

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE**

*Université Mouloud MAMMERY Tizi-Ouzou  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques*



## **Mémoire de fin d'étude**

Présenté Par :

**DJENNADI KATIA**



En vue de l'obtention de diplôme :  
**MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES**  
Spécialité : Protection des forêts

### **THEME**

**Contribution à l'étude du statut  
ectmycorhizien de quelques espèces du genre  
Genévrier dans les régions de Batna et Chréa.**

*Soutenu le 20/09/2023, devant les membres du jury :*

Présidente	Mme. Si Mohamed-Hamidouche.C	MAA-UMMTO
Examinatrice	Mme.Harchaoui-Bournine.C	MCB-UMMTO
Promotrice	Mme. Mezaour N.	MAA-UMMTO
Co-Promoteur	Mme. Kadi-Bennane S.	MCA-UMMTO

**2022/2023**



# Remerciements

*A la fin d'une formation, il est de tradition d'exprimer ses reconnaissances à l'égard de ceux qui, par leurs apports multiformes ont contribué à l'aboutissement et à la réussite de celle-ci.*

*C'est ainsi qu'à travers ce mémoire, nous tenons tout d'abord à remercier dieu le tout puissant et le miséricordieux, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme ce travail.*

*Nos remerciements les plus s'insères s'adresse à nos familles pour leur soutien son faille et pour l'équilibre qu'elles nous apportent, pour leurs encouragements.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreuse Mme Mezaour.N, pour avoir encadré et dirigé ce travail, avec patience, confiance et ses précieux conseils.*

*Nos vifs remerciements sont adressés à notre Co-promotrice, Mme. Kadi-Bennane S.Maitre de conférence classe A pour avoir voulu mettre à notre disposition son savoir, son expérience, et ses orientations pour la réalisation de ce mémoire.*

*Nos sincères remerciements s'adressent à :*

*Mme. Harchaoui-Bournine C Maitre de conférence classe B ; d'avoir accepté de présider le jury.*

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

*Nous tenons également à remercier le membre de jury qui a pris la peine d'examiner ce travail à savoir : Mme. Si Mohamad., Maitre assistante chargée de cours à l'université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.*

*Enfin, nous voudrions remercier toutes les personnes qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire*

# *Dédicace*

*Je dédie ce travail à :*

*Ma famille  
Mes amis/es*

## **Liste des Tableaux**

<b>Tableau 1</b> : Classification botanique du <i>Juniperus thurifera</i> (Gaussen, 1968).....	3
<b>Tableau 2</b> : Classification botanique de <i>Juniperus phoenicea</i> (Small et al., 2001).....	7
<b>Tableau 3</b> : Classification botanique de <i>Juniperus oxycedrus</i> (Ozenda, 2000).....	10
<b>Tableau 4</b> : Les différents types de mycorhizes (Smith et Read, 2008).....	13
<b>Tableau 5</b> : paramètres stationnels de Chélia.....	21
<b>Tableau 6</b> : paramètres stationnels de Djerma.....	22
<b>Tableau 7</b> : Paramètres stationnels de Chrea.....	23
<b>Tableau 8</b> : Caractéristiques édaphiques des stations d'étude.....	28
<b>Tableau 9</b> : la richesse morphotypique des ectomycorhizes des trois espèces dans les trois.....	28
<b>Tableau 10</b> : Pourcentage d'emycorhization dans la station de Chélia.....	34
<b>Tableau 11</b> : Pourcentage de mycorhization dans la station de Djerma.....	35
<b>Tableau 12</b> : Pourcentage de mycorhization dans la station de Djerma.....	36
<b>Tableau 13</b> : Pourcentage de mycorhization des 3 espèces <i>juniperus</i> par station.....	37
<b>Tableau 14</b> : Estimation de la colonisation ectomycorhizienne des trois stations En fonction du type exploratoire.....	38

## *Liste des Figures*

<b>Figure 1</b> : Genévrier thurifère rameau et feuille (inpn.mnhn.fr) .....	4
<b>Figure 2</b> : Aire de répartition de <i>Juniperus thurifera</i> (Montès 1999), modifiée. ....	5
<b>Figure 3</b> : Répartition de <i>J. thurifera</i> en Algérie (Beghami, 2013) .....	6
<b>Figure 4</b> : Feuilles en écailles du genévrier phénicie (jardin-secrets.com) .....	8
<b>Figure 5</b> : Feuilles et fruits du genévrier oxycèdre (inpn.mnhn.fr) .....	10
<b>Figure 6</b> : Schéma d'une coupe de racine comparant les différents types de mycorhizes (Halle et al., 2008) .....	14
<b>Figure 7</b> : A : Schéma montrant la colonisation ectomycorhizienne .....	15
<b>Figure 8</b> : Différents types de rhizomorphes selon Agerer (1999- 2006) .....	17
<b>Tableau 9</b> : la richesse morphotypique des ectomycorhizes des trois espèces dans les trois..	21
<b>Figure 10</b> : Situation géographique du parc national de Belezma (google Maps).....	22
<b>Figure 11</b> : Situation géographique du parc national de Chrea (google Maps).....	23
<b>Figure 12</b> : Les différentes étapes de la mesure du pH du sol.....	24
<b>Figure 13</b> : Photo représentant des fragments de racines sur une boîte de pétri quadrillée.....	25
<b>Figure 14</b> : Observations des différentes ectomycorhizes communes entre deux espèces de deux.....	30
<b>Figure 15</b> : Observations des différentes ectomycorhizes communes entre deux espèces de deux ...	31
<b>Figure 16</b> : Observations des différentes ectomycorhizes communes MLD entre deux espèces de ...	31
<b>Figure 17</b> : Les différentes ectomycorhizes spécifiques à la population de <i>Juniperus thurifera</i> .....	32
<b>Figure 18</b> : Les différentes ectomycorhizes spécifiques à la population de <i>Juniperus</i> .....	33
<b>Figure 19</b> : Les différentes ectomycorhizes spécifiques à la population de <i>Juniperus</i> .....	34
<b>Figure 20</b> : Pourcentage de mycorhization par arbre.....	34
<b>Figure 21</b> : Le taux d'ectomycorhizes en fonction des types exploratoires de la station de Chélia.....	35
<b>Figure 22</b> : Pourcentage de mycorhization par arbre.....	35
<b>Figure 23</b> : Le taux d'ectomycorhizes en fonction des types exploratoires de la station de Djerma.....	36
<b>Figure 24</b> : Pourcentage de mycorhization par arbre.....	36
<b>Figure 25</b> : Le taux d'ectomycorhizes en fonction des types exploratoires de la station de Chréa.....	37
<b>Figure 26</b> : Taux d'ectomycorhization par population.....	37
<b>Figure 27</b> : Pourcentage des différentes stratégies d'exploration du sol au niveau des stations : Chélia, Djerma et Chréa.....	38

## *Liste des abréviations*

<i><b>Symbole</b></i>	<i><b>Désignation</b></i>
<i><b>CD</b></i>	<i>Courte distance</i>
<i><b>C</b></i>	<i>Contact</i>
<i><b>EcM</b></i>	<i>Ectomycorhize</i>
<i><b>Gx</b></i>	<i>Grossissement</i>
<i><b>Ha</b></i>	<i>Hectar</i>
<i><b>Km</b></i>	<i>Kilomètres</i>
<i><b>LD</b></i>	<i>Longue distance</i>
<i><b>m</b></i>	<i>Mètres</i>
<i><b>MD</b></i>	<i>Moyenne distance</i>
<i><b>MLD</b></i>	<i>Moyenne ou/et longue distance</i>
<i><b>Rh</b></i>	<i>Reseau de Hartig</i>
<i><b>TE</b></i>	<i>Type d'exploitation</i>

# Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction générale..... 1

## **Partie I Synthèse bibliographique**

### **Chapitre I : Généralités sur le Genévrier**

1. Généralité sur le genre <i>Juniperus</i> .....	3
1.1. Genévrier thurifère .....	3
1.1.1. Taxonomie du Genévrier thurifère .....	3
1.1.2. Description de genévrier thurifère .....	4
1.1.3 Répartition géographique du Genévrier thurifère .....	5
1.1.3.1. A l'échelle mondiale .....	5
1.1.3.2. En Algérie .....	5
1.1.4 Ecologie de <i>Juniperus thurifera</i> .....	6
1.2. Genévrier Phénicie .....	7
1.2.1 Taxonomie du Genévrier phénicie .....	7
1.2.2 Description de genévrier Phénicie .....	7
1.2.3 Répartition géographique du Genévrier phénicie .....	8
1.2.3.1. A l'échelle mondiale .....	8
1.2.3.2. En Algérie .....	9
1.2.4 Ecologie de <i>Juniperus phoenicea</i> .....	9
1.3 Genévrier oxycèdre .....	10
1.3.1 Taxonomie du Genévrier oxycèdre .....	10
1.3.2 Description de genévrier oxycèdre .....	10
1.3.3 Répartition géographique de l'espèce <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	11
1.3.3.1. A l'échelle mondiale .....	11

1.3.3.2. En Algérie .....	11
1.3.4. Ecologie de <i>Juniperus oxycedrus</i> .....	11

## **Chapitre II : Généralités sur les mycorhizes**

1. La symbiose mycorhizienne.....	13
2. Les différentes formes d'association mycorhiziennes .....	13
2.1 Les ectomycorhizes .....	14
2.1.1 Manteau fongique.....	15
2.1.2 Réseau de Hartig .....	15
2.2 Les endomycorhizes à arbuscule .....	18
2.3 Les ectendomycorhizes .....	18
2.4 Les mycorhizes arbutoïdes et monotropoïdes (Sebacénoïdes).....	18
2.5 Les mycorhizes éricoïdes .....	18
2.6 Les mycorhizes orchidoïdes .....	19
2.7 Les pseudomycorhizes.....	19
3. Rôle des mycorhizes.....	19

## **Partie II**

## **Partie expérimentale**

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

1. Présentation des stations d'études .....	21
1.1 Station Chélia .....	21
1.2 Station Djerma .....	22
1.3 Station Chrea .....	23
2. L'échantillonnage.....	24
3. Mesure de la température du sol.....	24
4. Le pH du sol .....	24
5. Description des ectomycorhizes.....	25
6. Description anatomique des EcM communes .....	25
7. Estimation de la colonisation mycorhizienne.....	25

### **Chapitre IV : Résultats et discussion**

1. Les caractéristiques édaphiques des stations d'étude.....	28
2. L'étude morphologique des ectomycorhizes des trois espèces de <i>Juniperus</i> .....	28

1.1. La description des ectomycorhizes communes entre le thurifère et phénicie de la station de Chélia et Djerma.....	29
2.2. La description des ectomycorhizes communes entre le thurifère et oxycèdre de la station de Chélia et Chréa .....	30
2.3. La description des ectomycorhizes communes entre le phénicie et oxycèdre de la station de Djerma et Chréa .....	31
2.4. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chélia.....	32
2.5. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Djerma .....	32
2.6. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa .....	33
3.Estimation de la colonisation ectomycorhizienne .....	34
3.1. Estimation du taux d'ectomycorhizes dans la station de Chélia .....	34
3.2. Estimation du taux d'ectomycorhizes dans la station de Djerma.....	35
3.3. Estimation du taux d'ectomycorhizes dans la station de Chréa .....	36
4.Pourcentage de mycorhization par population .....	37
5.Pourcentage des différentes stratégies d'exploration du sol au niveau des stations.....	38
6.Discussion .....	40
Conclusion générale.....	42
Références bibliographiques.....	44
Annexes.....	51
Résumé.....	56
Abstract .....	56

# **Introduction générale**

---

# Introduction

Les mycorhizes sont des associations symbiotiques formées par des champignons mycorhiziens et les racines des plantes. Ce terme décrit une interaction symbiotique mutualiste dans laquelle la plante qui est autotrophe, fournit au champignon, en l'occurrence hétérotrophe, de la matière carbonée sous forme de sucre ; en retour, le champignon fournit à la plante des minéraux et de l'eau (Smith et Read 2008). Les mycorhizes jouent un rôle essentiel à l'échelle de l'écosystème mais aussi du peuplement, de l'arbre et de la cellule. Cette symbiose est connue pour être la plus répandue et la plus ancienne des symbioses impliquant des plantes et des champignons. Elle serait à l'origine de la colonisation du monde terrestre par les plantes (Brundrett 2002 ; Kohler et al. 2015). La majorité partie des arbres contractent des associations symbiotiques, parmi ces espèces il y a le Genévrier qui présente un rôle important.

Les Genévriers (*Juniperus*) occupent une place importante dans le paysage nord-africain, essentiellement en raison de leur rusticité et de leur dynamisme ; ce sont en effet des espèces pionnières peu exigeantes du point de vue écologique. Le genre est présent depuis le bord de mer jusque sur les sommets des Atlas. Leur rusticité leur permet de résister tant bien que mal aux agressions humaines intenses dont ils sont l'objet (Quezel et Gast, 2011).

Au vu de l'importance écologique de cette espèce, nous nous sommes intéressées à sa symbiose mycorhizienne. A cet effet, notre choix s'est porté sur trois espèces de Genévrier de la région de Batna et Chrea : *Juniperus thurifera*, *Juniperus phoenicea* et *Juniperus oxycedrus*.

Malgré la valeur biogéographique des trois espèces du Genévrier au niveau du bassin méditerranéen, et des conditions écologiques de l'Algérie qui diffèrent beaucoup de celles de l'Europe, peu d'études ont été effectuées autour de ces espèces, d'où notre étude comparative de la communauté ectomycorhizienne de trois espèces du *Juniperus* dans les régions de Batna et Chréa.

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

Après des rappels bibliographiques (chapitre 1 et 2) sur la thématique, nous avons présenté dans le chapitre 3 le matériel et méthodes utilisés. Le chapitre 4 a porté sur l'inventaire, et la quantification de la communauté ectomycorhizienne des trois espèces de *Juniperus* situées dans les trois stations : Chélia, Djerma et Chréa. Et nous avons clôturé le travail avec une Conclusion.

**CHAPITRE 1 :**  
**Généralités sur**  
**Le Genévrier**

## 1. Généralité sur le genre *Juniperus*

Le genre *Juniperus* L., de la sous-famille des *Cupressoideae*, comprend environ 75 espèces (Adams, 2014). Les genévriers sont des arbustes dioïques et anémophiles (Thomas et al., 2007 ; Ormon et al., 2010).

Le genre *Juniperus* L. est bien représenté en Algérie (Maire, 1952 ; Quézel & Santa, 1962). Nous comptons cinq espèces de ce genre, parmi lesquelles deux d'entre elles sont très rares : *J. thurifera* L. et *J. sabina* L., une rare : *J. communis* L., et les deux dernières, dans un état de dégradation intense, localisées dans les régions semi-arides et arides : *J. oxycedrus* L. et *J. phoenicea* L. (Hafsi et al, 2017).

En Algérie, le *Juniperus* est abondant sur les crêtes du Djurdjura (Quezel et Gast, 2011) dans un bioclimat humide froid à perhumide froid (Yahi, 2007 ; Meddour, 2012) et plus rare dans les Aurès et les Babors, où il se situe dans l'étage de la cédraie (Quezel et Gast, 2011).

### 1.1. Genévrier thurifère

#### 1.1.1. Taxonomie du Genévrier thurifère

**Tableau 1** : Classification botanique du *Juniperus thurifera* (Gaussen, 1968).

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous-embranchement</b>	Gymnospermes
<b>Classe</b>	Pinopsida
<b>Ordre</b>	Pinales
<b>Famille</b>	Cupressacées
<b>Sous famille</b>	Cupressoideae
<b>Genre</b>	<i>Juniperus</i>
<b>Sous-genre</b>	Sabina
<b>Espèce</b>	<i>Juniperus thurifera</i> . L

### 1.1.2. Description de genévrier thurifère

Le genévrier thurifère est un arbre ou arbuste qui peut atteindre 20 m de hauteur, mais la hauteur la plus fréquente est de 3 à 8 m, avec un tronc monopodial ou ramifié près du sol.

L'écorce souvent grisâtre présente des fissures et des stries longitudinales. Nombreuses branches étalées ou ascendantes à feuillages sempervirent en écailles charnues, aiguës, entières ou faiblement denticulées, appelées feuilles squamiformes, de type cupressoïde (Gauquelin, 1999 ; Badri, 2003 ; Farjon, 2010 ; Farjon et Filer, 2013 ; Adams, 2014 ; Abderrezek, 2017).

Le genévrier thurifère est un phanérophyte dioïque, bien que des pieds monoïques sont observés dans les Alpes françaises, en Corse, en Espagne, au Maroc et en Algérie ; héliophile, orophile de la famille des cupressacées (Figure 1). (Gauquelin et *al.*, 2002 ; Adams et *al.*, 2003 ; Badri, 2003 ; Farjon, 2010 ; Farjon et Filer, 2013 ; Ouhammou et *al.*, 2013 ; Villar, 2013 ; Zeraib, 2018 ; Rodriguez-García et *al.*, 2019).



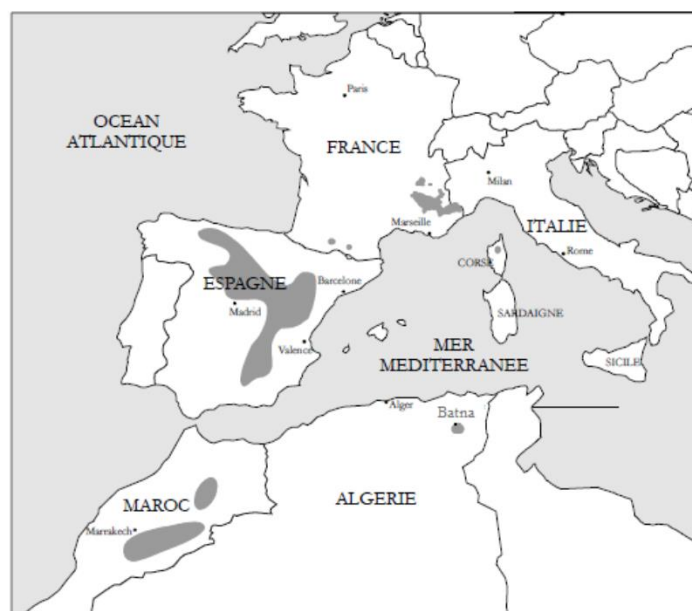
**Figure 1** : Genévrier thurifère rameau et feuille (inpn.mnhn.fr)

### 1.1.3. Répartition géographique du Genévrier thurifère

#### 1.1.3.1.A l'échelle mondiale

Le Genévrier thurifère est une espèce oroméditerranéenne, affectionnant un climat semi-aride, sec, froid en hiver et très exposé à l'ensoleillement. Il se rencontre en Espagne, en France, au Maroc, en Algérie et en Italie (Figure 2) (Gauquelin et *al.*, 1988, 1999 ; Farjon, 2005 ; Romo et Boratynski 2007 ; Adams, 2014).

Cet arbre présente non seulement une distribution très morcelée, mais également très inégalitaire : suivant les pays, les surfaces occupées par le Genévrier thurifère varient de quelques centaines d'hectares (En Algérie et en Italie) à environ 150 000 ha (en Espagne et au Maroc). Les peuplements de Genévrier thurifère occupent généralement des superficies restreintes, accentuant de ce fait le caractère fragmenté de sa répartition (Montès, 1999).

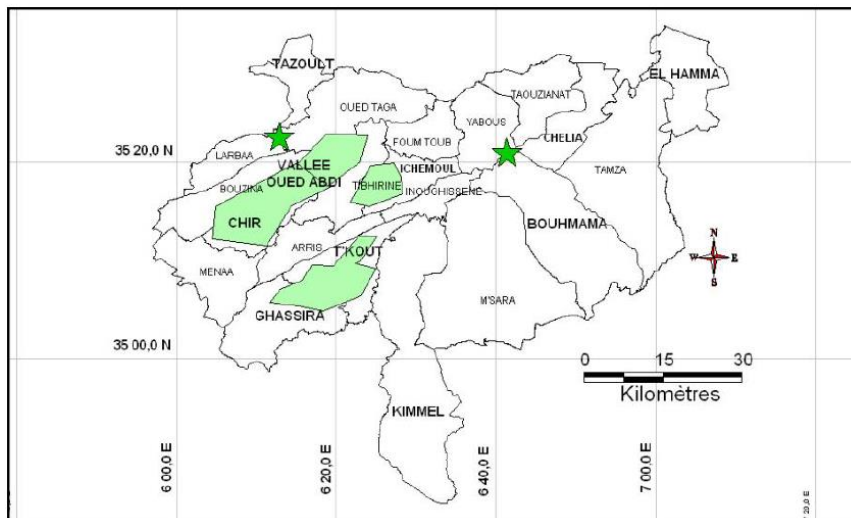


**Figure 2 :** Aire de répartition de *Juniperus thurifera* (Montès 1999), modifiée.

### 1.1.3.2. En Algérie

En Algérie, *J. thurifera* se rencontre dans le massif de l'Aurès, sous forme de peuplements très ouverts, dégradés et paraissant relictuels (Lapie Maige, 1914 ; Boudy, 1952 ; Tamagoult, 1988).

La thurifère dans les Aurès est distribuée en 3 blocs d'inégale importance : le premier est situé dans la région de T'kout, le second, dans la vallée de l'Ouled Abdi alors que le troisième est localisé dans le lieu-dit Tibhirine. Les deux autres endroits où se situe le Genévrier thurifère sont dominés par d'autres essences forestières. Il n'arrive pas à individualiser des formations distinctes. Il s'agit de la cédraie de S'gag et de Chelia. Cependant, des sujets isolés éparpillés, peuvent se rencontrer çà et là dans les Aurès (un pied au village d'IchMoul, quelques sujets au niveau de la zone d'Inoughissene) (Figure 3) (Beghami, 2013).



**Figure 3 :** Répartition de *J. thurifera* en Algérie (Beghami, 2013).

#### 1.1.4. Ecologie de *Juniperus thurifera*

Le genévrier thurifère est classé dans les étages de végétations supro-montagnardes et oroméditerranéennes, semi-arides, subhumides voire localement humides (Coussy et *al.*, 2013; Ouhammou et *al.*, 2013), c'est une espèce héliophile xérothermique qui résiste à la sécheresse et une température qui peut atteindre jusqu'à 40 °C, et des températures basses allant jusqu'à -25 °C, aux gelées hivernales, à l'évapotranspiration importante, aux vents, à l'insolation intense et aux fréquents orages estivaux (Gauquelin, 1999; Rivas-Martínez et *al.*, 2002).

En Algérie, le thurifère est en association avec *Fraxinus dimorpha*, *Quercus ilex*, *Hertia cheirifolia*, *Lotus corniculatu*, *Juniperus oxycedrus* et *Medicago turbinata* dans les altitudes qui s'étendent de 1369 à 1742 m d'altitude. Par contre, dans les hautes altitudes (1910 - 2068 m) il pousse avec *Cedrus atlantica*, *Centauria tougourensis*, *Cartamus pinnatus*, *Dianthus serrulatus*, *Lysimachia monelli* et *Cytises balansae* (Farjon, 2010 ; Beghami, 2013).

## 1.2. Genévrier Phénicie

### 1.2.1. Taxonomie du Genévrier phénicie

**Tableau 2** : Classification botanique de *Juniperus phoenicea* (Small et al., 2001).

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous règne</b>	Tracheobionta
<b>Embranchement</b>	Spermatophytes
<b>Sous Embranchement</b>	Gymnospermes
<b>Classe</b>	Pinopsida
<b>Ordre</b>	Pinales
<b>Famille</b>	Cupressacées
<b>Genre</b>	Juniperus L
<b>Espèce</b>	<i>Juniperus phoenicea</i>

### 1.2.2. Description de Genévrier phénicie

Le Genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*J. phoenicea* L.) est un arbrisseau touffu ou un arbuste de 1 à 3 m de hauteur mais pouvant atteindre cependant jusqu'à 8 à 10 mètres. Le fruit globuleux devient rouge et luisant à maturité. Au jeune âge, certaines feuilles sont en aiguilles et d'autres en écailles très petites, très imbriquées, opposées, formant le feuillage vert persistant de l'arbre après les premières années. Cette espèce est indifférente au substrat ; elle est présente en bioclimat surtout semi-aride et aride en ambiance nettement continentale se contentant de précipitations comprises entre 200 et 400 mm. [(Lapie et Maige, 1914) ; (Quézel, 1962)]

Le peuplement de genévrier de Phénicie peut atteindre des âges importants malgré une taille modeste, des individus de 1.5 m de haut, avec un tronc de 8 cm de diamètre sont âgés de 1150 ans. (Mandai, 2005).



**Figure 4** : Feuilles en écailles du genévrier phénicie (jardin-secrets.com)

### 1.2.3. Répartition géographique du Genévrier phénicie

#### 1.2.3.1.A l'échelle mondiale

Le genévrier de Phénicie est une espèce dont l'aire de répartition est circumméditerranéenne, il est représenté en Algérie, au Maroc, (en bases montagne, mais dans certaines régions du littoral), en Tunisie et en Libye. On le trouve aussi bien sur les dunes du littoral qu'à l'intérieur dans les collines et les montagnes (Ait Youssef, 2006).

L'aire de répartition typique méditerranéenne est étendue en sud d'Europe, en l'Afrique du sud, en l'Asie mineure, en crête ; à Chypre, il s'étend des îles Canaris à l'Arabie et à la Jordanie.

Au Maroc : on le rencontre souvent dans une zone se situant entre la forêt à *Tetraclinis* et celle de *Quercus ilex*, mais dans les parties les plus froides de l'étage semi- aride, il prend la place tetraclints (Seigue, 1985). Le Genévrier Phénicie est réparti dans tout le Moyen Atlas, de Taza au Tadla, puis dans le grand- Atlas où il couvre des surfaces très importantes, notamment sur le versant sud où il remplace le Chêne –vert (Boudy, 1950).

En Espagne, Seigue (1985), indique que le Genévrier de Phénicie se trouve dans la **Sarra, del Cabo de Gâta**, la station la plus aride, elle se contente de 200 mm de précipitations et atteint 1000 m

En France, il participe à diverses végétations méditerranéennes dont la diversité typologique importante est en rapport avec la nature du substrat, la géomorphologie, la situation géologique

### 1.2.3.2. En Algérie

En Algérie, le Genévrier de Phénicie est très rare. En 1962, il n'était présent qu'en kabyle, dans les rochers des hautes montagnes du Djurdjura. L'espèce est commune sur l'ensemble du littoral, sur les hauts plateaux et l'Atlas saharien de l'Oranais, de l'Algérois et du Constantinois. Elle est assez rare ailleurs on la trouve surtout sur les dunes littorales, dans les collines et les montagnes (Ait Youssef, 2006).

Cette cupressacée se rencontre dans le massif de l'Aurès avec une superficie de 1950 ha, elle est intimement mélangée, notamment dans le sud de ce massif (régions de Maafa, Beni Fodhala) et fortement parasité par *Arceutobium oxycedri* (Abdessemed, 1981).

### 1.2.4. Ecologie de *Juniperus phoenicea*

Régions méditerranéennes, littorales, collines et basses montagnes sèches et ensoleillées (espèce héliophile). Peu exigeant, elle s'accroche parfois aux roches et abrupte.

Elle peut se développer dans les fissures des roches (Rameau *et al.*, 2008).

Cette espèce est caractérisée par sa grande résistance au vent, elle est indifférente au sol, supporte l'argile, les sables, les sols calcaires ou dolomitiques, les marnes et les sols volcaniques. En Afrique du nord, elle peut vivre avec 250 mm d'eau par an, à la limite du Sahara et de la végétation de l'Alfa. En Espagne, dans la « Sierra Del Cabo de Gata », station la plus aride, en Europe elle se contente de 200mm de précipitation compensée, par une grande humidité de l'atmosphère. (Seigue, 1985 ; Adams, 2004).

## 1.3. Genévrier oxycède

### 1.3.1. Taxonomie du Genévrier oxycède

**Tableau 3** : Classification botanique de *Juniperus oxycedrus* (Ozenda, 2000)

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous règne</b>	Tracheobionta
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous Embranchement</b>	Gymnospermes
<b>Classe</b>	Conifères
<b>Ordre</b>	Coniférales
<b>Famille</b>	Cupressacées
<b>Genre</b>	Juniperus
<b>Espèce</b>	<i>Juniperusoxycedrus</i>

### 1.3.2. Description de genévrier oxycède

C'est arbre ou arbuste, dioïque de 8 à 12 m de hauteur, avec branches étalées, à feuilles persistantes, verticillées en aiguille ou en écaille 8-25 mm de longueur et 1-1,5 mm de largeur. Les cônes femelles de 8-10 mm d'épaisseur contenant trois graines par cône, présentent une couleur orange à brune rougeâtre à sa maturité (Schulz et al., 2003). Les cônes mâles sont petits terminaux ou axillaires, ils sont subglobuleuses de 1 mm de diamètre. (Miraet al., 2013).



**Figure 5** : Feuilles et fruits du genévrier oxycède (inpn.mnhn.fr).

### 1.3.3. Répartition géographique de l'espèce *Juniperus oxycedrus*

#### 1.3.3.1. A l'échelle mondiale

L'oxycède est fréquent en région côtière méditerranéenne (du Maroc à l'Iran), où il est l'une des plantes caractéristiques des garrigues et des maquis. Il est le plus courant des genévriers méditerranéens, on le rencontre dans l'ensemble du bassin méditerranéen.

Il vit dans les régions du sud de l'Europe (Espagne, France). C'est une espèce méditerranéenne qui croit jusqu'aux pays du Moyen-Orient.

En France, il est commun dans toute la région méditerranéenne d'où il s'étend, en devenant assez rare, jusque dans l'Aveyron, la Lozère, l'Ardèche et la Drôme (Gaston, 1990).

### **1.3.3.2. En Algérie**

En Algérie, Quezel et al., (1962) a mentionné que le *Juniperus oxycedrus* est commun dans le secteur des hauts-plateaux (Oranais, Algérois et Constantinois) et aussi dans le secteur de l'Atlas Saharien.

Quezel et al., (1962) a mentionné que le *Juniperus oxycedrus* subsp *macrocarpa* est commun sur tout le littoral, tandis que le *Juniperus oxycedrus* subsp *rufescens* est très commun dans toute l'Algérie.

### **1.3.4. Ecologie de *Juniperus oxycedrus***

Il est indifférent au sol. Il apprécie les lieux arides, rocailleux, sur calcaire ou sur sols acides, où il est fréquemment associé au chêne vert et au chêne Kermès. Il préfère les sols drainés, même calcaire ou sec. Les sols calcaires, mi-calcaires et marneux lui conviennent particulièrement. La germination de ces graines réclame un sol humifère. (Lucienne, 1961).

**CHAPITRE 2:**  
**Généralités sur les**  
**mycorhizes**

## 1. La symbiose mycorhizienne

Les associations symbiotiques entre les champignons et les racines des plantes ont été un sujet de recherche très captivant pour plusieurs générations de biologistes. Le terme mycorhize est un terme utilisé pour la première fois par le phytopathologiste allemand Frank, (1885).

Les mycorhizes participent au maintien de la biodiversité végétale et fongique, à la régénération naturelle, au fonctionnement des cycles biogéochimiques (ex. : minéralisation de la matière organique, altération des minéraux primaires) et à la stabilité et la productivité des écosystèmes végétaux terrestres (Odum, 1959 ; Van der Heijden *et al.*, 1998).

## 2. Les différentes formes d'association mycorhiziennes

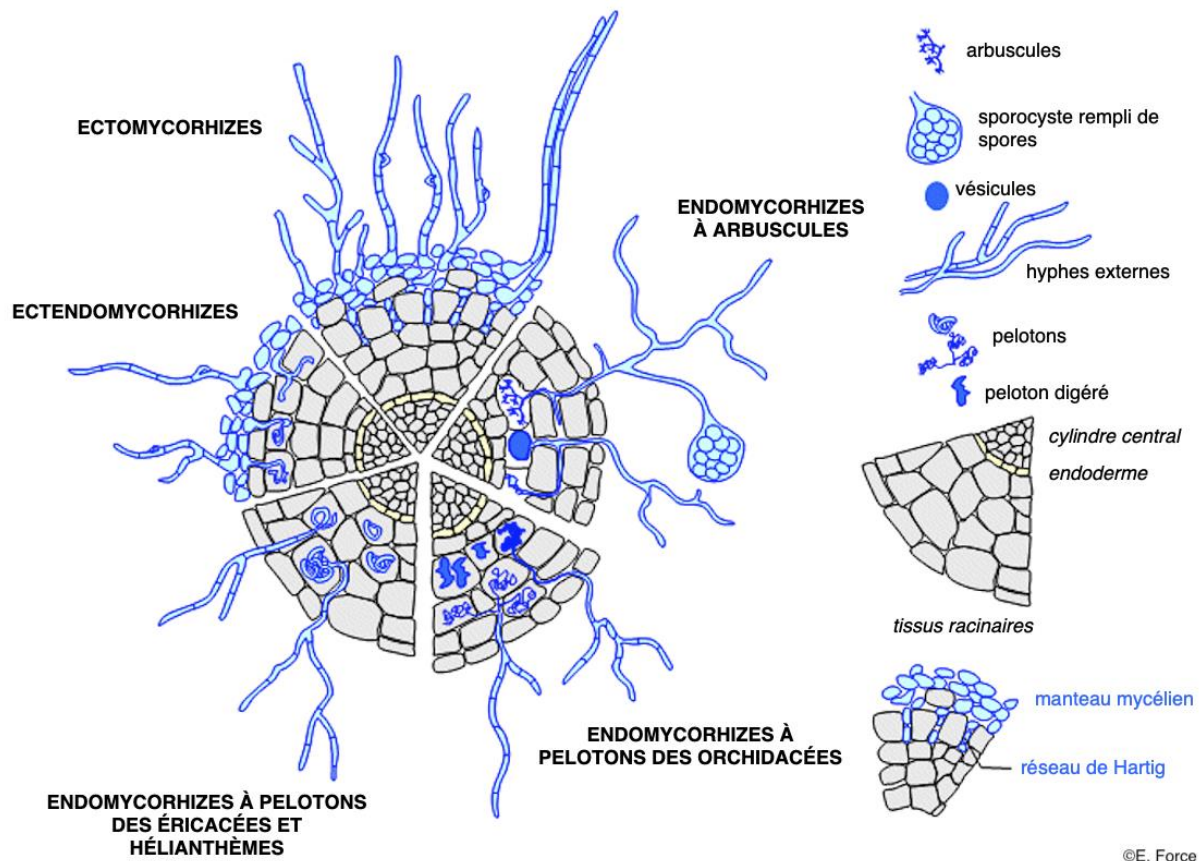
Il existe plusieurs types de mycorhizes à savoir : endomycorhizes à arbuscules, ectomycorhizes, ectendomycorhizes, mycorhizes arbutoïdes, éricoïdes et orchidoïdes. Les mycorhizes à arbuscules sont les plus primitives et les plus répandues dans les écosystèmes naturels. Elles sont, avec les mycorhizes orchidoïdes et les ectomycorhizes, les plus fréquentes et les plus étudiées. (Tedersoo *et al.*, 2010). Toutefois, la classification récente est celle de Smith & Read (2008) amendé par Garbaye (2013) constitué de huit groupes (Tableau 4, Fig. 6).

**Tableau 4** : Les différents types de mycorhizes (Smith et Read, 2008).

(1) MA= mycorhizes à arbuscules, (2) ECM = Ectomycorhizes, Gymno=Gymnosperme ; Angio. Angiospermes; Erica=Ericacées ; Monotropa=Monotropacées ; Orchida. Orchidacées Gloméro. =Gloméromycota ; Basidio=Basidiomycota ; Asco. =Ascomycota; Bryo. =Bryophytes ; Ptérido. =Ptéridophytes)

	MA <sup>(1)</sup>	ECM <sup>(2)</sup>	Ectendomycorhizes	Mycorhizes arbutoïdes	Mycorhizes monotropoïdes	Mycorhizes éricoïdes	Mycorhizes orchidoïdes
<b>Champignon</b>							
Hyphes							
avec cloison	-	+	+	+	+	+	+
sans cloison	+	-	-	-	-	-	-
Arbuscules	+	-	-	-	-	-	-
Pelotons	-	-	+	+	+	+	+
Manteau	-	+	+ ou -	+ ou -	+	-	-
Réseau de Hartig	-	+	+	+	+	-	-
Taxon	Gloméro.	Basidio./Asco. (Gloméro.)	Basidio./Asco.	Basidio.	Basidio.	Asco.	Basidio.
<b>Plante hôte</b>							
Taxon	Bryo./Ptérido. Gymno./Angio	Gymno./Angio.	Gymno./Angio.	Erica.	Monotropa.	Erica./Bryo.	Orchida.
Chlorophylle	+ (-)*	+	+	+	-	+	-**

La figure 6 représente leurs morphologies sur une même coupe transversale de racine, et le tableau 1 leurs caractéristiques et hôtes préférentiels.



©E. Force

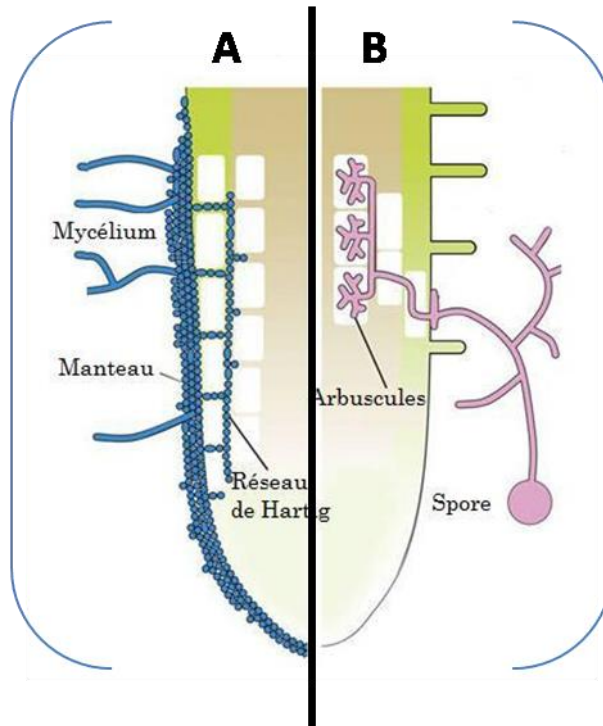
**Figure 6** : Schéma d'une coupe de racine comparant les différents types de mycorhizes

(Halle et al., 2008)

### 2.1. Les ectomycorhizes

La plupart des champignons ectomycorhiziens appartiennent au groupe des Basidiomycètes et certains autres au groupe des Ascomycètes. Ils colonisent seulement 5% des espèces végétales et tout particulièrement les plantes ligneuses, arbres ou arbustes (Fortin *et al.*, 2008).

Les ectomycorhizes sont des racines courtes, ramifiées et recouvertes d'un manchon d'hyphes fongiques très enlacés qui forment une croûte à la surface des racines appelé manteau fongique (Ricklefs et Miller, 2005). Le champignon s'introduit dans les espaces intercellulaires et forme ainsi un réseau communément appelé le réseau de Hartig (Hopkins, 2003). Les hyphes ne pénètrent pas à l'intérieur des cellules végétales, mais se concentrent dans le réseau de Hartig (Figure.7. A) (Wang et Qiu, 2006).



**Figure 7 : A :** Schéma montrant la colonisation ectomycorhizienne (Wang et Qiu, 2006).

**B :** Schéma montrant la colonisation endomycorhizienne (Bonfante & Genre, 2010a)

### 2.1.1. Manteau fongique

Selon Plusieurs auteurs (Strullu et Gourret, 1980) ; (Garbaye, 2013) le manteau fongique est un véritable tissu fongique formé d'hyphes plus ou moins différenciés et enchevêtrés selon l'espèce de champignon.

### 2.1.2. Réseau de Hartig (Rh)

Le réseau de Hartig résulte de la pénétration plus ou moins profonde d'hyphesmycéliens issus du manteau entre les cellules de la première assise épidermique des racines courtes de la plante hôte ; il a un rôle équivalent à celui des arbuscules dans les échanges entre partenaires (Smith et Read 2003). Le réseau de Hartig est une structure clé de la symbiose, puisque c'est là qu'ont lieu tous les échanges entre les deux partenaires.

La partie externe du champignon, C'est-à-dire toutes les structures fongiques qui assurent le contact entre le sol et la racine et développent la grande surface requise pour une absorption efficace, est beaucoup plus diverse et souvent plus différenciée chez les ectomycorhizes que chez les autres types de mycorhizes (Garbaye, 2013).

-Au cours de la décennie passée, une méthode s'appuyant sur les caractéristiques anatomiques (différentiation et longueur) du mycélium extramatriciel a été développée pour classer les ectomycorhizes en différents types exploratoires (Agerer, 2001)

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 environnant (Agerer et Raidl 2004)

Les types exploratoires à courte- moyenne- et longue distance se caractérisent par la présence de rhizomorphes plus ou moins différenciés :

1. Le « type courte distance d'exploration » est caractérisé par une absence de rhizomorphes.
2. Dans le cas du type « moyenne distance », les rhizomorphes sont soit peu ou pas différenciés, Et enfin les types de « longues distances » présentent peu de rhizomorphes mais ceux-ci sont très différenciés avec des hyphes centraux (Vessel-like) de diamètre plus gros permettant une plus grande efficacité de transport de l'eau et de nutriments (Agerer, 2001).

Huit types de rhizomorphes peuvent être distingués (Agerer 1999, 2006 ; Agerer et Iosifidou 2004, Figure 8) :

1. Uniforme et lâche, composée d'hyphes végétatifs d'aspect ordinaire (*Moyenne Distance*) ;
2. Uniforme-compact, qui possède des hyphes uniformes et densément agglutinés (MD) ;
3. Thelephoroïde, avec peu d'hyphes différenciées (MD) ;
4. Ramarioid, différenciée par des structures internes et il présente des hyphes gonflés aux extrémités et septées (MD) ;
5. Russuloïde, qui est un ensemble d'hyphes épaissies avec septa souvent incomplète irrégulièrement répartis (MD) ;

6. Phlegmacioid, avec quelques hyphes distribués de façon aléatoire un peu plus épais souvent noyées dans une matrice (MD) ;
7. Agaricoid, hautement différenciée avec principalement au centre des gros hyphes qui révèlent des septas complètement à partiellement dissous ou même très différenciés (*Longue Distance*) ;
8. Boletoid, également très différenciée avec au centre des hyphes distincts et plus volumineux qui croissent tantôt vers l'origine tantôt vers l'extrémité du rhizomorphes souvent ramifiées (LD).

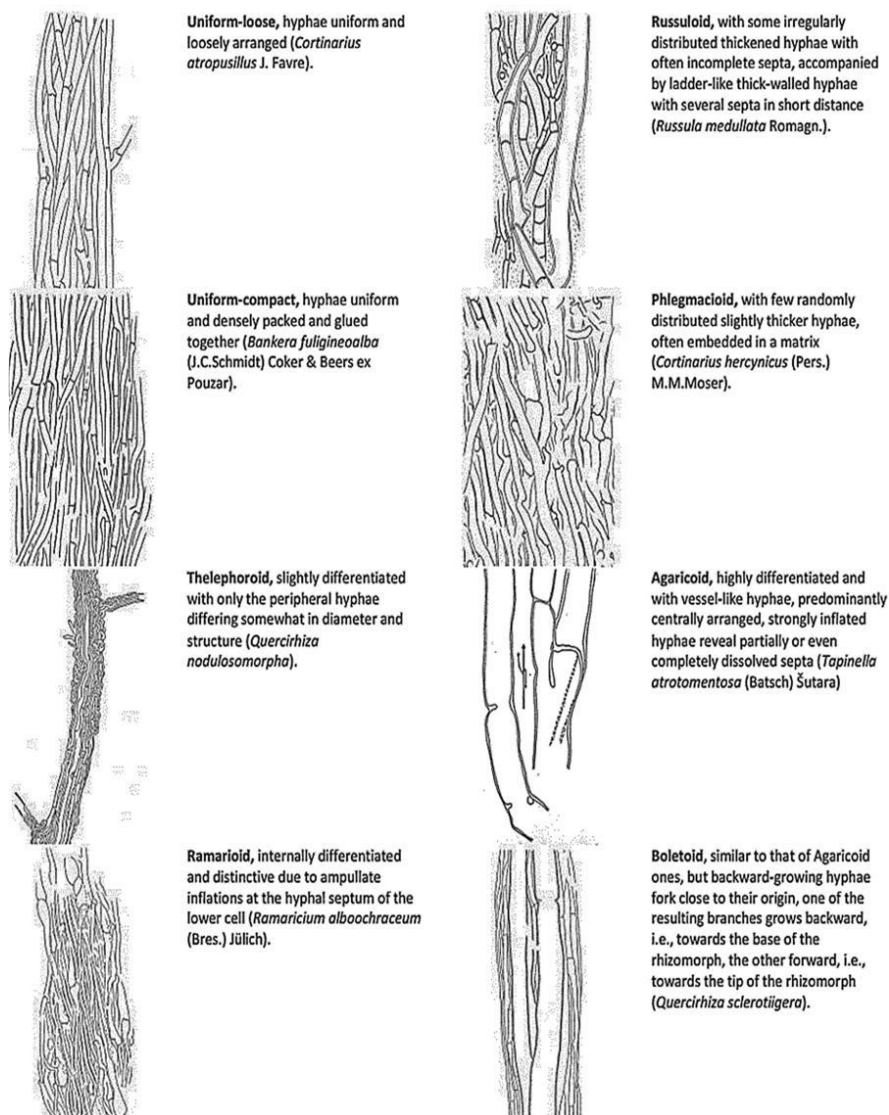


Figure 8 : Différents types de rhizomorphes selon Agerer (1999- 2006)

### **2.2. Les endomycorhizes à arbuscule**

Les endomycorhizes à arbuscule responsables de la formation des endomycorhizes à arbuscule ne présentent aucune spécificité et semble avoir la particularité de s'associer avec toutes les espèces végétales notamment chez les plantes herbacées contrairement aux EcMs qui pour certaines présentent une spécificité pour les arbres (Molina *et al.*, 1992). Elles représentent 80% des symbioses mycorhiziennes dans le règne végétal.

Les champignons endomycorhiziens sont essentiellement des Zygomycètes de l'ordre des Glomales. Ils se caractérisent par la pénétration du champignon au niveau des cellules des racines de l'hôte et par des différenciations structurales fongiques : formations d'arbuscules, de vésicules ou de pelotons (Smith & Read, 2008).

### **2.3 Les ectendomycorhizes**

Les ectendomycorhizes caractérisées à la fois par la présence du manteau mycelien et le développement d'Hyphes inter et intracellulaires. Elles se rencontrent chez les Arbutacées, les Monotropacés et sont formées par des Basidiomycètes. (Mikola, 1948).

### **2.4 Les mycorhizes arbutoïdes et monotropoïdes (Sebacénoïdes)**

Les plantes de la famille des Monotropacées sont non chlorophylliennes et dépendent donc totalement du champignon pour répondre à leurs besoins en carbone, dans le cas des mycorhizes monotropoïdes (Smith & Read, 1997). Les champignons associés aux mycorhizes arbutoïdes sont des Basidiomycètes. Les plantes qui leur sont associées appartiennent aux Arbutoïdées et Pyrolacées (Smith et Read, 1997).

### **2.5 Les mycorhizes éricoïdes**

Chez les Ericacées, la symbiose a lieu directement au niveau des cellules corticales puisqu'elles ne possèdent pas d'épiderme. Ces mycorhizes se présentent sous la forme de pelotons à l'intérieur des cellules racinaires. Les champignons formant ce type de mycorhizes sont des Ascomycètes principalement du genre *Hymenoscyphus* et *Oidiodendron* (Smith et Read, 1997).

### 2.6 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).

### 2.7 Les pseudomycorhizes

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

## 3 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).

Les mycorhizes jouent un rôle essentiel dans la mise à disposition du phosphore soluble pour la plante hôte. Les champignons mycorhiziens ont la capacité de solubiliser inorganique à partir de formes insolubles du sol.

Les mycorhizes sont également un lieu de stockage de polyphosphates qui seront dégrader et transférées à l'hôte en cas de besoin. De manière générale, la symbiose permet une amélioration de la nutrition hydrique et azotée, une accumulation de métaux lourds et une augmentation de la résistance aux pathogènes. (Garbaye, 1988).

Les champignons mycorhiziens peuvent être exploités comme agents biologiques contre les maladies racinaires au niveau de pépinières (Hoge *et al.* 1995). En effet diverses maladies des racines peuvent être considérablement atténuées par certains champignons mycorhiziens (Duchesne *et al.* 1988).

Les substances de croissance produites par les champignons mycorhiziens peuvent favoriser le développement des systèmes racinaires (Gay (1978, 1988), Gay et Gea (1994).

# **CHAPITRE 3 :**

## **Matériels et méthodes**

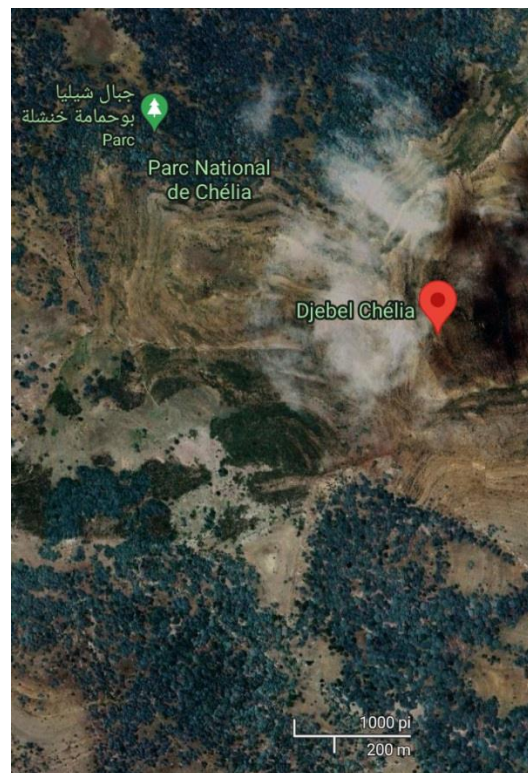
## 1. Présentation des stations d'études

### 1.1. Station de Chélia

Le djebel Chélia est une montagne située dans l'Est de l'Algérie. Il constitue le plus haut sommet de la chaîne montagneuse de l'Aurès à la limite de la wilaya de Batna et de la wilaya de Khenchela. Il culmine à 2 328 mètres d'altitude (**Tableau 5**). (Figure 9)

**Tableau5** : paramètres stationnels de Chélia.

	Coordonnées GPS	Altitude	Pente	Exposition	Nature du sol
<b>Chélia</b>	35°18'38"N 06°37'31"E	1944m	65%	Sud	/



**Figure 9** : Situation géographique du Djebel Chélia (google Maps).

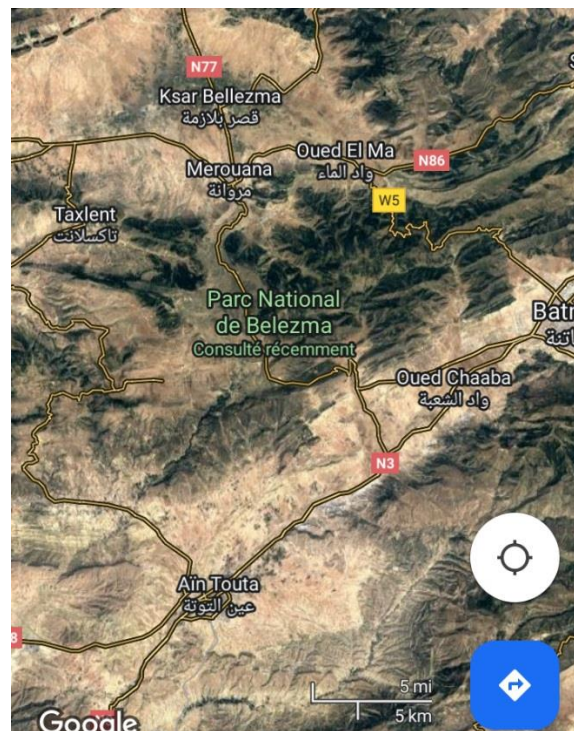
## 1.2. Station de Djerma

La station Djerma est située au niveau de la forêt domaniale du Belezma qui couvre une superficie de 61.000 ha.

Le Parc national de Belezma se situe dans la partie orientale de l'Algérie du Nord, dans le massif montagneux de Belezma qui se trouve à l'extrémité Ouest du mont Aurès dans l'Est Algérien. Sa superficie est de 26.250 ha. (**Tableau 6**)

**Tableau 6** : paramètres stationnels de Djerma

	Coordonnées GPS	Altitude	Pente	Exposition	Nature du sol
Djerma	35°40'29''N 06°16'56''E	998m	5%	Sud	/



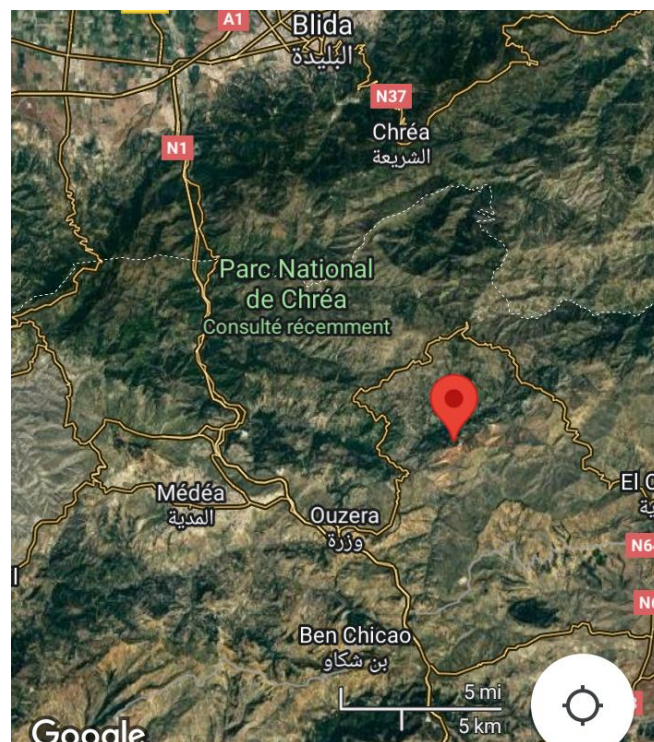
**Figure 10** : Situation géographique du parc national de Belezma (google Maps).

### 1.3. Station de Chrea

Situé à 50 km au sud-ouest d'Alger, C'est essentiellement un parc montagneux, situé en plein cœur du massif blidéen (partie de l'Atlas tellien). (Tableau 7)

**Tableau 7** : Paramètres stationnels de Chrea.

	Coordonnées GPS	Altitude	Pente	Exposition	Nature du sol
Chrea forêt 40 wali	N36°27.311' E002°55.273'	1472m	35%	Sud	/



**Figure 11** : Situation géographique du parc national de Chrea (google Maps)

## 2. L'échantillonnage

Nous avons procédé à un échantillonnage aléatoire ciblé en période d'hiver 2023 pour le *J.thurifera* et le *J.phoenicea* et un échantillonnage au printemps 2023 pour le *J.oxycedrus*. Les prélèvements sont effectués sur de treize arbres au niveau de trois stations différentes. Autour de chaque arbre, quatre à cinq prélèvements de sol et de racines sont effectués sous le houppier de l'arbre à une profondeur de 10 à 15 centimètres.

Le système racinaire est détaché précautionneusement du substrat pour garder le maximum de masse racinaire. Les racines prélevées sont mises dans des sachets en plastique étiquetés puis conservés au réfrigérateur à une température de 4°C pendant quelques jours avec un peu de sol pour éviter le choc hydrique de ses derniers avant de conserver les racines dans du FPA.

## 3. 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 de marque Hanna.

## 4. Le pH du sol

La mesure du pH a été faite à partir 10 g de terre est mis dans un bêcher, et est mélangé à 25ml d'eau distillée après agité pendant 10min puis le mélange est laissé au repos pendant 2 heures avant d'être mesuré par le pH-mètre de marque PHS-W. (figure 12)



**Figure 12** : Les différentes étapes de la mesure du pH du sol.

### **5. Description des ectomycorhizes**

Les racines fraîchement collectées du terrain sont lavées et observées sous la loupe binoculaire OPTIKA (GX 40). La description des différents morphotypes ectomycorhiziens est réalisée sur la base des critères suivants : la forme, la distribution, la phase extramatricielle et la stratégie d'exploration (contact- courte- moyenne- et longue distance).

Les mycorhizes observés, sont préservées et conservées dans un fixateur : FPA, qui est constitué de : Formol (3%), Acide propénoïque (5%) et Ethanol à 70° (96%).

### **6. Description anatomique des EcM communes**

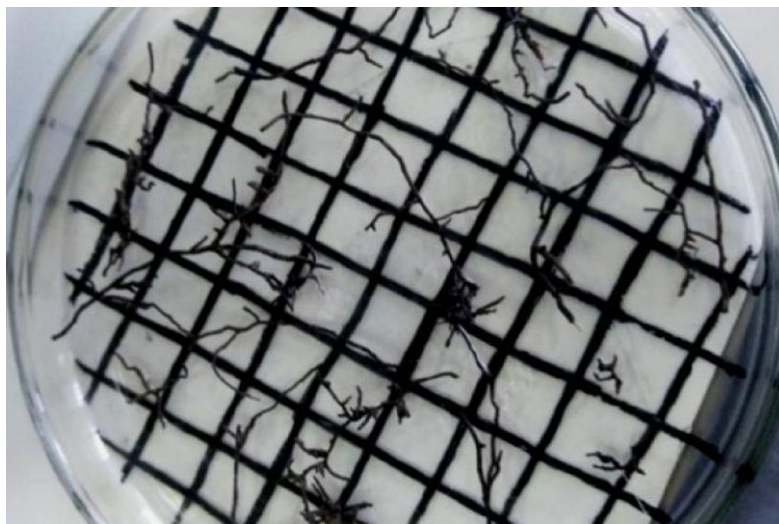
Pour chaque population, nous avons répertorié les différents morphotypes ectomycorhiziens. L'observation et l'analyse de la totalité des morphotypes des trois populations du Genévrier Thurifère, Phénicie et Oxyèdre, a permis de distinguer : la richesse morphotypique commune (Communauté commune) et la richesse spécifique de chaque population suivant les conditions du milieu (Communauté spécifique).

La description des morphotypes communs aux différentes stations est complétée par une description anatomique.

Des coupes réalisées à main levée sont colorées au bleu de lactophenole, et sont montées entre lame et lamelle pour des observations sous microscope optique Leica au grossissement x 400 dans le but compléter la description et la détermination des morphotypes. Dans la coupe anatomique de la mycorhize on décrit le manteau fongique et le réseau de Hartig.

### **7. Estimation de la colonisation mycorhizienne**

Le comptage est réalisé selon la Grid line intersect méthode de Giovanetti et Mosse (1980). Plusieurs fragments des racines des ECM sont répartis au hasard dans une boîte de pétri quadrillée sur 20 à 30 cm de longueur (unité de longueur de racine). Nous avons réalisé le comptage 3 fois afin de minimiser les risques d'erreur pour chaque arbre des différentes stations. Les valeurs sont exprimées en pourcentage de longueur de racines mycorhizées. (Figure 13).



**Figure 13 :** Photo représentant des fragments de racines sur une boîte de pétri quadrillée.

# **CHAPITRE 4 :**

## **Résultats et discussion**

### 1. Les caractéristiques édaphiques des stations d'étude

Les différents caractères édaphiques des stations sont rapportés dans le **tableau 8**.

**Tableau 8** : Caractéristiques édaphiques des stations d'étude.

	Chélia	Djerma	Chróa
Température (°C)	14.15	16.3	14.08
PH du sol	7.72	7.86	7.32

Les températures enregistrées aux niveaux de la station de Chélia et de Chróa sont relativement identiques avec les valeurs respectives de 14.08°C et 14.15°C. Dans la station de Djerma, la température est légèrement plus élevée (16.3°C) par rapport aux deux autres stations.

Le pH enregistré dans les deux stations de Chélia et de Djerma est légèrement basique avec les valeurs respectives de 7.72 et 7.86. Par contre, dans la station de Chróa le pH est neutre (7.32).

### 2. L'étude morphologique des ectomycorhizes des trois espèces de *Juniperus*

Le tableau 9 permet d'annoncer le nombre de morphotypes spécifiques et communs de chaque station.

**Tableau 9** : la richesse morphotypique des ectomycorhizes des trois espèces dans les trois stations d'étude.

Stations	EcMs « C »	EcMs « CD »	EcMs « MLD »	EcMs communes			Total
Chélia	6	3	1	3	/	3	10
Djerma	5	4	1		1	/	
Chróa	3	2	4	/		3	9

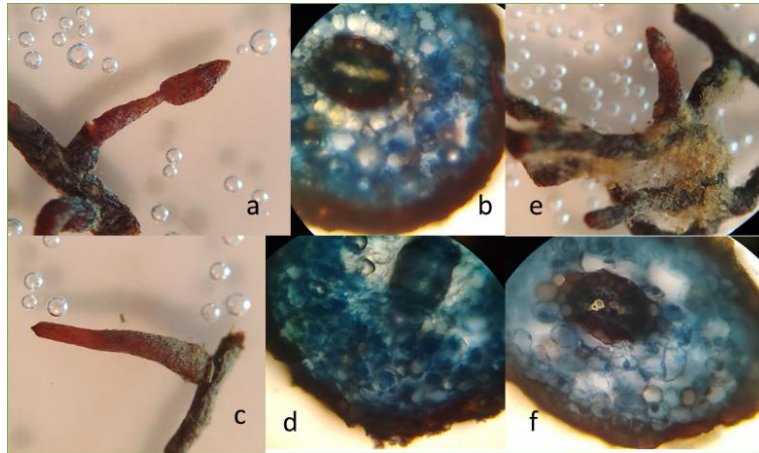
L'observation des racines des trois espèces de Genévrier des trois stations révèle la présence de vingt morphotypes avec une richesse morphotypique de : 10 morphotypes au niveau de Chélia et de Djerma et 09 morphotypes au niveau de Chréa. Elle a révélé 03 morphotypes communs entre Chélia et Djerma, 01 morphotype commun entre Djerma et Chréa et 03 morphotypes communs entre Chélia et Chréa.

### **2.1. La description des ectomycorhizes communes entre le thurifère et phénicie de la station de Chélia et Djerma**

**Morphotype 1 :** La mycorhize est de couleur marron, simple avec un apex plus large que la base. La phase extramatricielle est granuleuse (Figure 14, *a*) et la stratégie d'exploration est de type *Contact* (Annexe1). La Coupe anatomique de la mycorhize montre un manteau fongique relativement lisse et un Réseau de Hartig (RH) est de type G qui s'étend jusqu'au cylindre central (Figure 14, *b*). (Annexe 2)

**Morphotype 3 :** La mycorhize est de couleur marron orangé, simple et droite. La phase extramatricielle est lisse (Figure 14, *c*) et la stratégie d'exploration est de type *Contact*. La Coupe anatomique de la mycorhize montre un manteau fongique relativement lisse et un Réseau de Hartig (RH) de type G qui s'étend jusqu'au cylindre central (Figure 14, *d*).

**Morphotype 11 :** La mycorhize est de couleur marron orangé, Monopodiale pennée et Sinueuse. La phase extramatricielle est cotonneuse (Figure 14, *e*). La stratégie d'exploration est de type *courte distance*. La coupe anatomique de la mycorhize montre un manteau fongique fin et un Réseau de Hartig (RH) de type G qui s'étend jusqu'au cylindre central. (Figure 14, *f*).



**Figure 14 :** Observations des différentes ectomycorhizes communes entre deux espèces de deux stations Chélia et de Djerma.

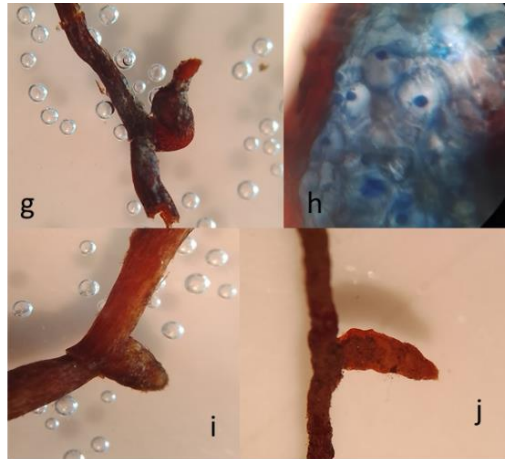
- (a) : Morphotype 1 observé à la loupe binoculaire G X 40. (b) : Coupe anatomique transversale du morphotype 1 observée au microscope G X 400.  
 (c) : Morphotype 3 observé à la loupe binoculaire G X 40. (f) : Coupe anatomique transversale du morphotype 3 observée au microscope G X 400.  
 (e) : Morphotype 11 observé à la loupe binoculaire G X 40. (j) : Coupe anatomique transversale du morphotype 11 observée au microscope G X 400.

## 2.2. La description des ectomycorhizes communes entre le thurifère et oxycedre de la station de Chélia et Chréa

**Morphotype 2 :** La mycorhize est de couleur marron, simple et Perlée. La phase extramatricielle est Granuleuse (Figure 15, g) et la stratégie d'exploration est de type *Contact*. La Coupe anatomique de la mycorhize montre un manteau fongique relativement fin et un Réseau de Hartig (RH) de type E qui s'étend jusqu'au cylindre central (Figure 15, h).

**Morphotype 4 :** La mycorhize est de couleur marron jaunâtre, simple et droite. La phase extramatricielle est lisse (Figure 15, i) et la stratégie d'exploration est de type *Contact*.

**Morphotype 10 :** La mycorhize est de couleur marron jaunâtre, simple courbée. La phase extramatricielle est en feutrage (Figure 15, j). La stratégie d'exploration est de type *courte distance*.

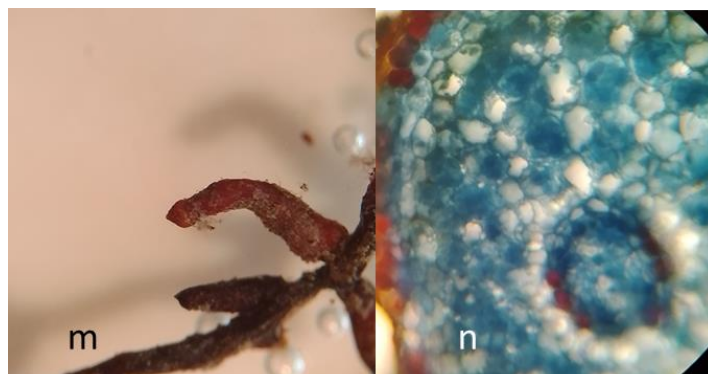


**Figure 15 :** Observations des différentes ectomycorhizes communes entre deux espèces de deux stations Chélia et Chréa.

- (c) : Morphotype 2 observé à la loupe binoculaire G X 40. (d) : Coupe anatomique transversale du morphotype 2 observée au microscope G X 400.  
 (g) : Morphotype 4 observé à la loupe binoculaire G X 40.  
 (h) : Morphotype 10 observé à la loupe binoculaire G X 40.

### 2.3.La description des ectomycorhizes communes entre le phénicie et oxycèdre de la srarion de Djerma et Chréa

**Morphotype 17 :** La mycorhize est de couleur marron, simple avec un apex plus large que la base. La phase extramatricielle est en feutrage (Figure 16, *m*). La stratégie d'exploration est de type *Moyenne Longue Distance* (MLD). La Coupe anatomique de la mycorhize montre un manteau fongique lisse et un Réseau de Hartig (RH) est de type G qui s'étend jusqu'au cylindre central. (Figure 16, *n*).



**Figure 16 :** Observations des différentes ectomycorhizes communes MLD entre deux espèces de deux stations Djerma et Chréa.

- (m) : Morphotype 17 observé à la loupe binoculaire G X 40. (n) : Coupe anatomique transversale du morphotype 17 observée au microscope G X 400.

#### 2.4. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chélia

**Morphotype 5** : La mycorhize est de couleur marron orangé, simple et courbée. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *Contact*. (Figure 17, a).

**Morphotype 6** : La mycorhize est de couleur marron, simple et courbée. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *Contact*. (Figure 17, b).

**Morphotype 12** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple avec un apex plus large que la base. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *courte distance*. (Figure 17, c).

**Morphotype 16** : La mycorhize est de couleur marron foncé, Irrégulière penné et Sinueuse. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *Moyenne Longue Distance* (MLD). (Figure 17, d).



**Figure 17** : Les différentes ectomycorhizes spécifiques à la population de *Juniperus thurifera* de la station de Chélia.

#### 2.5. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Djerma

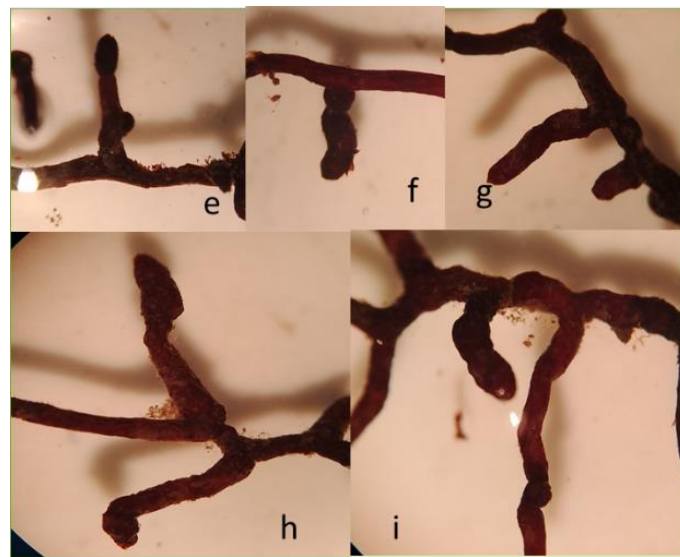
**Morphotype 7** : La mycorhize est de couleur marron foncé avec tête pointue noir, simple et droite. La phase extramatricielle est en feutrage. La stratégie d'exploration est de type *Contact*. (Figure 18, e).

**Morphotype 8** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple et Perlée. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *Contact*. (Figure 18, f).

**Morphotype 9** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple et courbée. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *courte distance*. (Figure 18, g).

**Morphotype 13** : La mycorhize de couleur marron foncé, et simple avec une forme courbée et dense ficelle. La stratégie d'exploration est de type *courte distance*. (Figure 18, h).

**Morphotype 14** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple et courbée. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *courte distance*. (Figure 18, i).



**Figure 18** : Les différentes ectomycorhizes spécifiques à la population de *Juniperus phoenicea* de la station de Djerma.

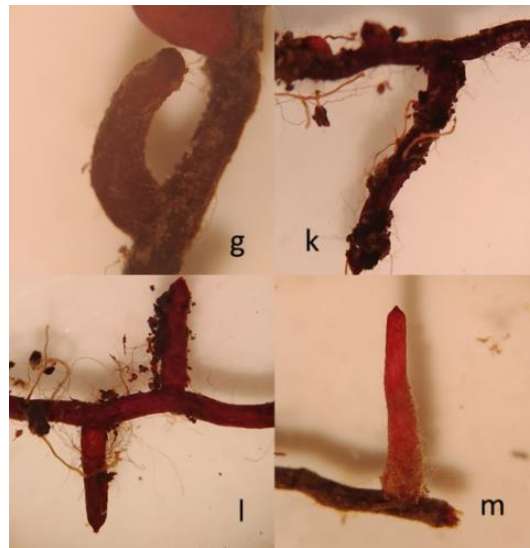
## 2.6. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa

**Morphotype 15** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple et courbée. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *courte distance*. (Figure 19, j).

**Morphotype 18** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple et courbée. La phase extramatricielle est Laineuse. La stratégie d'exploration est de type *Moyenne Longue Distance* (MLD). (Figure 19, k).

**Morphotype 19** : La mycorhize est de couleur marron foncé, simple et droite. La phase extramatricielle est lisse. La stratégie d'exploration est de type *Moyenne Longue Distance* (MLD). (Figure 19, l).

**Morphotype 20** : La mycorhize est de couleur marron orangé, simple et courbée. La phase extramatricielle est en feutrage. La stratégie d'exploration est de type *Moyenne Longue Distance* (MLD). (Figure 19, m).

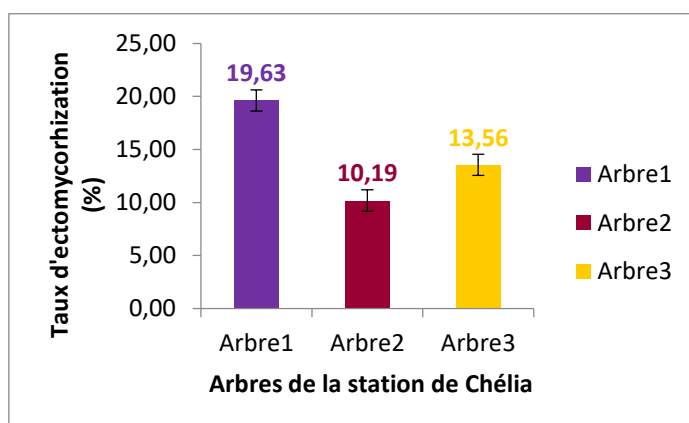


**Figure 19** : Les différentes ectomycorhizes spécifiques à la population de *Juniperus oxycedrus* de la station de Chréa.

### 3. Estimation de la colonisation ectomycorhizienne

#### 3.1. Estimation du taux d'ectomycorhizes dans la station de Chélia

Le tableau 10 et la figure 20 représentent le pourcentage de mycorhization par arbre de *Juniperus thurifera* de la station de Chélia.



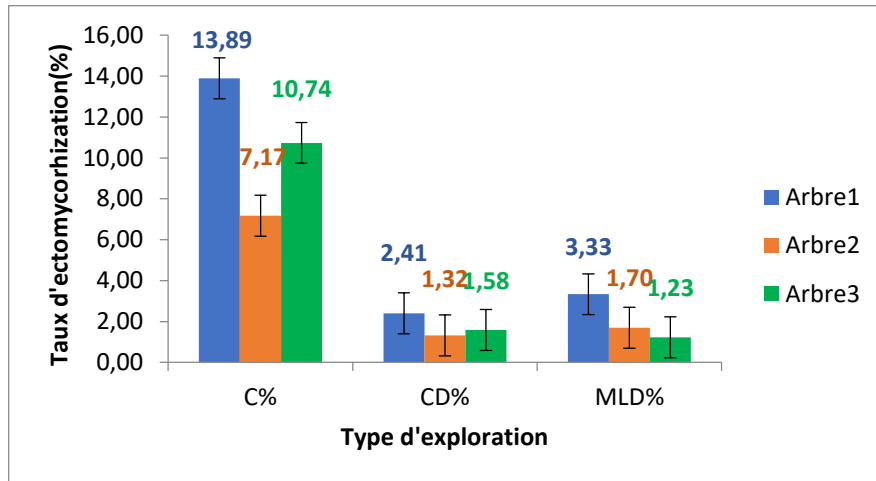
**Tableau 10** : Pourcentage d'ectomycorhization dans la station de Chélia

Chélia	M%
Arbre 1	19,63
Arbre 2	10,19
Arbre 3	13,56

**Figure 20** : Pourcentage de mycorhization par arbre.

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne dans la station de Chélia indique que le taux d'ectomycorhization est plus élevé d'une valeur de 19.63% au niveau de l'arbre 1 par rapport aux deux autres arbres.

• Estimation de la colonisation ectomycorhizienne selon la stratégie d’exploration

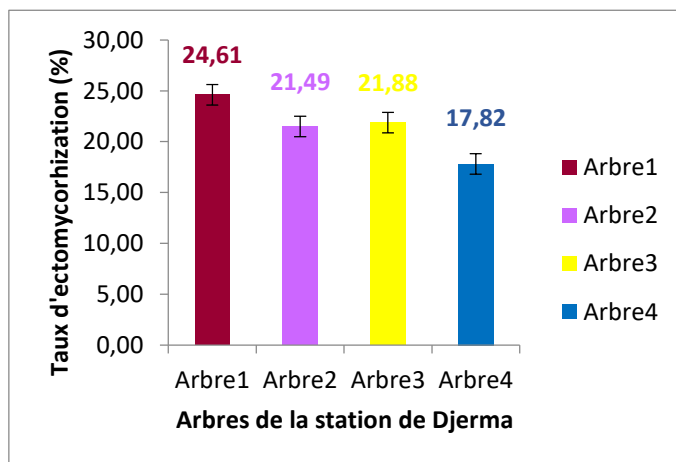


**Figure 21 :** Le taux d’ectomycorhizes en fonction des types exploratoires de la station de Chélia.

Dans la stratégie exploratoire nous remarquons que pour le type contact est plus élevé au niveau de l’arbre 1 par rapport aux deux autres arbres avec une valeur de 13.89%. Par contre, concernant le type exploratoire courte distance et moyenne et longue distance les taux sont relativement similaire quel que soit l’arbre.

**3.2. Estimation du taux d’ectomycorhizes dans la station de Djerma**

Le tableau 11 et la figure 22 représentent le pourcentage de mycorhization par arbre de *Juniperus phoenicea* de la station de Djerma.



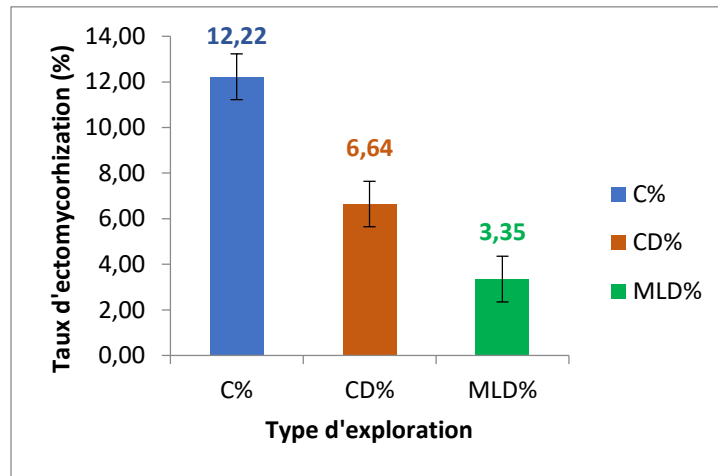
**Tableau 11 :** Pourcentage de mycorhization dans la station de Djerma

Djerma	M%
Arbre 1	24.61
Arbre 2	21.49
Arbre 3	21.88
Arbre 4	17.82

**Figure 22 :** Pourcentage de mycorhization par arbre.

L’estimation de la colonisation ectomycorhizienne dans la station de Djerma indique que le taux d’ectomycorhization est plus élevé d’une valeur de 24.61% au niveau de l’arbre 1 par rapport aux deux autres arbres.

- Estimation de la colonisation ectomycorhizienne selon la stratégie d'exploration

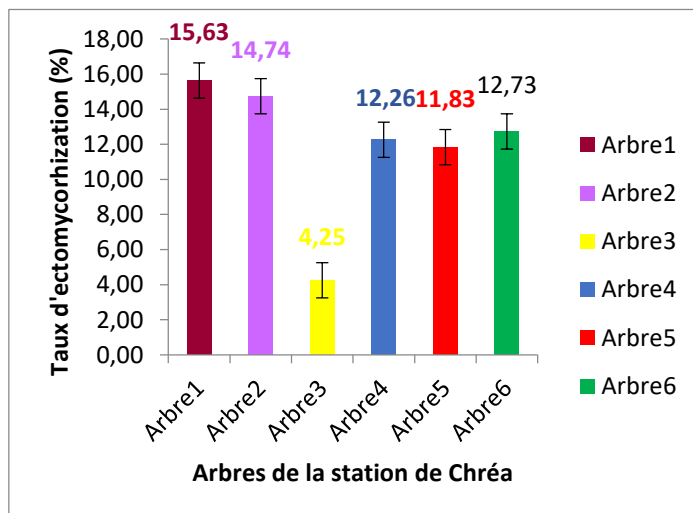


**Figure 23 :** Le taux d'ectomycorhizes en fonction des types exploratoires de la station de Djerma.

Dans la stratégie exploratoire nous remarquons que pour le type contact est plus élevé avec une valeur de 12.22% par rapport au courte distance et moyenne longue distance.

### 3.3. Estimation du taux d'ectomycorhizes dans la station de Chréa

Le tableau 12 et la figure 24 représentent le pourcentage de mycorhization par arbre de *Juniperus phoenicea* de la station de Chréa.



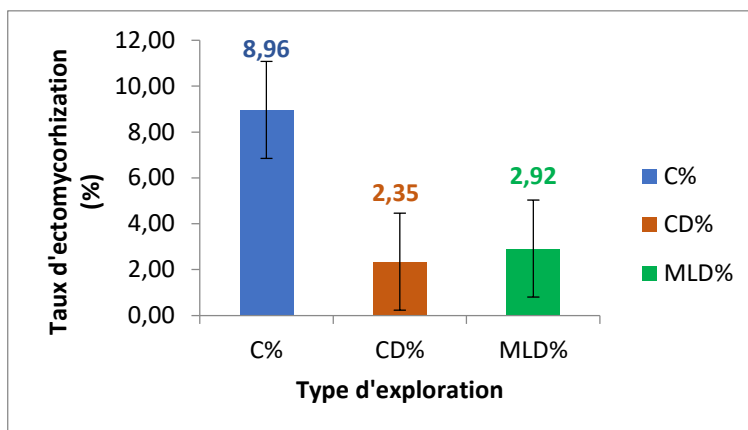
**Tableau 12 :** Pourcentage de mycorhization dans la station de Djerma

Chréa	M%
Arbre 1	15.63
Arbre 2	14.74
Arbre 3	4.25
Arbre 4	12.26
Arbre 5	11.83
Arbre 5	12.73

**Figure 24 :** Pourcentage de mycorhization par arbre

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne dans la station de Chréa indique que le taux d'ectomycorhization est très faible au niveau de l'arbre 3. Dans les autres arbres le taux est presque similaire.

• Estimation de la colonisation ectomycorhizienne selon la stratégie d'exploration

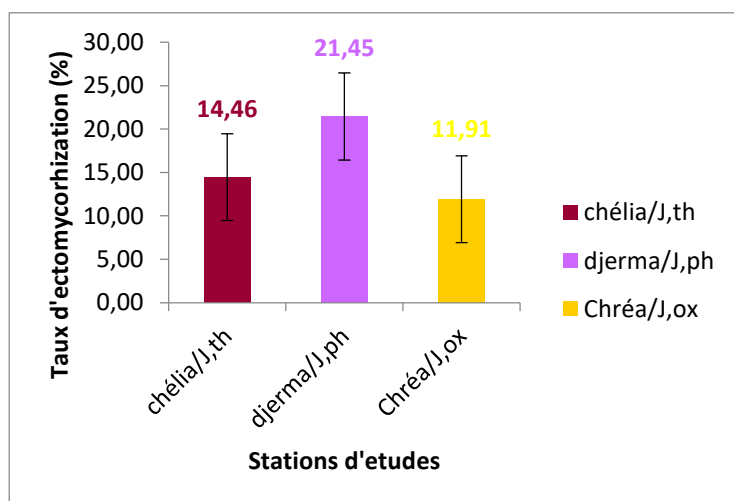


**Figure 25 :** Le taux d'ectomycorhizes en fonction des types exploratoires de la station de Chréa.

Dans la stratégie exploratoire nous constatons que le type contact est plus élevé avec une valeur de 12.22% par rapport au courte distance et moyenne longue distance.

**4. Pourcentage de mycorhization par population**

La figure et le tableau ci-dessous démontrent le pourcentage de mycorhization des différentes populations des 3 espèces Juniperus étudiées.



**Tableau 13 :** Pourcentage de mycorhization des 3 espèces juniperus par station

Stations	Pourcentage de Mycorhization	Ecart-type
Chélie	14.46%	4,78
Djerma	21.45%	2,79
Chréa	11.91%	4,03

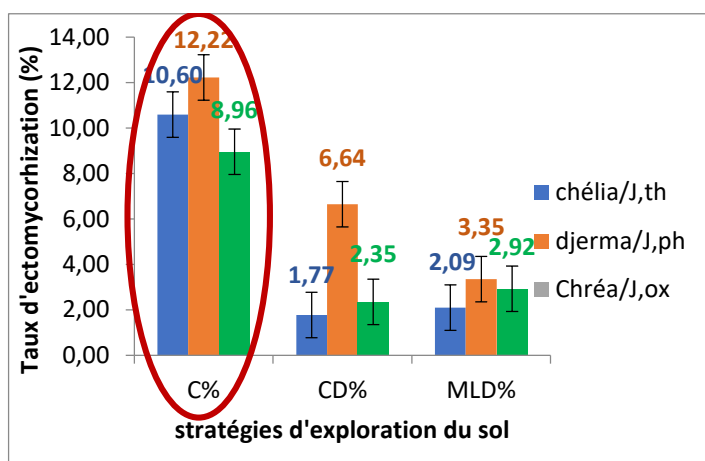
**Figure 26 :** Taux d'ectomycorhization par population

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne des 3 espèces du Genévrier (thurifère, phénicie, oxycèdre) des stations d'étude a indiqué un pourcentage d'ectomycorhization : de 14.46% dans la station Chélia, de 21.45% dans la station de Djerma et de 11.91% dans la station de Chréa. Nous remarquons que le pourcentage le plus élevé est enregistré dans la station de Djerma. (Tableau 13), (Figure 26).

**5. Pourcentage des différentes stratégies d'exploration du sol au niveau des stations**

La figure 27 et le tableau 14 ci-dessous montrent l'estimation de la colonisation ectomycorhizienne des trois stations en fonction du Type Exploratoire, et le pourcentage des différents types d'exploration au niveau de : Chélia, Djerma, Chréa.

**Tableau 14 :** Estimation de la colonisation ectomycorhizienne des trois stations En fonction du type exploratoire.



**Figure 27 :** Pourcentage des différentes stratégies d'exploration du sol au niveau des stations : Chélia, Djerma et Chréea.

	Pourcentage%		
Station	C	CD	MLD
Chélia	10.60	1.77	2.09
Djerma	12.22	6.64	3.35
Chréea	8.96	2.35	2.92

Le pourcentage des différentes stratégies d'exploration du sol au niveau des stations marque que pour le type contact est plus élevé dans toutes les stations. Cependant le type exploratoire courte distance est plus important dans la station de Djerma, dans le type exploratoire moyenne et longue distance est presque semblable au niveau des trois stations.

**6. Discussion**

L'étude de la symbiose ectomycorhizienne chez les trois espèces de *Juniperus thurifera*, *J.phoenicea* et *J.oxycedrus* dans les trois stations Chélia, Djerma et Chréea, a permis de répertorier vingt (20) morphotypes ectomycorhiziens pour la saison d'été 2023 par rapport au

résultat de Zeggan en 2022 sur le statut ectomycorhizien de trois populations de *Juniperus communis* dans le Parc National du Djurdjura, rapportent l'existence de 33 morphotypes.

La richesse morphotypique est relativement identique quelque soit l'espèce étudiée. Trois morphotypes communs entre Chélia et Djerma, un morphotype commun entre Djerma et Chréa et trois morphotypes communs entre Chélia et Chréa.

Les morphotypes observés présentent diverses couleurs : Marrons, Marrons Orangés, Marrons jaunâtre, marron foncé. Diverses distributions : Simple, Ramifié, monopodiale pennée, courbé et apex plus large que la base. La phase extramatricielle présente différents aspects : Granuleux, en feutrage, cotonneux, dense ficelle.

L'étude anatomique des ectomycorhizes communes a montré un réseau de Hartig de type G, E s'étalant sur 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 le pourcentage le plus élevé en EcM dans la station de Djerma,

Estimation de la colonisation ectomycorhizienne des trois stations en fonction du Type Exploratoire et le pourcentage des différents types d'exploration au niveau de : Chélia, Djerma, Chréa a permis de classier le type contact le plus élevé dans toutes les stations.

Selon les travaux d'Agerer, (2006), les EcM adoptant une stratégie d'exploration *Contact* présentent un manteau lisse alors que les ectomycorhizes possédants un type exploratoire Courte Distance ou Moyenne Longue Distance possèdent respectivement des hyphes et des rhizomorphes qui se développent sur une distance considérable dans le sol.

# **Conclusion générale**

## Conclusion

Notre étude comparative de la communauté ectomycorhizienne de trois espèces de *Juniperus thurifera*, *J.phoenicea* et *J.oxycedrus* dans la région de Batna et de Chréa a révélé la présence de 20 morphotypes différents, 03 morphotypes communs entre Chélia et Djerma, 01 morphotype commun entre Djerma et Chréa et 03 morphotypes communs entre Chélia et Chréa.

Une richesse morphotypique semblable est enregistrée au niveau des deux stations Chélia et Djerma et un taux d'EcM ayant une stratégie d'exploration *Contact* assez importante au niveau de toutes les stations.

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne en fonction des stratégies exploratoires a révélé que le type contact est plus élevé dans toutes les stations, le type exploratoire courte distance est plus élevé dans la station de Djerma bien que le type moyenne et longue distance est presque similaire dans toutes les stations.

# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

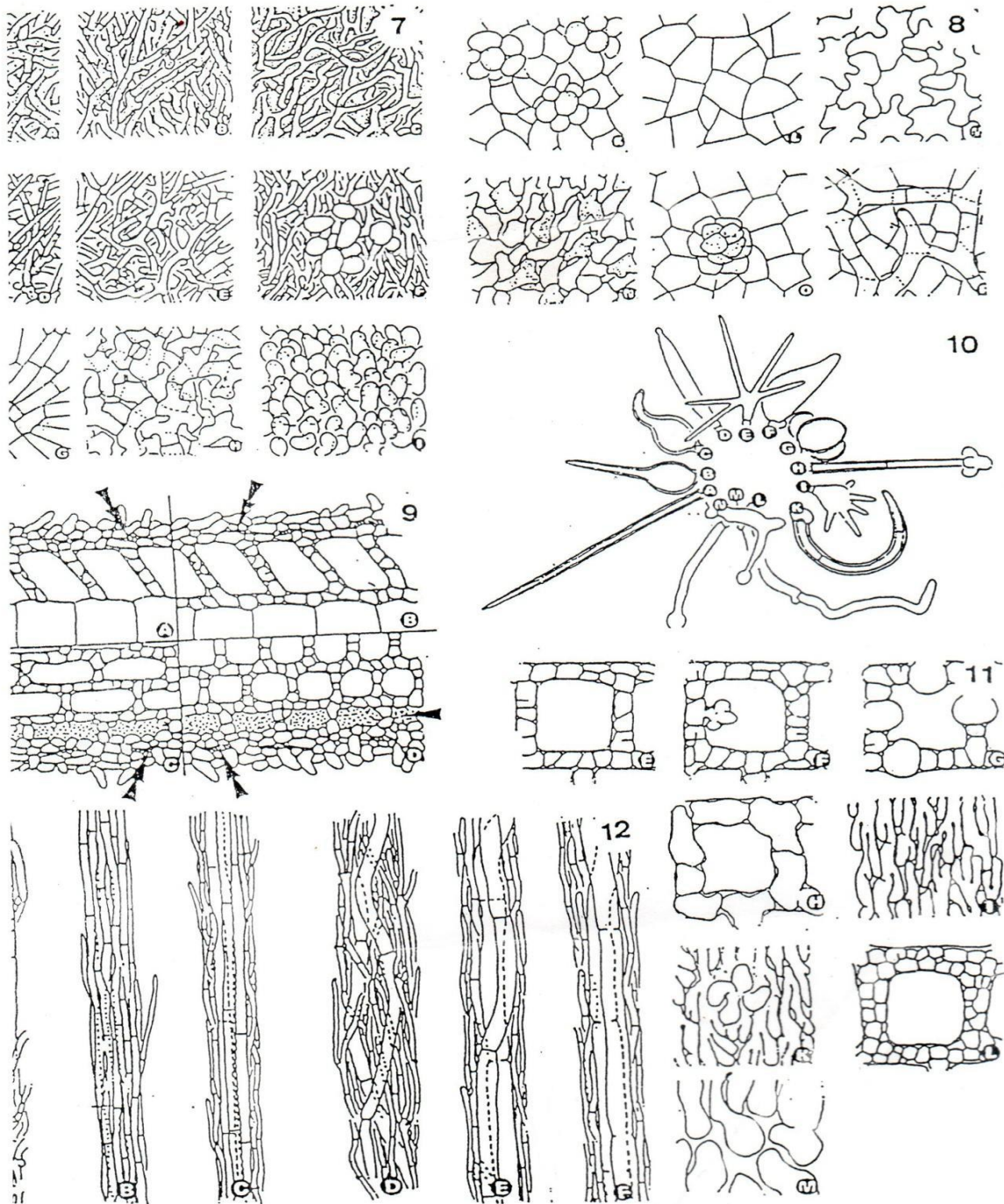
- ◆ ADAMS, R.P. — Junipers of the World : the genus *Juniperus*. *Trafford Publishing Co., Bloomington*. 2014
- ◆ Abderrezek L., 2017. Diagnostic écologique et conservation des juniperaies à Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L) dans les stations Zana et Nirdi (Aurès). Mémoire Magistère, Université de Batna 1, 217p.
- ◆ Adams R.P. 2014. Junipers of the world: The genus *Juniperus*, 4th ed. *Trafford Publishing, Baylor University, Waco, Txusa*, 425p.
- ◆ Adams R. P., 2014 ; Junipers of the word : the genus *Juniperus*. 4ème édition, (Ed.) *Trafford Publishing Co. Bloomington, IN*. 415 P.
- ◆ AIT YOUSSEF M.2006.Plantes médicinales de Kabylie Ibis.Paris.177-179.
- ◆ ABDESSAMED K. 1981. Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* M.) dans les massifs de l'Aurès et de Belezma.: Etude phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement. Thèse de docteur- ingénieur. Faculté des sciences et techniques ST Jérôme . Marseille.149p
- ◆ Adams, RP. (2004). Junipers of the World: The genus *Juniperus*. *Trafford Publishing, Vancouver, BC, Canada*.
- ◆ Agerer R. 2001. Exploration types of ectomycorrhizae. Aproposal to classify ectomycorrhizal mycelial systemsaccording to their patterns of differentiation and putative ecological importance. *Mycorrhiza* 11:107–114. doi:10.1007/s005720100108
- ◆ Agerer R. 2006. Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae. *Mycol Prog* 5 :67–107. doi: 10.1007/s11557-006-0505-x.
- ◆ Badri W., 2003. Structure, dynamique et fonctionnement des peuplements à Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Atlas marocains. Thèse de Doctorat, Cadi Ayyad Faculte Des Sciences Semlalia, Marrakech, 274p.
- ◆ Beghami Y., 2013; Ecologie et dynamique de la végétation de l'Aurès: Analyse spatio-temporelle et étude de la flore forestière et montagnard. Thèse Doc., Univ. Biskra. 255P.
- ◆ Boudy P., 1952 ; Guide du forestier en Afrique du nord. (Ed.)Maison Rustique. Paris. 505P.
- ◆ BOUDY P. 1950 –guide du forestier en Afrique du nord. Tome IV, Paris ,274-278.
- ◆ Bonfante P., Genre A.2010. Mechanisms underlying beneficial plant. Fungus interactions in mycorrhizal symbiosis. *Nature communications* 1 :48p.

- 
- ◆ Coussy B., Garraud L. & Godron M., 2013. Le Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) dans les Préalpes françaises : étude de l'écologie et de la structure des peuplements (The Incense juniper (*Juniperus thurifera* L.) in the French pre-Alps: study of the ecology and populations structure).
  - ◆ Duchesne L. C., Peterson R.L. & Ellis B.E., Pine root exudates stimulate the synthesis of antifungal compounds by the ectomycorrhizal fungus *Paxillus involutus*. *New Phytol.*, 108 : 471-476. 1988.
  - ◆ Dexheimer J. Etude structurale et fonctionnelle des interfaces entre le champignon et la plante-hôte. *Revue forestière française, Agro Paris Tech.*, 1997.
  - ◆ Farjon A., 2010. A handbook of the world's conifers. BRILL, *Leiden* • Boston, Boston, 1/2: 1111p.
  - ◆ Farjon A. & Filer D., 2013. An Atlas of the World's Conifers. BRILL, *Leiden* • Boston, Boston, 512p. DOI: 10.1163/9789004211810
  - ◆ Farjon A., 2005: A monograph of Cupressaceae and Sciadopitys. (Ed.) Royal Botanic Gardens, Kew. *Richmond, Surrey, UK*. 643 P.
  - ◆ Gauquelin T., 1999. Le genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.), un arbre emblématique des Monegros. *Bol. S.E.A.* (24) : 107–110.
  - ◆ Gauquelin T., Bertaudière-Montès A., Badri W. & Montès N., 2002. Sex ratio and sexual dimorphism in mountain dioecious thuriferous juniper (*Juniperus thurifera* L., Cupressaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 138 (2): 237–244. DOI: 10.1046/j.1095-8339.2002.138002237.x
  - ◆ Gauquelin, T., Idrissi Hassni M., Leberton P., 1988; Le genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) (Cupressacées), analyse biométrique et biochimique, propositions systématiques. *Ecologia Mediterranea*, 14: 31-42.
  - ◆ Gauquelin T., Bertaudière V., Montes N., Badri W., Asmode J. F., 1999; Endangered stands of thuriferous Juniper in the western Mediterranean basin : Ecological status, conservation and management. *Biodivers. Conserv.*, 8: 1479-1498.
  - ◆ Gaston B., 1990-La grande flore en couleurs (la flore de France) Edit. Belin. *Tome I, II, III, IV, index*. Paris. France.
  - ◆ Garbaye J., (2013). La symbiose mycorhizienne. *Synthèse edit-Quae*. 251p.
  - ◆ Gay G. & Gea L. Rôle de l'auxine fongique dans la formation des ectomycorhizes. *Acta. Bot. Gall.* 141 : 1-6. 1994.

- 
- ◆ Gay G. Rôle des hormones fongiques dans les associations des ectomycorhizes. *Cryptogam. Mycol.*, 9 (3) : 211-219. 1988.
  - ◆ Garbay ; 1988. Les plantations forestières tropicales. Un champ d'application privé légitime pour la mycorhization contrôlée. *Revue : Bios et forêt des tropiques*. 216, 23-34.
  - ◆ Hafsi.Z, et al. Étude de la variabilité morphologique (aiguilles, galbules) du complexe spécifique *Juniperus oxycedrus* L., le Genévrier oxycèdre, au sein de sept populations d'Algérie. 2017.
  - ◆ Hopkins, W.G (2003) *Physiologie végétale*. Bruxelles, De Boeck Supérieur, 532p.
  - ◆ Lapie G., Maige L A. (1914). *Flore forestière de l'Algérie* E Orhac. éditeur Librairie générale de l'Enseignement 1, rue Dantd Paris. 1 : 357 p.
  - ◆ Lapie Maige, 1914; *Flore forestière illustrée de l'Algérie*. (Ed.) Paris. E. Orhac Ed., 360 p.
  - ◆ Montes N., 1999 ; Potentialités, dynamique et gestion d'une formation arborée à Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera* L.) des Atlas marocains : le cas de la vallée de l'Azzaden. Thèse, Doc., Univ. Paul Sabatier, Toulouse. 203 p.
  - ◆ Miara M. D., Ait Hammou M. et Hadjadj Aoul S. (2013). Phytothérapie et taxonomie des plantes médicinales spontanées dans la région de Tiaret (Algérie). *Phytothérapie*. **11**:206-218.
  - ◆ Mikola, P. On the physiology and ecology of *Cenococcum graniforme*. *Communications Institutii Forestalis Fenniae*, 36: 1-104. 1948.
  - ◆ Quezel P., Gast M., Genévrier. *Encyclopédie Berbère*, V.20: 3016-3023. 2011.
  - ◆ Quezel P., Gast M., Genévrier. *Encyclopédie Berbère*, V.20: 3016-3023. 2011.
  - ◆ Ouhammou A., Hafidi M., Zarik L. & Khoulassa S., 2013. Gestion et conservation des thuriféraires au Maroc: cas du Parc national du Toubkal. *Ecologia mediterranea* 39 (1): 1.
  - ◆ Odum, E.P., Smalley, A.E (1959). Comparison of population energy flow of a herbivorous and a deposit-feeding invertebrate in a salt marsh ecosystem. *Proceedings of the National*
  - ◆ Rodriguez-García E., Olano J.M., Leroux O. & Mezquida E.T., 2019. Deciphering the role of reproductive investment, pollination success and predispersal seed predation on reproductive output in *Juniperus thurifera*. *Plant Ecology & Diversity* 12 (1): 37–49. DOI: 10.1080/17550874.2018.1549119
  - ◆ Romo A., Boratynski A., 2007; Nomenclatural note on *Juniperus thurifera* subsp *africana* (Cupressaceae). *Ann. Bot. Fenn.*, 44: 72-75.
  - ◆ Rivas-Martínez S., Rivas-Saenz S. & Penas A., 2002. Worldwide bioclimatic classification system. Backhuys Pub.

- ◆ Ricklefs, R.E. Et Miller, G.L. (2005) *Ecologie* 4<sup>e</sup> édition. Bruxelles, De Boeck Superieur, 858p.
- ◆ Small, E., Dentsch, G. (2001). *Nos jardins de pays froids*. Ed : CNRC. Pp 90.
- ◆ SEINGUE A., 1985- *la forêt circumméditerranéenne et ses problèmes*, éditions maisonneuve et la rose, deuxième version, Paris, 215-221.
- ◆ Schulz C., Jagel A. and Stutzel T. (2003). Cone morphology in *Juniperus* in the light of cone evolution in Cupressaceae s.l. *Flora*. 198:161–177.
- ◆ Smith S. E. & Read D. J., (2008). *Mycorrhizal Symbiosis*. Third edition.
- ◆ Smith S.E. & Read DJ. *Mycorrhizal symbiosis*. Second edition. Academic Press ; Harcourt Brace and Company Publishers, 605p. 1997.
- ◆ Smith S.E., Read, D.J. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*, 2nd edition. *Academic Press*, Toronto, Canada, 605 p.
- ◆ Temagout O., 1988; *Inventaire et répartition du Genévrier thurifère (Juniperus thurifera L.)*. *Memoire Ing. I.N.E.S Agronomie, BATNA*. 61 P.
- ◆ Villar L., 2013. *Le Genévrier thurifère, vieil arbre compagnon de l'homme en Méditerranée occidentale* „The incense juniper, an old and very useful tree for man in western Mediterranean area.” *Ecologia mediterranea* 39 (1): 7-15.
- ◆ Van Der Heijden, M. G., Klironomos, J. N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T.,...& Sanders, I.R.(1998). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396(6706),69-72.
- ◆ Wang B.E Qiu, Y.L (2006) Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16:299-363.
- ◆ Yahi N. *Les cedraies d'Algérie*. 2007.
- ◆ Zeraib A. 2018. *Etude phytochimique et chimio systématique de Juniperus thurifera L. En Algérie*. Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif, 154p.
- ◆ Zeraib A. 2018. *Etude phytochimique et chimio systématique de Juniperus thurifera L. En Algérie*. Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas Sétif 1, Sétif, 154p.




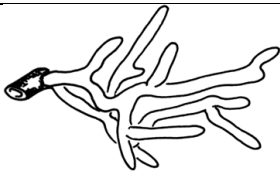
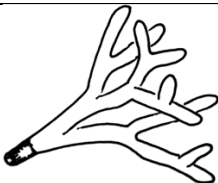


# **Annexe**





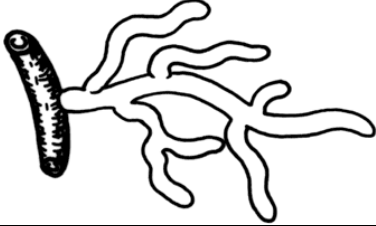



caractères microscopiques des ectomycorhizes, d'après Agerer (1991).  
 schematic drawings of different mantle types in surface view (différents types de structure du manteau fongique).  
 : plectenchymatous mantles (manteaux plectenchymateux).  
 ): pseudoparenchymatous mantles (manteaux pseudoparenchymateux).  
 ): 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).

**Annexe 1 : différents types de rhizomorphes selon Agerer (1999-2006)**

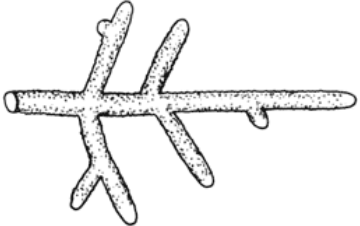
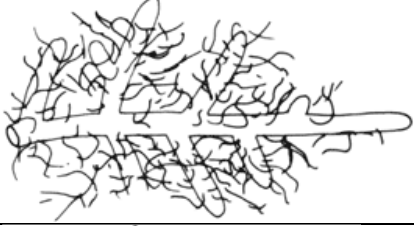
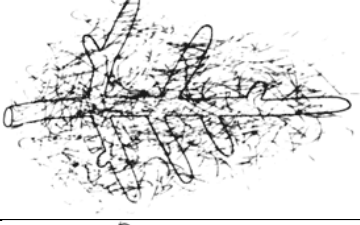
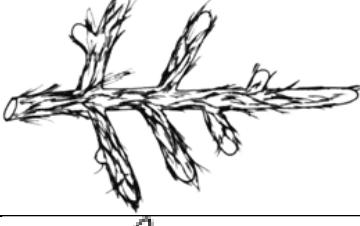
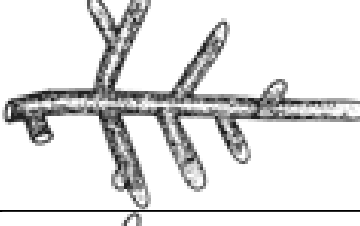

## Annexe 2 : Différentes forme de distributions des ectomycorhizes (www.Deemy.de).

	Simple	<input type="checkbox"/> La mycorhize possède un axe qui est dépourvue de ramification
	Monopodiale-penné	<input type="checkbox"/> Système mycorhizien possédant un long axe. <input type="checkbox"/> Les ramifications latérales sont situées sur le même plan
	Monopodiale-pyramidale	<input type="checkbox"/> 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	<input type="checkbox"/> Mycorhizes naissant ça et là. <input type="checkbox"/> Echelonnées de part et d'autre le long de la racine longue, rappelant les fleurs sur une grappe
	Dichotomique	<input type="checkbox"/> Les mycorhizes sont très vite divisés en deux d'une façon répétée le long de la racine longue.
	Coralloïde	<input type="checkbox"/> Ensemble de dichotomies successives et rapprochées, dont l'ensemble rappelle l'aspect d'un arbre
	Noduleuse	<input type="checkbox"/> Elle caractérise des racines courtes, dichotomiques ou coralloïdes. <input type="checkbox"/> Les racines sont regroupées sous un voile fongique faisant disparaître toute organisation, dont l'ensemble donne l'aspect d'une nodosité.

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

	Droite
	Courbée
	Sinueuse
	Tortueuse
	Apex plus large que la base
	Perlée

**Annexe 4** : Différentes textures du manteau des ectomycorhizes ([www.Deemy.de](http://www.Deemy.de)).

	Granuleuse
	Laineuse
	Cotonneuse
	Denses ficelles
	En feutrage
	Lisse

**Annexe 5** : description des vingt morphotypes ectomycorhizes des 3 espèces du *Juniperus*.

N°	Distribution	Ph.ext.mat	Explorât	Couleur	Forme
EcM1	Simple	Granuleuse	Contacte	Marron	Apex plus large que la base
EcM2	Simple	Granuleuse	Contact.	Marron	Perlée
EcM3	Simple	Lisse	Contact	Marron orangé	Droite
EcM4	Simple	Lisse	Contact	Marron jaunâtre	Droite
EcM5	Simple	Lisse.	Contact	Marron orangé	Courbée
EcM6	Simple	Lisse	Contact	Couleur marron	Courbée
EcM7	Simple	En feutrage	Contact	Marron foncé avec tête pointue noir	Droite
EcM8	Simple	Lisse	Contact	Marron foncé	Perlée
EcM9	Simple	Lisse	CD	Marron foncé	Courbée
EcM10	Simple	En feutrage	CD	Marron jaunâtre	Courbée
EcM11	Monopodiale pennée	Cotonneuse	CD	Marron orangé	Sinueuse
EcM12	Simple	Lisse	CD	Marron foncé	Apex plus large que la base
EcM13	Simple	Dense	CD	Marron foncé	Courbée
EcM14	Simple	Lisse	CD	Marron foncé	Courbée
EcM15	Simple	Lisse.	CD	Marron foncé	Courbée
EcM16	Irrégulière penné	Lisse.	MLD	Marron foncé	Sinueuse
EcM17	Simple	En feutrage	MLD	Marron	Un apex plus large que la base.
EcM18	Simple	Laineuse.	MLD	Marron foncé	Courbée
EcM19	Simple	Lisse	MLD	Marron foncé	Droite
ECM20	Simple	En feutrage	MLD	Marron orangé	Courbée

**Annexe 6** : Classe des pH d'après CALVET et VILLEMIN (1986).

<b>pH</b>	<b>Qualification des sols</b>
pH <5	Fortement acide
5 < pH < 6	Franchement acide
6 < pH < 6.5	Légèrement acide
6.6 < pH < 7.3	Neutre
7.4 < pH < 7.7	Légèrement alcalin
pH > 7.8	Alcalin

# Résumé

## Résumé

Dans le but de mieux connaître la communauté ectomycorhizienne de quelques espèces du genre *Juniperus* dans la région de Batna et de Chréa, une étude comparative a été réalisée sur trois espèces *J.thurifera*, *J.phoenicea* et *J.oxycedrus* dans les trois stations Chélia, Djerma et Chréa.

L'observation et l'étude morpho-anatomique des trois espèces du Genévrier a permis de distinguer 20 morphotypes ectomycorhiziens. Parmi ces vingt morphotypes nous avons relevé la richesse morphotypique commune aux trois stations étudiées et la richesse spécifique de chaque population suivant les conditions du milieu.

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne obtenue un pourcentage plus élevé en EcM dans la station de Djerma suivie Chélia, en revanche il est un peu faible au niveau de la station de Chréa.

L'estimation de la colonisation ectomycorhizienne en fonction des stratégies exploratoires a révélé que le type contact est plus élevé dans toutes les stations, le type exploratoire courte distance est plus élevé dans la station de Djerma bien que le type moyenne et longue distance est presque similaire dans toutes les stations.

**Mots clés :** *Juniperus thurifera*, *Junioerus phoenicea*, *Jiniperus pxycedrus*, symbiose mycorhizienne, ectomycorhizes, Chélia, Djerma et Chréa

### Abstract

With the aim of better understanding the ectomycorrhizal community of some species of the *Juniperus* genus in the region of Batna and Chréa, a comparative study to be carried out on three species *J.thurifera*, *J.phoenicea* and *J.oxycedrus* in the three stations Chélia, Djerma and Chrea.

The observation and morpho-anatomical study of the three species of Juniper made it possible to distinguish 20 ectomycorrhizal morphotypes. Among these twenty morphotypes we noted the morphotypic richness common to the three stations studied and the specific richness of each population depending on the environmental conditions.

The estimate of ectomycorrhizal colonization obtained a higher percentage in EcM in the Djerma station followed by Chélia, on the other hand it is a little low at the Chréa station.

The estimation of ectomycorrhizal colonization based on exploratory strategies revealed that the contact types is higher in all stations, the short distance exploratory type is higher in the Djerma station although the medium and long distance type is almost similar in all stations.

Keywords: *Juniperus thurifera*, *Junioerus phoenicea*, *Jiniperus pxycedrus*, mycorrhizal symbiosis, ectomycorrhizas, Chélia, Djerma and Chréa.