

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

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Écologie Forestière,
Option : diversité, fonctionnement et évolution des écosystèmes forestiers.

Thème

Contribution à l'étude du statut endomycorhizien de *Taxus baccata* L. dans trois stations de centre Algérien : cas de l'Akfadou, Chréa et Tikjda

Soutenu le 31/10/2019

Présenté par :

KEBTI Hayat

Devant le jury

Président : Mme SI MOHAMED-HAMIDOUCHE.C MAA-U.M.M.T.O

Encadreur: Mme KADI-BENANE S MCB-U.M.M.T.O

Co-promotrice : Mme HARCHAOUI-BOURNINE-C MCB-U.M.M.T.O

Examinatrice : Mme MEZAOUR.N MAA-U.M.M.T. O

Promotion : 2019

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements au Dr.Kadi- Benane Saliha, qui a bien voulu assurer mon encadrement, et pour avoir proposée et dirigée ce travail, Merci pour votre complicité, votre confiance et pour m'avoir transmis une passion inlassable pour les champignons mycorhiziens que j'ai découvert avec vous.

A ma Co-promotrice Mme Harchaoui, C. Docteur esse Maitre de conférences classe B à L U.M.M.T.O. qui à suivi de très près ce travail ;

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

A Mme Si mohamed- Hamidouch. qui me fait l'honneur de présider ce jury

A Mme Mezaour.N. Qui a bien voulu examiner ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail a

*Mes très chers parents
Que je ne pourrais être jamais reconnaissante envers leurs
dévouements, leurs Amours, leurs Sacrifices et leurs
encouragements*

*Mes chers frères Madjid, Smail, Rabah, Said leurs épouses et leurs
enfants*

Ma sœur Zahia Que j'aime et j'adore beaucoup

A tous mes amies qui mont encourager et au étudiants de ma promo

A tous ceux qui j'aime et m'aime

*Et toute personne qui m'a fait du courage et ma donner de l'aide dans
ce travail.*

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : La symbiose mycorhizienne : recherche bibliographique

I. La symbiose mycorhizienne	2
I.1. Définition	2
I.2. Les différents types des mycorhizes	2
I.2-1. Les ectomycorhizes	2
I.2-2. Les endomycorhizes.....	3
Les mycorhizes Arbusculaires (AM)	4
Les mycorhizes Ericoïdes	5
Les mycorhizes Arbutoïdes et Monotropoïdes	5
Les mycorhizes d'Orchidées	5
I.2-3.Les ectendomycorhizes.....	5
II. Ecologie des mycorhizes	6
II.1 Les facteurs climatiques	6
II.2. Les facteurs édaphiques.....	6
III. Rôle des mycorhizes.....	6
IV. Généralité sur <i>Taxus baccata</i>	7
IV.1. La classification de <i>Taxus baccata</i>	9
IV.2. Les caractéristiques écologiques de l'if.....	9
IV.3. La reproduction de <i>Taxus baccata</i>	9
IV.5.Utilisation de <i>Taxus baccata</i>	10
En industrie.....	10
En pharmacie.....	10

Chapitre II : Matériels et Méthodes

I. Présentation des stations des études	11
---	----

J Station de Chr��a	12
J Station de Tikjda.....	13
J Station des fontaines des ifs (Akkfadou).....	14
II. Matériel végétale.....	15
II.1. Détermination de l'âge des arbres	15
II.2. Période et méthode de prélèvement	15
II.3. Description des endomycorhizes.....	17
II.4. Comptage des endomycorhizes	19
II.5. Méthodes de comptage	19
II.6. Description des spores du sol sous <i>Taxus baccata</i>	19
II.7. Centrifugation.....	20
II.8. Description des spores	22
II.8.1. Identifications de la forme et la couleur	22
II.8.2. Description morpho-anatomique des spores.....	22
Chapitre III : Résultats et Discussions.	
I- L'âge des arbres concernés par l'étude.....	23
II- Description et inventaire des endomycorhizes de <i>Taxus baccata</i> dans les trois stations Chr��a, Tikjda et Akkfadou	24
J Stadion Chr��a.....	24
J Station de Tikjda.....	27
J Station de fontaine des ifs a Akkfadou	28
III- Analyses descriptives et comparatives de la distribution des différentes structures endomycorhiziennes chez les arbres des trois stations d'étude	30
IV- Estimation de la colonisation endomycorhiziennes	32
J Station de Chr��a.....	32
J L'endomycorhization moyennedes arbres en fonction de l'âge.....	32
J La Colonisation totale des structures endomycorhiziennes de Chr��a	33
J Station de Tikjda.....	34

J	L'endomycorhization moyennedes arbres en fonction de l'âge.....	34
J	La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de Tikjda	35
J	Station d'Akfadou	36
J	L'endomycorhization moyenne des arbres en fonction de l'âge.....	36
J	La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de l'Akfadou.....	37
J	La colonisation moyenne entre trois populations.....	37
V.	L'analyse en composant principale (ACP)	39
J	Cercle de corrélation	39
	Discussion général	41
VI.	Description qualitative de la biodiversité sporale endomycorhiziennes des sols sous	
	<i>Taxus baccata</i>	
I-	Description morphologique des spores	43
J	Spores isolées à partir du sol prélevé à chréa	43
J	Spores isolées à partir de sol de Tikjda	45
J	Spores isolées à partir de sol de l Akfadou	47
	Conclusion général	50

Liste des figures :

Figure.1 Représentation schématique des sections transversales des huit types de mycorhizes Décrits (Garbaye 2013) modifiée pour distinguer les différents types d'endomycorhizes.....	3
Figure.2 Photo de l'if <i>Taxus baccata</i> (photo, 2019)	7
Figure.3 Situation géographique de la station Chréa (Google map2019)	12
Figure.4 Situation géographique de la station Tikjda (Google map2016)	13
Figure.5 Situation géographique de la forêt d Akfadou.....	14
Figure.6 Photo de l'if (<i>Taxus baccata</i>) des defferents station d'études : a. station de Chréa, b. station de l'Akfadou, c. station de Tikjda. (Kebti, 2019)	16
Figure.7 Les étapes de traitements des racines endomycorhyziennes	17
Figure.8 Les étapes de traitement des racines endomycorhyziennes	18
Figure.9 Les étapes de la description des spores endomycorhyziennes	21
Figure.10 L'étape de centrifugation	22
Figure.11 Différentes structures rencontrées chez les arbres de <i>Taxus baccata</i> de la station de Chréa	25
Figure.12 Différentes structures rencontrées chez les arbres de <i>Taxusbaccata</i> de la station de Chréa	26
Figure.13 Différentes structures rencontrées chez les arbres de <i>Taxus baccata</i> de la station de Tikjda... ..	27
Figure.14 Différentes structures rencontrées chez les arbres de <i>Taxus baccata</i> de la station de l'Akfadou	28
Figure.15 Différentes structures rencontrées chez les arbres de <i>Taxusbaccata</i> de la station de Akfadou.....	29
Figure.16 Variation de l'endomycorhization totale chez les différents arbres de la population de Chréa en fonction de l'âge.....	32

Figure.17 La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de population de Chr�a	33
Figure.18 Variation de l'endomycorhization totale entre les arbres de la population de Tikjda en fonction de l'âge	34
Figure.19 La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de la population de Tikjda	35
Figure.20 Variation de l'endomycorhization totale entre les arbres de la population de l'Akfadou en fonction de l'âge	36
Figure.21 La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de la population de l'Akfadou	37
Figure.22 La colonisation moyenne entre trois populations : Akfadou, Chr�a et Tikjda	38
Figure.23 Le cercle de corrélation de plan (F1 et F3)	39
Figure.24 La distribution des variables et les individus sur le plan (F1et F3)	40
Figure.25 Différentes morphotypes des spores endomycorhiziennes de la station Chr�a	44
Figure.26 Différentes morphotypes des spores endomycorhiziennes de la station Tikjda	46
Figure.27 Les différentes morphotypes des spores endomycorhiziennes de la station d'Akfadou	48
Figure.28 Le nombre total des spores endomycorhiziens de trois stations : Chrea, Tikjda et Akfadou	49

Introduction :

Les champignons sont des organismes hétérotrophes ne pouvant pas assimiler directement le CO₂ atmosphérique. Ils utilisent la matière organique comme source de carbone et d'énergie.

Les champignons peuvent entretenir deux grands types de relation avec la plante hôte. Lorsqu'ils tirent parti de la physiologie de la plante hôte sans retour pour celle-ci, phénomène est appelé parasitisme. En revanche, si l'association est à bénéfice réciproque pour les deux espèces associées, le phénomène est alors appelé symbiose mutualiste (Smith et Read, 1997). Dans ce dernier cas, un mycorhize est constituée d'une racine colonisée et des structures fongiques de transport (mycélium), de transfert (arbuscule) et de stockage (la vésicule) et par un réseau de mycélium se développant dans le sol au voisinage des racines appelé sol rhizosphérique.

Les mycorhizes résultent d'une union durable basée sur des échanges réciproque entre les racines des végétaux et certains champignons du sol. Elles constituent des composantes essentielles dans la relation sol-plantes-microorganismes. En effet, certaines espèces végétales ne peuvent croître normalement sans s'associer à un partenaire fongique (Janos, 1980 ; Gobat et al, 2003).

Il existe trois types de mycorhizes : les ectomycorhizes, les endomycorhizes et les ectendomycorhizes.

Notre travail, consiste à étudier l'état endomycorhizien de l'if (*Taxus baccata*). Une espèce à croissance lente. Elle est très résistante à la sécheresse. Elle supporte aussi les gels tardifs. Son bois est dur et est très recherché pour l'ébénisterie. Son utilité la plus importante de nos jours est bien celle en pharmacopée pour l'extraction de taxol, substance médicamenteuse pour la lutte contre la maladie du siècle qu'est le cancer. Le choix de notre espèce demeure important en raison de manque de travaux concernant sa mycorhization et sa situation de conservation (espèce menacée d'extinction en Algérie).

L'objectif de ce travail est l'étude de l'état endomycorhizien de trois populations de *Taxus baccata* situées dans trois stations :Chrèa, Tikjda et fontaine des ifs à l'Akfadou. Pour ce faire une description des endomycorhizes, détermination des spores endomycorhiziennes dans les sols des trois stations.

Introduction générale

I. La symbiose mycorhizienne

I.1. Définition :

Le mot symbiose fut utilisé pour la première fois par l'allemand Frank (1877) pour qualifier la coexistence d'organismes différents. Les symbioses mutualistes, ou les partenaires coexistent activement d'un point de vue physiologique, écologique et reproductif (Harley, 1989) furent pendant longtemps jugées peu importantes dans les processus écologiques (Lambers et al, 2009). Il est actuellement admis que la symbiose mycorhizienne est une association obligatoire et à bénéfice réciproque entre une racine de plante et un champignon. Dès le 19^{ème} siècle, les mycorhizes ont fait l'objet de description et d'études de distribution de part le globe

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

I.2. Les différents types de mycorhizes

Cette symbiose prend différentes formes, appelées ectomycorhizes, endomycorhizes ou ectendomycorhizes, selon les caractères anatomiques de l'association (Peyronel et al, 1969), la classification des mycorhizes est basée donc sur le type de champignon associé, selon que celui-ci est asepté, c'est-à-dire zygomycètes de l'ordre des Glomales, ou septé, comme les ascomycètes ou basidiomycètes (Smith et Read, 1997).

I.2-1 Les ectomycorhizes

Ces champignons supérieurs se retrouvent dans le sous-bois parce que, sauf exception, ils forment des mycorhizes qu'avec les plantes ligneuses, arbre ou arbustes. Beaucoup de ces champignons produisent des carpophores sur le tapis forestier. La symbiose ectomycorhizienne ne concerne que 3% des espèces végétales (Moussain, 1991) mais elle a été (et est toujours) très étudiée car ces espèces constituent la majorité des ligneux à intérêt économique.

Les champignons ectomycorhiziens appartiennent aux Ascomycètes et surtout aux Basidiomycètes. C'est plus de 25000 espèces de plantes vasculaires qui portent ce type de mycorhizes (Fortin et al, 2008).

Les ectomycorhizes revêtent les racines latérales à structure primaire d'un manteau fongique, le mycélium ne se développe pas dans les cellules de l'hôte, mais plutôt vers l'extérieure des cellules. Les hyphes en s'accolant les uns aux autres forment un manchon autour des racelles et pénètrent aussi dans la racine, mais en se confinant aux espaces intercellulaires, formant dans le cortex un système complexe portant le nom de Hartig, chercheur qui l'a observé et décrit le premier. A partir de cet ancrage, le mycélium peut alors se développer et envahir le sol adjacent (Fortin et al, 2008).

I.2-2 les endomycorhizes

Les endomycorhizes sont les premières symbioses mycorhiziennes des plantes. Son celles qui ont permis aux végétaux de sortir de la vie marine vers la vie terrestre il ya environ 400 millions d'années (Nadia et Lyne, 2002).

On distingue quatre types d'endomycorhize : les mycorhizes arbusculaires, les mycorhizes éricoïdes, les mycorhizes arbutoides, monotropoïdes et les mycorhizes orchidoïdes (Peterson et al, 2008) (Figure 1).

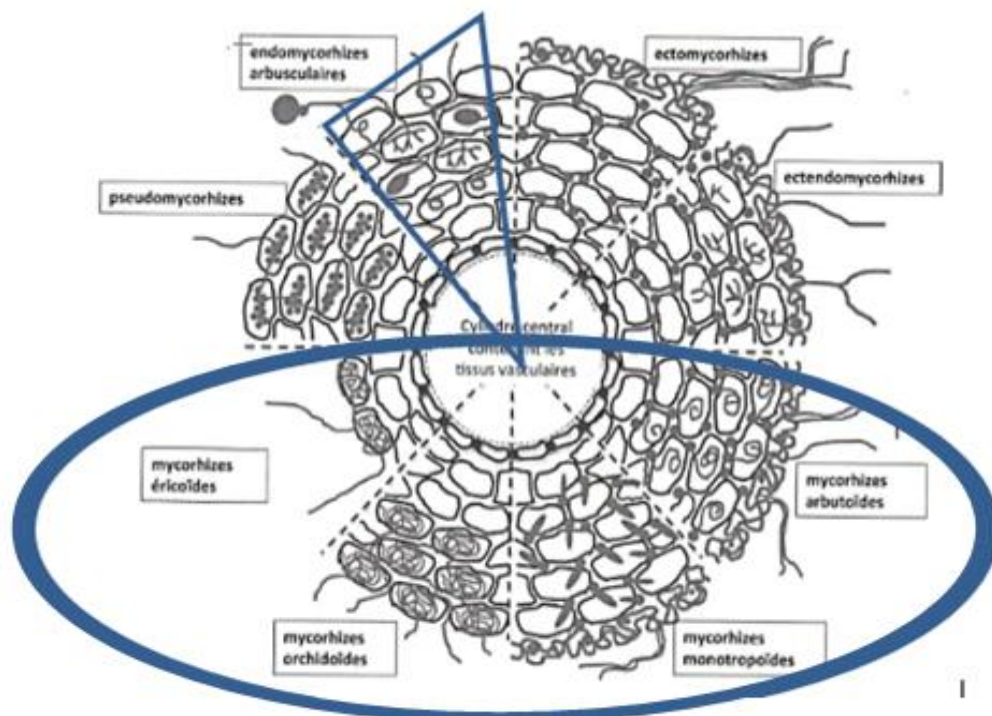


Figure 1 : Représentation schématique des sections transversales des huit types de mycorhizes décrits pour distinguer les différents types d'endomycorhizes (Garbaye 2013 modifiée).

-Les mycorhizes Arbusculaires (AM).

Parmi les associations endomycorhiziennes, ce sont les champignons mycorhiziens à arbuscules (MA) qui sont de loin les plus répandues à la surface du globe. Ils se sont adaptés à de nombreux environnements et différentes plantes hôtes. Ils peuvent former des associations mutualistes avec les racines fines d'environ 80% de toutes les plantes terrestre (Smith et Read, 1997) ligneuses, herbacées, les mousses, fougère, gymnospermes et angiospermes plusieurs conifères et la majorité des plants à fleurs, mono et dicotylédones.

Les champignons mycorhiziens à arbuscules (MA) sont des composantes importantes des écosystèmes terrestre (Liu et Chen, 2007 ; Smith et Read, 1997). Des techniques de biologie moléculaire ont permis de démontrer que les premières mycorhizes arbusculaires sont apparues au dévonien, il y a environ 450 millions d'années (Fortin et *al*, 2008). Les MA sont représentés par divers espèces, selon des estimations, il pourrait y avoir 1250 espèces de CM dans le monde (Borstler et al, 2006). Au cours des 10 dernières années, environ 113 MA dans sept genres ont été isolés en Chine, 70 espèces en Afrique, et 84 espèces aux Etats-Unis, la France et l'Allemagne (Liu et *al*, 2009).

Le champignon mycorhizien à arbuscule forme plusieurs structures à l'intérieur des racines, principalement des arbuscules, des vésicules, des spores et des hyphes non spécialisés (Tommerup, 1984). On utilise le terme propagule pour les désigner puisque toutes ces structures servent à propager l'espèce (Fortin et *al*, 2008).

Le terme arbuscule réfère à une structure microscopique unique que développent ces champignons dans les cellules corticales des racines. Chez ce type de mycorhize, le champignon ne cherche pas à envelopper les cellules de l'hôte, comme chez les ectomycorhizes, mais y pénètre de façon subtile sans trop en perturber les structures. A partir de ce point d'ancrage dans la racine, le champignon mycorhizien à arbuscule développe dans le sol une phase dite extra radiculaire, qui s'étend en un réseau mycélien et envahit le sol adjacent, dans toutes les directions. Ce mycélium de très fine dimension offre une surface considérable de contact avec le sol. On estime que la surface des mycéliums arbusculaire, sous un mètre carré d'un sol de prairie est d'environ 90 m² et que dans un pot d'un litre ou pousse un seul plant de poireau, le mycélium peut atteindre jusqu'à un kilomètre, envahissant les moindres interstices du substrat (Fortin et *al*, 2008).

- Les mycorhizes Ericoïdes

Elles se rencontrent chez les familles des Ericacée et des Epacridacées. Ce type est extrêmement important dans les écosystèmes où l'azote du sol est lié dans divers composés organiques. Les cellules épidermiques des racines sont colonisées par les hyphes fongiques qui forment des hyphes intracellulaires complexes. Les quelques espèces fongiques identifiées appartiennent aux Ascomycètes (Harchaoui, 2017).

- Les mycorhizes Arbutoïdes et Monotropoides

Les mycorhizes arbutoïdes et monotropoïdes sont exclusivement présent chez les Ericales. Les mycorhizes arbutoïdes présentent des pelotons intracellulaires ainsi qu'un manteau autour de la racine. Les mycorhizes Monotropoïdes se caractérisent par des hyphes formant des pelotons dans les cellules superficielles de la racine. Cette relation permet à la plante d'améliorer sa nutrition en apportant principalement de l'eau, du phosphore et de l'azote.

- Les mycorhizes d'Orchidées

Les mycorhizes des orchidées développent leur mycélium dans l'ensemble des couches corticales (Fortin et al 2016).

Le champignon envahit à la fois les embryons et le système racinaire des plantes adultes. Chez les embryons, le champignon pénètre par le suspenseur, il stimule la division cellulaire et provoque donc la naissance embryonnaire. Chez un même embryon, on peut observer tout les stades de développement du partenaire fongique, c'est-à-dire des pelotons d'hyphe jusqu'aux amas de phagocytose. On admet que cette colonisation de l'embryon ne suffit pas pour que la mycorhization s'installe chez les plantes adultes. Les racines très épaisses sont infectées à partir de sol, dès leur formation. Le champignon ne colonise ni l'épiderme ni le cylindre central, il se limite au parenchyme cortical. A la périphérie de la racine, les tissus corticaux montrent des pelotons d'hyphes cloisonnés. La partie profonde est occupée par des cellules racinaires qui présentent des amas résiduels résultant de la digestion de l'endophyte (Strullu, 1991).

I.2-3-Les ectendomycorhizes.

Les ectendomycorhizes peuvent occuper la quasi-totalité du système racinaire des jeunes plantes de pin ou de mélèze en pépinière. Les champignons responsables des ectendomycorhizes sont tous des Ascomycètes au mycélium pigmenté brun, cultivable sur des milieux synthétiques au laboratoire tout comme les Ascomycètes et les Basidiomycètes qui forme les ectomycorhizes (Garbay, 1990).

Elles possèdent à la fois des caractères 'ectomycorhizes et d'end mycorhizes. Elles sont à mentaux réduite ou absent qui possèdent un réseau de Hartig bien développé et des hyphes qui pénètrent dans les cellules racinaires. Il est difficile de décrire ce groupe car la morphologie et la structure des ectendomycorhizes varient d'une espèce à l'autre (Béreaub et *al*, 2003).

II-Ecologie des mycorhizes :

Les mycorhizes sont influencés par plusieurs facteurs climatiques et édaphiques et par la nature de végétation.

II-1 Les facteurs climatiques :

Parmi les facteurs climatiques qui impacte sur la formation et le fonctionnement des mycorhizes entre autre :

-La température est un facteur qui influence la formation des mycorhizes. En effet, chaque champignon mycorhizien a ces températures optimales qui lui assurer un bon fonctionnement et un bon développement. En général, les champignons poussent mieux aux environ de 20°C. L'infection endomycorhizienne et la production des spores sont stimulées par une élévation de température, jusqu'aux environs de 30°C (Fortin et Fortin ,1973 in Harchaoui, 2003).

-La lumière influence sur la mycorhization par son intensité et sa durée. Il a été prouvé que l'abaissement de l'éclairément provoque la diminution de l'infection mycorhizienne (Son et *al*, 1988).

II.2. Les facteurs édaphiques

La mycorhization est meilleure dans les sols légèrement acides qui conviennent en majorité à une multitude de champignon. L'optimum se situe entre pH=4 et pH= 6. Les ectomycorhizes se rencontrent surtout dans les sols forestiers à pH inférieur à 6 qui reste une indication de tendance et non une règle générale (Dommergues et Mangennot ,1970).

Les minéraux influencent sur le développement mycorhizien, leur concentration élevée freine la croissance du champignon mycorhizien (Dommergues et Mangennot, 1970). Par exemple l'azote est un élément nutritif nécessaire à la plante certes ; mais en teneurs élevées, il freine la croissance du champignon mycorhizien (Egli et Brunner, 2002).

La mycorhization exige un certain taux d'humidité pour un bon fonctionnement mais les sols sec et inondé sont défavorables (Dommergues et Mangennot, 1970).

III. Rôle des mycorhizes

L'association symbiotique entre arbres et champignons telluriques est une règle quasi-générale a elle contribue à l'établissement et à la pérennité de l'écosystème forestier de même qu'à sa productivité (Read, 1991). 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 (Smith & Read 2008).

L'association mycorhizienne permet à la plante d'améliorer de manière souvent très significative, son prélèvement en eau et en nutriments dans le sol. Pour de nombreuses plantes, la mycorhization est indispensable notamment pour l'acquisition du phosphore, élément particulièrement difficile à prélever.

Les mycorhizes jouent un rôle essentiel dans la mise à disposition du phosphore soluble pour la plante hôte. Les champignons mycorhiziens ont la capacité de solubiliser inorganique à partir de formes insolubles du sol. Les mycorhizes sont également un lieu de stockage de polyphosphates qui seront dégradés et transférés à l'hôte en cas de besoin. De manière générale, la symbiose permet une amélioration de la nutrition hydrique et azotée, une accumulation de métaux lourds et une augmentation de la résistance aux pathogènes.

Les champignons symbiotiques tirent quant à eux un grand profit de leur relation avec la plante hôte. Ils profitent des composés carbonés (environ 30% du carbone assimilé par la plante). Ils profitent aussi des facteurs de croissances qu'ils ne peuvent synthétiser (Garbaye, 1988 in Harchaoui, 2003).

Les physiologistes et écologistes n'ont accordé que peu ou pas d'importances aux symbioses mycorhiziennes dans l'installation, l'évolution, le fonctionnement et la distribution des écosystèmes terrestres (Fortin *et al*, 2016). On a déjà vu que l'événement de la symbiose mycorhizienne arbusculaires, il ya environ 425 millions d'année, a joué un rôle déterminant dans l'apparition de la vie végétale sur les continent et que cela a eu un impact incontournable sur la spéciation en coévolution des plantes vasculaires, on doit ajouter à ce constat que les symbioses mycorhiziennes ont également eu un impact déterminant sur la genèse des sols et sur l'évolution des écosystèmes terrestres. La compréhension du rôle des mycorhizes dans l'établissement, le développement et la stabilité des écosystèmes terrestre en est qu'à ses débuts.

IV. Généralité sur *Taxus baccata*

L'if *Taxus baccata* fait partie de la famille des Taxacées. Il est souvent considéré, à tort comme un résineux alors qu'il s'agit en fait d'une des espèces rares de Gymnospermes non résineuse. Il se distingue des conifères par le fait que son fruit n'est pas un cône (Caron, 2018). Il peut atteindre plus de 25m de hauteur et dépasser 1m de diamètre. Son tronc est souvent massif et court. Les feuilles déposés sur deux rangs, projette beaucoup d'ombre (Farrar, 1996), (figure 1).

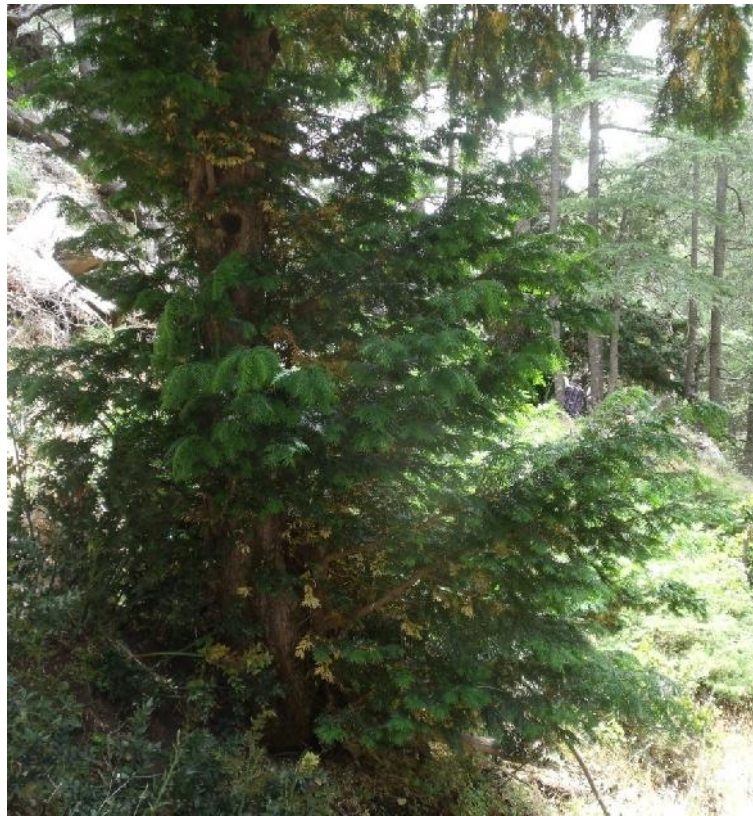


Figure 2: Photo de l'if *Taxus baccata* (photo, 2019).

IV.1- La classification de *Taxus baccata* :

La classification de *Taxus baccata* selon Rameau *et al.* (1993) est comme suit :

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Gymnospermes
Classe	Taxopsides
Ordre	Taxales
Famille	Taxacées
Genre	Taxus
Espèce	baccata L.

IV.2- Les caractéristiques écologiques de l'if

L'if est une espèce longévifère, à croissance lente. Il apprécie l'ombre : son cycle de développement nécessite un sous-bois permettant sa régénération.

Il préfère les zones à humidité atmosphérique importante et des hivers doux. Il exige des sols riches et supporte très bien le calcaire.

Taxus baccata résiste au gel jusqu'à -20 à -25 selon les stations. Il est très localisé et on le trouve sur des sols calcaire et rocheux, l'if préfère des sols frais, limoneux et riches en bases, l'humidité de l'air étant garantie. On le trouve aussi bien sur des substrats acides que basique, il pousse mal sur des sols salés. L'if est très résistant à la sécheresse car stomates peuvent se former rapidement en cas de déficit hydrique de l'air et de plus le feuillage supporte les états de forte déshydratation (Joliver, 1998).

IV.3- La reproduction

L'if est une espèce dioïque les fleurs des pieds mâle jaunâtres produisent au printemps un pollen jaune et abondant. Les fleurs des pieds femelles sont verdâtres et forment des fruits charnus, rouge vif : les arilles. Il présente la capacité exceptionnelle chez les Gymnospermes, de se reproduire par deux types de reproduction sexuée et asexuée (**végétative**).

L'if est une espèce anémophile type. Son pollen léger est disséminé par le vent. Les individus mal en produisent chaque année de grande quantité, transporté à des distances très lointaines. L'auto-fertilité est évidemment exclue, puisque l'espèce est dioïque. Dans des conditions favorables, l'if fructifie chaque année et abondamment. Les faux fruits rouges sont murs en août (Hassler-Schwarz, 1999 ; Hattemer, 1994).

En fonction de la station et de la gestion forestière, on assiste à une forte reproduction végétative grâce à d'innombrables bourgeons dormants situés dans la partie inférieure du tronc. En effet, l'if est le seul conifère indigène à pouvoir rejeter des souches. Il est capable de drageonner et se multiplie facilement à partir de boutures de jeunes rameaux (Zollere, 1981 ; Hattemer, 1994)

A' L'exception de l'arille, toutes les parties de l'if contiennent des toxines, une mixture d'alcaloïdes à pouvoir fortement vénéneux. Ce sont les aiguilles qui en contiennent le plus, et leur teneur augment à mesure que la saison avance si bien que les jeunes pousses du printemps ou du début de l'été sont moins dangereuse que les branches d'hiver. Frais ou sec, le degré de toxicité se maintien au fil des ans et la toxine reste active après cuisson, séchage ou conservation du plant. Les graines de l'estomac et dans l'estomac et de l'intestin et la graine peuvent être éliminés sans dégager de toxine.

IV.5-Utilisation de *Taxus baccata*

- En industrie

Le bois de l'if est très dense, très nerveux et très élastique, utilisé depuis longtemps en placage, meubles parisiens et la fabrication des poteaux

Le bois de l'if utilisé aussi en dendrochronologie pour dater des constructions historiques ou des objets faits de se bois.

-En pharmacie

Le taxol est un anticancéreux puissante. Le taxol ralentit la croissance des cellules Cancéreuse selon le découvert américain de 1960 et poursuite des recherches à l'université de Gif-Sur-Yvette dans les années 1980. Le docétaxel connu sous le nom de taxtére, se révèle d'un très grand intérêt dans le traitement du cancer du sein métastasé, le reste de la plante était utilisée contre les rhumatismes mais sa très haute toxicité a fait renoncer à son usage.

Chapitre II

Matériel et Méthodes

I. Présentation des stations d'études

Afin de réaliser notre étude portant sur l'inventaire comparatif et quantitatif de l'endomycorhization de *Taxus baccata* en fonction des conditions stationnelles que de nous avons prospecté au niveau de la région nord algéroise où il est naturellement présent. Trois stations se sont imposées par les conditions et facteurs écologiques qui y règne à savoir la station de l'Akfadou, de Chréa et de Tikjda. (Tableau 1)

Tableau 1 : variations écologiques des rois stations d'études, Chréa, Tikjda et Akfadou.

Stations	Chréa	Tikjda	Akfadou
Etage altitudinal	1550 m	1478 m	1100m à 1200m
Coordonnées géographiques	36°25 32 Nord 2° 52 36 Est	36°15 53 Nord 4°04 26 Est	36°40'0.02 Nord et 4°34'59.99" Sud
Bioclimat	Pyrhumide (Meddour, 2002).	humide à hiver frais. In Harchaoui, 2017).	Humide variante tempérée (in Harchaoui, 2017).
P juin	8.2	8.2	3.7
Q2	186	165.8	130.5
T moy de juin	23.5	23.5	24
Tmax de juin	38	38	36
Tmin de juin	9	9	12
T de sol	20.6	18	15.5
pH de sol	7.18	7.18	7.18

) Station de Chréa

La station d'Ain Kechoud est située dans le parc national de Chréa à 1550m d'altitude. Elle s'éloigne du chef-lieu de la ville de Blida de 19km. Le lieu de prélèvement se présente sous les coordonnées géographiques suivantes : 36°25 32 Nord et 2°52 36 Est (Figure 3), est Près d'un cours d'eau, la station à exposée nord-ouest, se caractérise par un relief accidenté et une pente de 40%.La roche mère est de nature schisteuse. Le sol est plus ou moins profond, riche en matière organique (humus) et perméable. Ain Kechoute est caractérisée par des précipitations de 1400 mm/an, des températures moyennes de 11°C et de minima de 0.5°C.

Selon Meddour (1994), l'if d'Ain-Kechout, de la station de Chréa, appartient à une formation végétale mésophile à *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium* (le grand houx). Il y individualise une sous-association à *Taxetosum baccatae*, installée sur des sols profonds et frais. On y retrouve aussi d'autres espèces telles que le chêne vert (*Quercus ilex*), la ronce (*Rubus ulmifolius*), l'alisier blanc (*Sorbus aria*), l'érable (*Acer obtusatum*), le merisier (*Prunus avium*) et le saule.

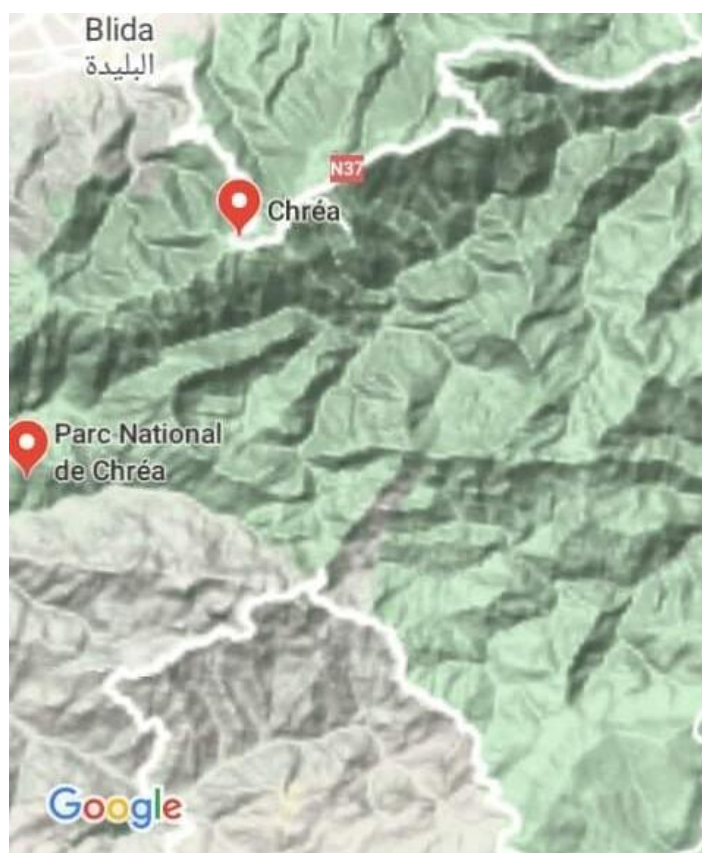


Figure 3 : Situation géographique de la station Chréa (Google map2019).

J) Station de Tikjda

La station d'étude est localisée dans la forêt de Djurdjura versant sud de Bouira situé dans la commune d'el Asnam dans la wilaya de Bouira à 32 kilomètres à l'est du chef-lieu de wilaya, à 1478 mètres d'altitude, de coordonnées géographiques 36° 15 53 Nord 4° 04 26 Est. Elle est caractérisée par un bioclimat humide à hiver frais. (Figure 4).

La végétation de cette forêt nous a permis de déterminer trois groupements végétaux. Les trois groupements végétaux sont la cédraie forestière située à Taouialt et Tighilt Tabount *Cedretum atlantica* et marquée par la présence de *Taxus baccata* localiser à Tigounatine nord, la cédraie thermophile à chêne vert localisée sur le site du rochet du pigeon, en adret qui se rapport aussi aux *Quercetea pubescentis* et *Querco-cedretalia atlantica* avec une abondance des espèces caractéristiques des *Quercetea ilicis* (Larbi, 2015).



Figure 4 : Situation géographique de la station Tikjda (Google map2016).

J) Station des fontaines des ifs (Akfadou)

Elle est située dans la forêt de l'Akfadou de coordonnées géographiques 36°40'0.02" nord et 4°34'59.99" sud, d'une superficie d'environ 11000 ha. Elle est essentiellement composée de chênes. La station d'étude est localisée à une altitude de 1100 m à 1200 m.

Le cortège floristique de l'if est constitué du Houx (*Ilex aquifolium*) et des arbres de merisiers (*Cerasus avium* L.). Le climat dans la forêt de l'Akfadou est de type humide à variante tempérée (Messaoudène, 1989).



Figure 5 : Situation géographique de la forêt d'Akfadou. (Google map2016).

II. Matériel végétale

La récolte des échantillons de racine a été réalisée autour de 6 arbres de *Taxu sbaccata* dans la station de Chréa, de 5 arbres dans la station de Tikjda et de 8 arbres dans la station de fontaine des ifs(Akfadou). Pour les deux premières stations les arbres sont localisés à proximité d'un cours d'eau. Au total 19 arbres sont concernés par l'étude. Un échantillonnage subjectif a permis de choisir des catégories différentes d'âges, au préalable sélectionnés par la mesure de leurs circonférences. Chaque arbre est désigné par un numéro. Sous chaque houppier d'un arbre et dans la direction des quatre points cardinaux, nous avons collecté des échantillons de racines et de sol rhizosphérique.

II.1. Détermination de l'âge des arbres.

Afin de déterminer l'âge des arbres, nous avons réalisé des prélèvements de carottes à l'aide d'une tarière. La mesure se fait dans le sens de la croissance de l'arbre, de la moelle vers la périphérie, le comptage des cernes permet de déterminer l'âge de l'arbre. Lorsque la réalisation de la tarière est difficile, nous avons estimé l'âge à partir de la circonférence des arbres.

II.2. Période et méthode de prélèvement

La récolte des échantillons a été réalisée en Juin 2019 au niveau des trois stations. Station de Chréa. qui est en état de pollution (Figure 6), station de Tikjda et de la fontaine des ifs de l'Akfadou accuse un état de dégradation et de stress mécanique suite à l'arrachage excessif des aiguilles et l'écorce des arbres connu pour ces vertus thérapeutique (Figures 6).

L'élimination de la litière tout autour des arbres est au préalable nécessaire. A partir du tronc des arbres, nous suivons les racines dans les quatre directions cardinales afin de creuser à une profondeur de 10 à 20 cm. A une distance de 1 à 1.5m de tronc, nous récoltons les racines moyennes et fines avec une quantité de sol pour conserver les racines et réaliser l'analyse du patrimoine endomycorhizogène du sol.

Chaque échantillon prélevé est mis dans un sachet en plastique étiqueté portant le numéro de l'arbre et la date de prélèvement. Les échantillons sont entreposés au laboratoire et conservés au réfrigérateur à 4 °C.

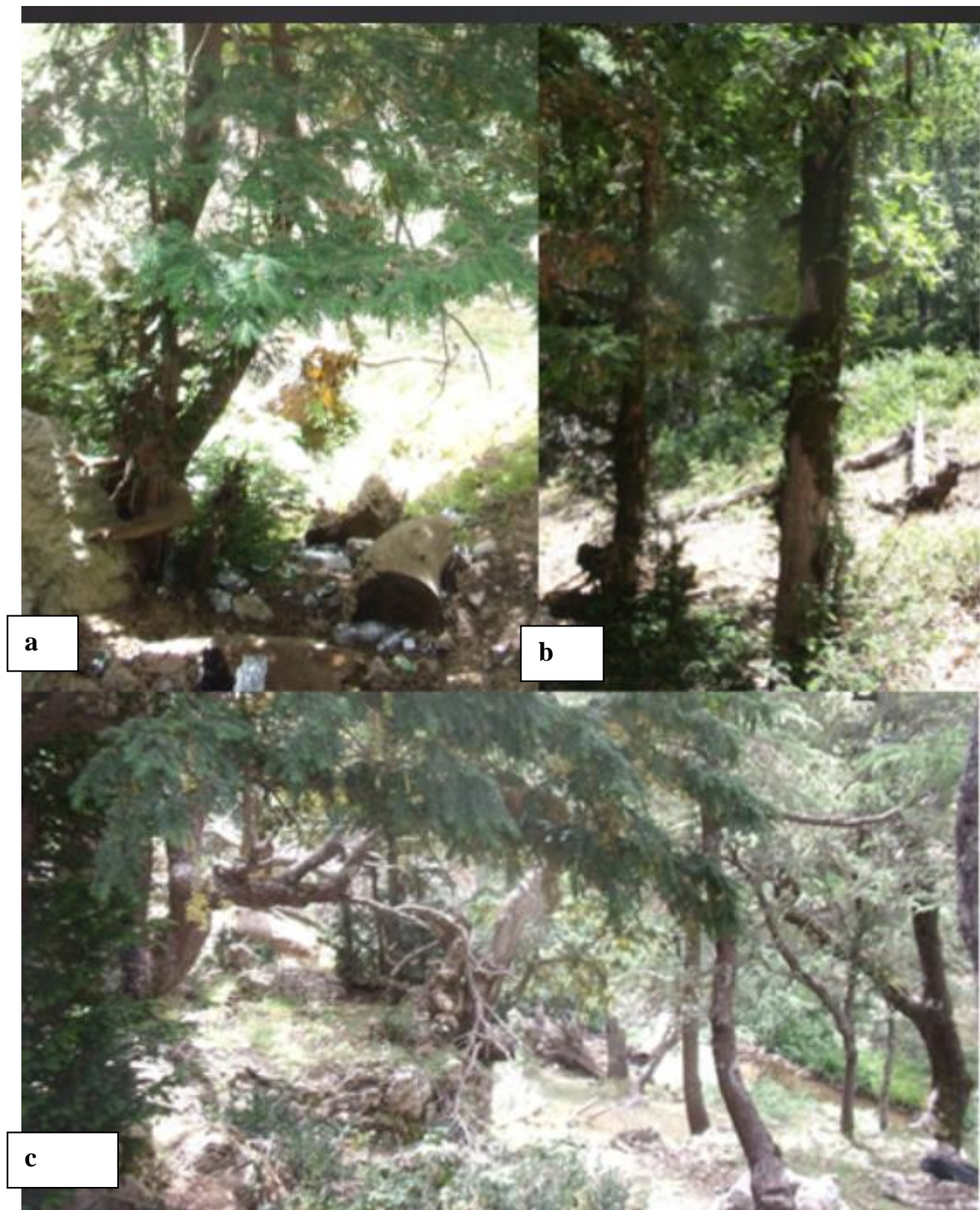


Figure 6 : Photo de l'if (*Taxus baccata*) des différentes stations d'études : a. station de Chréa, b. station de l'Akfadou, c. station de Tikjda (Kebti, 2019).

II.3. Description des endomycorhizes

Pour l'observation des structures endomycorhiziennes, un traitement des racines est nécessaire. Selon la technique de Phillips et Hayman(1970), les racines sont éclaircies et vidées par une solution de potasse à 10% chauffée au bain-marie pendant 4 jours. Après rinçage à l'eau distillée, les racines sont ensuite neutralisées dans une solution d'acide lactique durant 5 minutes puis colorées au bleu de trypan chauffée au bain-marie pendant 15 minutes.

Les racines sont rincées et observées au microscope optique aux grossissements 100 puis au 400 dans une goutte de glycérine.



Figure 7 : Les étapes de traitements des racines endomycorhiziennes.



Figure8 : Les étapes de traitement des racines endomycorhizienne.

II.4. Comptage des endomycorhizes

Pour le comptage, toutes les structures fongiques endomycorhiziennes (arbuscules, vésicules, pelotons, endophytes) observés dans les fragments de racines sont prises en considération. Les résultats de l'estimation de colonisation endomycorhizienne sont soumis au traitement statistique descriptif, une analyse en composantes principales et une ANOVA à l'aide du logiciel Biostat 9. Le comptage est effectué sous microscope optique aux grossissements 100 puis au 400.

II.5. Méthode de comptage :

Les taux de mycorhization ont été déterminés par la méthode suivant :

La méthode consiste à placer entre lame et lamelle 20 fragments racinaires colorés ayant chacun 2 cm de longueur. L'observation des différentes intersections pouvant existées entre l'axe de l'objectif et le fragment de racine colorée a été faite au microscope optique (G 400x). Trois lectures par fragment ont été réalisées. Au total, au moins 100 fragments racinaires ont été utilisés pour chaque traitement.

II.6. Description des spores du sol sous *Taxus baccata*.

Le potentiel mycorhizien du sol reflète la richesse du sol en propagules (spores, mycélium, racines colonisées, fragments) susceptibles de générer une mycorhization (Giaminazzi-Pearson et al- 1985). Les concepts utilisée dans la systématique des champignons mycorhiziens à arbuscule sont basés essentiellement sur la morphologie de la spore (Rosendabl et al ; 1994 ; Morton et Benny, 1990). L'estimation des spores endomycorhiziennes a été effectuée pour les sols prélevés autour des arbres de *Taxus baccata* à Chréa, Tikjda et la fontaine des ifs de l'Akfadou.

L'isolation des spores endomycorhiziennes a été effectuée pour les sols prélevés autour des arbres de *Taxus baccata* à Chréa, Tikjda et la fontaine des ifs de l'Akfadou.

La technique consiste à déposer un échantillon de sol de 200g sur une série de tamis (150, 100, 50 μ m) superposés. L'échantillon est soumis à un filet d'eau coulant délicatement à travers les tamis jusqu'à obtention d'une eau claire.

Le surnageant du sol ainsi obtenu, est, par la suite, récupérés à l'aide d'une pissette dans des tubes à essai étiquetés.

II.7. Centrifugation

Une quantité de 6ml du contenu des tubes à essais sont versés dans les tubes à centrifugation puis amenés à 10ml avec une solution de saccharose à 20%. La suspension ainsi obtenue est centrifugée à 2000 tours/mn pendant 10 mn.



Figure 9 : Les étapes de la description des spores endomycorhizienne.



Figure 10 : L'étape de centrifugation.

II.8. Description des spores :

II.8.1. Identifications de la forme et la couleur

En se rapportant au site INVAM (international culture of vesicular, arbuscular mycorrhizal fungi : <https://invam.wvu.edu/>) , la forme des spores et la couleur est décrite suivant le code couleur définit par la formule exprimée en pourcentage de Cyan(bleu), Magenta(rouge), Jaune et Noire.

II.8.2. Description morpho-anatomique des spores

Les spores isolées sont triées sous stéreo-microscope selon les critères suivants: la forme de la spore, la taille de la spore, la couleur de la spore, l'ornementation et le nombre de couche de la paroi sporale. Les observations se font aux grossissements (400×).

Chapitre III :

Résultats & Discussion

Chapitre III. Résultats et Discussion

I- L'âge des arbres concernés par l'étude

L'analyse des carottes réalisées par la tarière de Pressler a permis de compter le nombre de cernes correspondants à l'âge de chaque arbres (+/-) 10 ans en tenant compte que l'if est une espèce à croissance lente.

Tableau 2. Ages et circonférences des arbres des trois stations d'étude.

Arbre	Circonférence	Age	Station
1	57.5	70	Chrèa
2	63.5	80	
3	63	60	
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	Fontaine des ifs (AKFADOU)
2	–	85	
3	–	85	
4	–	45	
5	–	45	
6	–	57	
7	–	200	
8	–	65	

II- Description et inventaire des endomycorhizes de *Taxusbaccata* dans les trois stations Chréa, Tikjda et Akfadou

) Stadion Chréa

L'observation des racines lavées et colorées au bleu trypan a permis de mettre en évidence la présence des différentes structures endomycorhiziennes chez tous les arbres de *Taxus baccata* de la station de Chréa. Les structures se sont révélées identiques pour les 6 arbres quel que soit l'âge de ces derniers. En effet, nous avons observé des hyphes intracellulaires et extracellulaires de différent diamètre, des vésicules de différentes formes (ronde et ovale), des arbuscules, des pelotons et des spores (Figure 11 et 12)

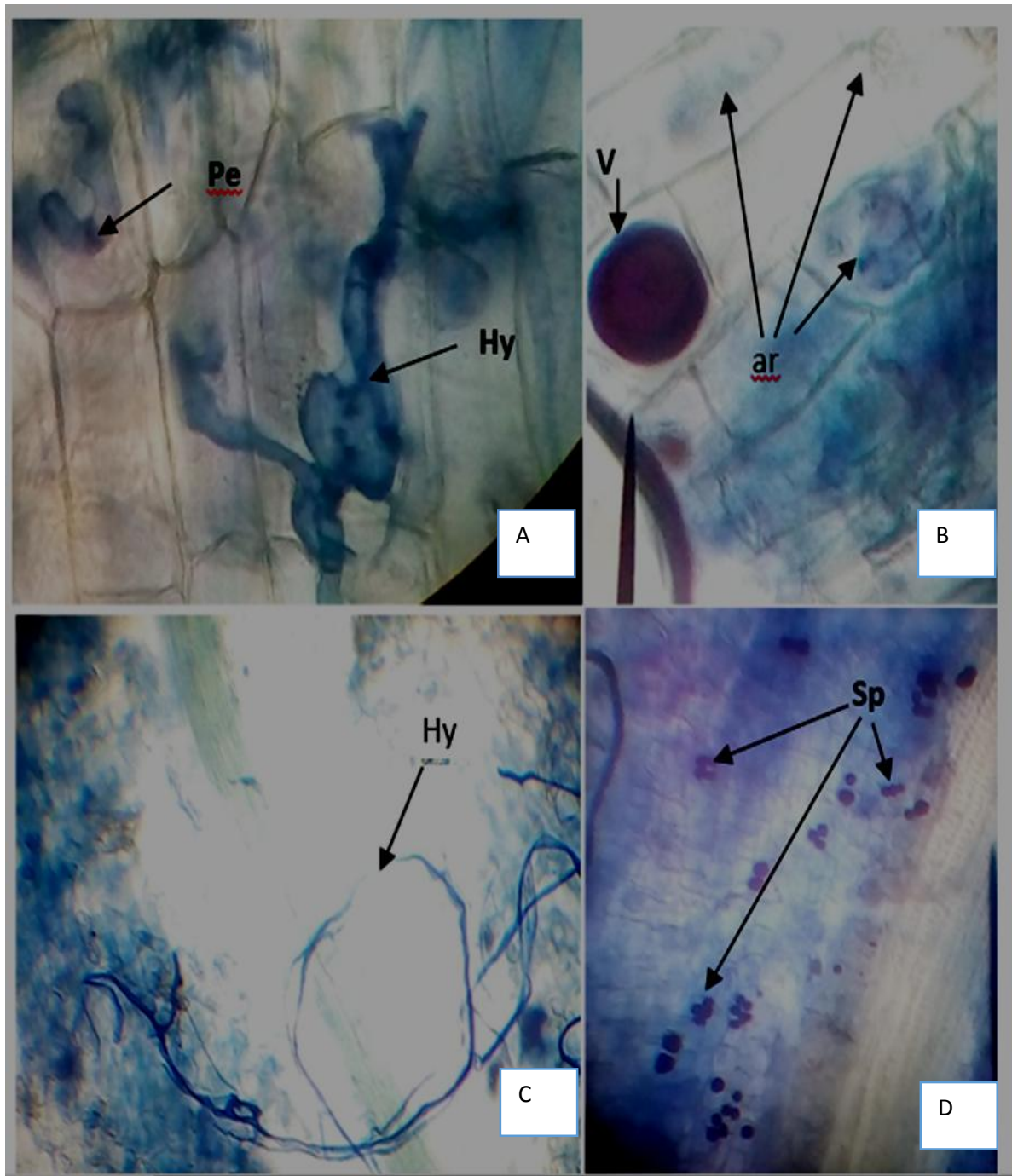


Figure 11 : Différentes structures rencontrées chez les arbres de *Taxus baccata* de la station de Chréa :(A. hyphes extra matriciels et peloton, B : Vésicule et Arbuscules, C. hyphes extracellulaires, D. spores) (G×400).

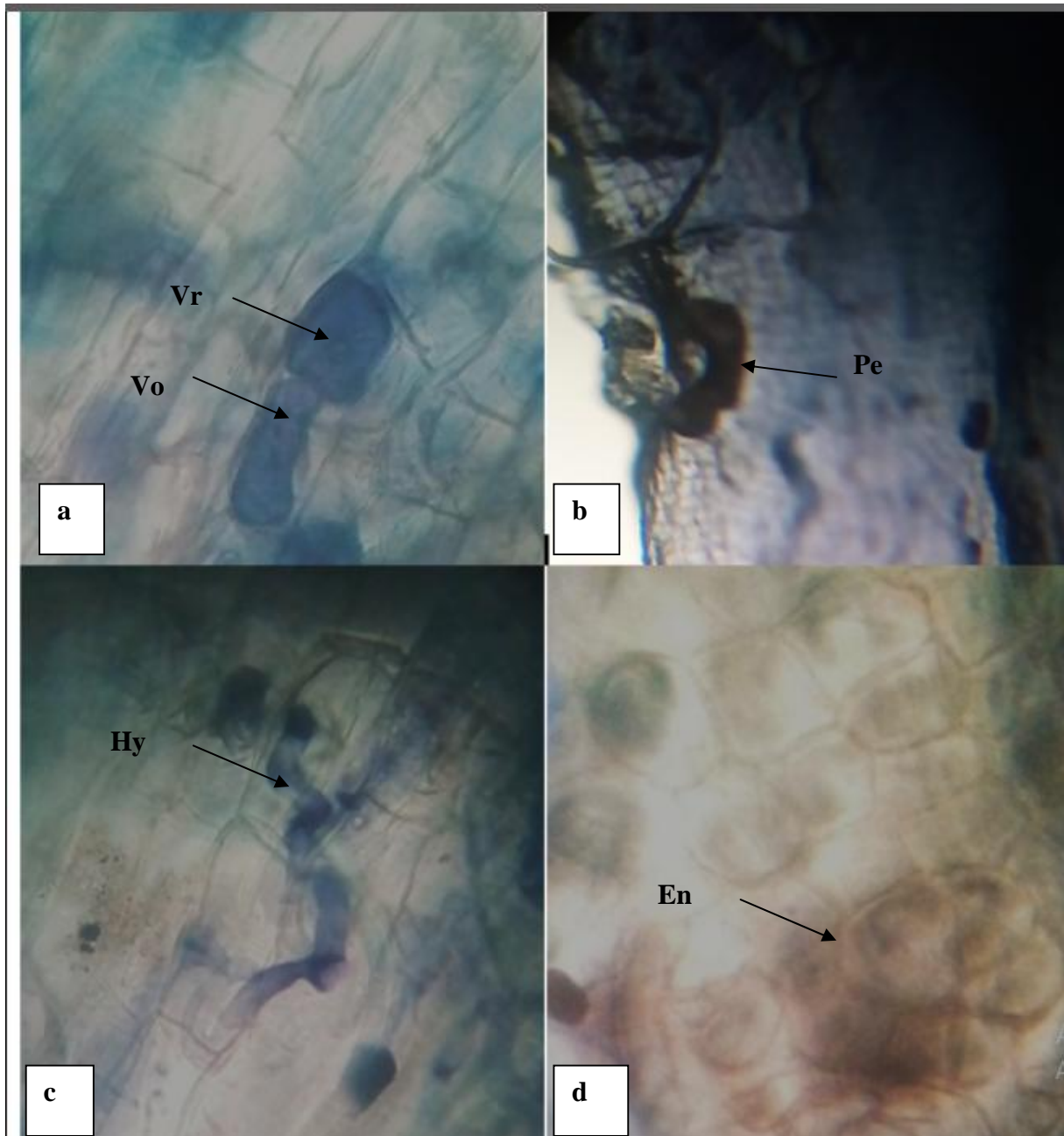


Figure12 : Différentes structures rencontrées chez les arbres de *Taxus baccata* de la station de Chréa (a. vésicules ronde et ovale, b. peloton c. hyphes intracellulaire, d. endophytes) (G×400).

Chapitre III. Résultats et Discussion

J Station de Tikjda

L'observation des racines des cinq arbres de différent âge de *Taxus baccata* de la région montagneuse de Tikjda, présentent différentes structures endomycorhiziennes. Nous avons observé de gros hyphes et de petits hyphes qui s'enroulent sur eux-mêmes pour former des pelotons, des arbuscules, des structures plus foncées indiquant la présence d'endophytes. Ainsi que des vésicules de différents dimensions et formes (ovales et rondes) ont été également observées. (figure13)

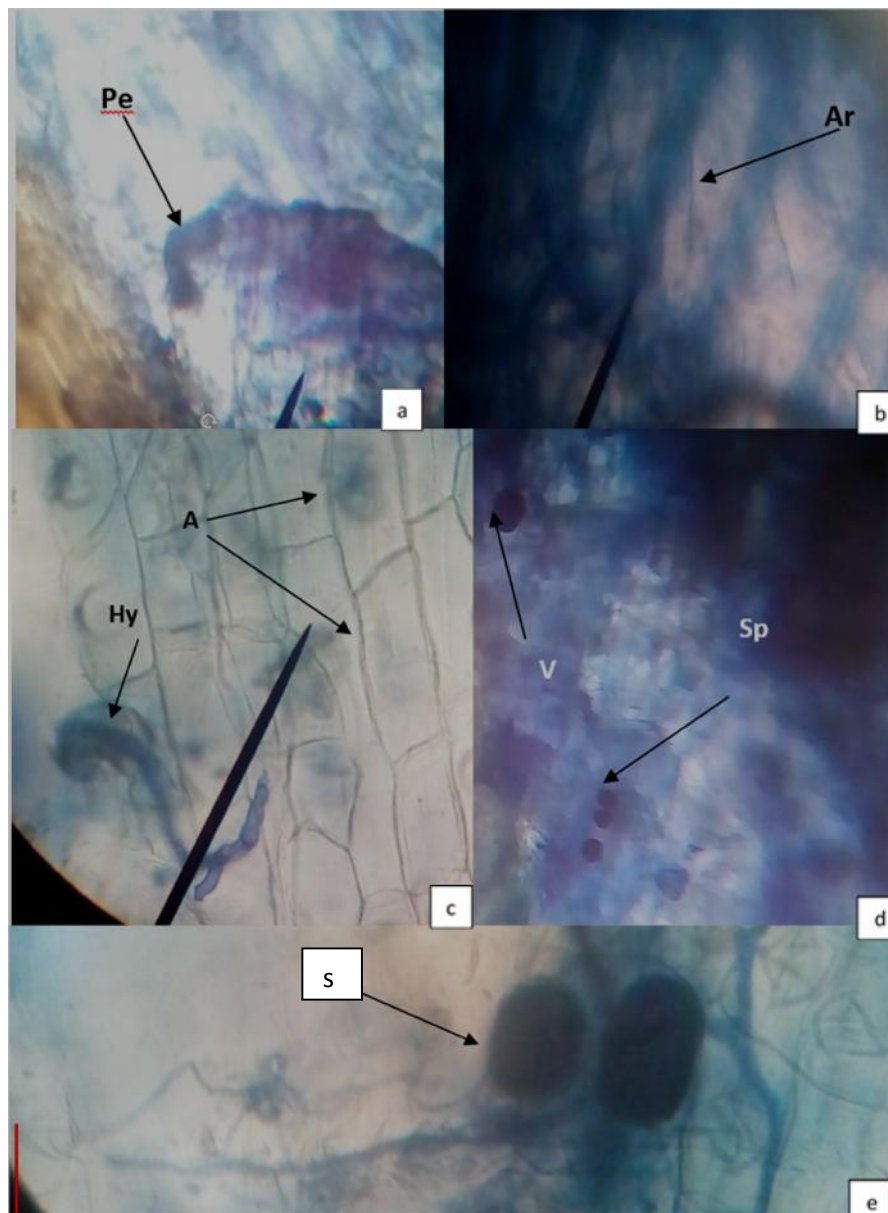


Figure 13 : Différentes structures rencontrées chez les arbres de *Taxus baccata* de la station de Tikjda (a. peloton, b. arbuscule, c. hyphe intracellulaire, arbuscule, d. spores, vésicule, e. vésicule ronde et ovale) (G×400).

Chapitre III. Résultats et Discussion

J Station de fontaine des ifs a Akfadou

Les structures endomycorhiziennes observées dans les racines de *Taxus baccata* de la station de l'Akfadou sont semblables chez les 8 arbres. Des vésicules de différentes formes, des hyphes intra ou extra cellulaire de différents diamètres ont été observées. Des pelotons et des arbuscules ainsi que des spores sont également observés. (Figure 14 et 15)

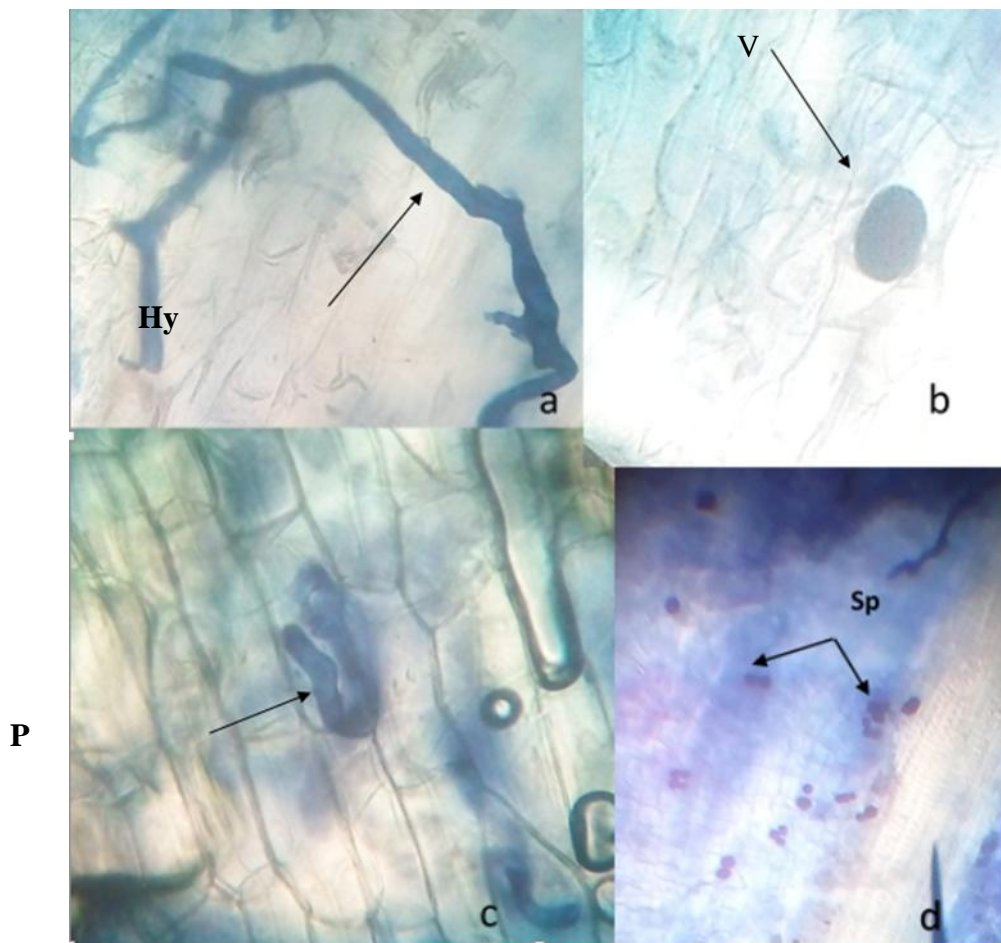


Figure 14 : Différentes structures rencontrées chez les arbres de *Taxus baccata* de la station de l' Akfadou (a. hyphe extra matriciel, b. vésicule ronde, c. peloton, d. spores) (G×400).

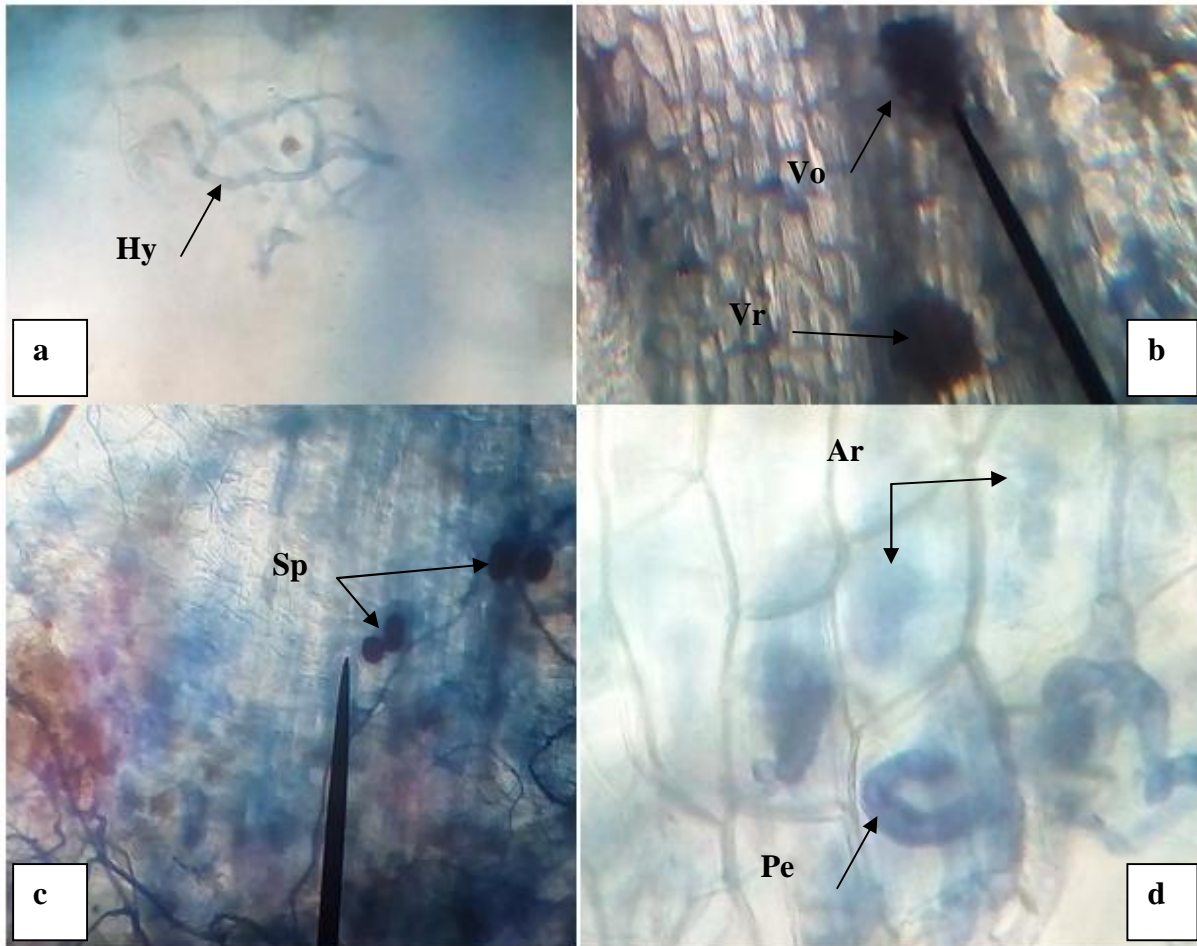


Figure15: Différentes structures rencontrées chez les arbres de *Taxusbaccata* de la station de l'Akfadou (a. hyphe, b. vésicules ronde et ovale, c. spores, d. peloton, arbuscules) (G×400).

Chapitre III. Résultats et Discussion

L'analyse et l'observation des racines des différents sujets des stations d'étude permet de mettre en évidence le statut endomycorhizien de *Taxus baccata*. Les dix-neuf arbres des trois stations Chréa, Tikjda et Akfadou, dont l'âge varie de 30 à 200 ans, confirme la présence de différentes structures endomycorhiziennes (AM). La présence de structures induites par des hyphes de différentes formes, qui pénètrent dans les cellules pour former des arbuscules, atteste du statut particulier de l'if, espèce ligneuse forestière, présentant des endomycorhizes aux deux stades jeunes et adultes.

III- Analyses descriptives et comparatives de la distribution des différentes structures endomycorhiziennes chez les arbres des trois stations d'étude.

Afin d'apprécier la colonisation endomycorhizienne de l'if dans son milieu naturel, nous avons quantifié le nombre de structure endomycorhizienne présent dans 20 cm de racine de chaque arbres. Nous avons obtenus le tableau N°3.

Tableau 3 : Quantification des différentes structures endomycorhiziennes de *Taxusbaccata* des trois stations d'étude Akfadou, Chréa et Tikjda (2019).

Stations	Var descr	Ar	Pe	V	En
Akfadou	Moy	4.75	0.37	6.25	0
	Ecart-type	2.91	0.74	2.76	0
	CV	0.61	1.98	0.44	0
	CAP	0.26	3.85	1.94	0
	CAS	0.78	1.56	-0,28	0
Chréa	Moy	3	0.33	5.66	0.16
	Ecart-type	2.75	0.51	3.93	0.40
	CV	0.91	1.54	0.69	2.44
	CAP	1.35	1.5	1.53	4.2
	CAS	0	0.70	0.46	1.78
Tikjda	Moy	3.8	0.8	6.6	0.2
	Ecart-type	3.11	0.83	8.53	0.44
	CV	0.81	1.04	1.29	2.23
	CAP	2.66	1.84	1.69	3.25
	CAS	1.03	0.34	0.62	1.5

Chapitre III. Résultats et Discussion

La colonisation par les arbuscules est très variable chez les différentes populations concernées par l'étude. En effet, la population des ifs de l'Akfadou présente la moyenne la plus élevée avec $4.75 \pm 2,91$ suivi par la population de la station de Tikjda avec $3,8 \pm 3,11$ et enfin la population de Chréa qui a présenté moyenne de $3 \pm 2,75$. Nous avons noté une variation très importante de la colonisation.

-le coefficient de variation de la variable colonisation en arbuscule des arbres de Chréa est supérieur à celui des arbres Tikjda et de l'Akfadou à taux de 0.91.

-Il est établi que dans le cas où le coefficient d'aplatissement est positif, la courbe des fréquences à la forme d'une cloche moins aplatie que celle de la densité normale. A l'inverse s'il est négatif, la représentation de la courbe est plus aplatie qu'une densité normale. Les coefficients d'aplatissements d'une valeur de 0, 26, 1,35 et 2.66 respectivement calculé chez les arbres de *Taxus baccata* de l'Akfadou, de Chréa et de Tikjda indiquent une distribution en cloche de la colonisation en arbuscule chez tous les arbres des stations.

-La colonisation arbusculaire est apparue avec une dissymétrie élevée chez les ifs des populations de Tikjda et de l'Akfadou. En effet, les valeurs respectivement du coefficient de symétrie de ces deux populations est de 1.03 et 0,78 indiquant une asymétrie gauche (une distribution asymétriques en faveur des valeurs en dessous de la moyenne). Or, ce même coefficient au niveau de la population de Chréa est nul et qui atteste de la répartition de l'échantillon symétrique autour de la moyenne.

La quantification des structures « peloton » a permis de noter la plus forte présence de ces dernières avec la plus fortes colonisation chez les arbres de la station de Tikjda d'une valeur de $0,8 \pm 0,83$ suivi par les arbres de la station de Akfadou avec $0,37 \pm 0,74$ et de la station de Chréa avec $0,33 \pm 0,51$.

-Le calcul du coefficient de variation permet de noter, comme pour les coefficients d'aplatissement et de symétrie, l'hétérogénéité et la variabilité de la colonisation en structure « peloton » chez les arbres de la même station avec une plus hétérogénéité enregistré chez les arbres de la station de l'Akfadou. ($Cv = 198\%$, $CA = 3.85$, $CAS = 1.56$).

La quantification de ce type de structure se révèle donc être importante pour l'état des réserves au sein des cellules de la plante hôtes. La colonisation par les pelotons quantifiée est respectivement en moyenne de $6,25 \pm 2,79$, 5.66 ± 3.93 , 6.68 ± 0.53 chez les arbres des populations de l'Akfadou, Chréa et Tikjda avec la plus forte colonisation chez les ifs de la station de Tikjda.

Chapitre III. Résultats et Discussion

La distribution de la colonisation en vésicule chez les arbres de l'Akfadou a été homogène. En effet, le calcul d coefficient de variation et d'aplatissement et d'asymétrie ($CV_{ifAkfadou} = 0.44$; $CA_{if Akfadou} = 1.94$, par contre, dans les arbres de Tikjda cette variable a été hétérogène avec $Cv_{if Tikjda} = 0.69$; $CAS_{if Tikjda} = 0.62$) atteste de l'homogénéité de la colonisation en vésicule des deux populations suscitées.

L'analyse descriptive des structures endomycorhiziennes quantifiées, révèle l'absence des endophytes au niveau des arbres de la population de *Taxus baccata* de la fontaine des ifs de l'Akfadou.

IV-Estimation de la colonisation endomycorhiziennes :

) **Station de Chréa :**

) **L'endomycorhization moyenne des arbres en fonction de l'âge.**

Il ressort de la figure 16 qu'il ya une variation de colonisation endomycorhizienne d'un arbre à l'autre. L'arbre 1 de 70 ans et l'arbre 4 de 80 ans ont la valeur la plus élevée de colonisation tandis le reste des arbres sont moins colonisés.

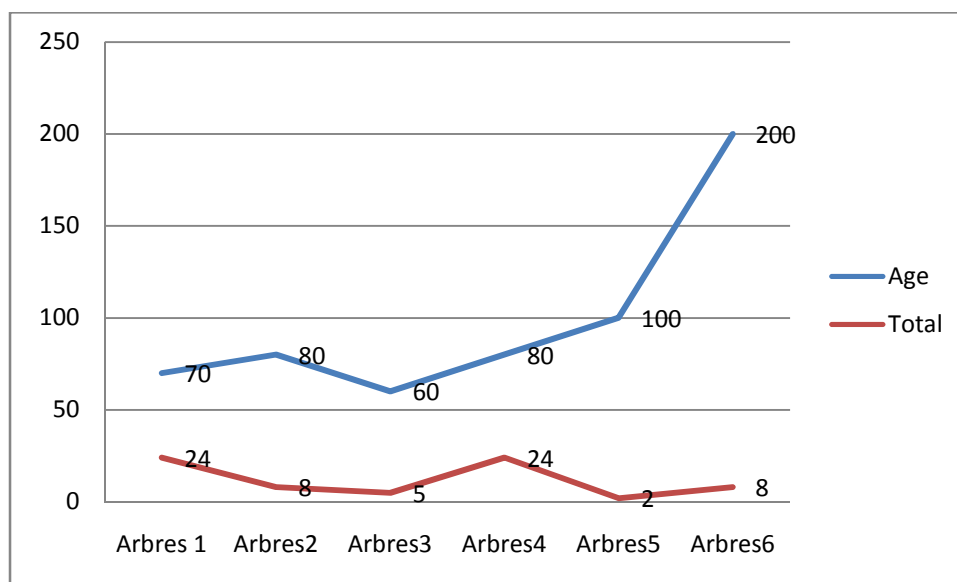


Figure 16 : Variation de l'endomycorhization totale chez les différents arbres de la population de Chréa en fonction de l'âge.

Chapitre III. Résultats et Discussion

J) Colonisation totale des structures endomycorhiziennes de Chréa

La lecture de la figure 17 permet de noter que la colonisation en structures endomycorhiziennes est très variable chez la population de Chréa. Le phénomène de stockage par la formation des vésicules est plus important au niveau des arbres de la population avec un pourcentage de 35% suivi par la colonisation par arbuscules avec 25% suivi par la formation de peloton et la colonisation des endophytes avec 20%

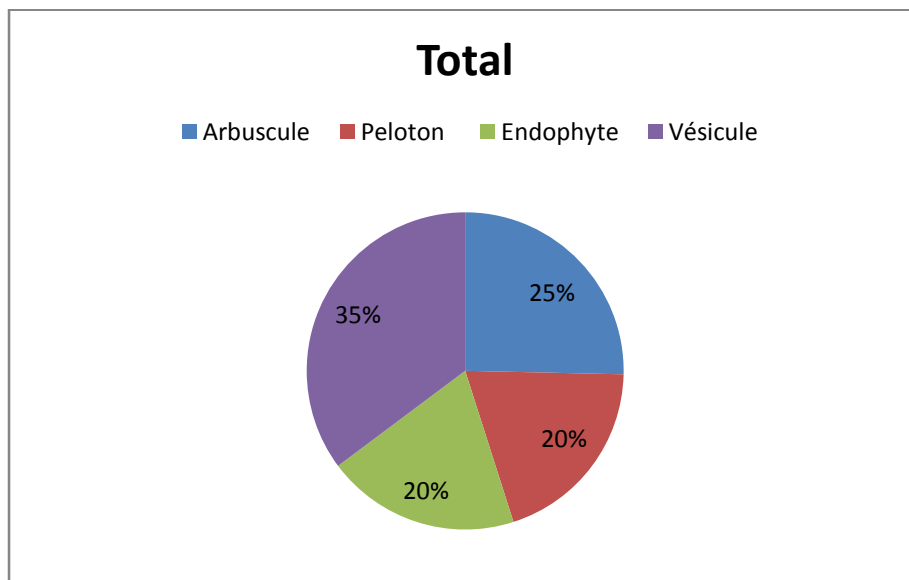


Figure17: La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de population de Chréa.

Chapitre III. Résultats et Discussion

) **Station de Tikjda :**

) **L'endomycorhization moyenne des arbres en fonction de l'âge.**

La lecture de la figure 18 montre l'augmentation de la colonisation endomycorhiziens dans l'arbre 2, qui a 30 ans, puis diminue chez l'arbre 3 qui a 52 ans pour augmenter et atteindre son apogée dans l'arbre 5 qui a 35 ans.

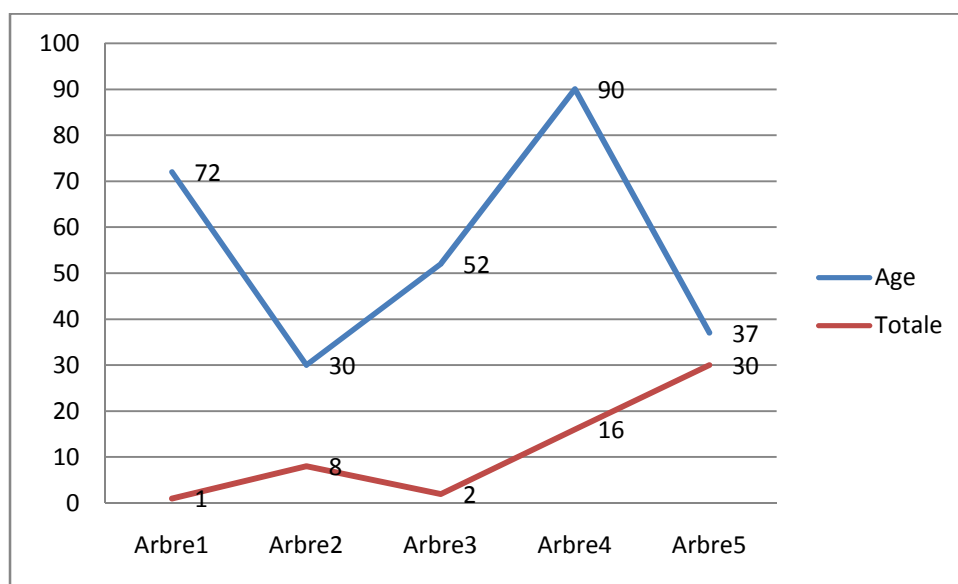


Figure18 : Variation de l'endomycorhization totale entre les arbres de la population de Tikjdaen fonction de l'âge.

Chapitre III. Résultats et Discussion

) La colonisation totale des structures endomycorhiziennes.de Tikjda

D'après la figure 19, la colonisation des structures endomycorhiziennes de la population de Tikjda est aussi variée. Les structures vésiculaires sont présentes avec un pourcentage le plus élevé avec 58%, suivi par la colonisation arbusculaire d'un taux 33%. Une faible fréquence en peloton avec 7% et en endophyte avec 2% est à signaler.

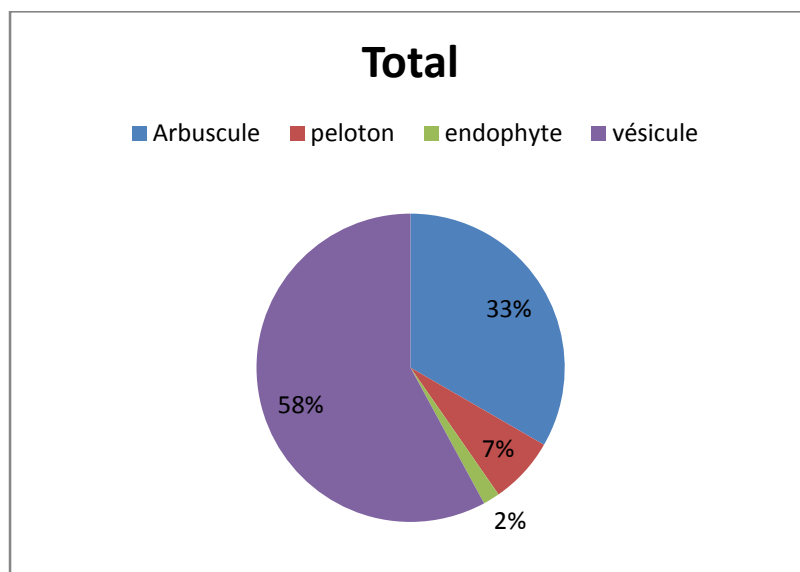


Figure19: La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de la population de Tikjda.

Chapitre III. Résultats et Discussion

) **Station d'Akfadou :**

) **L'endomycorhization moyenne des arbres en fonction de l'âge.**

La lecture de la figure 20 montre l'augmentation de la colonisation endomycorhizienne dans l'arbre 4 et l'arbre 5 qui sont 45 ans puis diminue dans les autres arbres.

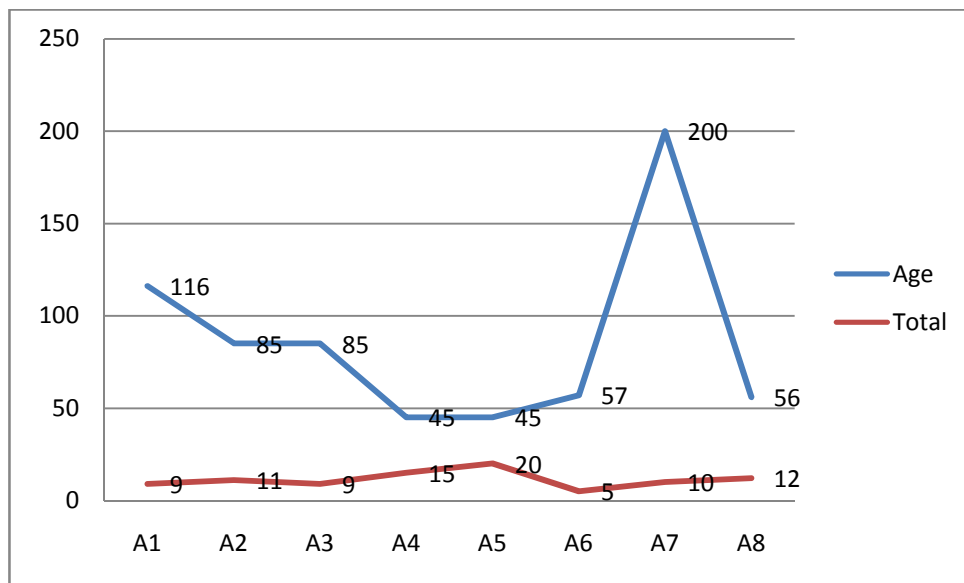


Figure 20 : Variation de l'endomycorhization totale entre les arbres de la population de l'Akfadou en fonction de l'âge.

Chapitre III. Résultats et Discussion

) La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de l'Akfadou

la colonisation en structures endomycorhiziennes des arbres de la population de l'Akfadou est caractérisé par la fréquence relative élevée en vésicules avec 55% suivi des arbuscules avec un taux de 42% et enfin la colonisation par les pelotons avec 3%. Les endophytes n'ont pas été observés (figure 21).

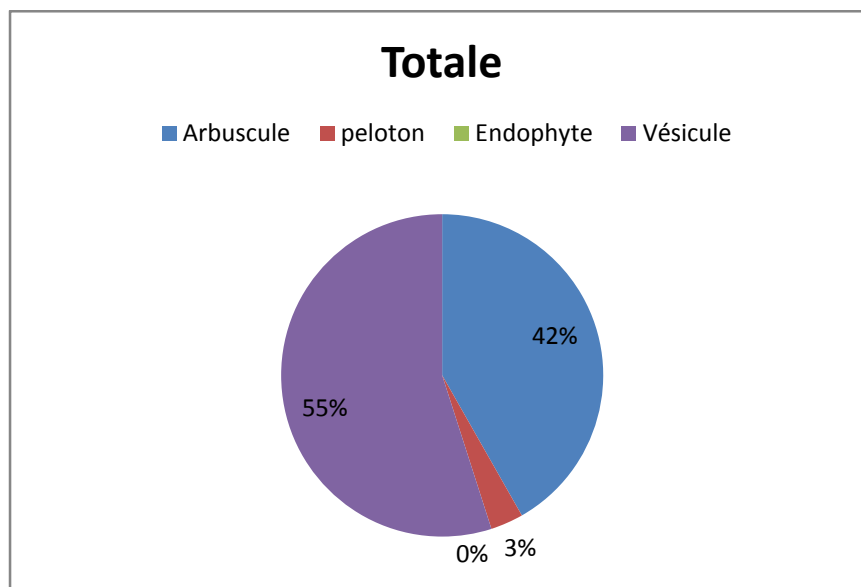


Figure 21 : La colonisation totale des structures endomycorhiziennes de la population de l'Akfadou.

) La colonisation moyenne entre trois populations :

D'après la figure 22, on note que la fréquence des arbuscules est fortement élevée chez la population de l'Akfadou comparativement à la population de Tikjda et à la population de Chréa. Cependant, l'emménagement des nutriments par la formation de vésicule et de peloton est plus important chez les arbres de la population de Tikjda suivi par la population de Akfadou et enfin la celle de Chréa. La colonisation par endophyte n'est observée que chez la population de Tikjda et Chréa, avec des valeurs proches. La colonisation totale des trois populations est supérieure chez la population de Akfadou suivi par la population de Tikjda et

Chapitre III. Résultats et Discussion

enfin la population de Chr ea. En effet, le pH faiblement acide de la station de l'Akfadou permet une installation et l'établissement de la relation symbiotique. Il est connu que la disponibilité de la plus part des nutriments varié en fonction de pH et est optimale dans les sols   pH neutre. Le pH neutre des stations de Tikjda et de Chr ea n'a donc pas favorisé l'installation des symbioses endomycorhiziennes.

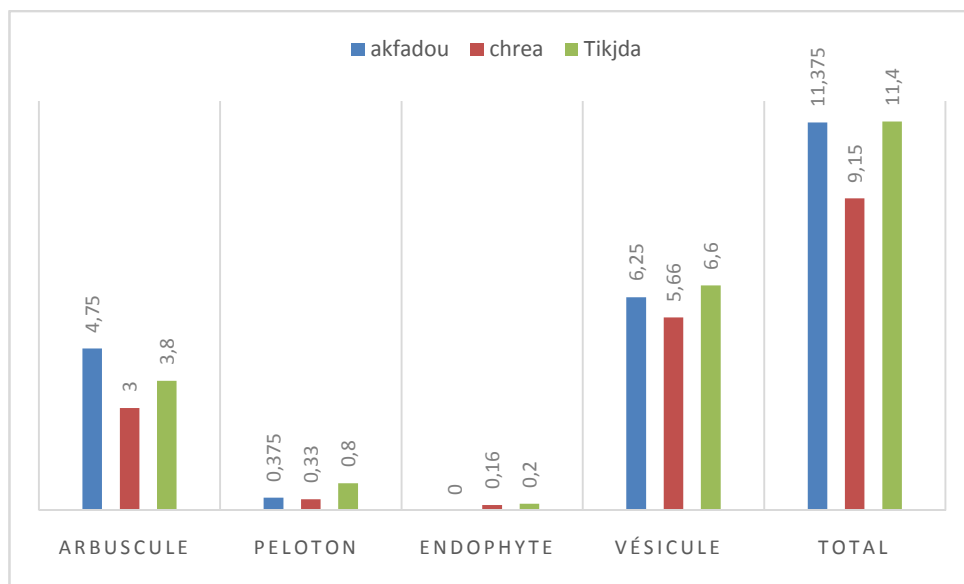


Figure22 : La colonisation moyenne entre trois populations : Akfadou, Chr ea et Tikjda.

V. L'analyse en composant principale (ACP) :

Pour mieux exprimer la contribution de chaque variables stationnelles à formation, la distribution et la fréquence des structures endomycorhiziennes, une analyse en composantes principales est appliquée. Les résultats sont représentés dans les plans factoriels 2 et 3, expliquant 71 % de la variance totale. (ACP).

Nous observons. :- L'axe 1 révèle les meilleures contributions des variables écologiques pH du sol, les précipitations, les température moyenne, les maxima et les minima (14.38%), la variable quotient ombrothermique d'Emberger (13.90 %) et température du sol(12.73%).Ce qui exprime la colonisation les conditions climatiques des stations d'étude.

- L'axe 3, révèle la forte contribution de l'âge des arbres (44.76 %) et à moindre degré la colonisation en arbuscules (19.82%), en endophytes à (18.98%) et en vésicule (13.84%). Ce qui peut exprimer l'âge et la colonisation endomycorhizienne.

) Cercle de corrélation :

Pour le plan (F1 et F3) :

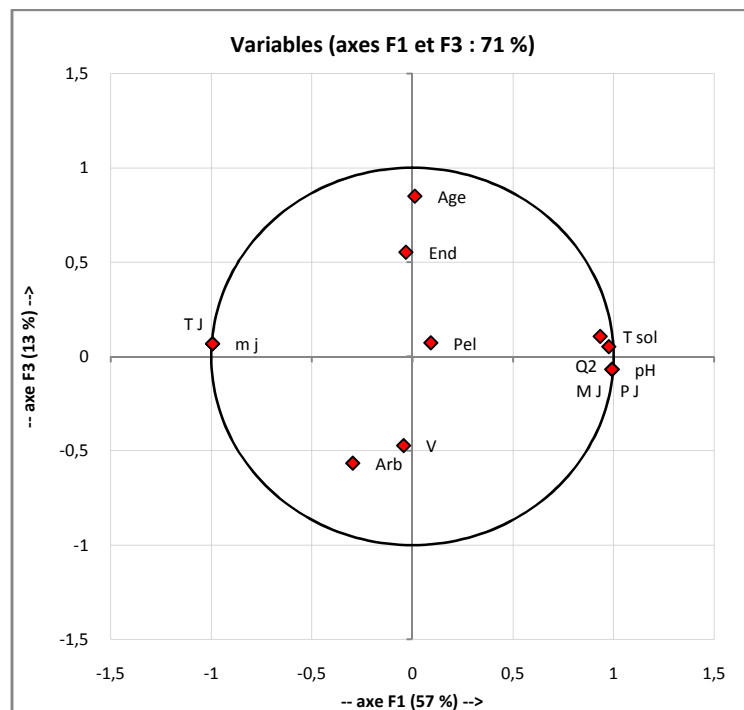


Figure23 : Le cercle de corrélation de plan (F1 et F3).

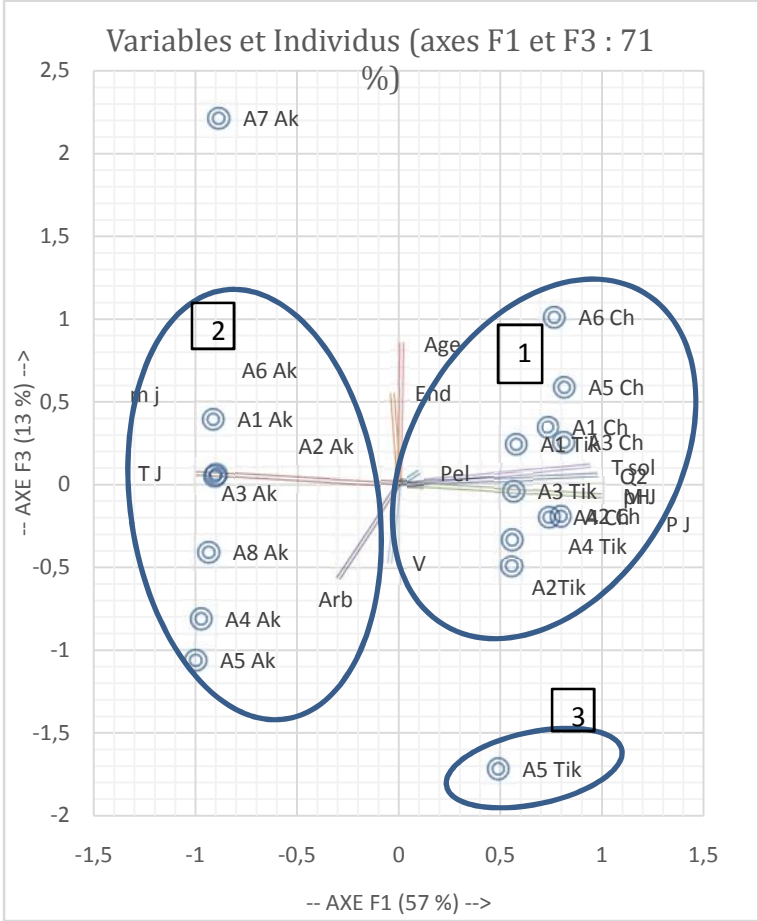


Figure24 : La distribution des variables et les individus sur le plan (F1et F3).

Chapitre III. Résultats et Discussion

La projection des variables sur le plan factoriel (Figure 23 et 24) et l'examen de la matrice des corrélations (annexe) montrent de moyennes corrélations négatives entre les variables colonisation arbusculaire et les différentes variables climatiques à savoir Température du sol, température maximale du mois de juin, le pH du sol et les précipitations de l'ordre de -0.25, -0.27. Des corrélations moyennes et positives apparaissent entre l'âge et le taux d'endophytes et une corrélation négative entre l'âge et le taux en arbuscules $r=-0.28$.

Selon l'axe F1 : on constate que la quasi-totalité des individus des stations de Chréa et de Tikjda se retrouve dans la partie positive de l'axe (groupe 1 et 3). Nous pouvons penser que cet axe interprète un gradient rattaché à l'aridité et au pH du sol basique. Du côté négatif de l'axe, se regroupe les arbres de la station de l'Akfadou avec la variable colonisation en arbuscule.

L'axe F3 discrimine les individus de *Taxus baccata* des différentes populations selon l'âge et la colonisation arbusculaire. Il décrit un effet de l'âge sur les taux de formation des arbuscules faibles. On note que le taux d'arbuscules et des vésicules sont plus élevés au niveau des arbres A4, A5 et A8 de la population de l'Akfadou figure 23.

Discussion générale :

L'étude de la fluctuation de taux de l'infection est très complexe à interpréter. In Natura, il est difficile de distinguer les effets dus à la saison de ceux en relation avec la physiologie de la plante encours qui s'ajoute aux incidents climatiques. Nous avons constaté que malgré la période de prélèvements (été), la présence des structures endomycorhiziennes dans les trois stations avec des fréquences relativement faibles est avérée. La fluctuation de cette colonisation est probablement due entre autre aux facteurs écologiques stationnels

-Selon Epstein et Bloom(2005), la disponibilité de la plus part des nutriments varie en fonction de pH, elle est optimale dans les sols à pH neutre. La mesure du pH des trois stations a permis de montrer que le sol des stations de Tikjda et Chréa présente un pH neutre contrairement au sol de la station de l'Akfadou qui a présenté un pH faiblement acide.

- La présence faible des structures endomycorhiziennes dans les trois stations a varié, avec des fréquences relativement faibles entre les stations. Plusieurs facteurs environnementaux pourraient être en cause. En effet, lors de nos sorties, nous avons constaté au niveau des stations un état déplorable des populations et de l'environnement avec décharge sauvage au niveau de Chréa, érosion du sol et incendies à Tikjda et agression et stress mécanique des

Chapitre III. Résultats et Discussion

feuilles et écorces pour la pharmacopée au niveau de Akfadou. Selon plusieurs auteurs Abbott et Robsen, 1991 ; Sieverding ,1991 ; Habie et *al*, 1992), les champignons mycorhiziens à arbuscules peuvent être affectés par plusieurs facteurs environnementaux adverses : feux, érosion, pratiques culturelles, pesticides, changements de température de sol, engorgement et compaction des sols. De plus, Wang et *al*, (2006), rapportent queles polluants organiques affectent le transfert de carbone de la plante vers le champignon tandis que les éléments traces métalliques inhibent directement l'activité des champignons mycorhiziennes à arbuscule.

En parallèle à cela, une diminution de taux d'arbuscules et de vésicules dans les racines mycorhizées a été observée en présence de divers hydrocarbures aromatiques polycycliques (Aranda et al ; 2013 ; Rabie, 2005 ; 2008 ;Zocco et *al*,2011).

De plus Delval et *al*, (1999) considèrent que le faible taux de mycorhization dans les sols pollués pourrait s'expliquer par l'effet négatif des éléments traces métalliques sur la germination des spores des CMA.

I-Description morphologique des spores :

J) spores isolées à partir du sol prélevé à Chréa :

L'observation des spores dans la station de Chréa montre la présence de 12 morphotypes dont 5 morphotypes sont d'un diamètre 50µm, 4 dont le diamètre est compris entre 51µm-100 µm et 3 dont le diamètre est compris entre 101 -150µm:

-Morphotype1 : spore pustuleuse de couleur noir, le diamètre de la spore de 50 µm, elle est pourvue d'un long hyphe suspenseur (Figure 25.I).

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.1.

-Morphotype2 : la spore est de couleur noire sphérique, possède un petit hyphe le diamètre de 50 µm (Figure 25.E)

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.2.

-Morphotype 3 : la spore est de couleur marron claire avec une forme anguleuse leur diamètre est de 50 µm (Figure 25.A)

-Morphotype4 : la couleur de spore est noir, la forme anguleuse avec un diamètre de 50 µm(Figure25.J)

-Morphotype5 : spore est anguleuse de couleur noire de diamètre 50 µm (Figure 25.D) Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.3.

-Morphotype6 : la couleur de spore est de 20% Cyan/ 20% Magenta 30% Yellow/ 10% Black ornementation et de échenillée avec un diamètre de 100 µm (Figure 25.H)

-Morphotype7 : la spore est de couleur noire de forme biguttulée avec un diamètre de 100 µm (Figure 25.F)

-Morphotype8 : la spore de couleur noire fusiforme ayant un diamètre de 100 µm (Figure 25.K.a)

Morphotype9 : la spore est de couleur marron avec une forme cylindrique sont diamètre est de 100 µm (Figure 25.K.b)

-Morphotype10: de couleur de 20% Cyan/ 20% Magenta/ 30% Yellow/ 10% Black, la spore est tuberculées de diamètre de 150 µm (Figure 25.C)

-Morphotype11 : la spore est de couleur 20% Cyan/ 20% Magenta/ 30% Yellow/ 10% Black, et de diamètre 150 µm (Figure 25.B).

Chapitre III. Résultats et Discussion

Morphotype12: la couleur est de 60% Cyan/ 80% Magenta/ 30%Yellow/ 10% Black. Son ornementation est épineuse avec un diamètre de 150 μm (Figure 25.G)

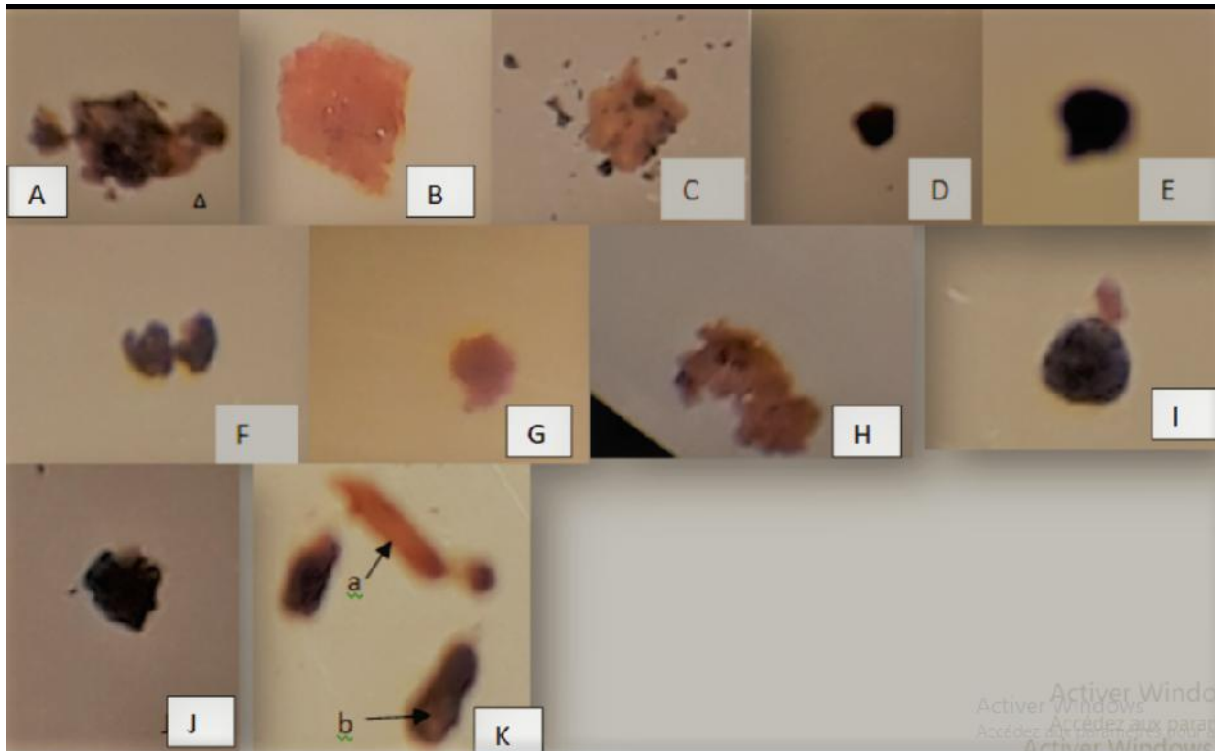


Figure25 : Différentes morphotypes des spores endomycorhiziennes de la station de Chréa : A. morphotype 3, B. morphotype 11, C. morphotype 10, D. morphotype 5, E. morphotype 2, F. morphotype 7, G. morphotype 12, H. morphotype 6, I. morphotypes 1, J. morphotype 4, K.a. morphotype 8, K.b. morphotype 9.

Chapitre III. Résultats et Discussion

J Spores isolées à partir de sol de Tikjda :

Sept morphotypes ont été observés à Tikjda :

-Morphotype1 : la spore est de couleur noire, de forme globuleuse et possède un hyphé avec un diamètre de 50 μm (Figure 26.B).

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.4.

-Morphotype2 : la spore est de couleur marron, son diamètre est de 50 μm (Figure 26.F).

-Morphotype3 : la spore est de couleur noire, sphérique et ayant un diamètre de 100 μm (Figure 26.J).

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.5.

-Morphotype4 : la spore est de couleur noire, réniforme ayant un diamètre de 100 μm (Figure 26.C)

-Morphotype5 : la spore est de couleur noir. Elle porte une ornementation biguttulée. Son diamètre de 150 μm (Figure 26.A).

-Morphotype6 : la spore est de couleur 20% Cyan/ 20/ Magenta/ 30% Yellow/ 10% Black. Leur forme est anguleuse son diamètre de 150 μm (Figure 26.D).

-Morphotype7 : la spore est de couleur blanche, de forme anguleuse avec un diamètre de 150 μm (Figure 26.E).

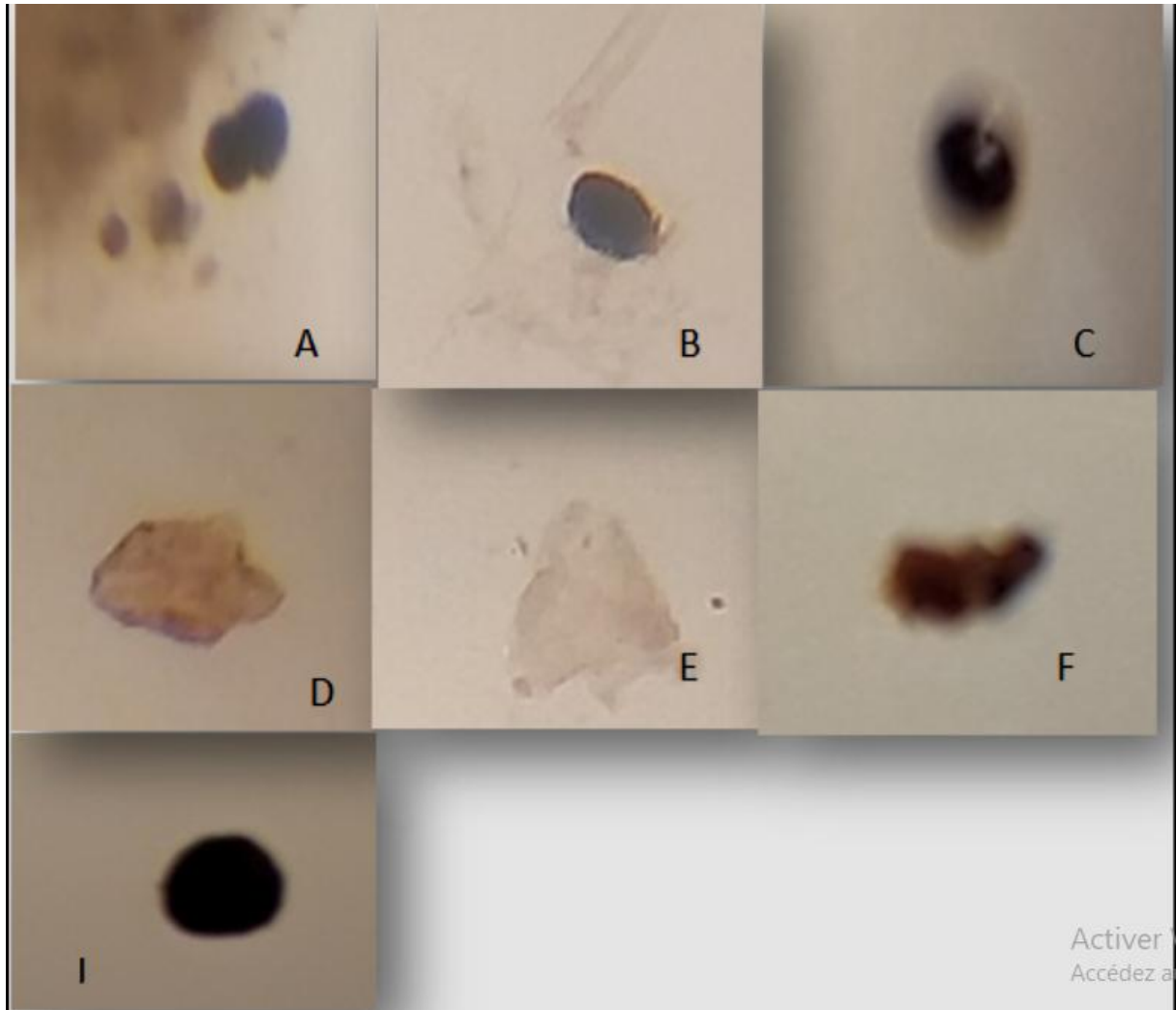


Figure 26: Différents morphotypes des spores endomycorhiziens de la station de Tikjda : A. morphotype 5, B. morphotype 1, C. morphotype 4, D. morphotype 6, E. morphotype 7, F. morphotype 2, I. morphotype 3.

Chapitre III. Résultats et Discussion

J) Spores isolées a partir de sol de l Akfadou :

Neufsmorphotypes ont été observés a la station de l' Akfadou :

-Morphotype1 : la spore est de couleur noire de forme rugueuse avec un diamètre de 50 µm (Figure 27.D).

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.6.

-Morphotype2 : la spore est de couleur de 20% Cyan/ 20% Mm Magenta/ 20% Yellow/ 0% Black, de forme gibbeuse avec un diamètre de 100 µm (Figure 27.E).

-Morphotype3 : la spore est de couleur 60% Cyan/ 80% Magenta/ 20/ Yellow/ 0% Black, son ornementation est épineuse de diamètre 100 µm et possède un hyphe suspenseur (Figure 27.A).

Cette spore appartiendrait à *Acaulosporasp*1.

-Morphotype4 : la spore de couleur 20% Cyan/ 20% Magenta/ 30/ Yellow/ 10% Black, à ornementation crêlée avec un diamètre de 100 µm (Figure 27.C).

-Morphotype5 : la spore est de couleur noire de forme anguleuse et de diamètre de 100 µm (Figure 27.H).

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.7.

-Morphotype6 : la spore est de 40% Cyan/ 80% Magenta/ 30% Yellow/ 10% Black avec une forme gibbeuse. Son diamètre est de 100 µm. Il possède un hyphe (Figure 27.J).

-Morphotype7 : la spore est de couleur noire de forme anguleuse, possède un long hyphe et un diamètre de 100 µm (Figure 27.B).

-Morphotype8 : la spore est de couleur noire. Son ornementation est verruqueuse avec un diamètre de 150 µm (Figure 27.F)

Cette spore appartiendrait à *Glomus* sp.8.

-Morphotype9 : la spore de couleur noire, de forme gibbeuse avec un diamètre de 150 µm (Figure 27.I).

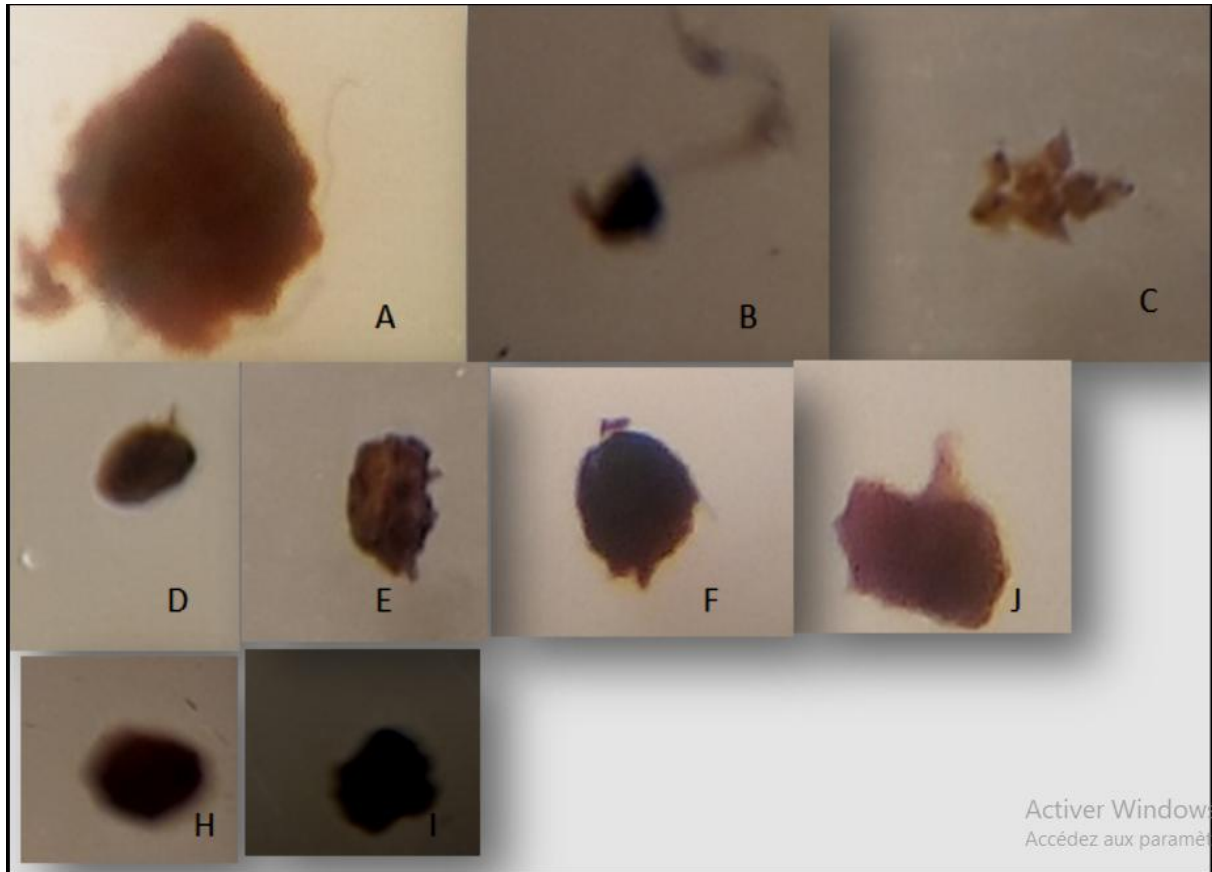


Figure 27 : Différentes morphotypes des spores endomycorhiziens de la station de l'Akfadou : A. morphotype 3, B. morphotype 7, C. morphotype 4, D. morphotype 1, E. morphotype 2, F. morphotype 8, J. morphotype 6, H. morphotype 5, I. morphotype 5

Chapitre III. Résultats et Discussion

Les spores extraites sont majoritairement de petite taille, avec 43 % de taille 100 μm et 28 % de taille 50 μm alors que le pourcentage de taille 150 μm est de 29 % (Figure 28). La taille est un indice de classification des spores. Les grandes tailles sont généralement des *Gigasporasp.* Alors que les petites sont issues de *Glomus sp.* Par ailleurs une diversité de couleur a permis de distinguer 12 types de spores dans le sol de Chréa, 7 dans le sol de Tikjda et 9 dans le sol de l'Akfadou.

Selon (Bever *et al.* 1996 ; Suresh & Nagarajan, 2010) les espèces du genre *Glomus* produisent généralement plus de spores que le genre *Gigaspora* dans les mêmes conditions du milieu. Ceci s'explique par une différence dans le développement des espèces du genre *Glomus* qui nécessitent relativement un temps assez court pour la production des spores. De plus *Gigaspora* produit un important mycélium et peu de spores dans le sol (Hart & Reader, 2002 ; Piotrowski *et al.* 2004)

Les spores des Gloméromycètes extraites dans les différents sols étudiés, sont en majorité du genre *Glomus*, à faible diamètre. Ce genre est le plus abondant et le plus diversifié et présente une répartition dans la nature (Schenket et Périz, 1987).

Nous avons noté la présence de genre *Acaulospora* uniquement dans le sol de la station d'Akfadou. Ceci pourrait être dû au pH de sol qui est en effet faiblement acide, car d'après Moss (1973) le genre *Acaulospora* tolère l'acidité.

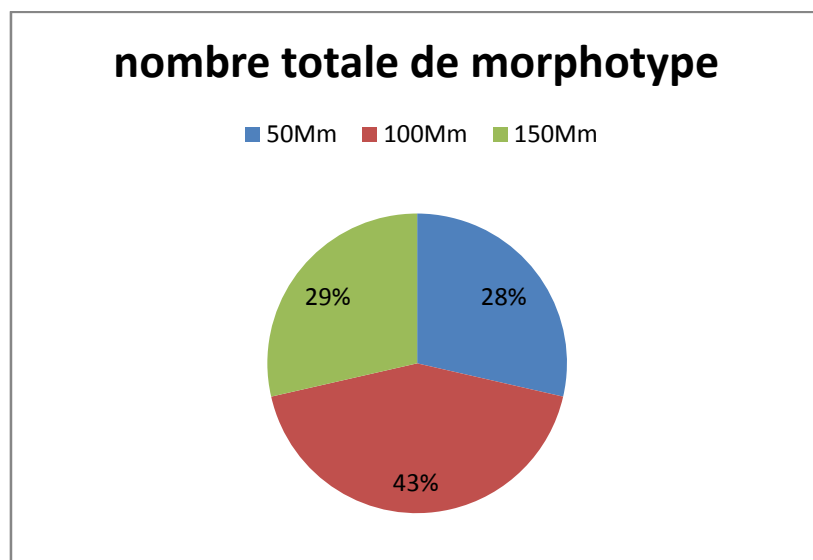


Figure 28 : Le nombre total des spores endomycorhiziennes de trois stations : Chrea, Tikjda et Akfadou en fonction de taille.

Conclusion général :

L'étude des endomycorhizes de *Taxus baccata* dont les trois populations Chréa, Tikjda et Akfadou montre la présence des différentes structures endomycorhiziennes. Ces structures sont les mêmes pour les trois populations.

Nous avons observé diverses structures dans les racines de l'if :

- des arbuscules formé par des hyphes.
- des vésicules de différentes formes (ovales et arrondies).
- des pelotons formés par l'enroulement des gros hyphes.
- des spores.
- des endophytes dans les populations de Chréa et Tikjda.

Notre étude a aussi permis de mettre en évidence la présence de divers morphotypes de spores des champignons endomycorhiziens au niveau des sols prélevés sous *Taxus baccata* et l'abondance du genre *Glomus* dans les trois stations.

Notre étude a permis de mettre en évidence Chez *Taxus baccata*, de surcroit la richesse morpho typique est importante. Cette richesse morpho typique a varié d'une saison à une autre, d'une année à une autre et d'une station à une autre.

La diversité de la symbiose mycorhizienne observée aussi bien chez *Taxus baccata* et la preuve d'un mécanisme adaptatif des plantes pour les différentes conditions environnementales.

References
Bibliographiques

- Abbott, L. K., & Robson, A. D. (1991).** Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agricultural mycorrhizas. Agriculture, ecosystems & environment*, 35(2-3), 121-150.
- Aranda, E., Scervino, J.M., Godoy, P., Reina, R., Ocampo, J.A., Wittich, R.-M., & Garcia-Romera, I. (2013).** Role of arbuscular mycorrhizal fungi *Rhizophagus crustosus* in the dissipation of PAHs under root-organ culture conditions. *Environmental Pollution*. 181, 182-189.
- Béreau, M., Louisanna, E., de Grandcourt, A., Garbaye, J. (2003).** Symbiose mycorhizienne et nutrition minérale.
- Bonfante-Fasolo, P., & Grippiolo, R. (1984).** Cytochemical and biochemical observations on the cell wall of the spore of *Glomus epigaeum*. *Protoplasma*, 123(2), 140-151.
- Boullard B. 1968.** Les mycorhizes. Ed Masson et cie, paris. 135p.
- Bever, J. D., Morton, J. B., Antonovics, J., & Schultz, P. A. (1996).** Host-dependent sporulation and species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a mown grassland. *Journal of ecology*, 71-82.
- Boletis, E., & Sieverding, C. H. (1991).** Experimental study of the three-dimensional flow field in a turbine stator preceded by a full stage.
- Borstler, B., Renker, C., Kahmen, A., & Buscot, F. (2006).** Species composition of arbuscular mycorrhizal fungi in two mountain meadows with differing management types and levels of plant biodiversity. *Biology and Fertility of Soils*, 42(4), 286-298.
- Caron, M., Bojanowski, P., Joulin, A., & Douze, M. (2018).** Deep clustering for unsupervised learning of visual features. In *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)* (pp. 132-149).
- Dommergues et Mangenot, 1970.** Ecologie microbienne du sol. Ed Masson & Cie, 796P.
- Epstein, R. (2005).** Gouverner à distance. Quand l'Etat se retire des territoires. *Esprit* (1940), 96-111.
- Elisabeth et J. Jullien, 2010.** Guide écologique des arbres. Ed TWAPI MOA. P99-103.

-Farrar, C.R., Doebling, S.w., Cornwell, P.J., &Straser, E.G.(1996). *Variability of Modal parameters measured on the Alamosa Canyon Bridge* (No. LA-UR-96-3953; CONF-97033-7). Los Alamos National Lab., NM (United States).

-Fortin-Gagnon, O. L.V. I. E. R. (2016). L'INCERTITUDE MACROECONOMIQUE AU CANADA ET AU QUEBEC.

-Fortin J.A., Plenchette C., Piche Y. 2008.Les Mycorhizes : La Nouvelle, Révolution Verte.— Ed. Multimondes. Ed. Quae. 131p.

-Frank AB (1877), Uber die biologischen Verhältnisse des thallus einiger Krustenflechten-Beitrage zur biologie der Pflanz en, vol. 2, pp. 123-2 00.

-FotametFortin, 1973. Formation of ectomycorrhiza by endogonalspore on allium under three temperature regimes.NatCarr.100:476-477.

-Garbay ; 1988. Les plantations forestières tropicales.Un champ dapplication privé légie pour la mycorhizationcontrôlée. Revue : Bios et foret des tropiques.216,23-34.

-Garbay.J. (2013). La symbiose mycorhizienne : une association entre les les plantes et les champignons .Edition Quae.

-Garbay,S., &Lonvoud-Funel,A. (1990).Etude de la lyse de leuconostocoenos.OENO One, 24(4), 157-166.

Gobat, J.M ; Aragno, M. &Matthey, W. (2003). Le sol vivant, 2^e Edition. Presses Polytechniques Universitaires Romandes, Lausanne.568 p.

-Gianinazzi S., Gianinazzi-Pearson V., Trouvelot A., 1990. Potentialities and procedures for the use of endomycorrhizas with special emphasis on high value crops. In: Biotechnology of Fungi for Improving Plant Growth (JM Whipps, B Lumsden (eds), Cambridge University Press, Cambridge, UK, 41-54

-Harley J.L., Smith S.E. 1983.Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press, Londres, 483

-Hart, M.M., & Reader, R.J. (2002). Taxonomic basis for variation in the colonization strategy of arbuscular rmycorrhizal fungi. New Phytologist.153, 335-344.

-Harley J. L. 1969. The Biology of Mycorrhiza, 2nd edn. Leonard Hill, London

Harley JL (1989), The significance of mycorrhiza. *Micological Research* 92 :129-139.

-Harchaoui ,2003. La mycorhization du peuplier. Influence de l'environnement sur cette mycorhization. Thèse de Magistère. Mouloud Mammeri TiziOuzou.

-Harchaoui, 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). Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri TiziOuzou.

-Hassler, D.M., Dammasch, I.E., Lemaire, P., Brekke, P., Curdt, W., Mason, H. E., ... & Wilhelm, K. (1999). Solar wind outflow and the chromospheric network. *Science*, 283(5403), 810-813.

-Hattmer, 1994. Die populations genetik der Eibe. *Der Eibenfreund* 2 :26-33.

-Jolivar, 1998. Struktur und Naturverjüngung der Eibe in verschiedenen Waldbeständen der Slowakei. *Der Eibenfreund* 5 : 45-56.

Janos, D.P. (1980). Mycorrhizae influence tropical succession. *Biotropica*, 12 : 56-64.

-Kissling, 2000. Proposition de nomenclature romande des syntaxons pour SEBA (Projet Favoriser Les essences rares). Non publié. Document du 17.10.2000. Moudon.5p.

-Klvana, D., Kirchnerova, J., Chaouki, J., Delval, J., & Yaici, W. (1999). Fiber-supported perovskites for catalytic combustion of natural gas. *Catalysis today*, 47(1-7), 115-121.

-Lambers H, Mougél C, Jaillard B, Hinsinger P (2009), Plant-microbe-soil interactions in the rhizosphere: an evolutionary perspective. *Plant Soil*. 321:83-115.

-Liu, Y. C., Li, F. H., Ong, B., Wang, B., Luan, W., Zhang, X. J., ... Xiang, J. H. (2007). Molecular cloning, characterization and expression analysis of a putative C-type lectin (Fclectin) gene in Chinese shrimp *Fenneropenaeus chinensis*. *Molecular immunology*, 44(4), 598-607.

-Kang, X., Wang, J., Wu, H., Aksay, I. A., Liu, J., & Lin, Y. (2009). Glucose oxidase-graphene-chitosan modified electrode for direct electrochemistry and glucose sensing. *Biosensors and bioelectronics*, 25(4), 901-905.

-Mosse B. 1973. Plant growth responses to vesicular arbuscular mycorrhiza. *New Phytologist*, 72(1), 127-136.

-Moussain D (1991), Ectomycorrhization et tolerance des arbres à la sécheresse. Dans: Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides. Groupe d'Etude de l'Arbre, Ed. John Libbey Eurotext, Paris, pp. 167-174.

Morton J.B., Benny J. 1990. Revised classification of arbuscularmycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, Glomales, two new suborders, Glominae and Gigasporinae, and two new families, Acaulosporaceae and Gigasporaceae, with an amediation of Glomaceae. Mycotaxon, 37 : 471-491.

-Messaoudene 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.

-Mille, G., & Louppe, D. (2015). Mémento du forestier tropical. Edition Quae.

-Nadia Dechamplain et Lyne Gosselin, 2002. Les champignons mycorrhiziens. P1-12.

-Odum, E.P., Smalley, A.E (1959). Comparison of population energy flow of a herbivorous and a deposit-feeding invertebrate in a salt marsh ecosystem. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*, 45(4) ,617.

-Prat H. 1926. Etude des mycorrhizes de *Taxus baccata*. Ann. d. Sci. Nat. Bot. X, 8: 141-163.

-Peterson, RL.1992, Adaptations of root structure in relation to biotic and abiotic factors. *Can.J. Bot.*70:661-675.

-Peterson R. L.2008. Ultrastructural localization of heavy metals in the extraradical mycelium and spores of the arbuscularmycorrhizal fungus *Glomus intraradices*. *Canadian journal of Microbiology*, 54: 103-110.

Peyronnel B, Fassi B, Fontana A, Trappe JM (1969), Terminology of Mycorrhizae. *Mycologia*, 61 : 410-411.

-Philips RN.2003. Les résineux : Connaissance. Ed Lavoisier. Paris. T1 :7.

-Philips J.M. Hayman D.S.1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society* 55(1) : 158-161.

- Piotrowski, J. S., Annis, S. L., & Longcore, J. E. (2004).** Physiology of *Batrachochytrium dendrobatidis*, a chytrid pathogen of amphibians. *Mycologia*, 96(1), 9-15.
- PEYEONEL, B., FASSI, B., FONTANA, A., and TRAPPE, JM, 1969.** Terminology of mycorrhiza. *Mycologia* 61 : 410-411. POYNTON, RI, 1979...SCHENCK, NC, 1981. POYNTON, RI, 1981. Can mycorrhizae control root disease ? *Plant Disease* 65 : 230-234....
- Rameau J.C. Mansion, DUM2 G. 1993.** Flore forestière française- guide écologique illustré- tome 2 : montagnes Institut pour le Développement Forestier. Paris, FR : 366.
- Rosendahl S., Dodd J.C., Walker C. 1994.** Taxonomy and phylogeny of the glomales. In: Impact of arbuscular mycorrhizae on sustainable agriculture and natural ecosystems. Edited by S. Gianinazzi and Schuepp H.
- Rabie, G. H., & Almadini, A. M. (2005).** Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of *Vicia faba* plants under salinity stress.
- Rabie, S., Magd, O. A., Abdullah, B., & Barka, B. (2008).** U. S. Patent No. 7,333,508. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Smith SE, Read DJ (1997),** Mycorrhizal symbiosis. Second edition. Academic Press ; Harcourt Brace and Company Publishers, 605p.
- Sieverding E., 1991-** *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems.* Federal Republic of Germany, Eschborn GTZ. 371 P.
- Surmly, F. (2006).** Les poisons de chasse dans les sociétés préhistoriques des pays des latitudes tempérées. Environnement et peuplement de la moyenne montagne, du Tardiglaciaire à nos jours. Actes de la table ronde de Pierrefort, juin 2003, 51-59.
- Strullu, D. G., & Bonneau, M. (1978).** Contribution à l'étude des carences en cuivre chez les Abiétacées. 56(21), 2648-2659.
- Strullu, D.G., Romand, C., C., Planchette, C. (1991).** Axenic culture and encapsulation of the intraradical forms of *Glomus* spp. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 7(3), 292-297.

-Surech, S. N., &Nagarajan, N. (2010). Biodiversity of Arbuscula rmycorrhizal fungi in evergreen vegetation of westernghats. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 4(1), 415-419.

-Schenk N.C., Perez Y., 1987. Manual for the identification of VA Mycorrhizal fungi. First Edition INVAM.

-Tommerup IC (1984), Persistence of infectivity by germinated spores of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soil. *Trans Br Mycol Soc* 82:275-282.

-Van Der Heijden, M. G., Klironomos, J. N., Ursic, M., Moutoglis, P., Streitwolf-Engel, R., Boller, T.,...&Sanders, I.R.(1998). Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396(6706),69-72.

-Wang, Q., Wyman, D.A., Xu, J. F., Zhao, Z.H., Xiong, X. L., ...&Bai, Z. H. (2006). Petrogenesis of Cretaceous adakitic and shoshonitic igneous rocks in the luzong area, Anhu Province (eastern China): implications for geodynamics and Cu-Au mineralization. *Lithos*, 89(3-4), 424-446.

-Zoller, 1981. 1. Taxus L. In:Conert, H.J., Hamann, U., Schultze-Motel, Wagenitz, G. (Hrsg.), 1981: Gustav Hegi. *Illustrierte Flora Von Mitteleuropaa*. Band 1,Teil 2 (3. Aufl). VerlagParey, Berlin.p.127-134.

-Zocco, D., Aarle, I.M.V., Oger, E., Lanfrancoo, L., &Declerck, S. (2011). Fenpropimorph and fenhexamid impact phosphorus translocation by arbuscula rmycorrhizal fungi. *Mycorrhiza*.21, 363-374.

Résumé:

Notre travail a porté sur l'état endomycorhizien de trois populations de *Taxus baccata* situées dans trois stations : Chréa, Tikjda et Akfadou chez cette espèce nous avons observé différentes structures endomycorhiziens. Ces structures reflètent la diversité des champignons endomycorhiziens impliqués dans cette symbiose.

Détermination des spores endomycorhiziennes présenté dans ces sols à été réalisée et on a observé divers morphotypes de spores chez les trois stations. Ces types reflètent la richesse et l'abondance en spores endomycorhiziennes dans ces sols.

Abstract:

Our work focused on the endomycorrhizal state of three populations of *Taxus baccata* in three stations: Chréa, Tikjda and Akfadou. In this species we observed different endomycorrhizal structures. These structures reflect the diversity of endomycorrhizal fungi involved in this symbiosis.

Determination of endomycorrhizal spores presented in these soils was carried out and various spore morphotypeswer observed in the three stations. These types reflect the richness and abundance of endomycorrhizal spores in these soils.