

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE 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 de Biologie animale et végétale



Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en BIOLOGIE

Option : Génétique et Amélioration des Plantes

Thème

**Approche comparative du pouvoir endomycorhizogène
de cinq sols forestiers**

Présenté par :

M^{elle} OTMANI Hayette

M^{elle} AKSIL Zahia

Devant le jury :

Président : M^r MEDJBEUR DJ.

M.A.A UMMTO

Promotrice : M^{me} HARCHAOUI C.

M.A.A UMMTO

Co-Promotrice : M^{me} KADI-BENNANE S.

M.A.A UMMTO

Examinatrice : M^{me} DAOUDI H.

M.A.A UMMTO

Promotion : 2015/2016

Remerciements

'Bon Dieu'

Nous avons su compter sur vous et vous avez su nous donner de la force et du courage

'Merci pour tous'

Notre reconnaissance et nos vifs remerciements vont en premier lieu à notre promotrice M^{me} Harchaoui C., Maitre Assistante à l'UMM50 qui a su nous orienter, nous aider et nous conseiller tout au long de ce modeste travail.

Nous remercions profondément notre Co-promotrice M^{me} Kadi, maitre Assistante à l'UMM50 pour les aides précieuses qu'elle a toujours su nous apporté pour que nous menions à bien notre travail.

Nous remercions vivement les membres de jury :

M^r Medjbeur Dj. Maitre Assistant et chargé de cours à l'UMM50 d'avoir accepté de présider le jury.

M^{me} Daoudi H. Maitre Assistante à l'UMM50.

Nous remercions aussi M^{me} Beddad l'Ingénieur du laboratoire Mycorhize pour sa sympathie durant notre stage.

Nos sincères remerciements s'adressent aussi à M^r Boukhrouk qui nous a aider et nous a ouvert son laboratoire au niveau du département de Génie Civil.

Merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce travail soit réalisé.

Dédicaces

Je dédie ce travail en premier lieu à mes très chers parents, la lumière de mes yeux, je ne pourrais jamais trouver les mots pour vous exprimer ma profonde reconnaissance pour le grand amour qui n'a jamais cessé dont vous avez fait preuve à mon égard, et je ne vous remercierais jamais assez pour l'encouragement et le soutien énorme que vous m'avez toujours apportez, pour vos sacrifices, votre compréhension, votre confiance.

Merci

Je le dédie aussi à mes très chers frères et sœurs : Yamina, Kamel, Lydia et Gaya qui ont toujours supporté mes sautes d'humeur et qui ont su m'apporter un aide moral.

Je le dédie à mon cher fiancé El Houari et à ma belle famille du plus grand au plus petit.

À ma chère Radia

À ma chère Zahia, en étant dans la même situation elle a toujours trouvé de quoi m'encourager.

À tous mes amies : Syssy, Saliha, Zahra

Dédicaces

A ma mère ,

Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour réussir

Tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la

reconnaissance que je te porte. En témoignage, je t'offre ce modeste travail

pour te remercier pour tes sacrifices et pour l'affection dont tu m'as
toujours entourée »

A mon père ,

L'épaule solide, l'œil attentif compréhensif et la personne la plus digne de
mon estime et de mon respect . Aucune dédicace ne saurait exprimer mes
sentiments, que dieu te préserve et te procure santé et longue vie «

A mes frères et mes sœurs,

Azeddine et Cherif, Khelloudja , Farida , Sara. Pour leur grand amour et
leur soutien qu'ils trouvent ici l'expression de ma haute gratitude.

A mon fiancé Said ,

grâce a ses efforts et sa gentillesse a qui je souhaite tous le bonheur du
monde je remercier également sa famille.

A mes amies,

saliha et zehra ainsi ma chère Hayet, avec qui j'ai partagé des moments
spécieux et à qui je souhaite la réussite.

Je vous dit merci

Liste des figures

Figure 1 : Classification des *Glomeromycota*.

Figure 2 : Cycle d'un champignon endomycorhizien AM.

Figure 3 : Représentation schématique des sections transversales des différents types de mycorhizes.

Figure 4 : Situation géographique de la station d'étude « Ait Zikki » dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie.

Figure 5 : Situation géographique de la station d'étude « Fontaine des Ifs d'Akfadou » dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie

Figure 6 : Situation géographique de la station d'étude « Tikejda » dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie

Figure 7 : Situation géographique de la station d'étude « Chélia » dans la wilaya de Batna en Algérie

Figure 8 : Les différentes étapes du tamisage humide

Figure 9 : Evaluation de la diversité sporale dans les différents sols étudiés

Figure 10 : Comparaison du pouvoir mycorhizogène des sols étudiés en se basant sur deux critères : nombre de spores et nombre de morphotypes

Figure 11 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol de l'If de Tikejda.

Figure 12 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol du Genévrier de Chélia

Figure 13 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol de l'If de Bouzeguène (2015).

Figure 14 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol de l'If de Bouzeguène (2013).

Figure 15 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol du Peuplier d'Ait Zikki.

Figure 16 : Pourcentage des types de spores déterminés dans les différents sols étudiés

Liste des tableaux

Tableau 1 : La diversité sporale chez l'If de Bouzeguène (2015)

Tableau 2 : La diversité sporale chez l'If de Tikejda

Tableau 3 : La diversité sporale chez l'If de Bouzeguène (2013)

Tableau 4 : La diversité sporale chez le Genévrier de Chélia

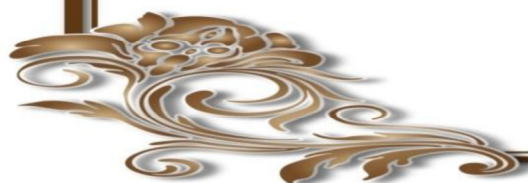
Tableau 5 : La diversité sporale chez le Peuplier d'Ait Zikki

Tableau 6 : Nombre de spores dans tous les sols étudiés

Tableau 7 : Nombre de morphotypes dans tous les sols étudiés

Tableau 8 : Répartition des types de spores déterminés par nombre sur les différents sols étudiés.

Sommaire



Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction.....1

Chapitre I : Rappels bibliographiques sur les mycorhizes

1. Historique.....	1
2. Définition.....	1
3. Les différents types de mycorhizes	2
3.1 Les ectomycorhizes	2
3.1.1 La morphologie	2
3.1.2 La structure anatomique	3
3.2 Les endomycorhizes.....	3
3.2.1 Les différents types d'endomycorhizes.....	3
3.3 Les ectendomycorhizes.....	4
4. L'écologie des mycorhizes.....	7
4.1 L'impacte des facteurs écologiques sur la formation des mycorhizes.	7
a. Facteurs climatiques.....	7
b. Facteurs édaphiques.....	7
5. Les rôles des mycorhizes.....	8

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Présentation des stations d'étude	10
1.1 Station d'Ait Zikki.....	10
1.2 Station de la fontaine des Ifs à Bouzguene).....	10
1.3 Station de Tigounatineà Tikjda.....	11
1.4 Station de Chélia.....	12
2. Prélèvement des sols.....	13
3. Isolement des spores.....	13
4. Comptage des spores.....	15
5. Essais de détermination des spores trouvées.....	15
6. Etude statistique.....	15

Chapitre III : Résultat et discussion

1. Résultats	16
1.1 Evaluation de la diversité sporale dans les différents sols étudiés.....	16
1.2 Analyse de la variance pour les variables...de Newman Kells (Par le biais du logiciel Biostat 9).....	17
1.3 Description morphologique et détermination de quelques spores isolées dans les sols étudiés.....	18
1.3.1 Spores isoléesdans le sol prélevé sous l’If de Tikjda.....	18
1.3.2 Spores isoléesdans le sol prélevé sous le Genévrier de Chélia	22
1.3.3 Spores isoléesdans le sol prélevé sous l’If de Bouzeguène (2015).....	25
1.3.4 Spores isolées Dans le sol prélevé sous l’If de Bouzeguène (2013).....	32
1.3.4 Spores isoléesDans le sol prélevé sous le Peuplier d’Ait Zikk.....	35
1.4 Répartition des types de spores déterminés dans les différents sols étudiés.....	38
2. Discussion.....	39
Conclusion.....	41

Introduction



Introduction

Le développement des plantes dépend des interactions qu'elles entretiennent avec le milieu environnemental, notamment avec les microorganismes du sol. C'est le cas des mycorhizes qui sont des symbiotes des racines. Il existe divers types de mycorhizes : les ectomycorhizes, les ectendomycorhizes et les endomycorhizes. Ces derniers ont été classés récemment dans l'embranchement des *Glomeromycota* (Zeze et al., 2007).

Les *Glomeromycota* permettent, entre autre, à plus de 80% des plantes herbacées et des arbres en régions tropicales de s'approvisionner en eau et en éléments minéraux (phosphore en particulier), puisés dans le sol grâce à des mycorhizes particulières, les VAM (abréviation de *Vesicular-ArbuscularMycorrhizas* - mycorhizes à vésicules et arbuscules) parfois encore appelées endomycorhizes vésiculo-arbusculaires (Gavériaux, 2012).

Ces champignons appartiennent à un groupe monophylétique (Gloméromycètes) constitué de quatre ordres (Archaeosporales, Diversisporales, Paraglomerales, Glomerales) et huit familles (Schüßler et al., 2001).

Les champignons mycorhiziens à vésicules et arbuscules (VAM) ont suscité beaucoup d'intérêt durant les vingt dernières années (Strulu, 1991).

L'objectif de ce travail est de déterminer le pouvoir endomycorhizogène de différents sols prélevés sous différentes espèces forestières mycorhizées dans différents étages bioclimatiques et de comparer l'abondance et la diversité sporale d'une station à une autre et d'une espèce à une autre.

*Rappels
bibliographiques sur
les mycorhizes*



1. Définition

Les mycorhizes (du grec : *mukēs*= Champignon, *rhiza*= racine) sont des organes mixtes formés par des racines et des champignons du sol (Duhoux et Nicole, 2004). Les mycorhizes sont très répandus dans la nature (Strullu, 1989). Il s'agit d'un type de symbiose qui associe les racines d'une plante vasculaire à un mycélium (Durrieu, 1993). Au cours de cette symbiose, un échange d'éléments chimiques et de nutriments se met en place. La plante fournit du carbone pour le champignon hétérotrophe. Ce dernier lui transmet différents nutriments, la protège contre certaines maladies et certaines pollutions (Pierart, 2012).

2. Les différents types de mycorhizes

Sur des bases morphologiques et anatomiques, Peyronnel et *al* (1969) ont divisé les mycorhizes en trois groupes : les ectomycorhizes, les endomycorhizes et les ectendomycorhizes (Fig. 3).

3.1 Les ectomycorhizes

Ces mycorhizes sont appelées ectomycorhizes, du fait que leurs champignons se développent autour des racines, formant un manchon feutré de filaments très abondants, puis pénètrent dans les racines et entre les cellules corticales. C'est dans les racines courtes, ramifiées ou non que l'association se forme d'une façon caractéristique, ce qui la rend visible à l'œil nu (Gianinazzi, 1982). Ces mycorhizes concernent un nombre relativement restreint, environ 3 à 5% des espèces végétales appartenant aux Gymnospermes et Angiospermes. Ce type de mycorhizes appartient à la classe des Basidiomycètes, certains Ascomycètes et quelques Zygomycètes. Il s'agit pour la plupart d'essences forestières constituant l'essentiel de la couverture ligneuse de la zone tempérée (Abiétacées, Fagacées et Bétulacées) (Strullu, 1991).

3.1.1 La morphologie

Agerer (1988), a distingué plusieurs distributions morphologiques chez les ectomycorhizes :

- Une distribution monopodiale : c'est un système mycorhizien possédant un long axe avec des ramifications latérales situées sur le même plan.
- Une distribution pyramidale : les mycorhizes sont de plus en plus nombreuses et ramifiées en s'éloignant de l'axe de la racine longue qui les portent.

- Une distribution dichotomique : Les mycorhizes sont très vite divisés en deux de façon répétée le long de la racine longue.
- Une distribution racémeuse : Les mycorhizes sont échelonnés de part et d'autre le long de la racine comme des fleurs sur une grappe.
- Une distribution coralloïde : C'est un ensemble de dichotomies répétées.
- Une distribution noduleuse : Les mycorhizes dichotomiques ou coralloïdes sont regroupées dans un voile fongique qui donne l'aspect d'un nodule.

3.1.2 La structure anatomique

Une ectomycorhize se définit anatomiquement par la formation d'un manteau mycélien autour d'une radicelle. Cette dernière reste dans un état juvénile sans aboutir à la subérisation ou au développement des poils absorbants. Le manteau fongique est formé d'un réseau d'hyphes qui peut aller d'une structure lâche à un amoncellement de couches cellulaires rappelant un tissu parenchymateux (Agerer, 1999 ; Peterson et Massicotte, 2004).

Les hyphes pénètrent l'épiderme de la racine et s'incèrent entre les cellules corticales périphériques pour former un labyrinthe complexe, le réseau de Hartig (Smith et Read, 1997).

3.2 Les endomycorhizes

Les endomycorhizes sont les premières symbioses mycorhiziennes des plantes. Elles sont celles qui ont permis aux végétaux de sortir de la vie marine vers la vie terrestre il y a environ 400 millions d'années (Nadia et Lyne, 2002). Il est difficile de distinguer les racines endomycorhizées car elles ne présentent pas des modifications externes. Contrairement aux ectomycorhizes, le champignon ne forme jamais de carpophore et les hyphes ne forment pas de manchon (Nadia et Lyne, 2002).

3.2.1 Les types d'endomycorhizes

Le terme d'endomycorhizes recouvre en fait des réalités très diverses tant en ce qui concerne les structures que les partenaires impliqués. On distingue deux grands types (Durrieu, 1993) :

-Les endomycorhizes à septomycètes possèdent des filaments mycéliens cloisonnés (donc appartenant à des Ascomycètes ou Basidiomycètes) qui constituent des pelotons intracellulaires. Elles regroupent deux types différents, le type éricoïde rencontré dans

la famille des Ericacées et d'autres petites familles voisines et le type Orchidéen particulier aux Orchidées.

-Les endomycorhizes à vésicules et arbuscules ont pour constituant fongique une Endogonacée dont les filaments ne sont pas cloisonnés. Ils différencient à l'intérieur des cellules de la racine des vésicules renflées ou bien se ramifient abondamment. Elles sont universellement répandues, associées à tous les groupes de plantes vasculaires et même aux Bryophytes (Durrieu, 1993).

Les endomycorhizes sont observées chez la plupart des groupes systématiques. De nombreux Angiospermes mais également des Gymnospermes, des fougères, des lycopodes et des Bryophytes développent des endomycorhizes AM.

Les champignons des endomycorhizes AM sont des symbiotes obligatoires et appartiennent à l'ordre des Glomales (Gloméromycètes).

Les champignons des endomycorhizes des *Orchidaceae* sont représentés par les genres *Ceratobasidium*, *Russula*, *Thanatephorus*, *Tulasnella* (Basidiomycètes); ceux des *Ericaceae* par des Ascomycètes (*Pezizellaericae*). Les champignons de ces endomycorhizes possèdent parfois des carpophores (Duhoux et Nicole, 2004).

La figure suivante illustre les principaux genres de champignons formant des endomycorhizes AM :

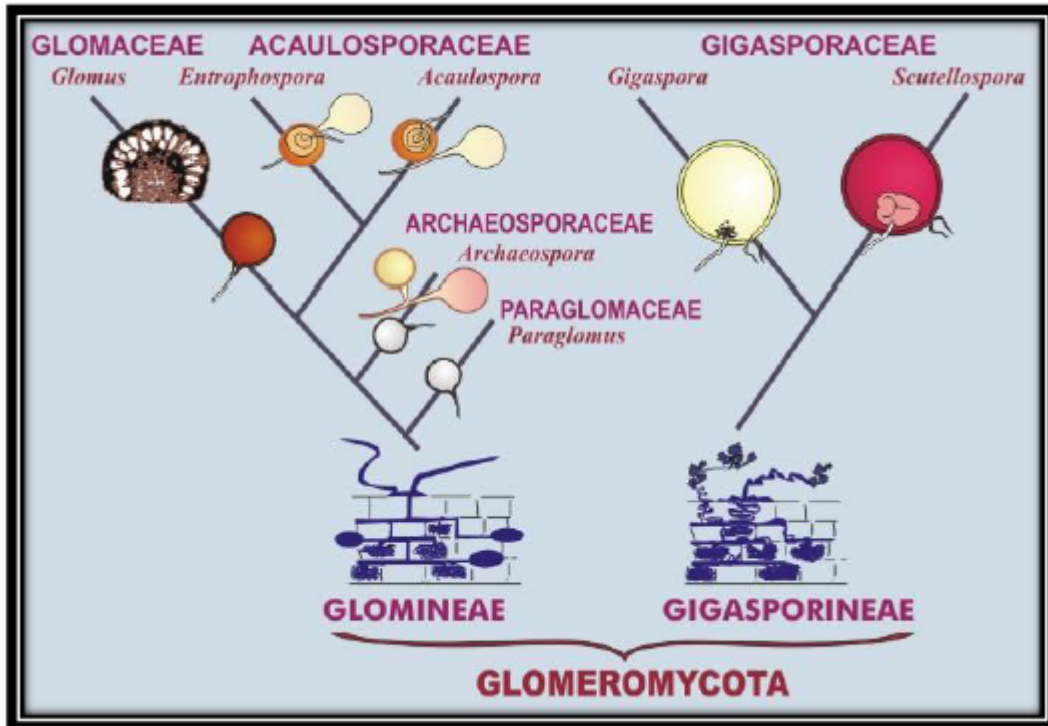


Figure 1 : Classification des *Glomeromycota*([http:// invam.caf.wvu.edu](http://invam.caf.wvu.edu)).

3.3 Les ectendomycorhizes

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

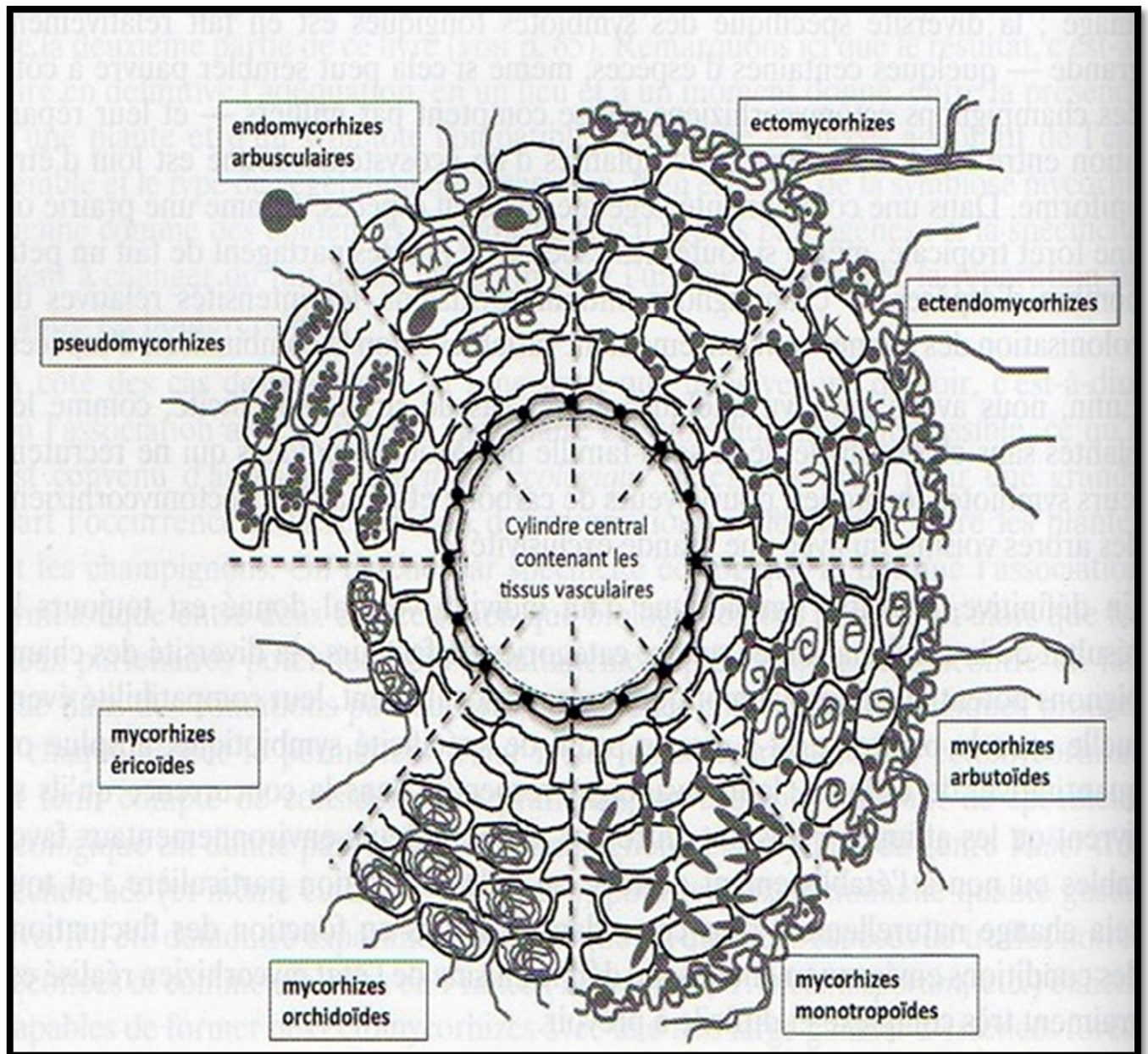


Figure 3 : Représentation schématique des sections transversales des différents types de mycorhizes. (Garbaye, 2013).

3. L'écologie des mycorhizes

- L'impacte des facteurs écologiques sur la formation des mycorhizes

La mycorhization est sous la dépendance de nombreux facteurs climatiques et édaphiques, de la nature de la végétation et des interactions qui existent entre les champignons symbiotiques et la microflore libre du sol.

a. Facteurs climatiques

La mycorhization n'a pas lieu si l'intensité lumineuse à laquelle l'hôte est soumis est inférieur à une certaine valeur seuil. Elle devient de plus en plus intense, quand l'éclairement s'élève au dessus de ce minimum, jusqu'à une certaine valeur optimale à partir de laquelle elle diminue. Il est probable que ces valeurs cardinales varient suivant les exigences des différentes espèces-hôtes : ainsi les plantes croissant dans les sous-bois obscurs sont abondamment mycorhizées (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les champignons mycorhiziens ont des exigences de température du sol propres à leur assurer un bon développement. En général, les champignons poussent mieux aux environs de 20°C. L'infection endomycorhizienne et la production de spores sont stimulées par une élévation de la température, jusqu'aux environs de 30°C (Fotan et Fortin, 1973). Une élévation marquée de la température du sol, par exemple au cours des feux ou même simplement lorsque les humus sombres sont exposés à une insolation directe et intense, entraîne une diminution de la mycorhization (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les mycorhizes ont deux périodes d'activité intense, le printemps (Mars- Avril) et l'automne (Septembre- Octobre) (Boullard, 1968).

b. Facteurs édaphiques

La mycorhization est meilleur dans les sols légèrement acides, qui conviennent mieux aux champignons. L'optimum se situe entre pH4 et pH6 (Dommergues et Mangenot, 1970).

La micorhization n'est généralement satisfaisante que dans les sols bien aérés dont l'atmosphère renferme une proportion d'oxygène proche de la normale soit environs 21%. Dans les sols saturés, elle ne se produit généralement pas, qu'il s'agisse de complexes

endotrophes ou ectotrophes. On rencontre des plantes mycorhizées dans quelques types de sols extrêmement humides et mal aérés (Dommergues et Mangenot, 1970).

Les champignons mycorhiziens à arbuscules et vésicules se développent mal dans les sols gorgés d'eau pendant de longues périodes (Strulu, 1991). Les mycorhizes ectotrophes sont favorisés par une pluviosité assez élevée et, sur certains sols à texture grossière, une sécheresse estivale prolongée peut entraîner leur mort (Dommergues et Mangenot, 1970).

L'influence de l'azote est particulièrement nette et a été maintes fois signalée chez les arbres forestiers. En forêt, 5 à 20 tonnes de sulfate d'ammoniaque par hectare et par an réduisent la mycorhization, sans toutefois la supprimer entièrement. Aussi les mycorhizes sont surtout développés dans les sols où la minéralisation de l'azote et, en particulier, la nitrification sont lentes (Dommergues et Mangenot, 1970).

Dans les sols forestiers, Les mycorhizes ectotrophes sont surtout nombreux dans les horizons organiques (Dommergues et Mangenot, 1970). La matière organique du sol peut contenir des substances stimulant à la fois la croissance du champignon et de la plante en facilitant l'établissement de la symbiose (Le Tacon, 1985).

4. Rôle des mycorhizes

-Amélioration de la nutrition hydrique et résistance à la sécheresse : L'absorption de l'eau et des éléments nutritifs constitue la toute première fonction attribuée aux mycorhizes (Smith et Read, 1997). Les plantes mycorhizées soumises à des périodes de sécheresse ont un meilleur développement que celles non mycorhizées, elles résistent mieux aux chocs hydriques rencontrés pendant leur transplantation en pépinière (Gianinazzi, 1982).

-Amélioration de la nutrition minérale : Les champignons mycorhiziens jouent un rôle important dans la nutrition de l'arbre (Dommergues et Mangenot, 1970). La meilleure absorption d'éléments minéraux par les racines mycorhizées se fait essentiellement grâce à la capacité du réseau mycélien des champignons qui les absorbe du sol et les transfère ensuite vers les racines de la plante hôte (Le Tacon, 1985).

- Protection contre les substances toxiques : Beaucoup de champignons symbiotiques, particulièrement ceux qui forment les ectomycorhizes, détoxifient efficacement l'environnement immédiat des racines fines en décomposant les molécules organiques et en

séquestrant les métaux lourds, diminuant ainsi leur concentration dans la solution du sol et empêchent leur transfert dans les arbres (Drenou *et al.*, 2006).

- Protection contre les agents pathogènes : Boullard (1968), a signalé qu'un bon équipement mycorhizien constitue une garantie de résistance des plantes forestières à diverses attaques d'agents pathogènes du sol. En effet, selon St-Arnaud *et al.* (1995), dans une racine fortement mycorhizée par des souches mycorhiziennes à potentiel mycorhizien élevé, les hyphes colonisant les racines saturent d'avantage les sites d'infection disponibles, limitant ainsi la pénétration de la racine par les hyphes d'un parasite. Ceci ralentit ou retarde le développement du parasite et diminue d'autant l'incidence de la maladie.

- Activité hormonale : Chez les ectomycorhizes, les régulateurs de croissance comme les auxines jouent un rôle important à faible doses. On y observe des transformations morphologiques bien évidentes des racines. L'importance des ramifications est proportionnelle aux quantités d'auxines que le champignon libère dans les tissus racinaires qui pourrait favoriser le transfert des sucres de la racine vers le champignon (Fortin *et al.*, 2008).

Chez les endomycorhizes à arbuscules, on constate que l'acide jasmonique ainsi que l'éthylène interviennent dans le processus de colonisation et entraînent des modifications biochimiques dans toute les parties de la plante. Ces modifications hormonales interviennent dans les mécanismes qui contrôlent le degré de colonisation de la plante maintenant ainsi un équilibre entre le champignon mycorhizien et la plante hôte (Fortin *et al.*, 2008).

Tolérance à la salinité : Gregory (2005), a montré que la symbiose ectomycorhizienne a permis de réduire le stress salin et sodique des semis d'épinette blanche et de pin gris.

*Matériels et
méthodes*



1. Présentation des stations d'étude

1.1 Station d'Ait Zikki

La station d'étude est localisée dans la forêt de la commune d'Ait Zikki Daïra de Bouzeguène à une altitude de 1100 m, cette commune est située au sud est de la Wilaya de Tizi-Ouzou. (Fig. 4)

L'étage bioclimatique auquel appartient cette station est humide supérieur.



Figure 4 : Situation géographique de la station d'étude « Ait Zikki » dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie (Google Earth).

1.2 Station de la fontaine des Ifs

La station est localisée dans la forêt d'Akfadou à Bouzeguène à une altitude de 1100m à 1200m. (Fig. 5)

L'étage bioclimatique auquel appartient cette station est humide supérieur.



Figure 5 : Situation géographique de la station d'étude « Fontaine des Ifs d'Akfadou » dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie (Google Earth).

1.3 Station de Tigounatine à Tikejda

La station d'étude se situe dans la forêt de Tikjda, localisée dans le versant sud du massif central de Djurdjura entre 1500 et 1700m d'altitude à exposition sud. (Fig. 6)

L'étage bioclimatique auquel appartient cette station est per humide.



Figure 6 : Situation géographique de la station d'étude « Tikejda » dans la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie (Google Earth).

1.4 Station de Chélia

Le **djebel Chélia** est une montagne à l'Est de l'Algérie. Il constitue le plus haut sommet de la chaîne montagneuse des Aurès, à la limite de la wilaya de Batna et de la wilaya de Khenchela. Il culmine à 2 328 mètres d'altitude. (Fig. 7)

L'étage bioclimatique auquel appartient cette station est humide supérieur.



Figure 7 : Situation géographique de la station d'étude « Chélia » dans la wilaya de Batna en Algérie (Google Earth).

2. Prélèvement des sols

Les échantillons de sol sur lesquels nous avons travaillé étaient présents au niveau du laboratoire mycorhize.

-Un sol sous le genévrier *Juniperus thunefera* a été prélevé par M^{me} Mezaour N. (enseignante chercheur) au printemps 2015 au niveau de la station de Chélia (Batna).

-Un sol sous le peuplier *Populus nigra* a été prélevé par M^{elle} Khalfane M. et M^{elle} Boughazi A. (Étudiantes en Biologie à l'UMMTO) au printemps 2015 dans la station d'Ait Zikki.

-Trois sols sous l'If *Taxus baccata* ont été prélevés :

- Un sol prélevé par M^{elle} Khedam D. et Lhocini Z. (Étudiantes en Biologie à l'UMMTO) au printemps 2013 au niveau de la station de Tikjda.
- Un sol prélevé par M^{elle} Si Tayeb N. (Étudiante en biologie à l'UMMTO) au printemps 2015 au niveau de la station d'Akfadou.
- Un sol prélevé par M^{elle} Challali S. (Étudiante en biologie à l'UMMTO) au printemps 2013 au niveau de la station d'Akfadou.

Les récoltes des échantillons des cinq sols ont été effectuées de la manière suivante : autour de chaque arbre éliminer toute la litière et les herbacées. Puis creuser à une profondeur de 20 à 30cm et prélever la terre entourant les racines. Les échantillons sont ensuite transportés au laboratoire dans des sacs en plastique étiquetés.

3. Isolement des spores

Pour isoler les spores des sols prélevés, nous avons suivit la méthode du tamisage humide de Gerdeman et Nicolson (1963) mais adaptée a ce dont nous disposons. Ses étapes consistent à :

Prendre une quantité de 50g de chaque échantillon de sol (fig8.a) et les mettre dans 100ml d'eau de robinet (fig8.b). Agiter longuement (1h) à l'aide d'un agitateur pour l'homogénéisation (fig8 .c) puis laisser au repos pendant 1mn. Ensuite, Faire passer les mélanges à travers une série de tamis de mailles 800 μ m, 630 μ m, 315 μ m, 200 μ m, 125 μ m, 63 μ m, disposés respectivement l'un au-dessus de l'autre dans l'ordre si dessus mentionné (fig8 .d) puis récupérer les suspensions des 6 tamis et les transférer dans des tubes à essais.

Remarque : Cette technique est répétée trois fois pour chaque sol.



Figure 8 : Les différentes étapes du tamisage humide

Après avoir fini avec le tamisage humide nous avons séparé les spores des particules du sol. Pour ce faire nous avons recours à la centrifugation :

Verser 6ml du contenu des tubes à essais dans les tubes à centrifugation puis compléter jusqu'à 10ml avec une solution saccharose à 20%. . Centrifuger à 2000 tours/mn et à l'aide d'une seringue, récupérer l'interface entre l'eau sucrée et l'eau pure et transférer dans les tubes à essais.

4. Comptage des spores

Pour le comptage des spores nous versons au fur et à mesure le contenu des tubes sur du papier filtre et nous les mettons dans des boîtes de Pétri puis nous observons sous la loupe binoculaire et à l'aide d'une aiguille nous récupérons les spores trouvées et nous les mettons dans des flacons étiquetés selon la taille des mailles des tamis utilisés.

5. Essai de détermination des spores trouvées

Pour pouvoir déterminer les spores trouvées nous passons à l'observation sous microscope optique au grossissement 40X10 (les spores qui n'ont pas été bien visibles sous le microscope, nous les avons soumises au réactif de Melzer ensuite nous les avons légèrement écrasées entre la lame et la lamelle afin de pouvoir bien déterminer leurs structures (parois, suspenseurs, surfaces...).

Pour mieux observer les structures des parois et du contenu des spores nous passons au grossissement 100x10 en mettant sur la lamelle une gouttelette de l'huile d'émersion.

Ensuite nous déterminons les spores en se basant sur cinq critères :

- La forme
- La couleur
- Le diamètre
- La structure de leur paroi
- La présence ou l'absence d'hyphe suspenseur

Puis nous les comparons aux données du site d'INVAM selon

Pour le paramètre couleur une carte de couleur des spores d'endomycorhizes a été utilisée (Colorchart for spores INVAM).

6. Etude statistique

Chapitre II: Matériels et méthodes

Le résultat du comptage à été soumis à une analyse de variance au seuil $\alpha= 5\%$ pour les deux variables « nombre de spores et nombre de morphotypes » afin de comparer le pouvoir endomycorhizogène des sols étudiés.

*Résultats et
discussions*



1. Résultats

1.1 Résultats de l'évaluation de la diversité sporale dans les différents sols étudiés

Le nombre de spores observées ainsi que le nombre de morphotypes sont mentionnés pour chaque site étudié (Fig. 9).

Nous remarquons que tous les sols étudiés contiennent des spores de tailles variables. Le nombre de spores, et donc de morphotypes, au niveau des deux fractions 800 μ m et 630 μ m est nul pour les sols de l'If de Bouzeguène de 2015, le Genévrier de Chélia, l'If de Tikjda et le Peuplier d'Ait Zikki. Par contre chez l'If de Bouzeguène de 2013 nous notons la présence de spores au niveau de la fraction 800 μ m.

Nous remarquons aussi que le nombre de spores au niveau des fractions 315, 200, 125 et 63 μ m augmentent progressivement dans tous les sols. Nous notons que plus le nombre de spores est important plus le nombre de morphotypes est élevé dans le sol de Bouzeguène, le sol de Tikjda et celui d'Ait Zikki. Par contre dans le sol de Chélia le nombre de spores dans la fraction 63 μ m est nettement plus élevé que celui de la fraction 125 μ m alors que le nombre de morphotypes que représente cette dernière est plus élevé que celui que représente la fraction 63 μ m.

Le comptage a révélé une différence, d'une année à une autre, dans le nombre de spores et le nombre de morphotypes trouvés dans le sol prélevé à Bouzeguène. Nous notons que le sol prélevé en 2015 est plus riche en spores que celui prélevé en 2013.

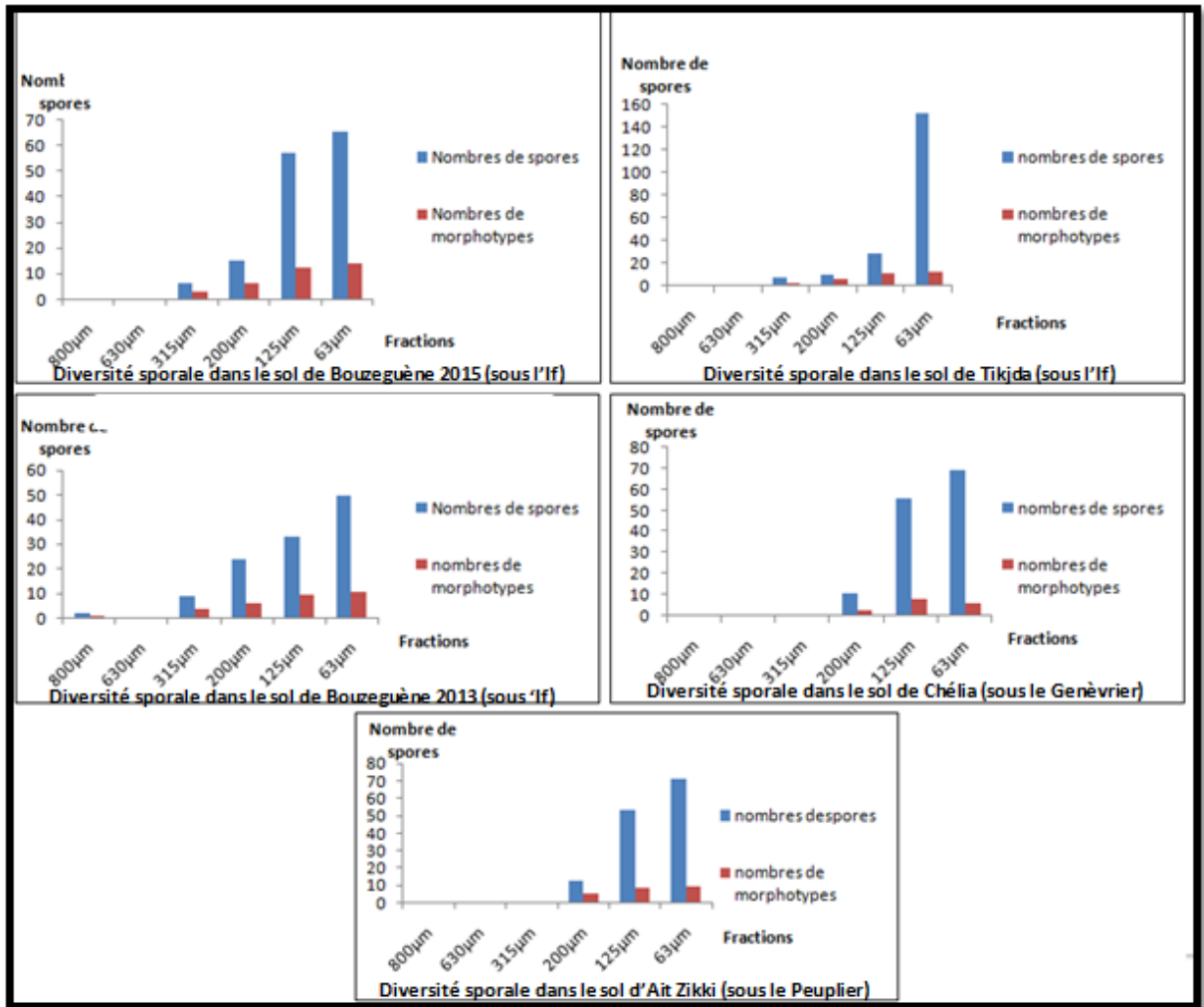


Figure 9 : Evaluation de la diversité sporale dans les différents sols étudiés

1.2 Etude statistique (pour les variables « nombre de spores et nombre de morphotypes ») :

Après avoir réalisé le test de Newman Kells (analyse de la variance) pour les deux variables : « Nombre de spores » et « Nombre de morphotypes », il n'a pas été observé de différences significatives entre les sols étudiés néanmoins les histogrammes font apparaitre quelques pics : comme pour « le nombre de spores dans le sol de l'If de Tikjda », qui est nettement très élevé par rapport aux autres sols (Fig.10).

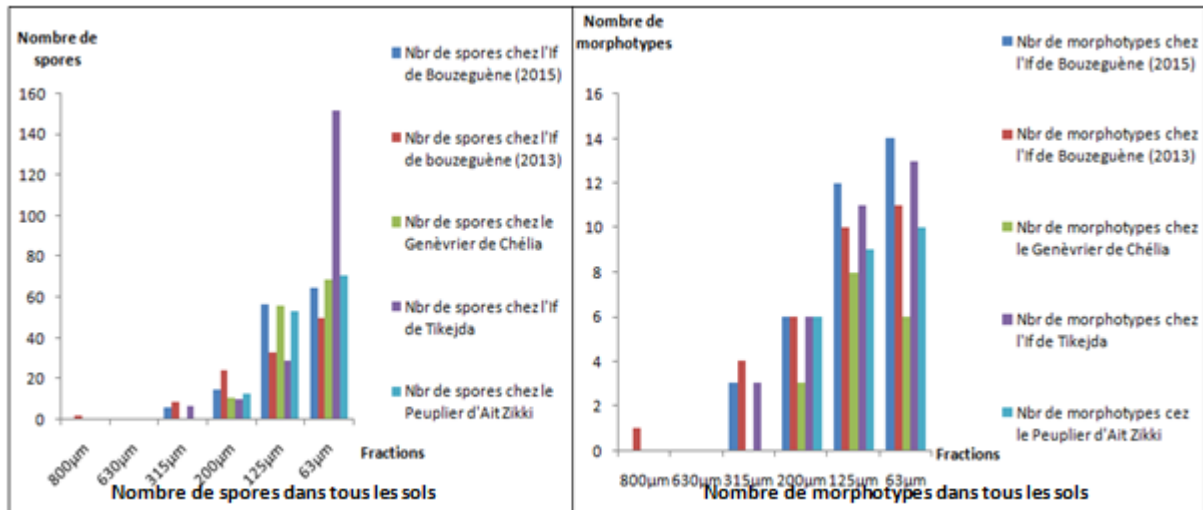


Figure 10 : Comparaison du pouvoir mycorhizogène des sols étudiés en se basant sur deux critères : nombre de spores et nombre de morphotypes

1.3 Description morphologique et détermination de quelques spores isolées dans les sols étudiés

Une diversité de couleur et de forme, et donc de type de spore, a été observée dans les différents sols.

1.3.1 Spores isolées dans le sol prélevé sous l'If de Tikjda

Caractéristiques du morphotype 1 (photo 1)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40% Cyan/ 80% Magenta/ 100% Yellow/ 0% Black.
- Diamètre : 75 µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse, pourvue d'un hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus ambisporum*.

Caractéristiques du morphotype 2 (photo 2)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur: 20% Cyan/ 20% Magenta/ 30% Yellow/ 10% Black.

- Diamètre : 60µm.

- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse, pourvue d'un hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.1*.

Caractéristiques du morphotype 3 (photo 3)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60%Cyan/ 80%Magenta/ 100%Yellow/0%Black.

- Diamètre : 75µm de largeur et 200µm de longueur.

- Forme : Ovoïde allongée.

Caractéristiques de la paroi :

- Nombre de couches : Deux couches.

- Aspect : lisse entourée d'hyphe mycéliens, pourvue d'un long hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Scutellospora sp.*

Caractéristiques du morphotype 4 (photo 4)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Marron.

- Diamètre : 112.5µm.

- Forme : Subsphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : Rugueuse, pourvue d'un hyphe suspenseur de couleur transparent.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.2*.

Caractéristiques du morphotype 5(photo 5)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Noire.

- Diamètre : 150µm.

- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : Rugueuse, pourvue d'un hyphe suspenseur de couleur marron foncé.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.3*.

Caractéristiques du morphotype 6(photo 6)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Marron foncé.
- Diamètre : 300µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : Rugueuse, pourvue d'un point d'attachement de l'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Scutellospora gregaria*.

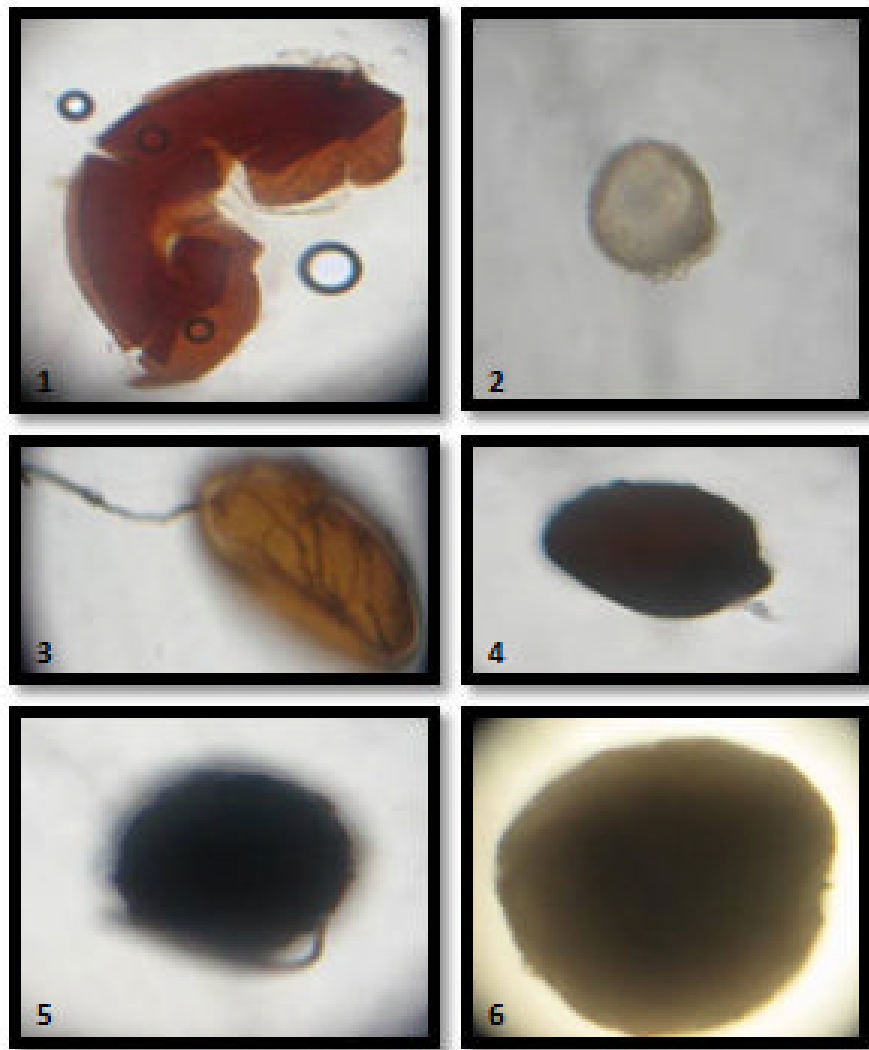


Figure 11 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol de l'If de Tikejda.

1.3.2 Spores isolées dans le sol prélevé sous le Genévrier de Chélia

Caractéristiques du morphotype 7 (photo 7)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 20% Cyan / 20% Magenta / 100% Yellow / 10% Black.
- Diamètre : 87.5µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 4.15µm.
- Nombre de couches : Deux.
- Aspect : rugueuse.

Caractéristiques de l'hyphe d'attache :

- Couleur : 0% Cyan / 30% Magenta / 80% Yellow / 0% Black.
 - Forme : Incrusté dans la spore, d'une épaisseur qui diminue en s'éloignant de la paroi.
- Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Paraglomus sp.*

Caractéristiques du morphotype 8 (photo 8)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 0% Cyan / 60% Magenta / 100% Yellow / 10% Black.
- Diamètre : 125µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Couleur : 40% Cyan / 80% Magenta / 100% Yellow / 0% Black.
- Epaisseur : 16.6µm.
- Nombre de couches : Trois couches.
- Aspect : lisse, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora sp. 1.*

Caractéristiques du morphotype 9 (photo 9)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40% Cyan / 80% Magenta / 100% Yellow / 10% Black.
- Diamètre : 150µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Couleur : 40% Cyan / 80% Magenta / 100% Yellow / 0% Black.
- Epaisseur : 9.13µm.

- Nombre de couches : Trois couches.
- Aspect : lisse, pourvue d'une cicatrice (point d'attachement de l'hyphe suspenseur).

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.4*.

Caractéristiques du morphotype 10 (photo 10)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40%Cyan/80%Magenta/100%Yellow/10%Black.
- Diamètre : 125µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Couleur : 40%Cyan/ 80%Magenta/100%Yellow/ 0% Black.
- Epaisseur : 9.13µm.
- Nombre de couches : Trois couches.
- Aspect : lisse, Pourvue d'une cicatrice (point d'attachement de l'hyphe suspenseur).

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.4*.

Caractéristiques du morphotype 11 (photo 11)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40%Cyan/80%Magenta/100%Yellow/0%Black.
- Diamètre : 125µm.
- Forme : ronde.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : Ornementée, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora sp.2*.

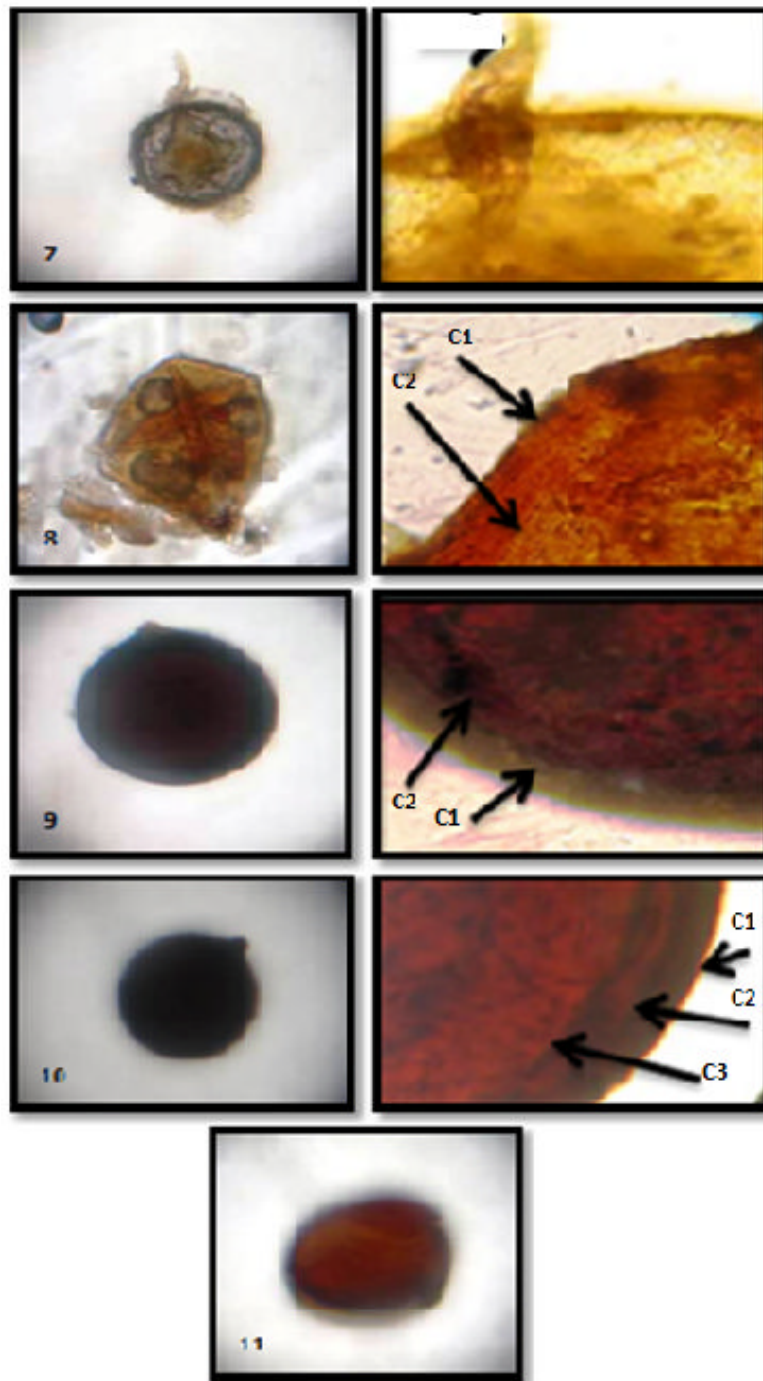


Figure 12 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol sous Genévrier de Chélia.

C1 : Couche 1

C2 : Couche 2

C3 : Couche 3

1.3.3 Spores isolées dans le sol prélevé sous l'If de Bouzeguène (2015)

Caractéristiques du morphotype 12 (photo 12)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 0%Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/ 10% Black.
- Diamètre : 175µm.
- Forme : Ronde.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 4.15µm.
- Nombre de couches : Deux.
- Aspect : lisse.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora sp.3*.

Caractéristiques du morphotype 13 (photo 13)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40%Cyan/ 80% Magenta / 80% Yellow/ 0% Black.
- Diamètre : 100µm.
- Forme : Ronde.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 4.15µm.
- Nombre de couches : Deux.
- Aspect : lisse.

Caractéristiques de l'hyphe d'attache

- Couleur : 0%Cyan/30%Magenta /20% Yellow/20%Black.
- Forme : Légèrement coudé.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.5*.

Caractéristiques du morphotype 14 (photo 14)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 20%Cyan/ 0% Magenta / 20% Yellow/ 0% Black.
- Diamètre : 37.5µm.
- Forme : D'une ampoule.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 0.83µm.
- Aspect : lisse.

Caractéristiques de l'hyphe d'attache :

- Couleur : 20%Cyan/0%Magenta /20% Yellow/0%Black.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Entrophospora colombiana*.

Caractéristiques du morphotype 15 (photo 15)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60%Cyan/ 80% Magenta / 100% Yellow/ 0% Black.

- Diamètre : 112.5µm.

- Forme : Légèrement ovoïde.

Caractéristiques de la paroi :

- Couleur : 60%Cyan/ 80% Magenta / 100% Yellow/10% Black.

- Epaisseur : 8.3µm.

- Nombre de couches : Trois couches.

- Aspect : lisse, pourvue d'une cicatrice.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora rehmi*.

Caractéristiques du morphotype 16 (photo 16)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 20%Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/ 0% Black.

- Diamètre : 125µm.

- Forme : Ronde.

- Aspect : contenu granulé.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 3.73µm.

- Nombre de couches : Deux couches.

- Aspect : lisse, pourvue d'une cicatrice.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.6*.

Caractéristiques du morphotype 17 (photo 17)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 20%Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/ 0% Black.

- Diamètre : 125µm.

- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 4.15µm.

- Nombre de couches : Deux couches.
- Aspect : lisse.

Caractéristiques de l'hyphe suspenseur :

- Couleur : 10% Cyan/0% Magenta/20% Yellow/0% Black.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.7*.

Caractéristiques du morphotype 18 (photo 18)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 0% Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/ 0% Black.
- Diamètre : 175µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 3.32µm.
- Nombre de couches : Deux couches.
- Aspect : lisse, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Claroideoglomus*.

Caractéristiques du morphotype 19 (photo 19)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 20% Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/10% Black.
- Diamètre : 175µm.
- Forme : Sphérique.
- Aspect : granulé.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 2.49µm.
- Nombre de couches : Deux couches (l'externe est plus sombre et plus épaisse que l'interne).
- Aspect : lisse a quelques ornements, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Entrophospora infrequens*.

Caractéristiques du morphotype 20 (photo 20)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40% Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/10% Black.
- Diamètre : 205µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 2.9µm.
 - Nombre de couches : Deux couches (l'interne est plus sombre et plus épaisse que l'externe).
 - Aspect : lisse a quelques ornements, dépourvue d'hyphe suspenseur.
- Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora gerdmannii*.

Caractéristiques du morphotype 21 (photo 21)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Marron foncé.
- Diamètre : 250µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : Ornementée.

Caractéristiques de l'hyphe :

- Couleur : 40% Cyan / 60% Magenta / 70% Yellow / 10% Black.
- Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Gigaspora sp.1*.

Caractéristiques du morphotype 22 (photo 22)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Noire.
- Diamètre : 230µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse.

Caractéristiques de l'hyphe :

- Couleur : Noire.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Gigaspora sp.2*.

Caractéristiques du morphotype 23 (photo 23)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Noire.
- Diamètre : 137.5µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse.

Caractéristiques de l'hyphe :

- Couleur : Noire.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.8*.

Caractéristiques du morphotype24 (photo 24)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Marron foncé.

- Diamètre : 275µm.

- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora sp.4*.

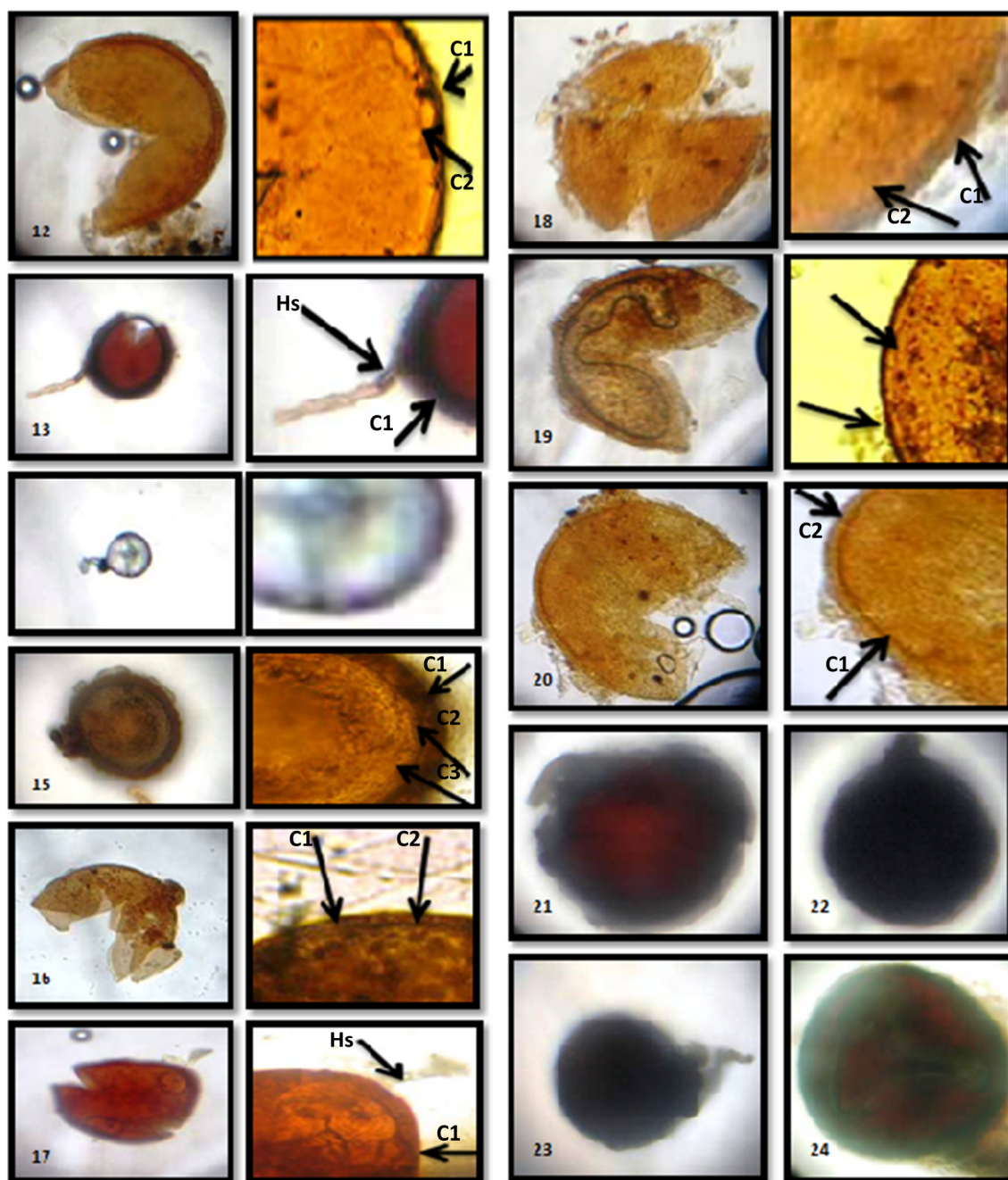


Figure 13 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol de l'If de Bouzeguène (2015).

C1 : Couche 1

C2 : Couche 2

C3 : Couche 3

Hs : Hyphe suspenseur

1.3.4 Spores isolées dans le sol prélevé sous l'If de Bouzeguène (2013)

Caractéristiques du morphotype25 (photo 25)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 40% Cyan/ 60% Magenta / 100% Yellow/10% Black.
- Diamètre : 137.5µm.
- Forme : Sphérique.
- Aspect : un cercle externe de couleur sombre et un cercle interne d'une couleur plus claire puis un contenu sombre.

Caractéristiques de la paroi :

- Epaisseur : 9.96µm.
- Nombre de couches : Trois couches.
- Aspect : pleine d'ornementation, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora laevis*.

Caractéristiques du morphotype26 (photo 26)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60% Cyan/ 80% Magenta / 100% Yellow/10% Black.
- Diamètre : 100µm.
- Forme : Sphérique.
- Aspect : Deux spores pourvues de deux hyphes suspenseurs provenant de la ramification d'un seul hyphe.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp. 9*.

Caractéristiques du morphotype 27 (photo 27)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60% Cyan/ 80% Magenta / 100% Yellow/0% Black.
- Diamètre : 150µm.
- Forme : Ronde, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora bireticulata*.

Caractéristiques du morphotype28 (photo 28)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60% Cyan/ 80% Magenta / 100% Yellow/0% Black.
- Diamètre : 150µm.
- Forme : Ronde, pourvue d'un long hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp. 10*.

Caractéristiques du morphotype29 (photo 29)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60%Cyan/ 80% Magenta / 100%Yellow/ 10%Black.
- Diamètre : 200µm.
- Forme : Subsphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse.

Caractéristiques de l'hyphe d'attache :

- Couleur : 20%Cyan/20%Magenta /20% Yellow/0%Black.

Caractéristiques du morphotype30 (photo 30)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Marron.
- Diamètre : 200µm.
- Forme : Sphérique.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisse, dépourvue d'hyphe suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora sp.5*.

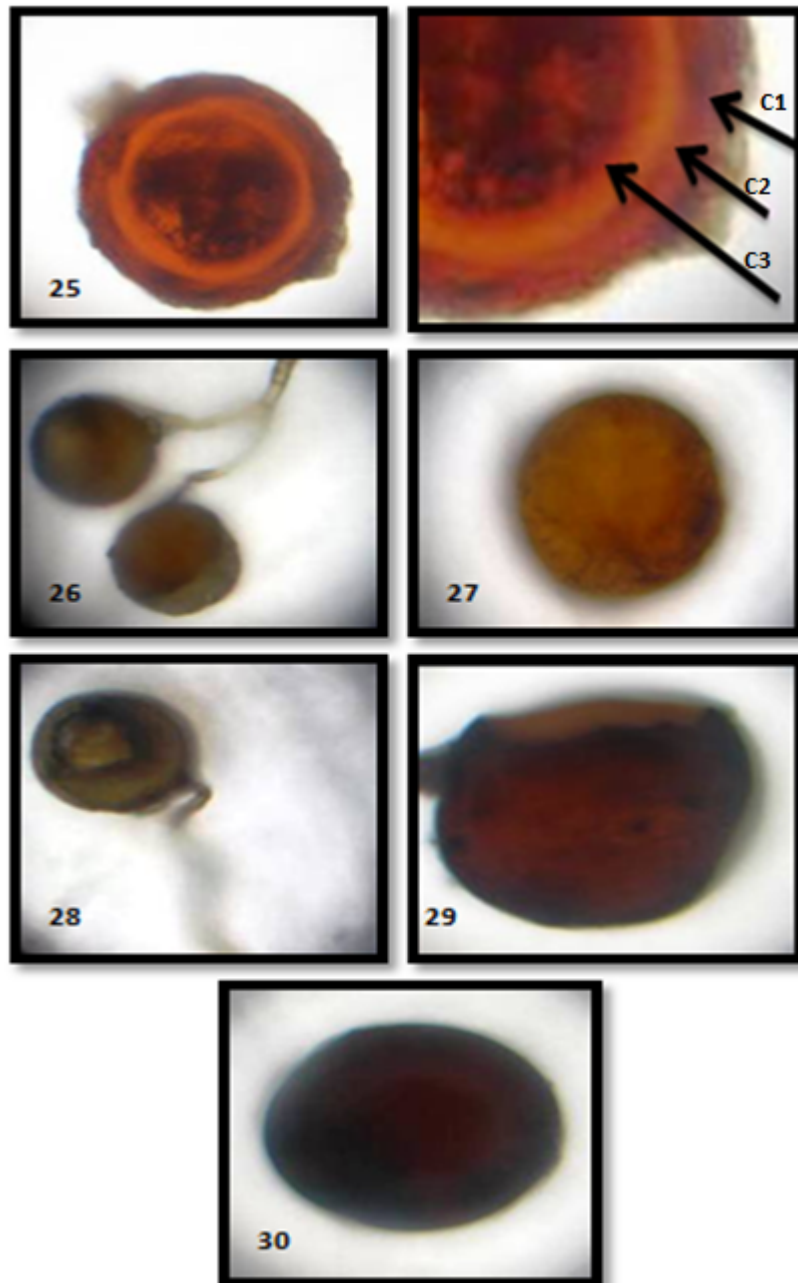


Figure 14 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol de l'If de Bouzeguène (2013).

C1 : Couche 1

C2 : Couche 2

C3 : Couche 3

1.3.5 Spores isolées dans le sol prélevé sous le Peuplier d'Ait Zikki

Caractéristiques du morphotype31 (photo 31)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60% Cyan / 80% Magenta / 100% Yellow / 10% Black.
- Diamètre : 58.5 µm.
- Forme : D'une ampoule.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : lisses, pourvues d'hyphes suspenseurs.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.12*.

Caractéristiques du morphotype32 (photo 32)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 60% Cyan / 80% Magenta / 100% Yellow / 10% Black.
- Diamètre : 112.5 µm.
- Forme : D'une ampoule.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : pleine de trous.
- dépourvues d'hyphes suspenseurs.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Acaulospora alpina*.

Caractéristiques du morphotype33 (photo 33)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : Noire.
- Diamètre : 80 µm.
- Forme : D'une ampoule.

Caractéristiques de la paroi :

- Aspect : pleine de trous.

Caractéristiques de l'hyphes d'attache :

- Couleur : Marron.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.13*.

Caractéristiques du morphotype34 (photo 34)

Caractéristiques de la spore :

- Couleur : 0% Cyan / 30% Magenta / 70% Yellow / 10% Black.
- Diamètre : 125µm.
- Forme : Sphérique, pourvue d'un hyphé suspenseur.

Après consultations du site INVAM, nous estimons qu'il s'agit de : *Glomus sp.14*.

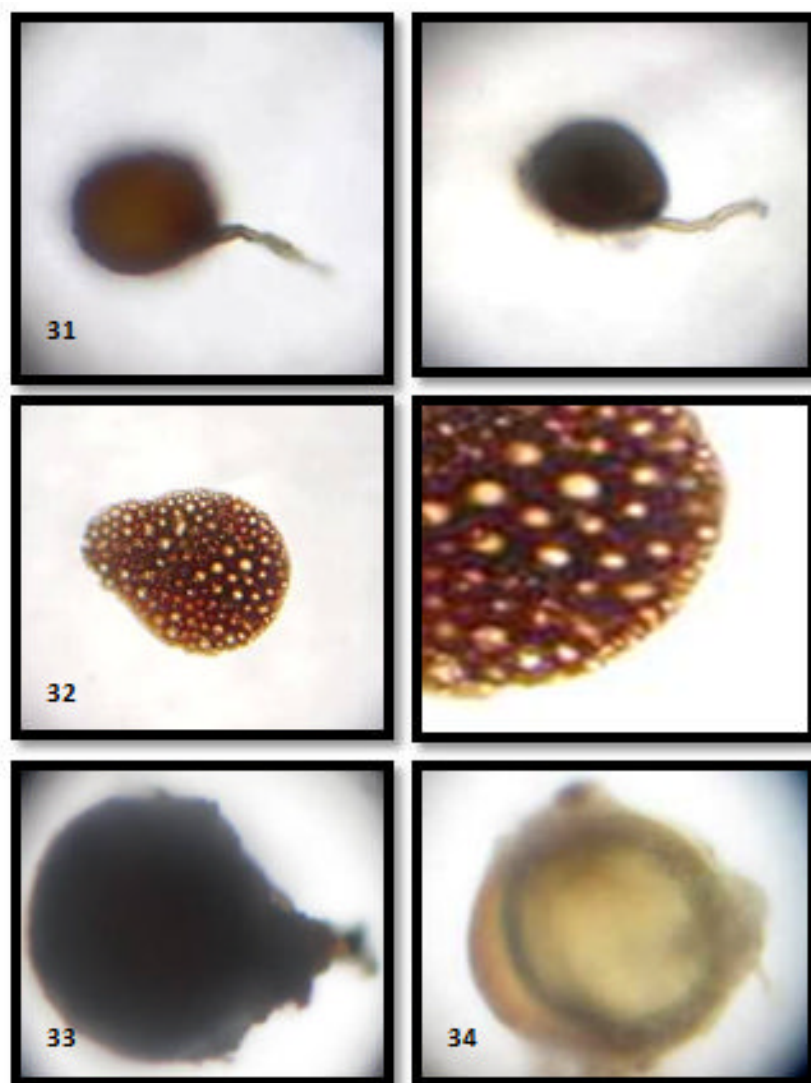


Figure 15 : Les différents types de spores déterminés trouvés dans le sol du Peuplier d'Ait Zikki.

1.4 Répartition des différents types de spores déterminés dans les différents sols étudiés

Parmi les huit familles des *Glomyromicota*, sept ont été représentées dans les différents sols étudiés : *Glomus*, *Gigaspora*, *Scutellospora*, *Acaulospora*, *Entrophospora*, *Paraglomus*, *Claroideoglomus*.

Le genre *Glomus* est le plus rencontré. En effet il est présent au niveau de tous les sols étudiés avec un pourcentage qui varie entre 43.59% pour le sol prélevé sous l'If de Bouzeguène en 2015 et 66.67% pour le sol prélevé sous le Peuplier d'Ait Zikki (Fig. 16).

Chapitre III : Résultats et discussions

Le genre *Gigaspora* est présent dans tous les sols avec un pourcentage qui varie entre 20.51% pour le sol prélevé sous l’If de Bouzeguène en 2015 et 26.32% pour le sol prélevé sous l’If de Tikjda. (Fig. 16)

Le genre *Acaulospora* est présent dans tous les sols avec un pourcentage qui varie entre 2.63% pour le sol prélevé sous l’If de Tikjda et 10.26% pour le sol prélevé sous l’If de Bouzeguène en 2015. (Fig. 16)

Le genre *Scutellospora* est présent dans tous les sols avec des pourcentages qui varient entre 5.54% pour le sol prélevé sous le Peuplier d’Ait Zikki et 15.97% pour le sol prélevé sous l’If de Tikjda sauf dans le sol prélevé sous le Genévrier de Chélia (Fig. 16).

Le genre *Entrophospora* n’est rencontré qu’au niveau des sols prélevés sous l’If (le sol prélevé sous l’If de Tikjda avec un pourcentage de 2.63% et le sol prélevé sous l’If de Bouzeguène en 2013 avec un pourcentage de 6.06% et en 2015 avec un pourcentage de 10.26%) (Fig. 16).

Le genre *Paraglomus* n’est présent que dans le sol prélevé sous le Genévrier de Chélia avec un pourcentage de 8.69% (Fig. 16).

Le genre *Claroideoglomus* se trouve uniquement dans le sol prélevé sous l’If de Bouzeguène en 2015 avec un pourcentage de 2.52% (Fig. 16).

Chapitre III : Résultats et discussions

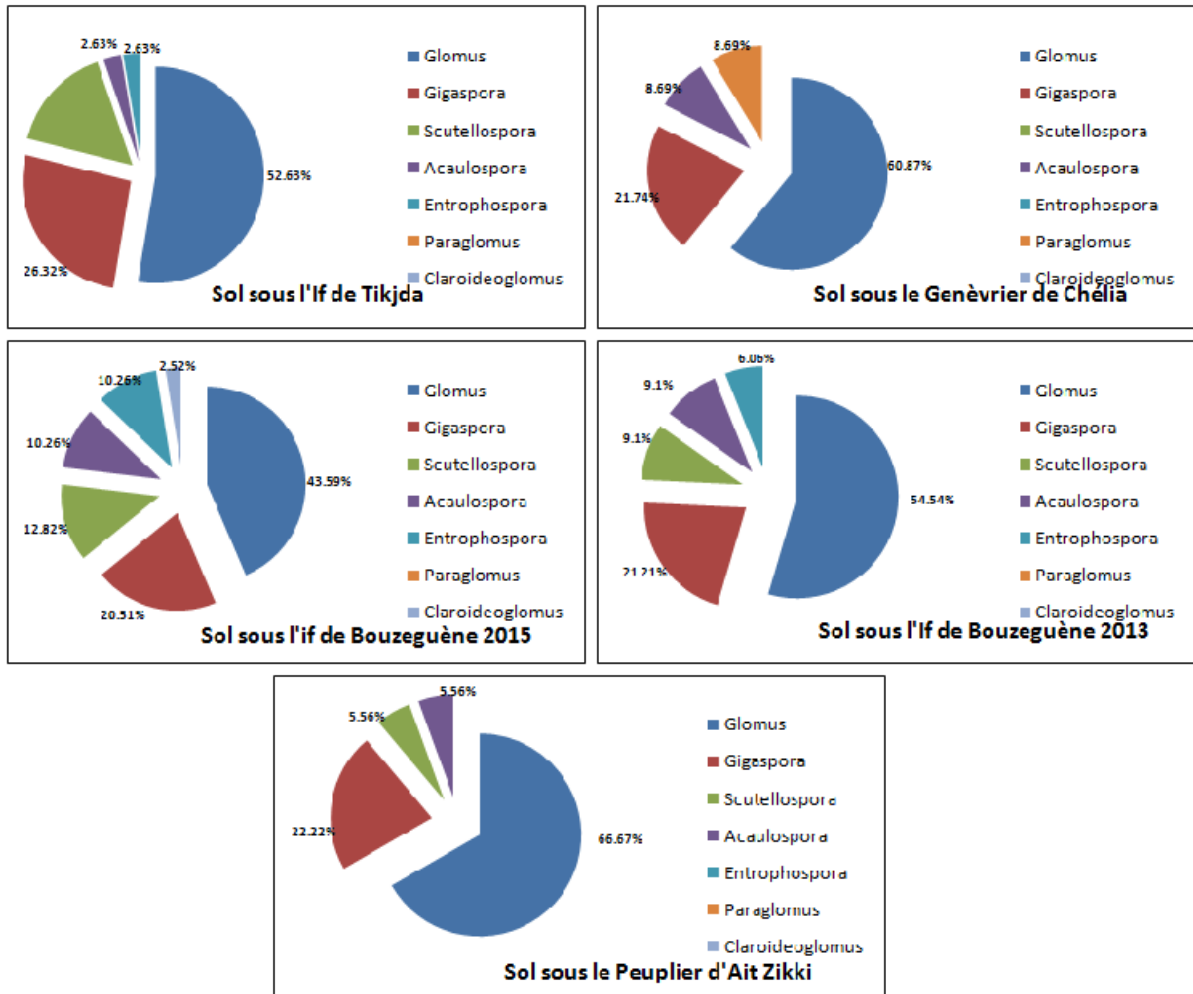


Figure 16 : Pourcentage des différents types de spores déterminés dans les différents sols étudiés (pour 50g de sol).

2. Discussion

Nos résultats montrent que les spores des *Gloméromycètes* extraites dans les différents sols étudiés sont majoritairement de petite taille (comprised 125 et 63 μ m). Ce résultats concorde avec ceux de Smith et Read (1997) qui ont concluent que la majorité des spores sont de petites tailles car 99% des spores ont une taille inférieur à 250 μ m et 78% une taille inférieur à 125 μ m.

Les types de spores déterminés dans les sols étudiés ne sont pas les mêmes d'une plante hôte à une autre et d'une station à une autre. Nos résultats sont conformes avec ceux obtenus par Brundrett (1991) qui suppose que cela pourrait s'expliquer par le fait que les changements dans la composition des hôtes peuvent influencer la composition des champignons associés.

Chapitre III : Résultats et discussions

Nous avons remarqué au niveau du sol prélevé sous l'if de la station de Bouzeguène une différence quantitative et qualitative entre l'année 2013 et 2015. Ce résultat est en concordance avec celui de Brundrett et *al.* (1994) qui ont affirmé que d'une façon générale, les champignons endomycorhiziens ont des cycles de vie très différents et que l'abondance relative de chacune d'elles à chaque étape du cycle (spores, hyphes, racines colonisées) peut changer selon le temps.

L'analyse de la variance des variables : nombre de spores et nombre de morphotypes nous a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les sols. En d'autres termes, tous les sols étudiés ont le même pouvoir endomycorhizogène quelque soit leur étage bioclimatique.

C'est le genre *Glomus*, spores les plus petite en taille, qui s'est montré le plus abondant au niveau de tous les sols que nous avons étudié. En effet *Husband et al.* (2002) rapportent que les *Glomus* sont les plus abondantes en forêts. De même une étude récente menée par *Bouazza et al.* (2015) dans une Terga à climat semi-aride dans le Nord Ouest algerien, sur les endomycorhizes de 4 espèces végétales (*Acacia saligna*, *Lotus certicus*, *Retama monosperma* et *Pistacia lentiscus*) a montré que la rhizosphère était riche en spores à potentiel endomycorhizien avec une prédominance de *Glomus*. Les autres genres rencontrés sont représentés par des pourcentage différents d'une station à une autre. ces différences observées sont probablement du à différents facteurs ecologiques.

Conclusion



Conclusion

Cette étude a été consacrée à l'exploration des spores d'endomycorhizes des sols prélevés sous *Taxus baccata* dans la station d'Akfadou (Bouzeguène) en 2013 et en 2015, *Juniperus thunefera* dans la station de Chélia (Batna) et *Populus nigra* dans la station d'Ait Zikki (Bouzeguène).

Dans ce travail, nous avons réalisé le comptage des spores et un essai d'identification suivi d'une analyse de la variance pour les deux variables « nombre de spores et de morphotypes ». Nous avons constaté :

- Les différents sols étudiés ont pratiquement le même pouvoir endomycorhizogène.
- La majorité des spores trouvées sont de petites tailles.
- Les types de spores déterminés sont différents d'une espèce à une autre et d'une station à une autre.
- Au niveau de chaque sol nous avons trouvé différents types morphologiques de spores. Elles présentent divers genres : *Glomus*, *Gigaspora*, *Acaulospora*, *Scutellospora*, *Entrophospora*, *Paraglomus* et *Claroideoglomus*.
- le genre *Glomus* est le plus abondant ensuite vient le genre *Acaulospora*, *Gigaspora*, et *Scutellospora*.
- Les différences quantitatives et qualitatives observées dans l'étude du pouvoir endomycorhizogène de différents sols seraient probablement dues à des conditions climatiques

Il serait intéressant de mener une étude plus approfondie pour déterminer l'effet des conditions écologiques sur la diversité des sols en inoculum. L'utilisation de techniques de biologie moléculaire pour une meilleure analyse de la diversité sporale est nécessaire pour avoir une idée plus claire des espèces existantes dans des sols provenant de différentes régions.

*Liste des
références*



Références bibliographiques

- Agerer R. (1988).** Colour atlas of ectomycorrhizae. Ed. Prof Dr Reinhold Institut For systematic Botanique universitat. Munchen. P. 15-30.
- Agerer R. (1999).** Anatomical characteristics of identified ectomycorrhizas: an attempt toward a natural classification, In : Varma A. et Hock B. (Eds). Mycorrhiza, structure, function, molecular biology and biotechnology. 2ne édu. Springer-verlag, Heidelberg, Germany. P.633-682.
- Pierart A. (2012).** Interaction entre mycorhization, nutrition en phosphore et adaptation de la plante à la toxicité du nickel sur substrat ultramafique. Mémoire de fin d'étude. Diplôme d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des sciences Agronomiques, Agroalimentaire, Horticoles et du paysage. Université de la nouvelle Caédonie. P.7-10.
- Boullard B. (1968).** Les mycorhizes. Monographie et biologie végétale. Ed Masson et Cie.Paris.P.135.
- Boughazi A. et Khalfane M. (2015).** Aspect morpho-anatomique de la double symbiose mycorhizienne de *Populus nigra* dans la région de Tizi Ouzou : Cas de Peuplier d'Ait Zikki(Bouzeuguène). Mémoire de fin d'études. En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie. Spécialité : physiologie et amélioration végétale. Option : génétique et amélioration des plantes. Université Mouloud Mammeri.66p, P.18.
- Brudrett M. C. (1991).** Mycorrhiza in natural ecosystems. Adv Ecol Res 21, P.71-313.
- Brundett M.C.Melville L. and Peterson R.L.(1994).**Practical methods in mycprhiza research. Mycological publication, Waterloo, Canada, P.161.
- Challali S. (2013).**Contribution à l'étude des formations mycorhiziennes chez *Tascus baccata* dans la station de la fontaine des Ifs d'Akfadou située à Bouzeuguène.Mémoire de fin d'études. En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie. Option : Biologie et physiologie Végétale. Université Mouloud Mammeri.53p, P.17.
- Dechamplain N.et Gosselin L.(2002).**Les champignons mycorhiziens: PISTSE Université Laval. P.1-12.
- Dommergues Y., Mangenot F.(1970).** Ecologie microbienne du sol. Ed. Masson et Cie. Paris. P.796.
- Duhoux E. et Nicole M. (2004).** Biologie végétale. Associations et interactions chez les plantes. Ed. Dunod : Paris. P. 68.
- Durrieu G. (1993).** Ecologie des champignons. Ed Masson. Coll. D'Ecologie. P.63.

Références bibliographiques

- Fotan et Fortin J.A. (1673).**Formation of ectomycorrhiza by endogon calspore on allium under three temperature regimes. *Nat Carr.*100:P.467- 477.
- Fortin A.J.Plenchette C.et Piche Y.(2008)** :la nouvelle révolution verte. Ed.Quae multi mondes. P.37,38,39,41,42.
- Garbaye J. (2013).**La symbiose Mycorhizienne Une Association Entre Les Plantes et Les Champignons. Ed Quae.P. 48, 49,56,57,62.
- Gerdeman J.W. and Nicolson T.H.(1963).** Spore of Mycorrhizal Endogone Species Extracted From Soil By Wet Sieving And Decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- Gavériaux J.P. (2012).** Les gloméromycota –Mycorhizes VAM *Geosiphon pyriformis* (Kützing) Wettstein- Bull. Soc. Mycol. Nord Fr.N°92. P. 01-17.
- Gianinazzi S. (1982).** L'endomycorhization contrôlée en agriculture, en horticulture et en arboriculture : problèmes et progrès in *Les mycorhizes : biologie et utilisation.* N°13. P. 231.
- Gregory B. (2005).**Ecophysiologie de semis de conifères ectomycorhizes en milieu salin et sodique. Thèse de Doctorat en sciences forestières. Université Laval.Québec.P.190.
- Harley J.L., Harley E.L.(1987).**A check –list of mycorrhizae in the British flour. *New phytol* 105.P.1-102.
- Khadem D.et Lhocini Z. (2013).**Contribution à l'étude de l'état mycorhizien de *Tasacus baccata* de la région de Tikijda.Mémoire d'Ingénieur en Sciences Agronomique. Option : Production et amélioration des végétaux. Université Mouloud Mammeri.62p, P.32.
- Le Tacon F. (1985).**Les mycorhizes : une coopération entre les plantes et les champignons. *La recherche* 16 :P.624-632.
- Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R. (2004).**Botanique: Biologie et physiologie végétale. Ed. Maloine. P.461.
- Peterson R.L. et Massicotte H. B. (2004).** Exploring structural definition of mycorrhizas, with emphasis on nutrient-exchange interfaces. *Canadian. Journal of Botany* 82.1074- 1088.
- Peyronnel B., Fassi B., Fontana A., Trappe J.M.(1969).**Terminology of Mycorrhizae. *Mycologia* 61.P.410-411.

Références bibliographiques

Si tayeb N. (2015). Approche morpho-anatomique de la double symbiose mycorhizienne chez *Tasus baccata* : Cas de l'If fontaine des Ifs dans la forêt d'Akfadou. Mémoire de fin d'études. En vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures en Biologie. Spécialité : physiologie et amélioration végétale. Option : génétique et amélioration des plantes. Université Mouloud Mammeri. 58p, P.14.

Smith S.E. et Read D.J. (1997). Mycorrhizal symbiosis. Academic Press, London (G.B). 30: P.39-57.

Strullu D.G. (1989). Les mycorhizes des arbres et plantes cultivées Journal of Botany. N° 82. P. 1074-1088. Ed. Lavoisier. P.26.

Strullu D. G. (1991). Les mycorhizes des arbres et des plantes cultivées. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. P.9-93.

Zeze A., Ouattara B., Brou C. Y., Vantuinen D., Diallo-Attah H. et Sangare A. (2007). Distribution et abondance des spores de champignons endomycorhizogènes à arbuscules dans différents types de forêts de la Tène en Côte d'Ivoire. Agronomie Africaine 19 (2). P.103-111.

Anonym 1: [http:// Fr.wikipedia.org/wiki/Ait Zikki](http://Fr.wikipedia.org/wiki/Ait_Zikki).

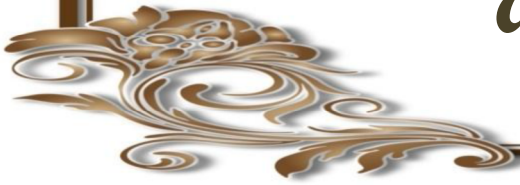
Anonym 2: [http:// Fr.wikipedia.org/wiki/Akfadou](http://Fr.wikipedia.org/wiki/Akfadou).

Anonym 3: [http:// Fr.wikipedia.org/wiki/ Djbel Chélia](http://Fr.wikipedia.org/wiki/Djbel_Chélia).

Anonym 4: [http:// Fr.wikipedia.org/wiki/ Tikjda](http://Fr.wikipedia.org/wiki/Tikjda).

Anonym 5: [http:// invam.caf.wvu.edu](http://invam.caf.wvu.edu).

*Liste des
annexes*



Liste des annexes

Annexe 1 : Composition du réactif de Melzer

Acide chlorhydrique	5g
Iode	1.5g
Iodure de potassium	100g
Eau distillée	100ml

Annexe 2 : Tableau représentatif de la diversité sporale chez l'If de Bouzeguène (2015)

Fractions	Nombres de spores	Nombres de morphotypes
800µm	0	0
630µm	0	0
315µm	6	3
200µm	15	6
125µm	57	12
63µm	65	14

Annexe 3 : Tableau représentatif de la diversité sporale chez l'If de Tikejda

fractions	nombres de spores	nombres de morphotypes
800µm	0	0
630µm	0	0
315µm	7	3
200µm	10	6
125µm	29	11
63µm	152	13

Annexe 4 : Tableau représentatif de la diversité sporale chez l'If de Bouzeguène (2013)

fractions	Nombres de spores	nombres de morphotypes
800µm	2	1
630µm	0	0
315µm	9	4
200µm	24	6
125µm	33	10
63µm	50	11

Annexe 5 : Tableau représentatif de la diversité sporale chez le Genévrier de Chélia

Colonne1	Colonne2	Colonne3
fractions	nombres de spores	nombres de morphotypes
800µm	0	0
630µm	0	0
315µm	0	0
200µm	11	3
125µm	56	8
63µm	69	6

Liste des annexes

Annexe 6 : Tableau représentatif de la diversité sporale chez le Peuplier d'Ait Zikki

fractions	nombres despores	nombres de morphotypes
800µm	0	0
630µm	0	0
315µm	0	0
200µm	13	6
125µm	53	9
63µm	71	10

Annexe 7 : Tableau représentatif du nombre de spores dans tous les sols étudiés

Fractions	Nombre de spores dans le sol de l'If de Bouzeguène	Nombre de spores dans le sol de l'If de Chélia	Nombre de spores dans le sol du Genévrier de Chélia	Nombre de spores dans le sol de l'If de Tikejda	Nombre de spores dans le sol du Peuplier d'Ait Zikki
800µm	0	2	0	0	0
630µm	0	0	0	0	0
315µm	6	9	0	7	0
200µm	15	24	11	10	13
125µm	57	33	56	29	53
63µm	65	50	69	152	71

Annexe 8 : Tableau représentatif du nombre de morphotypes dans tous les sols étudiés

Fractions	Nombre de morphotypes pour l'If de Bouzeguène	Nombre de morphotypes pour l'If de Chélia	Nombre de morphotypes dans le sol du Genévrier de Chélia	Nombre de morphotypes dans le sol de l'If de Tikejda	Nombre de morphotypes dans le sol du Peuplier d'Ait Zikki
800µm	0	1	0	0	0
630µm	0	0	0	0	0
315µm	3	4	0	3	0
200µm	6	6	3	6	6
125µm	12	10	8	11	9
63µm	14	11	6	13	10

Liste des annexes

Annexe 10 : Répartition des types de spores déterminés par nombre sur les différents sols étudiés.

Sols utilisés / Types de spores	Sol sous l'If de Tikejda	Sol sous le Genévrier	Sol sous l'If de Bouzeguène 2015	Sol sous l'If de Bouzeguène 2013	Sol sous le Peuplier
Glomus	20	14	17	18	12
Gigaspora	10	5	8	7	4
Scutellospora	6	0	5	3	1
Acaulospora	1	2	4	3	1
Entrophospora	1	0	4	2	0
Paraglomus	0	2	0	0	0
Claroideoglomus	0	0	1	0	0

Résumé

Dans le but d'étudier le pouvoir endomycorhizogène des différents sols provenant de différentes stations forestières (*Taxus baccata* dans la station de la fontaine des Ifs Bouzeguène) en 2013 et 2015, *Juniperus thunefera* dans la station de Chélia (Batna) et *Populus nigra* dans la station d'Ait Zikki (Bouzeguène), une évaluation des populations de spores d'endomycorhizes a été menée. Les spores extraites selon la méthode du tamisage humide ont été dénombrées et déterminées. Nos résultats indiquent la présence des genres *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Entrophospora*, *Scutellospora*, *Paraglomus* et *Claroideoglomus* avec une répartition non homogène qui pourrait être liée aux facteurs édaphiques et/ou climatiques.

Summary

With an aim of studying the capacity endomycorhizogene of the various grounds coming from various stations forestières (*Taxusbaccata* in the station of the fountain of the Yews (Bouzeguène) in 2013 and 2015 *Juniperus thunefera* in the station of Chélia (Batna) and *Populus alba* in the station of Zikki (Bouzeguène) Has), an evaluation of the populations of spores of endomycorhizes was carried out. The spores extracted according to the method of wet sifting were counted and determined. Our results indicate the presence of the kinds *Glomus*, *Acaulospora*, *Gigaspora*, *Entrophospora*, *Scutellospora*, *Paraglomus* and *Claroideoglomus* with a nonhomogeneous distribution which could be related to the edaphic and/or climatic factors.