

*République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.*

*Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biologie Animale et Végétale*



Mémoire

*En vue d'obtention du diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Spécialité : Restauration et réhabilitation des sols*

Thème

*Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne
chez d'eux culture*

Triticum secale et Pisum sativum

Présenté par :

DJOUDI Celia & SADALI Sadia

Devant le jury composé de :

Présidente : **Bourbia S.**

M.C.B .I'UMMTO

Promotrice : **Mme Kadi S.**

M. C. B.I'UMMTO

Co-promotrice : **Mme Harchaoui C.**

M.C.B .I'UMMTO

Examinatrice : **Mme Taibi H.**

M.A.A.I'UMMTO

Remerciements

Nous tenons à témoigner notre gratitude et nos sincères remerciements à tous ceux qui ont attribué de près ou de loin à la réalisation de notre travail, en particulier :

A DIEU, pour m'avoir donné la force dans les moments difficiles d'éditer ce mémoire.

Notre promotrice Mme KADI LYNDA, encadrant de mémoire de fin d'études, pour ses précieux conseils, sa patience, la confiance qu'il nous a témoignée et son orientation ficelée tout au long de notre recherche.

Mme HARCHAOUI KAMILIA Co-promotrice, pour son aide et son suivi durant la période de notre travail, ses encouragements, et sa disponibilité.

Nous tenon à remercions également Mme BOURBIA SOFIA la présidente, pour son aide, et pour avoir nous fait l'honneur de présider à ce jury.

Mme TAIBI H examinatrice, pour son précieux conseil et sa précieuse attention, et pour avoir voulu s'associer à ce jury.



Dédicaces

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents : Mon père RABAH qui peut être fier et trouver ici le résultat de longue années de sacrifices, à Ma mère SALIHA qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de vous.

A mes frères : SAMIR, IDIR et ma sœur : SORAYA qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

A mon cher fiancé KARIM merci pour ton encouragement et ton soutien qui me ressourçait dans les moments pénibles.

A ma belle famille et mes belles sœurs, je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'ai pour vous.

A ma chère SAMIA et son MARIE, puisse Dieu le tout puissant vous préserver du mal.

A mes cousins et cousines : RAFIK, WIWI, SIHAM.

A mes amies : FATIMA, THANINA et par le monde qui n'ont cessé de m'encourager.

Sadia

Dédicaces



Que ce travail témoigne de mon respect

À mes très chers parents : Mon père MOHAMED, Ma mère ZAHIA, grâce à leurs tendres encouragements, et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études, aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes sentiments envers eux.

A mes chers frères : DAHMANE, NABIL, SALIM dieu leurs ouvrent les portes de la réussite.

A mes adorables sœurs : BAHIA et NAWAL qui m'ont toujours assisté, et à toute ma familles.

A mes princesses : NIHAL, MIRAL, AMIRA, et RIHAM.

A mes amis proches : KATIA et SMAIL.

A tous ceux qui sont chers et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, d'une manière ou d'une autre, ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

Celia

Liste de figure

Figure 01 : Principaux types mycorhiziens représentés sur une coupe transversale de racine d'après de Le Tacon, 1985.	9
Figure 02 : Photo aérienne de la station ITMA, Boukhalfa (Google Earth, 2017).	12
Figure 03 : Racine de triticales traitée et observée sous microscope optique (G X400) des vésicules dans les cellules corticales (premier stade).	16
Figure 04 : les arbuscules au sien des cellules corticales de la racine de triticales observées sous microscope optique (G X400) (premier stade).	16
Figure 05 : Racine de triticales traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant très nettement des endophytes dans les cellules corticales (premier stade)	16
Figure 06 : Les arbuscules au sien des cellules corticales de la racine de pois fourrager observées sous microscope optique (G X400) (premier stade).	17
Figure 07 : Racine de pois fourrager traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant très nettement des endophytes dans les cellules corticales (premier stade).	17
Figure 08 : Racine de pois fourrager traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant les vésicules dans les cellules corticales (premier stade).	17
Figure 09 : Racine de triticales (cultivé en association avec le pois fourrager) traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant très nettement des endophytes dans les cellules corticales (premier stade).	18
Figure 10 : Racine (cultivé en association avec le pois fourrager) traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant des arbuscules (premier stade).	18
Figure 11 : Racine (cultivé en association avec le pois fourrager) traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant des vésicules dans les cellules corticales (premier stade)	18
Figure 12 : Racine de triticales observée sous microscope optique (G X400) des vésicules dans les cellules corticales (deuxième stade)	19
Figure 13 : Arbuscule observé sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales chez le triticales (deuxième stade).	19
Figure 14 : Endophyte observé sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales chez le triticales (deuxième stade).	20
Figure 15 : Vésicules observées sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales au chez pois fourrager (deuxième stade).	20

Figure 16 : Arbuscules observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales au chez le pois fourrager (deuxième stade).	20
Figure 17 : Endophytes observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales au chez le pois fourrager (deuxième stade).	21
Figure 18 : Vésicules observées sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales de tricales((cultivé en association avec le pois fourrager) (deuxième stade).	21
Figure 19 : Arbuscules observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales (cultivé en association avec le pois fourrager) (deuxième stade).	21
Figure 20 : Endophytes observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales (cultivé en association avec le pois fourrager)(deuxième stade).	22
Figure 21: Distribution des différentes structures endophytiques dans les racines de Triticale et du Pois fourrager avec et sans épandage de margine au premier stade.	23
Figure 22: le nombre des différentes structures au niveau des racines de triticale, le pois fourrager et les cultures associées au premier stade avec et sans épandage de margines	25
Figure23 : Diamètre des vésicules dans les racines de Triticale (seul et en association) et dans les racines du pois fourrager pour les deux traitements (premier stade).	27
Figure24. Distribution des différentes structures endophytiques dans les racines de Triticale et du Pois fourrager avec et sans épandage de margine au deuxième stade.	28
Figure 25 : Nombre des différentes structures au niveau des racines de triticale (seul et en culture associée), et dans les racines du pois fourrager au deuxième stade avec et sans épandage de margines.	29
Figure26 : Le graphe présente le diamètre des vésicules au niveau des différents traitements au deuxième stade.	30

Liste de tableaux

Tableau 01 : Analyse descriptive des variables pour les différents traitements.....	24
--	----

Liste des figures

Liste des tableaux

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

Chapitre I : Synthèse bibliographique

1. Association des cultures	2
1.1. Définition d'une association des cultures	2
1.2. Les types des plantes mises en association	2
1.3. Avantages des cultures associées	2
1.4. Inconvénients des cultures associés	3
1.5. Quelques principes à connaître pour associer les cultures	3
2. Généralités sur le triticale	3
2.1. Originale de triticale	4
2.2. Triticale en Algérie.....	4
2.3. Caractéristique de triticale.....	4
2.4. Les exigences pédologique.....	4
3. Généralité sur le pois fourrager	5
3.1. Exigence pédoclimatique	5
3.1.1. Températures	5
3.1.2. Pluviométrie	5
3.2. Caractéristique de pois fourrager	5
4. Les margines	6
4.1. Définition	6
4.2. Le pouvoir polluant des margines	6
4.3. Composition des margines	6
4.4. L'utilisation des margines comme fertilisant.....	7
4.5. Les avantages	7
4.6. Les recommandations relatives à l'épandages	7
5. Les mycorhizes.....	7
5.1. Généralités.....	7
5.2. Les différents types de mycorhizes	8
5.2.1. Les ectomycorhizes	8

5.2.2. Les ectoendomycorhizes	8
5.2 .3.Les endomycorhizes	8
5.3. Structure des champignons mycorhiziens à arbuscule	9
5.3.1. Spore.....	9
5.3.2. Arbuscule	9
5.3.3. Vésicule	9
5 .3.4.Hyphe extraradiculaire	10
5.4. Physiologie des mycorhizes	10
5.4.1. Absorption de l'eau et des éléments nutritifs	10
5.4.2. Agrégations des sols.....	10
5.4.3..Protection contre les organismes pathogènes	10

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. But l'essai	12
2. Situation géographique.....	12
3 .Protocole de coloration et d'observation des racines	13
3.1.La décoloration.....	13
3.2 La coloration	13
3.3. Quantification des structures endomycorhiziennes.....	13
4. Traitement et analyse des données	14

Chapitres III : Résultats et discussion

1. Description des endomycorhizes.....	15
1.1. Chez les racines de triticales au premier stade	15
1.2. Chez les racines de pois fourrager au premier stade	15
1.3. Chez les racines des cultures associée au premier stade	15
1.4.Chez les racines de triticales au deuxième stade	15
1.5. Chez les racines de pois fourrager au deuxième stade	15
1.6. Chez les racines des cultures associée au deuxième stade	15

2. L'endomycorhization au première stade	23
2.1. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne au premier stade chez le triticales	25
2.2. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne au premier stade chez le pois fourrager	26
2.3. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne de l' association des racine de triticales avec le pois fourrager au premier stade	26
2.4.. Effet de la margine sur le diamètre des vésicules observés chez les deux espèces au premier stade	27
3. L'endomycorhization au deuxième stade	28
3.1. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne au second stade de le triticales..	29
3.2. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne au second stade chez le pois fourrager.....	29
3.3. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne au second stade chez les deux cultures associée	30
.4. Effet de la margine sur le diamètre des vésicules chez les deux espèces au second stade.	30
7. Discussion	32
Conclusion générale	34

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Les margines sont des eaux usées produites lors de la trituration des olives. Étant riches en matière organique (polyphénols, lipides, sucres, protéines...) et en sels minéraux (potassium, sodium et magnésium). Elles peuvent augmenter les activités biologiques des sols et par conséquent leur fertilité. Toutefois, ces éléments peuvent se présenter en quantités déséquilibrées et entraîner des anomalies telles que la surcroissance végétative et l'altération de la qualité des produits (Ros de ursinos F. et *al* 1996).

Selon Vitagliano et *al*, (1975), Morisot (1979) et Janer Del Valle (1980), le contenu organique des margines améliore le développement des microorganismes du sol qui se traduit par une amélioration de ses caractéristiques physiques et chimiques. Ces enrichissements justifient l'intérêt de la valorisation agricole des margines qui peut correspondre soit à une fumure de fond, soit à une fumure d'entretien. La fumure peut s'effectuer soit par épandage sur le sol directement, soit après stockage.

L'objectif de notre travail, qui est une suite des travaux de Kefsi et Sid Ali (2016), est d'étudier l'effet de la marge sur la symbiose endomycorhizienne de deux espèces triticales et le pois fourrager seul et en association.

Notre travail est réparti en 03 chapitres. Le premier chapitre comprend des rappels bibliographiques sur les margines, les cultures associées et les mycorhizes.

Le deuxième chapitre présente le matériel et méthodes utilisés.

Le troisième chapitre est consacré à la présentation des résultats obtenus, les interprétations, les discussions éventuelles et la conclusion générale.

1. Association des cultures

1. Définition d'une association de culture

Les cultures associées sont un système de culture consistant à cultiver plusieurs espèces végétales ou variétés sur la même parcelle en même temps (Andrews & Kassam, 1976). C'est l'une des formes de lutte biologique d'associer certaines cultures afin qu'elles se fassent mutuellement profiter de leurs effets bénéfiques. Cette technique est appelée aussi compagnonnage. L'association des plantes pour une protection mutuelle leur permet de mieux lutter contre certains de leurs prédateurs. L'association des plantes selon leurs affinités permet d'organiser la rotation des cultures, de lutter contre les agents parasites.

1.2. Les types de plantes mises en association

Il existe plusieurs types de cultures associées. La plus simple consiste à cultiver en même temps deux cultivars d'une espèce végétale : le semis et la récolte sont simultanés. Vient ensuite la culture de deux ou plusieurs espèces végétales semées en même temps ou en diffère mais récoltées en même temps comme l'association d'une céréale et d'une légumineuse. Il existe également des exemples où des céréales sont cultivées entre des rangées d'arbres ou encore les cultures sous couvert végétal permanent. Enfin certaines associations comprennent une plante auxiliaire mais qui ne sera pas récoltées (Andrews & Kassem, 1976).

1.3. Avantages des cultures associées

- Meilleures stabilités du rendement grâce à une meilleure résistance à la verse.
- Meilleure maîtrise des adventices.
- Aucune fumure azotée n'est nécessaire.
- Risque probablement plus faible d'attaques de ravageurs.
- Rendement absolu plus élevé qu'en culture pure.
- Permet une action préventive sur les maladies et contre les ravageurs des cultures.
- Maintenir un couvert vivant, en culture associée peut donc contribuer à étouffer les adventices et augmenter la porosité du sol ; ces couverts vivants pouvaient être très efficaces pour recycler de l'azote minérale et fournir de l'azote par fixation symbiotique s'il s'agit de légumineuses.
- Meilleure couverture du sol.
- De plus, un sol couvert de plusieurs states de végétation associée, s'érode moins. Et il garde aussi plus longtemps son humidité.
- Meilleure valorisation des ressources du milieu (eau, lumière, éléments, fertilisants).

1.4. Inconvénients des cultures associées

- Rendement en protéines plus faible qu'en cultures pures ;
- Restrictions dans la planification de la rotation culturale
- Coûts supplémentaires pour la séparation des graines
- Les plantes associées peuvent parfois avoir des besoins différents (eau, fumure, entretien.....).

1.5. Quelques principes à connaître pour associer les cultures

- Il faut associer les plantes en fonction de la forme végétative des espèces (racines superficielle et racine profondes).
- Les légumineuses enrichissent le sol en azote, les associer à des plantes exigeantes en cet élément est conseillé.
- Associer des familles d'espèces différentes permet de diminuer l'incidence du parasitisme et de réduire la concurrence pour les éléments minéraux spécifiques.
- On peut associer les plantes en fonction de la saison et du temps de croissance des végétaux ou en fonction des exigences physiologique des espèces.
- Pour les soucis de parasitisme et de maladies : il faut chercher un sol riche en humus .un sol sain et fertile est le principal facteur qui équilibre les rapports entre parasites et prédateurs l'association des plantes peut ainsi servir à contrôler les maladies et à minimiser les attaques des insectes.
- Pour éviter la prolifération des mauvaises herbes .il est conseillée. Dans la mesure du possible, de planter entre la culture désirée des cultures ayant plus une fonction de couverture du sol et d'engrais verts.

2. Généralités sur le triticales

Le terme triticales provient de la contraction de deux mots latine qui désignent respectivement le blé (*triticum*) et le seigle (*secale*) (LAROCHE, 1994).

Le triticales est une plante annuelle de la famille des Poaceae (graminées). C'est un hybride artificiel (amphiploïde) entre le blé (dur ou tendre) et le seigle dont la culture s'est développée depuis les années 1960. Il est cultivé surtout comme céréale fourragère.

2.1. Origine du triticale

La première synthèse remonte à 1891 puis les recherches (Stoskops 1985 ; Villareal et al.1990, Bernard and Gupta 1990) qui ont été poursuivies dans des différents pays, ont visé à combiner judicieusement les chromosomes du blé (*Triticum* sp) et du seigle (*Secale cereale*.) et à rendre fertile la première descendance qui était stérile (Vermorel et Bernard, 1979).

En 1937, les chercheurs en France ont appliqué la colchicine pour doubler le nombre de Chromosomes du triticale issu de l'hybridation blé tendre / seigle et obtenir le triticale 8x ($2n=8x=56$, formule génomique AABBDDRR) pour rendre l'hybride fertile. Les travaux réalisés depuis 1950,

En Algérie, le triticale hexaploïde secondaire, «variété Chrea» est une variété locale sélectionnée à partir du programme ITGC d'Elkhroub (Benbelkacem, communication personnelle).

2.2. Triticale en Algérie

En Algérie, le triticale a été introduit pour la première fois par (Armadilo.1971). Des essais de comportement et de rendement ont été depuis conduits au niveau de L'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures). Les résultats obtenus ont tous montré le bon comportement de cette espèce et sa forte productivité par rapport aux blés. De nombreuses sélections ont été faites au niveau des stations de L'ITGC et de L' ICARDA (centre international de recherche agricole pour les zones arides).

2.3. Caractéristiques de triticale

Le triticale possède un cycle voisin de celui du blé. Il est caractérisé par : Son épi, grand et barbu, ressemble fortement à celui du seigle (Simon *et al.*, .1989) ; les feuilles sont semblables à celle des autres céréales et de longueur égale à celle du blé.

2.4. Les exigences pédologiques

Le triticale est peu exigeant et supporte même certains types particuliers de sols tels que les sols acides, les sols à forte capacité de rétention en eau et les sols à salinité assez élevée. Cependant, il faut éviter les sols peu profonds pour assurer une forte production.

3. Généralités sur le pois fourrager

Pisum sativum, communément appelé Pois cultivé est une espèce de plante annuelle de la famille des légumineuses, largement cultivée pour ses graines, consommée comme légume ou utilisée comme aliment de bétail. Le terme désigne aussi la graine elle-même, riche en énergie et en protéine. Le pois est une matière première dont principal débouché est l'alimentation des porcins (UNIP-ITCF1995)

3.1. Exigences pédoclimatiques

3.1.1. Températures

Pois cultivé est une plante de climat tempéré frais relativement humide. Il est moins sensible au froid que le haricot et peut germer à partir de +5 °C. Les jeunes plants (avant le stade de floraison) peuvent supporter le gel, mais les fleurs peuvent être détruites par le froid à partir de -3,5 °C et les nœuds végétatifs à partir de -6 °C. La température moyenne optimale de croissance se situe entre 15 et 19 °C. Au-delà de 27 °C, la végétation et la pollinisation risquent d'être affectées.

3.1.2. Pluviométrie

La pluviométrie idéale pour cette espèce se situe entre 800 et 1 000 mm par an.

3.2. Caractéristique de pois fourrager

Le pois est une plante grimpante herbacée annuelle. Le système racinaire est de type pivotant, pouvant atteindre une profondeur d'un mètre dans des conditions de sol favorables, mais très ramifié, surtout dans la couche superficielle du sol. Les racelles de 2^e ou 3^e ordre portent des nodosités, siège de la fixation symbiotique de l'azote.

La tige, peu ramifiée, de longueur variant de 50 cm à 2 m, voire jusqu'à trois mètres chez le pois fourrager, est à croissance indéterminée. Elle se caractérise par un certain nombre de nœuds, ou mailles, Les feuilles, opposées, sont composées d'une à quatre paires de folioles sessiles.

4. Les margines

4.1. Définition

Les margines sont des eaux usées produites lors de la trituration des olives (Yaakoubi et al, 2009) Ces effluents présentent un grand pouvoir polluant des cours d'eaux, du surtout à leur Concentration élevée en polyphénols. (Sahraoui, 2012) ils présentent aussi les caractéristiques d'un bon fertilisant et leur valorisation en agriculture constitue une excellente solution d'épuration et de valorisation.

Les margines sont des effluents liquides aqueux de couleur brune rougeâtre à noire avec forte odeur d'olive et un aspect trouble (Ranalli ,1999 in Aissam, 2003) sont appelés aussi eaux de végétation dont 40 à 50% proviennent du fruit et le reste des quantités d'eau sont celles utilisées pour le lavage des olives leur trituration (Sahraoui *et al.*, 2012).

4.2. Le pouvoir polluant des margines

Les margines posent un sérieux problème de contamination pour tous les pays oléicoles. Ce pouvoir polluant est en relation avec l'industrie et l'environnement. Sachant qu'un habitant correspond environ à 45 g de DBO demande B oxygène par jour, un mètre cube de margines équivaut à la pollution engendrée par 1200 habitants. 25 à 40 millions de mètres cubes de margines sont produits annuellement, dont 90 % sont localisée dans le bassin méditerranée et déversée dans la nature sans traitement préalable.

De plus, les nouveaux systèmes d'extraction de l'huile tel que la centrifugation, multiplient par trois la quantité d'eau utilisée et donc de margine (Nefzaoui, 1989).

4.3. Composition des margines :

La composition des margines est très variable et dépend d'une multitude de facteurs parmi lesquels il faut distinguer la variété de l'olive, le lieu de culture, le processus d'élaboration de l'huile et la période de production (Giancarlo, 2002).

Les composés fondamentaux des margines sont l'eau (83,2%), les substances organiques (15%) et les substances minérales (1,8%). Ils contiennent en moyenne 170 kg de résidus secs par mètre cube. Ces résidus secs contiennent 20 kg de substances minérales et 150 kg de substances organiques (De Ursinos, 1981).

4.4 .L'utilisation des margines comme fertilisant :

De par leurs teneurs élevées en minéraux, les margines peuvent être utilisées comme fertilisant. Elles apportent 3,5 à 11 kg de K_2O , 0,6 à 2 kg de P_2O_5 et 0,15 kg à 0,5 de MgO par mètre cube. L'utilisation des margines n'est pas sans risques de la faite de leur salinité, leur acidité élevée et de leur effets phytotoxiques (De Ursinos, 1981).

4.5. Les avantages :

Les margines sont très riches en potassium, en quantité moindre en azote, en phosphore et en magnésium. Leurs richesses en élément organiques favorisent le développement des microorganismes et améliorent les caractéristiques physiques et chimiques du sol.

4.6. Les recommandations relatives à l'épandage :

Les recommandations les plus spécifiques pour valoriser les margines par épandage concernent la protection des eaux souterraines et superficielles, l'étude de sol, les variations de la qualité des margines, les précautions à prendre vis-à-vis des cultures, le travail du sol, et les conditions climatiques (Cadillon , 2002).L'expérience montre une grande prudence des agriculteurs qui généralement n'épandent pas plus de 25 à 30 % m^3 /ha /an (Cadillon, 2002).

5- Généralités sur les mycorhizes

5.1. Définition

L'organe appelé mycorhize résultat d'une union durable entre les racines de la majorité des végétaux et certains champignons symbiotiques du sol, basée sur des échanges réciproques. Il constitue un élément essentiel dans le continuum « sol /plantes/ microorganismes». Elle joue un rôle essentiel à l'échelle cellulaire, individu (végétal) peuplement et écosystémique. A l'échelle de la cellule, les mycorhizes participent au maintien de l'homéostasie ionique et osmotique. A l'échelle de l'arbre, les mycorhizes assurent l'essentiel de la nutrition hydrominérale .la majorité des plantes terrestre vivant en symbiose avec des champignons du sol (mosse, 1959).

L'apparition de relations symbiotiques entre les racines et les champignons (mycorhizes) a été reconnue depuis le début des années 1800 et il est maintenant clair que ces associations sont les systèmes symbiotiques les plus répues sur terre. Les associations mycorhiziennes se rencontrent dans tous les écosystèmes et chez diverses espèces forestières et chez des cultures importantes.

5.2. 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), qui dépendent en fait directement des partenaires impliqués (Figure 1).

La classification des mycorhizes est basée donc sur le type de champignon associé, selon que celui-ci est asepté, c'est-à-dire Zygomycète de l'ordre des Glomales, ou septé, comme les Ascomycètes ou Basidiomycètes (Smith et Read, 1997).

5.2.1. Les ectomycorhizes

La symbiose ectomycorhizienne ne concerne que 3 % des espèces végétales (Mousain, 1991). Les champignons responsables de cette association sont des champignons supérieurs qui se retrouvent dans le sous-bois parce que, sauf exception, ils ne forment des mycorhizes qu'avec les plantes ligneuses, arbres ou arbustes. Beaucoup de ces champignons produisent des carpospores sur le tapis forestier.

5.2.2. Les ectoendomycorhizes

Elles ressemblent aux ectomycorhizes et aux mycorhizes arbutoides et monotropoides par la présence du manteau de Hartig. On les rencontre chez les conifères du genre Pinus et larix. Ils sont formés par un petit groupe de champignons Ascomycètes (Yu *et al.*, 2001).

5.2.3. Les endomycorhizes

Les champignons endomycorhiziens ne sont pas spécifiques et sont normalement associés aux plantes forestières, agricoles et horticoles.

Ces symbiotes à colonisation intracellulaire corticale, forment des arbuscules, des vésicules ou des hyphes, ne se cultivent pas et ne sont pas visibles qu'après coloration.

Il existe trois types d'endomycorhizes :

- Les endomycorhizes arbutoides des Ericacées.
- Les endomycorhizes orchidoides des Orchidées.
- Les endomycorhizes à arbuscules.

Dans la Figure une représentation schématique des différents types de mycorhizes est présentée dans la (figure 1).

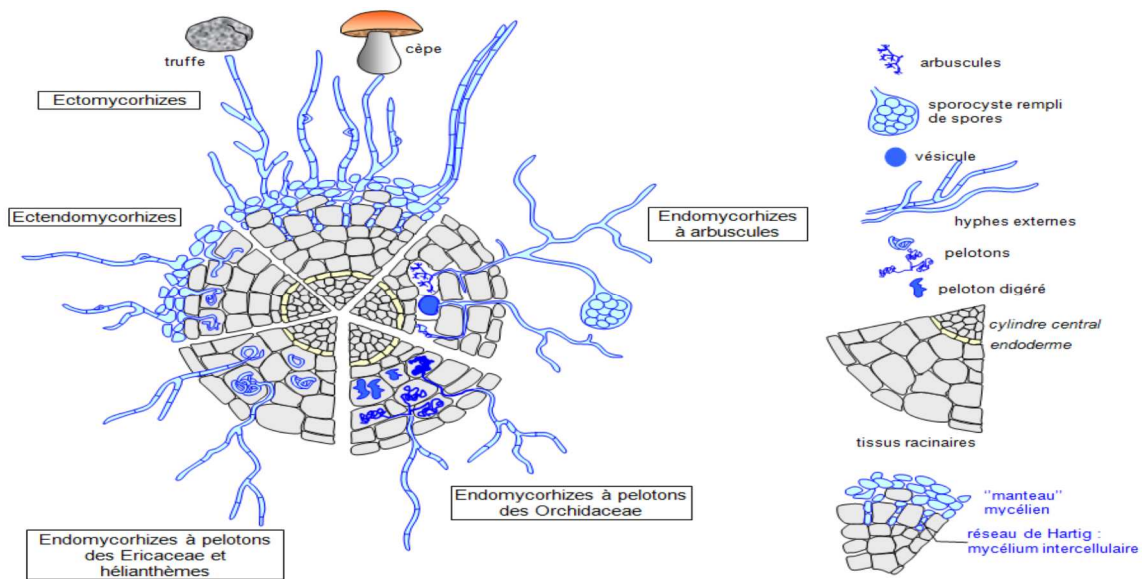


Figure 1 : Principaux types mycorhiziens représentés sur une coupe transversale de racine d'après de Le Tacon, 1985.

5.3. Structures des champignons mycorhiziens à arbuscule CMA

5.3.1. Spore

La spore sert d'organe de stockage et de propagation des CMA. Elle germe et donne naissance à des filaments mycéliens. Lorsque les hyphes entre en contact avec une jeune racine, ils forment un appressorium, entre et se propage rapidement.

Il se différencie à l'intérieur des racines en arbuscules et dans certains cas en vésicules.

5.3.2. Arbuscule

L'arbuscule est l'unité au niveau de laquelle se produisent les échanges entre l'hôte et le champignon. C'est une ramification latérale des hyphes fongiques dans les cellules du cortex racinaire où le champignon pénètre et croit à l'intérieur. La membrane de la cellule hôte s'invagine et enveloppe le champignon. Ce nouveau compartiment fournit un contact direct entre le champignon et la plante.

5.3.3. Vésicule

La vésicule est une structure de stockage à paroi fine, à contenu lipidique et apparaît généralement dans les espaces intercellulaires (Harley et Smith, 1983 ; Bonfante-Fasolo, 1984).

5.3.4. Hyphe extra radriculaire

L'hyphe extra radriculaire produit par le champignon mycorhizien à arbuscule est un des organes de propagation et peut coloniser une plante autre que la plante dont il est issu.

5.4. Physiologie des mycorhizes

Indépendamment du type de mycorhize, diverses fonctions sont modifiées généralement par la présence des mycorhizes : l'absorption de l'eau et des éléments minéraux, les activités hormonales, l'agrégation des sols et la protection contre les organismes pathogènes.

5.4.1. Absorption de l'eau et des éléments nutritifs

L'absorption de l'eau et des éléments nutritifs constitue la toute première fonction attribuée aux mycorhizes, notamment l'absorption des éléments peu mobile du sol, comme le phosphore, qui est un des éléments nutritifs les plus importants pour la croissance des plantes. Le phosphore intervient dans de nombreux processus métaboliques : biosynthèse des acides nucléiques et des membranes, photosynthèse, respiration et régulation des enzymes, C'est aussi l'élément dont la concentration dans la plante est la plus fortement augmentée par la symbiose endomycorhizienne (Bolan, 1991 ; Smith et Read, 1997).

5.4.2. Agrégation des sols

Les mycéliums ont la propriété d'excréter une glycoprotéine, la glomaline. Les champignons mycorhiziens qui sont très abondants dans certains sols peuvent en produire des quantités importantes, dont plusieurs études ont montré le rôle dans la stabilité structurale du sol.

La glomaline agit comme une colle qui assemble les particules les plus fines du sol pour en faire des agrégats dont on connaît le rôle fondamental pour la fertilité des sols, en retenant l'eau et les éléments minéraux et en favorisant les échanges gazeux et l'aération (Fortin *et al.*, 2008).

5.4.3. Protection contre les organismes pathogènes

Les plantes sont continuellement soumises à des agressions de la part des bactéries, des champignons, des nématodes et d'insectes. Il a été prouvé expérimentalement que les plantes inoculées avec des champignons mycorhiziens à arbuscules sont plus résistantes aux attaques de champignons pathogènes et aux toxines du sol (Fitter, 1991 ; Moser et Haselwandter, 1983 ; Schtiepp *et al.*, 1987). Ces champignons mycorhiziens peuvent intervenir de deux façons et à deux endroits pour protéger les racines contre les champignons pathogènes : dans la rhizosphère et dans les tissus racinaires.

Le second mécanisme permettant aux plantes mycorhizées de mieux résister aux maladies est lié à des modifications des activités physiologiques dans la racine. Les plantes agressées par un agent pathogène réagissent en produisant des substances antibiotiques contre ces organismes (Fortin *et al.*, 2008).

1. But de l'essai :

Le but de cet essai est d'étudier l'effet de la marge sur la symbiose mycorhizienne de deux cultures associées triticales et pois fourrager à deux stades de développement différents : 45 jours et 70 jours après le semis. L'essai est réalisé au niveau de L'Institut de technique moyen agricole spécialisé en agriculture de montagne (ITMAS) de BOUKHALFA durant l'année 2015/ 2016.

En 2016/2017 Les échantillons des racines ont été envoyés au Laboratoire de production amélioration et protection des végétaux pour l'analyse l'effet de la margines sur la symbiose mycorhizienne de deux culture associées triticales et pois fourrager.

1.1. Situation géographique

L'Institut de Technologie Moyen Agricole de Tizi-Ouzou a été fondé en 1975, il se trouve dans la localité de Boukhalfa à environ 270 m d'altitude. Est localisé entre $36^{\circ}44'05''$ de latitude Nord et $4^{\circ}01'40''$ de longitude Est et situé à 5Kmaunord-ouest de la ville de Tizi-Ouzou.

L'institut est implanté sur une superficie de 33ha, il est délimité au nord par la route menant vers Tizirt, au sudpar l'exploitation agricole de SBAIHI, à l'est par la route reliant Boukhalfa à la ville de Tizi-Ouzou, età l'ouest par la route reliant Boukhalfa à la ville de Draa Ben Khedda (figure 2).

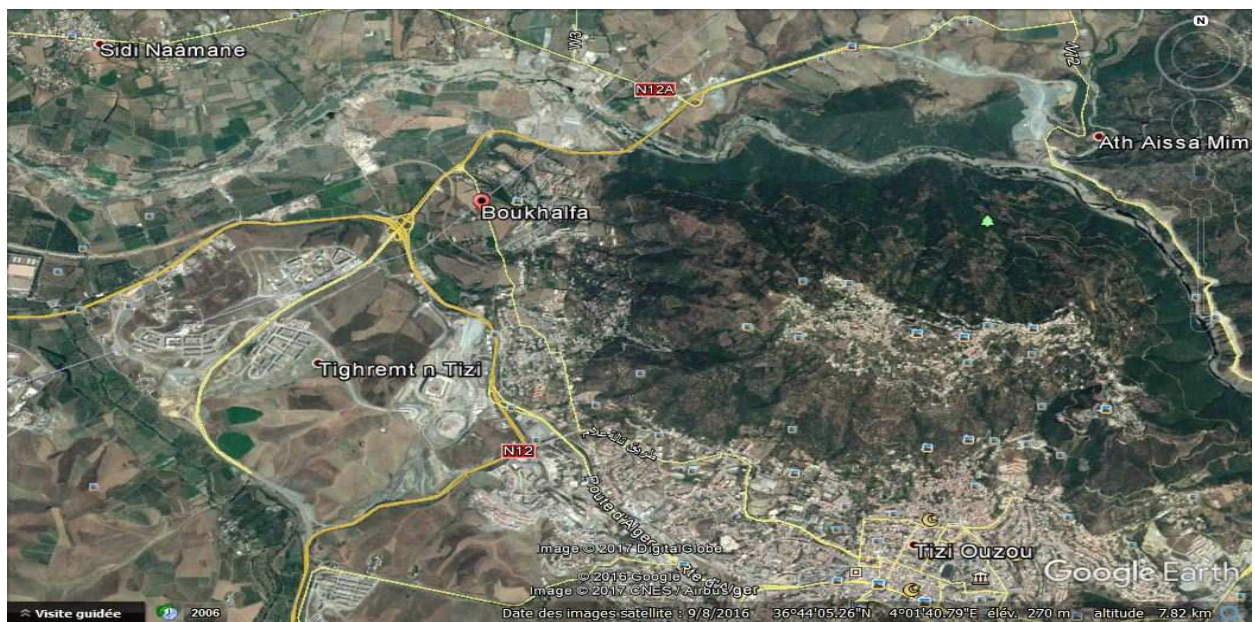


Figure 2 : Photo aérienne de la station ITMA, Boukhalfa (Google Earth, 2017).

C'est une station agricole pédagogique, anthropisée et traitée par différents produits phytosanitaires au niveau des différentes cultures.

3. Protocole de coloration et d'observation des racines

Afin d'observer les endomycorhizes au microscope, il faut en premier lieu prélever des échantillons de 18 cm de racines représentatif du contenu de chaque pot.

En deuxième lieu décolorer les racines puis colorer les champignons qui les colonisent et monter en plaque chaque échantillon Cette méthode de coloration établie par Phillips et Hayman en 1970 puis modifiée par Vierheilig et *al.* En 1998 se réalise ainsi :

La décoloration

Les racines les plus fines, préalablement coupées d'environ 2cm sont placées dans des tubes à essai contenant une solution de KOH à 10%. Les tubes sont ensuite plongés dans un bain marie ou à l'étuve à 90°C pendant 30. Cette étape a pour but de vider le contenu des cellules racinaires par osmose. En effet, le déplacement d'eau de la solution la moins concentrée vers la plus concentrée, induit la dilution et donc la décoloration des racines.

La coloration

Les racines sont ensuite rincées à l'eau distillée blanchies et neutralisées dans de l'acide lactique à 10% avant d'être colorées dans une solution contenant du bleu de trypan à 0.05% pendant 5 minutes.

3.1. Quantification des structures endomycorhiziennes

Une quantification des vésicules, des arbuscules, des pelotons et des endophytes a été réalisée. Les observations sont faites au microscope optique avec un grossissement de X 400. Les racines sont montées sur des lames.

La quantification des vésicules, des pelotons, des arbuscules et des endophytes a été réalisée comme suit : les racines de 2cm sont placées perpendiculairement à l'axe de la lame sans qu'il y ait de chevauchement entre les racines dans une goutte de lactoglycérol puis examinés au microscope. On réalise trois observations par morceau de racine de 18 cm de longueur.

Chaque observation consiste à évaluer :

- le nombre des vésicules pour chaque morceau de racine ;
- le nombre des arbuscules pour chaque morceau de racine ;
- le nombre des endophytes pour chaque morceau de racine ;

- le nombre des pelotons pour chaque morceau de racine ;

Le logiciel « mesurim » a servi pour la mesure des diamètres des vésicules.

4- Traitement et analyse des données

Pour lire facilement les résultats, nous avons calculé les différentes structures de la colonisation mycorhizienne, (colonisation globale et colonisation pour chaque structure) avec le logiciel Excel. Les résultats sont présentés sous forme des moyennes et écarts-types.

L'analyse statistique des données relatives aux divers paramètres a été réalisée par le logiciel Excel 2007, stat box, complétée par le test de Newman-keuls au seuil $\alpha=5\%$.

1. Description des endomycorhizes

Les observations anatomiques des racines de triticales et du pois fourrager avec et sans épandage de margine, nous a permis de révéler une colonisation endomycorhizienne. Des structures telles que des arbuscules, des pelotons et des vésicules mais aussi la présence d'endophytes à hyphes noirs septés (dark septa DES) ont été observées.

1.1. Chez les racines de Triticale au premier stade.

Nous avons observé des différentes structures, des vésicules de différents diamètres (figure03) des arbuscules (figure04), et des endophytes (figure05) dans les deux traitements avec et sans épandage de margine.

1.2. Chez les racines Pois fourrager au premier stade.

Nous avons observé aussi les mêmes structures que celle décrites chez triticales avec et sans margine. Les arbuscules les endophyte, les vésicules, sont représentés dans les figures (06, 07,08)

1.3. Chez les racines des cultures associées au premier stade.

Nous avons observé aussi les mêmes structures endomycorhiziennes à savoir des endophyte (figure 09), des arbuscules (figure10) et des vésicules (figure11.).

1.4. Chez les racines de Triticale au deuxième stade.

Nous avons observé des vésicules (figure12), des arbuscules (figure13)et des endophytes (figure14) et dans les deux traitements avec et sans épandage de margine et des vésicules de différents diamètres.

1.5. Chez les racines Pois fourrager au deuxième stade.

Nous avons observé aussi les mêmes structures que celle décrites chez triticales avec et sans margine. Les vésicules, les arbuscules et les endophyte, sont représentés dans les figures (15,16,17).

1.6. Chez les racines des cultures associées au deuxième stade.

Nous avons observé aussi les mêmes structures endomycorhiziennes à savoir des vésicules (figure18), des arbuscules (figure19) et des endophytes (figure20).

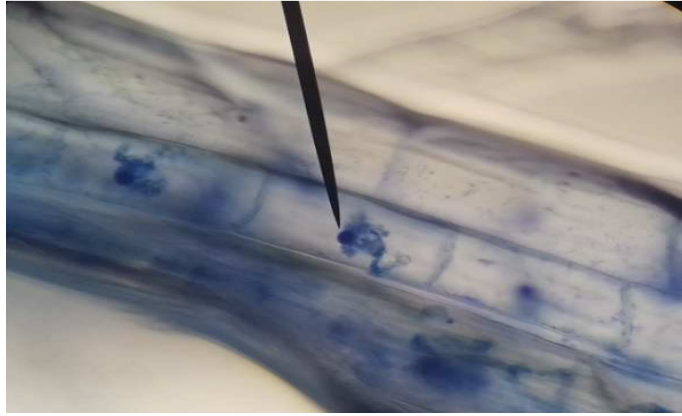


Figure 03 : Racine de triticales traitée et observée sous microscope optique (G X400) des vésicules dans les cellules corticales (premier stade) .

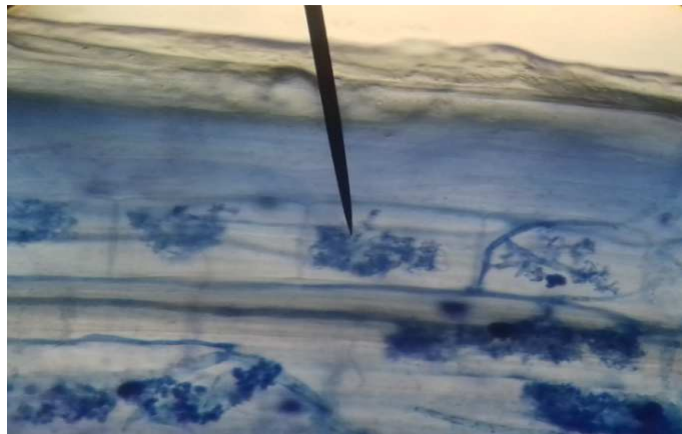


Figure 04 : les arbuscules au sien des cellules corticales de la racine de triticales observées sous microscope optique (G X400) (premier stade).

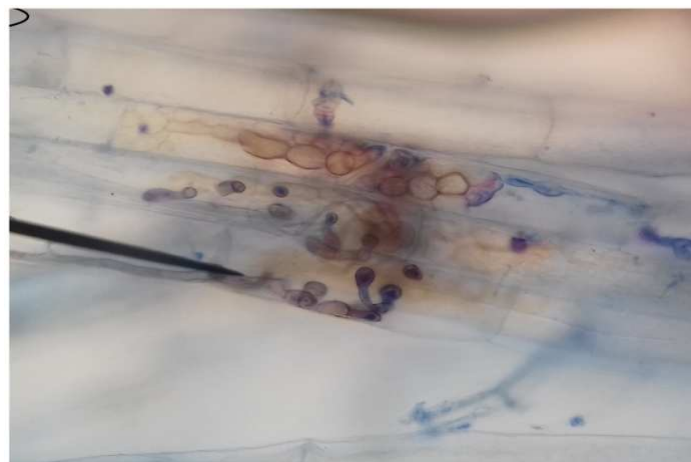


Figure 05 : Racine de triticales traitée et observée sous microscope optique(G X400)montrant très nettement des endophytes dans les cellules corticales (premier stade) .

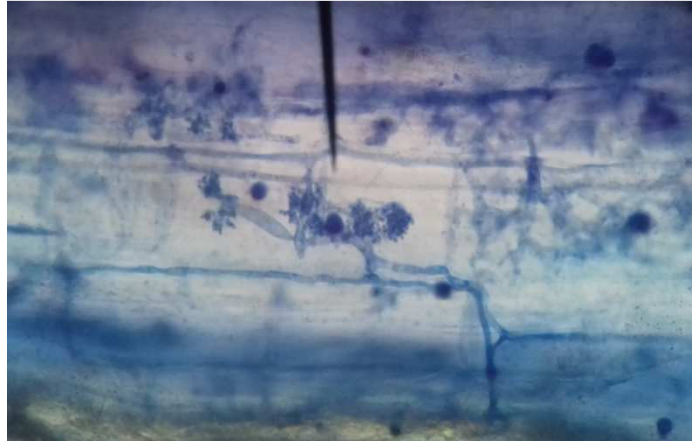


Figure 06 : Les arbuscules au sein des cellules corticales de la racine de pois fourrager observées sous microscope optique (G X400) (premier stade).

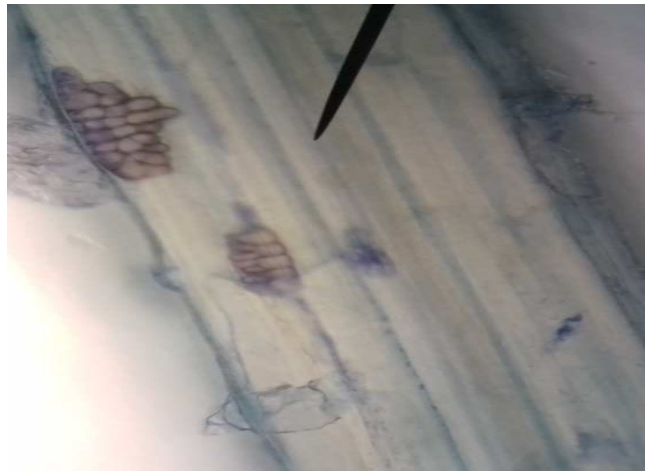


Figure 07 : Racine de pois fourrager traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant très nettement des endophytes dans les cellules corticales(premier stade).

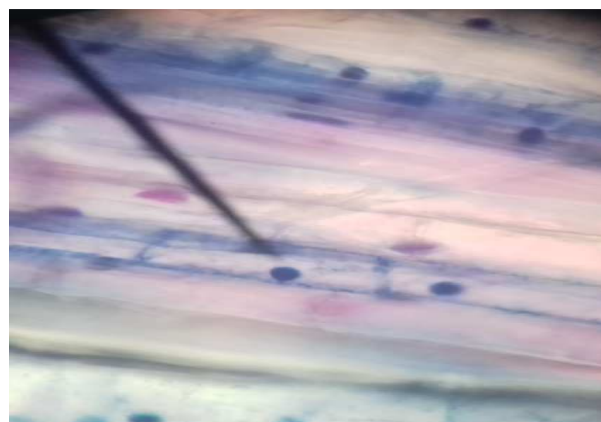


Figure 08 : Racine de pois fourrager traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant les vésicules dans les cellules corticales (premier stade).



Figure 09 : Racine de triticale (cultivé en association avec le pois fourrager) traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant très nettement des endophytes dans les cellules corticales (premier stade) .

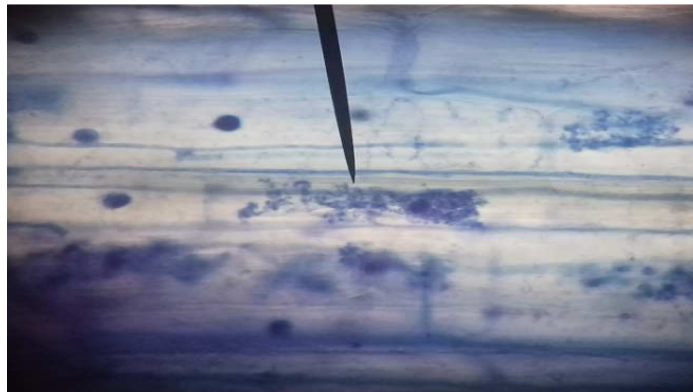


Figure 10 : Racine (cultivé en association avec le pois fourrager) traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant des arbuscules (premier stade).



Figure11 : Racine (cultivé en association avec le pois fourrager) traitée et observée sous microscope optique (G X400) montrant des vésicules dans les cellules corticale(premier stade) .

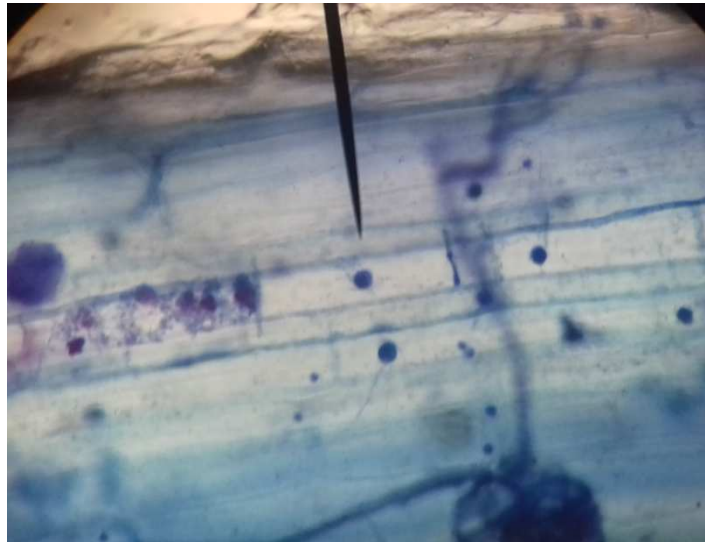


Figure 12 : Racine de tritcale observée sous microscope optique (G X400) des vésicules dans les cellules corticales (deuxième stade).

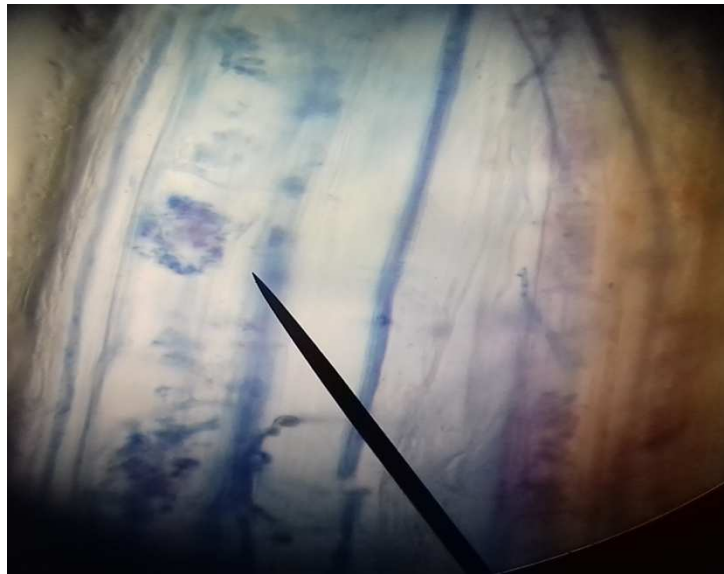


Figure13 : Arbuscule observé sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales chez le tritcale (deuxième stade).



Figure 14 : Endophyte observé sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales chez le triticale (deuxième stade).

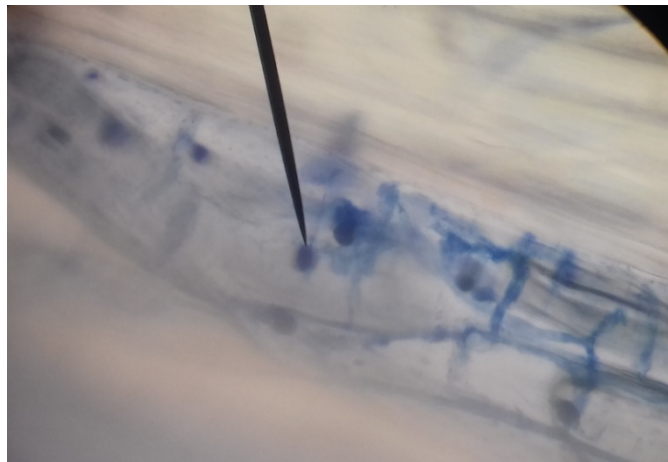


Figure 15 : Vésicules observées sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales au chez pois fourrager (deuxième stade).

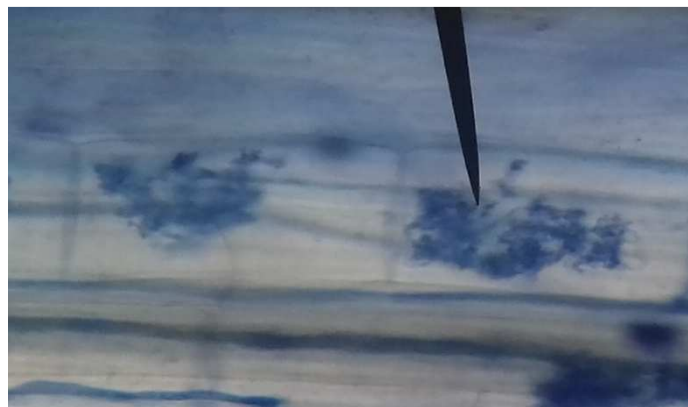


Figure 16 : Arbuscules observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales au chez le pois fourrager (deuxième stade).



Figure 17 : Endophytes observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales au chez le pois fourrager (deuxième stade).

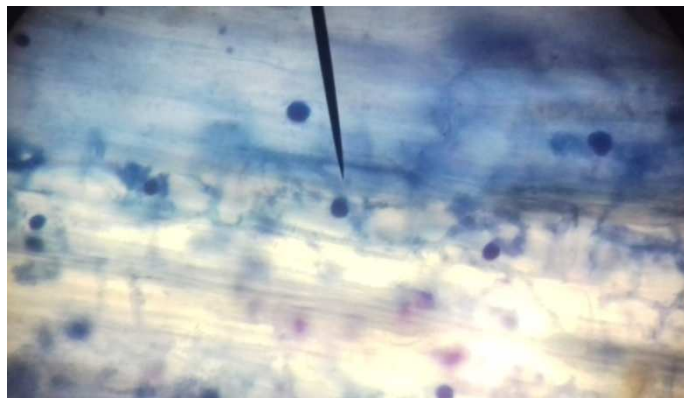


Figure 18 : Vésicules observées sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales de tricales (cultivé en association avec le pois fourrager) (deuxième stade).



Figure 19 : Arbuscules observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales (cultivé en association avec le pois fourrager) (deuxième stade).



Figure 20 : Endophytes observés sous microscope optique (G X400) dans les cellules corticales (cultivé en association avec le pois fourrager)(deuxième stade).

2- L'endomycorhization au première Stade (45 jours)

L'analyse globale de la distribution des différentes structures au niveau des traitements au premier stade (45 jours) révèle la présence en grand nombre de structures vésiculaires dans les racines de triticale et du pois fourrager pour les deux traitements (avec et sans margine) avec un pourcentage de 90 % . Les endophytes, arbuscules et pelotons sont présents à des pourcentages respectifs de 5% ; 3% et 2% (figure 21).

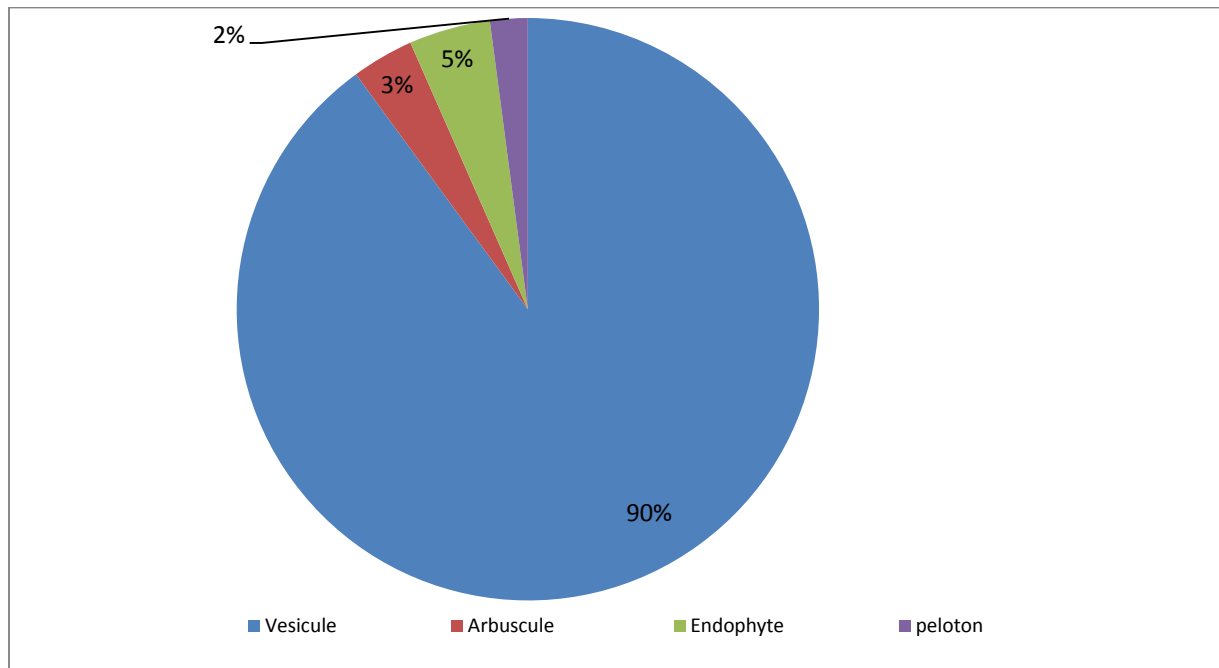


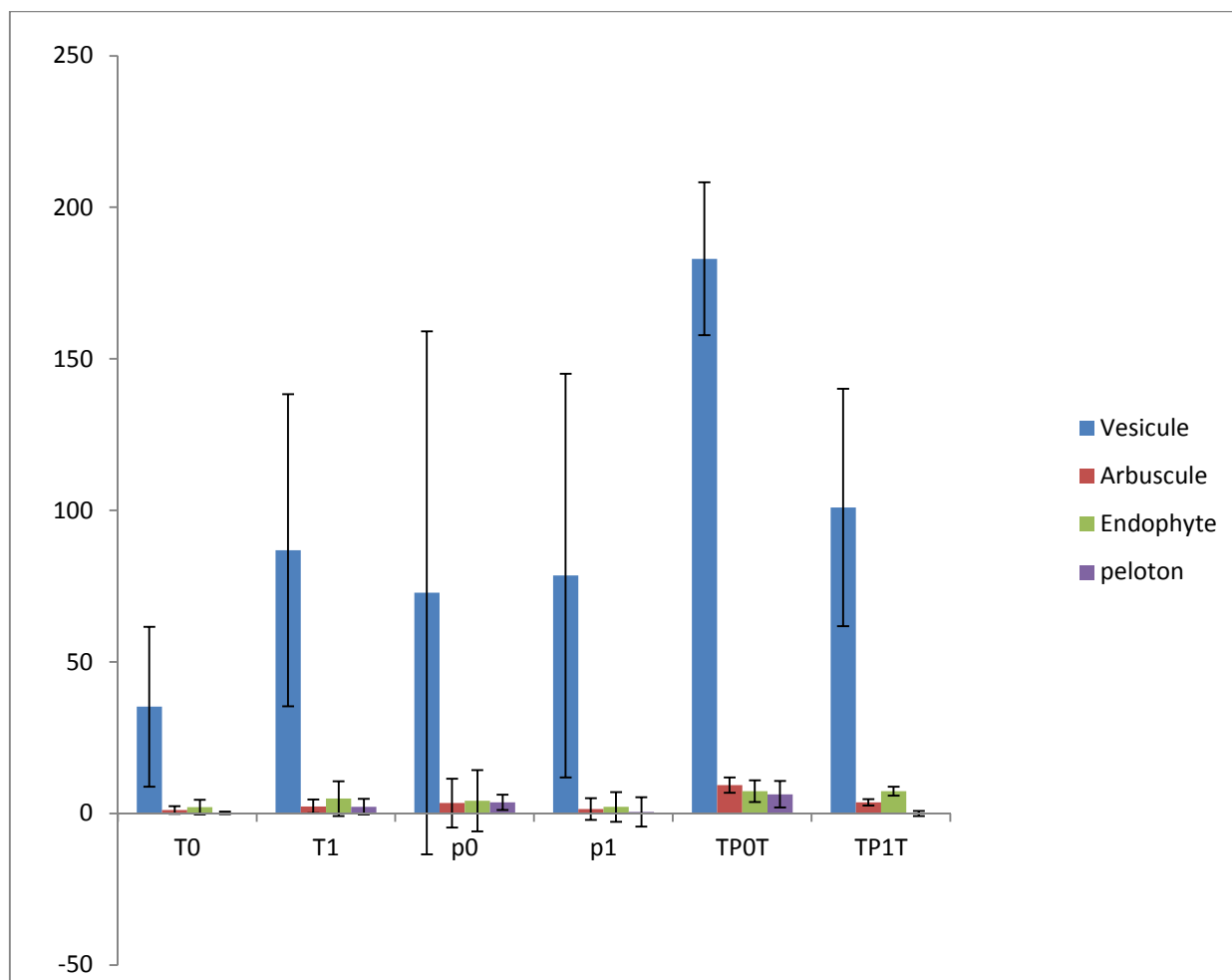
Figure 21: Distribution des différentes structures endophytiques dans les racines de Triticale et du Pois fourrager avec et sans épandage de margine au premier stade.

Les analyses statistiques sont présentées dans le tableau 01

Tableau 1 : Analyse descriptive des variables pour les différents traitements

	traitement	ECHANTILLON	Variables				D/ des vésicules	ecartypes
			Vésicules	arbuscules	pelotons	endophytes	D/UM	
Stade 1	sans margine	T0	35,22	1,11	0,22	2,11	0,158	0,119
		P0	72,83	3,41	3,66	4,1	0,08	0,046
		TP0T	181	9,33	6,33	7,33	0,281	0,134
	avec margine	T1	86,89	2,33	2,22	4,88	0,14	0,082
		P1	78,5	1,5	0,5	2,16	0,099	0,027
		TP1T	101	3,66	0	7,33	0,082	0,016
stade 2	sans margine	T0	54,89	2,11	0,33	2,22	0,216	0,088
		P0	32,25	1,58	3,83	2,58	0,155	0,087
		TP0T	33,33	1	0	0,33	0,125	0,029
	avec margine	T1	85,33	5,11	0,67	3,44	0,105	0,023
		P1	60,5	4,67	0,33	5,17	0,069	0,032
		TP1T	71,67	1,67	0	1,58	0,138	0,046
	C/ de variances		0,56	0,85	1,26	0,65		
	moyenne		82,85	2,98	2,48	4,72		
	C/ de dissymétrie		0,44	1,19	1,17	0,66		
	C/d'aplatissement		2,72	0,96	3,18	2,84		

Les résultats de la colonisation par les différentes structures sont représentés dans l'histogramme suivant (figure 22)



T0=triticale son épandage ; P0=pois fourrager son épandage ; P1= pois fourrager avec épandage
 TP0T=association triticale avec le pois fourrager dans des racines de triticale son épandage. TP1T= association triticale avec le pois fourrager dans des racines de triticale avec épandage.

Figure 22: le nombre des différentes structures au niveau des racines de triticale, le pois fourrager et les cultures associées au premier stade avec et sans épandage de margines.

2.1. Effet de la marge sur la symbiose endomycorhizienne au premier stade chez le Triticale

L'analyse comparative de la colonisation endophytique montre que le nombre des vésicules est plus important pour T1 par rapport au T0 avec des valeurs respectives de 86,88 et 35,22 pour une longueur de racine de 18 cm.. L'analyse de la variance atteste de l'absence de différence significative entre les deux traitements ($p=0,987$).

L'analyse statistique montre que le nombre d'arbuscule et d'endophyte dans les racines de triticales avec margine (T1) est respectivement 2,3 et 4,88, alors que celui des racines de triticales sans margine (T0) est de 1,1 pour les arbuscules et 2,11 pour les endophytes.

L'analyse statistique de colonisation par les pelotons a révèlé une valeur de 2.22 avec traitement et une valeur de 0.22 sans traitement de la margine.

2.2. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne au premier stade) chez Pois fourrager

Les résultats sont peu différents par apport au triticales. Nous avons observé que le nombre de vésicules dans le pois fourrager avec margine (P1) a augmenté légèrement avec une valeur de 78,5 par apport aux racines de pois fourrager sans margine (P0) avec une valeur de 72. Le nombre des arbuscules, d'endophyte et le peloton est très faible pour l'ensemble des cultures (P1 et P0). Nous avons noté l'absence de peloton au niveau de pois fourrager avec amendement margine (P1).

2.3. Effet de la margine sur la symbiose endomycorhizienne de l'association des racines de triticales avec le pois fourrager aupremier stade

Le nombre de vésicules est plus important au niveau des racines des cultures associées sans margine (TP0T) avec une valeur de 183 alors que le nombre des vésicules observé dans les cultures associées avec margine (TP1T) est de 101. le nombre d'arbuscules au niveau de (TP0T) est de 9.33, alors que chez la (TP1T) il est de 3.66 au niveau des cultures associées avec margine. La présence des pelotons est nul quel que soit le traitement. Par contre pour les endophytes le nombre est respectivement de 7.33 pour TP0 et aussi 7.33 pour TP1T.

2.4. Effet de la marge sur le diamètre des vésicules observées chez les deux espèces au premier stade

Les résultats des diamètres des vésicules sont représentés dans l'histogramme suivant (fig.23):

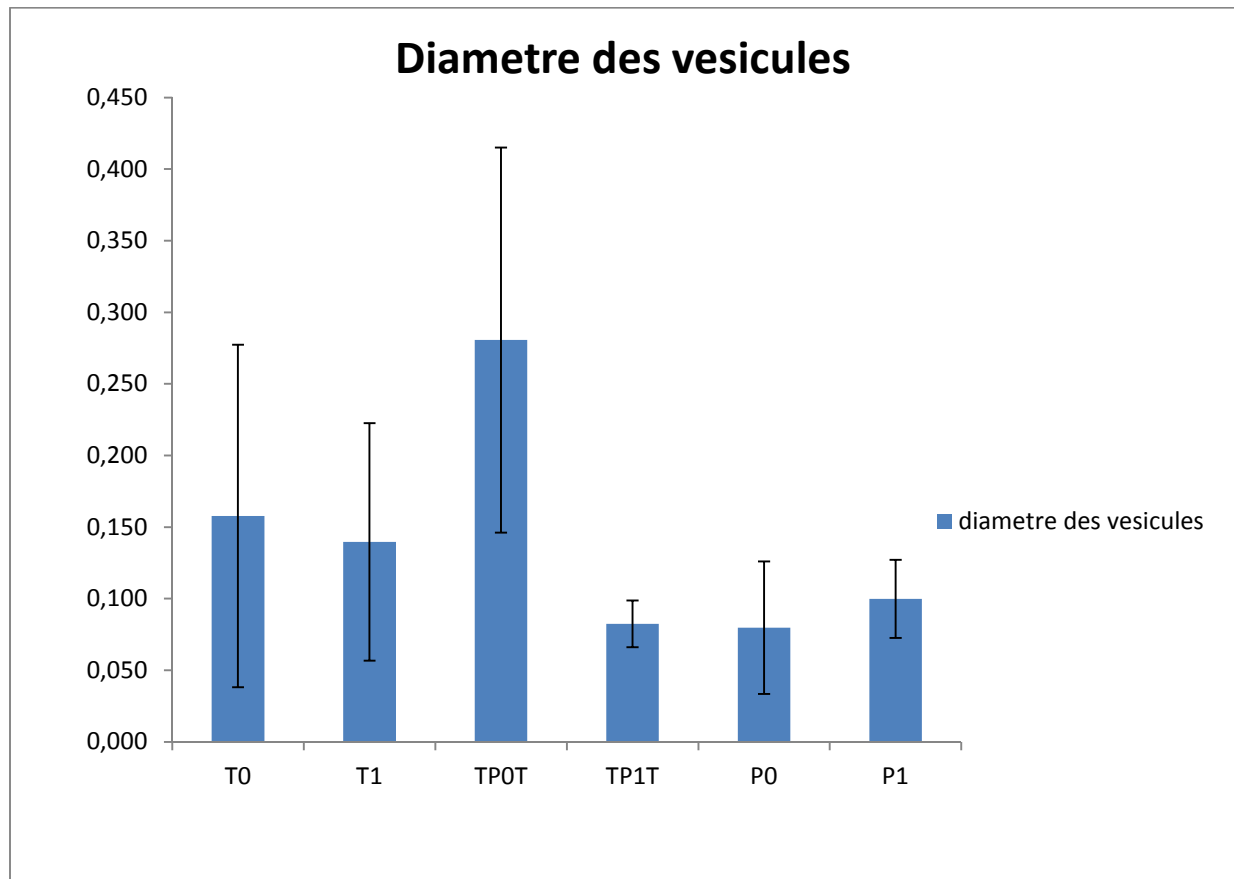


Figure23 : Diamètre des vésicules dans les racines de Triticale (seul et en association) et dans les racines du pois fourrager pour les deux traitements (premier stade).

Le diamètre des vésicules au niveau des deux cultures associées sans marge est plus important avec une valeur de 0.280µm par rapport aux cultures associée avec épandage de marge 0.80µm, chez le pois fourrager le diamètre des vésicule est plus important chez le pois avec épandage de marge avec une valeur de par rapport au pois fourrager avec le traitement de la marge .par contre le diamètre des vésicule chez les cultures associée avec épandage de la marge plus important que les culture associée sans marge.

3. L'endomycorhization au deuxième stade.

L'ensemble des analyses de la distribution de structures endomycorhiziennes du deuxième stade (70 jours) montre un nombre important de structures vésiculaires dans les racines de triticale ainsi que pour le pois fourrager avec ou sans margine selon un pourcentage de 92%. Les arbuscules, endophytes et pelotons sont présents à des pourcentages respectifs de 3%, 4% et 1%.

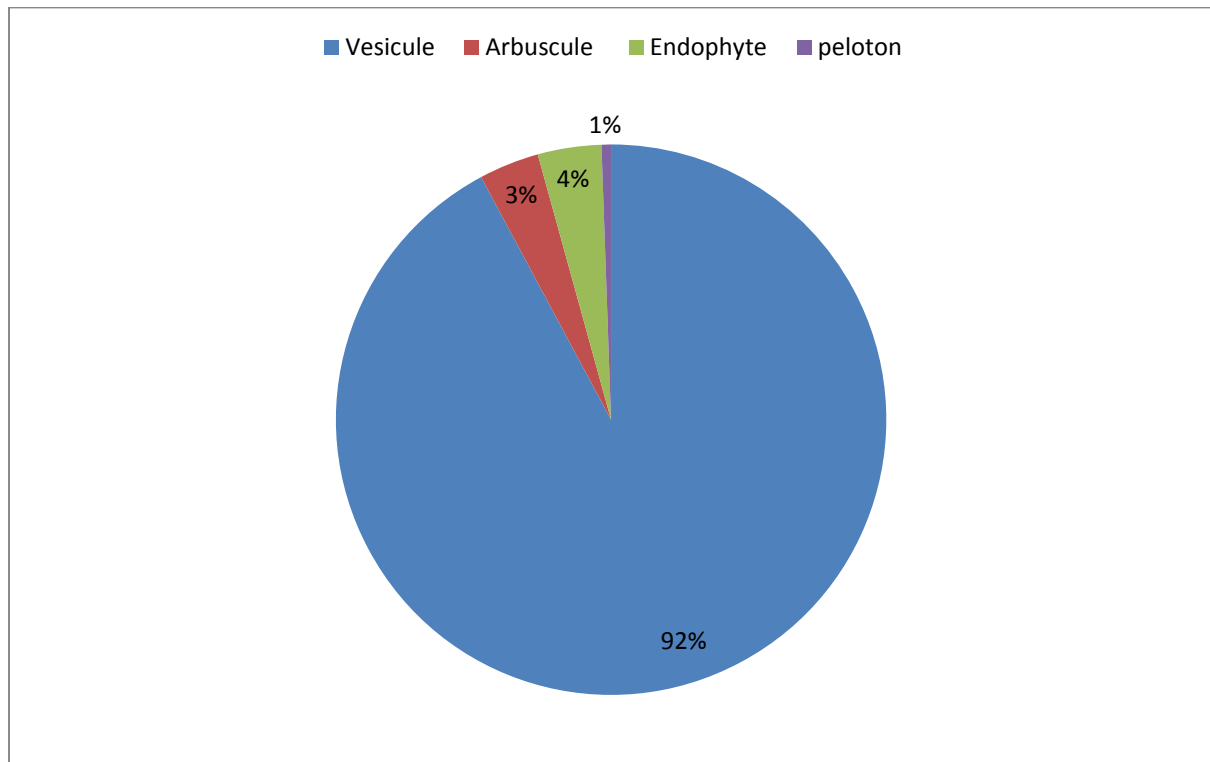
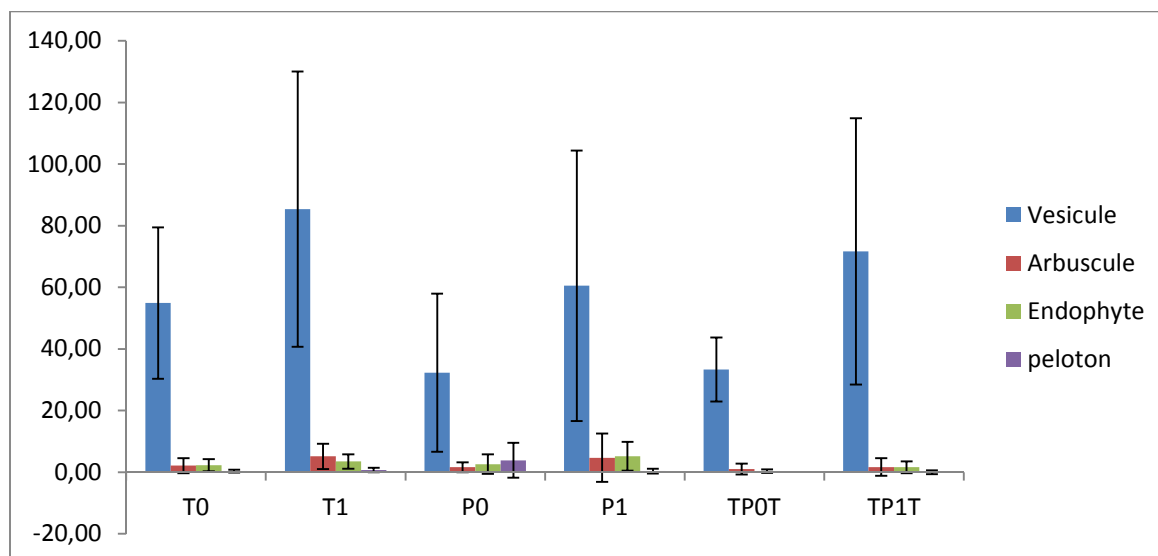


Figure 24. Distribution des différentes structures endomycorhiziennes dans les racines de triticale et de pois fourrager avec et sans épandage de margine au deuxième stade.

Les résultats de la colonisation par les différentes structures sont représentés dans l'histogramme suivant (fig.25) :



T0=triticale son épandage ; P0=pois fourrager son épandage ; P1= pois fourrager avec épandage
 TP0T=association triticale avec le pois fourrager dans des racines de triticale son épandage. TP1T= association triticale avec le pois fourrager dans des racines de triticale avec épandage.

Figure 25 : Nombre des différentes structures au niveau des racines de triticale (seul et en culture associée), et dans les racines du pois fourrager au deuxième stade avec et sans épandage de margines.

3.1. Effet de la marge sur la symbiose endomycorhizienne au second stade de triticale.

le nombre de vésicules pour T1 est plus élevé que celui de T0 avec des valeurs de respectives de 85.33 et 45.89. L'analyse de la variance atteste de l'absence de différence significative entre les deux traitements ($P=0,987$).

L'analyse statistique présente le nombre d'arbuscule et d'endophyte au niveau des racines de triticale avec marge (T1) sont montrés avec des nombre respectifs de 5.11 et 3.44 inversement dit, à celui des racines de triticale sans marge (T0) est de 2.11 et 2.40 respectivement pour les arbuscules et les endophytes.

L'analyse statistique par apport aux pelotons présente une valeur de 0.33 avec marge et de 2 sans marge.

3.2. Effet de la marge sur la symbiose endomycorhizienne au second stade chez le pois fourrager.

D'après les analyses, on aboutit des résultats peu différence remarquable selon les analyses précédentes celles de triticale au niveau de l'absence de la marge, on observe aux racines de vésicules dans le pois fourrager avec marge (P1) à augmenter avec un nombre de 60.50 par

rapport au nombre de vésicules dans le pois fourrager avec margine (P0) qui diminue jusqu' au 32.25.

3.3. Effet de la margine sur la symbiose endomycotizienne au second stade chez les deux cultures associées

Le nombre des vésicules est plus important au niveau des racines des cultures associées avec margine (TP1T) avec une valeur de 71 alors que le nombre des vésicules observé dans les cultures associées sans margine (TP0T) est de 33, les arbuscules au niveau de (TP1T) avec une valeur de 1.67, alors que chez la (TP0T) la présence est faible 0.80 au niveau des cultures associées sans margine. La présence des pelotons est nul quel que soit le traitement. Par contre pour les endophytes le nombre est respectivement de 0.33 pour TP0 et aussi 1.58 pour TP1T.

3.4. Effet de la margine sur le diamètre des vésicules observé chez les deux espèces au second stade

Le résultat de l'analyse du diamètre des vésicules observées dans les racines des deux espèces, au deuxième stade, est donné dans l'histogramme de la figure 26.

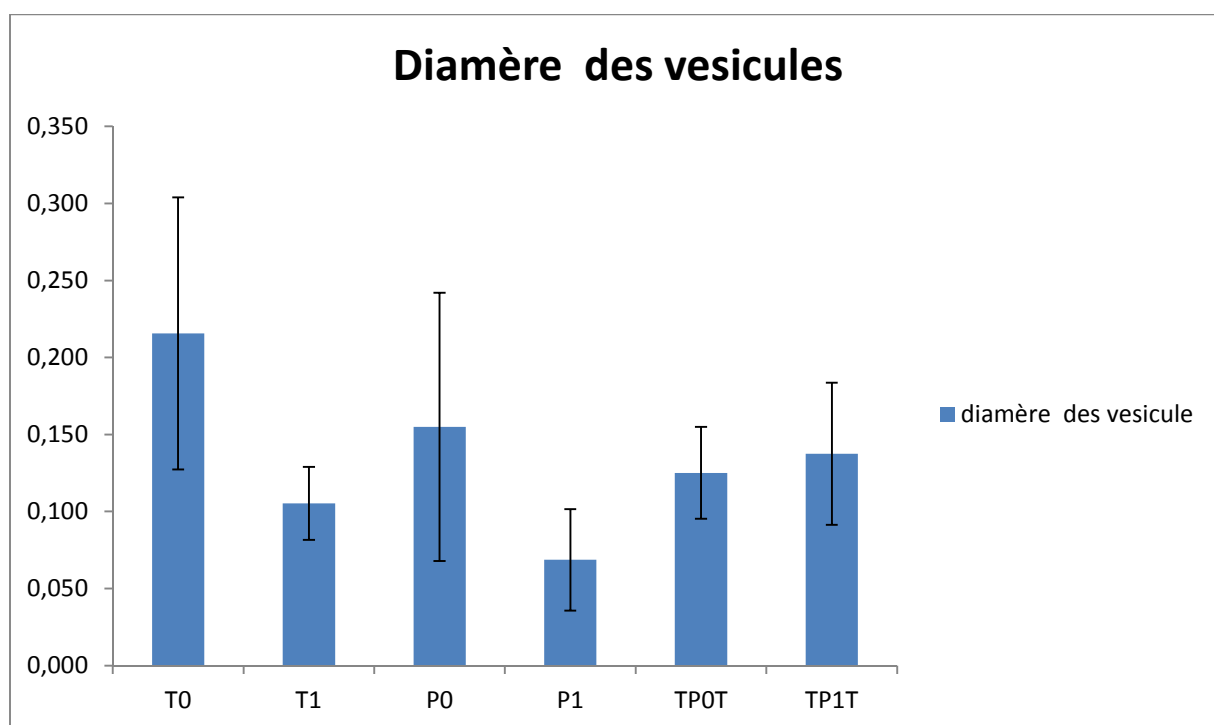


Figure 26 : Le graphe présente le diamètre des vésicules au niveau des différents traitements au deuxième stade.

Le diamètre des vésicules au niveau de triticale sans margine (T0) est plus important par rapport au triticale avec margine (T1). T0=0.216µm, et T1=0.105µm. chez le pois fourrager le

diamètre des vésicules est plus important par apport au pois fourrager avec le traitement de la margine ,par contre le diamètre des vésicules chez les cultures associée avec épandage de la margine plus important que les cultures associée sans margine.

7. Discussion générales

L'étude de l'effet de la margine sur le statut endomycorhizien de deux espèces fourragères apporté comme amendement en remplacement de fertilisant chimique a permis de confirmer la présence de la symbiose endomycorhizienne chez triticale et le pois fourrager avec ou sans amendement margine. En effet, Miller et Jastrow (1992) attestent que les racines sont considérées endomycorhizées lorsqu'on note la présence des arbuscules et des vésicules condition « sine qua none » pour affirmer l'existence d'une association mycorhizienne à arbuscules (Bonfante-Fasolo, 1984).

Les observations des racines des deux espèces aux différents stades et traitements a permis de noter là l'importance des structures vésiculaires comparativement aux arbuscules, pelotons et endophytes.

Au premier stade, les vésicules sont plus importantes dans les racines des cultures associées sans épandage comparativement aux autres structures pour les autres cultures. Par contre, le deuxième stade a présenté une colonisation en vésicules plus importante chez triticale et le pois fourrager avec épandage de margine.

L'analyse quantitative des arbuscules dans les deux stades au niveau des racines des deux espèces, quelque que soit le traitement, révèle des fréquences faibles. Ceci indiquerait que la symbiose endomycorhizienne est de ce point de vue peu efficace. Les arbuscules sont en effet le siège principal des échanges entre les deux partenaires (Genre et Bonfante, 1998 ; Fester et al., 2001). De plus, le sol utilisé lors de l'expérimentation réalisée par Sid Ali et Kefsi (2016) est riche en potassium (plus de 30mg/100g de sol de potassium) ; ce qui aurait défavorisé l'endomycorhization. En effet la mycorhization est faible dans les sols riches en éléments nutritifs Bollard EG. (1983).

L'analyse statistique a montré que le diamètre des vésicules au premier stade chez les cultures associées sans épandage de margine est significativement différent de celui des cultures associées avec épandage de margine ($P=0$). En effet le diamètre des vésicules est plus important chez les cultures associées sans margine. De même le diamètre des vésicules chez triticale et le pois fourrager est plus grand pour l'essai sans margine. Ceci indiquerait que l'amendement en margine a eu un effet négatif sur le diamètre des vésicules lors du premier stade. Selon (Sid Ali et Kefsi, 2016) un phénomène de jaunissement des plants de triticale a été observé les premières semaines du premier stade. En effet, nous avons aussi observé une colonisation endomycorhizienne, au même stade, plus importante chez les plants sans

épandage comparativement à ceux avec épandage pour les deux espèces. Ceux-ci sans différence statistique significative. On effet selon (Bouajila, et al 2015) les microorganismes mettent du temps pour s'adapter à ce milieu avec épandage margine.

Au deuxième stade le diamètre des vésicules est plus important dans les racines de triticales et le pois fourrager sans épandage de margine par apport aux cultures associées soit avec ou sans épandage de margine. En effet l'analyse statistique montre des différences significatives (pour triticales et pois fourrager sans et avec margine $P=0$, et pour les cultures associées avec margine $P=0$). Ceci indiquerait que la margine dans les cultures associées avec épandage de margine a eu un effet positif sur le diamètre des vésicules par rapport aux autres traitements.

L'objectif de ce travail était d'étudier l'effet de la margine sur la symbiose de deux cultures associées triticales et pois fourragers.

Les résultats obtenus montrent que les endomycorhizes observées dans les racines des deux espèces, sans et avec traitement, présentent différentes structures : des vésicules intracellulaires et, des pelotons, les arbuscules et les endophytes. La margine n'a pas influencé la colonisation endomycorhizienne. L'analyse statistique a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les deux traitements sur la colonisation endomycorhizienne.

Par contre des différences significatives sont observées pour le diamètre des vésicules en fonction des deux traitements. Les vésicules sont plus importantes pour les deux traitements par rapport aux autres structures et ceci pour les deux stades. Le diamètre des vésicules est plus grand dans le premier stade pour la culture associée sans margine et dans le deuxième stade pour triticales avec margine. Ces structures représentent des éléments de réserve pour le champignon mycorhizien.

Aissam H., Errachidi F., Merzouki M., Benlemlih M. (2003) Identification des levures isolées des margines et étude de leur activité catalase. Cahiers de l'Association scientifique Européenne pour l'eau et la santé, 7: 23- 30.

Andrews D.J. and Kassam A.H. (1976).Importance of multiple cropping in increasing world food supplies. In: Multiple Cropping pp 1–10. ASA Special Publication No.27.

Armadillo .SH., (1971) Tucker J.K. &Tenorio M.J. (2009).Systematic classification of Recent and fossil conoidean gastropods.Hackenheim: Conchbooks. 296 p.

Bollard EG. (1983). Involvement of unusualelements in plant growth and nutrition. Dans "Inorganic plant nitrition" Edité par LiiuchliA & Bieleski RL. Springer-Verlag, Berlin.

Bolan NS., (1991), A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil, vol. 134, pp. 189-207.

Bonfante-Fasolo P. (1984), Anatomy and morphology of VA mycorhizae, In VA mycorhiza, Powell, CL et Bagayaraj, DJ, CRC Press, Boca Raton, 5-33.

Bernard M. ; Autran JC. ; Joudier P., (1979) : Possibilités d'identification de certains Chromosomes de seigle à l'aide de marqueurs biochimiques. Ann. Améliorer plantes. vol27.n°3. P :355-362.

Cadillon,M,lacassin J, c (2002) :la valorisation agronomique des margine société du canal Provence et d'aménagement de la région provençale.p10.

Dexheimer J. (1997). Étude structurale et fonctionnelle des interfaces entre le champignon et la plante hôte. Rev. For. Fr. XLIX : 43-56.

El Hassani F. L., Mdaghri Alaoui S., Errachidi F., Aissam H., Merzouki M., Benlemlih M., (2005).- Effet de l'épandage des margines sur le rendement d'une culture de maïs et sur les abondances de certains groupes microbiens du sol. 3eme journées internationale des géosciences de l'environnement, El Jadida, Maroc.

Fi esta rose De ursinos ;J.A (1981) :sènimaire international sur la volonisation des sous produits de l'olivier .PUND/FAO .Monastir ;Dècembre 1981.pp :93.95.

FIorentino A., A. GENTILI, M. ISIDORI, P. MONACO, A. NARDELLI, A. PANELLA et T. FABIO (2003).Environmental effects caused by olive mill waste waters: Toxicity comparison of low-molecular-weight phenol compounds. J. Agr. Food Chem., 51, 1005-1009.

Fitter AH (1991), Implication for functioning under natural conditions.Experientia 47(1991) 350-355.

Fortin JA ,Plenchette C, Piche Y (2008), les mycorhizes la nouvelle révolution verte, édition Multi Mondes.

Fortin JA ,Plenchette C, Piche Y (2008), les mycorhizes la nouvelle révolution verte, édition Multi Mondes.

Références bibliographiques

Giancarlo R.(2002) :identification des solitionsèco-compatible et ècononiqument soutenables pour la volorisatoin des rèsidus de l'huile d'olive et laruduction de l'ènpactenvivental dans les règions de Fès /Mekhnès et marakache . 38p.

Hamid M.GarciaJ.LetFlouz R.1992.IN tegratedBriologicalprocers for olive mill wasterwaters treatment Bio process.Eng.p 8,79.

Harley JL, Smith S (1983),Mycorhizal symbiosis, Academic Press, 1-32, New York.

Janer Del Valle.(1980) D.L. Contamination de las aguespor el Alpechin y possible.

KAFSI H.,SID ALI S.,(2016). Effet de l'apport d'effluents d'huilerie d'olive surle potassium de la rhizosphère et la croissance d'une culture associée *Triticumsecale /Pisumsativum* p5,4,46.

LAROCHE G., (1984) : Le triticales : une céréale d'avenir. In revue : Perspective Agricole n° 81, pp.

Moser M, Haselwandter K (1983), Ecophysiology of mycorrhizal symbiosis, in: Encyclopedia of Plant Physiology, New Series, vol. 12, pp. 392-421. Eds O. L. Lange. P. S. Nobel, C. B. Osmond and H. Ziegler.Springer, Berlin-Heidelberg-NewYork Utilisation des margines par épondage . L'Oliver 19.8-13.

MosseB .(1959),Some studies relating to independent growth of vesicular-arbuscul-endophytes.Canadia journal of Botnay.,66:2533-2540.

Mousain D (1991), Ectomycorhization et tolérance 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 LibbeyEurotext, Paris, pp. 167-174.

Mousain D (1991), Ectomycorhization et tolérance 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 LibbeyEurotext, Paris, pp. 167-174.

Nefzaoui A., (1989).- Olive tree by products. In: ICARDA (Ed.), Aleppo (Syria). Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie (INRAT), Ariana, Tunis, Tunisia, 124 p. Nefzaoui A.1989 :contribution à la rentalilité de l'olèculture par une volorisatoin optimale des sous_products.CHE.A.M.Ed .pp :160.169 .

Peyronnel B, Fassi B, Fontana A, Trappe JM (1969), Terminology of Mycorrhizae.Mycologia, 61 : 41 0-41 1.

Phillips JM, Hayman DS (1970), Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscularmycorrhizalmycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 55:158–160.

Ros de Ursinos F., Berndt L., Geissen K., Kachouri M., et Klimm E.,(1996).- Les expériences Méditerranéennes dans le traitement et l'élimination des eaux résiduares des huileries d'olives. Coopération Tunisie – Allemagne, 380p.

- Sahraoui. H ; Jrad. A et Melloul.H.J (,2012) :** Épandage des margines sur les sols agricoles, impacts environnementaux microbiologiques. *Afrique science* 08(1) 97 – 106.
- SAADI I., Y. LAOR, M. RAVIV et S. MEDINA (2007).** Land spreading of olive mill wastewater: Effect on soil microbial activity and potential phytotoxicity, *Chemosphere*, 66, 75-83.
- Schtiapp H, Dehn B, Sticher H (1987),** Interaktionenzwischen VA-Mykorrhiza .
- Simon et al. (1989)**Simon, M., Ghez, A. M., Leinert, C., Cassar, L., Chen, W. P., Howell, R. R., Jameson, R. F., Matthews, K., Neugebauer, G., &Richichi, A.: 1995, *Astrophys. J.* 443, 625.
- Smith SE, Read DJ (1997),** Mycorrhizal symbiosis.Second edition. Academic Press ; Harcourt Brace and Company Publishers, 605p.
- Vitagliano,M. Pantaleo,M .Padula.(1975).**Una possibile utilizzazione delle acque di vegetazione delle olive .In:Proceedings of the V National symposium on conservazione della natura. Bari .Italy .vol.2,p.243-254. Alpechiny
- Vu T.E.Egger K.N.,Peterson R.L.,(2001)**a.Ectoendomycorrhizal associations – characteristics and functions.*Mycorrhiza* 11,167-177.
- Yaakoubi, A. Chahlaoui, M. Rahmani, M. Elyachioui et Y. Oulhote (2009).** Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. *Agrosolutions* 20 (1) : 35-43.
- Villareal R.L., Del-toro E., Mujeeb-kazi A. and Rajaram S., (1990):** The 1B/1Rtranslocation effect on yield characteristics in a *Triticumaestivum* L. cross. *Plant Breed.*114,497-500.

Statistique descriptive							
Groupes	Taille de l'échantillon	Somme	Moyenne	Variance			
P0	80	2 551,8	31,8975	108 122,38			
P1	40	1 597,4	39,935	68 293,3			
T0(1)	60	2 353,08	39,218	129 406,0472			
T1(1)	60	4 904,2	81,7367	508 674,38			
TP0(1)T	20	2 244,8	112,24	303 998,56			
TP1(1)T	56	2 792,6	49,8679	213 615,06			
Total	316		52,0376	1 512,4119			
ANOVA							
Source de variation	d.f.	SS	MS	F	seuil de significativité	crit F	Omega carré
Inter-groupes	5	173 841,6248	34 768,325	35,6223	0	2,2431	0,3539
Intra-groupes	310	302 568,1357	976,0262				
Total	315	476 409,7606					
Hartley Fmax	23,7326	Degrés de liberté	6	79			
Cochran C	0,3912	Degrés de liberté	6	79			
Bartlett Chi-square	117,2701	Degrés de liberté	5	seuil de significativité	0		

Annexe 01: résultat d'analyse de la moyenne et la variance des diamètres des vésicules

Comparaisons entre groupes (facteur 1 - Factor #1)					
Contraste de Scheffé sur les moyennes appariées					
Groupe par rapport au Groupe (Contraste)	Différence	95% Intervalle de confiance		Statistiques de test	seuil de significativité
T0(1) vs T1(1)	-42,5187	-61,6207	-23,4166	11,1135	0
T0(1) vs TP0(1)T	-73,022	-100,0364	-46,0076	16,3896	0
T0(1) vs TP1(1)T	-10,6499	-30,0901	8,7903	0,6732	0,6441
T1(1) vs TP0(1)T	-30,5033	-57,5178	-3,4889	2,8599	0,0153
T1(1) vs TP1(1)T	31,8688	12,4286	51,309	6,0281	0,0000
TP0(1)T vs TP1(1)T	62,3721	35,1176	89,6267	11,7477	0

Annexe 2: résultats d'analyses de la comparaison entre deux cultures le pois fourrager et le triticale et association de pois fourrager avec triticale

Matériels	Solutions
<ul style="list-style-type: none"> - Fiole jaugée 100 ml - Bain marie 90°C - Bêchers de 20, 50 ml - Microscope optique - Verres -compteur - Matériels de dissection - Tubes à essais - Lames et lamelles 	<ul style="list-style-type: none"> - Solution KOH à 10% - Vinaigre d'alcool 8% - Encre noire du commerce

Annexe 03: Matériels et solution utilisées pour les manipulations

lame	T0	P0	TP0T	T1	P1	TP1T
diamètre des vésicules	0,158	0,08	0,281	0,14	0,099	0,082

Annexe 04: des diamètres des vésicules de triticales, pois fourrager et les cultures associées au premier stade.

ecartype	T0	T1	p0	p1	TP0T	TP01T
diamètre des vésicules	0,119	0,046	0,134	0,082	0,027	0,016

Annexe 05: Ecartype des vésicules de triticales, pois fourrager et les cultures associées au premier stade.

vésicule	T0	T1	P0	P1	TP0T	TP1T
diamètre *0,0025	0,216	0,105	0,155	0,069	0,125	0,138

Annexe 06: diamètre des vésicules de triticales, pois de fourrager et les cultures associées au deuxième stade.

ecartype	T0	T1	p0	p1	TP0T	TP01T
D/*0,0025	0,08	0,02	0,08	0,03	0,02	0,04

Annexe 07: Ecartype des vésicules de triticales, pois fourrager et les cultures associées au deuxième stade

Annexe

Annexe1 : résultat d'analyse de la la moyenne et la variance des diamètres des vésicules.

Annexe 2: résultats d'analyse de la comparaison entre deux cultures le pois fourrager et l' association de pois fourrager avec triticales.

Annexe 3 : Matériels et solutions utilisés pour les manipulations.

Annexe 04: des diamètre des vésicules de triticales ,pois fourrager et les cultures associée au première stade.

Annexe 05 :Ecartype des vésicules de triticales ,pois fourrager et les cultures associée au première stade.

Annexe 06 : Diamètre des vésicules de triticales, pois fourrager et les cultures associée au deuxième stade.

Annexe 07 : Ecartype des vésicules de triticales, pois fourrager et les cultures associée au deuxième stade.

Résumé

Les margines sont des eaux usées produites lors de la trituration des olives. Étant riches en matière organique et en sels minéraux, elles peuvent augmenter les activités biologiques des sols et par conséquent leur fertilité. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'effet de la margine sur la symbiose racinaire de deux cultures le pois fourrager et le triticale. Nous y avons prélevé des racines de triticale et de pois fourrager. Après la mise en place d'un protocole afin d'observer les mycorhizes sur ces racines en laboratoire, plusieurs résultats ont été observés, des fréquences faibles pour les arbuscules Ceci indiquerait que la symbiose endomycorizienne est de ce point de vue peu efficient, en effet la mycorhization est faible dans les sols riches en éléments nutritifs, le diamètre des vésicules au premier stade est plus important chez les cultures associées sans margine Ceci montre que l'amendement en margine a eu un effet négatif sur le diamètre des vésicules lors du premier stade. Au deuxième stade le diamètre des vésicules est plus important dans les racines de triticale et le pois fourrager sans épandage de margine par rapport aux autres cultures. En effet l'analyse statistique montre des différences significatives (pour triticale et pois fourrager sans et avec margine $P=0$).

Mots clé : Margine ,triticale ,pois fourrager,endomycorhize ,vésicule ,arbuscule .

Abstrat

The margins are sewage produced during the trituration of the olives. Being rich in organic matter and mineral salts, they can increase the biological activities of soils and consequently their fertility. The objective of this study was to evaluate the effect of margine on the root symbiosis of two crops, pea forage and triticale.

We have taken roots of triticale and forage peas. After the introduction of a protocol to observe the mycorrhizae on these roots in the laboratory, several results were observed, with low frequencies for the arbuscules. This would indicate that the endomycorrhizal symbiosis is inefficient from this point of view Mycorrhization is poor in nutrient rich soils, the diameter of the vesicles in the first stage is greater in the associated crops without margine. This shows that the marginal amendment had a negative effect on the diameter of the vesicles in the first stage . In the second stage, the diameter of the vesicles is more important in the triticale roots and the forage pea without spreading margine by contribution to other crops. Indeed, the statistical analysis shows significant differences (for triticale and forage peas without and with margine $P = 0$).