

République Algérienne Démocratique et Populaire.

Ministère de l'Enseignement supérieur et de la recherche Scientifique.

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.



Mémoire de fin d'étude.

Présentée Par :

Mme DOUFENE Née CHABANE RABIA

En vue de l'obtention de diplôme :

MASTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES.

Spécialité : Ecologie forestière.

Option : Diversité, Fonctionnement et Evolution des Ecosystèmes forestier.

Thème

Approche descriptive et quantitative de la communauté ectomycorhizienne de trois populations de *Taxus Baccata* cas de la population: Akfadou, Chréa ,Tikjda.

Soutenu le 31 /10/2019

Devant le jury :

Présidente : Mme SI MOHAMMED -HAMIDOUCHE.C

MAAU.M.M.T.O

Promotrice : Docteur KADI-BENNANE. S

MCB-U.M.M.T.O

Co-promotrice : Docteur HARCHAOUI-BOURNINE. C

MCB-U.M.M.T.O

Examinatrice : Mme MEZAOUR. N

MAA-U.M.M.T.O

2018/2019



A mes chers parents

A mes beaux parents

A mes frères et sœurs

A mon mari

A mes enfants : abdeslam et
asssalas

Remerciement

*Je tiens d'abord à remercier ma promotrice Docteur **Kadi-bennane saliha**, Pour sa patience avec laquelle elle a su me supporter. Merci pour votre complicité, votre confiance et votre simplicité, et pour m'avoir transmis une passion inlassable pour les champignons mycorhiziens que j'ai découverts avec vous. Toute ma gratitude et mon sincère respect.*

*Je ne peux oublier de remercier ma Co-promotrice Docteur **Harchaoui-Bournine. Chafia** pour votre inquiétude, pour ces précieux conseils et pour le temps que vous m'avez consacré malgré vos empêchements, merci pour votre gentillesse.*

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

*A` Mme **Si Mohamed -Hamidouche.Chafiaa** qui a accepté de présider le jury ; et de faire partie de ce jury.*

*A Mme **Mezaour Nadjat** qui a bien voulu accepter d'examiner ce modeste travail, et qui a apporté ses remarques de professionnel dans le domaine des mycorhizes afin d'améliorer la qualité de ce travail.*

*Un vif remerciement en particulier à **Karima**, l'ingénieur de laboratoire pour ces encouragements et ces conseils.*

*Merci également à mes amies **Warda et Meriam** qui m'ont beaucoup encouragée. Trouvez là, mes sincères sentiments d'amitié.*

Un grand merci à mon mari qui m'a beaucoup encouragée dans mes études ; merci pour votre présence et votre confiance.

Merci à toute personne qui m'a donné de l'aide dans ce travail.

Liste des abréviations

ECMs : Ectomycorhizes.

MA : Mycorhizes à arbuscules.

RH : Réseau de Hartig .

M : Manteau .

OR :Ornementations.

P : Peloton.

A : Arbuscule

T : Tannins.

T°M : Température maximale de mois juin.

T°m : Température minimale de mois juin.

T° moy : Température moyenne de mois juin.

Q2 : Quotient pluviothermique et climatique d'Emberger.

Sommaire :

Liste des abréviations.....	03
Liste des figures.....	06
Introduction.....	07
I. L'association Mycorhizienne.....	10
A. Les champignons mycorhiziens	10
1. Définition.....	10
2. Les principaux types de symbioses	10
a. LES ECTOMYCORHIZES :.....	10
b. LES ENDOMYCORHIZES :.....	11
d. LES ENDOMYCORHIZES DES ERICACEES :.....	11
e. LES MYCORHIZES A VESICULES ET ARBUSCULES :.....	11
f. LES ECTENDOMYCORHIZES :.....	11
3. La plante hôte	13
4. Classification typologique des ectomycorhizes.....	13
a. La morphologie des ectomycorhizes.....	14
a.1. Le manteau fongique	14
a.2. Réseau de Hartig	16
a.3. Phase extramatricielle des ectomycorhizes.....	16
5. Rôle des ectomycorhizes	20
B. La Plante hôte.....	21
1. Origine et l'aire de répartition de <i>Taxus baccata</i>	21
2. Les caractéristiques écologiques	21
3. Intérêts de <i>Taxus baccata</i> :	22
A. Présentation des stations d'étude :	25
1. La station de Chréa :.....	25
2. La station de Tikjda :	25
2. La Station de la fontaine des ifs dans la forêt de l'Akfadou :	25
B. Méthode et prélèvement	27
a. Mesure du pH des sols :.....	27
b. Mesure de la température du sol :.....	27
c. Détermination de l'âge des arbres :.....	28

d. Approche qualitative des ectomycorhizes	28
1. La récolte du matériel végétal	28
3. Paramètres descriptifs des ectomycorhizes	28
4. Estimation de la colonisation mycorhizienne.....	29
5. Analyses statistiques :	29
A. Les caractéristiques pédologiques des stations :	32
B. Détermination de l'âge des arbres :.....	32
C. Etude morpho-anatomique des ectomycorhizes de <i>Taxus baccata</i> :	34
1. La description des ectomycorhizes communes de la station de chréa.....	34
1.1. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa :	36
2. La description des ectomycorhizes communes de la station de Tikjda.....	44
2.2. La description des ectomycorhizes spécifiques de la station de Tikjda :.....	46
3. La description des ectomycorhizes communes de la station d'akfadou :.....	50
3.3. La description des ectomycorhizes spécifiques de la station d'akfadou.....	51
4. Estimation de la colonisation mycorhizienne chez <i>Taxus baccata</i>	53
5. Analyses statistiques	56
6. Analyses en composantes principales	56
7. Cercle de corrélation de toutes les variables et le diagramme de dispersion des échantillons des trois stations (Chréa ; Tikjda ; Akadou)	56
Discussion	57
Conclusion :.....	61
Références bibliographiques.....	62
Annexes.....	67

Liste des figures :

Figure I-1 Représentation schématique des sections transversales des huit types de mycorhizes (Garbay, 2013)	13
Figure I-2 Distribution morphologique des ectomycorhizes.....	14
Figure I-3 les différents types de manteau selon Agerer & Rambold(2004-2013).	15
Figure I-4 Différents types exploratoires selon Agerer (2001).	18
Figure I-5 : Différents types de rhizomorphe selon Agerer (1999-2006).....	19
Figure II-1: Carte de répartition de <i>Taxus baccata</i> en Algérie (Hamidouche et al, 2013).	26
Figure II-2 : différentes étapes réalisées au laboratoire pour mesurer le PH.	27
Figure II-3: Comptage des cernes pour la détermination de l'âge des arbres.	28
Figure II-4 : méthode de comptage des effectifs des ectomycorhizes sur une unité de longueur de racines avec le logiciel Mesurim.	29
Figure III-1: morphotype 4 ; a : la phase extramatricielle ; a ; b ; c : Manteau plectenchymateux vu au microscope optique (G×400) et un réseau de Hartig ; d : Ornementation type A.....	35
Figure III-2: Morphotype 5 ; A : phase extramatricielle de manteau ; C : Le manteau plectenchymateux ; D : réseau de Hartig (G×400) ; B : Ornementation type G (G×400).....	35
Figure III-3: Morphotype 8, a : d'une forme pyramidale d'une phase extramatricielle lisse ; b : un manteau fin, un réseau de Hartig ; c : réseau de Hartig avec la présence de pelotons (G×400).....	36
Figure III-4 : morphotype 16 ; a : la phase extramatricielle ; b, c : un manteau épais et un réseau de Hartig (G×400).	36
Figure III-5 : Morphotype 9 ; a : La coupe anatomique transversale de Morphotype 9 (G×100) ; b : des arbuscules à l'intérieur des cellules corticales (G×400).	44
Figure III-6: Morphotype 12 ; a : peloton à l'intérieur de la cellule corticale (G×400) ; b : coupe anatomique transversale de Morphotype 12 (G×400).	45
Figure III-7: Morphotype 27 ; a : un manteau moyen épique, un réseau Hartig sur deux couches de cellules avec des ornements (G×100) ; b : réseau Hartig type G (G×400).	45
Figure III-8: Morphotype 55 ; a : un manteau plectenchymateux, Le réseau de Hartig s'étale sur trois couches de cellules corticales ; b : des cellules de tanins. (G×400).	50
Figure III-9: Morphotype 65 ; a : manteau pseudoparenchymateux. Le réseau de Hartig s'étale sur les trois couches de cellules corticales de type (E) ; b : cellule de tanins	51
Figure III-10: l'Evolution de la colonisation ectomycorhizienne chez les différents arbres de <i>Taxus baccata</i> station d'Akfadou, (2019).....	54
Figure III-11: l'Evolution de la colonisation ectomycorhizienne chez les différents arbres de <i>Taxus</i> .	54
Figure III-12: l'Evolution de la colonisation ectomycorhizienne chez les différents arbres de <i>Taxus baccata</i> de la station Chréa, (2019).....	54
Figure III-13: Analyse en composante principale (ACP). A- Cercle de corrélation de toutes les variables (fréquence absolue, PH, MJ, pj, Q2, Reche spécifique, Tm, mj, Age). B- Diagramme de dispersion des échantillons des trois stations : Chréa : A1-A6 ; Tikjda A1-A6 ; A1-A8 : arbre pour la station Akafadou.....	57

Introduction générale

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). A ce jour, plus de 90% des plantes terrestres sont en symbiose avec des champignons mycorhiziens (Wang et Qiu 2006). Ces derniers ont donc une forte influence sur les écosystèmes (Cardon et Whitbeck 2007).

La symbiose mycorhizienne est classée selon leur écologie, leur morphologie et leur structure. Elle est appréciée par le degré de dépendance des deux partenaires et les conditions environnementales dans laquelle elle évolue. (Les champignons ectomycorhiziens des arbres forestiers en Afrique de l'Ouest Méthodes d'étude, diversité, écologie, utilisation en foresterie)

On estime qu'il y a environ 6 000 espèces de plantes terrestres qui peuvent former des ECM (Taylor et Alexander, 2005 ; Tedersoo *et al.* 2010). Les espèces de Plantes à ECM sont des Gymnospermes et surtout des angiospermes d'autres ne contractent que des associations endomycorhiziennes (cas des herbacées et de quelques espèces ligneuses). La compréhension des rôles des facteurs environnementaux dans la détermination de la colonisation mycorhizienne des espèces végétales peut fournir des informations précieuses sur le fonctionnement et l'importance de ces mutualismes non seulement pour les espèces capables de contracter les deux types d'association AM et ECM, mais aussi pour les plantes qui forment un seul type d'association mycorhizienne.

D'après Thomas et Polwart (2003) l'if est considéré comme étant une espèce indicatrice de la santé des écosystèmes forestiers, vu l'intérêt écologique, économique et médicinal ; nous nous sommes intéressés à une espèce forestière qui est l'if ; dont le statut mycorhizienne et encore peu connu ; L'if (*Taxus baccata* L.) est une gymnosperme dioïque présente à travers

tout l'Europe et qui s'étend en Afrique du nord et au moyen orient avec des populations isolées et des Individus dispersés (Sauvage 1941, Maire 1952, Mossadegh 1971, Thomas et Polwart 2003, Piovesan *et al* ; 2009). Son aire actuelle en Algérie, est incluse partiellement dans quelques aires protégées (réserve naturelle des Babors, Parc National du Djurdjura et de Chréa). En outre, une étude préliminaire de son statut mycorhizien a révélé la coexistence des deux types des mycorhizes contrairement aux rares travaux rapportés dans la littérature (Harchaoui-Bournine. C ,2017), décrivant cette espèce strictement à endomycorhizes arbusculaire (Prat, 1926 ; Boullard, 1968 ; Hariey, 1969 ; Strullu, 1978 ; Garbaye, 2013).

Dans le but de mieux connaitre le statut mycorhizienne de *Taxus baccata* nous aurons: Inventorie le cortège mycorhiziens de l'if dans les trois stations : Chréa, Tikjda, et Akfadou et d'estimée quantitativement la mycorhization de cette espèce. Afin d'établir le lien entre la symbiose mycorhizienne observée chez *Taxus baccata* et les facteurs environnementaux.

Pour ce faire nous avons entrepris les étapes suivant :

- 1- chapitre I : rappels bibliographiques.
- 2- chapitre II : matériel et méthodes utilisés.
- 3- Chapitre III : nous présenterons les résultats de l'estimation qualitative et quantitative.

Chapitre I :

Synthèse bibliographique

I.L'association Mycorhizienne

A. Les champignons mycorhiziens

1. Définition

Au sein de la rhizosphère, les champignons mycorhiziens forment avec les racines des plantes des organes symbiotiques appelés mycorhizes. Le terme mycorhize a été introduit par Albert Bernhard Frank en 1885, et provient des mots Grecs : « mycos » traduisant le mot champignon et « rhiza » signifiant racine. 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).

A cette association est greffé un complexe bactérien qui joue un rôle essentiel dans l'établissement de la symbiose et dans l'altération des minéraux primaires de la rhizosphère plus précisément de la mycorhizosphère. La symbiose ectomycorhizienne est donc un acteur majeur dans le fonctionnement des écosystèmes forestier (Duhoux et Nicole, 2004).

2. Les principaux types de symbioses

D'après la morphologie de l'organe résultant de l'association plante – symbiote fongique, différents types de mycorhizes sont distingués. Les mycorhizes à arbuscules, les mycorhizes orchidoïdes et les ectomycorhizes sont les plus fréquentes et les plus étudiées. Les mycorhizes à arbuscules sont les plus primitives et les plus répandues dans les écosystèmes naturels et cultivés (Tedersoo et *al.*, 2010). Les mycorhizes à arbuscules seraient à l'origine des autres types de symbiose mycorhizienne et coïncideraient avec celle des végétaux terrestres il y a 450 millions d'années (Wang et Qiu, 2006).

a.Les ectomycorhizes :

La diversité des champignons formant des ectomycorhizes est importante, avec au moins plusieurs milliers d'espèces connues Les ECMs dominent dans les écosystèmes forestiers (Read 1991). Elles concernent plus de 7000 espèces de champignons appartenant aux Basidiomycètes et aux Ascomycètes.

Le terme ectomycorhizes (ECMS) indique que le champignon ne pénètre pas la cellule de la plante hôte. Le champignon forme un manchon mycélien : le manteau à partir duquel se

développent les hyphes s'insère entre les cellules corticales de la racine formant le réseau de Hartig. Les ECMs dominant chez les espèces forestières (Read 1991).

b. Les endomycorhizes :

(du grec endon : à l'intérieur) sont caractérisées par l'absence de manchon mycélien externe et par la pénétration des hyphes fongiques dans les cellules corticales. On rencontre

c. Les endomycorhizes des orchidées :

Elles sont uniques car les associations fongiques se font avec des cellules d'embryons de graines en germination (Peterson *et al* ; 1998), ainsi qu'avec les racines des jeunes plants et des plantes adultes. Ce type de mycorhize forme des bobines intracellulaires appelé pelotons. Les espèces fongiques impliquées sont des Basidiomycètes (Peterson *et al* ; 2008).

d. Les endomycorhizes des éricacées :

Associées aux Ascomycètes (les Pezizaceae). Dans ces deux cas, le mycélium forme des pelotons à l'intérieur des cellules du parenchyme cortical.

e. Les endomycorhizes des cistacées où les pénétrations endocellulaires ont une forme Coralloïde. Les champignons symbiotiques impliqués appartiennent aux Ascomycètes hypogés.

f. Les mycorhizes à vésicules et arbuscules :

Formées par des champignons inférieurs et qui concernent environ 80 % des espèces végétales (Barea et Honrubia, 1993). Ces associations doivent leur nom aux structures fongiques résultant des hyphes intracellulaires qui se ramifient intensément à l'intérieur des cellules du cortex racinaire pour former des structures appelées arbuscules. Ces hyphes peuvent former des vésicules (Bonfante-Fasolo, 1984).

g. Les ectendomycorhizes :

Caractérisées à la fois par la présence du manteau mycélien et le développement d'hyphes inter et intracellulaires. Elles se rencontrent chez les Arbutacées, les Monotropacées et sont formées par des Basidiomycètes (Cortinarius, Boletus... Mikola, 1948).

Les recherche de Smith & Read (2008) amendé par Garbaye (2013) déterminent huit types de mycorhizes (Tableau 1) : les mycorhizes à vésicules et à arbuscules ou Mycorhizes à arbuscules (MA), les ectomycorhizes (ECM), les ectendomycorhizes, les mycorhizes Arbutoïdes, Monotropoïdes, Ericoïdes et Orchidoïdes. Et enfin les pseudomycorhizes absente du tableau mais représentée dans la figure 1.

Tableau1 : Les différents types de mycorhizes (Smith et Read, 2008).

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

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. =Ptéridophyte=ectomycorhizes ; - =absent ; + = présent ; *=rare;** =les Orchidaceae ne sont pas chlorophylliennes au stade juvénile

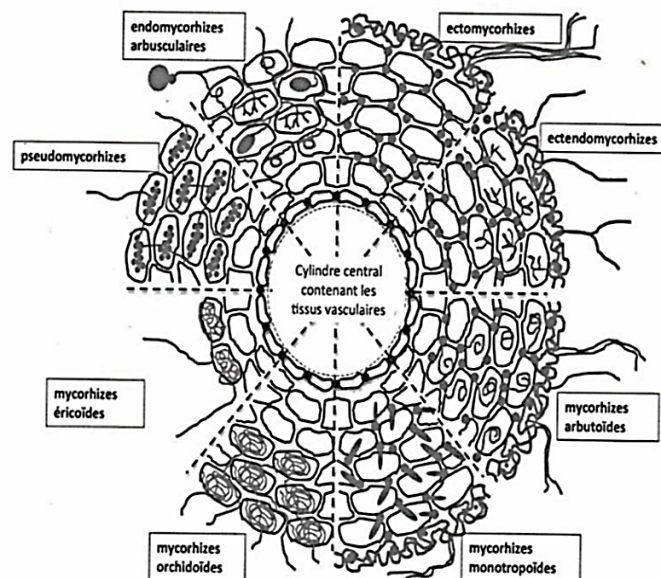


Figure -1 Représentation schématique des sections transversales des huit types de mycorhizes (Garbay, 2013)

3. La plante hôte :

Taylor et Alexander (2005) précisent que du côté de la plante hôte, la symbiose ectomycorhizienne implique plus de 8000 espèces végétales. Les arbres sont majoritairement impliqués dans cette symbiose, mais on y trouve aussi des arbustes, des lianes et des herbacées. Les arbres sont représentés principalement par les familles et/ou sous-familles des Bétulacées (bouleaux, aulnes, charmes, noisetiers), Caesalpinioideae, Dipterocarpaceae, Fagacées (hêtres, chênes, châtaigniers), Myrtacées (*Eucalyptus*, *melaleucas*), Papilionoideae et Pinacées (pins, mélèzes, épicéas, sapins, cèdres, Tsugas, Pseudotsugas). En général, les arbres à ECM dominant la strate arborée des forêts boréales et tempérées de l'hémisphère nord, des forêts tempérées et subtropicales de l'hémisphère sud, des forêts à Dipterocarpaceae en Asie du Sud-Est et à Caesalpinioideae en Afrique tropicale (Garbaye.,2013).

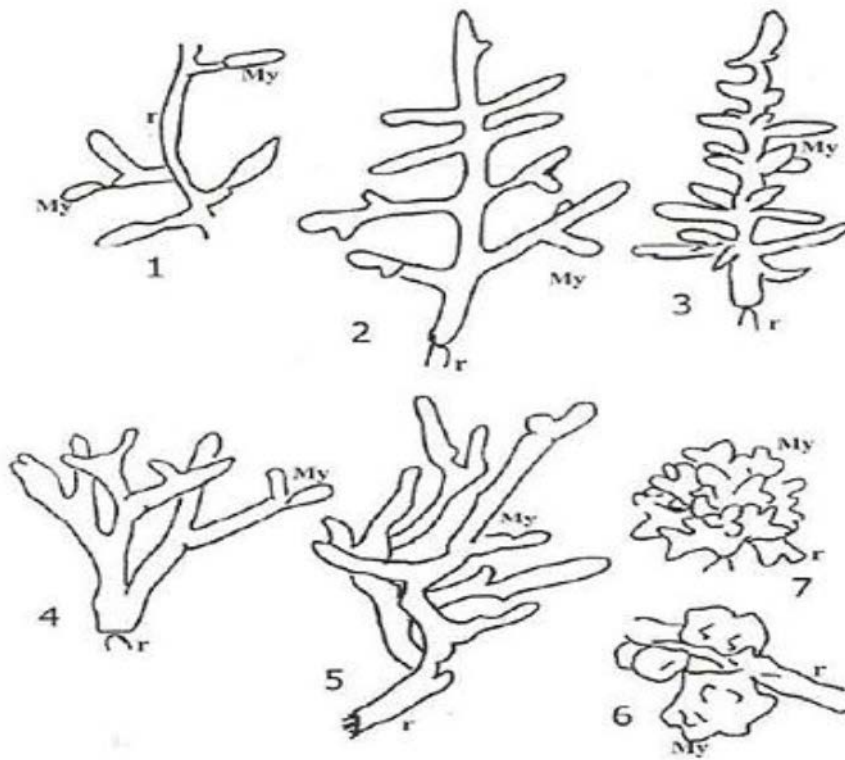
4. Classification typologique des ectomycorhizes :

L'interaction entre les ECMs et les racines des plantes implique la mise en place d'un « dialogue moléculaire entre les deux partenaires et la régulation de l'expression de nombreux gènes chez ces derniers (Lagrange et al. 2001 ; Plenchette et Martin 2012 ; Le Quéré et al. 2005 ; Sebastiana et al. 2014). Melin (1927) a été le premier à proposer une classification des ectomycorhizes basée sur des critères morphologiques suivi par la classification de Dominik

(1956), Cette dernière sera révisée en 1969 et qui prend en considération, en plus des critères morphologiques et couleur, les critères macroscopiques et microscopiques du manteau incluant les ornementsations

a. La morphologie des ectomycorhizes :

Dominik (1956), Boullard (1968) ont insisté sur le critère de ramification des racines mycorhizes pour distinguer les différentes morphologies des ectomycorhizes (figure 2). Depuis, plusieurs auteurs se sont intéressés à la classification des mycorhizes de diverse essences végétales Marks, 1965 ; Trappe 1967 ; Zak 1973 ; Voiry 1981 ; Al Abras 1985 et Agerer (1987, 2001) en tenant compte d'autres critères anatomiques.



1. Simple, 2. Monopodiale, 3. Pyramidale, 4. Dichotomique, 5. Racemeuse, 6. Noduleuse, 7. Coralloïde.

Figure -2 Distribution morphologique des ectomycorhizes.

a.1. Le manteau fongique :

Le manteau est formé par l'enchevêtrement des hyphes qui s'accrochent les uns aux autres pour former un manchon fongique autour des radicelles vers l'extérieur et pénètrent dans la racine. Une coupe transversale à travers une racine courte ectomycorhizée révèle la structure du manteau, véritable tissu fongique formé d'hyphes plus ou moins différenciés et enchevêtrés

selon l'espèce de champignon. Très schématiquement, ils on distingue deux organisations : l'une de type plectenchyme (les hyphes forment un feutrage lâche et gardent leur morphologie propre) l'autre pseudo-parenchyme (faux tissu plus dense, avec des hyphes à articles raccourcis et étroitement soudés les uns aux autres, et finit par ressembler a un vrai parenchyme végétal avec parfois des cellules isodiamétriques).Cependant, il existe une infinité de formes cellulaires et d'arrangements possibles, ce qui fait que l'observation détaillée du manteau au microscope, est à la base des clés de détermination morphologique des ectomycorhizes et d'identification des champignons associés (Garbaye, 2013). Les différents types de manteau sont décrits en détail par Agerer (1987-2012, 1991, 1995, 2006) et Agerer et Rambold (2004-2013) et divisés en 16 types (fig.3) : neuf plectenchymateux et sept pseudo-parenchymateux. Les Laticifères, la présence de latex, longueur, épaisseur, et ramifications des hyphes peuvent se produire dans tous les types de manteau (Agerer, 2006).

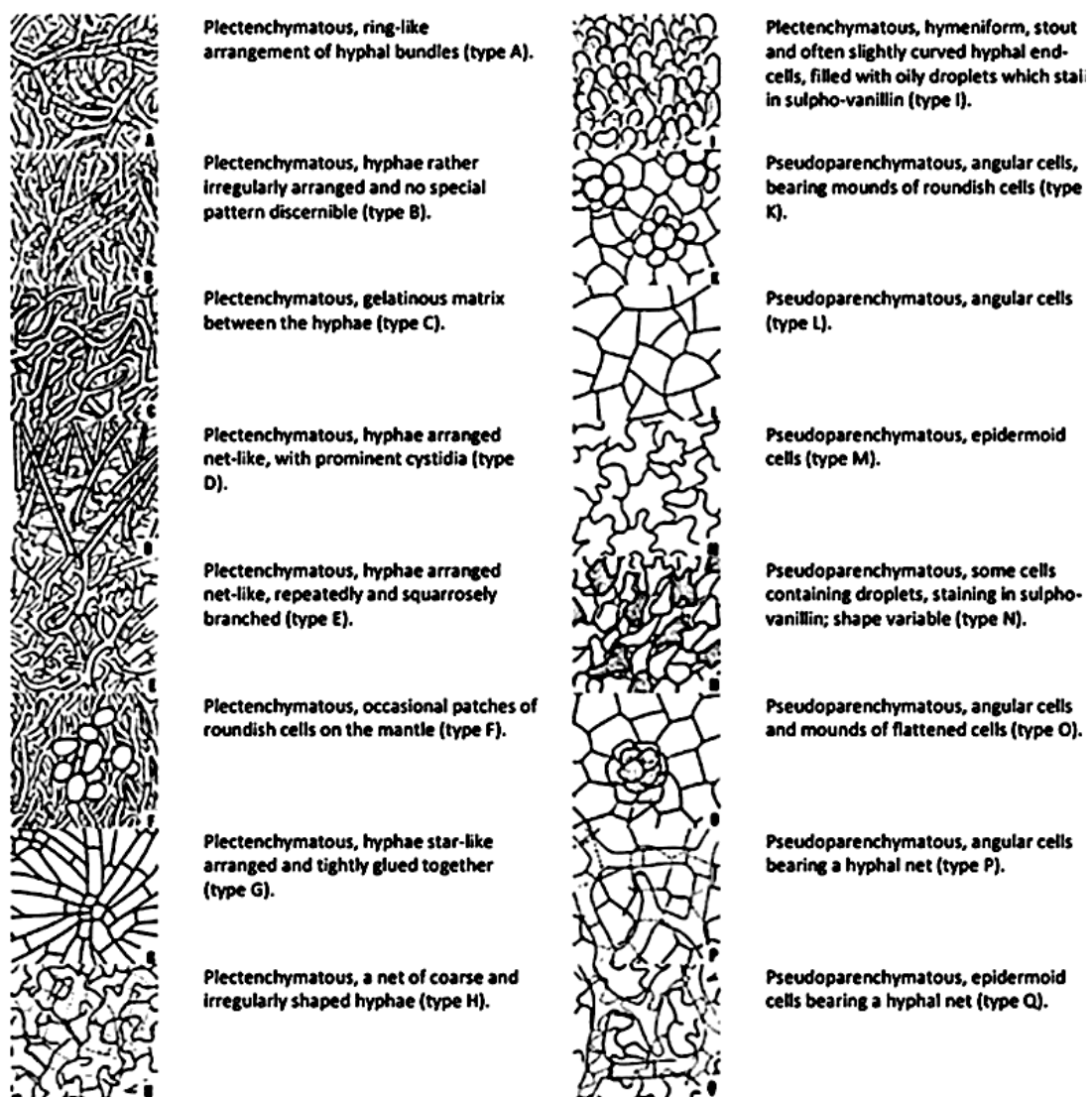


Figure -3les différents types de manteau selon Agerer & Rambold(2004-2013).

a.2.Le réseau de Hartig :

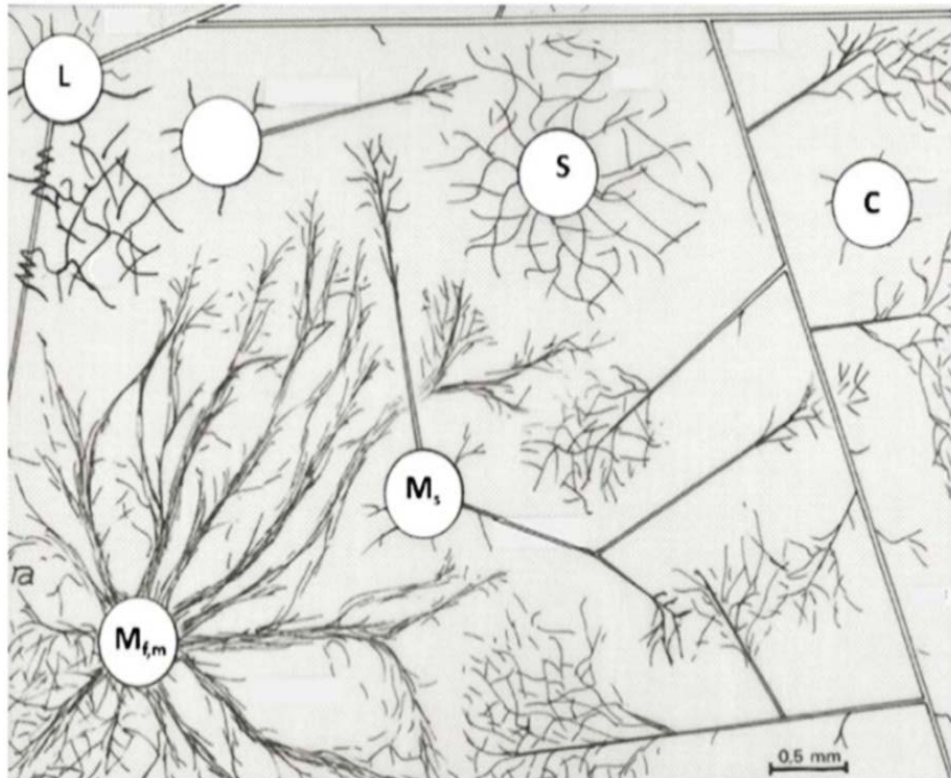
Le réseau de Hartig est localisé dans le cortex racinaire. Il est un système intercellulaire complexe avec peu ou pas de pénétration cellulaire qui est formé par la pénétration des racines par les hyphes (Smith et Read, 2008). Par la présence du réseau de Hartig, l'association ectomycorhizienne et ectendomycorhizienne est avérée (Frank, 1885 ; Harley et Smith, 1983). En effet, par les travaux de Brunner et Scheidegger (1994), le rôle du réseau de Hartig ont mis en évidence dans l'établissement de l'ectomycorhizes. Ce réseau joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de la symbiose. Il est l'interface d'échange entre les deux partenaires. Le réseau de Hartig peut pénétrer plus ou moins profondément entre les cellules du parenchyme cortical, selon la plante-hôte et l'espèce fongique (Meotto, 1996) Il a un rôle équivalent à celui des arbuscules dans les échanges entre partenaires. Les résultats des travaux de Burgess *et al.*, (1994) et ceux de Dell *et al.*, (1994) confortent l'hypothèse que le réseau de Hartig est la zone primaire de transfert des nutriments de l'association. Chez la plupart des Angiospermes, la pénétration se limite à la couche de cellule épidermique, formant un réseau de Hartig «épidermique» (Godbout et Fortin, 1983). On distingue deux types: le type «para-épidermique», majoritaire, dans lequel les cellules sont partiellement encerclées par le champignon et le type péri-épidermique dans lequel les hyphes encerclent la totalité des cellules (Godbout et Fortin, 1983). Chez les gymnospermes, le réseau de Hartig pénètre généralement au-delà de l'épiderme, dans le cortex, se prolongeant parfois jusqu'à l'endoderme. Une fois la colonisation terminée, le champignon ne pénètre pas au-delà de cette limite. Dans la plupart des ectomycorhizes, les cellules corticales de l'hôte dégèrent rapidement ou se transforment en cellules à tanins alors que le réseau de Hartig contient encore des hyphes vivants (Dexheimer, 1997).

a.3.La phase extramatricielle des ectomycorhizes :

Du manteau fongique émane un réseau extramatriciel d'hyphes qui explorent un grand volume de sol allant au-delà de la rhizosphère et déterminant la mycorrhizosphère. Le mycélium extramatriciel produit par les champignons ectomycorhiziens varie d'un petit nombre d'hyphes à de plus en plus nombreux sur quelques mètres et connue sous la dénomination de Rhizomorphes. Ces derniers forment de vastes systèmes de mycélium qui

occupent de grands volumes de sol entourant les pointes des racines colonisées (Agerer, 1987-2002). L'extension et la structure de ce mycélium extramatriciel peut être différent chez les champignons ectomycorhiziens (Agerer, 2001). Le premier type est caractérisé par des hyphes individuels ou peu agrégés, à surface hydrophile, capables d'absorber l'eau sur toute leur longueur et revêtues d'un film liquide lorsque le sol n'est pas trop sec (Garbaye *et al.*, 1993). Le deuxième type au contraire, est caractérisé par des hyphes hydrophobes sur toute leur longueur à l'exception des extrémités; ces hyphes sont agrégés en cordons plus ou moins structurés qui se ramifient dans les zones du sol. Dans les deux cas (hyphes individuelles hydrophiles ou cordons hydrophobes), le mycélium externe des ectomycorhizes permet de maintenir le contact lorsque la sécheresse s'installe et que la racine et les agrégats du sol se décollent en diminuant de volume du fait de la perte d'eau (Reid, 1978).

En fin de vie de l'ectomycorhize, la phase extramatricielle et spécialement les rhizomorphes vieillissants s'agrègent pour former des cordes et le mycélium diffus tend à disparaître par autolyse. C'est un processus économique en énergie qui permet au champignon de se propager sur de grandes distances en recyclant ses ressources internes et ainsi de se maintenir dans des zones susceptibles de s'enrichir en nutriments (Donnelly *et al.*, 2004). L'étude de Agerer (2001) classe les ECMs selon leurs rôles fonctionnelles et interprète leurs caractéristiques anatomiques ainsi que leurs «types d'exploration», comme des stratégies écologiques pour coloniser le sol (fig.4). Selon l'organisation de la phase extramatricielle, il détermine le «type d'exploration» de l'ectomycorhize. Le type «contact» correspond à un manteau pourvu ou non de quelques rares hyphes extramatriciel courts et non différenciés. Le «type courte distance d'exploration» est caractérisé par une absence de rhizomorphes. 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 de diamètre plus gros permettant une plus grande efficacité de transport de l'eau et de nutriments.



C. contact, S. courte distance, M. moyenne distance et L. longue distance.
Figure -4 Différents types exploratoires selon Agerer (2001).

Une typologie complète des structures de rhizomorphes a été publiée en 1991 par Agerer, qui inclut les aspects ontogénétiques en 1999. Huit types de rhizomorphes peuvent être distingués (Agerer 1999, 2006 ; Agerer et Iosifidou, 2004),

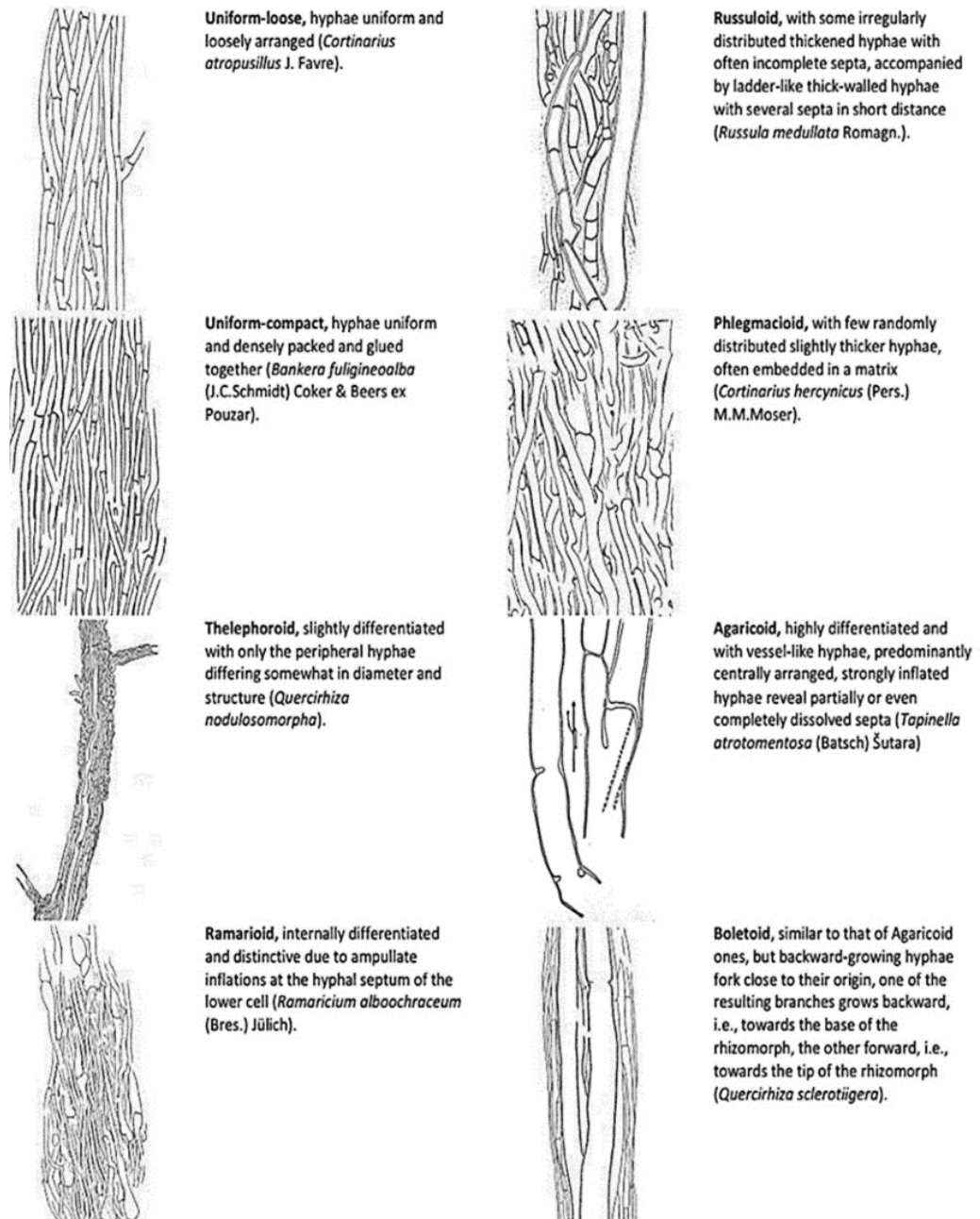


Figure-5 Différents types de rhizomorphe selon Agerer (1999-2006).

5. Le rôle des ectomycorhizes :

Les mycorhizes jouent un rôle essentiel à l'échelle de l'écosystème mais aussi du peuplement, de l'arbre et de la cellule. Aux niveaux de l'écosystème et du peuplement, les mycorhizes participent au maintien de la biodiversité végétale et fongique, à la régénération naturelle et au fonctionnement des cycles biogéochimiques (ex. : minéralisation de la matière organique, altération des minéraux primaires). À l'échelle de l'arbre, les mycorhizes assurent l'essentiel de la nutrition hydrominérale, protégeant les racines contre des agents pathogènes et renforçant la résistance à des stress abiotiques. À l'échelle de la cellule, les mycorhizes participent au maintien de l'homéostasie ionique et osmotique (Mosse, 1956).

D'après Smith et Read (2008), les études relatives au fonctionnement de la symbiose ont entériné le constat de diversité sur les bases conceptuelles de la spécialisation et de la complémentarité fonctionnelle : absorption de l'eau, mobilisation et assimilation des nutriments, production de régulateurs de croissance et protection contre les agents pathogènes). Plus récemment, ce phénomène symbiotique a été élargi à son environnement et il a été démontré que le développement de la symbiose mycorhizienne et plus particulièrement celui du mycélium extramatriciel, influençait significativement la stabilité structurale des sols (Caravaca et al ; 2002 ; Kisa et al ; 2007). L'établissement de la symbiose mycorhizienne matérialise de nouveaux compartiments biologiques dans la rhizosphère.

Le terme « mycorhizosphère » a été proposé pour caractériser ce volume de sol sous influence des mycorhizes (Rambelli, 1973 ; Linderman, 1988). Des études ont montré qu'environ 10 à 20 % du carbone fixé au niveau du végétal sont transférés aux symbiotes fongiques, représentant ainsi une source significative d'énergie dans ce compartiment. Cette source de carbone jouera un rôle crucial dans la dynamique de nombreux microorganismes associés à cette mycorhizosphère (Johnson et al., 2002).

La symbiose mycorhizienne favorise le prélèvement et le transport vers la plante des éléments minéraux nutritifs très peu mobiles dans le sol comme le phosphore (Duponnois et al, 2005; Lambers et al., 2008). L'exploration du volume de sol par le mycélium extramatricielle et sa capacité à mobiliser des éléments nutritifs à partir des minéraux primaires favorisent la nutrition phosphatée des plantes (Manjunath et al., 1989 ; Landeweert et al., 2001). Ces associations mycorhizienne jouent également un rôle significatif dans la décomposition et la minéralisation de la matière organique tellurique et mobilisent les

nutriments au bénéfice de la plante hôte (Gobat et *al.*, 2003 ; Lambers et *al.*, 2008). Duponnois et *al.*, (2013) rapportent que l'associations mycorhizienne jouent un rôle clef dans le fonctionnement et la stabilité des écosystèmes .et améliore ainsi la productivité et la biodiversité végétales dans ces écosystèmes (van der Heijden et *al.*, 1998 a, b ; Gobat et *al.*, 2003 ; Hart et *al.*, 2003 ; Silvertown, 2004 ; Sanon et *al.*, 2006 ; Kisa et *al.*, 2007)

B. La plante hôte

1. Origine et l'air de répartition de *Taxus baccata* :

L'if est un arbre millénaire originaire de l'hémisphère nord. Il est présent en Europe centrale et occidentale. Il s'étend au Nord jusqu'en Suède et en Pologne, au Sud jusqu'en Espagne et au Portugal. En Algérie, l'if est présent dans les forêts de haute montagne calcaire et siliceuse bien arrosée, souvent localisé dans les ravins humides et les milieux ombragés de l'Atlas de Blida, Djurdjura, Babors et Akfadou , Aurès entre les altitudes 500 à 2500m (Lapie et Maige, 1914 ; Maire, 1952).

3. Les caractéristiques écologiques :

En règle générale, l'if se développe dans un environnement similaire à celui des feuillus (Delahunty, 2002). Il pousse bien et rapidement dans les zones à forte humidité avec un climat océanique tempéré. L'if est aussi désigné comme une espèce qui pousse principalement dans des ravins ou des vallées où il jouit d'une grande humidité avec des accumulations discrètes du sol (Presutti, 2013). Les exigences pédologiques de l'if sont réduites. Il se développe sur presque tous les sols Son système racinaire fasciculé lui permet de coloniser les sols de pente, d'éboulis mal stabilisés et d'affleurements rocheux (Thomas et Polwart, 2003 ; Martin et Thiébault, 2010).

Il nécessite de fortes précipitations allant jusqu'à 1000mm/an, de préférence concentrées en Février et Juillet, avec une bonne humidité durant toute l'année et des hivers relativement doux (Moir, 1999 ; Presutti, 2013). L'if peut tolérer des inondations temporaires mais il est sensible à l'engorgement à long terme (Thomas, 2010).

Il est une espèce évoluant dans une gamme de températures de l'if très étendue comparativement aux espèces de Gymnospermes. Les températures optimales pour la photosynthèse est située entre 14 et 25°C. Pendant la saison estivale, la photosynthèse se

poursuit entre un maximum de 38 à 41°C et un minimum de -3 à -5°C pendant l'hiver (Thomas, 2010).

L'if est résistant aux températures relativement élevées mais une longue exposition peut se révéler problématique. Une exposition de 30 minutes à une température de 48-50°C peut endommager les structures cellulaires des aiguilles (Moir, 1999; Thomas, 2010 ; Presutti, 2013).

L'if est une espèce sciaphile, il supporte très bien l'ombre et peut accomplir son cycle de développement complet en sous-bois (Martin et Thiébault, 2010). Il est considéré comme étant l'arbre le plus tolérant à l'ombre en Europe (Iszkuło et Boratyński, 2005, 2006).

4. Intérêts de *Taxus baccata*:

Selon Givnish (1980) et Ward (2002) in Cedro et Iszkuło (2011), seulement 6% de la flore mondiale est dioïque, cependant la contribution de ces espèces dépasse souvent les 25%. L'if joue un rôle particulier en écologie ; il est une espèce intermédiaire entre les espèces pionnières et le climax, il constitue aussi l'intermédiaire entre l'étage dominant et le sous-bois.

D'un point de vue morpho-physiologique, il est intermédiaire entre les espèces à feuilles larges et les espèces à aiguilles (Piovesan et *al.*, 2009). L'if est considéré comme une espèce à potentiel considérable dans les études de dendrochronologie, il peut vivre plus de 500 ans et contient 40 cernes en 1 cm, ce qui lui a permis de figurer parmi les cinq principales espèces les plus importantes dans ce domaine (Moire, 1999). En écologie, l'if est considéré comme étant une espèce indicatrice de la santé des écosystèmes forestiers (Thomas et Polwart, 2003). Par le passé, l'if était vénéré par de nombreuses cultures et a joué de nombreux rôles dans l'histoire de la civilisation occidentale et orientale. L'arbre préhistorique fournissait la matière première pour les outils et objets religieux (Delahunty, 2002). Au moyen âge, l'if a été considéré comme « l'or vert » pour la qualité de son bois utilisé dans la fabrication d'armes (Bissery et *al.*, 1991 et Ganatsas, 2012). Actuellement, il fait l'objet d'un intérêt en ébénisterie.

Bien que l'if, soit depuis longtemps utilisé en tant que plante médicinale, notamment par Avicenne (Ibn Sina), le genre *Taxus* attire actuellement l'attention de l'industrie médicale grâce à une molécule appelée « taxol ». Cette dernière est considérée telle une substance « miracle ».

est très efficace pour guérir certains types de cancer (Purohit et *al* ; 2001 ; Delahunty, 2002 ; Dhar et *al* ; 2007 ; Vessella et *al.*, 2015).

Chapitre II

Matériels et Méthodes

A. Présentation des stations d'étude :

Les prélèvements ont été réalisés dans trois stations différentes dans lesquelles *Taxus baccata* est naturellement présent. Nous avons échantillonné à Tikjda et dans la forêt d'Akfadou au niveau de la fontaine des ifs et chréa

1. La station de Chréa :

Le Parc National de Chréa qui abrite une des plus belles forêts de cèdre en Algérie, est localisé dans la partie occidentale de L'Atlas Blidéen. Elle est située dans la partie centrale de l'Atlas tellien, entre 36°30' et 36° de Latitude Nord et entre 3°20' et 2°40' de Longitude Est. (Meddour, 1994,2002). IL s'étend sur une superficie de 26587 ha chevauchant entre les wilayas de Blida et Médéa. Le massif de Blida, s'inscrit entièrement dans les bioclimats humide et subhumide, qui sont prédominants dans la région (Daget, 1977 in Meddour, 2002). Le Parc National de Chréa est compris entre l'isotherme 8° et 11°C de températures moyennes annuelles. Les sommets étant plus froids et les piémonts plus chauds. Les températures les plus basses sont enregistrées à Chréa avec 3°C, alors que les températures maximales varient entre 26,3 et 33,6°C. Le Parc National de Chréa est une région à aspect structural très accidenté (Meddour, 2002).

2. La station de Tikjda :

Elle est située dans le parc national de Djurdjura en Kabylie sur le versant sud. Elle fait partie de la commune d'El Asnam, wilaya de Bouira, à 32 kilomètres à l'est du chef-lieu de wilaya, à 1 478 mètres d'altitude, de coordonnées géographiques 36° 15' 53" Nord 4° 04' 26" Est. Le Climat est humide à variante per humide frais (Meddour, 2010)

3. La station de la fontaine des ifs dans la forêt de l'Akfadou :

Elle est située dans la forêt de l'Akfadou. Elle est de coordonnées géographiques 36°40'0.02" nord et 4°34'59.99" sud. La station d'étude est localisée à une altitude de 1100 m à 1200m. C'est une forêt à prédominance de Chêne zéen (*Quercus canariensis* Willd.) et suivi par le Chêne afarès (*Q. afares* Pomel) et enfin le Chêne liège (*Quercus suber* L.). Des cours d'eau

traversent la forêt. Le relief est assez accidenté (pentes de 15 % à 45%). Le climat dans la forêt de l'Akfadou est de type humide à variante tempérée (Messaoudène, 1989).

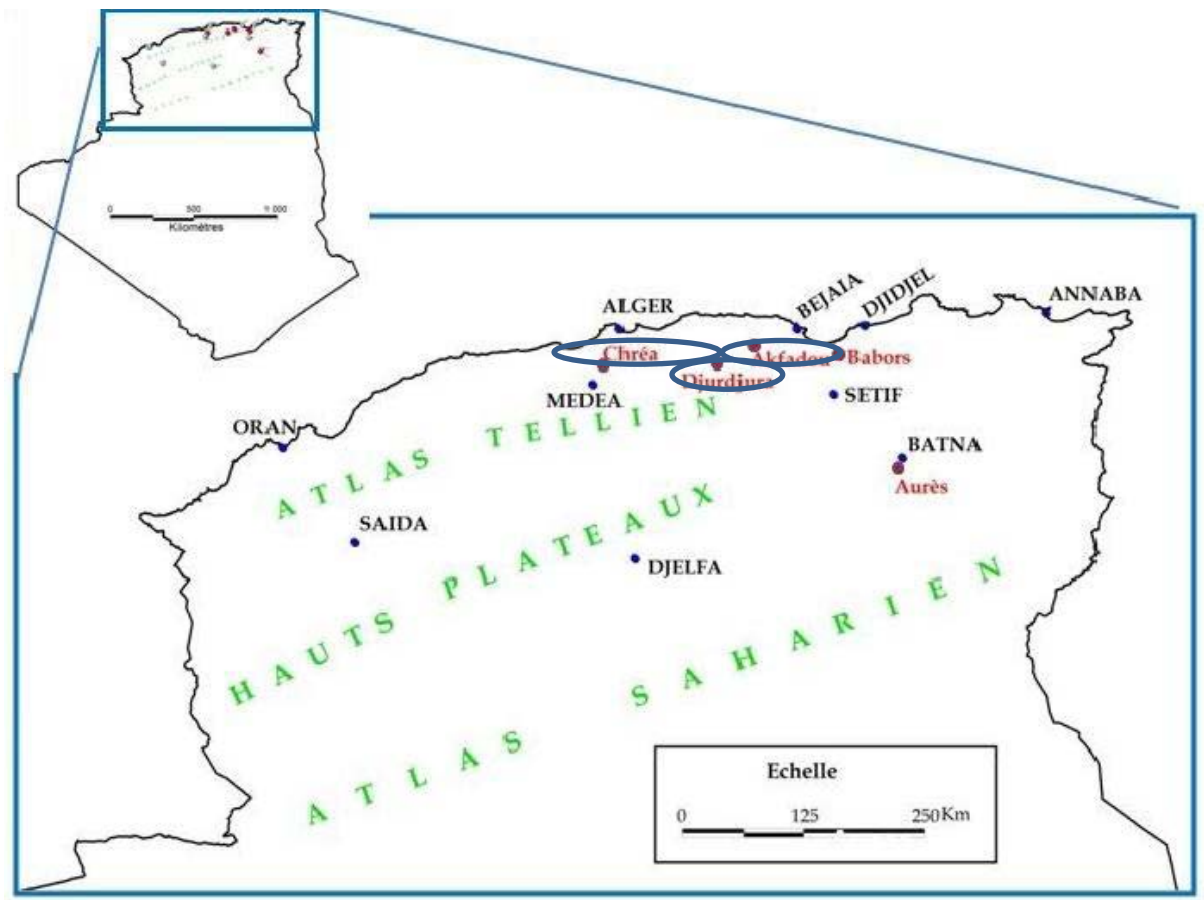


Figure -1: Carte de répartition de *Taxus baccata* en Algérie (Hamidouche et al, 2013).

Tableau3. Caractéristiques écologiques des stations d'étude.

Station	Chréa	Tikjda	Akfadou
Coordonnée géographique	36°30' Nord et 3°20' Est	36° 15' 53" Nord 4° 04' 26" Est	36°40'02" Nord et 4°34'59 " Sud
Bioclimat	Humide et subhumide	Humide à humide frais	Humide à tempérée
Q₂	186	165.8	130.5
T Max C° (juin)	38	38	36
T Mini C° (juin)	9	9	12
T moy C°(juin)	23.4	23.4	24

4. Méthode et prélèvement :

Sur les trois stations, nous avons effectué un échantillonnage aléatoire ; sur des arbres qui ont un diamètre, hauteur, et âge différent, le nombre des arbres échantillonnés sur la station de chréa a été 6 ; 5 pour Tikjda , 8 pour la station d'akfadou. La sorte a été réalisée le 17 Juin 2019 pour Chréa et 20 Juin 2019 pour Tikjda, 24 Juin pour Akfadou.

4.1. Le pH des sols :

La Mesure du pH a été faite selon la méthode de Chapman et Pratt (1961) qui consiste à tamiser le sol avec un tamis d'un diamètre de 2mm. 20 g de tamisât est mis dans un bêcher, et est mélangé à 100ml d'eau distillée. Agiter pendant 1heure, les suspensions obtenues sont homogénéisées. Le mélange est laissé au repos pendant 2 heures à raison de trois répétitions par échantillon.



Figure -2 : différentes étapes réalisées pour mesure le PH.

4.2. Mesure de la température du sol :

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

4.3. Détermination de l'âge des arbres :

Les arbres ont fait l'objet de prélèvements de carotte à l'aide d'une tarière (sonde) de Pressler. Les carottes sont séchées graduellement à l'air libre. Elles sont poncées avec du

papier ponce afin de déterminer l'âge de chaque sujet étudié. Lorsque cela n'est pas réalisable, une estimation de l'âge est réalisée à partir de la mesure de la circonférence.



Figure -3: Comptage des cernes pour la détermination de l'âge des arbres.

B. Approche qualitative des ectomycorhizes

1. La récolte du matériel végétal :

A l'aide d'une pelle et d'une pioche, nous avons éliminé la litière et prélevé des échantillons de sol contenant des racines à l'aide d'une pioche jusqu'à une profondeur de 20 cm. en générale les mycorhizes ne dépassent jamais les 40 cm de profondeur (Boullard, 1962 ; Agerer, 1988). Chaque échantillon prélevé est mis dans un sachet en matière plastique, avec une étiquette portant le numéro de l'arbre et la date du prélèvement. Conservés au réfrigérateur à 4°C.

2. Les paramètres descriptifs des ectomycorhizes :

Après tris et lavage délicats sous l'eau de robinet, des racines fines sont observées sous la loupe binoculaire Zeiss (Gx20 et x40). Nous avons entrepris la description des différents morphotypes ectomycorhiziens en se basant sur les ouvrages de référence d'Agerer (1987-2001 et 2008) et les critères suscités en bibliographie à savoir la forme, la distribution, la phase extramatricielle et la forme du manteau externe observés à la loupe binoculaire. La description des morphotypes communs aux différentes populations de l'étude est complétée par une description anatomique des coupes réalisées à main levée et observation sous microscope optique Zeiss dans le but compléter la description et la détermination des morphotypes.

Pour chaque population, nous avons inventorié les différents morphotypes ectomycorhiziens représentant la richesse morphotypique de la population. L'observation et l'analyse des de la

totalité des morphotypes des trois populations de l'If, a permis de distinguer : la richesse morphotypique commune (Communauté commune) et la Richesse spécifique de chaque population suivant les conditions du milieu (Communauté spécifique).

3. Estimation de la colonisation mycorhizienne

Le comptage, du nombre des ECM sur 20 cm de longueur (unité de longueur de racine), est réalisé de la manière suivante : plusieurs fragments des racines de 5cm sont réparties au hasard dans une boîte de pétri quadrillée. Des photos ont été prises sur les deux positions de la racine. Par le biais de logiciel Mesurim nous avons réalisé le comptage 3 fois sur chaque fragment des racines d'un arbre. Une moyenne est obtenue exprimant l'effectif (le nombre) d'ectomycorhize par unité de longueur.



Figure-4 : méthode de comptage des effectifs des ectomycorhizes sur une unité de longueur de racines avec le logiciel Mesurim.

4. Analyses statistiques :

Les résultats obtenus sont soumis à des statistiques descriptives, une analyse de la variance ANOVA (au seuil de $P=0.05$) qui lorsqu'elles sont significatives sont complétées par le test de comparaison multiple de moyenne de Newman et Kells au moyen de logiciel Biostat9. Une analyse en composante principale (ACP) est réalisée à l'aide du logiciel Stat Box 6, afin de déterminer l'effet des facteurs écologiques (T P, pH, Max, min,) et de l'âge, sur la colonisation symbiotique ectomycorhizienne

Chapitre III

Résultat et discussion

A. Les caractéristiques pédologiques des stations :

Les températures du sol enregistré se sont révélées différents entre les 3 stations. Les températures les plus chaudes sont à déplorer dans la station de Chréa, ce qui correspond au bioclimat humide à subhumide et plus chaud comparativement aux deux autres stations d'étude. Pour le pH : étant plus acide dans la station de l'Akfadou, cela est dû à la nature du substrat gréseux de la roche mère comparativement au sol de formation calcaire de Tikjda et de Chréa qui présentent un pH neutre (Killian et Martin, 1957) (Tableau1).

Tableau : Caractéristiques thermiques et pH du sol au moment du prélèvement

Station	Akfadou	Chréa	Tikjda
Température (°C)	15.5	20.6	18
pH du sol	6.37	7.18	7.18

1. Détermination de l'âge des arbres :

L'analyse des carottes prélevées sur les arbres de chaque station et la mesures de la circonférence a permis d'obtenir le tableau 2.

Tableau 2 : détermination de l'âge et mesure des circonférences des arbres des 3stations.

Arbre	Circonférence	Age	Station
1	57,5	70	Chrèa
2	63,5	80	
3	63	30	
4	63,5	80	
5	70	100	
6	80	300	
1	57,5	72	Tikjda
2	33,5	30	
3	63.5	52	
4	70	90	
5	35.5	37	
1	-	116	Akfadou
2	-	85	
3	-	85	
4	-	45	
5	-	45	
6	-	57	
7	-	200	
8	-	56	

2. Etude morpho-anatomique des ectomycorhizes de *Taxus baccata*:

L'observation des racines de *Taxus baccata* dans les trois stations révèle la présence de quatre vingt deux (82) morphotypes ectomycorhiziens avec 32 morphotypes qui se sont révélés commun aux individus des trois stations.

Chez les arbres de la population de Chréa, nous avons dénombré une richesse morphotypique de 58 morphotypes dont 04 morphotypes à savoir : ECM 4, ECM5, ECM8, ECM16 se sont révélés communs à tous les arbres quel que soit leur âge et formant la communauté commune de la population de l'If de Chréa.

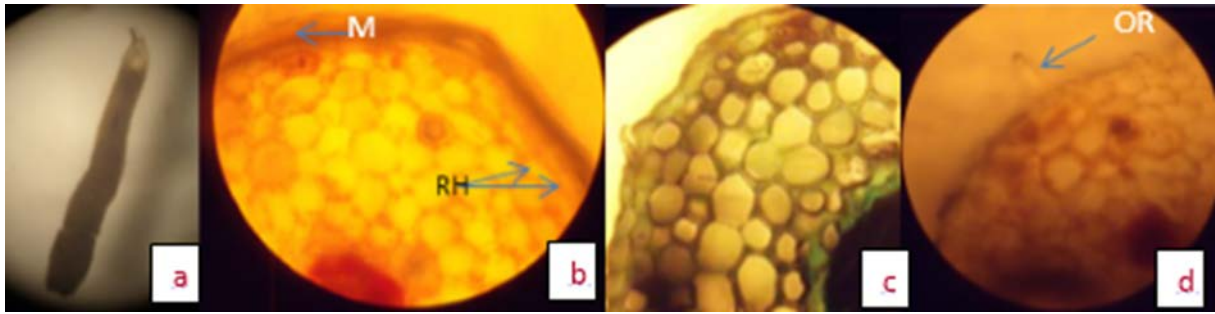
Chez la population de la station de Tikjda, nous avons inventorié 42 morphotypes. La communauté commune est formé des morphotypes: ECM8, ECM9, ECM12, ECM27.

Chez les individus de la population de l'Akfadou, nous avons dénombré 34 morphotypes est distingué 4 morphotypes ECM55, ECM65, ECM8, ECM9 formant la communauté commune de la population de des ifs de l'Akfadou.

2.1. La description des ectomycorhizes communes de la station de chréa :

L'analyse des fréquences des 58 morphotypes inventoriés chez les différentes populations concernées par l'étude, les 4 morphotypes communs à tous les arbres sont :

Morphotype 4 : La mycorhize est de couleur marron fonce avec une pointe à extrémité transparent légèrement courbes et une phase extramatriciel qui est granuleuse (figureI-01, a). L'observation microscopique des coupes anatomique transversale montre un manteau(M) plectenchymateux, un Réseau de Hartig (RH) s'étalant sur plus de trois couches de cellules (G×400). (Figure-01.b, c) Ornementations du manteau type A (G×400) (figure 01., d).



RH :Réseau de Hartig ;**M** :manteau ;**OR** :Ornements

Figure -01: **morphotype4** ; a :la phase extramatriciel ; a ; b ;c:Manteau plectenchymateux vue au microscope optique($G \times 400$) et unun Réseau de Hartig ; d : Ornementation typeA

Morphotype 5 : est un morphotype de forme simple perlée (figure-02, A), de couleur marron clair. Des ficelles sur la phase extramatriciel, Le manteau épais de type plectenchymateux (figure-02 ; C), un réseau de Hartig(RH) s'étalant sur plus de trois couches de cellules d'une forme G (figure-02; D) ($G \times 400$), Ornementation type G (figure-02 ; B).

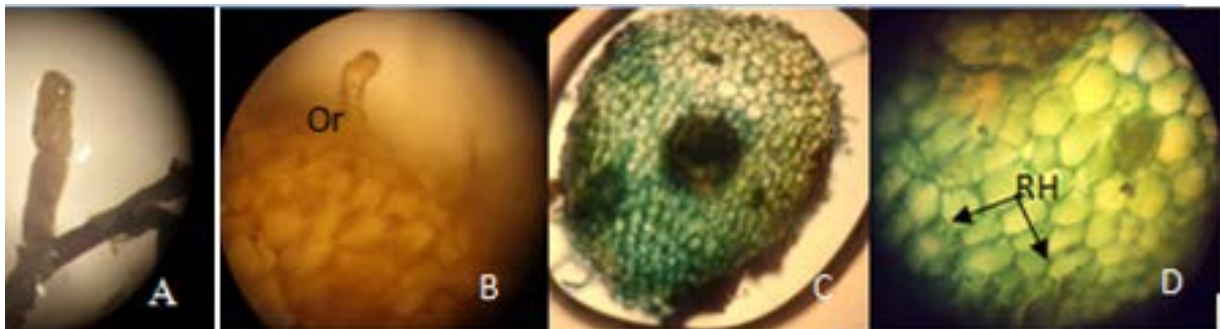
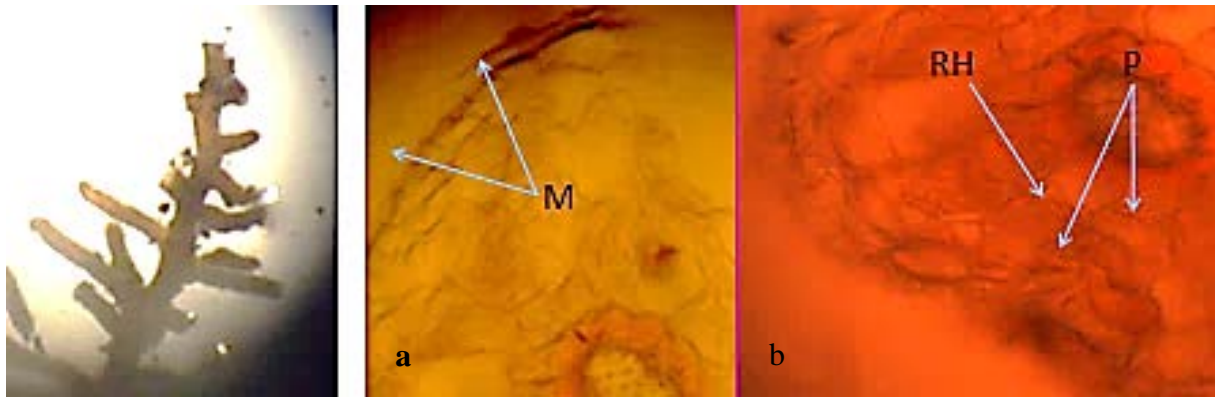


Figure-02: **Morphotype 5** ;A :phase extramatriciel de manteau ;C :Le manteau plectenchymateux ;D :réseau de Hartig ($G \times 400$) ;B :Ornementation type G($G \times 400$).

Morphotype 8 : de couleur marron, il presente une distribution monopodiale pyramidale d'une phase extramatriciel lisse (figure-03,a) avec une forme de pointe courbée.Le manteau est très fin (figure-03,b),le un réseau de Hartig(RH) de type F s'étale sur plusieurs couches de cellules avec la présence de pelotons G ($G \times 400$),(figure-03,c).



P : peloton.

Figure -03: **Morphotype8** ; a : d'une forme pyramidale d'une phase extramatrix lisse ; b : un manteau fin, un réseau de Hartig ; c : réseau de Hartig avec la présence de peloton (G× 400).

Morphotype16 : une couleur beige avec une extrémité plus foncée simple et droite avec des ficelles sur la phase extramatrix (Figure-04, a) ; la coupe anatomique montre un manteau fin pseudoparenchymateux et un réseau de Hartig s'étalant sur 6 couches de cellules de type F (Figure-04, b, c) (G× 400).

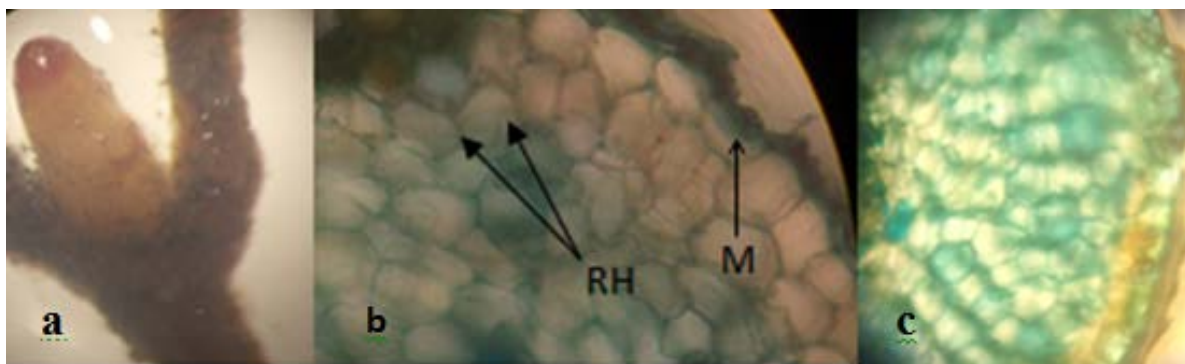


Figure -04 : **morphotype16** ; a : la phase extramatrix ficelée ; b, c : un manteau épais et un réseau de Hartig étalant sur 6 couches de cellules de type F (G× 400).

2.2. 1. Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa :

Pour la station de chréa, un total de 58 morphotypes ectomycorhiziennes sont dénombrés spécifiques aux arbres de cette station :

Morphotype 1 : une couleur marron foncé avec une extrémité blanche, non ramifiée perlée, Le manteau externe est granuleux avec des ficelles ; la phase extramatrice abondante avec des hyphes à la base du morphotype (PL.1. 1)

Morphotype 2 : d'une couleur marron clair simple non ramifiée avec une extrémité en forme de crochet de couleur blanche, Le manteau externe granuleux, moucheté avec peu de ficelles (PL.1.2)

Morphotype 3 : à une couleur marron foncé intercalé avec du blanc et forme simple à une extrémité perlée avec une pointe transparente, et un manteau granuleux. (PL.1. 3)

Morphotype 4 : d'une couleur marron foncé, simple avec une forme de pointe courbée transparente, le manteau externe ficelé et granuleux. (PL.1.4)

Morphotype 5 : d'une couleur marron clair avec une pointe perlée et une extrémité bombée, le manteau lisse moucheté. (PL.1.5)

Morphotype 6 : d'une forme simple à un collier marron foncé avec une pointe noire; courbée, et un manteau externe denses ficelles moucheté. (PL.1.6)

Morphotype 7 : d'une forme simple droite, à une couleur blanche avec des ficelles vers le bas de manteau et lisse vers le haut. (PL.1.7)

Morphotype 10 : d'une couleur marron clair ; simple avec une forme de pointe perlées et un manteau externe granuleux. (PL.1. 10)

Morphotype 11: à une couleur marron ; simple et une forme de pointe droite, le manteau externe est granuleux ficelles. (PL.1. 11)

Morphotype 13 : ce présente avec une distribution dichotomique à pointe courbée, Elle est de couleur orange et jaune ; manteau externe lisse. (PL.1. 13)

Morphotype 14 : simple ; d'une couleur marron intercale de blanc, la forme de pointe est droite vers l'extrémité blanc ; manteau externe ficelles. (PL.1. 14)

Morphotype 15 : avec une distribution dichotomique d'une couleur marron clair et jaune, pointe droite et coupées ; manteau externe ficelles moucheté et lisse. (PL.1. 15)

Morphotype 17 : jaune foncé, simple ; apex plus large que la base; manteau externe lisse. (PL.1. 17)

Morphotype 18 : simple, d'une couleur marron clair ; la forme de pointe sinueuses et un manteau ficèles. (PL.1. 18)

Morphotype 19 : couleur beurre ; distribution simple et une forme de pointe courbée avec des tache gris sur le manteau externe ficèles. (PL.1. 19)

Morphotype 20 : une couleur citron avec une distribution simple et un apex plus large que la base et une pointée on marron foncé, le manteau externe est ficèles mouchetés. (PL.1. 20)

Morphotype 21 : une distribution simple une couleur jaune, d'une pointée droit et des tache grise sur le manteau externe avec des dense ficelles à l'extrémité. (PL.1. 21)

Morphotype 22 : d'une couleur marron chocolat et une distribution simple, pointe perlée coupée, le manteau externe est granuleux, avec des rhizomorphe à l'extrémité du mycorhize. (PL.2. 22)

Morphotype 23 : d'une couleur marron chocolat et une distribution simple, pointe perlée ; le manteau externe est granuleux avec des rhizomorphe abondant sur tous le corps du mycorhize. (PL.2.23)

Morphotype 24 : à une couleur orange, simple à une forme de pointe droit, le manteau externe laineux l'extrémité lisse. (PL.2.24)

Morphotype 25 : de couleur marron et une distribution simple avec une forme de point perlée pointu et le manteau externe cotonneux vers le bas et lisse à l'extrémité. (PL.2.25)

Morphotype 26 : marron clair avec de tache gris sur le manteau externe granuleux ; d'une distribution simple et une pointe perlée. (PL.2.26)

Morphotype 28 : couleur marron clair, simple, droit et un manteau lisse. (PL.2.28)

Morphotype 29 : orange de couleur, simple, forme de pointe perlées noir ; un manteau externe moucheté de couleur blanc et noir. (PL.2.29)

Morphotype 30: marron fonce d'une distribution dichotomique ; la forme de pointe est droit ; le manteau externe granuleux moucheté. (PL.2.30)

Morphotype 31: couleur marron; distribution dichotomique, la pointe perlée pour un bras et courbée pour le l'autre bras ; le manteau externe laineux pour un et lisse moucheté pour l'autre. (PL.2.31)

Morphotype 32 : simple d'une couleur marron, la forme de pointe est courbée ; le manteau externe laineux et granuleux. (PL.2.32)

Morphotype 33 : d'une couleur marron avec une distribution simple ; une forme de pointe perlée et un manteau externe en futrage avec des rhizomorphe. (PL.2.33)

Morphotype 34 : un dégradé de marron, simple ; et une forme de pointe perlée avec quelque ficelle et des grains gris sur le manteau externe. (PL.2.34)

Morphotype 35 : d'une couleur marron, simple ; la pointe est droit pointu, le manteau externe granuleux. (PL.2.35)

Morphotype 36 : d'une couleur marron, simple ; la forme de pointe sinueuses et un manteau externe cotonneux. (Pl.2.36)

Morphotype 37 : orange de couleur avec des taches gris, et une distribution simple ; la forme de pointe courbée pointu ; des hyphes sur le manteau externe laineux. (Pl.2.37)

Morphotype 38 : une couleur mélangée de orange et blanc ; une distribution simple et une pointe courbée ; manteau lisse avec des hyphes. (Pl.2.38)

Morphotype 39 : un dégradé de marron, une distribution simple et une forme de pointe perlée courbée, un manteau externe cotonneux vers l'extrémité. (Pl.2.39)

Morphotype 40 : orange de couleur avec des taches noir, et une distribution simple ; la forme de pointe perlée courbée ; manteau externe granuleux avec des rhizomorphes. (Pl.3.40)

Morphotype 41 : d'une couleur marron clair et une distribution simple, et une forme de pointe perlée ; le manteau externe granuleux avec des taches. (Pl.3.41)

Morphotype 42 : d'une couleur marron foncé, simple ; perlée avec un manteau laineux et des taches sur la phase extramatrielle. (Pl.3.42)

Morphotype 43 : à une distribution dichotomique de couleur marron ; pointe est droit ; le manteau externe laineux pour un bras et denses ficelle pour l'autre bras. (Pl.3.43)

Morphotype 44 : orange de couleur avec une distribution simple et une pointe rouge brique ; le manteau externe laineux. (Pl.3.44)

Morphotype 45 : blanche, une distribution dichotomique avec une forme de pointe sinueuses ; denses ficelles sur manteau externe. (Pl.3.45)

Morphotype 46 : marron de couleur, simple, forme de pointe perlée ; manteau externe ficelée granuleux. (Pl.3.46)

Morphotype 47 : orange de couleur, simple, la forme de pointe sinueuses perlée ; avec des taches et quelque ficelles sur manteau externe. (Pl.3.47).

Morphotype 48 : d'une couleur marron clair la pointe à une distribution simple, la forme de pointe sinueuses ; en feutrage avec quelque ficelles sur manteau externe. (Pl.3.48)

Morphotype 49 : orange de couleur, simple, la forme de pointe sinueuses ; denses ficelles avec des tache noir sur le manteau externe ; présence d'un hyphe sur la phase externe de manteaux. (Pl.3.49).

Morphotype 50 : d'une couleur marron clair à monopodiale (simple) avec une forme de pointe perlée ; des tache grise sur manteau externe. (Pl.3.50)

Morphotype 51 : d'une couleur marron chocolat à distribution racémeuse avec une forme de pointe sinueuses ; le manteau externe laineux. (Pl.3.51)

Morphotype 52 : une couleur marron, d'une distribution simple ; forme de pointe droit grise. Le manteau externe granuleux ; avec des hyphes cloisonnée. (Pl.3.52)

Morphotype 53 : couleur jaune extrémité blanche, la pointe d'une forme perlée ; à distribution simple ; denses ficelle sur le manteau externe avec la présence des hyphes. (Pl.3.53)

Morphotype 54 : marron à la base puis blanche de couleur, simple, pointe sinueuses. Le manteau externe d'aspect laineuse. (Pl.3.54)

Morphotype 56 : d'une couleur blanche, simple, à pointe droite ; le manteau externe est granuleux avec une phase extramatricielle dense. (Pl.3.56)

Morphotype 57 : d'une couleur jaune, simple, forme de pointe perlée le manteau externe lisse. (Pl.3.57)

Morphotype 58 : une couleur marron, d'une distribution simple ; forme de pointe droit ; le manteau externe laineux. (Pl.3.58)



Planche 1 : Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa ; 2019.

ECM1.ECM2..ECM3.ECM4.ECM6.ECM7.ECM10.ECM11.ECM13.ECM14.ECM15.ECM17.ECM18.ECM19.ECM20.ECM21.



Planche2 :(la suite) Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa ; 2019.

ECM22.ECM23.ECM24.ECM25.ECM26.ECM28.ECM29.ECM30.ECM31.ECM32.ECM33.
ECM34.ECM35.ECM36.ECM37.ECM38.ECM39

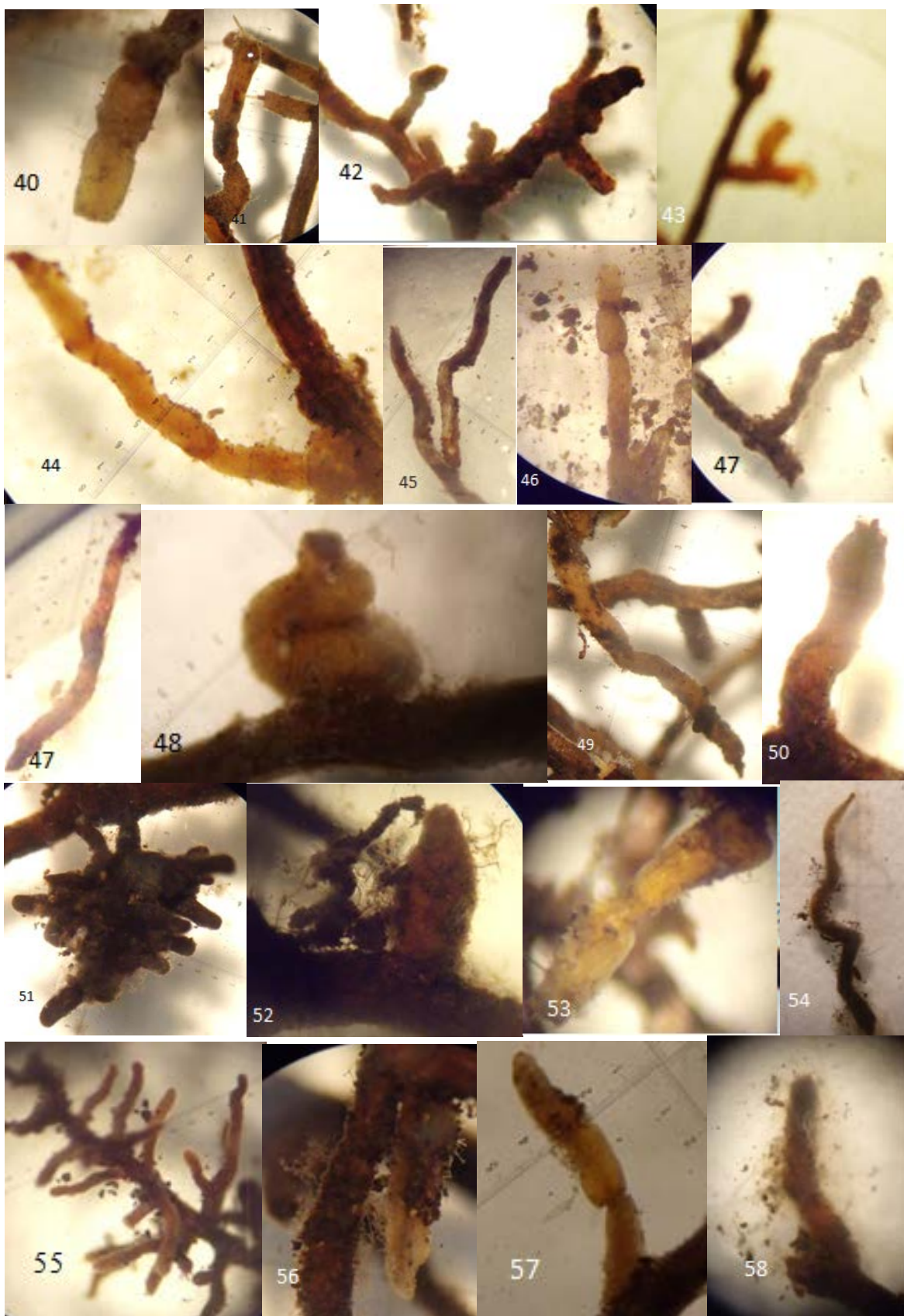
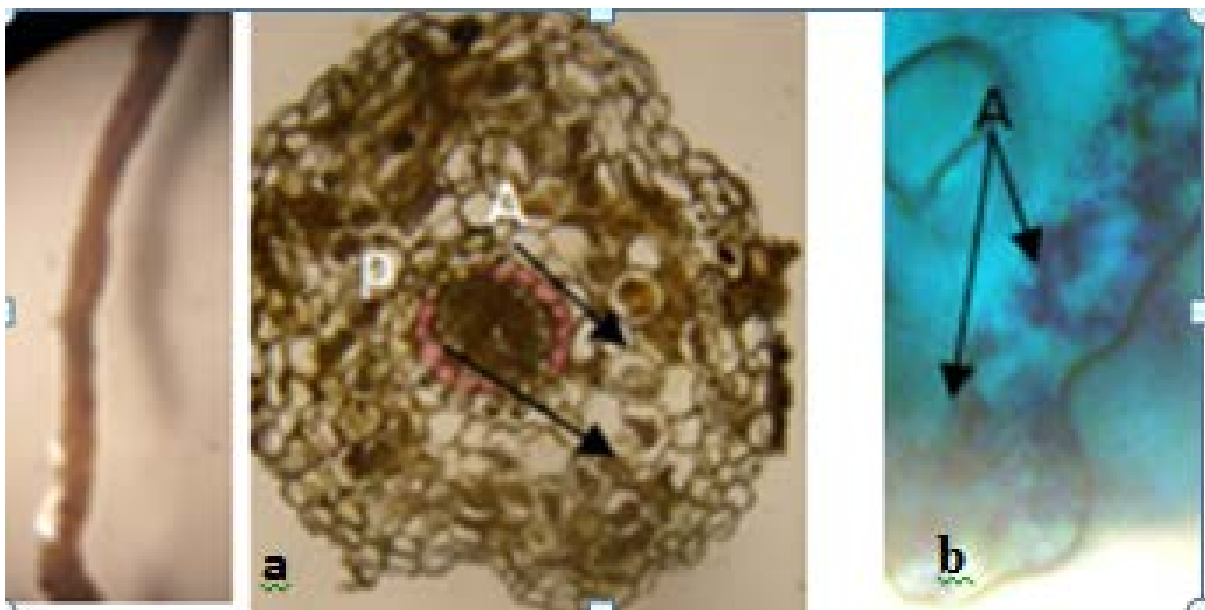


Planche3 :(la suite) Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Chréa; 2019.ECM40.ECM41.ECM42.ECM43.ECM44.ECM45.ECM46.ECM47.ECM48.ECM49.ECM50.ECM51.ECM51.ECM52.ECM53.ECM54.ECM55.ECM56.ECM57.ECM58.

2.3. La description des ectomycorhizes communes de la station de Tikjda :

Pour l'If de Tikjda, nous avons distingué une richesse morphotypique de 42 morphotypes dont les communes sont :

Morphotype 9 : une couleur marron clair et une distribution simple ; avec une forme de pointe sinueuses (figure-5). La coupe anatomique transversale de cette mycorhize à montre un manteau presque absent, le réseau Hartig sur plus de trois couches de cellules corticales (figure-05, a). Par contre, on note la présence des pelotons et des arbuscules au sein des cellules (figure-05, b). (G×400)



A : Arbuscule ; P : peloton

Figure -05 : **Morphotype 9** ; a : La coupe anatomique transversale de Morphotype 9 (G×100); b : des arbuscules à l'intérieur des cellules corticales (G×400).

Morphotype 12 : couleur de marron clair avec un manteau transparent. Il présente une distribution simple avec une pointe courbée plus foncée que la base. ; Une phase extramatricielle peu abondante à la base (figure-06). La coupe transversale montre un manteau pseudo parenchymateux fin, réseau Hartig sur trois couches de cellules corticales de type E (figure-06, b) ; avec la présence de peloton (figure -06 ; a) (G×400).

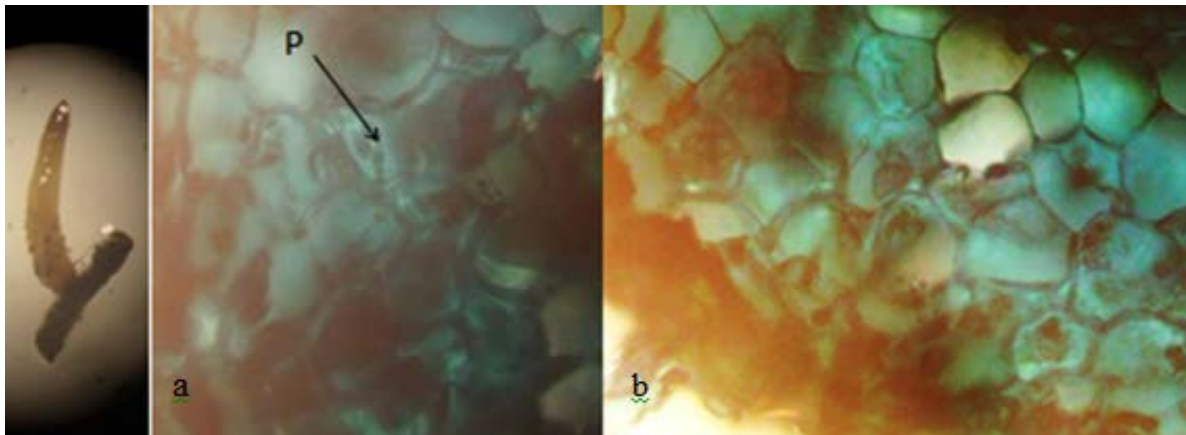


Figure -06: **Morphotype 12** ; a : peloton à l'intérieur de la cellule corticale (G×400) ; b : coupe anatomique transversale de Morphotype 12 (G×400).

Morphotype 27 : de couleur orange et distribution simple, Il présente une extrémité sinueuse. Le manteau externe est laineux (Figure.-07). La coupe anatomique transversale montre un manteau d'une épaisseur moyenne et de type plectenchymateux (Figure-07, a), et un réseau Hartig sur deux couches de cellules corticales de type G (Figure-07,b)(G×400).

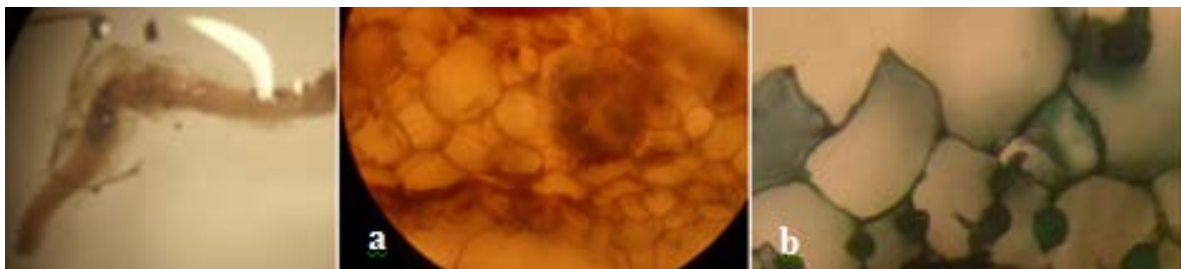


Figure-07:**Morphotype 27** ;a : un manteau moyenne épaisseur, un réseau Hartig sur deux couches de cellules avec des ornements (G×100) ;b :réseau Hartig de type G(G×400).

2.3. 1.La description des ectomycorhizes spécifiques de la station de Tikjda :

Morphotype 59 : d'une couleur marron clair. Il présente une distribution simple et une forme de pointe droite. Le manteau externe est granuleux avec la présence de rhizomorphe. (Pl.4.59)

Morphotype 60 : de couleur blanche avec une forme de pointe courbée, il présente une distribution simple avec un manteau externe en dense ficelles (Pl.4.60).

Morphotype 61 : de couleur blanche avec une forme de pointe courbée et distribution noduleuse ; le manteau externe en feutrage avec la présence d'hyphes et de rhizomorphe cloisonnée. (Pl.4.61)

Morphotype 62 : d'un dégradé de couleur jaune, Il présente une forme de pointe courbée et distribution simple. Le manteau externe granuleux (Pl.4.62).

Morphotype 63 : de couleur blanche avec une forme de pointe courbée et distribution simple. Le manteau externe est de type cotonneux. (Pl.4.63)

Morphotype 64 : orange de couleur, et une forme de pointe courbée ; le manteau externe lisse. (Pl.4.64)

Morphotype 66 : couleur marron foncé, distribution racémeuse avec une forme de pointe droit. Le manteau externe est de forme lisse. (Pl.4.66)

Morphotype 67 : c'est un morphotype simple, d'une couleur grise et une forme de pointe droit. Elle présente des ficelles sur le manteau externe. (Pl.4.67)

Morphotype 68 : d'une couleur marron fonce avec une extrémité transparente, à une forme de pointe sinueuses ; le manteau externe granuleux, ficelée.(Pl.4.68)

Morphotype 69 : couleur marron fonce et une pointe grise, droit et simple .Le manteau externe est de type cotonneux. (Pl.4.69)

Morphotype 70 : marron chocolat, à une distribution racémeuse, la forme de pointe droit ;le manteau externe lisse (Pl.4.70).

Morphotype 71 : de couleur brique (Orange foncé), il présente une distribution simple. La forme de la pointe est droite. Le manteau externe est cotonneux. (Pl.4.71)

Morphotype 72 : couleur jaune avec une pointe de couleur plus foncée, et droite ; il présente une distribution simple. Le manteau externe est granuleux avec des rhizomorphe. (Pl.4.72)

Morphotype73 : c'est un morphotype à une distribution dichotomique de couleur marron, la forme de pointe droite et un manteau externe lisse. (Pl.4.73)

Morphotype 74 : c'est un morphotype racémeuse à une couleur marron fonce clair sur les pointe à une forme tortueuses, un manteau externe lisse avec des hyphes. (Pl.4.74)

Morphotype 75 : de couleur brique, à une distribution simple, la forme de pointe courbée ; le manteau externe cotonneux avec des rhizomorphe. (Pl.4.75)

Morphotype 76 : d'une couleur jaune avec de marron, dichotomique a une forme de pointe droit légèrement courbée ; le manteau externe cotonneux. (Pl.4.76)

Morphotype 77 : couleur jaune et une point plus foncée, la forme de pointe sinueuses et distribution simple.et manteau externe granuleux. (Pl.4.77)

Morphotype 78 : de couleur jaune avec une distribution simple, la forme de la pointe est sinueuse. Le manteau externe est laineux la base et granuleux à l'extrémité. (Pl.4.78)



Planche4 : Les ectomycorhizes spécifiques de la station deTikjda ; 2019.

ECM59.ECM60.ECM61.ECM62.ECM63.ECM64.ECM65.ECM66.ECM67.
ECM68.ECM69.ECM70.



Planche5 : Les ectomycorhizes spécifiques de la station de Tikjda ; 2019.

ECM71.ECM72.ECM73.ECM74.ECM75.ECM76.ECM77.ECM78.

2.3. La description des ectomycorhizes communes de la station d'akfadou :

Lors de notre inventaire, nous avons distingué un total de 34 morphotypes. Les communes sont les ECM55, ECM65, ECM8, ECM9.

Morphotype 55 : c'est un morphotype d'une distribution racémeuse qui à une couleur marron foncée et une forme de la pointe sinueuse. Le manteau externe est lisse. (Figur-08) L'observation microscopique des coupes anatomique montre un manteau plectenchymateux (Figure -08, a) et un réseau de Hartig qui s'étale sur trois couches de cellules corticales .La présence de cellules à tanins est observé. (Figure-08, b) (G×400).



T : les cellules de tanins.

Figure -08 : **Morphotype55** ; a :unmanteau plectenchymateux, Le réseau de Hartig s'étale sur trois couches de cellules corticales ; b :des cellules de tanins.(G×400).

Morphotype 65 : d'une distribution racémeuse et de couleur marron claire, il presente une forme de pointe sinueuse.Le manteau externe est granuleux (figure-09). L'observation microscopique des coupes anatomique montre un manteau pseudoparenchymateux. Le réseau de Hartig s'étale sur trois couches de cellules corticales de type(E) (figure-09,a).la presences du cellule des tanins.(figure-09,b)(G×400).

T : les cellules de tanins

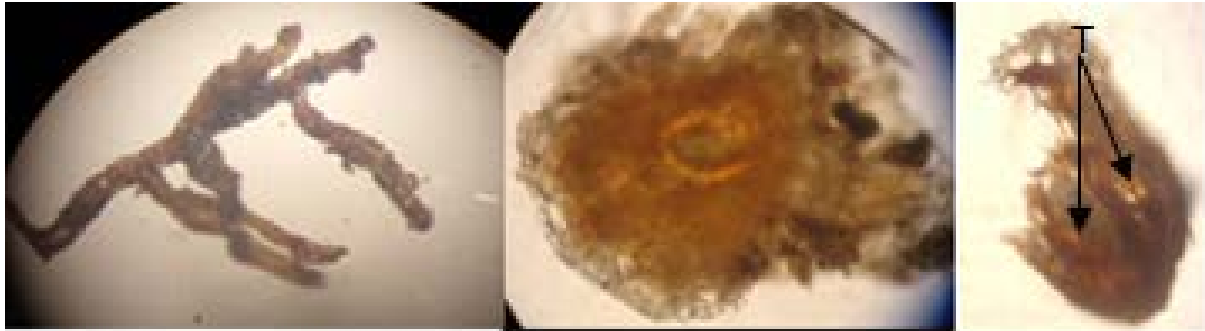


Figure -09: **Morphotype 65** ; a : manteau pseudoparenchymateux. Le réseau de Hartig s'étale sur les trois couches de cellules corticales de type(E) ; b : cellule de tanins.

2.3.1. La description des ectomycorhizes spécifiques de la station d'akfadou :

Morphotype 79 : d'une couleur marron chocolat et une distribution Coralloïde, la forme de pointe droite ; le manteau externe lisse. (Pl.5.79)

Morphotype 80 : c'est un morphotype de couleur grise, et une distribution simple avec forme de pointe courbée, le manteau externe granuleux. (Pl.5.80)

Morphotype 81 : de couleur grise, à une distribution simple et forme de pointe perlée sinueuses ressemblant à une bonton apical ; le manteau externe lisse. (Pl.5.81)

Morphotype 82 : couleur marron clair est une extrémité transparente, avec une distribution simple. L'extrémité est de forme droite ; le manteau externe est granuleux. (Pl.5.82)



Planche 6 : Les ectomycorhizes spécifiques de la station d'akfadou ; 2019.

ECM79.ECM80.ECM81.ECM82.

3. Estimation de la colonisation mycorhizienne chez *Taxus baccata* :

Les résultats de la quantification de la colonisation mycorhizienne chez les arbres de *Taxus baccata* des trois stations (Chréa, Tikjda, la fontaine des ifs de l'Akfadou) montrent une corélation moyenne entre l'âge des arbres et le taux des ectomycorhizes pour la station d'akfadou (figure-10) ; bien que pour la station de Tikjda une corélation très forte entre l'âge et le taux d'ectomycorhizes, plus le nombre des ectomycorhizes élevé plus l'âge est plus important.(figure-11). Alors que pour Chréa il y a une corélation négative entre le nombre des ectomycorhizes et l'âge des arbres ce qui explique que la diversité des ectomycorhizes plus importantes chez les arbres moins âgée (figure-12).

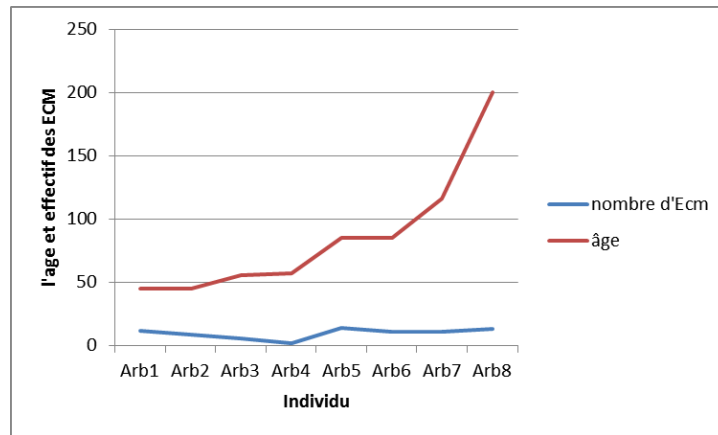


Figure -10: l'Evolution de la colonisation ectomycorhizienne chez les différents arbres de *Taxus baccata* ; station d'Akfadou (2019).

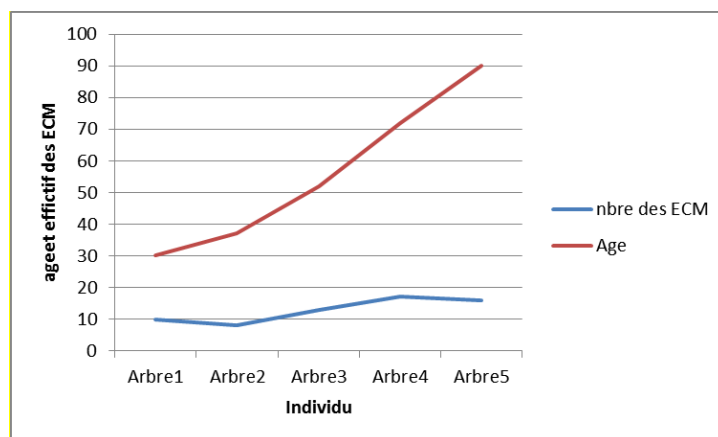


Figure -11: l'Evolution de la colonisation ectomycorhizienne chez les différents arbres de *Taxus baccata* ; station de Tikjda (2019).

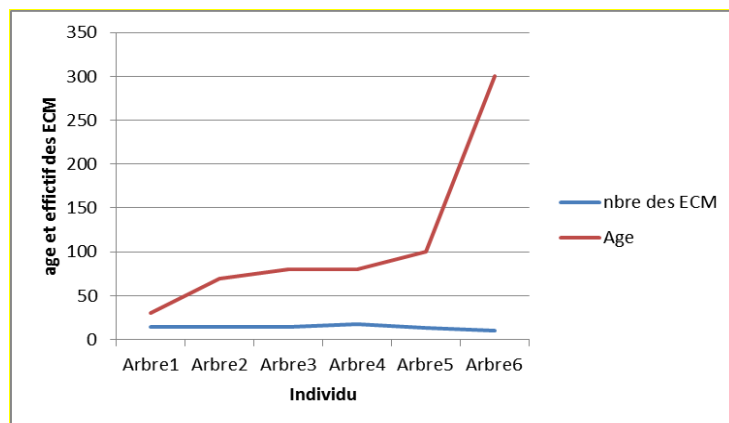


Figure -12: l'Evolution de la colonisation ectomycorhizienne chez les différents arbres de *Taxus baccata* ; pour la station chréa (2019).

4. Analyses statistiques

L'analyse statistique descriptive a montré des fréquences de la colonisation ectomycorhizienne différentes. La plus grande fréquence de colonisation ectomycorhizienne étant observée chez la population de l'Akfadou avec une valeur de $99,66 \pm 32,74$ pour l'arbre 4; suivie par la station de Tikjda avec une valeur de $91,33 \pm 3,39$ pour l'arbre 1; puis la station de Chréa pour laquelle nous avons observé un taux de fréquences le plus faible d'une valeur $7,66 \pm 2,05$ chez l'arbre 4. (Tableau 3)

5. Analyses en composantes principales

L'analyse en composante principale (ACP) exécutée sur les paramètres étudiés Fréquences absolue, la Richesse spécifique des ectomycorhizes, l'Age, le pH, précipitation, le Q₂, la Temperature. des corrélations négative et hautement significative entre la fréquence (F) et la richesse spécifique (RS) ($r = -0,67$) et une corrélation négative entre l'Age et la fréquence absolue ($r = -0,43$) sont relevées. Des corrélations positives et significatives entre la richesse spécifique (RS) et le pH et Précipitations et les Maxima du mois du prélèvement ainsi que le Q₂, qui respectivement de $r=0,50$, $r = 0,50$, $r = 0,59$, $r = 0,50$; suggère un effet des variables écologiques sur la diversité et la richesse des partenaires symbiotiques de la plante hôte. Le calcul des corrélations révèle également une évolution antagoniste entre le bioclimat (Q₂) et les fréquences absolues de colonisation ectomycorhizienne ($r = -0,45$).
tableau4

Tableau4 : Matrice de corrélations entre les variables de l'étude (2019) :

	Fr abs ECM	RS ECM	Age	pH	Pj	Q2	M J	mj	Tmj
Fr abs ECM	1	-0,67	-0,43	-0,31	-0,31	-0,45	-0,31	0,31	0,31
RS ECM	-0,67	1	0,12	0,50	0,50	0,59	0,50	-0,38	-0,50
Age	-0,43	0,12	1	-0,21	-0,21	-0,14	-0,21	0,25	0,21
pH	-0,31	0,50	-0,21	1	1,00	0,95	1,00	-0,88	-1,00
Pj	-0,31	0,50	-0,21	1,00	1	0,95	1,00	-0,88	-1,00
Q2	-0,45	0,59	-0,14	0,95	0,95	1	0,95	-0,89	-0,95
M J	-0,31	0,50	-0,21	1,00	1,00	0,95	1	-0,88	-1,00
Mj	0,31	-0,38	0,25	-0,88	-0,88	-0,89	-0,88	1	0,88
Tmj	0,31	-0,50	0,21	-1,00	-1,00	-0,95	-1,00	0,88	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

Cercle de corrélation de tous les variables et le diagramme de dispersion des échantillons des trois stations(Chrea ;Tikjda ; Akadou)

Le cercle de corrélation montre que la majorité des variables sont très fortement corrélées au cercle de corrélation, à l'exception des variables RS ECM et l'âge qui sont moyennement corrélés. En effet, les variables de MJ ,pj,PH,mj,Tmj sont fortement représentées et positivement avec l'axe 1 qui contribue à 69% à l'information. Il représente les variables écologiques stationnelles ; les variables de mycorhization (Fr et Age) sont représentées sur l'axe 2 qui avec une variance cumulée de 19% à l'information. (Figure-13 A).En effet, l'ACP permet de regrouper les arbres issus de la station de Chréa et de Tikjda dans un ensemble homogène. La distribution des individus selon les deux plans factoriels permet d'individualiser deux ensembles d'individus parmi les trois populations de ces stations. . (Figure-13 B)

L'observation de la projection des individus des populations de l'if des trois stations sur les plans factoriels permet de noter la présence de la quasi-totalité des individus des populations de Tikjda et de Chréa sur la partie positive de l'axe F1. Cet axe exprime le gradient d'aridité et d'acidité des sols (T sol, Précipitation, Q2, T max, pH).

L'axe F2 discrimine les individus des trois populations selon l'âge des individus. Et la fréquence des ectomycorhizes. Il semblerait que plus les arbres sont âgés et moins la fréquence des ectomycorhizes est importante.

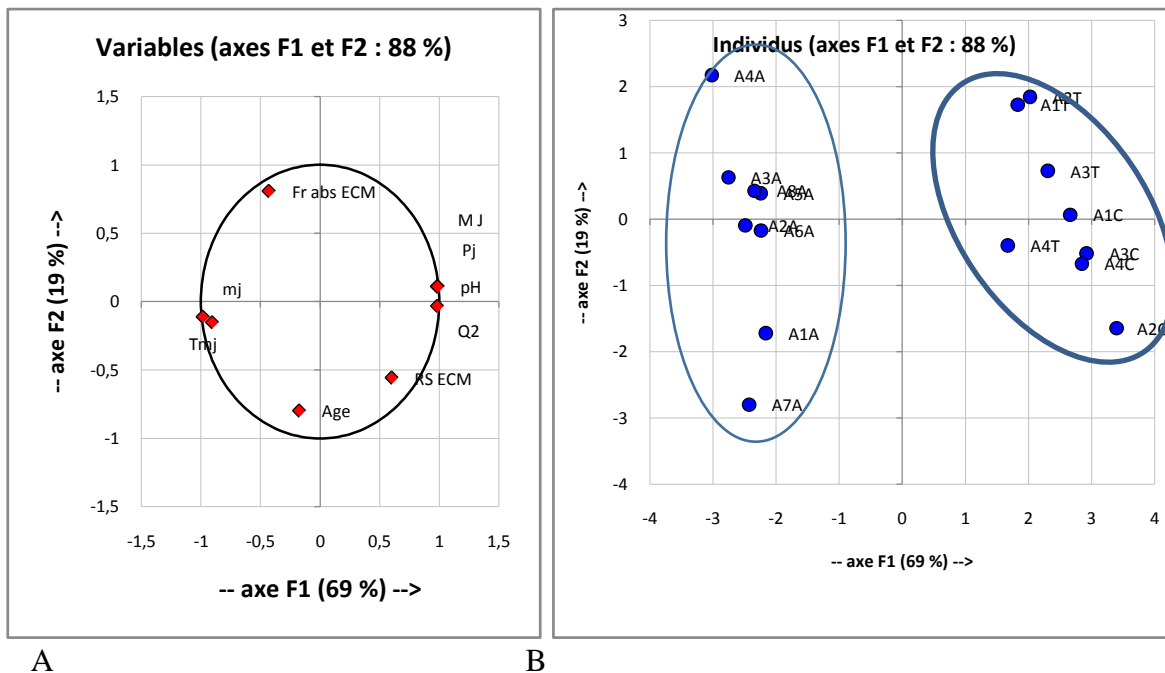


Figure -13 : Analyse en composante principale (ACP). A- Cercle de corrélation de toutes les variables (fréquence absolue, PH,MJ,pj,Q2,Rechisse sepecifique, Tm,mj,Age).B-Diagramme de dispersion des échantillons des trois station : Chrea ; Tikjda ; Akadou .A1A-8A : arbre de la station Akafadou

Discussion

L'étude des racines et la symbiose chez *Taxus baccata* dans les trois stations Chréa, Tikjda et la fontaine des ifs de la forêt de l'Akfadou, montre la coexistence de types mycorhizes ectomycorhizes ; ce qui confirme les résultats déjà retrouvés pour la première fois Harchaoui-Bournine (2017). En effet tous les travaux rapportent que *T.baccata* présente une colonisation mycorhizienne de type arbusculaire chez la même espèce. En effet, plusieurs auteurs, rapportent que les Taxacées sont des espèces à symbiotes endomycorhiziennes de type arbusculaire (Prat, 1926; Boullard, 1968 ; Hariey, 1969 ; Strullu, 1978 ; Wub et al., 2003 ; Garbaye, 2013 ; Harchaoui-Bournine, 2017). Il nous a été permis à travers notre contribution qui a concerné 03 stations et 19 arbres de différents âges de confirmer la présence des ectomycorhizes chez cette espèce.

La caractérisation morpho -anatomiques des ECMs a permis de distinguer une richesse morphotypique de 82 morphotypes ectomycorhizes pour la saison d'Été dans les trois stations. Harchaoui-Bournine (2017) a dénombré une richesse ectomycorhizienne pour les

même populations a savoir Akfadou et Tikjda respectivement de l'ordre de 26 ECMs et de 10 ECMs en période humide. Plusieurs morphotypes ectomycorhiziens ont été observés chez tous les arbres échantillonnés quelque soit les stations d'étude. Les différents morphotypes sont de diverses couleurs : noir, marron claire, marron foncé, orange, blanc ,transparent . Ils présentent diverses distributions : monopodiales, dichotomique, racémeuse, simple, ramifiée, et coralloïde. La phase extramatrielle est tantôt absente et tantôt présente avec abondance ou peu abondante.

L'étude anatomique a montré que ces ectomycorhizes sont caractérisées par un manteau fongique épais ou peu épais présentant ou pas des ornements. Le manteau, par son étroite adhérence à la racine et son épaisseur, constitue une réserve de nutriments, selon Harley *et al.* (1984), il est dans la capacité de stocker l'élément phosphore. joue un rôle dans le transfert entre le champignon et la plante (Smith & Read 1997). De plus, selon Peterson *et al.* (2004), le manteau par sa constitution en hyphes étroitement agglomérées et formant un pseudoparenchyme ou un plénctenchyme, a un rôle de protection.

Le réseau de Hartig, siège des échanges entre la plante et son partenaire fongique. La profondeur de la pénétration du réseau de Hartig dans les couches superficielles de la racine est différente dans les Angiospermes et les Gymnospermes. Alors que les hyphes ne pénètrent que le rang le plus externe des cellules corticales chez la plupart des Angiospermes, elles entourent plusieurs couches des cellules chez les Gymnospermes. Chez *Taxus baccata*, nous avons observé des ectomycorhizes présentant des réseaux de Hartig s'étalant sur plusieurs couches offrant une plus grande surface d'échange de nutriments entre les deux partenaires. Ceci attesterait de l'efficacité des ectomycorhizes de *Taxus baccata* dans les populations étudiées.

La présence de tanins au niveau des cellules corticales de certains morphotypes n'est pas un point caractéristique des racines mycorhizées ; Les tanins sont produits par la racine pour éliminer les champignons que la plante ne tolère pas et sélectionne ainsi les champignons symbiotiques (Marx, 1973). Il semble aussi que ces substances phénoliques jouent un rôle dans la réduction des attaques par les nématodes et augmentent la résistance aux maladies (Sylvia et Sinclair, 1983b).

L'étude des mycorhizes de *Taxus baccata* dans les trois stations de Chréa ; de Tikjda et de la fontaine des ifs de la forêt de l'Akfadou, montre la coexistence des deux types de mycorhizes ectomycorhizes et ectendomycorhizes. A ce jour la présence des ectendomycorhizes n'a pas

été rapportée chez *T.baccata*. L'observation des coupes anatomiques des morphotypes 5, 8, 9, 16 et 27 révèle une mycorhize de type ectendomycorhize. Selon Fiore-Donno (2001) il ne s'agirait pas vraiment d'une double stratégie adoptée par l'espèce, mais subie: des facteurs extrinsèques, liés aux caractéristiques du sol de pinède, des perturbations ou la concurrence interspécifique, détermineraient cette différence de structuration. Ceci expliquerait la présence de cette symbiose chez les populations *Taxus* soumis à des facteurs de stress environnemental tels que baisse des précipitations, élévation des températures (changement climatique) conjugués aux usages intensifs induits par les activités humaines (arrachage des écorces et des feuilles à des fins médicinales.....etc).

La présence en grand nombre et richesse des ectomycorhizes induite par les faibles concentrations d'azote et du phosphore dans le sol des stations d'étude. Les différents morphotypes observés chez *Taxus baccata* exprimeraient une adaptation à l'environnement pour optimiser l'approvisionnement du couple champignon-plante en éléments nutritifs. En effet les champignons ectomycorhiziens s'adaptent aux contraintes locales et instantanées; ils sont très généralistes et très plastiques. (Bournine - Harchaoui Chafia ;2017).

L'analyse quantitative des morphotypes ectomycorhiziens des différents arbres dans les trois stations met en évidence la richesse en morphotypes quelque soit l'âge des arbres. La richesse morphotypique est plus importante pour la station de Chréa. En effet cinquante huit morphotypes ont été décrits et quarante deux pour Tikjda. Enfin, trente quatre morphotypes pour Akfadou ont été décrits pour la saison d'été.

Le pH neutre des sols de nos stations d'étude, semble influencer négativement sur les stations Tikjda et Chréa les champignons ectomycorhiziens qui sont d'après Selosse (2008) plus efficaces dans les sols acides.

Dans les trois zones d'études nous avons remarqué le fait de dégradation ainsi que le stress mécanique se qui explique la présence des ectomycorhizes dans cette période (période d'été). Cependant, d'après Garbaye (2013), les ectomycorhizes sont plus efficaces dans l'absorption et le transfert des éléments nutritifs. Une corrélation positive a été trouvée entre les variations de la richesse spécifique et le pH, p_j , Q_2 et MJ , alors que la richesse spécifique était corrélée négativement avec la fréquence absolue. Ceci signifierait que le facteur abiotique agit positivement sur le taux des ectomycorhizes de *Taxus baccata*. Il a été prouvé que la pollution réduit la croissance et la colonisation des ectomycorhizes (McCreight et Schroeder

1982, Bell et *al.*, 1988), ce qui explique l'effet de ce phénomène sur la diversité des ectomycorhizes de l'if.

CONCLUSION

Les champignons parmi les organismes les plus insaisissables dans leur morphologie, cycle de vie et écologie. L'objectif de notre étude consiste en une approche quantitative et qualitative de la communauté ectomycorhizienne de trois stations de *Taxus baccata*, dans le but de mieux connaître le statut mycorhizienne de cette espèce.

Cette étude a montré la présence des ectomycorhizes et des ectendomycorhizes contrairement aux résultats retrouvés dans la littérature qui considèrent cette espèce comme espèce endomycorhizienne. En effet, différents morphotypes ectomycorhiziens ont été observés. La richesse morphotypique ectomycorhizienne chez *Taxus baccata* varie d'une station à une autre. L'effet des facteurs abiotique sur la symbiose mycorhizienne de *Taxus baccata*, a permis de mettre en évidence la présence de la symbiose ectendomycorhize jamais rapporté chez cette espèce à nos jours.

Pour conforter nos résultats, il serait intéressant de multiplier les prélèvements en temps (saisons) et en nombres (arbres et station) afin de retrouver une corrélation entre les deux types de symbioses (ecto et ectendomycorhizes) avec facteurs abiotiques (saisons, pH, sol...) et les facteurs biotiques de l'espèce.

Références bibliographiques

- Agerer R. (1987–2002).** Colour atlas of ectomycorrhizae. SchwäbischGmünd, Munich: Einhorn-Verlag
- Agerer R. 2001.** Exploration types of ectomycorrhizae. *Mycorrhiza*. Jun 1; 11(2):107-14.
- Agerer R. 2006.** Fungal relationships and structural identity of their ectomycorrhizae. *MycolProg* 5:67–107. Doi: 10.1007/s11557-006-0505-x
- Agerer R., Iosifidou P. 2004.** Rhizomorph structure of hymenomycetes: a possibility to test DNA-based phylogenetic hypotheses? In: Agerer R, Piepenbring M, Blanz P (Eds) *Frontiers in basidiomycete mycology*. IHW-Verlag, Eching, pp 249–302
- Agerer R., Rambold G. 2004–2016** [first posted on 2004-06-01; most recent update: 2011-01-10]. DEEMY – An Information System for Characterization and Determination of Ectomycorrhizae. www.deemy.de – München, Germany
- Al-Abras, K. 1985.** Evolution des types de mycorhizes de l'épicéa commun en fonction de l'âge. DEA mem., Université de Nancy I.
- Boullard B. 1982.** Brève réponse a une question : que recouvre la notion de mycorhize ? Colloques de l'INRA
- Boullard B. 1968.** Les mycorhizes. Ed Masson et cie, paris .135p
- Bournine -Harchaoui Chafia. 2017.** La double symbiose mycorhizienne chez deux espèces forestières, *Taxus baccata* L. et *Populus nigra* L., situées dans la région de Tizi-Ouzou (Tikjda, Akfadou et Ait zikki).
- BRUNDRETT M. C., 2009** – Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. *Plant and Soil*, 320 :37-77. Cardon, Z.G., et J.L. Whitbeck. 2007. *The Rhizosphere: An Ecological Perspective*. Elsevier, 1219–1220.
- Brundrett, M. C. 2002.** « Coevolution of Roots and Mycorrhiza of Land Plants ». *New Phytologist* 154 (2) : 275–304.
- Brunner I., Scheidegger C. 1994.** Effects of high nitrogen concentrations on ectomycorrhizal structure and growth of seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. *New Phytol* 129:83–95
- Burgess T., Dell B., Malajczuk N. 1994.** Variation in mycorrhizal development and growth stimulation by 20 *Pisolithus* isolates inoculated on to *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *New Phytologist*, 127(4), 731-739.
- CARAVACA F., BAREA J. M., PALENZUELA FIGUEROA D., ALGUACIL M.M., ROLDAN A., 2002** – Establishment of shrub species in a degraded semi-arid site after inoculation with native or allocthonous arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology*, 22 : 103-111.
- DELAHUNTY, J. L. 2002.** Religion, war, and changing landscapes: An historical and ecological account of the yew tree (*Taxus baccata* L.) in Ireland. Doct, University of Florida. 213p.
- Dell B., Malajczuk N., Bougher N.L., Thomson G. 1994.** Development and function of *Pisolithus* and *Scleroderma* ectomycorrhizas formed in vitro with *Allocasuarina*, *Casuarina* and *Eucalyptus*. *Mycorrhiza* 5:129–138

- Dexheimer J. 1997.** Etude structurale et fonctionnelle des interfaces entre le champignon et la plant-hôte. Rev. Forest. F, 49, 43-56.
- DHAR, A., RUPRECHT, H., KLUMPP, R. et VACIK, H. 2007.** Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. Journal of Forestry Research, 18, 181-186.
- Dominik T. 1969.** Key to ectotrophic mycorrhizae. Folia Forest Pol Ser A Lesnictwo.
- Duponnois R., Garbaye J., Bouchard D., Churin J. L. 1993.** The fungus-specificity of mycorrhization helper bacteria (MHBs) used as an alternative to soil fumigation for ectomycorrhizal inoculation of bare-root Douglas-fir planting stocks with *Laccaria laccata*. Plant and Soil, 157(2), 257-262
- Duponnois, R., Founoune, H., Masse, D. & Pontanier, R. (2005)** Inoculation of *Acacia holosericea* with ectomycorrhizal fungi in a semi-arid site in Senegal: growth response and influences on the mycorrhizal soil infectivity after 2 years plantation. Forest Ecology and Management, 207: 351-362.
- Frank A.B. 1888.** Ueber die physiologische Bedeutung der Mycorrhiza. Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft 6: 248-269.
- Garbaye J., Eltrop L., George E., Guehl J., Vetterlein D., Wartinger A., Sun Y.P., Unestam T. 1993. Drought stress and ectomycorrhizas. II- Plant water relations. Neuvième Conférence nord-américaine sur les mycorhizes, Guelph (Ontario, Canada), p. 62.
- Garbaye, J. (2013).** La symbiose mycorhizienne : une association entre les plantes et les champignons. Editions Quae. 41-6.
- Gobat, J.M., Aragno, M. & Matthey, W. (2003).** Le sol vivant, 2e Edition. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne. 568 p.
- Godbout C., Fortin J. A. 1983.** Morphological features of synthesized ectomycorrhizae of *Alnus crisp* and *A. rugosa*. New Phytologist, 94(2), 249-262.
- Harley J. L., Smith S. E. 1983.** Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London.
- Hart, M.M., Reader, R.J. & Klironomos, J.N. (2003).** Plant coexistence mediated by arbuscular mycorrhizal fungi. Trends in Ecology & Evolution, 18: 418-423.
- ISZKUŁO, G. et BORATYŃSKI, A. 2005.** Different age and spatial structure of two spontaneous subpopulations of *Taxus baccata* as a result of various intensity of colonization process. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants, 200, 195-206.
- ISZKUŁO, G. et BORATYŃSKI, A. 2006.** Analysis of the relationship between photosynthetic photon flux density and natural *Taxus baccata* seedlings occurrence. Acta Oecologica, 29, 78-84.
- Johnson, D., Leake, J.R., Ostle, N., Ineson, P. & Read, D.J. (2002).** In situ (CO₂)-C-13 pulse labelling of upland grassland demonstrates a rapid pathway of carbon flux from arbuscular mycorrhizal mycelia to the soil. New Phytologist, 153: 327-334.
- Kisa M, Sanon A, Thioulouse J, Assigbetse K, Sylla S, Spichiger R, Dieng L, Berthelin J, Prin Y, Galiana A, Lepage M, Duponnois R (2007)** Arbuscular mycorrhizal symbiosis can counterbalance the negative influence of the exotic tree species *Eucalyptus camaldulensis* on the structure and functioning of soil microbial communities in a sahelian soil. FEMS Microbiology Ecology 62(1):32-44

- Lagrange, H., C. Jay-Allmand et F. Lapeyrie. 2001.** « Rutin, the phenolglycoside from Eucalyptus root exudates, stimulates Pisolithushyphal growth at picomolar concentrations ». *New Phytologist* 149 (2) : 349–355.
- Lambers, H., Raven, J.A., Shaver, G.R. & Smith, S.E. (2008).** Plant nutrient-acquisition strategies change with soil age. *Trends in Ecology & Evolution*, 23: 95-103.
- Landeweert, R., Hoffland, E., Finlay, R.D., Kuypers, T.W. & van Breemen, N. (2001).** Linking plant to rocks: ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals. *Trends in Ecology & Evolution*, 16: 248-255.
- LAPIE, G. et MAIGE, A. 1914.** Flore Forestière d'Algérie Paris, Orlhac.
- Le Quéré, A., D. P.Wright, B. Söderström, A. Tunlid et T. Johansson. 2005.** « Global patterns of gene regulation associated with the development of ectomycorrhiza between birch (*Betula pendula* Roth.) and *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. » *Molecular Plant-Microbe Interactions* 18 (7) : 659–673.
- Linderman R. G. 1988.** VA (vesicular-arbuscular) mycorrhizal symbiosis. *ISI atlas of science: Animal and plant sciences (USA)*.
- Maire R., 1952.** Flore de l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara).
- Manjunath, A., Hue, N.V. & Habte, M. (1989).** Response of *Leuceanaleucocephala* to vesicular-arbuscular mycorrhizal colonization and rock phosphate fertilization in an Oxisol. *Plant & Soil*, 114: 127-133.
- Marks (1965) Marks, G.C., Foster, R.C., 1967.** Succession of mycorrhizal associations on individual roots of radiata pine. *Australian Forestry*, 31(3), 193-201.
- MARTIN, L. et THIÉBAULT, S. 2010.** L'if (*Taxus baccata* L.) : histoire et usage d'un arbre durant la Préhistoire récente. L'exemple du domaine alpin et circum-alpin. *Anthropobotanica*, 1, 20.
- Meddour R. 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabylie djurjurenne. Thèse de Doctorat, 94-97
- Melin E. (1927)** Studier over barrtradsplatansutveckling i rahimius. II. Mykorrhizansutbildning hos tallplantan i olikarahumus former. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 23, 433-494.
- Meotto F. 1996.** La mycorrhization des plantes forestières en milieu aride et semi-aride et la lutte contre la désertification dans le bassin méditerranéen. *Cahiers Options Méditerranéennes*; n. 20 ; pages 33- 41
- Messaoudène M. 1989.** Étude dendroécologique et productivité de *Q. canariensis* Willd. et de *Q. afares* Pomel dans les massifs de l'Akfadou et de Beni-Ghobri en Algérie. Thèse de doctorat en sciences, université Aix-Marseille III, 124 p.
- MOIR, A. K. 1999.** The dendrochronological potential of modern yew (*Taxus baccata*) with special reference to yew from Hampton Court Palace, UK. *New Phytologist*, 144, 479-488.
- Mosse B. 1957.** Observations on the extra-matrical mycelium of a vesicular-arbuscular endophyte. *Trans. Br. Mycol. Soc.*, 42: 439-448.
- Peyronel B., Fassi B., Fontana A., Trappe J. M. 1969.** Terminology of mycorrhizae. *Mycologia*. Phillips R. P., Meier I. C., Bernhardt E. S., Grandy A. S., Wickings

- K., **Finzi A. C. 2012.** Roots and fungi accelerate carbon and nitrogen cycling in forests exposed to elevated CO₂. *Ecology Letters*, 15(9), 1042-1049. Rambelli, 1973 ;Linderman, 1988
- PIOVESAN, G., PRESUTTI SABA, E., BIONDI, F., ALESSANDRINI, A., DI FILIPPO, A. et SCHIRONE, B. 2009.** Population ecology of yew (*Taxus baccata* L.) in the Central Apennines: spatial patterns and their relevance for conservation strategies. *Plant Ecology*, 205, 23-46.
- Plett, J. M., et F. Martin. 2012.** « Poplar root exudates contain compounds that induce the expression of MiSSP7 in *Laccaria bicolor* ». *Plant Signaling&Behavior* 7 (1) : 12–15.
- PRESUTTI SABA, E. 2013.** Monitoraggio e gestione di faggete con tasso (*Taxus baccata* L.) nell'Appenninocentrale. Doct, UniversitàdegliStudidellaTuscia. 173p.
- PUROHIT, A., MAIKHURI, R. K., RAO, K. S. et NAUTIYAL, S. 2001.** Impact of bark removal on survival of *Taxus baccata* L. (Himalayan yew) in Nanda Devi Biosphere Reserve, Garhwal Himalaya, India *Current science*, 81, 586-590.
- READ D. J., 1991** – Mycorrhizas in ecosystems. *Experientia*, 47 : 376-389.
- Reid C.P.P. 1978.** Mycorrhizae and water stress. In : *Comptes-rendus du Symposium Physiologie des Racines et Symbioses / A. Riedacker et J. Gagnaire-Michard Éd. -Nancy : INRA -*, 392-408.
- Sanon, A., Martin, P., Thioulouse, J., Plenchette, C., Spichiger, R., Lepage, M. & Duponnois, R. (2006).** Displacement of an herbaceous plant species community by Mycorrhizal and non-mycorrhizal *Gmelina arborea*, an exotic tree, grown in a microcosm experiment. *Mycorrhiza*, 16: 125-132.
- SCOTLAND R. W., et al ;2003** .Phylogeny Reconstruction: The Role of Morphology. *Systematic biology*, 52 (4) : 539-548.
- Sebastiana, M., et al. 2014.** « Oak root response to ectomycorrhizal symbiosis establishment:RNA-Seq derived transcript identification and expression profiling ». *PloS ONE* 9 (5).
- Silvertown, J. (2004).** Plant coexistence and the niche. *Trends in Ecology & Evolution* 19: 605-611.
- Smith S.E.,etReadD.J., 2008.** Mycorrhizal symbiosis.3rd Edition Academic Press. San Diego, USA.
- Taylor, A. F. S., et I. A. N. Alexander. 2005.** « The ectomycorrhizal symbiosis : life in the real world ». *Mycologist* 19 (3) : 102–112.
- THOMAS, P. 2010.** Response of *Taxus baccata* to environmental factors.II Jornades sobre el teix a la Mediterrània occidental, 4, 5-10.
- THOMAS, P. A. et POLWART, A. 2003.** *Taxus baccata* L. *Journal of Ecology*, 91, 489-524.
- Trappe J.M. 1967** Pure culture synthesis of Douglas fir mycorrhizae with species of *Hebeloma*, *Suillus*, *Rhizopogon* and *Astraeus*. *Forest Science* 13, 121–130.
- van der Heijden, M.G.A., Boller, T., Wiemken, A. & Sanders, I.R. (1998a).** Different arbuscularmycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. *Ecology*, 79: 2082-2091.

- van der Heijden, M.G.A., Klironomos, J.N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Bolier, T., Wiemken, A. & Sanders, I.R. (1998b).** Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396 : 69-72
- VESSELLA, F., SALIS, A., SCIRÈ, M., PIOVESAN, G. et SCHIRONE, B. 2015.** Natural regeneration and gender-specific spatial pattern of *Taxus baccata* in an old-growth population in Foresta Umbra (Italy). *Dendrobiology*, 73, 75-90.
- Voiry H. 1981.** Classification morphologique des ectomycorhizes du chêne et du hêtre dans le Nord-est de la France. Ed. Verlag Paul Parey, Hambourg/ Berlin. 298p.
- Wang, B., et Y. L. Qiu. 2006.** « Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants ». *Mycorrhiza* 16 (5) : 299–363.
- Zak B. 1973.** Classification of Ectomycorrhizae. *Ectomycorrhizae: their ecology and physiology*, 43-7

Annexes

Figure.1. Différentes formes de distributions des Ectomycorhizes (www.Deemy de.)









	simple
	monopodiale-pennée
	monopodiale-pyramidale
	dichotomique
	Irrégulière, pennée à dichotomique
	coralloide
	noduleuse
	tressée

Figure.2.Morphologie des extrémités non ramifiées des ectomycorhizes (www.Deemy de.)







	droite
	courbée
	sinueuse
	tortueuse
	resserrée entre les parties les plus anciennes et les plus jeunes
	perlée

Figure.3 Différentes texture du manteau (www. Deemy de.)

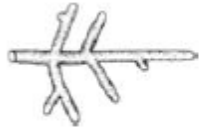





	granuleuse ou verruqueuse
	densément laineux
	très cotonneuse
	denses ficelles
	en feutrage (réticulée)
	lisse

Fig1. Différentes formes de cystides (Deemy de.)














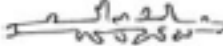
	Hyphe a paroi double et cloisonné (type A)
	en forme de bouteille avec un col droit (type B)
	Hyphe en forme de bouteille avec une extrémité plié (type C)
	en forme de fiole avec un bouton apical (type D)
	Ramifié en forme d'étoile (type E)
	fusiforme (type F)
	globulaire (type G)
	poils ressemblant à un bouton apical, gloeocystidia (type H)
	avec des excroissances en forme de doigts (type I)
	Hyphes pliées ou courbées avec des parois épaisses, en forme de faucille (type K)
	hyphes normales mais souvent tordue comme un tire-bouchon (type L)
	Latérale, avec rétrécissement, bouton portant, excroissance capité (type M)
	capitate (type N)
	paroi mince, légèrement effilée, souvent assez similaire aux extrémités des hyphes normal, mais surtout provenant d'un manteau pseudoparenchyme (type O)
	acanthocystidia (type P)

Tableau 3 : les résultats descriptifs de contage ectomycorhizes dans les trois stations : Chréa ; Tikjda ; Akfadou (2019).

	Arbres	La moyenn e	Erreur type (de la moyenne)	Ectyp e	Coefficien t de dissymétri e	Coefficient d'aplatissem ent	Coefficien t de variation
Chréa	Arbres 1	42,33	8,66	12,25	-0,08	1,5	0,35
	Arbres 2	10	2,08	2,94	0,47	1,5	0,36
	Arbres 3	32	1,15	1,63	-0,16	1,5	0,06
	Arbres 4	7,66	1,45	2,05	-0,23	1,5	0,36
Tikjda	Arbres 1	91,33	2,4	3,39	0,52	1,5	0,04
	Arbres 2	60	13,01	18,4	0,7	1,5	0,37
	Arbres 3	46,33	4,63	6,54	-0,15	1,5	0,17
	Arbres 4	49,33	1,45	2,05	0,23	1,5	0,05
Akfado u	Arbres 1	21	1,52	2,16	-0,59	1,5	0,12
	Arbres 2	57,33	6,35	8,99	-0,11	1,5	0,19
	Arbres 3	77	14,01	19,81	0,7	1,5	0,31
	Arbres 4	99,66	23,15	32,74	-0,15	1,5	0,4
	Arbres 5	68	8,5	12,02	-0,35	1,5	0,21
	Arbres 6	42	1,73	2,44	0	1,5	0,07
	Arbres 7	30	1	1,41	-0,7	1,5	0,05
	Arbres 8	73,33	2,02	2,86	-0,17	1,5	0,04

Résumé

Dans le but de mieux connaître le statut mycorhizienne de *Taxus baccata*., un inventaire a été réalisé dans trois stations : Chréa ; Tikjda ; et Akfadou. Les prélèvements ont concerné des racines collectées au niveau des quatre points cardinaux à une distance de 1m50 du collet de trente arbres. L'échantillonnage est effectuée pendant la saison d'été l'année 2018-2019. L'observation des racines et l'étude morpho- anatomique selon la méthode Agerer (1987-2006) a permis de distinguer 82 morphotypes ectomycorhiziens. Notre étude permet de mettre en exergue l'effet direct de l'âge des arbres la précipitation, la Température, Q₂ ,pH du mois échantillonnée sur la richesse des ectomycorhizes.

Des coupes anatomique été fait sur les morphotypes les plus communes pour les trois stations.

Les résultats obtenus sont soumis à des statistiques descriptives, Une analyse en composante principale (ACP) est réalisée à l'aide du logiciel Stat Box 6, afin de déterminer l'effet des facteurs écologiques (T P, pH, Max, min,) et de l'âge, sur la colonisation symbiotique ectomycorhizienne.

Nos résultats montre L'étude des mycorhizes de *Taxus baccata* dans les trois stations de Chréa ; de Tikjda et de la fontaine des ifs de la forêt de l'Akfadou, montre la coexistence des deux types de mycorhizes ectomycorhizes et ectendomycorhizes. A ce jour la présence des ectendomycorhizes n'a pas été rapportée chez *T.baccata*. L'observation des coupes anatomiques des morphotypes 5, 8, 9, 16 et 27 révèle une mycorhize de type ectendomycorhizes.

Nous avons mis en évidence les facteurs de stress environnemental tels que baisse des précipitations, élévation des températures (changement climatique) conjugués aux usages intensif induits par les activités humaines.

Nous avons note une corrélation positive entre le Q₂, pH , TM, PJ et la richesse spécifique et une corrélation positive entre T_m ,T_{mj} et la fréquence absolue des ectomycorhizes.

Mots clés : Ectomycorhizes, Ectendomycorhizes, saison, Facteurs environnementaux, *Taxus baccata*, Chréa, Tikjda, Akfadou.