe binoculaire au Gx20 et Gx40.

2-6. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Tigounatine

• **Morphotype 1** : La mycorhize est de couleur grise, ramifiée et droite. La phase extramatricielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 2** : La mycorhize est de couleur grise, simple et sinueuse. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 3** : La mycorhize est de couleur marron, simple à apex plus large que la base. La phase extramatricielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 4** : La mycorhize est de couleur marron et ramifiée. la phase extramatricielle est laineuse et la stratégie d'exploration est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 5** : La mycorhize est de couleur marron, simple et droite la phase extramatricielle est laineuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 6** : La mycorhize est de couleur marron, simple et sinueuse. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 7** : La mycorhize est de couleur noire, simple et courbée. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 8** : La mycorhize est de couleur noire, simple et droite. La phase extramatricielle est en feutrage la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 9** : La mycorhize est de couleur noire, simple à apex plus large que la base. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 10** : La mycorhize est de couleur noire, simple et courbée. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 11** : La mycorhize est de couleur marron, simple et noduleuse. La phase extramatricielle est granuleuse et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance* (MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 12**: La mycorhize est de couleur marron, simple à apex plus large que la

base. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance*(MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 14:** La mycorhize est de couleur marron, simple etcourbée. La phase extramatricielle est en feutrage et la stratégie d'exploration du sol est de type *Moyenne et Longue Distance*(MLD) (Fig.18).

• **Morphotype 24 :** La mycorhize est de couleur noire, simple et courbée. La phase extramatricielle est absente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance* (CD) (Fig.18).

• **Morphotype 25 :** La mycorhize est de couleur marron et noduleuse. La phase extramatricielle est présente et la stratégie d'exploration du sol est de type *Courte Distance*(CD) (Fig.18).

• **Morphotype 35 :** La mycorhize de couleur marron simple, droite la phase extramatricielle est absente, la stratégie d'exploration du sol est de type *Contact* (C) (Fig.18).

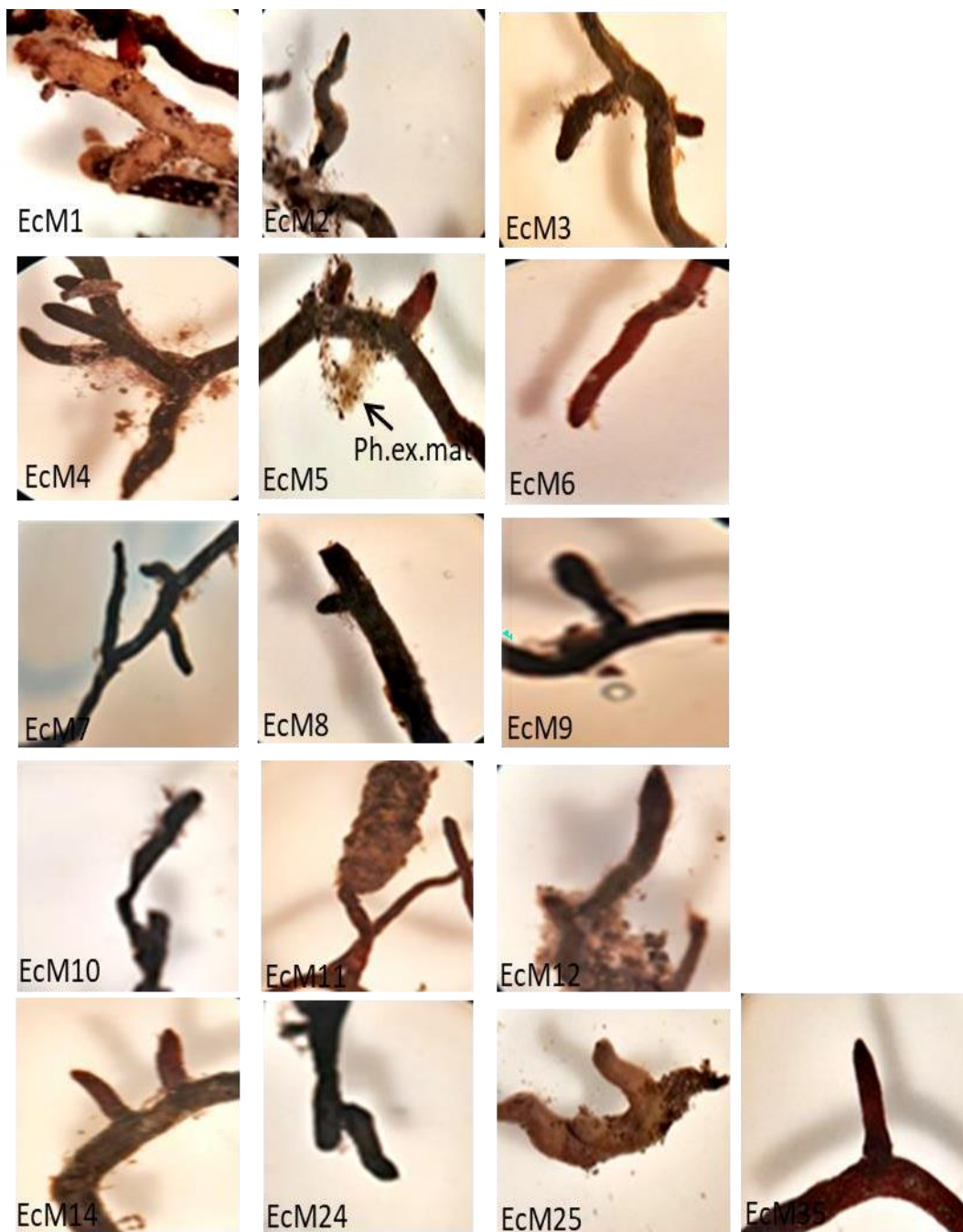


Figure 17: les morphotypes de *J.communis* spécifiques de Tigounatine observés à la loupe binoculaire Gx40.

3. L'estimation de l'âge des arbres en mesurant leurs parties aériennes

Tableau 7: L'estimation de l'âge des arbres en mesurant leurs parties aériennes.

N° d'arbre et station	Longueur	Largeur	Hauteur	Estimation de l'âge
A 1	Indéterminé	Indéterminé	/	Agé
A 2	Indéterminé	Indéterminé	/	Agé
A 3	3 M	2 M	/	Jeune
A 4	Indéterminé	Indéterminé	/	Agé
Tigh 1	11.65 M	9.70 M	60 Cm	Agé
Tigh 2	14.41 M	12.39 M	86 Cm	Agé
Tigh 3	2.39 M	1.75M	1.67 Cm	Jeune
Tigh 4	5.90 M	6.86M	54Cm	Jeune
Tigou 1	13 M	8.50 M	83Cm	Agé
Tigou 2	8.50 M	7.80 M	77 Cm	Jeune
Tigou 3	29 M	24.64 M	79 Cm	Agé
Tigou 4	Indéterminé	Indéterminé	68 Cm	Agé
Tigou 5	3.20 M	2.33 M	55 Cm	Jeune

4. Estimation de la colonisation ectomycorhizienne par station

4-1. La colonisation ectomycorhizienne de la station d'Aswel clôturé

Tableau 8:

Le taux de mycorhization par arbre de la station d'Aswel clôturé

	M%
Arbre1A	23,78
Arbre2A	23,79
Arbre3J	41,10
Arbre4A	24,01

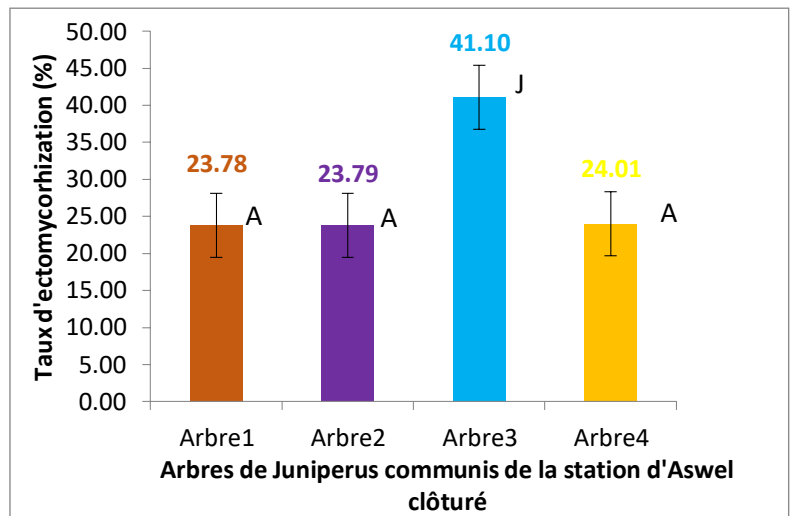


Figure 18: Le taux d'ectomycorhization par arbre de la station d'Aswel clôturé.

(A : arbre âgé, J : arbre jeune).

• Le Tableau 8 et la Figure 19 montrent que le taux d'ectomycorhization de l'arbre jeune (3) est plus élevé que les autres sujets qui sont âgés.

• La colonisation ectomycorhizienne par stratégie d'exploration de la station d'Aswel clôturé

Tableau 9: Taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration de la station d'Aswel clôturé

	C%	CD%	MLD%
Aswel	14,51	10,77	3,33

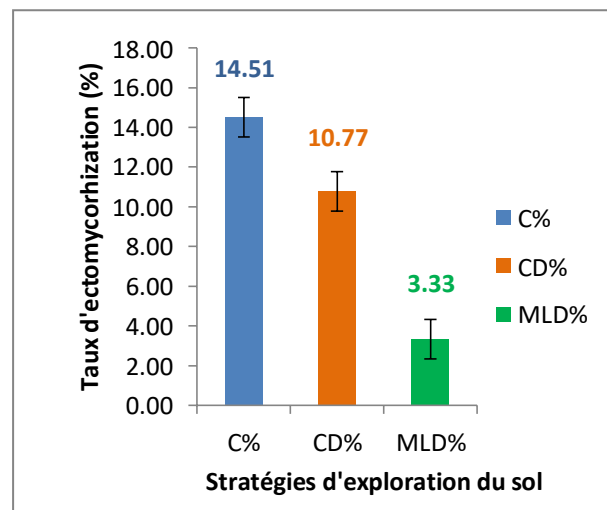


Figure 19: Le taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration du sol d'Aswel clôturé.

• Le résultat obtenu du taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration de la station d'Aswel clôturé révèle un pourcentage de TE Contact (14,51%) proche de celui de *Courte Distance* (10,77%). Tandis que le pourcentage le plus faible concerne le type exploratoire *Moyenne et Longue Distance* (3,33%) (Tableau 9 et Fig.19).

4-2. La colonisation ectmycorhizienne de la station Tighzert

Tableau 10: Le taux de mycorhization par arbre de la station de Tighzert.

	M%
Arbre1A	19,81
Arbre2A	24,32
Arbre3J	19,08
Arbre4J	20,35

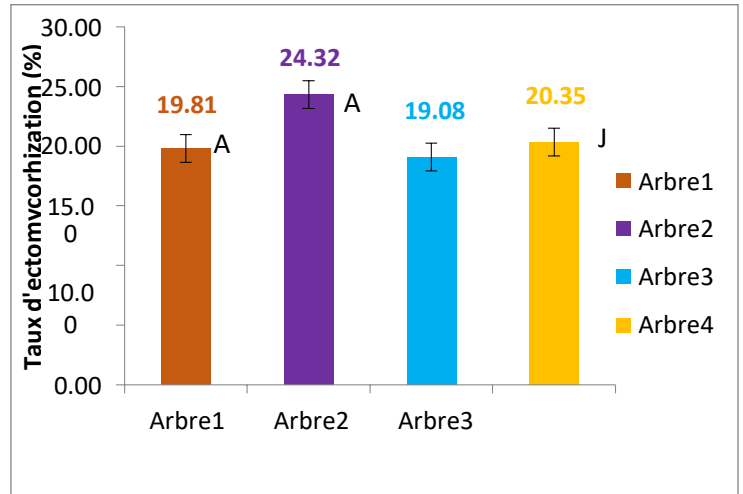


Figure 20: Le taux d'ectmycorhization par arbre de la station de Tighzert

(A : arbre âgé, J : arbre jeune).

• la Figure 21 montre que quel que soit l'âge des arbres le taux d'ectomycorhization enregistré est relativement identique.

4-3. La colonisation ectomycorhizienne par stratégie d'exploration de la station de Tighzert

Tableau 11 : Le taux de mycorhization par Stratégie d'exploration du sol de la station

	C%	CD%	MLD%
Tighzert	8,69	9,38	3,74

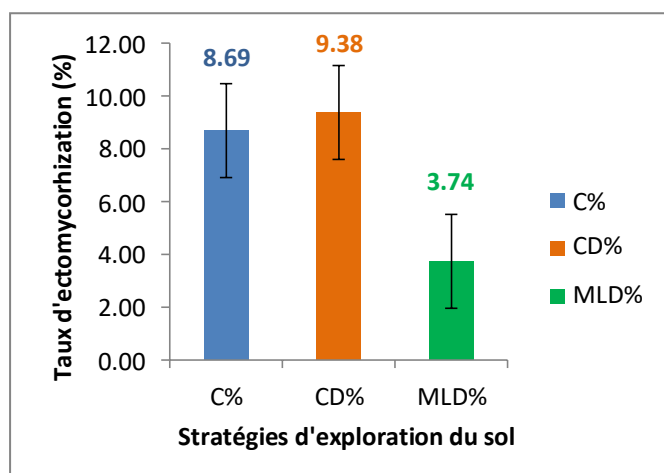


Figure 21: Le taux d'ectomycorhization par stratégie d'exploration du sol de la station Tighzert.

• La figure 21, montre un taux d'ectomycorhization similaire pour les stratégies d'explorations *contact* (8.69%) et courte distance (9.38%). Par contre, le taux est plus faible concernant la stratégie d'exploration moyenne et longue distance (3.74%).

4-4. Estimation de la colonisation ectomycorhizienne de la station de Tigounatine

Tableau 12 : Le taux de mycorhization Par arbre de la station de Tigounatine

	M%
Arbre1A	24,55
Arbre2J	35,29
Arbre3A	21,37
Arbre4A	37,96
Arbre5J	36,97

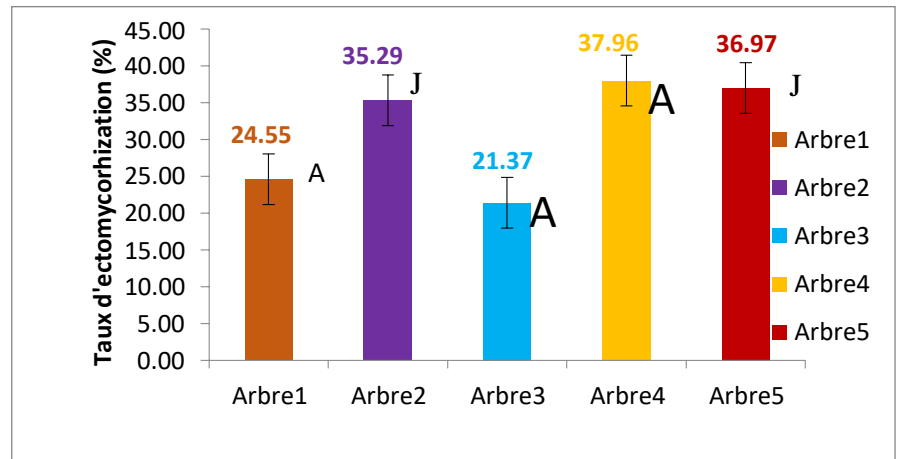


Figure 22:Le taux d'ectmycorhization par arbre de la station de Tigounatine

(A : arbre âgé, J : arbre jeune)

- Le (Tableau 12 et Figure23) présentent le pourcentage d'ectomycorhization au niveau de la station de Tigounatine. Nous remarquons un taux d'ectomycorhization élevée au niveau des arbres suivants : arbres deux, quatre et cinq par rapport aux arbres un et trois qui sont relativement faible.

• La colonisation ectomycorhizienne par stratégie d’exploration de la station de Tigounatine

Tableau 13: Le taux d’ectomycorhization par stratégie d’exploration du sol de la station de Tigounatine.

	C%	CD%	MLD%
Tigounatine	3,83	8,50	19,01

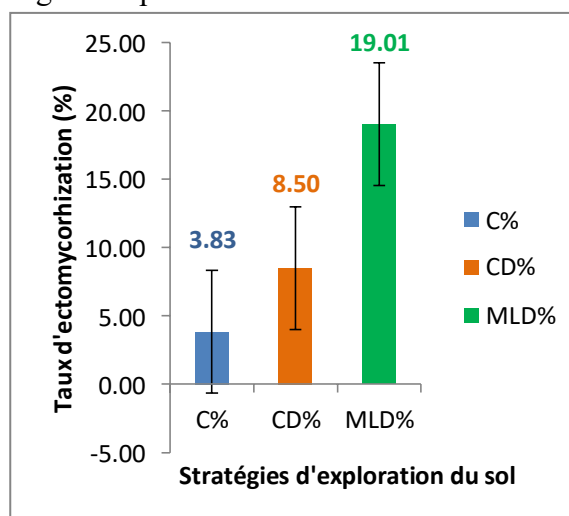


Figure 23: Le taux d’ectomycorhization par stratégie d’exploration du sol de la station de Tigounatine.

- L’estimation du taux d’ectomycorhization par stratégie d’exploration de la station de Tigounatine présente un pourcentage plus élevé pour le Type exploratoire *Moyenne et Longue Distance* (19,01%), suivi du TE *Courte Distance* (8,50%) alors que le pourcentage le plus faible concerne le TE *Contact*
- La colonisation ectomycorhizienne des trois stations d’étude

Tableau 14: La représentation des taux de mycorhization par stations d’étude

	M%
Tighzert	20,89
Aswel clôturé	28,17
Tigounatine	31,23

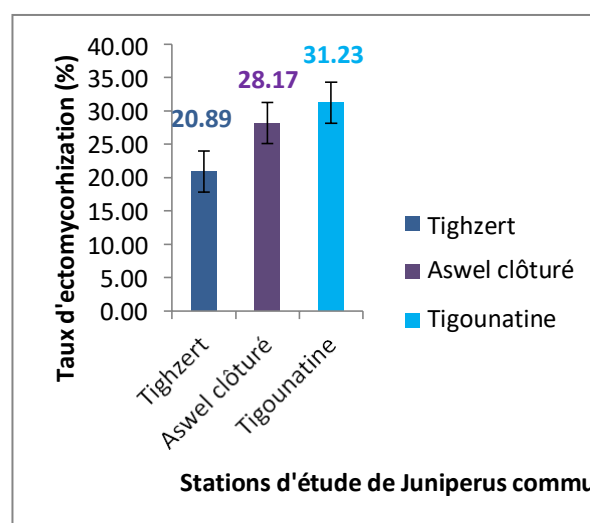


Figure 24 : Le taux d’ectmycorhization par stations d’étude.

• L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne par stations Tableau 14 et Figure 25 a révélé un taux de M (%) élevé au niveau des deux stations Tigounatine et Aswel clôturé. Alors que la station Tighzert présente une légère diminution du taux de mycorhization par rapport à ces deux dernières stations.

4-5. La colonisation ectomycorhizienne des trois stations d'étude selon les stratégies d'exploration

Tableau 15: La représentation des taux de mycorhization par stations d'étude et par stratégies d'explorations.

	C%	CD%	MLD%
Aswel clôturé	14,51	10,77	3,33
Tighzert	8,69	9,38	3,74
Tigounatine	3,83	8,50	19,01

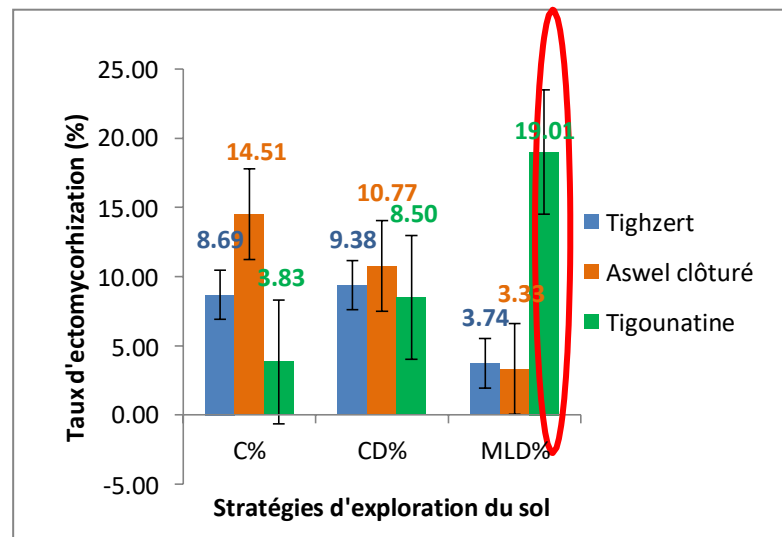


Figure 25: Le taux d'ectmycorhization par stations d'études et par stratégies d'explorations

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne selon les types d'explorations (Tableau 15 et Figure 26) a révélé que :

- Le type exploratoire *Contact a* enregistré le taux le plus élevé au niveau de la station d'Aswel clôturé (14 , 51%), suivi de la station de Tighzert (8 ,69%) puis de la station de Tigounatine (3,83%).
- Le type exploratoire *Courte Distance* est présent dans les trois stations avec un pourcentage plus en moins similaire : Aswel clôturé (10.77 %), Tighzert (9.38 %) et Tigounatine (8.50 %).
- Le type exploratoire *Moyenne et Longue Distance* est dominant au niveau de la station de Tigounatine avec un pourcentage de (19.01 %) mais il est très faible au niveau des deux autres stations : Tighzert (3.74 %) et Aswel clôturé (3.33 %).

- **Analyse statistique des ectomycorhizes :**

Tableau 16: L'ANOVA des ectomycorhizes :

	Aswel clôturé	Tighzert	Tigounatine	P value
TE Contact	14.51* ± 2.33 (a)	8.69 ± 1.41 (a)	3.83 ±4.64 (a)	0.04 Significative
TE Courte Distance	10.77 ± 2.67 (b)	9.88 ±2.38 (ab)	8.50 ±3.67 (a)	0.82 Non Significative
TE Moyenne Longue Distance	3.33 ± 3.80 (a)	3.74 ± 4.46 (a)	19.01* ±9.36 (a)	0.03 Significative

- Les résultats obtenus sont soumis au test de l'ANOVA (Tableau 16). Pour le type exploratoire *Contact*, il est noté une différence significative ($p=0.04$) pour les trois stations notamment une différence significative ($p=0.03$) entre Aswel clôturé et Tigounatine. concernant le type exploratoire *Moyenne et longue Distance*, nous avons enregistré aussi une différence significative ($p=0.03$) pour les trois d'étude. Enfin, pour le type exploratoire *Courte Distance*, aucune différence significative ($p=0.82$) n'est enregistrée au niveau des stations étudiées.

5. Description des endomycorhizes de *J.communis* dans les trois stations d'étude

- **Station d'Aswel clôturé**

L'observation des racines lavées et colorées au bleu trypan a permis de mettre en évidence la présence des différentes structures endomycorhiziennes chez tous les arbres de *J.communis* de la station d'Aswel clôturé. Les structures se sont révélées identiques pour les 4 arbres de cette station. En effet, nous avons observé des hyphes intracellulaires et

extracellulaires de différents diamètres, des vésicules de différentes formes (ronde et ovale), des arbuscules et des pelotons (Fig.27).

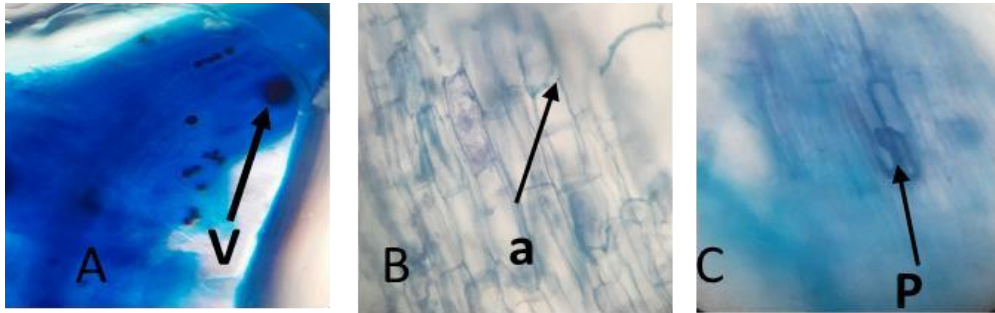


Figure 26: Les différentes structures endomycorhiziennes observées au microscope optique Gx400 rencontrées chez les arbres de *J.communis* de la station d'Aswel clôturé.

A : des vésicules, B : photo des arbuscules et des hyphes intracellulaire et intercellulaire,

C : photo des pelotons enroulés. (V : vésicules, a : arbuscules, P : pelotons).

- **Station de Tighzert**

L'observation des racines a permis de mettre en évidence la présence des différentes structures endomycorhiziennes chez tous les arbres de *J.communis* de la station de Tighzert. Les structures se sont révélées identiques pour les 3 arbres de cette station. En effet, nous avons observé des hyphes intracellulaires et extracellulaires de différents diamètres, des vésicules de différentes formes (ronde et ovale), des arbuscules et des pelotons (Fig.28).

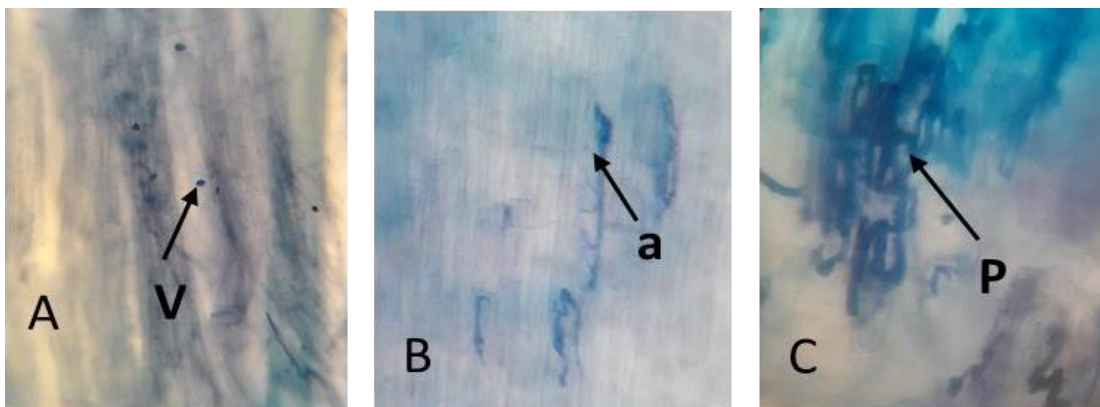


Figure 27: Les différentes structures rencontrées chez les arbres de *J.communis* de la station d'Aswel clôturé.

A : photo des vésicules et des hyphes intracellulaire et intercellulaire, B : photo des arbuscules, C : photo des pelotons enroulés. (Observée au microscope optique Gx100 ET Gx400). (V : vésicules, a : arbuscules, P : peotons).

• Station de Tigounatine

L'observation des racines lavées et colorées au bleu trypan a permis de mettre en évidence la présence des différentes structures endomycorhiziennes chez les arbres observés de *J.communis* de la station de Tigounatine. Les structures se sont révélées identiques pour les 2 arbres, dans cette station on a pu observer que ces deux car les autres ne se sont pas vidées. En effet, nous avons observé, des vésicules de différentes formes (ronde et ovale), des arbuscules et des pelotons (Fig.29).

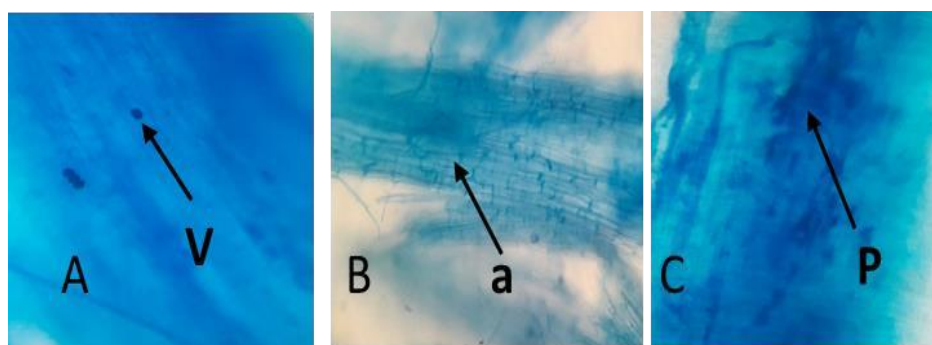


Figure 28: Les différentes structures rencontrées chez les arbres de *J.communis* de la station de Tigounatine.

A : photo des vésicules, B : photo des arbuscules, C : photo des pelotons enroulés.

(Observée au microscope optique Gx100 ET Gx400). (V : vésicules, a : arbuscules, P : pelotons).

6. Estimation de la colonisation endomycorhizienne par station

6-1. La colonisation endomycorhizienne de la station d'Aswel clôturé

Tableau 17: La représentation des variables d'endomycorhization de *J.communis* dans la station d'Aswel clôturé.

	M%	A%	V%
Aswel	5,78	0,14	2,6

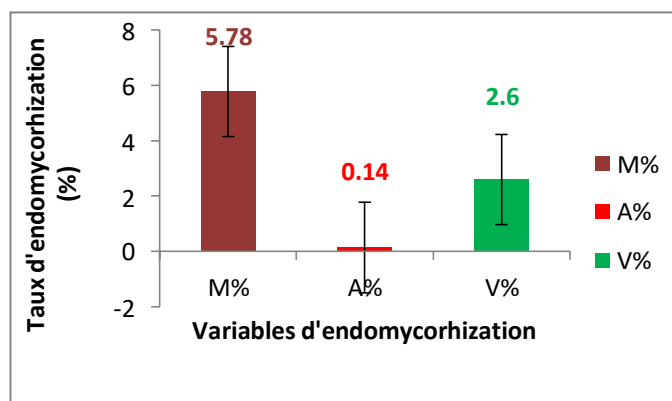


Figure 29: La représentation des variables d'endomycorhization de *J.communis* dans la station d'Aswel clôturé.

• Les résultats de la colonisation endomycorhizienne de la station d'Aswel clôturé (Tableau 16 et Figure 30) montrent un pourcentage d'endomycorhization relativement plus élevé par rapport à celui de vésicules. Quant au taux d'arbuscules enregistré il est quasiment nul.

6-2. La colonisation endomycorhizienne de la station Tighzert

Tableau 18 : La représentation des variables d'endomycorhization de *J.communis* dans la station de Tighzert.

	M%	A%	V%
Tighzert	24,07	0,88	9,15

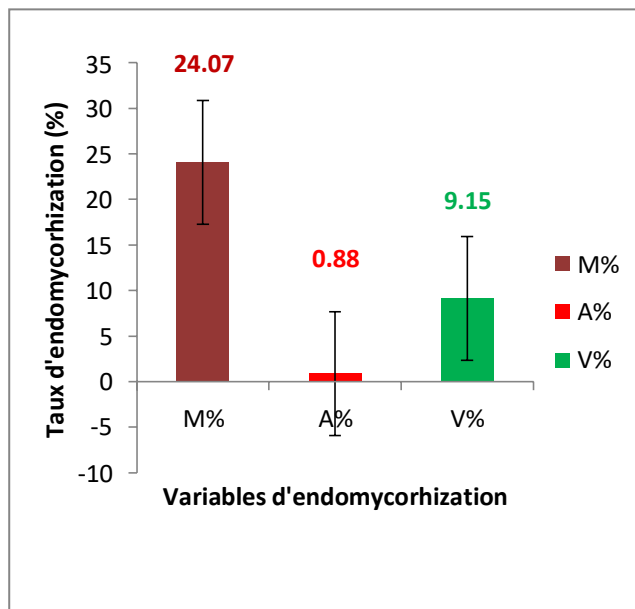


Figure 30: La représentation des variables d'endomycorhization de *J.communis* dans la station de Tighzert.

• Les résultats de la colonisation endomycorhizienne du *J.communis* de la station de Tighzert (Tableau 17 et Figure 31) a révélé la présence d'un taux d'endomycorhization important, ainsi que celui de vésicules, contrairement à celui des arbuscules qui est très faible.

6-3. La colonisation endomycorhizienne de la station Tigounatine

Tableau 19: La représentation des variables d'endomycorhization de *J. communis* dans la station de Tigounatine.

	M%	A%	V%
Tigounatine	2,45	0,05	1,73

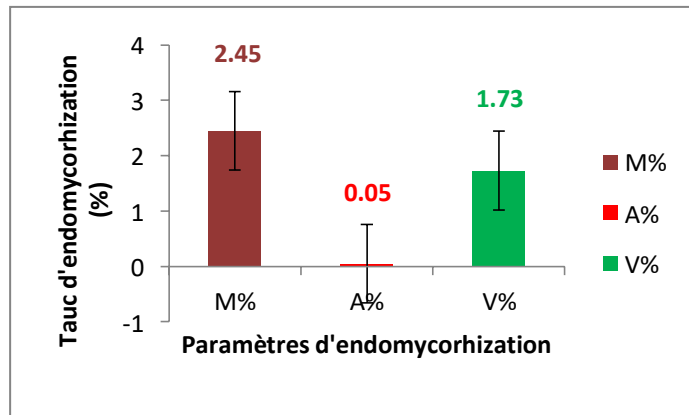


Figure 31: La représentation des variables d'endomycorhization de *J. communis* dans la station de Tigounatine.

• L'estimation endomycorhizienne des racines du *J. communis* de la station de Tigounatine (Tableau 18 et Figure 32), présente un taux de vésicules et d'endomycorhize faible, alors que celui des arbuscules est presque inexistant.

6-4. La comparaison entre les paramètres endomycorhizes des trois stations d'étude

Tableau 20: Tableau comparatif entre les paramètres endomycorhiziens des trois stations

	M%	A%	V%
Aswel	5,78	0,14	2,6
Tighzert	24,07	0,88	9,15
Tigounatine	2,45	0,05	1,73

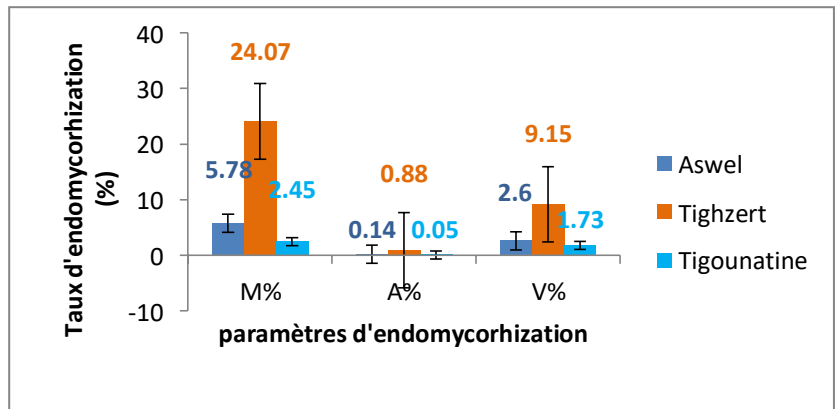


Figure 32: La comparaison entre les paramètres endomycorhiziens des trois Stations.

La comparaison entre les paramètres endomycorhiziens des trois stations (Tableau 19 et Figure 33) a révélé :

- Un taux d'endomycorhization le plus élevé au niveau de la station de Tighzert (24.07 %) , suivi d'Aswel clôturé (5.78 %) , alors qu'il est le plus faible au niveau de Tigounatine (2.45 %).
- Un taux d'arbuscules très faible dans les trois stations d'étude.
- Un taux de vésicules le plus élevé au niveau de la station de Tighzert (9.15%) par rapport aux stations d'Aswel clôturé (2.6%) et la station de Tigounatine (1.73%).
- **Analyse statistique des endomycorhizes**

:Tableau 21:L'ANOVA pour les endomycorhizes

	Aswel clôturé	Tighzert	Tigounatine	P value
M%	5.78 ±5.73 (a)	24.07 ±29.90 (a)	2.45 ±0.78 (a)	0.28 Non Significative
A%	0.14 ±0.26 (a)	0.88 ±1.40 (a)	0.5 ±0.01 (a)	0.74 Non Significative
V%	2.6 ±3.82 (a)	9.15 ±5.77 (a)	1.73 ±1.59 (a)	0.38 Non Significative

- Les résultats obtenus et soumis au test de l'ANOVA révèlent une différence non significative (p=0.74) pour les arbuscules et une différence non significative aussi (p=0.38) pour les vésicules au niveau des trois stations d'étude (Tableau 22).

6-5. La comparaison entre le taux d'ectomycorhizes et le taux d'endomycorhizes des trois stations d'étude

Tableau 22: Tableau comparatif entre le taux des ectomycorhizes et le taux des endomycorhizes.

	ECTO%	ENDO%
Aswel clôturé	28,17	5,78
Tighzert	20,89	24,07
Tigounatine	31,23	2,45

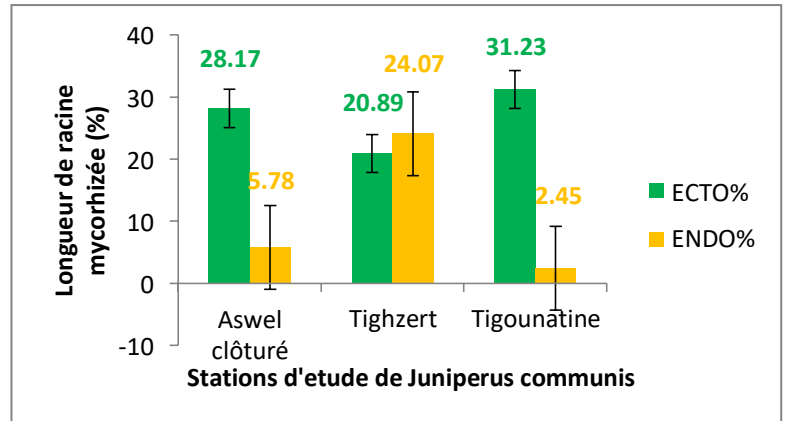


Figure 33: La comparaison entre le taux des ectomycorhizes et le taux des endomycorhizes.

• La comparaison entre le taux des ectomycorhizes et le taux des endomycorhizes des trois stations d'études (**Tableau 20** et **Figure 34**) montre : un pourcentage d'ectomycorhize élevé par rapport à celui des endomycorhizes dans les stations suivantes ; Aswel clôturé et Tigounatine. Cependant, dans la station de Tighzert le pourcentage d'endomycorhize et d'ectomycorhizes sont relativement similaires.

Discussion

L'étude comparative du statut mycorhizien de *J.communis* dans le Parc National de Djurdjura au niveau des trois stations: Aswel clôturé, Tighzert et Tigounatine, montre une coexistence de deux type de mycorhizes : les endomycorhizes et les ectomycorhizes. Cette présence simultanée permet une complémentarité fonctionnelle dans les conditions des stations d'étude. En effet, d'une part les ectomycorhizes favorisent la décomposition de la matière organique et la mobilisation des éléments nutritifs. D'autre part les endomycorhizes favorisent l'assimilation des différents minéraux essentiels à la plante telle que l'azote et le phosphore (Bloom ,2005).

De plus, la présence des ectomycorhizes permet principalement à la plante hôte de mieux utiliser les ressources du milieu en fonction du stade d'évolution du couvert arboré mais également au cours de la saison en fonction des conditions climatiques (Vander Heijden et Vosatka 1999, Vander Heijden, 2001).

La richesse morphotypique a permis de répertorier trente-cinq(35) morphotypes ectomycorhiziens pour l'été 2022, dont (01) commun aux trois stations, (01) est commun entre Aswel clôturé et Tighzert et (03) morphotypes sont communs entre Tighzert et Tigounatine. La richesse morphotypique la plus importante est enregistré au niveau de la station de Tigounatine. Quand une étude comparative menée sur trois populations du Genévrier commun dans le Parc National de Djurdjura et réalisée par Zeggane durant l'été 2022 a permis de mettre en évidence un total de 33 morphotypes. Ces résultats sont relativement similaires aux nôtres.

Les morphotypes observés présentent diverses couleurs : Noirs, Marrons et Gris et diverses distributions : simple, ramifiée, noduleuse, monopodiale, La phase extramatricielle présente différents aspects : granuleux, en feutrage, cotonneux, laineux ou bien lisse.

L'étude anatomique des ectomycorhizes communes a montré la présence d'un manteau fongique de différents diamètres et d'un réseau de Hartig de type G et E s'étalant sur deux à plusieurs couches de cellules. Selon Dexheimer (1997), le réseau de Hartig est le siège d'échanges de nutriments entre les deux partenaires (Racine-Champignon).

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne a montré un pourcentage plus élevé en EcM dans la station de Tigounatine suivi de celui d'Aswel clôturé, mais il est faible au niveau de la station de Tighzert. Quant à l'estimation de la colonisation ectomycorhizienne en fonction de

stratégies d'exploration, une forte présence du type exploratoire *Contact* est notée au niveau d'Aswel clôturé. Le type exploratoire *Moyenne et Longue Distance* se révèle plus important dans la station de Tigounatine. Tandis que, la stratégie d'exploration *Courte Distance* est presque similaire dans les trois stations d'étude. Selon les travaux d'Agerer(2006), les EcM adoptant une stratégie d'exploration *Contact* lorsque les conditions des stations sont favorables, alors que les ectomycorhizes possédants un type exploratoire *Courte Distance ou Moyenne Longue Distance* possèdent respectivement des hyphes et des rhizomorphes est qui se développent sur une distance considérable dans le sol.

L'observation microscopique des racines de *J.communis* a permis de noter la présence des différentes structures endomycorhiziennes (arbuscules, vésicules de différentes formes, peletons et les hyphes intra - intercellulaire) avec un pourcentage d'endomycorhization important dans la station de Tighzert contrairement à celui de la station d'Aswel clôturé et la station de Tigounatine.

L'estimation des paramètres d'endomycorhization a révélé un pourcentage d'endomycorhize élevé dans la station de Tighzert , un taux d'arbuscules très faible quelle que soit la station d'étude. Le pourcentage de vésicules est plus élevé que le taux d'arbuscules. Ceci pourrait être dû aux conditions d'échantillonnage en période d'été. En effet selon Garbaye (2013) durant la période d'été les arbres favorisent le stockage du carbone sous forme de lipides dans les vésicules. En revanche selon Wubet(2002) les arbuscules sont le siège des échanges entre le champignon et la plante, et en été le champignon diminue le taux des échanges avec son partenaire fongique.

CONCLUSION

Conclusion

Notre étude comparative du statut mycorhizien de trois populations de *Juniperus communis* dans le Parc National de Djurdjura a montré la présence d'une double mycorhization au niveau des trois stations d'étude. Nous avons enregistré une richesse morphotypique de 35 morphotypes ectomycorhiziens dont 01 commun aux trois stations, 01 est commun entre Aswel clôturé et Tighzert et 03 sont communs entre Tighzert et Tigounatine. Un pourcentage d'ectomycorhization élevé à la station de Tigounatine (31.23%) suivi de celui de d'Aswel clôturé (28.17%) est relativement faible dans la station de Tighzert (20.89 %). Un taux d'EcM ayant une stratégie d'exploration *Moyenne et Longue Distance* important est enregistré au niveau de la station de Tigounatine par rapport aux deux autres stations (Aswel clôturé et Tighzert). Cependant au niveau de la station d'Aswel clôturé c'est le type exploratoire *Contact* qui est élevé, suivi du type exploratoire *Courte Distance* qui est presque similaire dans toutes les stations.

Concernant les endomycorhizes nous avons enregistré une endomycorhization élevée au niveau de la station de Tighzert(24.07%) , contrairement de celle de Tigounatine(5.78%) et d'Aswel clôturé(2.45%) qui sont très faible. Nous avons enregistré un faible taux de structures endomycorhizienne (les vésicules et les arbuscules) dans les trois stations d'étude.

D'après les résultats obtenus nous arrivons à constater que le facteur âge n'a aucune influence sur le taux de mycorhization.

En perspective, il serait intéressant d'approfondir cette étude pour compléter les données et d'entreprendre des travaux autour de cette espèce mais hors la saison d'été.

REFERENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- **Agerer R. 2001.** Exploration types of ectomycorrhizae. *Mycorrhiza*. Jun 1;11(2):107-14.
- **Agerer R., Rambold G. 2004.** DEEMY—an information system for characterization and determination of ectomycorrhizae. München, Germany.
- **Agerer R. 2006.** Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae." *Mycological Progress* 5.2: 67-107.
- **Bolan N.S. 1991.** A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant and Soil*, 134: 189-207P.
- **Bolan, N.S. A 1991** critical review of the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. *Plant & Soil*, 134: 189-207.
- **Bonnier G. et Douin R. 1993** La grande flore en couleur de Gaston Bonnier. Edition Belin, Paris, 1990. : 1354-1355.
- **Bouazza marouf K. (2016)**, les symbioses mycorrhiziennes et leur importance dans la réhabilitation des sols dégradés, Thèse de Doctorat, faculté des sciences, département de biotechnologie, Université D'Oran1, p159.
- **Bussmann RW. (2020).** Ethnobotanique des régions montagneuses d'Europe extrême orientale : Oural, Caucase du Nord, Turquie et Iran : 523-532.
- **Callen G. (1976).** Les conifères cultivés en Europe. *Ed. Baillière*, Paris. 1 : 321-388.
- **Dalpe Y., 2005 :** Les mycorhizes : un outil de protection des plantes mais non une panacée. *Agriculture et Agroalimentaire. Phytoprotection* 86 : 53-59. Canada, Ottawa. 7p
- **Davet P. 1996** Vie microbienne du sol et production végétale. 1ère édition, INRA, Paris.
- **Duhou E. et Nicole M., 2004 :** biologie végétale : Association et interaction chez les plantes. Em. Dunod. 166.
- **Duhoux E. et Nicole M. (2004).** Biologie végétale. Associations et interactions chez les plantes. Ed. Dunod : Paris. P. 68.
- **Durrieu G. (1993).** Ecologie des champignons. Ed Masson. Coll. D'Ecologie. P.63.
- **Epstein, E., Bloom A.J. 2005.** Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives, 2nd edn. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, 400 pp
- **Fortin J. A., Plenchette C. and Piché Y. 2008** Les mycorhizes. La nouvelle révolution verte. MultiMonde Quac. (Eds.), Quebecs, 131 p.
- **Garbaye J. (2013).** La symbiose Mycorrhizienne Une Association Entre Les Plantes et Les Champignons. Ed Quae. P. 48, 49, 56, 57, 62.

Références bibliographiques

- **Gay G. 2008** Rôle des hormones fongiques dans les associations des ectomycorhizes. *Cryptogam.Mycol.*, 9 (3) : 211-219.
- **Guehl J.M. & Garbaye J. 1990** The effects of ectomycorrhizal status on carbon dioxide assimilation capacity, water-use efficiency and response to transplanting in seeding of *Pseudotsuga menziesii* (Mird) Franco. *Annales des sciences Forestières*, 47 : 551-563.
- **Harley J.L., Harley E.L.(1987)**.A check –list of mycorrhizae in the British flour. *New phytol*105.P.1-102.
- **Hayman D. S., Stovold G. E. 1979**. Spore population and infectivity of vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi in New South Wales. *Australian Journal of Botany.*, 27 : 227 - 233.
Juniperus communis et *Juniperus phoenicea*. *Mém. Mast. Agr. U A M O Bouira* : 68.
- **Kaddour S. et Irari S., 2018** : Etude de l'effet antibactérien des extraits poly phénoliques de *Juniperus communis* et *Juniperus phoenicea*). *Mém. Mst. Agr. Univ.Bouira*. 68p.
- **Kaddours S. et Iraris (2018)**. Etude de l'effet antibactérien des extraits polyphénoliques de
- **Kadi-Bennane S. 2016**. Les ectomycorhizes du chêne liège : Effet des facteurs environnementaux. Thèse doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques 92-94.
- **Le Tacon F. (1985)**.Les mycorhizes : une coopération entre les plantes et les champignons.La recherche 16 :P.624-632.
- **Maatooq et al. 1998** Flavonoid From Cupressaceae Plants. *Natural product Sciences*. 4(2)
- **Marx D. H., & Brayn W.C. 1975** Growth and ectomycorrhizal developpement of loblollypine seedlings in funigated soil infested with the fungal symbiont *Pisolithus tinctorius*. .
- **Marx D.H., 1973**. Mycorrhizae and feeder root diseases. In: *Ectomycorrhizae: Their Ecology and Physiology* (eds G.C. Marks and T.T, Kozlowski). Academic Press, New York,USA. pp. 351-382.
- **Mazza G. (2020)**. *Juniperus communis*. *Monaco Nature Encyclopedia*
- **Negre R. 1950** Contribution à l'étude phytosociologique de l'Oisans: La Haute vallée du.
- **Peterso R. L. 2004** Massicotte H. B., Melville L. H. Mycorrhizas: Anatomy and Cell Biology.CABI Publishing, Wallingford, UK.
- **Peterson R. L., Massicotte H. B., Melville L. H. 2004**. Mycorrhizas: anatomy and cell biology. CABI publishing. 182 p.

Références bibliographiques

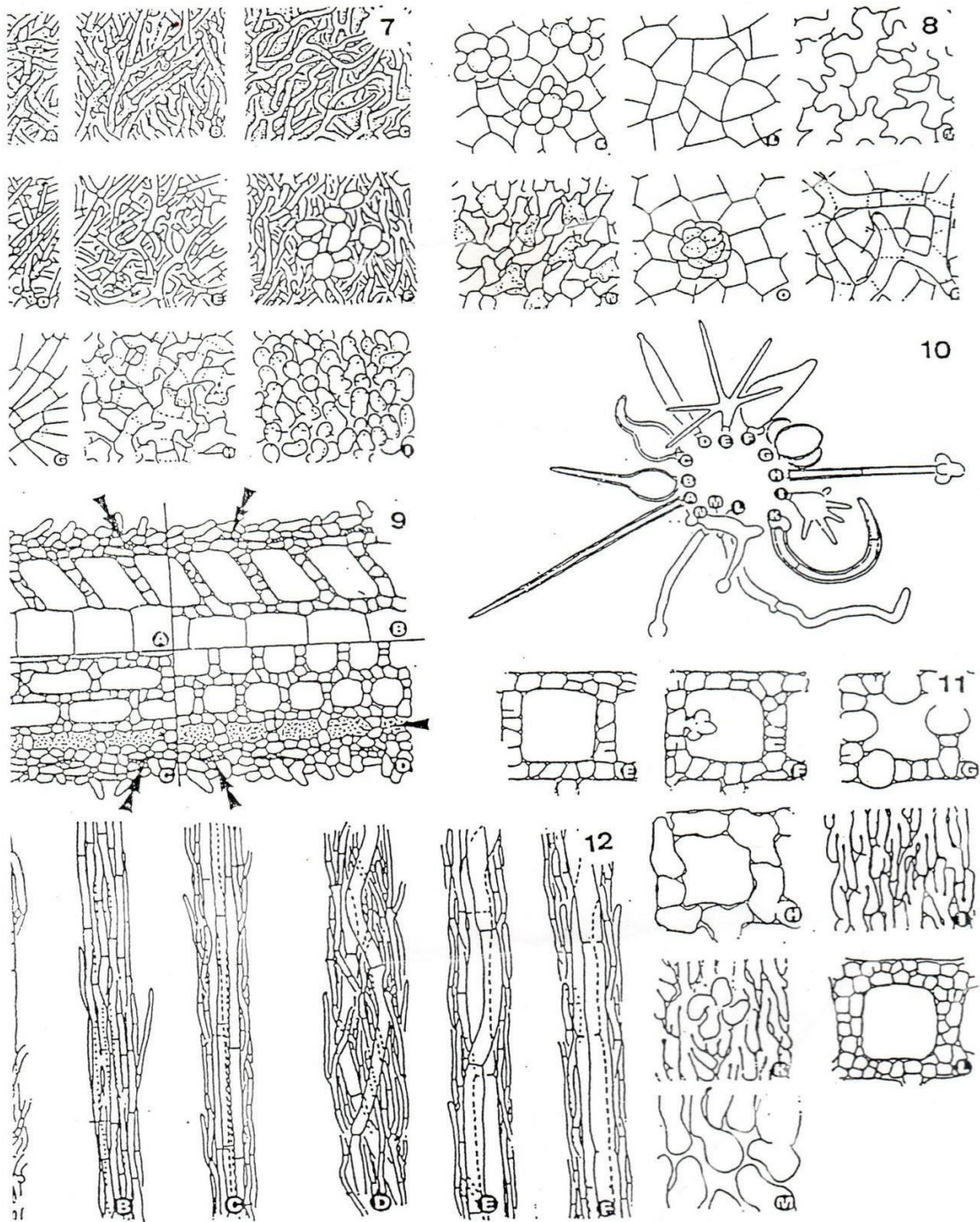
- **Peyronnel B., Fassi B., Fontana A., Trappe J.M.(1969).**Terminology of Mycorrhizae. *Mycologia* 61.P.410-411.
- **Queze P et Gas M., 1998 :**Genévrier. Encyclopédie berbère. Edition sud.
- **Quezel P. et Barbero M. (1989).** Les formations à genévriers rampants du Djurdjura (Algérie).Leur signification écologique, dynamique et syntaxinomique dans une approche globale des cédraies Kabyles. *Lazaroa*, Madrid, 11 : 85-99.
- **Quezel P. et Gast M., 2011:** Genévrier Encyclopédie Berbère, V.20: 3016-3023.
- **Quezel P. et Santa S. (1962).** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. *Centre de la recherche scientifique*, Vol.01 : 1-565.
- **Rauw B. (1994).** Extrait de □Hautes Fagnes□, n□ 216 : 1994-4.

- **Seigue A., (1985).** La foret circum méditerranéenne et ses problèmes. Ed. *Neuve et Larose*, Paris : 503.
- **Smith S.E.,et ReadD.J., 2008.** Mycorrhizal symbiosis. 3rd Edition Academic Press. SanDiego, USA.
- **Smith S.E.et Read D.J. (1997).** Mycorrhizal symbiosis. Academic Press,London(G.B).30:P.39-57.
- **Strullu D. G. (1991).** Les mycorhizes des arbres et des plantes cultivées. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. P.9-93.
- **Strullu D.G, 1991.** Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées, université UFR environnement 2, boulevard la voisier 49045 Angers Cedex. 28-42.
- **Strullu D.G. (1989).** Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées *Journal of Botany*. N° 82.P. 1074-1088. Ed. Lavoisier. P.26.
- **Trouvelot et al. 1986.**
Volume n° 20. pp 3016-3023.
- **Wubet T., Weiß M., Kottke I., Oberwinkler F. 2003.** Morphology and molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in wild and cultivated .*Can. J. Bot.* 81.

ANNEXES

Annexes

Annexe 1 : Caractères microscopiques des ectomycorhizes d'après Agerer (1991)



caractères microscopiques des ectomycorhizes, d'après Agerer (1991).

schematic drawings of different mantle types in surface view (différents types de structure du manteau fongique).

: plectenchymatous mantles (manteaux plectenchymateux).

: pseudoparenchymatous mantles (manteaux pseudoparenchymateux).

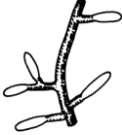






: features of the Hartig net (arrows, tannin cells; double arrows, residues of root cap cells) (différents aspects des cellules du réseau de Hartig).

: different types of cystidia of ectomycorrhiza (différents types de cystides des ectomycorhizes).

: schematic drawings of different types of ectomycorrhizal rhizomorphs (différents types de rhizomorphes chez les ectomycorhizes).



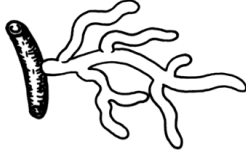



Annexes

Annexe 2 : Différentes forme de distributions des ectomycorhizes (www.Deemy.de).

	Simple	<ul style="list-style-type: none"> • La mycorhize possède un axe qui est dépourvue de ramification.
	Monopodiale-penné	<ul style="list-style-type: none"> • Système mycorhizien possédant un long axe. • Les ramifications latérales sont situées sur le même plan.
	Monopodial e-pyramidale	<ul style="list-style-type: none"> • Les mycorhizes sont de plus en plus développés en s'éloignant de l'apex de la racine longue qui les porte.
	Irrégulière, pennée à dichotomique	<ul style="list-style-type: none"> • Mycorhizes naissant ça et là. • Echelonnées de part et d'autre le long de la racine longue, rappelant les fleurs sur une grappe.
	Dichotomique	<ul style="list-style-type: none"> • Les mycorhizes sont très vite divisés en deux d'une façon répétée le long de la racine longue.
	Coralloïde	<ul style="list-style-type: none"> • Ensemble de dichotomies successives et rapprochées, dont l'ensemble rappelle l'aspect d'un arbre.
	Noduleuse	<ul style="list-style-type: none"> • Elle caractérise des racines courtes, dichotomiques ou coralloïdes. • Les racines sont regroupées sous un voile fongique faisant disparaître toute organisation, dont l'ensemble donne l'aspect d'une nodosité.

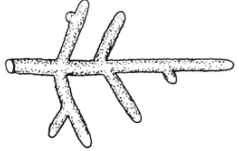





Annexes

Annexe 3 : Différentes formes des pointes des ectomycorhizes (www.Deemy.de).

	Droite
	Courbée
	Sinueuse
	Tortueuse
	Apex plus large que la base
	Perlée

Annexes

Annexe 4: Différentes textures du manteau des ectomycorhizes
(www.Deemy.de).

	Granuleuse
	Laineuse
	Cotonneuse
	Denses ficelles
	En feutrage
	Lisse

Résumé

Dans le but de mieux connaître le statut mycorhizien de *Juniperus communis* dans la région de Tizi-Ouzou, une étude comparative a été réalisée sur trois populations du Genévrier Commun au niveau du Parc National du Djurdjura.

L'échantillonnage a été effectué durant l'été 2022. L'observation et l'étude morpho-anatomique des trois populations du Genévrier Commun (Aswel clôturé, Tighzert et Tigounatine), a permis de distinguer 35 morphotypes ectomycorhiziens. Parmi ces trente-cinq morphotypes nous avons relevé la richesse morphotypique commune aux trois stations étudiées : (01) commun aux trois stations, (01) est commun entre Aswel clôturé et Tighzert et (03) morphotypes sont communs entre Tighzert et Tigounatine. La richesse spécifique de chaque population : Aswel clôturé (06), Tighzert (08) et Tigounatine (16). L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne a montré un pourcentage plus élevé en EcM dans la station de Tigounatine suivi de celui d'Aswel clôturé, mais il est faible au niveau de la station de Tighzert.

Les résultats obtenus et soumis au test de l'ANOVA qui a révélé une différence significative concernant les stratégies d'explorations de type *Contact et Moyenne et Longue Distance* au niveau des trois stations et entre la station de Tigounatine et Aswel clôturé, et une différence non significative pour le *TE Courte Distance* dans les trois stations d'étude.

Notre travail a également porté sur l'état du statut endomycorhizien de trois populations de *J. communis* situées dans trois les stations : Aswel clôturé, Tighzert et Tigounatine ; chez cette espèce nous avons enregistré présence de différentes structures endomycorhiziens avec un pourcentage d'endomycorhization élevé au niveau de la station de Tighzert par rapport à la station d'Aswel clôturé et Tigounatine, alors que le pourcentage des structures endomycorhiziennes (vésicules et arbuscules) est faible pour toutes les stations. Les résultats obtenus et soumis au test de l'ANOVA qui n'a révélé aucune différence significative dans les trois stations.

Mots clés : *Juniperus communis*, ectomycorhizes, endomycorhizes, Aswel clôturé, Tighzert, Tigounatine.

Abstract

In order to gain a better understanding of the mycorrhizal status of *Juniperus communis* in the Tizi-Ouzou region, a comparative study was carried out on three Common Juniper populations in the Djurdjura National Park.

Sampling was carried out during the summer of 2022. Morpho-anatomical observation and study of the three Common Juniper populations (fenced Aswel, Tighzert and Tigounatine), enabled us to distinguish 35 ectomycorrhizal morphotypes. Among these thirty-five morphotypes, we noted the morphotypic richness common to the three stations studied:

(01) common to all three stations, (01) common between fenced Aswel and Tighzert and (03) morphotypes common between Tighzert and Tigounatine; the specific richness of each population: fenced Aswel (06), Tighzert (08) and Tigounatine (16). Estimation of ectomycorrhizal colonization showed a higher percentage of EcM in the Tigounatine station, followed by that of fenced Aswel, but a low percentage in the Tighzert station.

The results obtained and submitted to the ANOVA test revealed a significant difference concerning the Contact and Medium and Long Distance exploration strategies at the three stations and between the Tigounatine and fenced Aswel stations, and a non-significant difference for the Short Distance TE in the three study stations.

Our work also focused on the endomycorrhizal status of three *J. communis* populations located at three stations: fenced Aswel, Tighzert and Tigounatine; in this species we recorded the presence of different endomycorrhizal structures with a high percentage of endomycorrhization at the Tighzert station compared with the fenced Aswel and Tigounatine stations, while the percentage of endomycorrhizal structures (vesicles and arbuscules) was low for all stations. The results obtained and submitted to the ANOVA test revealed no significant differences in the three stations.

Key words: *Juniperus communis*, ectomycorrhizae, endomycorrhizae, fenced Aswel, Tighzert, Tigounatine.