

République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou

Département des sciences agronomiques et biologique



Mémoire

En vue de l'obtention du master

Spécialité : réhabilitation et restauration des sols

Thème :

Effet de l'apport d'effluents d'huilerie d'olive sur le potassium de la rhizosphère et la croissance d'une culture associée *Triticum secale /Pisum sativum*

Réalisé par :

KEFSI Henia

SID ALI Soraya

Devant le jury composé de :

Président :	M ^{elle} OUMOURI O.	M.A.B à l'U.M.M.T.O.
Promotrice :	M ^{me} BOURBIA S.	M..C.B. à. l'U.M.M.T.O.
Examineurs:	M ^{me} TAIBI H.	M.A.A. à l'U.M.M.T.O.
Examineurs:	M ^{me} KADI S.	M.A.A. à l'U.M.M.T.O.
Invité :	M ^r TAMEN .S	le Directeur de l'ITMAS

Année universitaire : 2015-2016

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail et qui nous a accompagné dans chaque pas.

Nous tenons à exprimer nos vifs et sincères remerciements et reconnaissances et notre haute gratitude à :

En premier lieu au membre de jury,

A la présidente de jury M^{elle} Oumouri , en premier lieu d'avoir accepté d'examiner notre travail, et pour ses encouragements, pour son aide et surtout pour sa sympathie.

-A M^{me} Taibi chargée de cours à l'UMMTO qui a accepté d'examiner notre travail d'une part, et d'avoir été à maintes reprises à notre écoute et à notre disposition d'autre part.

-A M^{me} Kadi chargée de cours à l'UMMTO d'avoir d'abord accepté d'être parmi les membres de jury et de nous avoir accueillis dans son laboratoire tout en fournissant les moyens et l'aide nécessaires

-A notre promotrice M^{me} Bourbia , de nous avoir accordé sa confiance et de nous avoir toujours encouragé malgré toutes les difficultés rencontrées, et pour sa présence et sa disponibilité durant tout le parcours.

A tout nos enseignants, de licence jusqu'au master II, à quels nous devons notre formation et nos compétences chacun par son nom.

-A M^r et M^{me} Haouchi pour leur aide précieuse

- A Mr Tamen le directeur de l'ITMAS où s'est déroulée notre expérimentation pour son accueil chaleureux et sa sympathie, ainsi qu'à tous les ingénieurs techniciens et agriculteurs qui travaillent à cet institut
- A Mme Tibich et Melle Issaoun les ingénieurs de laboratoire de pédologie pour leurs disponibilités et leur aide.
- Nous remercions aussi les camarades de la promotion de RRS qui nous ont fourni de l'aide.
- Aux élèves de l'ITMAS pour leurs multiples services précisément : Lounis,
- A Mr Boussalem pour son précieux service.
- A nos membres de famille pour leur aide ...nordine ...zakianassima ...

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont soutenus et qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace :

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

- ❖ *A mes très chers parents, qui m'ont soutenu tout au long de mes études, pour l'éducation qu'ils m'ont donnée, pour leurs efforts et sacrifices qu'ils ont entrepris afin de me voir réussir.*
- ❖ *A mes chers frères : Boussad, Nourdine, Dieu leurs ouvrent les portes de la réussite.*
- ❖ *A mes adorables sœurs : Ghania, Fasia, Zakia, Chaféa, qui m'ont toujours assisté.*
- ❖ *A toute ma famille.*
- ❖ *A ma binôme : Soraya pour sa collaboration et coopération à la réalisation de ce travail et sa famille*
- ❖ *A l'ensemble de mes amis(es), je tiens à les remercier de leur soutien et surtout de leur amitié : Lamia, Rosa, Karima, Ounissa.*
- ❖ *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 à la réalisation du présent travail, qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.*

Sincèrement HENIA

Dédicace :

Dédicace :

*Je tiens vivement à dédier ce modeste travail en signe
respect et de reconnaissance :*

- *À la mémoire de mon père, le plus beau père du monde « rebbi ak_yerhem a vava »*
- *À la plus douce des maman yemma azizen*
- *À ma grand-mère setti Aldjia et ma tante na Ouardia*
- *À mes chers frères Faredj et sa femme Nassima, Hamid et sa femme Djamila*
- *À ma chère sœur Fadhma et sa belle famille et surtout sa magnifique petite fille Nély*
- *À mes deux adorables frère et sœur Norredine et Fatima*
- *À ma binôme Henia pour sa patience et son sérieux et sa gentille famille*
- *À tous mes proches*
- *À tous mes amis(es) : Zakia , Karima ,Dihya,Dhabbia*

À tous ceux qui me connaissent et me sont chers... que vous trouvez ici toute ma gratitude.

Sincèrement Soraya

Liste des tableaux

Tableau 01 : composition chimique de la margine issus du système trois phases selon de nombreux auteurs

Tableau02 : résultats des analyses du profil

Tableau03 : levée en pourcentage de graines semées

Liste des abréviations

A : Argile

ANOVA: analyse de variance

avecM: sol non épandu avec la margine

C.E. : Conductivité Electrique

D0: Dose 0 (Témoin)

D1: Dose 1

G:sol global

Ha: Hectare

ITGC: Institut technique des Grandes cultures

ITMAS : Institut Technique moyen d'agriculture spécialisé

K a : Potassium assimilable

LF: Limon Fin

LG: Limon Grossier

LR: longueur racinaire

Pass ou pois ass:la culture du pois fourrager mise en association

Pois +M: la culture du pois fourrager cultivé dans un sol épandu avec la margine

Pois-M:la culture du pois fourrager cultivé dans un sol non épandu avec la margine

Pp ou pois pure: la monoculture du pois fourrager

RH:sol rhizosphérique

Sans M: sol épandu avec la margine

SF: Sable Fi

SG: Sable Grossier

Tass : la culture de triticales mise en association

Tp ou T pure: la monoculture du triticales

W.R.B: Base de référence Mondiale pour la classification des Sols

SOMMAIRE

Introduction générale.....1

Introduction générale.....2

Chapitre I : Synthèse bibliographique.

Partie I : cultures associées

1-Définition.....03

2-Origine des cultures associées.....03

3 -Les principales raisons d'associer les cultures03

4-Choix des espèces03

5- Avantages des cultures associées04

6- Contraintes et les limite de cultures associées.....04

7-Culture fourragère04

8- Généralités sur le triticale.....04

9- Généralités sur le pois fourrager06

PartieII : la rhizosphère

1-Définition	07
2-Impact des activités racinaires de la rhizosphère	07
3-Modifications chimiques	07
4-Modification biologiques.....	08
5-Modification physiques.....	09
6-Production de la racine dans le sol	09
7-Influence de la rhizosphère dans la nutrition	10
8- Rappel sur la morphologie de la racine	10
-Association symbiotiques : nodosités	
1-Définition.....	12
2-Formation des nodosités.....	12
3-Les conditions influant l'activité symbiotique et la fixation de l'azote	13
4-Facteur limitant majeur : le phosphore.....	14
5-Les réponses morphologiques de la légumineuse	14
6-Effet de la déficience en P sur les Rhizobia	14
7-Nombre et biomasse des nodules.....	15
PartieIII : margine	
1-Définition :	16
2-Composition chimique et caractéristique des margines	16
3-Pollution par les margines :	17
4-Contraintes et limites :	18
5- Avantages:	18
6 -Recommandation de l'épandage.....	19

- Composant majeur des margines : le potassium

1-Les formes du potassium dans le sol.....	20
2-La dynamique du potassium dans la rhizosphère.....	21 22

Chapitre III : Matériel et méthodes.

1. But de l'essai.....	23
2. Site d'étude	23
3. Dispositif expérimental.....	24 25
4. Préparation du sol.....	26
5. Le semis.....	26
6. Mesure biométriques.....	28
7. Morphologie de la racine de la légumineuse.....	28
8. Echantillonnage des deux fractions du sol (sol global et sol rhizosphérique.....	29
9. Analyses du sol	29 30

Chapitre III : Résultats et discussion.

1-Description du profil pédologique	31
2-Description morphologique du sol.....	31
I-Propriétés des sols 45 jours après semis	32
I - 1-Effet de la margine.....	32
I-2-Effet rhizosphérique	35
I-3-Effet de l'association sur les sols	38

II. Propriété des sols à 70jours après semis.....	38
II-1-Effet de la margine et de l'association sur la teneur de potassium assimilable	38
II-2-Sur la conductivité électrique.....	39
II-3- Effet rhizosphérique	40
III- Croissance végétale.....	42
III- 1-Influence de la margine sur la levée.....	42
III-2-Evolution des hauteurs des plants	42
III-3- Longueur racinaire	43
III-4-Effet de la margine sur les associations symbiotiques(nodosités).....	44
III-5-Morphologie de la racine du pois fourrager en présence et absence de margine.....	45
III-6-Efficience des nodosités.....	46
Conclusion Générale.....	47



Introduction Générale

Introduction générale

Les phénomènes qui se produisent à l'interface sol/plante se révèlent d'une très grande importance pour la croissance des végétaux, les racines étant le passage obligé des éléments nutritifs et de l'eau du sol vers les plantes. Les nutriments prélevés proviennent de la solution du sol ou ils sont sous forme d'ions qui sont transférés et pénètrent au sein des cellules, ces transferts se produisent dans la zone proche de la rhizosphère (Vilain, 1993). La rhizosphère est la zone d'échange mettant en jeu la racine en activité, la microflore et le sol. L'intense activité microbienne régnant dans la rhizosphère a pour conséquences de modifier à court terme les conditions physico-chimiques de celle-ci, en particulier la biodisponibilité des éléments nutritifs (Robin, 2004). Ces processus dépendent en grande partie des caractéristiques initiales du sol, elles varient aussi selon l'espèce végétale considérée. Par exemple, Bourbia et al. (2013) ont montré que la biodisponibilité du potassium était améliorée dans la rhizosphère dans l'olivier.

Le potassium est un élément majeur pour la plante, il intervient dans l'économie de l'eau et la résistance des cultures aux prédateurs. Son rôle est donc capital sous climat méditerranéen. Le potassium est fourni aux cultures par l'apport d'engrais chimiques dont le coût est souvent prohibitif pour les agriculteurs. L'irrigation des cultures avec les margines riches en potassium s'avérait être une bonne alternative à l'application des engrais et à leur rejet anarchique dans la nature. L'amendement des sols avec les margines présente ainsi un double bénéfice : environnementale et agricole.

Les associations de cultures sont utilisées depuis l'aube de l'agriculture. Il s'agit de la culture simultanée de deux espèces et plus sur la même surface, pendant une période significative de leur croissance (Colly, 1979). Les fourrages sont souvent conduits en associant une céréale fourragère avec une légumineuse. L'amélioration des rendements et de la qualité des fourrages a été liée à une plus forte biodisponibilité du phosphore et de l'azote dans la rhizosphère de la céréale.

A notre connaissance peu de travaux ont été réalisés sur la biodisponibilité du potassium dans la rhizosphère de cultures associées.

L'objectif de notre travail est d'étudier l'influence d'un apport de margine sur i) la biodisponibilité du potassium dans la rhizosphère d'une culture associée triticales/pois fourrager et ii) sur la croissance de la céréale et de la légumineuse en association. Pour ce faire, nous avons testé deux hypothèses :

- 1- La biodisponibilité du potassium dans la rhizosphère de la céréale et de la légumineuse est modifiée lorsqu'elles ces cultures sont conduites en association et amendées avec les margines.
- 2- La croissance de la céréale et de la légumineuse est améliorée lorsque ces cultures sont conduites en association et amendées avec les margines.

Notre travail est subdivisé en 3 chapitres :

Chapitre 1 : Synthèse bibliographie.

Chapitre 2 : Matériels et méthodes.

Chapitre 3 : Résultats et discussion.

Une conclusion générale clôt ce travail.



Chapitre I
Synthèse bibliographique

Partie01 :cultures associées

1-Définition

L'association d'espèces consiste en la culture simultanée de deux espèces ou plus sur une même surface pendant une période significative de leur croissance mais sans nécessairement être semées et récoltées en même temps (anonyme 1)

2-Origine des cultures associées

Des cultures associées (CA) correspondent à des pratiques anciennes de mélange d'espèces notamment pour produire des graines à destination fourragère.

3- Les principales raisons d'associer les cultures

- Mieux profiter de l'azote puisé dans l'air par les espèces appartenant à la famille des légumineuses (haricot, pois, fève, trèfle,...) et qui est libéré dans le sol au fur et à mesure de la décomposition des racines.
- Bénéficier de l'effet protecteur (face aux maladies) ou répulsif (face aux ravageurs) de certaines espèces. Dans les cultures associées, on veillera à ne cultiver ensemble que des espèces qui se stimulent mutuellement ou qui au moins ne se gênent pas !
- Profiter de l'influence bénéfique que certaines espèces végétales ont sur d'autres, probablement à cause de substances excrétées par leurs racines.
- Mieux occuper l'espace en associant des espèces à cycle court et des espèces à cycle long.
- Mieux utiliser le sol qui sera dès lors plus productif.

4-Choix des espèces

Ce n'est pas facile car on se demande à partir de quels critères effectuer ce choix .Plusieurs associations sont possibles comme par exemple : choisir une céréale à paille rigide, servant de tuteur aux légumineuses associées (Anonyme1).

La plus répandue est l'association Pois fourrager et Triticale en fourrage (qualité de ce fourrage...animaux destinés) comme en grain (Anonyme2)

5- Avantages des cultures associées :

- Une meilleure utilisation et amélioration du sol.
- Une bonne production.
- Améliorer la structure du sol.
- Maitrise des adventices.
- Améliorer et régularité des rendements

6- Contraintes et les limite de cultures associées

- Difficultés pour les techniciens à donner des conseils aux agriculteurs car ils manquent de connaissance sur les associations de cultures.
- Acceptabilité du produit par les clients(Anonyme3)
- Difficulté de tri : Le tri du mélange est une opération délicate qui nécessite des équipements.

L'équipement adapté n'est pas toujours efficace surtout quand il s'agit de semences a tailles très approchées, son cout aussi est fortement élevé ce qui oblige les agriculteurs à choisir les associations destinés au fourrage afin d'éviter cette tache.

7-Culture fourragère

Les fourrages sont principalement constitués de plantes de prairie, herbacées, essentiellement des graminées et secondairement des légumineuses, mais de nombreuses autres espèces de plantes sont cultivées pour l'alimentation des animaux domestiques herbivores et entrent dans la catégorie des plantes fourragères.

Quelques cultures fourragères à associer : vesce /avoine, orge/ luzerne ,Triticale/ pois fourrager

8- Généralités sur le triticale

Cette céréale est rattachée à la grande famille des graminées. Il appartient à la tribu des Triticées, du la famille: Poaceae.

Le triticale (*Triticum secale*) est la seule céréale obtenue d'un croisement du blé dur (*Triticum durum*) et du seigle (*Secale cereale*). L'idée du croisement du blé et du seigle correspond au désir d'associer les qualités des deux céréales pour obtenir un blé possédant, en plus de ses qualités, celles du seigle (résistance aux aléas climatique et culturales).

Le triticale est une espèce qui s'adapte à différentes conditions du milieu, il peut être cultivé dans toutes les zones céréalières du nord de pays. Elle se prête à une multitude d'utilisation que ce soit pour les besoins directs dans l'alimentation humaine, ou les fourrages pour les animaux.

8-1-Triticale en Algérie

En Algérie, le triticale a été introduit pour la première fois par les lignées Armadillo en 1971. Des essais de comportement et de rendement ont été depuis lors conduits au niveau de L'ITGC. 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 puis de France et de L'ICARDA (centre international de recherche agricole pour les zones sèches) les lignées qui sont le mieux comportées étaient surtout du type hiver et printemps telles que : Juanillo, Assert, Fahd, Clercal

8-2-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 en vert.

Egalement dans les sols argileux, lourds où le travail du sol n'est pas toujours bien réalisé et l'enracinement des céréales souvent aléatoire en raison de l'asphyxie, le triticale peut se développer (Laroche et al ; 1984)

8-3-Caractéristique de triticale

- Son épi, grand et barbu, ressemble fortement à celui du seigle (Simon et al, 1989).
- La tige à une longueur intermédiaire à celle de ces parents.
- Les feuilles du triticale sont semblables à celle des autres céréales de sa tribu leur longueur est égale celle du blé.
- Sur le plan phonologique, le triticale ressemble fortement au blé mis à part qu'il présente une vigueur plus accentuée.

9- Généralités sur le pois fourrager

Le pois fourrager (*Pisum sativum* .) est une espèce de plante annuelle de la famille des légumineuses (Fabacées), largement cultivée pour ses graines, consommée comme légume ou utilisée comme aliment du bétail. Le terme désigne aussi la graine elle-même, riche en énergie (amidon) et en protéines (16 à 40 %). De nos jours, sa culture est pratiquée dans les cinq continents, particulièrement dans les régions de climat tempéré d'Eurasie et d'Amérique du Nord.

9-1-Exigence pédoclimatique

Températures : Le 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.

Pluviométrie : la pluviométrie idéale se situe entre 800 et 1 000 mm par an.

Sols : le pois s'accommode de tous les types de sols sous réserve qu'ils soient bien drainés et qu'ils offrent une bonne capacité de rétention en eau. Le pH optimal se situe entre 5,5 et 7,0.

9-2 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.

Partie II :La Rhizosphère

Les cultures associées permettent, quant à elles, augmenter la teneur en protéines des graines de blé grâce à une complémentarité entre les espèces dans l'utilisation des sources d'azote (N minéral du sol et symbiotique de N₂). Les cultures associées permettent également une meilleure utilisation de l'énergie solaire et ont un effet positif de compétition de la légumineuse sur le blé car cela permet de réduire le nombre d'épis, qui seront alors mieux remplis en protéines.

La rhizosphère des cultures associées est caractérisée par sa concentration élevée en composés carbonés en comparaison du sol non affecté par les racines.

1.Définition :

La rhizosphère est la région du sol sous l'influence de la racine, elle présente une interface essentielle entre la plante et le sol, interface active par la présence de microorganismes, bactéries et champignons. (Carl & Truelove, 1986)

C'est la zone de sol qui entoure la racine et qui est directement ou indirectement influencée par la racine (Stengel et Gelin, 1998).

Duchaufour (2001) désigne la mince couche de sol qui entoure les racines absorbantes et dont la composition est profondément modifiée.

2-Impact des activités racinaires de la rhizosphère :

Dans le sol, les racines absorbent de l'eau et des éléments minéraux qu'elles accumulent dans le cortex où qu'elles transportent vers leurs parties aériennes. Ces processus appauvrissent la proche rhizosphère et peuvent entraîner d'importantes modifications physico-chimiques : variation du pH, mobilisation d'éléments insolubles, altération des minéraux du sol (Jaillard, 1987).

3-Modifications chimiques :

3-1- Modification du pH de la rhizosphère:

L'absorption des cations et des anions par les racines induit un changement de pH du sol avoisinant (Heckman et Stick, 1996).

Duchaufour (1995), affirme que le pH s'abaisse en raison de l'émission de protons par les racines lors de l'absorption des cations tels que K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺ et la libération des composés organiques acides (Bonneau et Souchier, 1994). Turpault et al. (2001) ajoutent qu'il dépend aussi de la forme d'azote disponible et prélevée. Selon Jaillard, la respiration des racines et des microorganismes qui lui sont associés contribuent également à la diminution du pH de la rhizosphère car elle augmente la concentration en acide carbonique.

3-2-Modifications de concentration ionique :

Les plantes prélèvent l'eau et les éléments nutritifs en solution, ce qui entraîne une augmentation ou une diminution des concentrations en ions de la solution du sol dans la rhizosphère (Hinsinger, 2001). La nature et l'intensité des changements des concentrations ioniques dépendent de la correspondance entre la demande des plantes et la fourniture du sol (Hinsinger, 1998). Les éléments présents en grandes quantités (calcium et magnésium) sont transférés à l'interface sol-racine par un flux de masse qui est souvent supérieur à la demande (Chaignon, 2001).

En sol calcaire l'accumulation du Ca, donne lieu à la précipitation d'une gaine de carbonates de calcium autour de la racine ; phénomène qui entraîne à son tour deux conséquences importantes :

- augmentation du pH local et un emprisonnement de la racine, dont les cellules imprégnées sont fossilisées (Callot et *al*, 1982 in Davet, 1996).
- à l'inverse, les éléments présents en faible quantité dans la solution du sol, (cas du phosphore et du potassium) sont également transférés par ce flux de masse, mais en quantité insuffisante par rapport au prélèvement racinaire, ce qui entraîne une diminution de concentration à proximité des racines. Cette diminution entraîne un gradient des concentration entre le sol et les racines et un transfert diffusif de ces éléments vers les racines (Hinsinger, 1998).

4-Modifications biologiques :

La rhizosphère représente une zone de sol où la densité et l'activité microbienne est stimulée par la libération de composés organiques (Stengel et Gelin, 1998).

Les microorganismes, associés aux systèmes racinaires sont profondément influencés par la plante et jouent un rôle fondamental dans l'altération des minéraux, la fixation de l'azote atmosphérique, et de façon générale, dans la nutrition de la plante (Dessaux et *al* ., 2002).

-Les facteurs influant sur l'effet rhizosphérique :

La microflore rhizosphérique est influencée par des facteurs écologiques directement ou indirectement par l'intermédiaire de la plante, notamment en modifiant la qualité des exsudats racinaires.

5-Les facteurs physiques :

➤ **L'humidité du sol** : L'humidité du sol au dessus d'un certain seuil peut modifier considérablement l'équilibre microbologique de la rhizosphère. Ces modifications ont des conséquences bénéfiques ou toxiques pour les plantes.

➤ **La température** : elle agit sur la microflore rhizosphérique en contrôlant la nature et la qualité des exsudats racinaires. Comme elle agit directement sur les variations des densités microbiennes du sol.

➤ **La lumière** : son effet s'exerce par l'intermédiaire de la plante, comme la température, car elle agit sur la composition quantitative des exsudats racinaires.

6-Production de la racine dans le sol :

Toute modification d'une caractéristique physico-chimique et microbologique du sol rhizosphérique provoquée par la racine est déterminée comme l'effet rhizosphérique (Stengel et Gelin, 1998). Cet effet résulte des prélèvements racinaires d'eau et d'éléments minéraux, mais surtout de la libération des composés organiques (Jaillard et Hinsinger, 1993). Ce processus nommé rhizodéposition, est le processus par lequel les racines libèrent dans leur environnement proche, une variété importante de composés organiques (Nguyen, 2002). Ils sont libérés soit d'une façon active ou passive.

-**Les exsudats** : Ce sont des composés de faible poids moléculaire, hydrosolubles, libérés de manière passive par diffusion, sous l'effet de gradient de potentiel électrochimique, contrôlé par la perméabilité membranaire (Davet, 1996).

-**Les sécrétions** : ce sont des composés libérés par des processus métaboliques actifs comme les enzymes (Stengel et Gelin, 1998)

-**Les lysats** : proviennent de l'autolyse, par dégénérescence des poils absorbants, des parois cellulaires, des cellules épidermiques et corticales, et des racines entières (Robert et Trocme, 1979).

- **Le mucilage** : sont constitués de polysaccharides, d'acides aminés et de protéines secrétés par plusieurs zones de la racine, en particulier la coiffe (Gobalt et al, 2003).

- **Le mucigel** : correspond aux composés gélatineux de nature polysaccharidique produits à la fois par les racines et les populations microbiennes de la rhizosphère (Stengel et Gelin, 1998).

7-Influence de la rhizosphère dans la nutrition :

Le système racinaire est capable d'altérer les minéraux silicates, ce qui se traduit par une libération des éléments échangeables de ces minéraux, correspondant à une ouverture des micas par échange ionique de potassium interfoliaire contre les cations hydratés (Robert et Trocme, 1979).

Elle permet la mobilisation de certains éléments minéraux insolubles, qui correspondent à l'ensemble des processus physiques, chimiques et biologiques liés à l'activité des racines et ayant pour effet de rendre ces éléments disponibles pour les plantes, tel que le fer, et les oligoéléments (Jallaird et Hinsinger, 1993).

La régulation des flux d'éléments inorganiques comme le potassium et le phosphore s'effectue principalement dans le milieu rhizosphérique (Dessaux et *al.* 2002)

8- Rappel sur la morphologie de la racine :

Le système racinaire, bien que constituant la partie cachée des végétaux est une composante essentielle pour la vie de la plante. La racine est un organe vital permettant d'orienter la croissance racinaire en fonction des conditions environnementales (Barlow, 2003).

Elle assure plusieurs fonctions vitales telles que la nutrition en eau et éléments minéraux ainsi que l'ancrage du végétal dans le sol.

On distingue chez une jeune racine une coiffe, organe de protection permettant la progression dans le sol ; une zone apicale, siège de la prolifération cellulaire (méristème) ; une zone pilifère avec ses poils absorbants permettant la nutrition hydrominérale de la plante ; une zone subéreuse où les poils absorbants les plus anciens meurent, c'est la région de formation de liège et de ramification en radicules (Bottin, 2008).

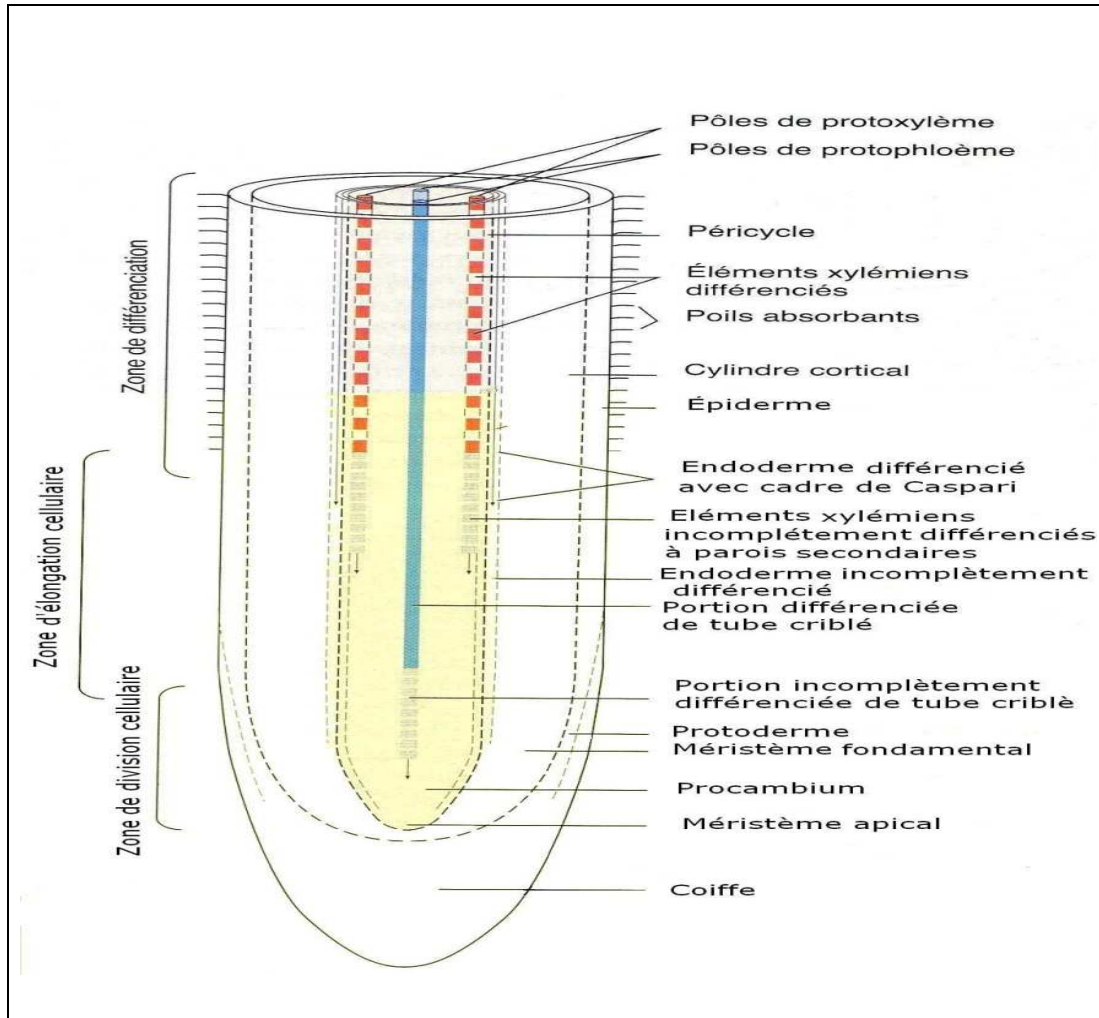


Figure 01 : Schéma de la structure d'une racine primaire (Raven et *al.*, 2003).

-Association symbiotiques : Les nodosités

Les nodosités ou nodules sont de petites boursoufflures se formant sur les racines de nombreuses espèces de plantes, notamment les Fabacées, sous l'action de bactéries du genre *Rhizobium* vivant en symbiose avec la plante. Dans cette association symbiotique, la plante fournit les substances carbonées et les bactéries les substances azotées synthétisées à partir de l'azote atmosphérique. Cette symbiose permet à la plante de fixer l'azote atmosphérique grâce à l'enzyme nitrogénase synthétisée par la bactérie et dont les plantes eucaryotes sont dépourvues.(Anonyme5)

1-Définition

Les rhizobiums sont des bactéries du sol, strictement aérobies possédant une forme bâtonnet mobile de 0,6 à 0,9 μm de largeur et de 1,2 à 3 μm de longueur avec un flagelle polaire ou subpolaire ou 2 à 6 flagelles péritriches (Gage, 2004) (Figure 2). Elles sont des bacilles Gram négatif et elles ne font pas d'endospores.(Anonyme5)

2-Formation des nodosités

La plante produit des composés qui attirent et activent les bactéries fixatrices d'azote autour des racines(A). Par un phénomène de reconnaissance, les bactéries s'agglutinent sur les poils absorbants(B) et forment un cordon infectieux qui va pénétrer dans la racine(C). Sous l'action des bactéries, le poil absorbant se déforme selon une allure bien particulière(D). Arrivées au niveau des vaisseaux conducteurs les bactéries provoquent le développement d'une tumeur qui formera la nodosité. Certaines cellules de la racine vont se différencier et retourner à l'état de méristème. Elles ne vont alors que se diviser. Rapidement la nodosité se forme. C'est logiquement à l'extrémité de cette nodosité que l'on trouve les cellules méristématiques. Plus à l'intérieur se trouve une zone riche en bactéries. C'est à cet endroit qu'elles s'enkystent, augmentent de volume et changent de forme. On parle alors de bactéroïdes(E). Bien qu'à l'intérieur des cellules végétales, ces bactéroïdes sont entourés par une membrane pér bactéroïdienne qui les isole, en partie, du cytoplasme cellulaire. A ce stade, ces micro-organismes fabriquent la nitrogénase, l'enzyme responsable de la fixation du diazote.

C'est au centre de la nodosité que les bactéroïdes vont fixer le diazote. Pour cela, ils synthétisent en collaboration avec la plante une protéine, la leghémoglobine, dont le rôle est de fixer l'oxygène pour protéger la nitrogénase (les bactéroïdes produisent l'hème tandis que la plante produit la globine). (Boudauga ;2011)

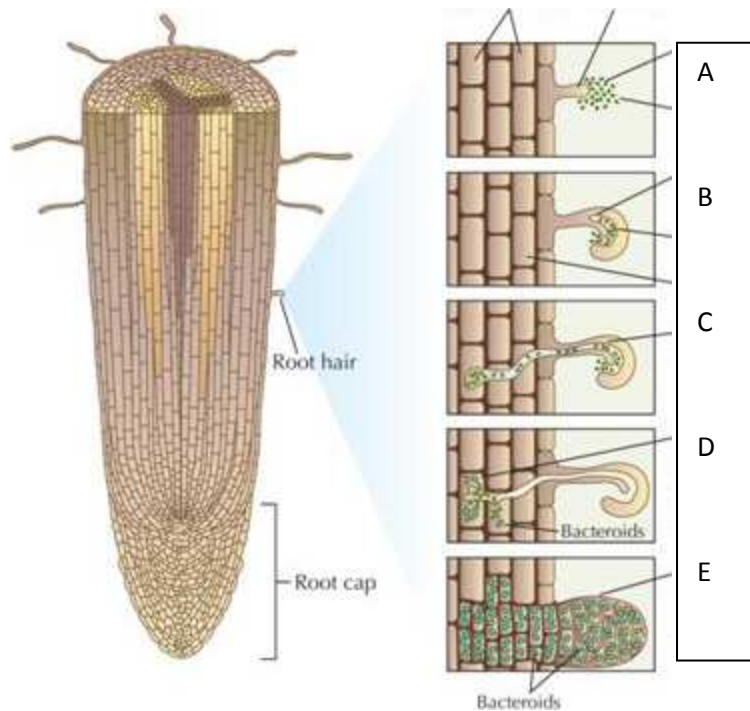


Figure 02: schéma représentatif des différentes étapes de formation de nodosité (boudauga ; 2011)

Définition du léghémoglobine :

La leghémoglobine (ou LegHb) est une hémoprotéine fixatrice de dioxygène présente chez les Fabacées et qui a une structure très proche de l'hémoglobine.

Elle n'est synthétisée que dans les nodosités, où elle peut représenter 40 % des protéines présentes. De couleur rouge, la leghémoglobine confère aux nodosités une couleur rose caractéristique. (anonyme 5)

3-Les conditions influant l'activité symbiotique et la fixation de l'azote

Différents facteurs peuvent influencer l'activité symbiotique et la fixation d'azote. La nature du sol et la disponibilité des éléments nutritifs influencent l'activité des rhizobiums et de la plante et l'efficacité de l'activité symbiotique. Ainsi, le manque du phosphore limite sévèrement la formation des nodules et la fixation de l'azote. La richesse du sol en azote est un facteur inhibiteur de la fixation biologique.

L'éthylène inhibe la nodulation chez beaucoup de légumineuses. Une déficience en eau induit une diminution significative du nombre et du rendement des nodules. Il est généralement admis que la salinité inhibe la fixation symbiotique de l'azote. En effet le

phosphore est également un ingrédient essentiel pour les bactéries *Rhizobium* pour convertir l'azote atmosphérique (N₂) en une forme utilisable par les plantes, ammonium (NH₄⁺) (Zarrin et al. 2007 in boudauga 2011)

4-Facteur limitant majeur : le phosphore

La déficience nutritionnelle liée à la pauvreté du sol en P est le facteur limitant majeur de la fixation symbiotique de l'azote et de la productivité des légumineuses (Drevon et Sifi, 2000), la croissance des racines, le processus de photosynthèse, la translocation des sucres et d'autres fonctions (Zarrin et al., 2007). La déficience en phosphore affecte aussi la multiplication des rhizobia dans la rhizosphère ayant pour conséquence une réduction de la probabilité de l'infection et elle réduit aussi la croissance des nodosités (Drevon et Sifi, 2000). En plus de la demande phosphorique de la plante hôte, les nodules exigent de plus grandes quantités de P et d'énergie que les autres tissus végétaux (Chagas, al., 2010 in boudauga 2011).

5-Les réponses morphologiques de la légumineuse

Les réponses morphologiques impliquent la modification de l'architecture racinaire, principalement par une baisse de la croissance des racines primaires et l'augmentation du nombre des racines latérales et la formation des poils absorbants, La croissance et la configuration spatiale du système racinaire permettent l'exploration continue de nouveaux horizons du sol. Une augmentation significative du nombre de racines fines a été observée dans les sols pauvres en P chez légumineuses. Cependant, certaines légumineuses étudiées ont montré une réduction des masses racinaires en réponse à des conditions de déficit en P., Il a été remarqué aussi que cette contrainte affecte la croissance des pousses et le développement des nodules.(boudauga 2011)

6- Effet de la déficience en P sur les Rhizobia

Le phosphore peut jouer un rôle important sur la croissance des souches de rhizobia. Setiyo et al. (2004), ont signalé que la nodulation de niébé (*Vigna unguiculata* L.) était affaiblie par une faible quantité de phosphore dans le sol et que le taux de croissance de la plupart des souches rhizobiennes a été réduit par des faibles niveaux de P. La disponibilité du P dans les environs proches des légumineuses a été suggérée avoir un effet positif sur la survie des rhizobiums introduits et favoriser l'infection naturellement dans les sols acides. (Setiyo et al. 2004 in boudauga 2011).

7-Nombre et biomasse des nodules

La carence en P a réduit le nombre et la biomasse des nodules chez le haricot commun, le soja, lupin, la luzerne et la fève

En général les plus grand nombres de nodules ont été trouvés chez les plantes fertilisées avec 60 kg P₂O₅ /ha puis il a diminué avec l'augmentation du niveau de phosphore. Le plus faible nombre de nodules a été trouvé chez les plantes cultivées sans engrais phosphaté (Kumar et *al.*, 2008 in boudauga 2011).

Partie III : Margine

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 a 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).

2-Composition chimique et caractéristique des margines :

La composition chimique des eaux résiduelles est très variable. Elle dépend : de la variété de l'olivier ; de la maturité des fruits et les conditions climatiques; du temps de la récolte ; la méthode d'extraction et la technique et le lieu de stockage des olives (Rinaldi et al, 2003)

La composition des margines à été étudiée par de nombreux chercheurs et comporte approximativement 83 à 94% d'eau, 4 à 16% de matière organique et 0.4 à 2.5 de substance minérale (Ranalli, 1991 in Aissam, 2003)

D'après Aggoun et al, (2013), le taux de matière minérale est en moyenne deux fois plus élevé dans les margines obtenues avec le procédé de presse que dans celles issues de la centrifugation trois phases.

2.1Fraction minérale :

Les margines contiennent des quantités significatives en sels minéraux (R, 1991) dont 80% sont solubles (phosphates, sulfates et chlorures) et 20% insolubles (carbonates et silicates) D'après Fiestas Ros de Ursinos de Borja,(1992) ; les éléments les plus représentatifs sont le potassium (47%), les carbonates (21%), les phosphates (14%) et le sodium (7%) (Aissam, 2003)

2.2 Fraction Organique :

La matière organique est constituée des polysaccharides (13 à 53%), des protéines (8 à 16%), des composés phénoliques (2 à 15%), des lipides (1 à 14%), des polyalcools (3 à 10%), et des acides organiques (3 à 10%). (Fiestas et Boya, 1992 in Lakhtar, 2009)

Tableau 01 : composition chimique de la margine issue du système trois phases selon de nombreux auteurs

Paramètres		Références
PH	4.87	Yakoubi 2009
CE	12,38 à 18,61 ds/m	Ben Rouina 2014
Composés phénoliques totaux g/l	9.50 g/l	Yaakoubi 2010
Poly phénol totaux	6.30 g/l	Yaakoubi 2009
MST	6.54 g/l	Yaakoubi 2009
Huile résiduelle	1.46 g /l	Yaakoubi 2009
K	4 ,37 à 7,5 g/l	Ben Rouina 2014
P	0,08 à 0,32 g /l	Ben Rouina 2014
Sodium	1,15 à 1, 31 g /l	Ben Rouina 2014
Calcium	0,71 à 2,3 g /l	Ben Rouina 2014

3-Pollution par les margines :

Les margines posent de sérieux problèmes pour l'environnement, leurs effets nocifs dérivent en grande partie de leur contenu en composés polyphénoliques dont certains sont très difficilement biodégradable (Hamza, 2013) Ces effluents sont souvent rejetés dans des récepteurs naturels sans aucun traitement préalable, par conséquent ils nuisent fortement à la qualité des eaux de surface et souterraine.

- Par exemple au Maroc, l'oued de Sebou pendant la période oléicole 1992 a connu une grande dégradation de sa qualité que l'ONEP s'est trouvé dans l'obligation d'arrêter les traitements des eaux dans trois stations (Scandiaconsult, 1991 in Haissam, 2003).

Pour limiter la nature polluante des margines, les chercheurs ont essayé de valoriser ces effluents par différentes procédés de traitements (traitement thermique, physicochimique

et biologiques) .ces procédés développés qui consistent à réduire leur impact sur les ressources en eau, restent encore insuffisants et coûteux.

Dans le souci de réduire les couts de ces traitement et de rationaliser la gestion des margines rejetées, une nouvelle méthode pour valoriser les margines : l'épandage de margine sur des sols agricoles sans traitement préalable.

L'épandage des effluents d'huileries d'olive sur des sols agricoles peut constituer le moyen le plus économique pour résoudre le problème de l'écoulement de ce sous produit mais également plus utile, puisqu'il peut être utilisé sur le sol pour remplacer partiellement ou totalement les fertilisants chimiques.(Elhadjoudji,2007)

4-Contraintes et limites :

Toutefois, cette pratique présente un certain nombre de contraintes qui limitent son extension, à savoir :

- Problèmes du stockage vu que la période oléicole coïncide avec la période pluviale(Ranalli,1991)
- Colmatage des sols
- Inhibition de la germination due à l'effet phytotoxique exercé par les composés phénoliques sur les plantes

5 -Avantages:

Malgré certains inconvénients, les résultats de plusieurs recherches ne semblent pas contre indiquer l'épandage des margine, mais aussi viennent de confirmer les bénéfices de cette technique et cela par plusieurs auteurs :

En effet, au Maroc, Yaakoubi et al,(2009) considèrent que l'épandage des margines a favoriser la microflore du sol et son activité.

Elles constituent donc un bon amendement organique des sols.

En Tunisie, Sahraoui et al,(2012) confirment dans les résultats de leur étude que ni activation, ni inhibition de l'activité de la microflore du sol n'ont été constatées suite à l'épandage des doses (25 et 50 m³/ha)

En Italie, Rinaldi et al,(2003) ont réalisé un épandage de margine sur une céréale (blé dur) pendant la phase végétative et les résultats indiquent que la margine produit une certaine nécrose des feuilles, mais le blé dur a montré une bonne capacité à récupérer.

En Tunisie, Abichou et *al.*, (2008) in Yaakoubi.A , (2009) considèrent que l'épandage de quantités de margines allant de 100 à 200 m³/ha pendant 6 années successives sur un sol sableux planté d'oliviers a permis une amélioration de la structure du sol par l'agrégation de la terre fine, une amélioration de la capacité de rétention en eau et la création d'un mulch qui s'oppose à l'évaporation de l'eau. L'apport de matières organiques correspond à l'entrée d'un grand nombre de molécules carbonées dans le sol. Celles-ci peuvent modifier la stabilité structurale soit directement (par action physico-chimique directe) avec les particules du sol (facteurs abiotiques), soit indirectement, au cours de la décomposition de la matière organique .apportée par les microorganismes du sol (facteurs biologiques) qui sont à leur tour activés par le sucre (source d'énergie) qui se trouve dans la margine.

6- Recommandation de l'épandage :

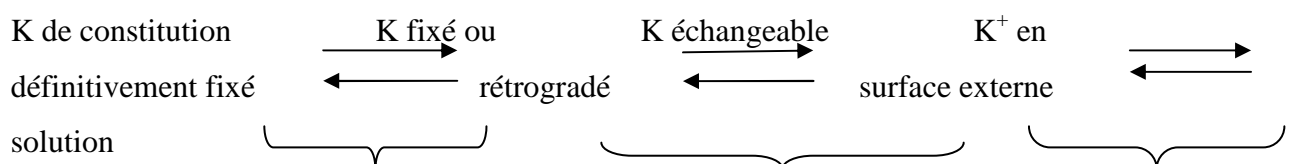
L'épandage agricole des margines constitue une alternative parmi les solutions permettant de les valoriser, mais à condition que cette opération soit contrôlée et maîtrisée en respectant les doses à appliquer.

-Composant majeur des margines : le potassium :

Le potassium est l'un des trois principaux éléments nutritifs des cultures (Berkman ; 1990). Il est absorbé en quantités relativement importante par les végétaux (Robert ; 1996). Dans le quels il est présent sous forme d'ions K⁺ très mobile dissous dans les tissus intracellulaires, notamment dans la vacuole, ou il s'accumule à des concentrations jusqu'à cent fois supérieur à celle du cytoplasme (Heller et al . ,1998 in Bourbia2014)

1-Les formes du potassium dans le sol

Selon Mhiri (2002), la distinction entre les différentes formes de potassium dans le sol repose, pour l'agronome, sur le degré de leur disponibilité pour les plantes. Schématiquement, on peut le représenter comme suit :



Altération

Echanges
conditionnés et lents.

Echanges rapides
et permanents.

Calvet (2003) note que le potassium est retenu dans le sol avec des énergies différentes, par des interactions électrostatiques. Ces énergies de rétention dépendent beaucoup de la nature de l'adsorbant; ce qui permet de distinguer différentes formes du potassium dans le sol qui sont les suivantes :

➤ **Le potassium disponible :**

Il correspond à la fraction assimilable qui représente moins de 2 % du potassium total du sol et inclut à la fois le potassium dissous dans la solution du sol et la plupart du potassium échangeable (Aouane, 2008)

➤ **Le potassium de la solution du sol :**

La plante se nourrit du potassium de la solution du sol. Ce potassium ne représente qu'une très faible fraction du potassium du sol (Schneider, 1997) et ceci d'autant plus que le sol possède une capacité d'échange élevée (Soltner, 1990). Malgré que la plante absorbe le potassium rapidement, la solution est renouvelable par mise en solution de potassium échangeable (Bertrand et Gigou, 2000 in Aouane 2008).

➤ **Le potassium échangeable :**

En raison de sa charge positive, le potassium est attiré et adsorbé par les colloïdes électro-négatifs du sol en particulier les argiles (Quemener, 1984). Ces dernières le fixent sur leurs faces planes, sur les extrémités brisées des feuillets et les surfaces internes décollées au voisinage des bords (Morel, 1996). Cette fraction de potassium, qui est retenue par les charges électro-négatives des argiles et de l'humus, est en équilibre avec les ions libres dans la solution du sol (Bertrand et Gigou, 2000 in).

➤ **Le potassium rétrogradé ou fixé :**

Après apport d'une fumure potassique au sol, une partie de son potassium est fixée entre les feuilles d'argile et devient ainsi difficilement échangeable. la fixation du potassium par les argiles empêche sa lixiviation vers la profondeur et assure donc une meilleure mise en réserve du potassium pour les plantes (Bonneau et Souchier ,1994) . Ce potassium à l'état échangeable dès que la teneur en potassium de la solution du sol s'appauvrit (Soltner ,1990) .

➤ **Le potassium de réserve :**

Selon Soltner (2003), 90 % du potassium total du sol constitue une réserve en potassium qui n'est pas utilisable à court et à moyen terme. Cette fraction est plus importante dans le domaine tempéré et se trouve dans les réseaux des silicates résistant à l'altération (Pedro, 1973). On distingue les feldspaths potassiques qui ne libèrent leur potassium que par destruction du réseau cristallin (Wilson, 1992), les biotites qui sont des micas trioctaédriques plus altérables, libérant ainsi plus facilement le potassium interfoliaire que les micas dioctaédriques (Robert et Trocme, 1979). D'après Quemener (1984), en sol des climats tempérés, les micas et surtout les illites constituent les principales réserves de potassium non échangeable.

➤ **Le potassium organique :**

La matière organique fraîche quelle soit végétale ou des résidus de micro-organismes contiennent du potassium, mais il est mal connue et peu étudié (Daklia, 1991). Le potassium contenu dans les sucres de la plante, retourne au sol soit par les racines, soit par les feuilles lavées par la pluie appelé pluviollessivat. Après la mort et la décomposition des résidus végétaux, le potassium est alors soit exposé au lessivage soit adsorbé par le complexe argilo-humique ou absorbé à nouveau par les racines des plantes (Soltner, 2003 in Kacili 2006)

2- Dynamique du potassium dans la rhizosphère

Les plantes prélèvent dans la solution du sol tous les éléments dont elles ont besoin pour leur croissance. Mais, la croissance s'arrête si la solution autour de la racine n'est pas renouvelée, en raison de l'épuisement de la concentration des éléments prélevés et de l'augmentation de la concentration des éléments non prélevés (Stengel et Gelin, 1995).

L'absorption est sélective, cela peut induire un appauvrissement de certains éléments dans la rhizosphère, comme le potassium et le phosphore, présent en faible concentration (Bonneau et Souchier, 1994).

Certains auteurs ont mis en évidence qu'au contact de la racine, le taux de saturation de la capacité d'échange pour le potassium est de moitié de sa valeur initiale après seulement quelques jours de culture (Jaillard et al ., 2000). Hinsinger (2001) a observé une diminution du taux de potassium assimilable dans la rhizosphère du ray-grass ; après culture menée sous conditions contrôlées au laboratoire. La diminution de la concentration potassique s'accroît en se rapprochant vers les surfaces racinaires, la zone d'épuisement varie avec le degré de richesse du sol en potassium (LIH et al ., 1998). Les plantes réagissent différemment au stress potassique, leur aptitude à extraire le potassium du sol varie avec le type et les espèces végétales ainsi qu'avec l'aptitude du sol à en fournir l'élément (Cao Zhihong et al ., 1998).

Hopkins et *al.* (2003), soulignent que le prélèvement de potassium entraîne une diminution de sa concentration dans la solution du sol à l'interface sol-racine, cet épuisement peut générer un gradient de concentration et une diffusion excessive des ions vers la racine. La diffusion est freinée par la diminution de l'humidité du sol, ainsi ; la sécheresse diminue l'absorption des éléments tels que le potassium (Bertrand et Gigou, 2000).

Les expériences menées au champ par Violante et al (1998) montrent une augmentation du taux de potassium dans la rhizosphère du maïs. Un effet saisonnier a été constaté sous un peuplement de douglas se traduisant par une augmentation du taux de potassium dans les sols rhizosphériques (Turpault et *al.*, 2003).

La nutrition des plantes est influencée, non seulement par la richesse de la solution du sol, mais aussi par la texture et la structure du sol, son activité biologique, son taux d'humidité et la forme et la profondeur de la pénétration des racines de l'espèce cultivée (Soltner, 2003).

1. But de l'essai :

L'expérimentation concernée par cette étude vise à étudier le taux de potassium dans les sols globaux et rhizosphères de d'une culture associée ; une céréale : le triticale avec une légumineuse : pois fourrager avec et sans apports de margine, à deux stades de développement différents 45 jours et 70 jours après le semis , et cela est suivi d'une étude de la croissance de la culture.

2. Site d'étude :

L'essai se déroule au niveau de L'Institut de technique moyen agricole spécialisé en agriculture de montagne (ITMAS) de BOUKHALFA durant l'année 2015/ 2016.

Localisation géographique :

L'ITMAS de Tizi-Ouzou est située à environ 8km à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Tizi-Ouzou.

Coordonnées géographiques:

A l'aide de google earth on a pu avoir une photo aérienne du site (figure 03) et les informations si dessus :

Altitude de 230m

Latitude de 36° 42'' (nord)

Longitude de 4° 47'' (est)



Figure 03: Vue aérienne de l'ITMAS de Tizi-Ouzou.

Plan parcellaire de l'ITMAS :

Les sols utilisés sont prélevés dans la parcelle P2 et précisément au niveau de la partie (Px1) (Figure04) ; la parcelle est entourée en rouge dans la figure



Figure 04 : Plan parcellaire de l'ITMAS de Tizi-Ouzou.

3. Dispositif expérimental:

Nous avons adopté le dispositif expérimental en bloc aléatoire complet à trois facteurs (plurifactorial à savoir ; association de cultures ; apport de marge ($D_0=0\text{m}^3/\text{ha}$, $D_1=50\text{m}^3/\text{ha}$) et stades de développement.

L'essai expérimental a été mené sous serre dans 48 pots, d'un diamètre de 21 cm et d'une hauteur de 30cm, à raison de ,4 répétitions et une marge d'erreur . les pots sont organisés d'une manière à éviter l'hétérogénéité des conditions naturelles (lumière , température...) et chaque bloc présente un stade de développement dans la figure si dessus (figure 05)

	1 ^{er} répétition	2 ^{eme} répétition	3 ^{eme} répétition	4 ^{eme} répétition	Marge d'erreur
D ₀ = témoin(01) 0m ³ /ha	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)
	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)
	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)
D ₁ =50m ³ /ha	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)	Monoculture de triticales(T)
	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)	Monoculture de pois fourrager (P)
	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)	Culture associée (P/T)



Figure05: Dispositif expérimental

4. Préparation du sol :

Le sol est prélevé dans une parcelle labouré, sur les 30 premiers centimètres.

-Le sol tamisé à travers un tamis à maille de 4mm.

85kg de terre sont arrosés avec de la margine à une dose correspondant à ($D_1=50 \text{ m}^3/\text{ha}$) étant donné que la superficie d'un pot est de 0.031m^2 (diamètre correspondant à 20cm) la dose de margine appliqué par pot est de 155 ml.

Et cela a été réalisé le 28 Décembre 2015. Pour les autres 85 kg de terre, sont laissés sans fertilisation.

-Les sols fertilisés avec de la margine sont retournés, arrosés périodiquement(chaque semaine) pendant deux mois, afin de garder les conditions favorables pour une dégradation meilleure et rapide des polyphénols des margines par les microorganismes.

Après les deux mois, ces sols sont testés avant d'être remplis dans des pots et avant le semis des graines, ce test est à pour but d'étudier l'impact de margine sur la germination des graines; ce test est appelé un test de phytotoxicité.

Quelques graines des deux cultures ont été semées dans un échantillon du sol à tester, après quelques jours les graines ont germé.

- Alors la margine présente dans les sols n'a pas d'effet toxique sur la germination des graines, d'autre part les polyphénols présentent un fort effet toxique sur la germination des graines, donc on peut constater à partir de ces résultats que les polyphénols sont complètement ou partiellement décomposés au bout de deux mois.

Margine épanchée :

Les margines utilisées, proviennent de l'huilerie moderne de trois phases à chaîne continue, située à Djamaa Saharidj de la région de Mekla.

5. Le semis :

Les graines utilisées font partie des collections d'ITGC, le triticales est de variété française Clercal, le pois fourrager est de variété locale : Messir.

Le semis a été réalisé le 28/02/2016 à densités de semis différentes :

A . Les monocultures :

- Pois fourrager : 2 graines pour chaque avec une profondeur de 5 à 6 cm.
- Triticale : 8 graines pour chaque pot avec une profondeur de semis 2à3cm.

B. La Culture associée :

Quatre graines de triticale et une graine de pois fourrager pour chaque. Afin d'éviter la diminution de nombre de plants pendant la levée , des graines supplémentaires sont semis, les plants en excès dans chaque culture ont été supprimés et cela au bout de 15 jours de culture.

Ces densités sont les mêmes pour les deux traitements (sans et avec apport de margine)

Pouvoir germinatif des graines :

Afin de vérifier le pouvoir germinatif des graines, nous avons semé 10graines de triticale dans du coton imbibée d'eau à l'intérieur de boîte pétri.

La même opération a été réalisé pour les graines de pois fourrager .

- Au bout de deux jours : les 10 graines de triticale ont germés après 2 jours de semis ; comme la figure si dessous montre.



Figure06 : Test de germination du triticale

- Le pois fourrager : après une semaine les 10graines de pois fourrager ont germés.



Figure07 : Test de germination du pois fourrager

Le pouvoir germinatif des deux types de graines est à 100% , ce qu'est indicateur de bonne sélection et préservation des graines par l'ITGC , et par conséquent les graines semis sont de meilleure qualité.

6. Mesure biométriques

- La hauteur des plants de triticale et du pois fourrager a été mesurée chaque semaine de la levée jusqu'à la récolte, afin de suivre et de comparer le développement des cultures.
- La biomasse et la longueur racinaire à été mesurée à deux stade différent (45 jours, 70 jours) après le semis.

7. Morphologie de la racine de la légumineuse

Les racines des deux cultures sont observé, leur longueur aussi est mesurée .

Pour la légumineuse on a observé la présence d'une symbiose racinaire sous forme de nodosités .

Les nodosités présentes sur la racine du pois fourrager ont été calculé, pesé à l'état frais. Quelques échantillons de nodosités ont été observé sous microscope photonique, après réalisation de coupes très fines, d'abord sans coloration puis avec coloration on utilisant le bleu de méthylène .

Cela a été réalisé juste pour la culture pure, le but était 'étudier l'influence de l'apport de margine sur les nodosités.

8. Echantillonnage des deux fractions du sol (sol global et sol rhizosphérique)

Sol global : correspond à la fraction du sol prélevé loin de la racine de la culture, loin de toute activité racinaire.

Sol rhizosphérique : il représente le sol accolé aux racines, on prélève les agrégats inférieurs à 1cm de diamètre seules les racines inférieurs à 2mm sont retenues.

Le sol obtenu en secouant les racines.



Figure08 : le sol rhizosphérique de triticale

- ❖ Pour chaque pot de culture pure on prélève un échantillon qui représente le sol global et un autre échantillon qui représente le sol rhizosphérique de la céréale ou de la légumineuse.
- ❖ Pour la culture associée on prélève trois échantillons, le premier représente le sol global, le deuxième correspond au sol rhisosphérique de la céréale ,et enfin le troisième prélevé dans la rhizosphère de la légumineuse.

L 'ensemble des échantillons est séché à l'aire libre, broyé, puis tamisé à travers un tamis à maille de 2mm. Une série d'analyses physicochimiques est réalisé sur tout les échantillons.

9. Analyses du sol :

a. Analyse physique : (granulométrie) :

-Elle est déterminée par la méthode internationale de la pipette de Robinson :

- La destruction de la matière organique par l'eau oxygénée (H_2O_2) avec augmentation de la température de la solution à l'aide de bain de sable.
- La dispersion des particules par l'hexametaphosphate de sodium et par agitation mécanique ;
- Faire des prélèvements au cours de la sédimentation à une profondeur et à des moments précis pour isoler les éléments non tamisés (argiles et limons fins) ;
- Séparer par tamisage les sables grossiers et fins ;
- La détermination des limons grossiers limons fins par différence.

b. Analyses chimiques :

La réaction du sol(PH) : Elle est effectuée à l'aide d'un pH-mètre sur une suspension de terre fine avec le rapport est de 1/5(sol/eau).

La conductivité électrique (CE) : mesurée à l'aide d'un conductivimètre, sur un extrait de 1/5(sol/eau), Après filtration.

Le potassium (K) : extraction de potassium avec de la solution de l'acétate d'ammonium(NH_4) et pH=7 ; par photomètre à flamme.

Traitements statistiques des données :

L'analyse statistique des données relatives aux divers paramètres a été réalisée par le logiciel Excel 2007et stat box (v.6. 30).

Les résultats de l'analyse de variance (ANOVA) et du test Newman-keuls

Chapitre III
Résultats et discussion

1. Description du profil pédologique

Le profil pédologique est présenté au niveau de la figure 9.



Figure 9 : profil pédologique du sol prélevé

2. Description morphologique du sol

-Horizon de surface 0-20 cm : C'est un horizon à structure polyédrique sub-angulaire, de texture limono-argileuse, de couleur 7,5 Y/2 5/1, calcaire, bonne activité biologique, faible porosité, racines fines abondantes.

-Horizon de profondeur 20cm et plus

La structure de cet horizon est polyédrique sub-angulaire, sa texture est limono-argileuse

Sa couleur : 7,5 Y R/3/1(brin), peu calcaire, bonne activité biologique, bonne Porosité, absence de racines, le sol est frais.

Caractéristiques physico-chimiques du sol sont présentées au niveau du tableau 3

Tableau3 : résultats des analyses de sol du profil

Horizons	profondeur	Texture					pH	CaCO ₃
		A	LF	LG	SF	SG		
A	0-20	19,25	39,95	29 ,49	6 ,71	4 ,6	7 ,8	5,5
B	20 et +	13 ,95	41 ,45	32.72	6 ,75	5.13	8 ,10	5,2

C'est un sol profond, à texture limono –argileuse, à pH alcalin, moyennement calcaire, Ce sol est classé comme cambisol calcaric par la WRB (2006).

I. Propriétés des sols 45 jours après semis

I.1.Effet de l'apport de margine

Sur la réaction du sol

Les pH des sols varient de 7,97 à 8,19 (figure 10). Ce sont des pH alcalins. L'apport de margine a un effet significatif ($p \leq 0.05$, annex01) sur le pH des monocultures et de la culture associée. Une diminution du pH du sol de la culture associée (pH=8.2sol et pH=8) avec l'apport de margine est observée. Par contre dans le cas des monocultures l'apport de margine induit plutôt une augmentation légère du pH. Ainsi, les cultures montrent une réponse contraire à l'apport de la margine sur le sol (pH=8 et pH=8.05), Cependant le test de Newman et Keuls classe les pH des sols traités et non traités des différentes cultures dans un même groupe (annex02). En effet les modifications de pH restent limitées, l'ensemble des pH restent alcalins.

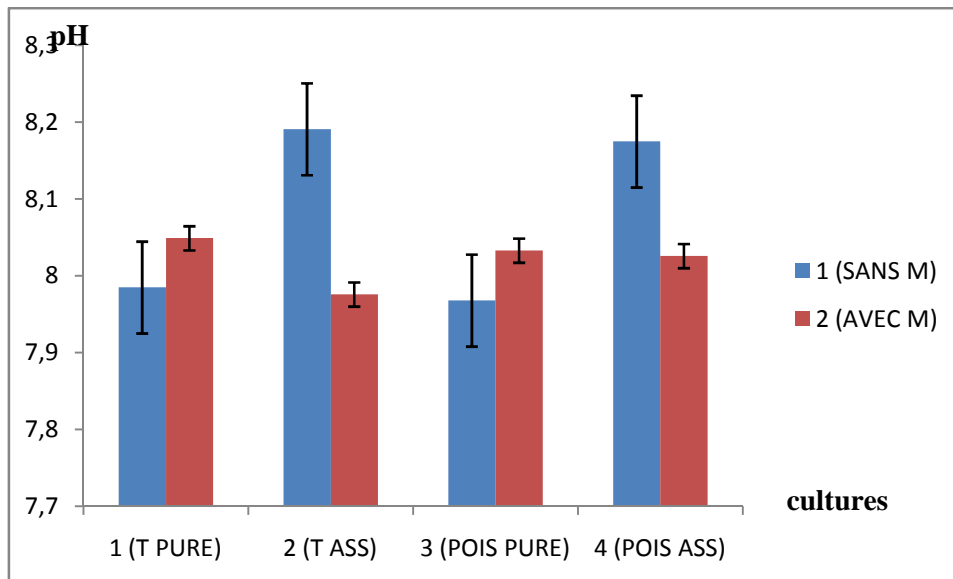


Figure10: effet de l'apport de margine sur le pH

Pour ce qui est de la culture associée, l'effet de l'acidité de la margine est accentué par l'effet rhizosphérique qui diminue le pH aussi. Ce double effet fait diminuer le pH malgré un taux de Ca CO_3 du sol suffisamment élevé pour induire un pouvoir un temps vis-à-vis du pH, qui limite la diminution du pH dans les sols. Par contre, dans le cas des monocultures l'effet de la margine ne semblerait pas accentuée par une acidification de la rhizosphère. Par conséquent, l'activité de la racine ne suffit pas pour provoquer la chute du pH, l'effet acidifiant de la rhizosphère est limité quand le triticales et le pois fourrager sont en monoculture. Concernant l'augmentation du pH avec l'apport de margine nous n'avons pas trouvé d'explication.

Sur le potassium assimilable(Ka)

De façon générale, l'apport de margine a augmenté (34mg/100g de terre) significativement ($p = 0$, annex03) la teneur en potassium assimilable sur le sol global (27mg/100g de terre et le sol rhizosphérique (figure 11)

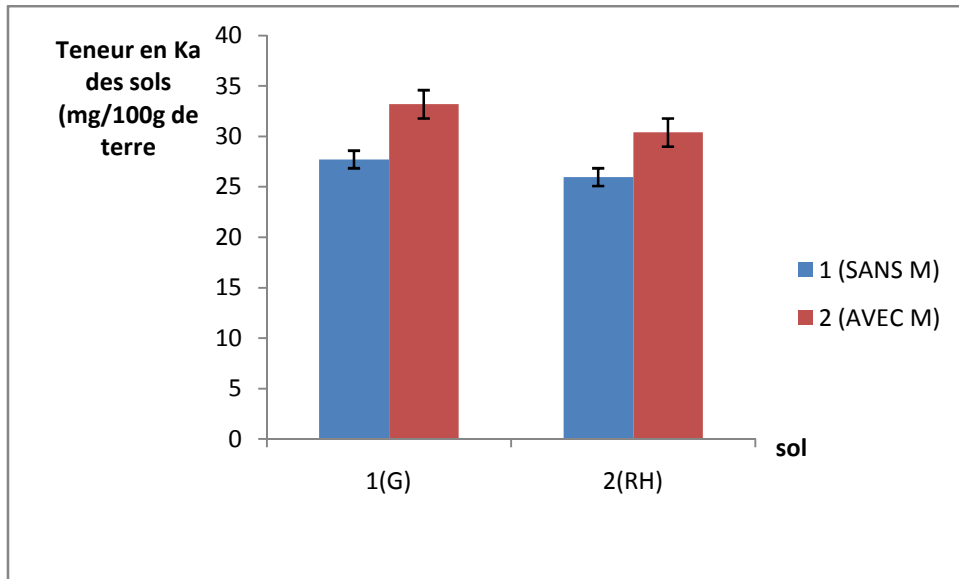


Figure 11 : l'apport de marge sur le potassium

Cet effet est marqué sur le sol global et le sol rhizosphérique des monocultures qui s'enrichissent en Ka. Le sol global avec (Ka= 27 et 34 mg/100g de terre) le sol rhizosphérique avec (Ka= 25 et 30mg/100g), du triticales s'enrichissent significativement en Ka ($p \leq 0.01$ figure 12) et du pois fourrager ($p \leq 0.001$, figure 13) en potassium assimilable.

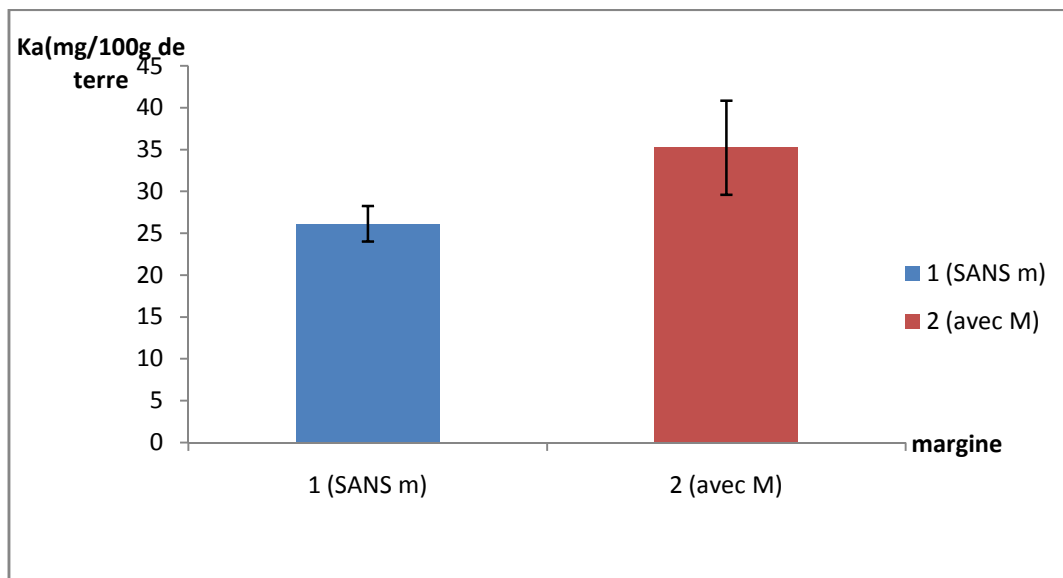


Figure 12: Effet de l'apport de marge sur la teneur en Ka des sols du triticales en monoculture.

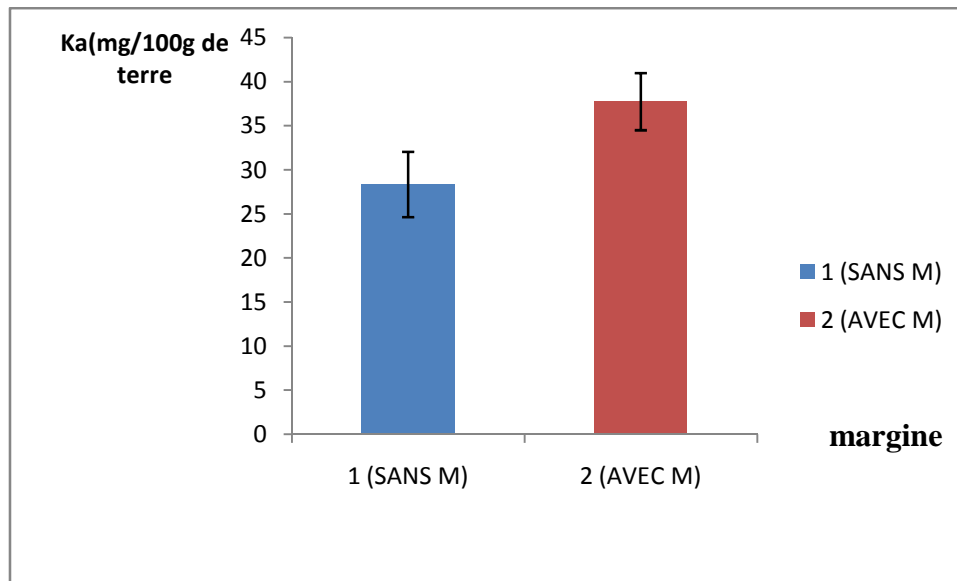


Figure13: Effet de l'apport de margine sur les teneurs en ka de la monoculture (pois fourrager)

La richesse de la margine en matière organique et en sels minéraux, notamment en potassium (Yakoubi ; 2010) permet d'enrichir le sol en potassium. En effet, Ben Rouina et al. (2014), signalent un apport de 175kg de Ka au sol pour une dose de margine de 50m³ /ha.

Malgré que nous n'avons pas pu doser le potassium contenu dans la margine utilisée pour le traitement, Ben Rouina et al,(2014) affirment que la composition chimique des margines tunisiennes utilisées durant 12années d'étude en potassium varie entre 4,37et 7.5g/l.

Sur la conductivité électrique(CE)

D'une manière générale, les valeurs de la CE varient de 0,18 à 0,49 ds/m,. Ces valeurs de la CE restent en dessous des normes indiquées pour un sol salé (0,6ds/m, norme AFNOR).

I.2Effet rhizosphérique

Sur la réaction du sol

D'une manière générale le pH diminue significativement au niveau de la rhizosphère comparativement au sol global ($p \leq 0.001$, annex04) figure14

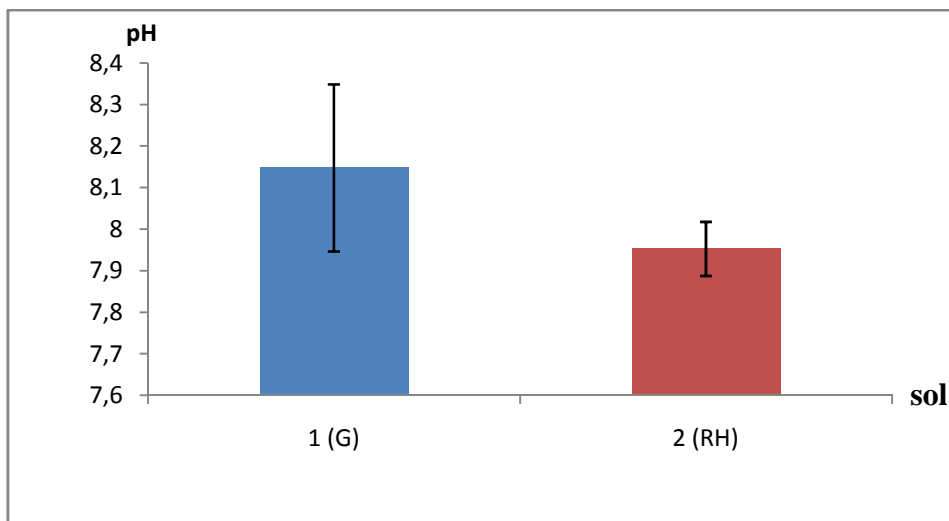


Figure14: Effet rhizosphérique sur le pH du sol

L'effet acidification de la rhizosphère de la culture associée et des monoculture serait due à l'exsudation de composés organiques et au prélèvement préférentiel de cations par la racine.

Sur la teneur de potassium assimilable

La variation de la teneur en potassium assimilable entre le sol global et le sol rhizosphérique des cultures associées et des monocultures (figure15)est significative ($p \leq 0.01$,annex05)

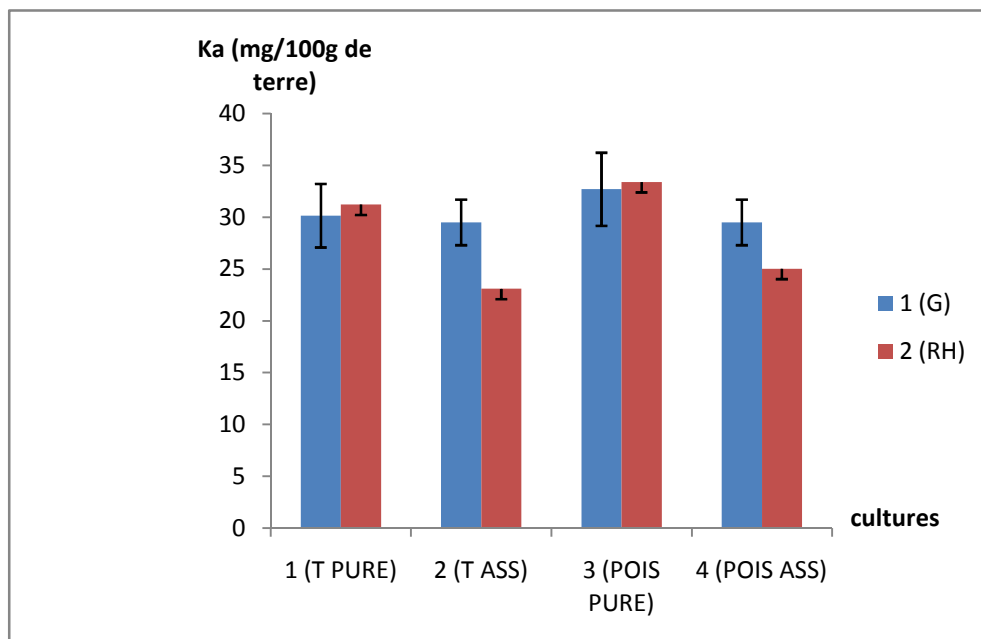


Figure15: Effet rhizosphérique sur le Ka

Le test Newman - Keuls classe les teneurs en potassium assimilable du sol rhizosphérique du triticale et du pois fourrager en association dans un même groupe. Pour ce qui est des teneurs en Ka du sol global de la culture associée et celles du sol global et rhizosphérique des monocultures dans un autre groupe (annex06)

-On constate une diminution significative de la teneur en potassium assimilable dans la rhizosphère (25,02 et 23.1mg/100g de terre) de la culture associée comparativement au sol global de la même culture (32,7mg/100g). Par contre, les teneurs en Ka du sol rhizosphérique (33.4 et 31.22 mg/100g de terre) et celles du sol global des monocultures (32.7 et 30.15) sont très proches, sans diminution dans la rhizosphère mais plutôt une légère augmentation pour ce qu'est de la culture associée la diminution de la teneur en Ka dans la rhizosphère peut être expliquée par l'absorption racinaires des deux cultures.

Il semblerait que l'association de culture Triticale /Pois fourrager appauvrit la rhizosphère en potassium assimilable de façon plus importante que dans le cas des monocultures. L'absorption du potassium assimilable est plus élevée dans le cas de la culture associée que dans celui des monocultures.

sur la conductivité électrique

En général, la conductivité électrique est significativement plus élevée dans le sol rhizosphérique comparativement au sol global ($p \leq 0.001$, annex07) (figure 16).

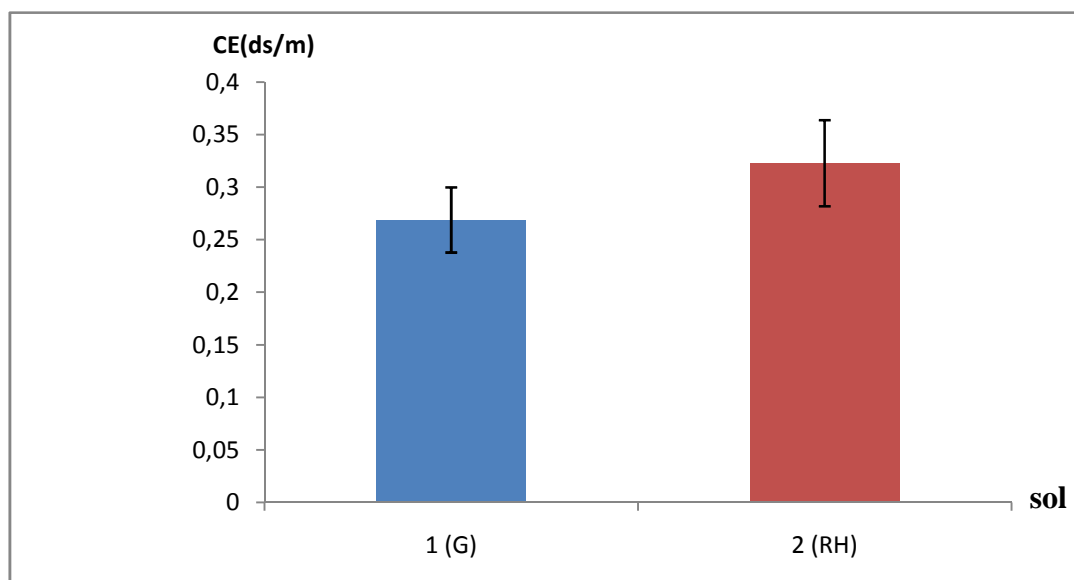


Figure16: Effet rhizosphérique sur la CE

Cette augmentation de la conductivité électrique dans la rhizosphère pourrait s'expliquer par un prélèvement préférentiel des cations K^+ , Mg^{+2} , Ca^{+} en grande quantité comparativement au Na^+ qui aurait tendance à s'accumuler et augmenter la CE à proximité immédiate de la racine.

I.3.Effet de l'association sur les sols

Sur la teneur en potassium assimilable

La variation des teneurs de potassium assimilable du sol des monocultures et celui de la culture associée (figure 17) est significatif ($p \leq 0.04$ annex 09)

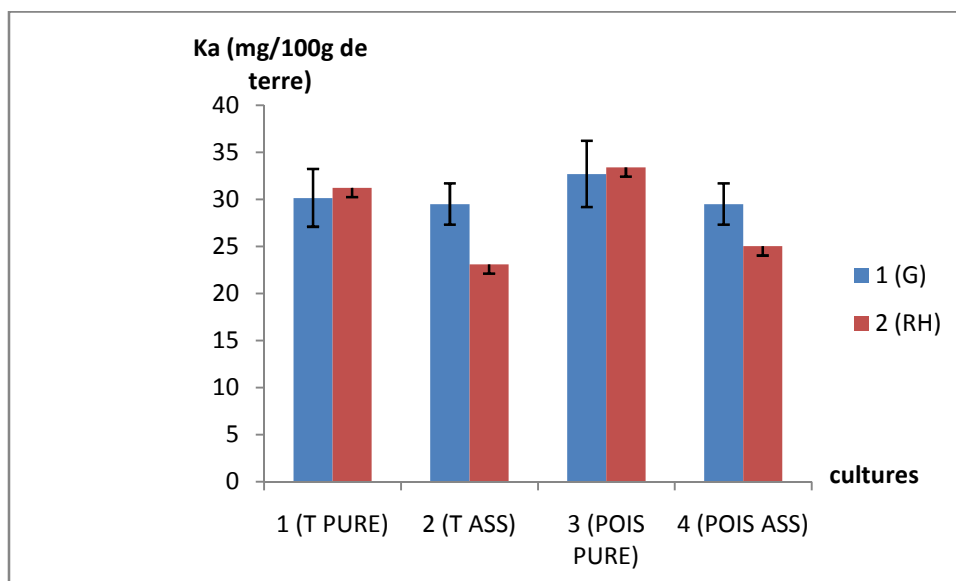


Figure17:Effet rhizosphérique sur le Ka

En effet, le test Newman Keuls (annex08) classe les teneurs de Ka du sol de la culture associée dans un groupe et les teneurs de Ka des sols des monocultures dans un autre groupe. (annex08). On constate une diminution de la teneur en potassium assimilable dans la culture associée comparativement à la monoculture.

II. Propriété des sols à 70 jours après semis

II.1.Effet de la marge et de l'association sur la teneur en potassium assimilable

De façon générale, les sols restent significativement ($p \leq 0.001$, annex09) enrichis en Ka comparativement au témoin après 70 jours de semis (figure 19). Le sol de la monoculture de pois fourrager présente la teneur de potassium assimilable la plus élevée avec une teneur de 31,63mg /100 de terre, lorsque il est irrigué avec de la marge. Le test Newman-Keuls

(annex10) classe le potassium du sol de cette culture dans le groupe A. L'examen du –() montre que c'est le triticale et le pois fourrager en culture associée avec ou sans margine qui appauvrissent le plus le sol en Ka(20.66mg/100g de terre) après 70 jours de semis. Ces résultats sont similaires à ceux de l'effet de la culture sur le Ka à 45 jours. L'association de culture a induit une diminution significativement $p \leq 0.001$ dans du potassium assimilable de sol comparativement au culture pure en absence de l'apport de margine

Le test de Newman –Keuls (annex10) classe le potassium assimilable du triticale et du pois fourrager la culture associée dans un groupe C.

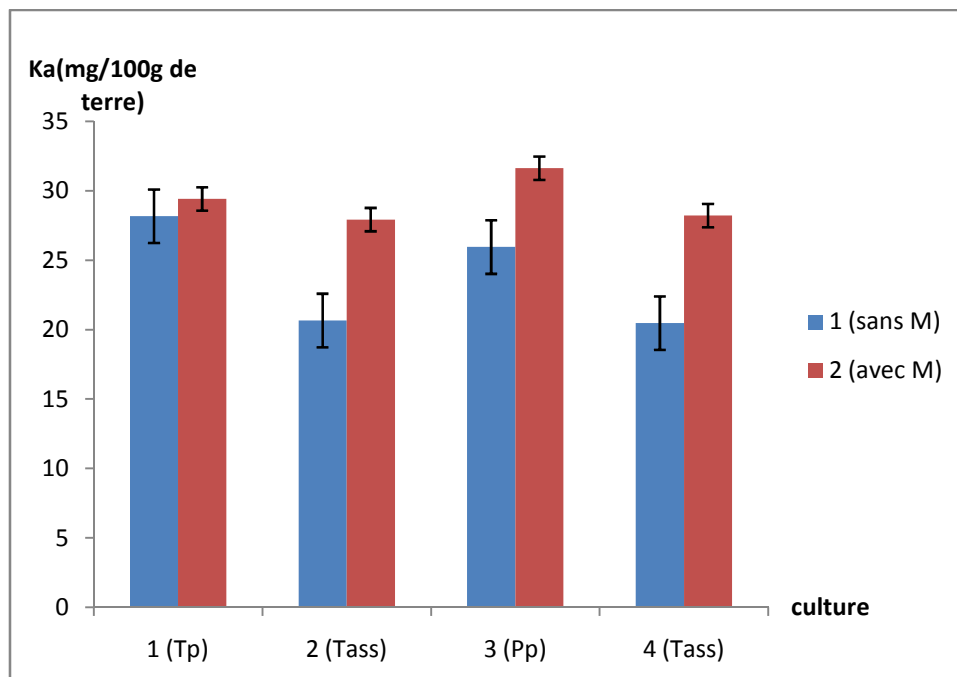


Figure18 :Effet de l'apport de margine sur le potassium assimilable

Ce qui précède indiquerait que l'absorption du potassium par la céréale et la légumineuse connaît une importante augmentation lorsque ces deux cultures sont conduites en associée.

II.2.Sur la conductivité électrique

D'une manière générale, les valeurs de la CE variée de 0,21 à 0,27 ds/m(figure20) sol salé (0,6ds/m (normes AFNOR ;annex17)

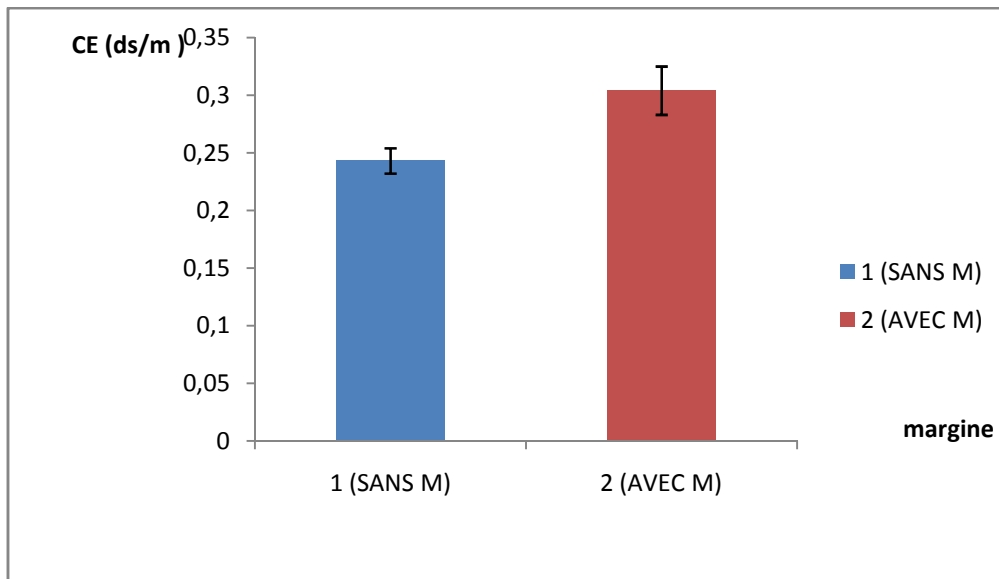


Figure19 : Effet de l'apport de margine sur la conductivité électrique des sols

La conductivité électrique augmente en fonction de la dose de margines apportée, comparativement au sol témoin. Les margines sont des effluents riches en potassium et sodium qui augmentent leur CE. Zendjari et Nedjmeddine, (2010 in Djebbar 2009) soulignent que l'augmentation de la salinité est proportionnelle à la dose de margines apportée.

II. 3.Effet rhizosphérique

Sur la teneur en potassium assimilable

De façon générale la teneur du potassium assimilable du sol rhizosphérique diminue significativement ($p \leq 0.05$) comparativement au sol global (figure20).

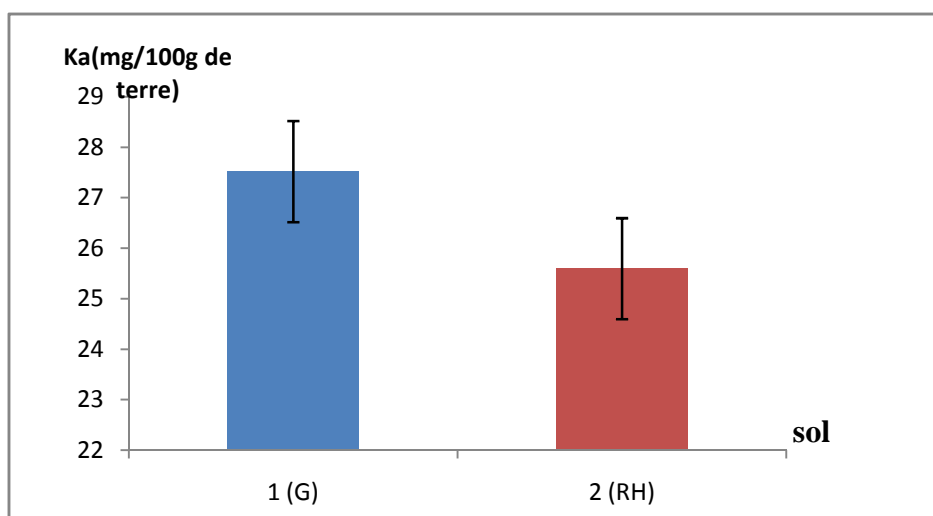


Figure 20: Effet rhizosphérique sur le potassium assimilable des sols

La diminution de potassium à proximité des racines des trois cultures est due au prélèvement du potassium assimilable par les cultures. Ces résultats sont en accord avec les travaux de Liu (1992) ; Xu et Liu (1983) ; Xuan (1982) in Cao Zhihong et al (1999 in Djebbar 2009)

Sur le pH

De façon générale pH diminue significativement ($p \leq 0,02$, annex12), dans la rhizosphère(7.91) comparativement au pH du sol global(8).figure 21

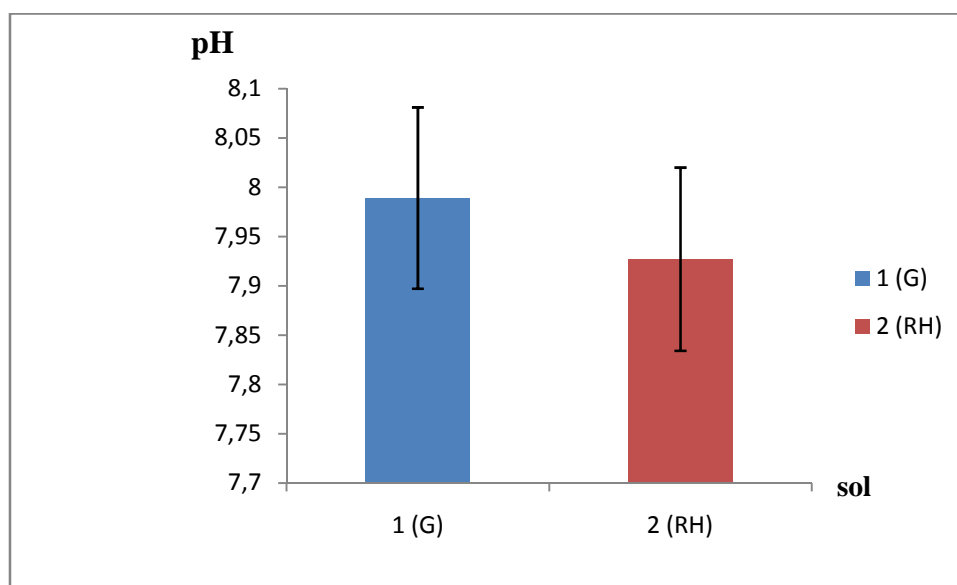


Figure 21: Effet rhizosphérique sur le pH.

Contrairement au pH du sol rhizosphérique qui n'a pas montré d'acidification après 45 jours après semis, à 70 jours après semis une nette acidification des pH apparaît dans la rhizosphère. La diminution de pH dans la rhizosphère sont expliquées des processus physiologique, l'absorption des ions l'exsudation d'anions organique (Hinsinger et al,2005 ;whalley et al ,2005 in Betencourt,2012)

III. Croissance végétale

III.1. Influence de la marge sur la levée

Tableau03 : Levée en pourcentage de graines semées

Culture marge	Triticale en monoculture	Pois fourrager en monoculture	Triticale associée	Pois fourrager associée
Absence de marge	95,4	96,2	97	96,7
Présence de marge	93,8	98,14	97,5	99,3

La levée est proche de 100% pour l'ensemble des cultures. Il est à noter que la levée du triticale a précédé celle du pois fourrager d'une semaine. Il semblerait que l'apport de marge n'ait pas d'effet phytotoxique sur la levée des graines.

II.2. Evolution des hauteurs des plants

Les hauteurs moyennes sont calculées à partir des mesures des plants chaque semaine, les résultats obtenus sont représentés les figures 22 et 23.

L'effet de la marge sur la hauteur des plants du triticale

À la troisième semaine après semis, la monoculture de triticale amendée avec de la marge présente des hauteurs plus faibles que celles de la culture sans marge. De plus un jaunissement des feuilles est observé entre la troisième et la septième semaine de culture. En revanche, à la septième semaine après semis la tendance s'inverse ; les hauteurs du triticale amendé avec la marge sont supérieures à celles du triticale sans marge (Figure A22).

Il semblerait que l'apport de marge a eu un effet dépressif sur les hauteurs des plants entre la troisième et la septième semaine de culture. Au bout de la septième semaine, les hauteurs du triticale reprennent leur évolution comparativement à celles du triticale sans marge qui se stabilisent. D'ailleurs, à la même période nous avons observé une disparition progressive du jaunissement des feuilles. Rinaldi et al (2003) ; qui ont apporté de la marge à une culture de blé dur au cours de la phase végétative observent la même dynamique de croissance.

Le triticale en monoculture et épandu avec de la marge a montré une bonne capacité de récupération à la septième semaine. Le triticale en association présente la même tendance que celle du triticale en monoculture (figure B22).

Effet de l'association

L'examen des figures C et D 22 ne montrent pas d'effet significatif de l'association de culture sur la hauteur, en effet les courbes de variation avec le temps se chevauchent que se soit pour le triticale en monoculture ou en associé

Effet de la marge sur les hauteurs des plants du pois fourrager

De façon générale, les hauteurs des plants du pois fourrager amendé avec la marge sont inférieures à celles de la culture non épandue avec de la marge (figure23), au contraire du triticale, la croissance du pois fourrager ne semble pas être améliorée par l'apport de marge.

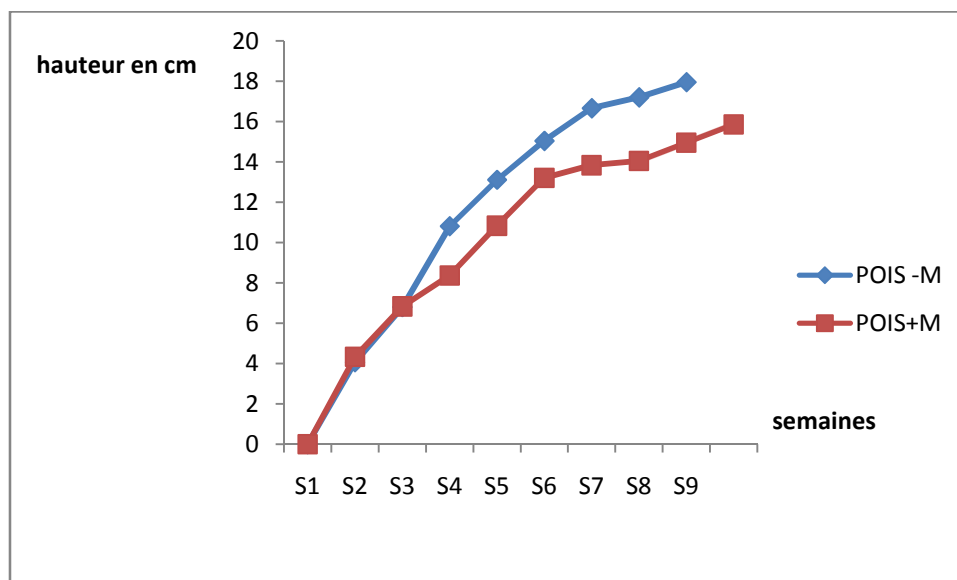


Figure23 : Effet d'apport de marge sur les hauteurs moyennes du pois fourrager

III. 3. Longueur racinaire

L'ANOVA révèle une différence significative ($p \leq 0.001$, tableau19) de la longueur racinaire avec et sans apport de marge, de la céréale et de la légumineuse en monoculture et en association à 45 jours et 70 jours après le semis (figure 24)

L'apport de marge induit une augmentation de la longueur à 45 et 70 jours après semis dans le cas du triticale en monoculture ou en association. La tendance est contraire dans le cas du pois fourrager. Sa longueur racinaire diminue avec l'apport de marge dans le cas de l'association de culture et de la monoculture.

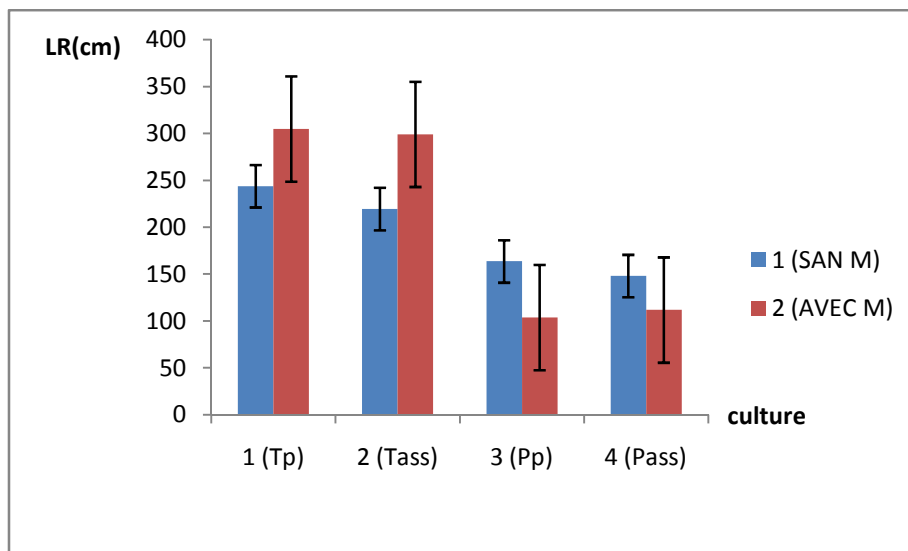


Figure 24: Longueur racinaire

III.4.Effet de la marge sur les associations symbiotiques(nodosités)

Sur le nombre de nodosités

L'analyse statistique a montré une différence très hautement significative entre le nombre de nodules de la racine du pois fourrager épandu avec la marge et celui du pois fourrager non épandu ($p=0$, tableau 20)

Le nombre de nodules est plus élevé sur la racine du pois fourrager épandu avec de la marge (123) comparativement à celui de la racine du pois fourrager non épandu (8) avec de la marge (figure 25). Il semblerait, que l'épandage de marge favorise la formation de nodules chez la légumineuse.

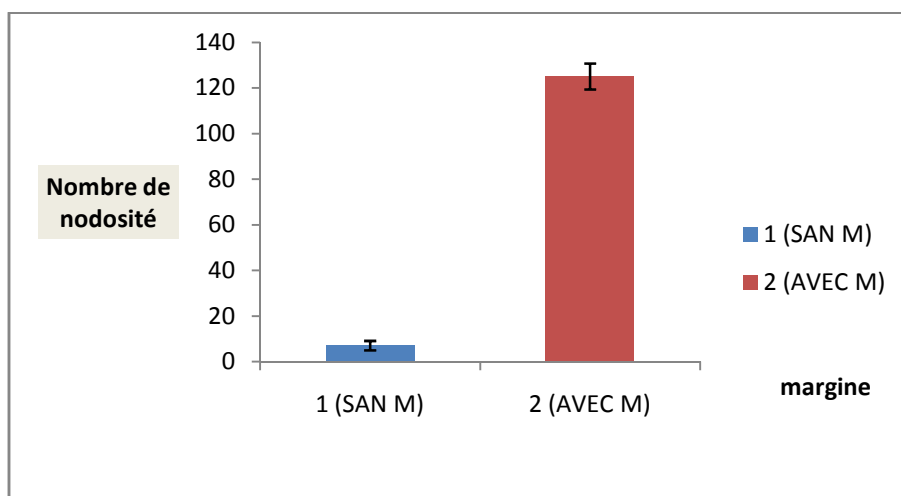


Figure 25: Effet de la marge sur le nombre de nodosités

Rapport de biomasse des nodosités/biomasse racinaire

Le rapport de la biomasse des nodosités/biomasse racinaire du pois fourrager épandu avec de la margine est plus importante (4%) que celle du pois fourrager non épandu avec de la margine (0,2%). la différence est significative ($p=0$, tableau 18)

L'apport de margine augmente la fréquence d'apparition des nodosités

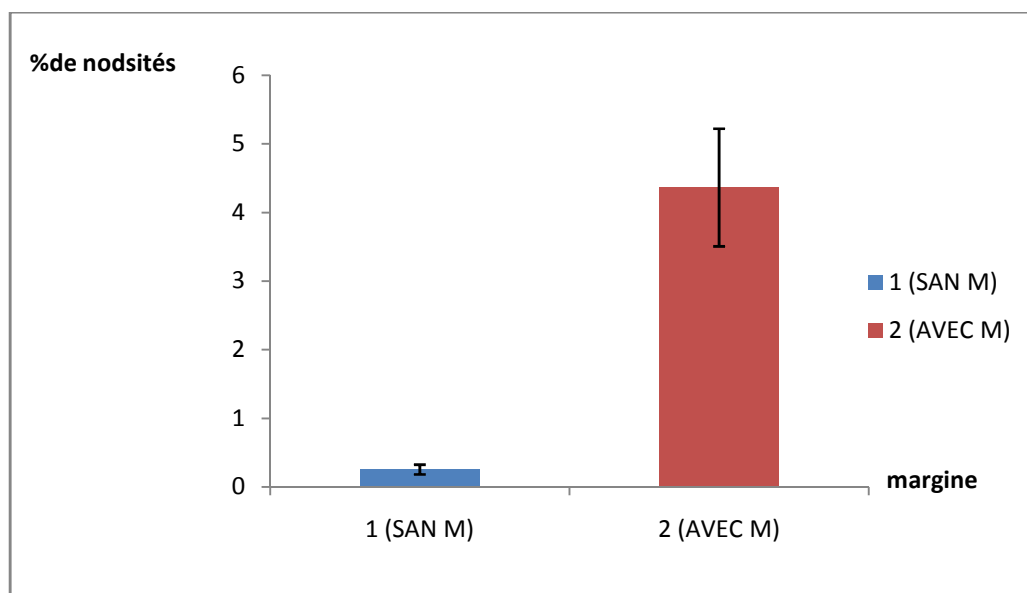


Figure 26: pourcentage de nodosités en présence et absence de margine

III.5. Morphologie de la racine du pois fourrager en présence et absence de margine

Les racines du pois fourrager épandu avec de la margine ont présenté un poids moyen plus élevé (0.07g /plant) comparativement au pois fourrager non amendé (0.05g/plant). Par contre la longueur racinaire est plus élevée (150cm/plant) chez le pois fourrager non épandu avec de la margine comparativement à la racine du pois fourrager épandu avec de la margine (100cm/plant).

Ramification et formation de nodosités sur la racine du pois fourrager

Au niveau des figures (27 et 28), on observe que la racine du pois fourrager épandu avec de la margine présente plus de ramification, comparativement à celle du pois fourrager non épandu avec de la margine, mais cette dernière présente un nombre de nodosités plus important que celui de la racine du pois fourrager non épandu avec de la margine.

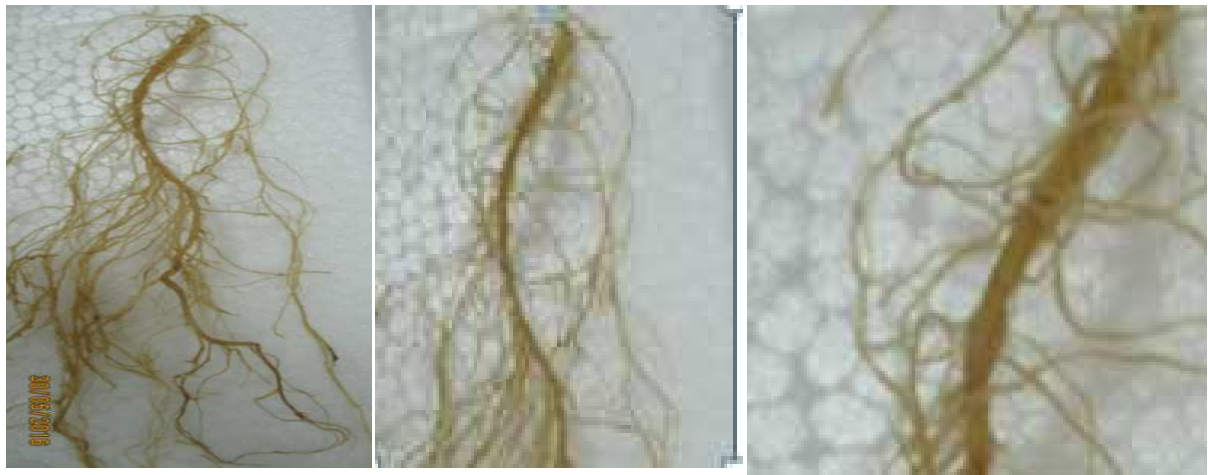


Figure 27: racine du pois fourrager non épandu avec la margine



Figure 28 : racine du pois fourrager épandu avec de la margine

III.6.Efficience des nodosités

Pour tester l'efficacité des nodosités, nous avons observé des coupes transversales très fines de nodosité sous microscope photonique grossissement(X400). Tout d'abord, sans coloration puis avec coloration au bleu de méthylène. Les résultats obtenus sont représentés dans les figures (29 et 30)

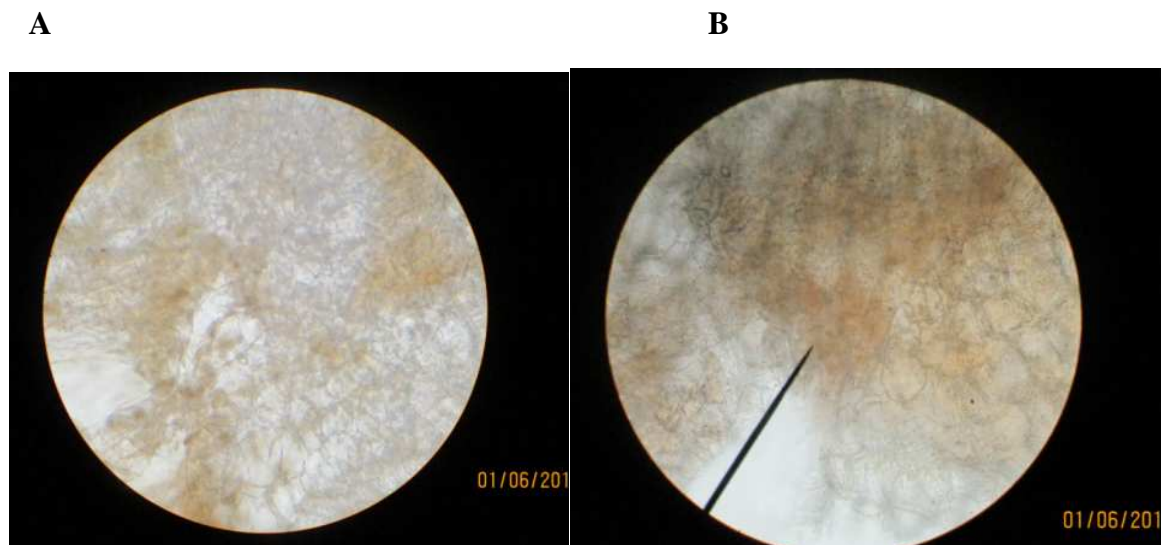


Figure29 : Observation directe sous microscope photonique sans coloration

La couleur rosâtre observé sur les coupes indique la présence de la leghémoglobiline synthétisée par la nodosité. On constate que la couleur rosâtre est plus abondante et plus foncée dans l'image B de la figure (29) comparativement à l'image A de la même figure. La nodosité de la racine du pois fourrager épandu avec de la margine synthétise plus de leghémoglobiline comparativement à celle de la racine du pois fourrager non épandu avec de la margine. L'apport de margine favoriserait l'efficacité de la nodosité, par conséquent une augmentation du taux d'azote atmosphérique fixé par la plante.

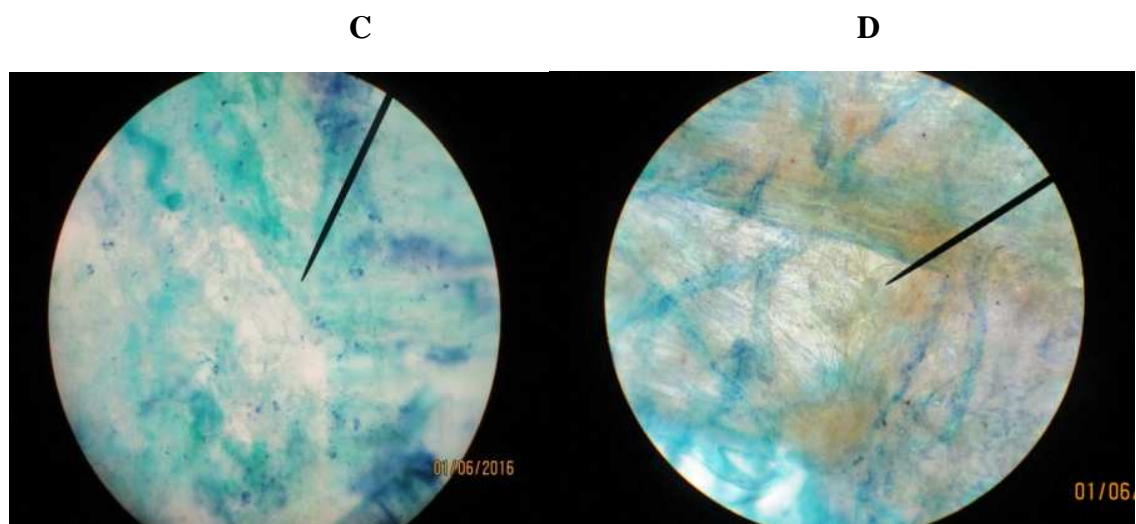


Figure30 : observation sous microscope après coloration

La couleur bleu foncé dans les images de la figure(30) indique la présence de colonies de bactéries (les rhizobiums). L'association de la couleur rose avec l'intensité de la couleur bleue

indique l'activité accentuée des rhizobiums. C'est le cas des nodosités du pois fourrager amendé avec la margine, (figure 30.D).

Avec la couleur rosâtre toujours qui indique l'efficacité des nodosités

Dans l'image **C** on observe des colonies de bactéries mais sans efficacité (la couleur rosâtre apparaît légèrement contrairement à l'image **D** où la couleur bleu foncé et la couleur rosâtre sont foncés et se observent très facilement.

En effet, il semblerait que les nodosités de la racine du pois fourrager épandu avec la margine sont plus efficaces que celles de la racine du pois fourrager non épandu avec la margine.

La diminution du poids racinaire, racine fine et ramifiée, nombre de nodules très faible sur la racine de la légumineuse sont des symptômes morphologiques qui peuvent être expliqués par un taux de phosphore faible dans le sol (Drevon et Sifi, 2000 in Boudanga, 2011). En effet le phosphore est également un ingrédient essentiel pour les bactéries *Rhizobium* pour convertir l'azote atmosphérique (N_2) en une forme utilisable par les plantes, ammonium (NH_4^+) (Zarrin et al. 2007 in Boudanga, 2011) En revanche dans les sols épandues avec la margine, on a constaté la formation de nodosités, poids élevé de la racine avec moins de ramification dans le cas du pois fourrager et puisqu'il s'agit du même sol la différence de résultats peut être liée à l'apport de margine.

Il semblerait que l'apport de margine enrichit le sol en phosphore.



Conclusion

Conclusion

L'objectif de ce travail était d'étudier l'impact de l'apport de margine sur la croissance et la biodisponibilité du potassium de la rhizosphère d'une culture associée triticale /pois fourrager

Les résultats obtenus montrent que :

- L'apport de margine augmente la teneur du sol en potassium assimilable ;
- L'apport de margine n'induit pas de salinisation des sols ;
- La teneur en potassium assimilable diminue dans la rhizosphère des monocultures et de la culture associée. Toutefois, l'appauvrissement en potassium assimilable est plus important dans la rhizosphère de la céréale et de la légumineuse en culture associée.
- L'apport de margine diminue le pH dans la rhizosphère du triticale et de la légumineuse en association.

La tendance générale de la biodisponibilité du potassium, du pH est semblable à 45 jours et 70 jours après semis.

Pour ce qui est de la croissance, les mesures biométriques réalisées ont montré que :

- L'apport de margine favorise la hauteur des plants de triticale conduit en monoculture ou en association à partir de la 7^{ème} semaine. Par contre, l'amendement en margine diminue les hauteurs du pois fourrager comparativement au témoin.
- L'amendement en margine améliore :
 - La longueur racinaire du triticale ;
 - le poids du système racinaire du pois fourrager ;
 - Le nombre de nodosité sur les racines du pois fourrager et leur poids ;
 - L'efficience des nodosités du pois fourrager.

La biodisponibilité du potassium est modifiée dans la rhizosphère du triticale et du pois fourrager conduits en monoculture et en association lorsque les cultures sont amendées en margine.

Pour ce qui est de la croissance, l'apport de la margine à amélioré la croissance du triticale à travers les hauteurs des plants et la longueur racinaire.

En perspectives

Ce travail gagnerait à être approfondi par :

Le dosage du phosphore, de l'azote et des oligoéléments dans le sol global et le sol rhizosphérique ;

Le dosage des phénols ;

La réalisation du diagnostic foliaire ;

L'étude de la microflore

Enfin, il est nécessaire de tester en conditions au champ, ces résultats préliminaires obtenus en conditions contrôlées.



Références Bibliographiques

Références bibliographiques

Anonyme 1, 2016 : [www, unifar.com](http://www.unifar.com)

Anonyme 2,2016 :www.interface-sol-racine.com

Anonyme 3. 2016:larousse.fr

Anonyme 4, 2016: www.extpdf.com

Anonyme 5, 2016.www.nodosité-legumineuse-racine.com

Aggoun. M ; Duriot. B ; Arhab. A ; Cornu. A ; Barkat .M et Graulet. B 2013 : Composition des margines issues de la production d'huile d'olive en vue d'une valorisation par la vache laitière,olive mill wastewater composition for valorisation by dairy cows. Renc. Rech. Ruminants 20.

Aissam.H,2003 :Etude de la biodégradation des effluents des huileries (margines) et leur valorisation par production de l'enzyme tannase .Thèse de doctorat. Université sidi mohamed ben abdellah.page 13-34.49-54.

Aouane M., 2008 : Impact de l'apport d'effluents d'huile d'olives sur les propriétés chimiques et la biodisponibilité du potassium dans la rhizosphère. Cas de l'olivieraie de l'I.T.A.F., de Takarietz. Béjaïa Thèse d'ing. U.M.M.T.O. 30-40 p.

Ben Rouina B ,AbichourM ,Rhouma A , Margdich S et S . Jilani ,2014 :l'épandage des margines sur les terres agricoles : résultats et gestion patique . E cole nationale d'agriculture de Meknés (Maroc).

Bouajila K, Ellefi K,et Taamalla H , 2015 : valorisation des margines pour améliorer la qualité des sols dans les zones arides tunisiennes,Ecole supérieure d'agriculture de mograne, tunisie.

Bouhireb S et Djebbar M : Impact de l'apport de margines sur les propriétés physiques, chimiques et le statut phosphaté dans la rhizosphère. Cas de l'olivieraie de l'I.T.A.F. de Sidi Aich, Béjaïa. Thèse d'ing. U.M.M.T.O. 15 p.

Bourbia S., : Biodisponibilité de potassium dans la rhizosphère de *Olea europea*-L thèse de doctorat, U.M.M.T.O. faculté des sciences Agronomiques et biologiques : 14p

Chopart J.L., 2005 : rôles des racines et leur évaluation dans le travail du sol, système racinaire des cultures annuelles tropicales : Effets du travail du sol sur les racines. CIRAD-CA. 3p. 1974.

Darrah P.R., Johnes D., 1994: role of derived organic acids in the immobilization of nutriment from the rhizosphere; plant and soil; 247-257 pp.

Dessaux ., Berlin G ., Hinsinger P., Iceanp., Nguyen Ch. et Henlin T., 2002:interaction sol, microorganisme, plante : division surface et interface continentales ; perspectives sci2002 ; synthèse de l'atelier n°7 ; 4 p.

Dessaux ., Berlin G ., Hinsinger P., Iceanp., Nguyen Ch. et Henlin T., 2002:interaction sol, microorganisme, plante : division surface et interface continentales ; perspectives sci2002 ; synthèse de l'atelier n°7 ; 4 p.

Doudauga .L ,étude de la performace de la symbiose féve (*Vicia faca*)rhizobia cultive sous differents niveaux du phosphore du sol et sélection des souches locales à haut potentiel de solubilisation du phosphore université de CA DAYYAD- Marrkaech.

Duchaufour PH., 1995 : pédologie : sol, végétation environnement ; 4^{ème} ed. Masson ; 324p.

Duchaufour PH, 2001 : Introduction a la science du sol. Sol, végétation, environnement, 6^{ème} édition. Ed. Dunod, Paris, 331 p.

El hajjouji.H, 2007 : Evolution des caractéristiques physicochimiques, spectroscopiques et écotoxicologiques des effluents d'huileries d'olive au cours de traitements biologique et chimique .Thèse de doctorat. L'institut national polytechnique de Toulouse. page13-24.

Elodie Betancourt ,2012 interaction entre céréale et légumineuse en association et acquisition de phosphore do sol : processus rhizosphérique sous-jacents thèse

Gobat J. M. Aragno M. et Matthey W., 1998 : Le sol vivant. Ed. Presse polytechniques et universitaires romandes. 550p.

Hinsinger P. et Jaillard B. 1993: Root-induced release of interlayer potassium and vermiculization of phlogopite as related to potassium and depletion in the rhizosphere of ryegrass. Journal of soil science, 44: 525-534 pp.

Jaillard D.2001 : flux de protons dans la rhizosphère et acidification des sols ; sol et environnement ; ENSAM INRA ; 2p.

Lakhtar.H, 2009 : Culture du *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler sur résidus oléicoles en fermentation en milieu solide, Transformation des polyphénols des margines. Thèse doctorat .L'université paul cézanne.page11-17.

Manel hamza.K ,2013 : Bioconversion enzymatique des composés phénoliques des effluents issus de l'extraction d'huile d'olive, une voie prometteuse de valorisation par la production de l'hydroxytyrosol naturel. Thèse de doctorat. Université de sfax

Mhiri A., 2002 : Le potassium dans les sols de Tunisie. atelier sur la gestion de la fertilisation potassique, acquis et perspectives de la recherche. Institut national agronomique de Tunisie.

Michel A., 2003 : diversité et fonctions des rhizosphères du blé: influence sur la qualité et la productivité du sol. page20-25.

Quemener J., 1984 : Les états du potassium dans le sol et conséquence sur l'alimentation des plantes. CRA agr. de France n°11 : 1377-1392

Rinaldi.M ;Rana .G et Introna.M, 2003 : olive moulin à eaux usées propagation dans le sud de l'Italie effets sur le blé dur.

Sahraoui. H ; Jrad. A et MelloulI.H.J ,2012 : Épandage des margines sur les sols agricoles, impacts environnementaux microbiologiques. Afrique science 08(1) 97 – 106.

Soltner D, 2003 : Les bases de la production végétale. Tome I le sol et son amélioration.23^{eme} ed. Ed. Sciences et techniques agricoles.472p.

Soltner D., 1990 : les bases de la production végétale. tome1.le sol18^{eme} edition.464p.)

Vilain M., 1993 : la production végétale. Volume 1 : les composantes de la production. Ed. Lavoisier.361p.

Yaakoubi. A. ;Chahlaoui1.A ; Rahmani.M ; Elyachioui.M et Oulhote.Y, 2009 : Effet de l'épandage des margines sur la microflore du sol. agrosolutions septembre vol. 20 no 1.

YaakoubI.A ;Chahlaoui.A ; Elyachioui.M et Chaouch.A ,2010 : Traitement des margines à ph neutre et en conditions d'aérobic par la microflore du sol avant épandage. bull. soc. pharm. bordeaux 149, 43-56.

ANNEX

Annex01 : Résultats d'analyse de variance de pH

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,475	63	0,055				
VAR.FACTEUR 1	0,117	3	0,039	1,355	0,26726		
VAR.FACTEUR 2	0,055	1	0,055	1,922	0,16853		
VAR.FACTEUR 3	0,612	1	0,612	21,306	0,00005		
VAR.INTER F1*2	0,251	3	0,084	2,915	0,04307		
VAR.INTER F1*3	0,07	3	0,023	0,811	0,49674		
VAR.INTER F2*3	0,774	1	0,774	26,947	0,00001		
VAR.INTER F1*2*3	0,215	3	0,072	2,496	0,06994		
VAR.RESIDUELLE 1	1,379	48	0,029			0,17	2,11%

Annex 02: Résultats du test de New- Keuls des pH

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2.0 1.0	T ASS SANS M	8,191	A
4.0 1.0	POIS ASS SANS M	8,175	A
1.0 2.0	T PURE AVEC M	8,049	A
3.0 2.0	POIS PURE AVEC M	8,033	A
4.0 2.0	POIS ASS AVEC M	8,026	A
1.0 1.0	T PURE SANS M	7,985	A
2.0 2.0	T ASS AVEC M	7,976	A
3.0 1.0	POIS PURE SANS M	7,968	A

Annex03 : Tableau d'analyse de variance pour le potassium assimilable

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2031,219	63	32,242	-	-	-	-
VAR.FACTEUR 1	466,184	3	155,395	13,816	0	-	-
VAR.FACTEUR 2	392,04	1	392,04	34,857	0	-	-
VAR.FACTEUR 3	82,81	1	82,81	7,363	0,00898	-	-
VAR.INTER F1*2	315,135	3	105,045	9,34	0,00007	-	-
VAR.INTER F1*3	167,715	3	55,905	4,971	0,00451	-	-
VAR.INTER F2*3	4,41	1	4,41	0,392	0,54136	-	-
VAR.INTER F1*2*3	63,065	3	21,022	1,869	0,14592	-	-
VAR.RESIDUELLE 1	539,86	48	11,247	-	-	3,354	11,44%

Annex04 : Résultats de l'analyse de variance pour le pH

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	3,475	63	0,055				
VAR.FACTEUR 1	0,117	3	0,039	1,355	0,26726		
VAR.FACTEUR 2	0,055	1	0,055	1,922	0,16853		
VAR.FACTEUR 3	0,612	1	0,612	21,306	0,00005		
VAR.INTER F1*2	0,251	3	0,084	2,915	0,04307		
VAR.INTER F1*3	0,07	3	0,023	0,811	0,49674		
VAR.INTER F2*3	0,774	1	0,774	26,947	0,00001		
VAR.INTER F1*2*3	0,215	3	0,072	2,496	0,06994		
VAR.RESIDUELLE 1	1,379	48	0,029			0,17	2,11%

Annex05 : Résultats du l'analyse de variance de potassium assimilable

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2031,219	63	32,242				
VAR.FACTEUR 1	466,184	3	155,395	13,816	0		
VAR.FACTEUR 2	392,04	1	392,04	34,857	0		
VAR.FACTEUR 3	82,81	1	82,81	7,363	0,00898		
VAR.INTER F1*2	315,135	3	105,045	9,34	0,00007		
VAR.INTER F1*3	167,715	3	55,905	4,971	0,00451		
VAR.INTER F2*3	4,41	1	4,41	0,392	0,54136		
VAR.INTER F1*2*3	63,065	3	21,022	1,869	0,14592		
VAR.RESIDUELLE 1	539,86	48	11,247			3,354	11,44%

Annex06 : Résultats du test de New man- Keuls pour potassium assimilable.

F1 F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0 2.0	POIS PURE RH	33,4	A	
3.0 1.0	POIS PURE G	32,7	A	
1.0 2.0	T PURE RH	31,225	A	
1.0 1.0	T PURE G	30,15	A	
2.0 1.0	T ASS G	29,5	A	
4.0 1.0	POIS ASS G	29,5	A	
4.0 2.0	POIS ASS RH	25,025		B
2.0 2.0	T ASS RH	23,1		B

Annex07 : Résultats du l'analyse de variance

de la conductivité électriques

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,253	63	0,004				
VAR.FACTEUR 1	0,02	3	0,007	3,876	0,0146		
VAR.FACTEUR 2	0,062	1	0,062	36,634	0		
VAR.FACTEUR 3	0,046	1	0,046	27,05	0,00001		
VAR.INTER F1*2	0,015	3	0,005	2,88	0,04485		
VAR.INTER F1*3	0,013	3	0,004	2,586	0,06296		
VAR.INTER F2*3	0	1	0	0,023	0,87452		
VAR.INTER F1*2*3	0,017	3	0,006	3,415	0,0244		
VAR.RESIDUELLE 1	0,081	48	0,002			0,041	13,88%

Annex08 : Résultats du test de New man- Keuls pour le potassium assimilable.

F1 F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0 2.0	POIS PURE RH	33,4	A	
3.0 1.0	POIS PURE G	32,7	A	
1.0 2.0	T PURE RH	31,225	A	
1.0 1.0	T PURE G	30,15	A	
2.0 1.0	T ASS G	29,5	A	
4.0 1.0	POIS ASS G	29,5	A	
4.0 2.0	POIS ASS RH	25,025		B
2.0 2.0	T ASS RH	23,1		B

Annex09: Résultats du l'analyse de variance de potassium assimilable

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1577,118	63	25,034				
VAR.FACTEUR 1	320,294	3	106,765	9,625	0,00006		
VAR.FACTEUR 2	480,979	1	480,979	43,361	0		
VAR.FACTEUR 3	59,155	1	59,155	5,333	0,02401		
VAR.INTER F1*2	105,263	3	35,088	3,163	0,03244		
VAR.INTER F1*3	68,234	3	22,745	2,05	0,11785		
VAR.INTER F2*3	3,024	1	3,024	0,273	0,61017		
VAR.INTER F1*2*3	7,73	3	2,577	0,232	0,87415		
VAR.RESIDUELLE 1	532,439	48	11,092			3,331	12,54%

Annex10: Résultats du test NEWMAN-KEULS pour le potassium assimilable

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0 2.0	Pp avec M	31,63	A		
1.0 2.0	Tp avec M	29,419	A	B	
4.0 2.0	Pass avec M	28,219	A	B	
1.0 1.0	Tp sans M	28,175	A	B	
2.0 2.0	Tass avec M	27,93	A	B	
3.0 1.0	Pp sans M	25,956		B	
2.0 1.0	Tass sans M	20,664			C
4.0 1.0	Pass sans M	20,471			C

Annex11: Résultats de l'analyse de variance de la conductivité électrique

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,028	15	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,015	1	0,015	46,471	0,00003		
VAR.FACTEUR 2	0,009	1	0,009	26,497	0,00028		
VAR.INTER F1*2	0,001	1	0,001	1,568	0,23304		
VAR.RESIDUELLE 1	0,004	12	0			0,018	6,58%

Annex12: Résultats de l'analyse de variance des pH du sol

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,912	63	0,014				
VAR.FACTEUR 1	0,111	3	0,037	3,353	0,02615		
VAR.FACTEUR 2	0,089	1	0,089	7,999	0,00672		
VAR.FACTEUR 3	0,063	1	0,063	5,649	0,02047		
VAR.INTER F1*2	0,104	3	0,035	3,145	0,0331		
VAR.INTER F1*3	0,004	3	0,001	0,114	0,95046		
VAR.INTER F2*3	0,002	1	0,002	0,204	0,65778		
VAR.INTER F1*2*3	0,009	3	0,003	0,256	0,85764		
VAR.RESIDUELLE 1	0,531	48	0,011			0,105	1,32%

Annex13 : analyse de la variance de la longueur racinaire

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	390272	63	6194,793				
VAR.FACTEUR 1	26803,75	1	26803,75	206,505	0		
VAR.FACTEUR 2	293414,9	3	97804,96	753,523	0		
VAR.FACTEUR 3	1977,344	1	1977,344	15,234	0,00037		
VAR.INTER F1*2	198,531	3	66,177	0,51	0,68124		
VAR.INTER F1*3	2899,219	1	2899,219	22,337	0,00003		
VAR.INTER F2*3	57839	3	19279,67	148,537	0		
VAR.INTER F1*2*3	909,031	3	303,01	2,334	0,08444		
VAR.RESIDUELLE 1	6230,25	48	129,797			11,393	5,71%

Annex14: résultats d'analyse de variance pour le nombre de nodosité

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	63224	15	4214,933				
VAR.FACTEUR 1	4355,992	1	4355,992	204,187	0		
VAR.FACTEUR 2	55696	1	55696	2610,75	0		
VAR.INTER F1*2	2916,008	1	2916,008	136,688	0		
VAR.RESIDUELLE 1	256	12	21,333			4,619	7,00%

Annex15 : résultats d'analyse de variance

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	75,17	15	5,011				
VAR.FACTEUR 1	1,442	1	1,442	3,352	0,0892		
VAR.FACTEUR 2	67,52	1	67,52	156,974	0		
VAR.INTER F1*2	1,047	1	1,047	2,434	0,14168		
VAR.RESIDUELLE 1	5,162	12	0,43			0,656	28,42%

Annex16: Normes d'interprétation de la réaction du sol (pH)

Valeur pH	Qualification
< 4,5	Extrêmement acide
4,6 à 5	Très fortement acide
5,1 à 5,5	Fortement acide
5,6 à 6,75	Faiblement acide

6,75 à 7,3	Neutre
7,4 à 7,8	Légèrement alcalin
7,9 à 8,4	Moyennement alcalin
8,5 à 9	Fortement alcalin
> 9,1	Très fortement alcalin

Annex17 :Normes AFNOR de la salinité du sol(C.E) (ds/m à 25 °C)

La C.E (ds/m)	Qualification
< 0,6	Non salé
0,6 - 1,4	Peu salé
1,4 - 2,4	Salé
2,4 - 6	Très salé

Annex18 :Normes d'appréciation du calcaire total du sol

CaCO₃%	Qualification du sol
5 à 12,5	Faiblement calcaire
12,5 à 25	Modérément calcaire
25 à 37,5	Assez fortement calcaire
37,5 à 50	Fortement calcaire
Plus de 50	Très fortement calcaire

Résumé

Les margines sont le sous-produit liquide obtenu à partir de l'extraction de l'huile d'olive. Les volumes importants générés, le pH acide, les concentrations élevées de matières organiques et de phénols rendent ce matériau difficile à purifier. En revanche, ces effluents sont riches en potassium et en azote. Une solution serait de les épandre sur les sols. Afin de valoriser le potassium des margines, une étude en conditions contrôlées sur leur effet, sans prétraitement, sur la croissance et la rhizosphère d'une culture associée triticales/pois fourrager a été menée. La dose utilisée était de 50m³/ha, dose autorisée par la loi sous climat méditerranéen. Les margines ont augmenté significativement ($p \leq 0.05$) la teneur en potassium assimilable aussi bien du sol global et rhizosphérique de la culture associée que celle des monocultures triticales et pois fourrager. Toutefois, l'augmentation du potassium était significativement ($p=0$) plus élevée dans le cas des monocultures. L'effet rhizosphérique se traduit par un appauvrissement significatif ($p \leq 0.049$) en potassium plus important dans la rhizosphère de la culture associée comparativement à celle des monocultures. La tendance générale de la biodisponibilité du potassium, du pH est semblable à 45 jours et 70 jours après semis. La longueur racinaire totale (LRT) a augmenté avec l'apport des EHO dans le cas du triticales en monoculture et en association : LRT = 212,15 cm/plant et en associé : LRT= 271cm/pl. L'apport de margine favorise la hauteur des plants de triticales conduit en monoculture ou en association à partir de la 7^{ème} semaine. Par contre, l'amendement en margine diminue les hauteurs du pois fourrager comparativement au témoin. L'amendement en margine améliore : le poids du système racinaire du pois fourrager, le nombre de nodosités sur les racines du pois fourrager et leur poids, l'efficacité des nodosités du pois fourrager. La valorisation des margines par épandage sur culture associée fourragère serait une solution agro écologique durable aux nuisances environnementales causées par le rejet incontrôlé des margines dans les oueds.

Mots clés : Margines, potassium, rhizosphère, association triticales/pois, valorisation.

Abstract

The margins are the liquid by-product obtained starting from the extraction of the olive oil. Generated large volumes, the acid pH, the high phenol and organic matter concentrations make this material difficult to purify. On the other hand, these effluents are rich in potassium and nitrogen. A solution would be the soil irrigation by these products. In order to valorize the potassium of the margins, a study in conditions controlled on their effect, without pretreatment, on the growth and the rhizosphere of an intercropping culture triticales/field pea was undertaken. The amount used was of 50m³/ha, amount authorized by the law under Mediterranean climate. The margins significantly increased ($p \leq 0.05$) as well of the bulk soil and rhizospheric potassium content of the intercropping associated as that with monocultures triticales and field pea. However, the increase in potassium was significantly ($p=0$) higher in the case of monocultures. The rhizospheric effect results in a significant decrease of potassium ($p \leq 0.049$) is more important the rhizosphere of the intercropping compared to that with monocultures. The general tendency of the biodisponibility of potassium, of the pH is similar to 45 days and 70 days after sowing. The total length racinaire (LRT) increased with the contribution of the margins in the case of the triticales in monoculture and association: LRT = 212,15 cm/plant and into associated: LRT= 271cm/pl. The contribution of margine supports the height of the seedlings of triticales leads in monoculture or association as from the 7th week. On the other hand, the amendment in margine decreases the heights of field pea compared to the witness. The amendment in margine improves: the weight of the system racinaire of field pea, the number of nodosity on the roots of field pea and their weight, the efficiency of nodosities of field pea. The valorization of the margins by spreading on fodder associated culture would be a durable ecological agro solution with the environmental harmful effects caused by the uncontrolled rejection of the margins in the oueds.