

« REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE »
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI -OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUE ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Mémoire de fin d'études



*En vue de l'obtention du diplôme Master II en Sciences Agronomiques
Spécialité : Science du Sol*

Thème

Etude de quelques paramètres biométriques chez trois variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris. L*) sous symbiose rhizobienne.

Réalisé par :

M^{elle} HADBI Samia

M^{me} MEZIANI Karima

Devant le jury:

Présidente: M^{me} OMOURI O.

Promotrice : M^{me} ALKAMA N.

Co-Promotrice : M^{me} TOUATI Z.

Examinatrice : M^{me} OMARI O.

Examinatrice : M^{me} ISSAOUN D.

M.A.A. à l'U. M.M.T.O.

M.C. A. à L'U.M.M.T.O.

Doctorante à L'U. M.M. T. O.

M.A.B. à L'U.M.M.T.O.

Doctorante à L'U.M.M.T.O.

Promotion 2017-2018

Remerciements

Je remercie d'abord le bon Dieu qui m'a donné la volonté pour réaliser ce travail et le courage pour surmonter les difficultés rencontrées.

Notre profonde gratitude et sincères remerciements vont à notre promotrice **M^{me} ALKAMA.N**, Maitre de conférences Classe A au département de agronomie UMMTO d'avoir accepté de nous encadrer et pour toute son aide et orientation.

Nos vont aussi aux membres de jury qui ont accepté de juger notre travail.
M^{me} OMOURI.O, Maitre assistante Classe A au département agronomie de UMMTO, pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Nos remerciements s'adressent aussi à **Mme OMARI. O**, Maitre assistante Classe B au département agronomie UMMTO d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciements vont également à **Mme ISSAOUN. D**, doctorante à UMMTO
Nos n'oublions pas de remercier vivement tous ceux qui ont aidé d'une façon ou d'une autre tout au long de notre projet de fin d'étude.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes très chers parents pour leurs soutient morals et leurs confiance dont ils ont fait preuve tout au long de mon cursus, que le dieu les garde.

A mes chères sœurs Hakima et ces enfants Sofiane, Yacine et Madjid, Ghania et ces enfants Rabah, Ali et Mayssa.

A mes frères Akli, Samir et Adel.

A mon cher mari « Nour » qui ma encouragé et soutenu même dans les moments les plus difficiles de mes études.

A tous mes amis (es) de la promotion Sciences du sol.

Je remercie de prés et de loin, toutes les personnes qui m'ont aidé à réaliser ce travail.

Karima

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes chères parents pour leurs sacrifices et leurs patiences, en m'ouvrant leurs bras dans les moments sombres et en m'aidant pour aller vers l'avant, vers un avenir meilleur, que dieu les garde.

Mes chères sœurs Faiza et ces enfants samy et massy, Razika et son petit fils Amirouche , Nassima et sa petite fille Manel,et amar. Malha ainsi que mes frères Faouzi, Ramdane et le petit Tahar.

A ma grand –mère

A toute ma famille.

A tous mes amis (es) de la faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques.

A toute personne que j'aime et toute autre que je n'ai pas pu mentionnée mais que je n'ai pas oubliée.

Samia

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 1

Chapitre I : Synthèse bibliographique.

1. Généralités sur les légumineuses	3
2. le haricot	3
2.1. Généralités sur le haricot	3
2.2. Classification de haricot	4
2.3. Exigences de la plante	5
2.3.1. Exigences climatique	5
2.3.2. Exigences édaphique	5
3. Intérêt de haricot	6
3.1. Intérêt nutritionnel	6
3.2. Intérêt agronomique	7
3.3. Intérêt économique	8
4. Production de haricot dans le monde	8
5. production de haricot en Algérie	9
6. La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique	9
6.1. La symbiose Rhizobium-légumineuse	10

6-2. Intérêt de la symbiose rhizobia-légumineuse	10
6.3. Formation des nodosités	10
7. Les facteurs agissant sur la fixation symbiotique.....	13
7.1. Facteurs externes	13
7.2. Facteurs internes.....	13

Chapitre II : Matériel et méthodes

1. Matériel d'étude	15
1.1. Matériel végétal	15
2.1. Le sol	16
2. Méthodes.....	18
2.1. Méthodes d'Analyse des propriétés physico-chimiques des sols	18
Granulométrie.....	18
pH.....	19
Conductivité électrique	20
Calcaire total.....	20
Matière organique.....	21
3. Réalisation de l'expérimentation.....	22
4 .Récolte	23
5 Paramètres mesurés	24
Analyse statistique.....	24

Chapitre III : Résultats et discussions

1. Résultats des analyses physique et chimiques des sols	22
1.1. Granulométrie	22
1.2. pH et calcaire	23
3.1. Matière organique	23
4.1. Conductivité électrique	23
2. Résultats biométriques	24
2.1. Biomasse sèche aérienne	24
Discussion	28
2.2. Biomasse sèche racinaire	28
Discussion	30
2.3. Biomasse sèche nodulaire	31
Discussion	32
2.4. Nombre du nodule.....	33
Discussion	34
Conclusion	35

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition en éléments nutritifs	6
Tableau 2 : Valeur nutritionnelle du haricot vert en g/100g de graines	7
Tableau 3 : Teneurs en éléments minéraux des cendres du haricot en %	7
Tableau 4 : Superficie et production du haricot sec en Algérie	9
Tableau 5 :l'origine et les caractéristiques de la semence	15
Tableau 6 : Les caractéristiques de dispositif expérimental	23
Tableau 7 : Résultats d'analyses physique et chimique différents sols.....	25
Tableau 8 : Résultat de l'analyse de la variance pour la biomasse sèche aérienne	27
Tableau 9 : Résultat de l'analyse de la variance pour la matière sèche racinaire.....	29
Tableau 10 : Test de Newman et Keuls pour la biomasse sèche racinaire (effet variétal).....	29
Tableau 11 :L'analyse de la variance pour la biomasse sèche nodulaire	31
Tableau 12 :Test de Newman et Keuls pour la matière sèche nodulaire (effet variétal)	31
Tableau 13 : Résultat de l'analyse de la variance pour le nombre de nodule.....	33
Tableau14 : Test de Newman et Keuls pour le nombre de nodules (effet variétal).....	34

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Développent des nodules sur des racines (Perry et <i>al</i> ; 2004)	12
Figure 2: Les différentes variétés de haricot utilisent (photo originale, 2018)	15
Figure 3: Carte géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (D.G.F.T.O) 2017	16
Figure 4: Les différents sols utilisés (Photo originale, 2018)	17
Figure5 : Analyse granulométrique. (Photos originale, 2018)	18
Figure 6: Matériels utilisé (A- balance analytique. B- agitateur. C-pH-mètre) (Photo originale, 2018)	19
Figure 7 : Conductimètre (mesure de la CE de déférents sols).....	20
Figure 8 : Analyse de calcaire total (A-HCl, B-Bain de sable,-C-Photo originale)	21
Figure 9: Dispositif expérimentale (photo originale, 2018).....	22
Figure 10 : Partie racinaire du haricot ,collecte des nodules (photo originale,2018).....	23
Figure 11: Variation de la biomasse sèche aérienne en fonction des variétés de différents sols	27
Figure 12 : Variation de biomasse sèche racinaire en fonction de variétés de différents sols	28
Figure 13 : Variation de la biomasse nodulaire en fonction des variétés de différents sols.....	30
Figure 14: Variation de nombre nodulaire en fonction de variétés au niveau de différents sols,	33

Liste des abréviations

A : Argiles

BSA : Biomasse sèche aérienne

BSR : biomasse sèche racinaire

BSN : Biomasse sèche nodulaire

C : variété contender

L : Limons

M.O : Matière organique.

mg : Milligramme

M.S : Matière sèche

NN : Nombre des nodules

P : Poids du sol

Q : Quotient d'Emberger

SF : Sables fins

SG : Sables grossiers

SO₄ : Sulfate

T :Téma

T° : Température

V:volume

Vt : Volume de témoin

Introduction

Les légumineuses font partie de l'alimentation et constituent une principale source de protéines disponibles localement dans les pays en voie de développement. Elles présentent une grande importance alimentaire, économique et agronomique. Parmi ces légumineuses figurent le haricot, le pois chiche, la fève, et la lentille.

Elles sont présentes dans le régime alimentaire de plusieurs millions de personnes dans le monde entier. Elles sont riches en protéines (teneur deux à trois fois plus élevée que la plupart des céréales), constituent une bonne source d'énergie et fournissent de nombreux éléments minéraux essentiels comme le fer et le calcium. Dans la plupart des pays à faibles revenus, près de 10% de la consommation journalière de protéines et près de 5% de l'apport énergétique proviennent de légumineuses (Anonyme, 2012).

En Algérie, la culture des légumineuses a un intérêt national, car elle doit permettre de satisfaire les besoins alimentaires, réduire les importations et limiter la dépendance alimentaire vis-à-vis de l'étranger (Zaghouane., 1997).

L'azote est un élément majeur qui joue un rôle fondamental dans la constitution de la matière vivante. L'atmosphère est la principale réserve naturelle d'azote (80%) Vance., 2001 ; Kneip et al., 2007). Malheureusement cet azote moléculaire, en abondance considérable, n'est pas accessible à la plupart des êtres vivants. L'azote combiné est la seule forme biologique assimilable par les plantes et les animaux. La fixation symbiotique joue donc un rôle important dans le cycle de l'azote dans l'écosystème tout entier puisqu'elle constitue la plus grande source d'azote combiné produit dans la nature (Voisin et Gastal., 2015).

Ce phénomène est très important pour la production végétale car il permet de minimiser les dépenses, de réduire les apports d'engrais azotés et donc éviter les problèmes écologiques liés à l'usage de ces engrais. La capacité de fixer l'azote est restreinte à environ 200 espèces bactériennes (De Lajudie., 1983). Parmi les bactéries autotrophes vis-à-vis de l'azote les symbioses *Rhizobium-légumineuses*, constituent un groupe dont l'importance est considérable, puisqu'elles peuvent fixer jusqu'à 400 kg/ha d'azote dont 200 kg demeurent dans le sol après la récolte (Newton., 2007 ; Stacy., 2007).

Les bactéries symbiotiques fixatrices d'azote, bien que constituant sur le plan morphologique et écologique, un groupe assez homogène, offrent cependant une certaine

variation dans l'aptitude à réaliser la symbiose avec les différents genres de légumineuses (Young., 2003 ; Zurdo-Pinéro et al., 2007). Chaque souche de Rhizobiane peut former de nodules et fixer l'azote que sur un nombre limité d'espèces de légumineuses. Cette spécificité d'hôte a été depuis longtemps mise en évidence et a conduit à la constitution de groupes d'inoculation croisée pour les légumineuses et à la définition d'espèces de *Rhizobium* correspondantes (Van Berkum Early., 2002 ; Sy et al., 2001).

L'objectif principal de notre travail vise à étudier le potentiel de nodulation de trois variétés de haricot commun (El-Djadida, Contender et Téma) cultivées dans quatre sols différents.

Notre hypothèse de départ consiste à dire que la différence des caractéristiques des sols induirait une différence dans la nodulation des trois variétés.

Notre travail est organisé en plusieurs chapitres :

Le premier chapitre est consacré à la synthèse bibliographique

- ✓ Le second chapitre est consacré à la partie matériel et méthodes.
- ✓ Le troisième chapitre est consacré aux résultats et discussion.
- ✓ Et enfin, ce travail est clôturé par une conclusion générale suivie de perspectives.

1. Généralités sur les légumineuses

Les légumineuses ou *Fabaceae* sont classées parmi les Angiospermes, Il s'agit de la troisième plus grande famille des Angiospermes en nombre d'espèces (après les Orchidaceae et les Asteraceae), avec 727 genres et près de 18000 espèces (Cronk et al., 2006). Elles constituent de loin le groupe le plus important de plantes participant à la fixation de l'azote avec des bactéries symbiotiques appelées rhizobia (Raven et al., 2000).

Deux groupes de légumineuses peuvent être distingués:

Les légumineuses fourragères (trèfle, luzerne, sainfoin...) consommées soit directement par pâturage des prairies, soit récoltées sous forme de fourrage, voire déshydratées

Les légumineuses cultivées pour leurs graines. Dans cette catégorie, on distingue encore, Les espèces à graines riches en protéines et en huiles, sans amidon, classées comme oléagineux (soja, arachide,) et les espèces à graines riches en protéines, classées comme protéagineux (pois, féverole, fève,) ou légumes secs (haricot, lentille, pois chiche,) (Zhu et al., 2005). Les légumineuses à graines constituent toujours une part importante de l'alimentation du monde, particulièrement dans les pays en développement où elles sont la principale source de protéines pour l'Homme. C'est le cas de la Fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le Haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Amérique Latine, le Pois Chiche (*Cicer arietinum*), la lentille (*Lens culinaris*) et le Soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'Arachide (*Arachis hypogea*) et le Pois (*Pisums ativum*) dans le monde entier (Zhu et al., 2005).

2. Le haricot

2.1. Généralités sur le haricot

Le Haricot (*Phaseolus Vulgaris*) est né en Amérique du sud et centrale et fut introduit en Europe dès le XVIème siècle. Ce genre comprend une extraordinaire diversité. Le haricot commun est beaucoup cultivé dans son lieu d'origine, l'Amérique centrale (Mexique, Pérou). Selon (Laumonier., 1979), cette variabilité génétique a donné naissance à un nombre important de variétés qui diffèrent par leurs formes les plus variées, par la couleur des fleurs et la façon de le consommer et par la taille de haricot (40 cm à 2 m) de haut dont nous distinguons :*Phaseolus Vulgaris* covariété *nanus*, appelé haricot nain, à tige cylindrique et à croissance indéterminée (2 à 3 m de hauteur).

Un certain nombre de variétés développent, à compter d'un certain stade de leur végétation, des tissus parcheminés situés à l'intérieur de la gousse, on les réunit alors dans le groupe des haricots dits à parchemin pour filets ou encore pour certaines à écosser. Par contre d'autres ne présentent pas de membrane parcheminée. Ces dernières sont classées dans le groupe des haricots sans parchemin ou mangetout. Le grain peut être tout petit ou très gros, rond ou réniforme, blanc, rose, jaune, vert, noir, bleue tacheté, strié (Chazalet.,2004). Il existe 200 espèces différentes, mais les plus répandues et cultivées sont au nombre de 4 ; le *Phaseolus coccineus* ou haricot d'Espagne, le *Phaseolus lutanus* ou haricot de lima, le *Phaseolus Acutifolius*, le *Phaseolus Vulgaris* ou haricot commun qui est le plus important (Chazalet ,2004).

2-2 : Classification du haricot

Selon l'APG (2003) (on attribue à l'haricot commun la classification suivante :

Classification classique	classification phylognétique
Règne : <i>Plantae</i>	Clade : <i>Angiospermes.</i>
Sous règne : <i>Tracheobionta</i>	Clade : <i>Dicotylédones vraies.</i>
Division : <i>Magnoliophyta.</i>	Clade : <i>Rosdées.</i>
Classe : <i>Magnoliopsida</i>	Clade : <i>Fabidées.</i>
Sous classe : <i>Rosidae</i>	Ordre : <i>Fabale.</i>
Ordre : <i>Fabale</i>	Famille : <i>Fabaceae.</i>
Famille : <i>Fabaceae</i>	Genre : <i>Phaseolus.</i>
Genre : <i>Phaseolus</i>	Espèces : <i>Phaseolus Vulgaris.</i>
Espèce : <i>Phaseolus Vulgaris</i>	

2.3. Exigences de la plante

2.3.1. Exigences climatiques

❖ La lumière

Le haricot est très exigeant en lumière, en particulier durant les premiers stades de son développement. L'intensité lumineuse optimale pour une bonne croissance est de 50000 lux (Berget, 1989).

❖ La température :

Les semences ne germent en plein sol qu'au dessus de 11°C (Laumonnier., 1979). Le haricot est plus une plante thermophile qui exige une somme de température allant de 1800 à 2000°C, pendant toute sa période de végétation (Chaux et Foury., 1994). Pour que la floraison s'effectue il est nécessaire que la température journalière de l'air soit de 20 à 28°C.

❖ L'humidité

La culture du haricot craint les fortes humidités, celles-ci favorisent la prolifération des maladies. Une humidité supérieure à 80% provoque des couleurs des fleurs (Bollinge., 1979).

2.3.2. Les exigences édaphiques

❖ L'eau

Le haricot est une plante hydrophile. D'après Ayers et Westcott (1984) l'apport d'eau est à peu près le même pendant une bonne partie de cycle végétatif. Le stade de floraison et la nouaison (formation des gousses) sont les périodes où les besoins en eau de la plante sont les plus importants. Lors desquelles le déficit hydrique fait diminuer considérablement le rendement. (Chaux et Foury., 1994).

❖ Le sol

Selon laumonnier (1979) les sols destinés à la culture du haricot doivent présenter des caractéristiques générales de perméabilité, de bon état sanitaires et de richesse relative. Le même auteur précise que les sols les plus indiqués sont ceux à caractère argileux-siliceux. C'est une culture qui réagit mieux à une bonne structure du sol.

Les sols lourds, compacts, mal drainés, encroutés, augmentent le risque d'une levée inégale et de faible peuplement. L'encroutement nuit à la pénétration de l'air et de l'eau et produit un sol consolidé qui restreint la croissance des racines.

❖ pH du sol

L'optimum de pH pour la culture du haricot se situe entre 6,1 et 7,4 en sols acides on risque d'obtenir une levée non uniforme et les plants seront très sensibles aux maladies racinaires devient très faible (Chet Foury ,1994). La culture est sensible à la présence de hauts niveaux d'Al et de Mn soluble.

❖ **Les éléments nutritifs**

Le fait que les légumineuses sont approvisionnées en azote par les rhizobia ne signifie pas d'écarter toute idée de fumure azotée. En effet, les nodosités des racines ne se développent pas au début de la végétation de la plante. Il est alors nécessaire de lui fournir de l'azote assimilable au début de la culture (Laumonnier., 1979). Par contre, il est indispensable d'établir un bon équilibre des fumures phospho-potassiques pour lesquelles le haricot est exigeant (laumonnier., 1979). Le même auteur précise les apports en N, P et K préconisés et qui sont additionnés à 25 tonnes de fumier très décomposé, à l'hectare, pour la culture du haricot, qui sont indiqués dans le tableau :

Tableau 1 : composition en éléments nutritifs du haricot.

Engrais	Haricot vert	Haricot à écosser
Ammonitrate	50	30
Superphosphate	70	110
Sulfate de potasse	150	150

Source: Laumonnier (1979).

3. Intérêt du haricot

3.1. Intérêt nutritionnel

Les légumineuses à graines fournissent des grains riches en protéines (20 à 25%), soit deux fois plus que les céréales (Soltner, 2003). Cette richesse permet de compenser en partie, le déficit en protéines animales dans les pays tropicaux et en voie de développement (Broget., 1989).

Le haricot apporte une foule d'éléments nutritifs : protéines, vitamines A, B9 et C, phosphore, silice, calcium (Borel.,1997). La valeur nutritionnelle est motionnée dans le tableau suivant :

Tableau 2 : valeur nutritionnelle du haricot vert en g/100g de graines.

Composant Variété	Protéines	Lipides	Glucides	Fibres	Sels minéraux	Calories
<i>Phaseolus.v.</i>	20-27	1-2	60-65	4-5	4-5	431

Source : Borget, (1989).

La composition en éléments minéraux est donnée par le tableau suivant :

Tableau 3 : Teneurs en éléments minéraux des cendres du haricot en %

Eléments	K	P	Ca
%	1,2-1,9	0,41-0,5	0,1-0,2

Source : chaux et foury, (1994).

3.2. Intérêt agronomique

Les légumineuses sont d'un grand intérêt agronomique comme précédent cultural. Dans les systèmes céréales-légumineuses, les précédents légumineux peuvent augmenter les rendements de la céréale subséquente de 35 à 50% (Peoples et Crasswel., 1992). (Btiono et al., 1991) ont démontré que le précédent niébé augmentait les rendements du mil de 58 à 100%.

Les légumineuses prennent généralement plus de la moitié de leurs besoins en azote dans l'atmosphère (Peoples et al., 1995). Elles prélèvent alors moins d'azote et le concentrent plus que les autres plantes non fixatrices. Selon (Danso., 1995) l'azote de la fixation symbiotique a une contribution plus importante pour la croissance des plantes comparativement aux engrais azotés appliqués dans l'agriculture des pays en développement. L'azote fixé dans l'atmosphère contribue pour 50% à 60% du N₂ des légumineuses à graines, 55 à 60% du N₂ des arbres fixateurs d'azotes, 70 à 80% du N des légumineuses fourragères (Danso, 1995).

L'effet bénéfique des légumineuses ne se limitant pas seulement à l'azote organique recyclé par les résidus des légumineuses, elles améliorent également l'absorption de l'azote provenant de l'engrais.

3.3. Intérêt économique

Phaseolus vulgaris est une légumineuse alimentaire fondamentale dans de nombreux pays d'Afrique il s'agit pour les familles de cette région, d'une source importante de protéines de fer, de zinc et de fibres. En tant que légumineuse, sa culture améliore la fertilité des sols ainsi que l'approvisionnement alimentaire et les revenus des ménages. Les agriculteurs apprécient particulièrement car elle pousse vite et peut facilement s'associer à d'autres cultures.

Le haricot représente une source de revenus importante pour des millions de personnes notamment dans les milieux ruraux. Il constitue la principale légumineuse alimentaire de plus de 300 millions de personnes en Amérique latine. En Amérique centrale et en Afrique de l'est (Silue et al., 2010).

4. Production de haricot dans le monde

La production mondiale de l'haricot vert est de 20 737 millions de kilos avec une superficie totale de 1,53 millions d'hectares, selon les données de Faostat, organisme de statistique de l'Organisation des Nations Unies de l'alimentation et de l'agriculture (FAO), obtenues en 2012. Sur cette production mondiale, la Chine est en tête de liste avec un volume total de 16 200 millions de kilos produite sur une superficie de 625 000 hectares, suivie par l'Indonésie qui a produit 871,17 millions de kilos sur une superficie de 126 400 hectares et l'Inde avec 620 millions de kilos et 220 000 hectares.

La quatrième position est occupée par la Turquie, qui a produit cette année 614,96 millions de kilos d'haricot verts sur une superficie de 74 000 hectares. En sixième position l'Égypte avec 251,28 millions de kilos et une superficie de 24 307 hectares. L'Espagne est en septième position avec 165,4 millions de kilos, cultivés sur une superficie de 9900 hectares, suivie de l'Italie en huitième position avec 134,12 millions de kilos et une superficie de 16 539 hectares. Le Maroc est classé neuvième avec une production de 133,74 millions de kilos sur une superficie de 5 649 hectares.

5. Production de haricot en Algérie

L'Algérie est considérée comme un grand consommateur de légumes secs. Cependant les superficies réservées à cette culture restent limitées.

D'après le ministère de l'agriculture et de développement rural (MADR), l'Algérie a mis en œuvre, un plan d'action visant l'augmentation de la production agricole et ceci par

l'intensification de la culture des céréales et des légumineuse.la production moyenne pour l'Algérie e était estimé 0.72t/ha avec une surface 1616 hectares en 2009. Tableau 4

Tableau 4: superficie et production du haricot sec en Algérie.

Années	2005	2006	2007	2008	2009
Superficie (hectares)	1206	1596	1394	1040	1616
Production(Quintaux)	6660	9145	9170	5441	11588

Source (MADR, 2005-2009).

6. La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique

La plus grande partie de l'azote de la biosphère (79%) se trouve dans l'atmosphère (Haynes., 1986; foth., 1990). Seul un nombre réduit de genres bactériens vivant librement ou en symbiose avec les plantes sont capables de réduire l'azote moléculaire de l'atmosphère. Les légumineuses comme niébé (*Vignaun guiculata*), l'arachide (*Arachis hypogaea*) et soja (*Glycine max*) peuvent fixer respectivement 32 à 89, 22à 92 et 0 à 95% de leurs besoins en azote dans l'atmosphère. Les quantités d'azote fixées sont très variables d'une espèce à l'autre et pour une même espèce car l'activité symbiotique est influencée par les souches bactériennes, l'espèce végétale et les facteurs du milieu (Wani et al., 1995).

Les bactéries de la famille des rhizobiacées en général, et celles du genre rhizobia peuvent infecter les racines des légumineuses entraînant la formation de nodules appelés nodosités. Par ces nodules, la plante hôte (la légumineuse) offre un micro habitat exceptionnellement favorable à la bactérie tout en lui procurant des substrats carbonés provenant de la photosynthèse. En retour, la bactérie fixe l'azote atmosphérique (N₂) et le fournit à la plante hôte sous forme assimilable NH₃ (Dommergues et al., 1999). Cette association à bénéfice réciproque entre la légumineuse et les bactéries est appelés symbiose permettant une fixation symbiotique de l'azote de l'atmosphère.

6.1. La symbiose Rhizobia-légumineuse

La symbiose Rhizobia-légumineuse est le résultat d'une interaction hautement spécifique entre la plante et la bactérie. A la suite de mécanismes complexes de reconnaissance entre les deux organismes, via un dialogue moléculaire notamment, la bactérie induit chez la légumineuse, la formation sur les racines d'un organe spécialisé, appelé le nodule. A l'intérieur de ce dernier la bactérie, intracellulaire, se différencie en bactéroïde capable de fixer l'azote atmosphérique en le réduisant, via le complexe nitrogénase, en ammonium (Perret et al., 2000 ; Gibson et al., 2008). L'établissement et le fonctionnement de la symbiose sont sous le contrôle génétique de chacun des deux partenaires. Les légumineuses permettent ainsi une réduction de l'utilisation des engrais chimiques azotés soit en utilisation directe (légumineuses alimentaires par exemple), soit lorsqu'elles sont utilisées en rotation de culture en tant qu'engrais verts. Les légumineuses jouent donc un rôle essentiel dans les écosystèmes naturels.

6.2. Intérêt de la symbiose rhizobia-légumineuse

Cette symbiose présente de nombreux avantages pour les légumineuses. En effet, celle-ci leur permet d'avoir une bonne croissance sur des sols carencés en azote. A titre d'exemple, le pois d'Angole (*Cajanus cajan*) qui est cultivé sous les tropiques incluant les régions semi-arides peut satisfaire jusqu'à 96% de ses besoins azotés par le biais de celle-ci (Kumar Rao *et al.*, 1986). De ce fait, cette symbiose est indubitablement le facteur majeur à l'origine du grand succès de la famille des légumineuses. (Noel, 2009).

A l'opposé, la plante subvient aux besoins énergétiques de la bactérie au cours de cette symbiose en fournissant des substances carbonées résultant de la photosynthèse. Elle lui offre également un micro environnement très particulier et nécessaire à la fixation de l'azote.

6.3. Formation des nodosités

La bactérie et la plante hôte mettent en place un système de dialogue basé sur un échange de molécules chimique.

Dans un premier temps, les racines excrètent des flavonoides (Hirsh et al., 2001; Graham., 2007). qui attirent le rhizobia dans le voisinage de la racine et activent les gènes bactériens nod, qui codent pour les facteurs de nodulation Nod (Downie., 1998; Ramos et Bisseling., 2004; Downie., 2005).

Ces facteurs, sécrétés par le rhizobia stimulent la division des cellules de la partie corticale des racines conduisant à la formation d'un méristème primaire (cellules en division active) (Heller et al., 2000; Macheix et al., 2005). Les bactéries s'attachent aux racines par l'intermédiaire d'une molécule d'adhésion spécifique, localisée à la surface des cellules de rhizobia (Krishnan et Bannett., 2007).

La phase d'adhésion entraîne une rétraction des racines en réponse à une sécrétion de molécules et la bactérie pénètre dans les cellules par un mécanisme d'invagination.

La croissance et le déplacement de la bactérie dans la racine entraînent la formation d'une excroissance ou filament infectieux (ou cordon d'infection) (Panagiota et al., 1995; Gage., 2004). L'infection s'étend progressivement aux cellules situées à proximité du site d'infection.

La division rapide des cellules corticales infectées entraîne la formation du nodule (Madigan et Martinko., 2007 ; Borget., 1989;). Les bactéries prolifèrent rapidement à l'intérieur des cellules végétales où elles prennent des formes plus ou moins globuleuses, boursoufflées parfois branchées, devenant ainsi des bactéroïdes.

Les bactéroïdes sont enfermés individuellement ou à plusieurs dans des vésicules limitées par une membrane pér bactéroidienne dérivant de la cellule végétale pour former un ensemble nommé symbiosome (une forme fixatrice d'azote) (Werner.,2007 ; Parniske., 2000). (Figure 1).

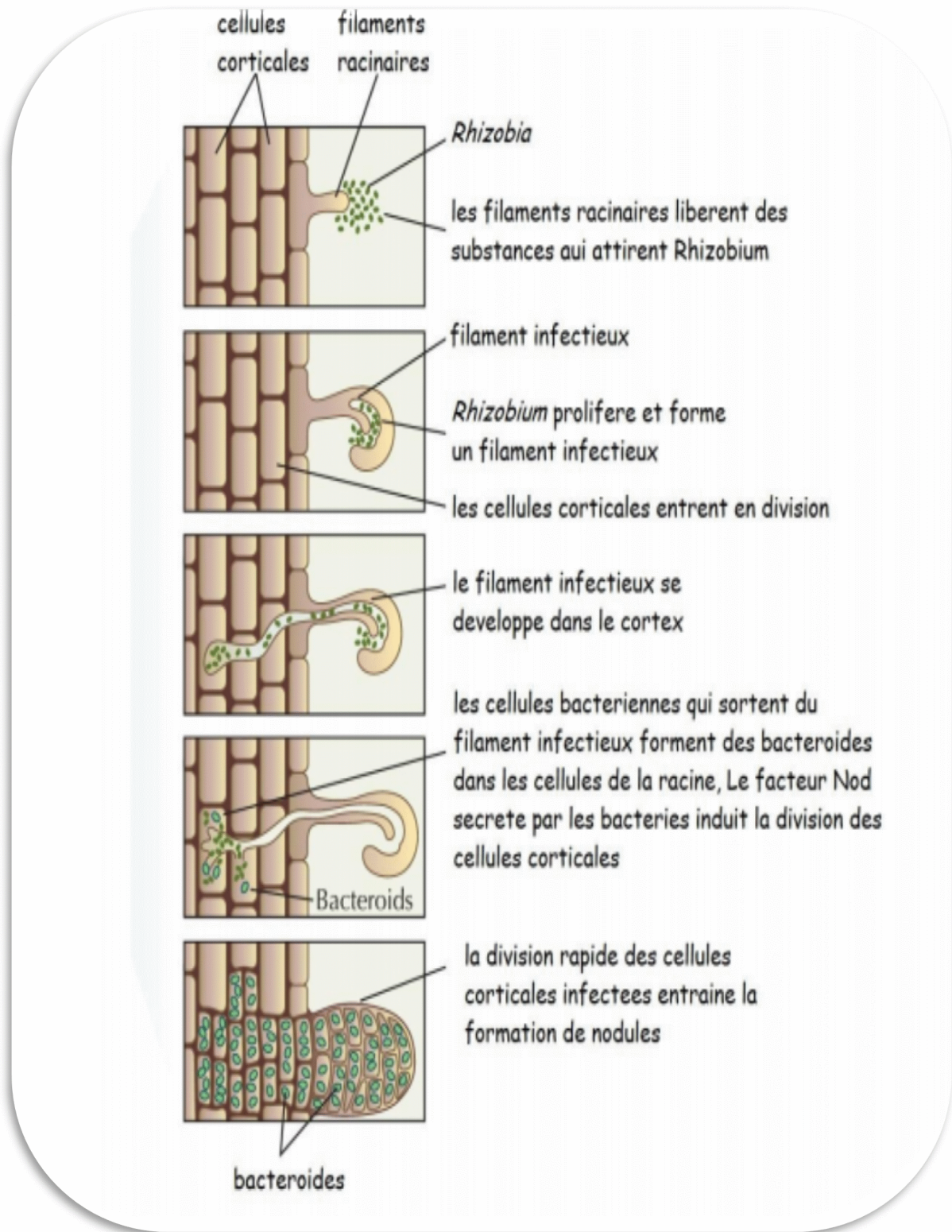


Figure 1 : développement des nodules sur des racines (Perry et al; 2004)

7. Les facteurs agissant sur la fixation symbiotique

7.1. Facteur interne

La symbiose entre plante légumineuse et *Rhizobium* implique un processus de reconnaissance spécifique dont chaque espèce de *Rhizobium* ne peut infecter qu'une gamme bien précise des espèces de légumineuses. (François et Gaudry., 1997).

La symbiose végétale démontrent que la fixation symbiotique ne peut s'exprimer que si le *Rhizobium* présente un grand pouvoir d'infectivité des racines et aussi génétiquement compatible avec sa plante hôte.

7.2 Facteurs externes

❖ Effet de la température

Des températures trop fortes au niveau du système racinaire affectent l'infection des racines par les bactéries et la fixation symbiotique de l'azote chez plusieurs espèces de légumineuses. Les températures élevées retardent la nodulation et la situent en profondeur, réduisent ou inhibent l'activité de la nitrogénase et la fixation symbiotique (Zahran., 1999).

❖ Effet de L'eau

La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique par les légumineuses est très sensible au manque d'eau. Une grande variété de légumineuses tempérées et tropicales présentent une réduction de fixation lorsqu'ils sont soumis à un stress hydrique (Zahran., 1999).

La réponse de la fixation au stress hydrique dépend cependant du stade de croissance de la plante, et est plus prononcée pendant la période de croissance végétative (Zahran., 1999).

❖ Effet de la lumière

Une intensité lumineuse optimale est nécessaire pour obtenir la nodulation et la fixation de l'azote maximal (Skerman., 1982). Par le biais de la photosynthèse qu'elle régit directement, la lumière intervient indirectement sur la fixation d'azote (Dommergues et Mangenot., 1970).

❖ Effet du pH

La plupart des légumineuses ont besoin d'un pH neutre ou légèrement acide pour bien croître et réaliser la fixation symbiotique de l'azote. Les souches de Rhizobiaceae ont une diversité de réaction par rapport au pH du sol. La majorité d'entre elles vivent dans un pH compris entre 6 et 7, et peu survivent et se développent dans un pH compris entre 4,5 et 5 (Sadowsky., 2005). Les souches de Rhizobiaceae à croissance rapide sont généralement moins tolérantes à l'acidité du sol que celles à croissance lente. La tolérance de certaines souches de Rhizobiaceae aux conditions d'acidité du sol serait liée à leur capacité à maintenir un pH intracellulaire proche de la neutralité (Sadowsky., 2005)

❖ Effet de l'azote

La formation des nodules ainsi que la fixation de N_2 sont inhibés par l'azote disponible (azote nitrique et azote ammoniacal) (Skerman., 1982; Dommergues ., 1999). Cette inhibition s'explique par le fait que la fixation de N_2 exige plus d'énergie que l'assimilation du nitrate ou de l'ammonium. L'azote disponible agit à différents niveaux, correspondant aux différentes étapes de l'infection (Mckay et Djordjevic., 1993; Schultze et al., 1994).

❖ Phosphore :

Le phosphore est un élément reconnu comme étant indispensable à la vie du monde végétal. Ceci signifie qu'en son absence le développement de toute forme de vie végétale n'est réalisable. (Labassi, 1991).

❖ Les oligoéléments

Les fixateurs ont besoin d'oligoéléments comme le fer, le cuivre, le cobalt, le molybdène et le bore (Vilin., 1997). Ces éléments sont nécessaires à des doses infiniment faibles (Soltner., 2001). Le molybdène et le fer jouent un rôle important dans le fonctionnement de la nitrogénase (Heller et al, 2007, in Ben bessisse y., 2010)

La fixation symbiotique peut être perturbée grâce à des facteurs liés au Rhizobium et plante hôte, ces facteurs peuvent influer sur la fixation d'azote atmosphérique.

1. Matériel d'étude

1.1. Matériel végétal

Le matériel végétal consacré à cette étude est constitué de trois (03) variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris.L*). L'origine et l'identité de la semence sont présentées dans le tableau 5.

Tableau 5 : l'origine et les caractéristiques de la semence.

Légumineuse	Variétés	Origine	Le cycle	Caractéristique
Haricot (<i>Phaseolus vulgaris.L</i>)	El-Djadida	locale	45 jours	<ul style="list-style-type: none"> • Couleur marron foncé. • Gousse sont petite.
	Téma	Amérique du sud		<ul style="list-style-type: none"> • Couleur marron mouchetée en rose claire. • Gousse est longue
	Contender	locale		<ul style="list-style-type: none"> • Couleur chamois clair. • Gousse est longue.

✓ Les trois variétés du haricot sont représentées au dessus (figure 2)



Figure 2: Les différentes variétés de haricot utilisées dans l'expérience (Photo Originale, 2018)

Le sol est échantillonné, dans des parcelles homogènes sur une profondeur de 30 centimètres (cm), avec un échantillonnage en zigzag. Il est séché à l'air libre, broyé et tamisé à un tamis de 2 mm de diamètre.

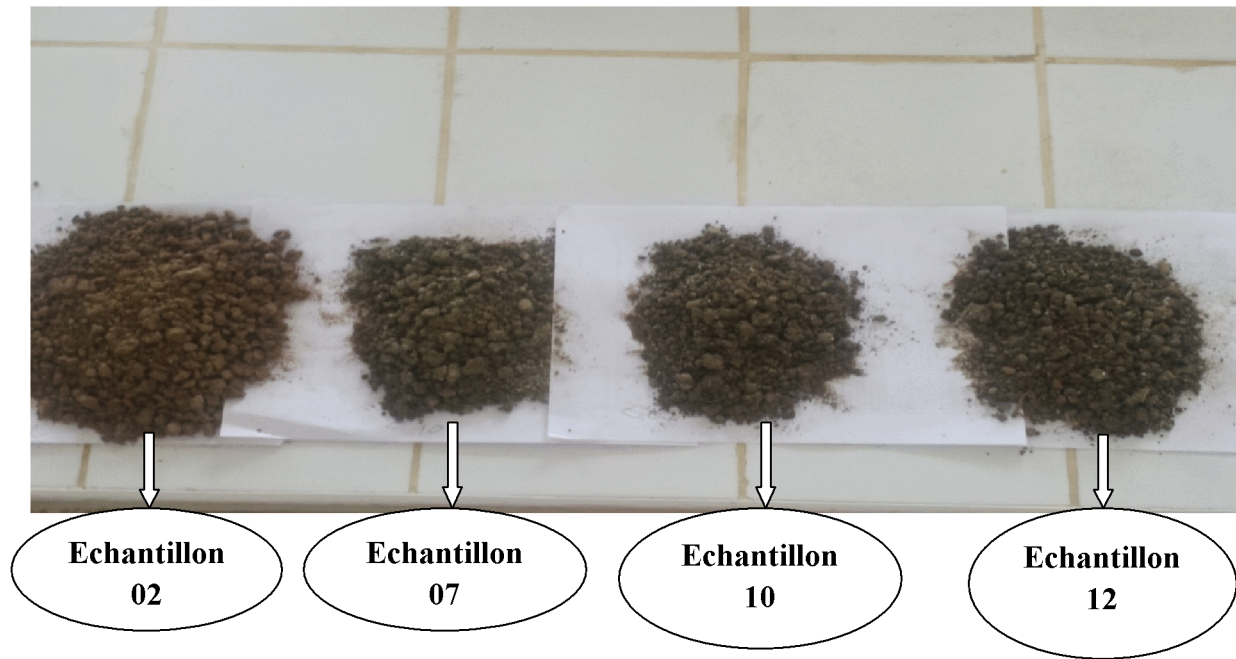


Figure 4 : les différents sols utilisés (Photo Originale, 2018).

➤ **Origine des sols :**

Sol E02 : sol biologique.

Sol E 07 : information non fournies.

Sol E10 : présence d'engrais et pesticides.

Sol E 12 : pas d'engrais, présence de produits phytosanitaires.

2. Méthodes

2.1. Analyse physique et chimiques des sols

Les échantillons du sol sont soumis aux analyse physique (Granulométrie) et analyse chimique (pH, Conductivité électrique, Calcaire total , Matière organique).

❖ Analyse granulométrique

C'est une analyse permettant de déterminer le pourcentage des différentes fractions minérales du sol. Elle est réalisée selon la méthode internationale à la pipette de «Robinson »,

Cette méthode a pour principales étapes :

- ✚ la destruction de la fraction minérale et la matière organique dans 10g de terre fine par de l'eau oxygénée (H_2O_2).
- ✚ la dispersion des particules par l'héxamétaphosphate de sodium 40% puis l'extraction des argiles et des limons fin. Les sables sont récupérés par tamisage après siphonage. l'aide du triangle de texture, nous avons déterminé la texture de nos échantillons du Nous avons calculé les proportions des différentes fractions granulométriques, puis à sol. (Mémento.1993) (Figure 5).



Figure 5 : détermination de la texture de différents sols (Photos originale, 2018)

❖ pH

La mesure du pH est réalisée à l'aide d'un pH mètre sur une suspension de terre fine avec un rapport sol/eau 1/2,5. (Mémento ; 1993)

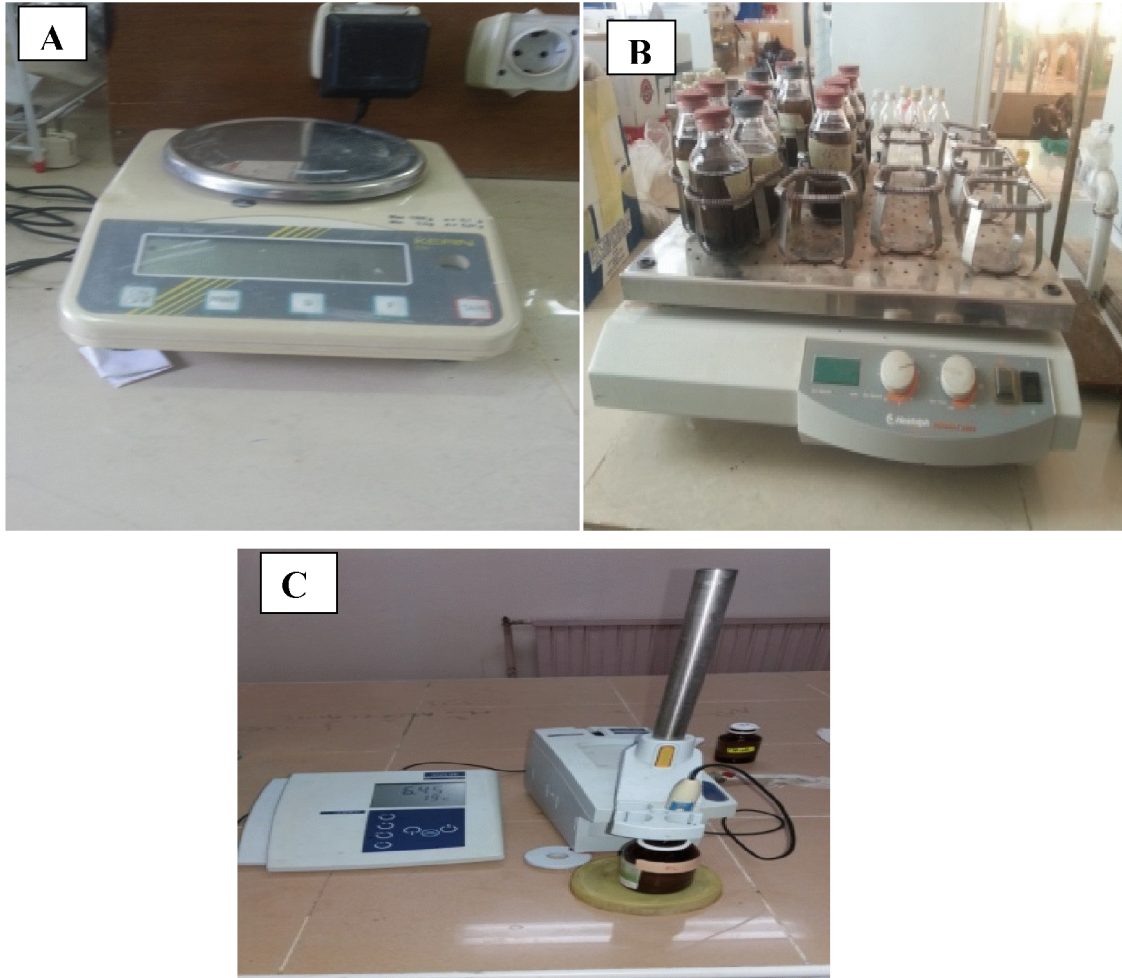


Figure 6: Matériels utilisés (A- balance analytique. B- agitateur. C-pH-mètre) (Photo originale, 2018)

❖ Conductivité électrique(C.E)

Elle a été mesurée à l'aide d'un conductimètre. La conductivité électrique d'une solution est un indice des teneurs en sels solubles dans le sol, elle exprime le degré de salinité par la concentration des solutés ionisables présents dans le sol. La méthode utilisée consiste à faire des extractions aqueuses avec rapport sol/eau de 1/2,5, laisser le mélange au repos durant 30min, puis filtré jusqu'à l'obtention d'un filtrat clair auquel on ajoute 2 à 3 gouttes d'hexmétaphosphate de sodium (Mémento ; 1993).



Figure 7 : Conductimètre (mesure de la CE de différents sols)

❖ Calcaire total(CaCO_3)

Le calcaire total a été déterminé par la méthode volumétrique, qui consiste une destruction des carbonates de calcium par l'acide chlorhydrique (HCl), l'excès de ce dernier est titré par la soude en présence d'un indicateur coloré la phénolphtaléine. (Mémento ; 1993)

Le taux de carbonates est obtenue parla formule suivante :

$$\text{CaCO}_3(\%) = 12,5 \cdot (V_t - V_e)$$

CaCO_3 (%) : Calcaire total.

V_t : Volume de la soude consommé par le témoin.

V_e : Volume de la soude consommé par l'échantillon.

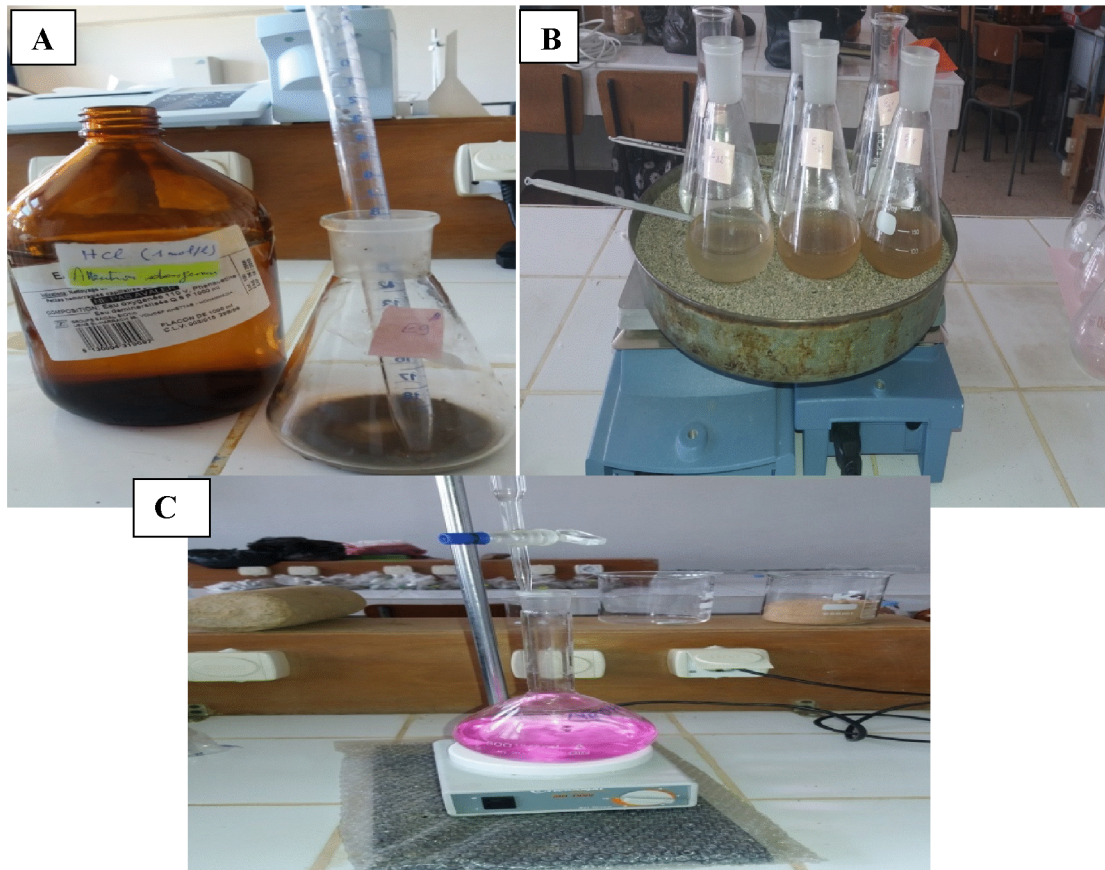


Figure 8: analyse de calcaire total (A-HCl, B-Bain de sable, C-Pipette de Robinson)
(Photo originale, 2018)

❖ Matière organique

Le dosage du carbone organique est déterminé par la méthode de-ANNE (1965), le carbone est oxydé par le bichromate de potassium en excès dans un milieu sulfurique. L'excès de bichromate est titré par un réducteur qui est le sel de Mohrs en présence de diphénylamine (Mémonto ; 1993)

. Le pourcentage du carbone organique et le taux de la matière organique est obtenue par la formule suivante :

C(%) : Carbone organique.

Vt : Volume du témoin.

Ve : l'échantillon de terre.

P : Poids du sol

$$C(\%) = (Vt - Ve) * 0,615 / P$$

$$MO(\%) = C(\%) * 1,72$$

2.2. Réalisation de l'expérimentation

L'expérimentation a été réalisée dans une mini serre sous conditions semi contrôlées au laboratoire d'agro pédologie au département des sciences agronomiques de l'Université de Mouloud Mammeri. Nous avons utilisé des tubes de diamètre de 2 cm et d'une hauteur de 22 cm, à raison de cinq (05) répétitions pour chaque échantillon et à raison de trois répétitions seulement pour les témoins faute de quantité suffisante de sol.

Chaque tube est d'abord habillé de l'intérieur, d'un sac de toile à bluter qui contient un substrat sable-sol d'une proportion de 1/3 sable 2/3 sol. La toile à bluter est utilisé pour le contrôle des tubes au cours de nos essais et aussi pour faciliter la collecte des échantillons de sol et du végétal à la fin de l'expérimentation.

Dans les tubes témoin, les sols sont stérilisés avec un autoclave avec la pression de 1,5 bar/pascal à 120°C pendant 60 min.

Le dispositif expérimental utilisé est de type bloc aléatoire complet à deux facteurs (Variété et sol). Aucun apport d'engrais ou de produit phytosanitaire n'a été appliqué.



Figure 9 : dispositif expérimental (photo originale, 2018)

Les caractéristiques de dispositif sont données dans le tableau 6.

Tableau 6 : Les caractéristiques de dispositif expérimental

Nombre du sol	Type du sol	Nombre de variétés	Longueur des tubes (Cm)	Diamètres des tubes (Cm)
4	E 02 : Sol biologique.	Trois (03)	22	2
	E07 : information non fournies.	Contender		
	E10 : Sol présence d'engrais et pesticides.	El- Djadida		
	E12 : Sol : pas d'engrais, présence de produits phytosanitaires.	Téma		

3. Récolte

La récolte est effectuée au stade floraison. La partie aérienne est séparée de la partie racinaire et les nodules séparés de la partie racinaire. (Figure 10)



Figure 10 : Partie racinaire du haricot (collecte des nodules) (photo originale ,2018)

4. Paramètres mesurés

Les paramètres que nous avons mesurés au cours de cette expérimentation sont : Le nombre des nodules par plante, biomasse sèche des parties aériennes, racinaires et nodulaire la matière sèche est déterminée après séchage pendant 48 h à l'étuve réglée à 70°C. Une fois les échantillons complètement secs, leur poids sec est déterminé à l'aide d'une balance de précision électronique.

5. Analyse statistique

L'analyse statistique de la variance à 2 facteurs (sol, variété) est effectuée à l'aide de logiciel Stat box 6. La comparaison des moyennes est faite par une analyse de la variance ANOVA selon le test de NEWMAN et Keuls au seuil de probabilité de 5%.

1. Résultats des analyses physique et chimiques des sols

Les résultats des analyses physiques et chimiques de nos sols sont représentés dans le tableau et sont interprétés selon le Mémento de l'agronome (1993) (Annexe I). En examinant le tableau des résultats il en découle ce qui suit

Tableau 7 : Résultats d'analyse physique et chimique des sols

Sol	pH	CaCO ₃ (%)	CE	M.O (%)	A	L	S
E2	7.75	4.38	0.11	2.26	31.5	53.4	15.1
E7	8.12	33.13	0.33	0.92	53.5	24.1	22.4
E10	8.07	24.37	0.29	1.94	35	54.80	10.20
E12	7.74	0.93	0.42	2.75	28.5	27.60	44.00

1.1.L'analyse granulométrique

- Le sol E 02 et E10 sont dominés par le limon avec des valeurs respectives de 53.4% ,54.80, et aussi avec une teneur en argile de 31.5%, 35.00% respectivement. D'après le triangle de Hénin(1969) Annexe I, nos sols sont de texture limono-argileux..
Le sol E 7 est à dominance d'argile avec une valeur de 53.5% et une teneur en Limon de24.1%. La texture est argileuse.
- Le sol E12 est à dominance sableuse avec une valeur de 44.00% et une teneur en argile de 28.50%. La texture est sablo-argileuse .C'est celle qui convient le mieux à la culture du haricot (Chaux et Foury., 1994).

1.2. pH et calcaire

Le pH des sols de la station E02 et E12 sont proches de la neutralité 7.75 et 7.74 respectivement. Sachant que le calcaire et le pH sont intimement liés Cela s'explique par les faibles taux de calcaires qui sont de l'ordre de 4.38 et 0.93respectivement. Quant aux sols E07 et E10 le pH est 8.12 et 8.07 respectivement. Ils sont, donc, moyennement alcalin et le

calcaire est de et par conséquent, assez fortement de calcaire 33.13 et 24. Contrairement aux sols précédents, ces sol seraient saturés en bases, notamment en Ca^{2+} suite à sa richesse en calcaire total qui se serait formé, vraisemblablement sur roche calcaire (Duchaufour., 2001) et qui au cours des années aurait subi le phénomène de décarbonatation donc saturation du complexe en Ca^{2+} .

1.3. Matière organique

Les résultats de la matière organique sont donnés dans le tableau 6. Le taux de matière organique dans les sols E2, E7, E10 et E12 sont 2.26%, 0.92%, 1.94% et 2.75% respectivement. En se référant aux normes d'interprétation on constate que cette teneur est située au-dessous du seuil souhaitable. Ils sont donc pauvres en matière organique.

La faible teneur en matière organique des sols méditerranéens a été soulevée par nombreux auteurs (Guillaume et al., 2003). Ces faibles teneurs sont dues en particulier au type du climat de la région favorisant l'accélération de la minéralisation de la M.O. Le calcaire peut bloqué la minéralisation de la M.O

1.4. Conductivité électrique

Les résultats de la conductivité électrique sont donnés dans le tableau 7.

La conductivité électrique dans les sols E2, E7, E10, E12 est faible avec des valeurs respectivement 0.11 ms/m, 0.33 ms/m, 0.29 ms/m et 0.42 ms/m, cette faible teneur en conductivité électrique due au non accumulation des sels, elle peut être justifié par l'origine de la roche mère, fertilisation raisonnée et l'irrigation.

2. Résultats biométriques

2.1. Biomasse sèche aérienne

D'après la figure 11 la biomasse aérienne la plus élevée est enregistrée chez la variété Contender (C) dans le sol E10 avec une valeur de 1.15g, ensuite la variété locale El -Djadida (Dj) avec une valeur de 0.86g dans le sol E12, et en dernier la variété Tema avec une valeur de 0.55g.

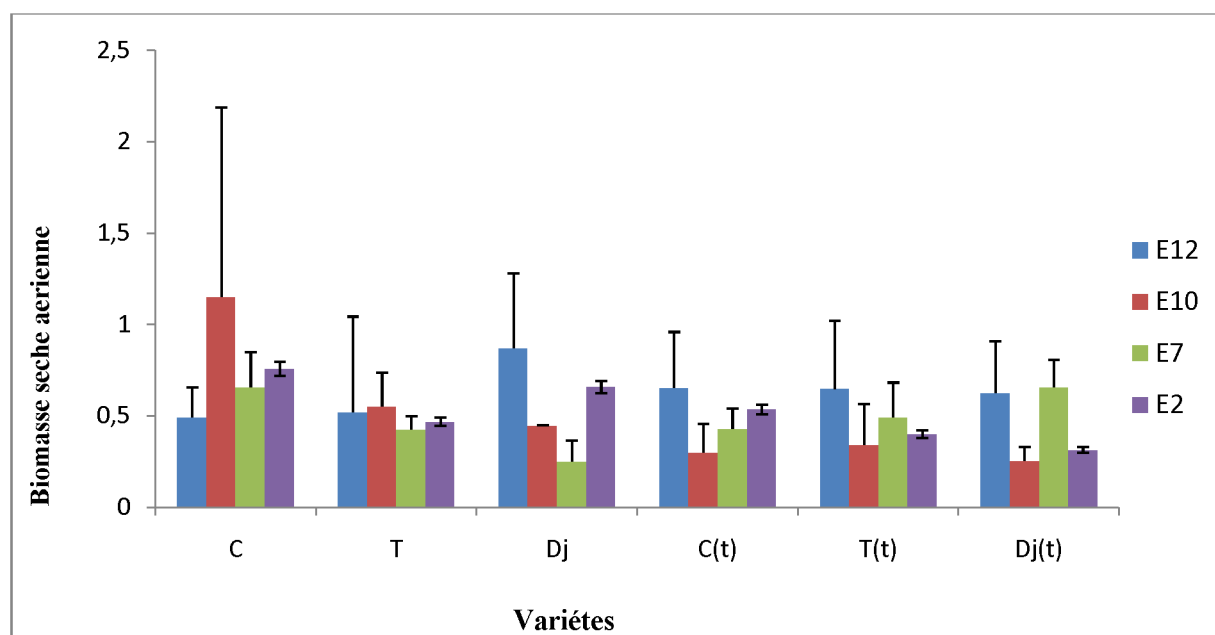


Figure 11 : Variation de la biomasse sèche aérienne en fonction des variétés de différents sols

Cependant l'analyse de la variance ne montre pas de différence significative pour le facteur sol, le facteur variétal et le facteur sol*variété.

Tableau 8: Résultat de l'analyse de la variance pour la biomasse sèche aérienne

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	10,839	95	0,114				
VAR. SOL	0,324	3	0,108	1,127	0,34445		
VAR. VARIETES	1,077	5	0,215	2,245	0,05834		
SOL*VARIETES	2,535	15	0,169	1,763	0,05751		
VAR.RESIDUELLE							
1	6,904	72	0,096			0,31	57,74%

❖ Discussion

Malgré la différence apparente des biomasses aériennes figure 11, l'analyse statistique indique qu'il n'y a aucune différence significative pour le facteur sol et le facteur variétal ce qui revient à conclure que les intrants n'ont pas stimulé la croissance végétative des variétés

étudiées. Cela serait peut être dû à la faible quantité d'apports d'engrais dans les sols précisément pour E10.

Comme pour toutes les espèces, les besoins en azote sont essentiellement déterminés par le niveau de croissance aérienne (Lemaire et al., 2007 ;Devienne-Barret et al., 2000) qui dépend de la surface foliaire en place (variable en fonction du stade de développement de la plante) et du niveau de rayonnement solaire. Via des régulations faisant intervenir le statut azoté de la plante, ces besoins déterminent ainsi le niveau maximal d'activité fixatrice. Le phosphore est le deuxième élément limitant la croissance végétal (Vance et ; al 2000).

2.2. Biomasse sèche racinaire

D'après la figure 12 on constate que la biomasse sèche racinaire de différentes variétés est plus élevée dans les variétés Contender (C) dans le sol E10 d'une valeur de 0.20 g par apport à d'autres variétés ensuite la variété El-Djadida (Dj) dans le sol E 12 avec une valeur de 0.14g.

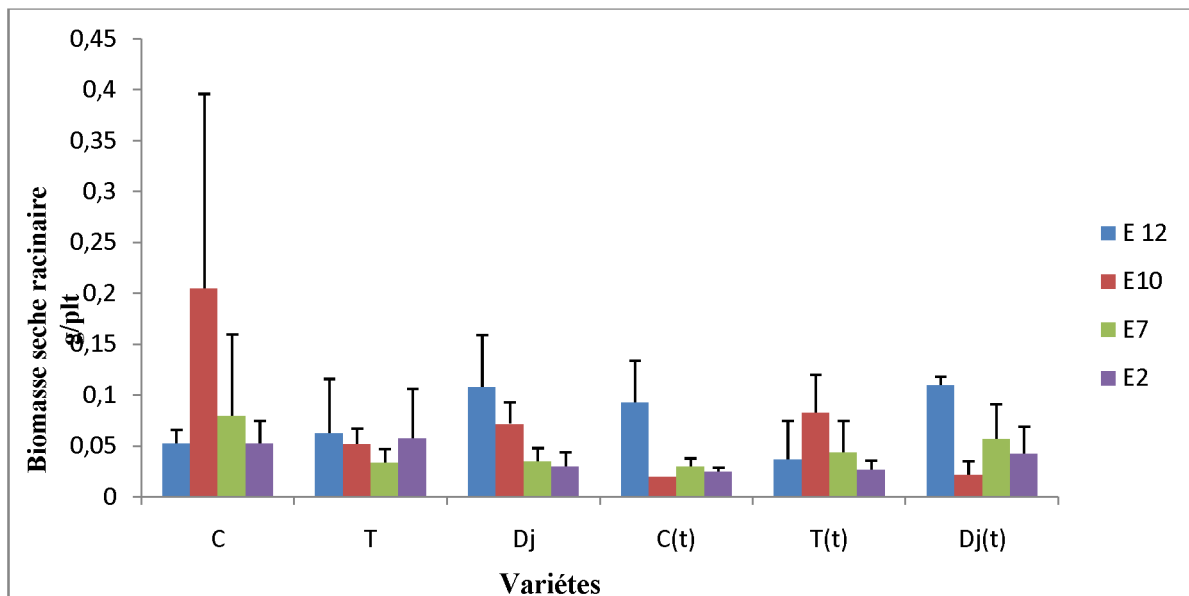


Figure 12: variation de biomasse sèche racinaire en fonction de variétés de différents sol .

L'analyse de la variance montre une différence significative pour le facteur sol, et significative pour le facteur variétal. et facteur sol*variété est hautement significative.

Tableau 9 : Résultat de l'analyse de la variance pour la matière sèche racinaire

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,331	95	0,003				
VAR.SOL	0,028	3	0,009	3,685	0,01574		
VAR.VARIETES	0,031	5	0,006	2,495	0,03826		
VAR.SOL.VARIETES	0,092	15	0,006	2,443	0,00618		
VAR.RESIDUELLE 1	0,18	72	0,003			0,05	83,90%

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% montre trois groupes homogènes, le groupe A comprend la variété Contender (C) avec une moyenne de 0,098g et le groupe AB comprend les variétés El-Djadida (Dj), Djadida (t), Téma (T) avec des moyennes respectivement de 0,061 ; 0,058 ; 0,052 et le groupe B avec la variété Téma (t), Contender (t) avec des moyennes respectivement de 0,04g et 0,042.g

Tableau 10 : Test de Newman et Keuls pour la biomasse sèche racinaire (effet variétal).

F variétés	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	C	0,098	A	
3.0	Dj	0,061	A	B
6.0	D(t)	0,058	A	B
2.0	T	0,052	A	B
5.0	T(t)	0,048		B
4.0	C(t)	0,042		B

❖ Discussion

Cassman et al., (1980), ont montré que la carence en P augmente la proportion de la biomasse racinaire au détriment de la biomasse aérienne. Nos résultats montrent qu'en général, la biomasse racinaire est plus élevée dans le sol avec intrants (E10) que dans le sol biologique E02. Ce qui est en contradiction avec ceux rapportés par plusieurs auteurs chez *Phaseolus vulgaris* (Shamseldin et al., 2005; Kouas et al., 2009 ; Alkama et al., 2009 ; Alkama, 2010).

Des travaux montrent que la déficience en P affecte les paramètres de croissance chez la plante *Phaseolus vulgaris. L.* En effet, en cas de carence en P la croissance racinaire est beaucoup moins inhibée entraînant ainsi en terme de matière sèche, une diminution du rapport partie aérienne/racinaire (Bernal et al, 2005).

2.3. Biomasse sèche nodulaire

D'après la figure 13 on constate que la biomasse sèche nodulaire est différente selon les variétés et les sols. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées pour El-Djadida (Dj) pour le sol E2 avec une valeur de 0.23g, ensuite la variété El-Djadida dans le sol E12 avec une valeur de 0.18g et en dernier la variété Tema avec une valeur 0.03g et une valeur zéro (0) dans tous les témoins.

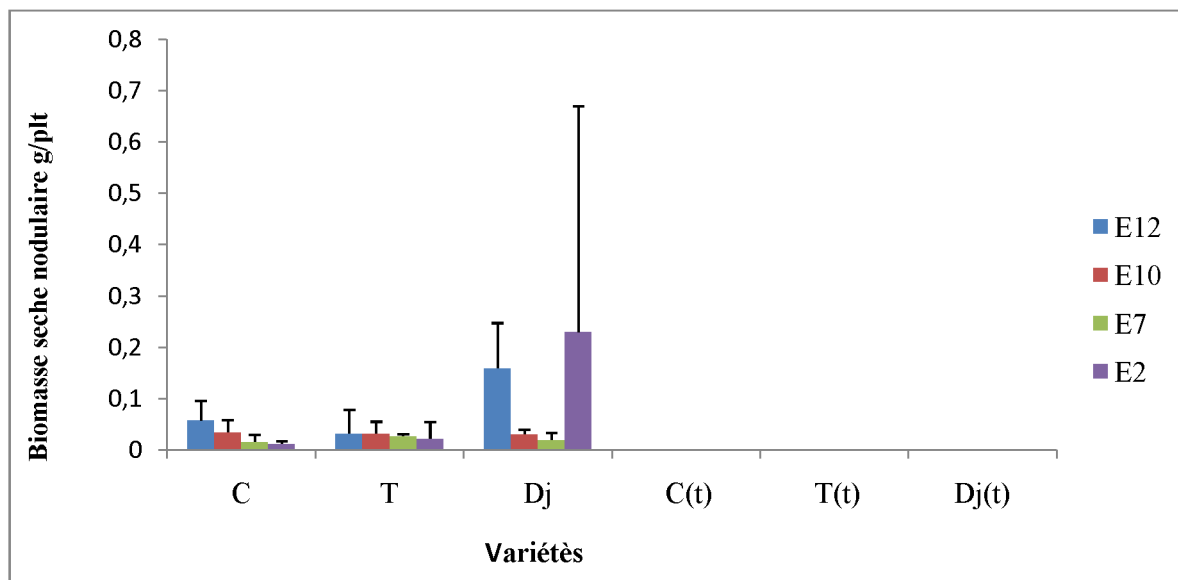


Figure 13: variation de biomasse sèche nodulaire en fonction de variétés de différents sols

L'analyse de la variance ne montre pas de différence significative pour le facteur sol, le facteur variétal et le facteur sol*variété

Tableau 11 :L'analyse de la variance pour la biomasse sèche nodulaire

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,899	95	0,009				
VAR.SOL	0,021	3	0,007	0,817	0,49148		
VAR.VARIETE	0,146	5	0,029	3,382	0,00852		
VAR.SOL*VARIETE	0,109	15	0,007	0,839	0,63283		
VAR.RESIDUELLE 1	0,623	72	0,009			0,093	328,56%

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% (tableau 12) montre deux groupes homogènes, le groupe A comprend la variétés El-Djadida (Dj) avec une moyenne de 0.11g et le groupe B comprend les variétés Contender (C), Téma (T), Téma(t), Djadida (t), Contender (t) avec des moyennes respectivement de 0.03g, 0.029g, 0g, 0g, 0g

Tableau 12:Test de Newman et Keuls pour la matière sèche nodulaire (effet variétal)

F. variétés	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
3.0	Dj	0,11	A	
1.0	C	0,03		B
2.0	T	0,029		B
5.0	T(t)	0		B
6.0	Dj(t)	0		B
4.0	C(t)	0		B

❖ Discussion

La biomasse nodulaire d'une légumineuse dépend de nombreux facteurs dont :

- La magnitude numérique, dans le sol, des souches de rhizobia compétentes vis-à-vis de légumineuse considérée c'est-à-dire des souches capables de l'infecter et de la noduler (Dovel et *al.*, 1993).

- L'effet des conditions physiques, physico-chimiques et microbiologiques sur l'établissement de la symbiose entre ces plantes et les souches de rhizobia compétentes.

Les conditions édaphiques prévalant au niveau du sol peuvent favoriser ou au contraire défavoriser la croissance des rhizobia et par conséquent la nodulation (Mantaner, 2000). Même si le rhizobia est présent dans le sol la symbiose peut être freinée par des nombreux facteurs comme l'acidité, la salinité, l'excès ou le manque d'eau, l'excès ou le déficit en un ou plusieurs éléments nutritifs (Cadenas et *al.*, 2000).

- Le degré de susceptibilité de la légumineuse vis-à-vis des rhizobia présents dans le sol. En effet, au sein d'un même groupe de légumineuse, il peut exister une grande variation de la susceptibilité à la nodulation.

L'effet des conditions du milieu sur l'établissement de la symbiose entre la légumineuse et les souches de rhizobia compétentes. Même si les conditions sont propices à la présence de rhizobia et à leur prolifération, elles peuvent inhiber voire empêcher la nodulation.

- Ainsi par exemple, la présence dans le sol de formes d'azote combiné (ammoniac et nitrates) en quantité appréciable favorise aussi bien la plante que les rhizobia qui trouvent ainsi une source d'azote facilement accessible mais se révèle par contre inhibitrice vis-à-vis de la nodulation (Waterer et *al.*, 1992).

2.4. Nombre de nodules

Les résultats que nous avons obtenu figure 08 indiquent que le nombre moyen des nodules présent sur le système racinaires des plants varie, selon la variété, et le sol, s'étalant entre 10 à 64 nodules par plante.

Le nombre moyen des nodules les plus élevés a été enregistré chez la El-Djadida (Dj) dans le sol E 12 (64 nodules) ensuite la variété Téma (T) avec une valeur 38 nodules dans le sol E10 et en dernier la variété Contender (C) dans le sol E12 avec une valeur de 10 nodules. Figure 14

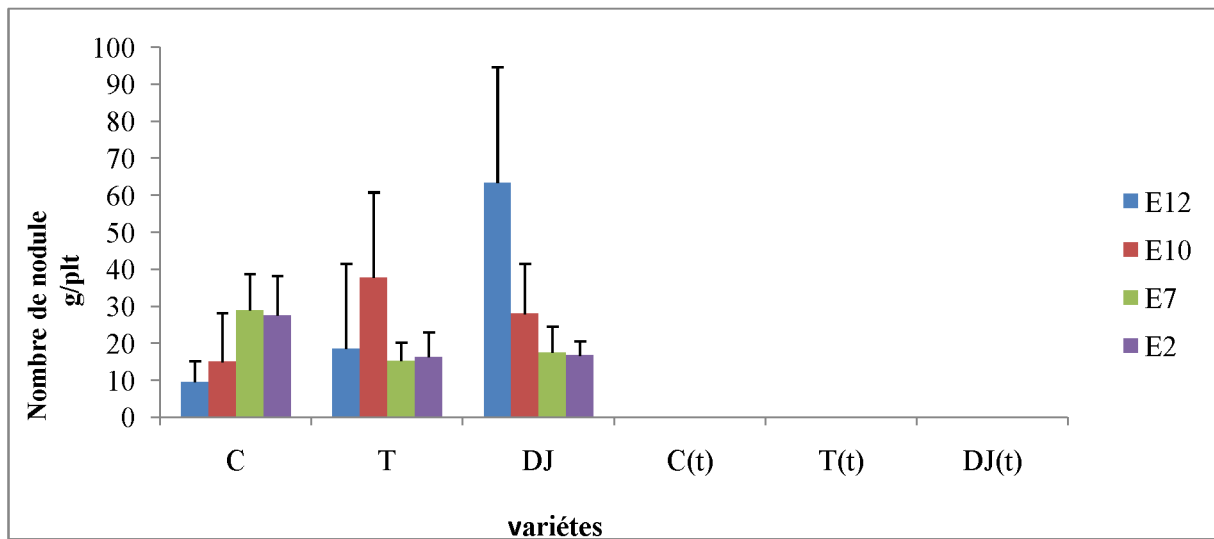


Figure 14: variation de nombre nodulaire en fonction de variétés de différents sols

L'analyse de la variance montre une différence significative pour le facteur sol, et très hautement significative pour le facteur variétal pour facteur sol* variété. Tableau 13

Tableau 13 : Résultat de l'analyse de la variance pour le nombre de nodule.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	32244,88	95	339,42				
VAR.SOL	454,717	3	151,572	1,302	0,27976		
VAR.VARIETES	15623,92	5	3124,783	26,846	0		
VAR.SOL*VARIETES	7785,826	15	519,055	4,459	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	8380,422	72	116,395			10,789	87,90%

Le test de Newman et Keuls au seuil de 5% (Tableau 14) montre trois groupes homogènes, le groupe A comprend la variété El-Djadida (Dj) avec une moyenne de 31 et le groupe B avec les variétés Téma (T) et Contender (C) avec des moyennes respectivement de 21, 20.

Tableau 14: Test de Newman et Keuls pour le nombre du nodule (effet variétal)

F.VARIETES	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
3.0	Dj	31,438	A		
2.0	T	21,953		B	
1.0	C	20,25		B	
5.0	Tt	0			C
6.0	Dt	0			C
4.0	Ct	0			C

Discussion :

Le nombre de nodules qui apparaissent sur la racine est variable selon la variété et le sol utilisé. Le fait qu'il y'a une différence de taux de nodulation laisse indiquer qu'il y'a une différence d'affinité entre la variété et la population vis-à-vis des souches de rhizobia. Dans les travaux sur le soja (*Glycine max*), (Kvien et al., 1981) ont trouvé que pour la même souche, le taux de nodulation peut varier d'une variété à une autre. Aussi chez deux variétés de haricot (*Phaseolus Vulgaris*), (Saadallah et al., 2003) ont montré que la variété BAT 477 produit plus de nombres des nodules et de biomasse sèche nodulaire que la variété Coco blanc. Il faut noter qu'il existe une relation gène pour gène entre la plante et la bactérie.

Les facteurs nod sont perçus, au niveau de la plante hôte, par des récepteurs spécifiques à haute affinité ce qui peut être lié aux facteurs génétiques de la plante (Downie, 2005)

Les sols d'une meilleure texture, d'une plus grande richesse en élément nutritifs et de conditions édaphiques moins contraignantes hébergeraient une microflore rhizobienne nettement plus abondante permettant une meilleure nodulation de plante hôte (Rasanen, 2002 et Gu et al., 2007)

Le pH du sol, la nature de la roche mère ainsi que le pourcentage en matière organique (MO) sont les paramètres les plus influents sur la précipitation et les solubilités en éléments nutritifs minéraux (Zahran ; 1999).

Selon (Bordeleau et Prevot, 1994), la majorité des légumineuse nécessitent des pH neutres ou légèrement acides pour établie une symbiose dans le sol

L'effet de l'alcalinisation est moins néfaste sur la survie des rhizobia, Jordon., 1984 a montré que la majorité de ces bactérie peuvent tolérée a un ph jusqu'à 9.

L'effet négatif c'est l'indisponibilité des minéraux indispensable autant pour les rhizobia que pour la plante hôte comme le fer et le magnésium(Mg) (Bordeleau., 1994)

L'objectif principal de notre travail vise à étudier le potentiel de nodulation de trois variétés de haricot commun (El Djadida, Contender et Téma) cultivées dans quatre sols différents présentant différentes caractéristiques recueillis à partir de quatre localités distinctes (E2, sol biologique ; E10, présence d'engrais et de pesticides ; E12, pas d'engrais et présence de produits phytosanitaires, et E7).

Pour les facteurs étudiés les résultats obtenus chez les trois variétés Contender (C), Téma (T) et El Djadida (Dj) nous permettent d'apporter l'observation suivantes:

Notre hypothèse de départ qui consiste à dire que la différence des caractéristiques des sols induirait une différence dans la nodulation des trois variétés est confirmée en partie et qu'elle n'est pas valable pour certains paramètres:

- de point de vue statistique nous avons démontré que les paramètres étudiés présentent une différence significative pour: biomasse racinaire et le nombre de nodules. et pas différence significative pour biomasse nodulaire et la biomasse racinaire
- Nos résultats, indiquent que le taux de nodulation enregistré chez la variété El Djadida (Dj) est révélé supérieur à ceux enregistré pour la variété Contender et Téma. Cette différence a été rapprochée de la variété introduite c'est-à-dire de leur capacité de contracter la symbiose avec un plus large panel de rhizobia, propriété qui leur permet de s'associer plus fréquemment avec des souches de rhizobia compétentes.
- La biomasse sèche aérienne et la biomasse racinaire varie selon la variété, et le sol. la variété Contender (C) a une biomasse aérienne et racinaire élevés par rapport à d'autres variétés. Cette différence peut être due aux conditions de culture, la croissance des plantes en pots semble être généralement limitée par le volume réduit exploré par le système racinaire.

Au terme de cette modeste contribution et à travers les résultats obtenus, il apparaît souhaitable de poursuivre cette recherche en prenant en compte les points suivants:

- les variétés et des sols capables d'exprimer une forte fixation en présence des facteurs limitant.
- Procéder à l'analyse de l'azote et du phosphore est potentiellement disponible pour la plante.
- L'amélioration de la fixation symbiotique de l'azote peut s'avérer une approche efficace pour améliorer le rendement en grains chez le haricot dans la Wilaya de Tizi-Ouzou par l'étude génétique qui a mis en évidence dans la formation des nodosités, la spécificité vis-à-vis des souches de Bactéries Nodulant les Légumineuses et l'efficacité de la symbiose. Ces études doivent être plus approfondies par isolement des souches rhizobiennes et leur comportement vis à vis du sol.

-A-

Alkama N., Boulou Bi Boulou E., Vailhe H., Lucien Roger L., Ounane S.M., Drevon J.J. , 2009. Genotypic variability in P use efficiency for symbiotic nitrogen fixation : is associated with variation of proton efflux in cowpea rhizosphere. *soilbiology and Biochemistry* 41,1814.1823.

Alkama N., 2010. Adaptation de la symbiose rhizospherique chez le haricot a la déficience en phosphore: Détermination de la réponse de la plante en termes d'échange gazeux et de flux minéraux échangés avec la rhizosphère. Thèse doctorat ENSA. El Harrach Alger, 174p.

-B-

Bernal L., Coello P., Martinez-Barajas E., 2005. possible role of R1 protein on strach accumulation in been seedling (*phaseolus vulgaris.L*) under phosphate deficiency .*J plant physiol* 162,970-976.

Bordeleau. B. 1994. Ocrrència e diversidade de bacterias diazot rofica do género Burkholderia,ispadas de cana-de-Sçucar (*Sccharum SP.*) cultivadas na Australia eno Brasil .DSc Tythesis,Univ.Federal Rural do Rio Janeiro. RJ.Brasil

Borget M., 1989. Les légumineuses vivrières. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. 161p.

-D-

Dovel R.L., Vietor D.M., Weaver R.W., 1993. Effects of media N content and rhizobial Strain on N₂ fixation and partitioning in leucaena Seedling. *Range Manag.* 15: 196-198.

Downie J.A., 1998. Function of rhizobia nodulation genes. In: Spaink H.P., Kondorosi A., Hooykas P.J.J (Eds): *the Rhizobiaceae.* pp 387-402.

Downie J.A ., 2005. Legume haemoglobins: symbiotic nitrogen fixation needs bloody nodules. *Curr Biol* 15: 60oykas P.J.J (Eds): *the Rhizobiaceae.* pp 387-402.

Downie J.A., 2005. Legume Haemoglobins: Symbiotic Nitrogen Fixation Needs Bloody Nodules. *Current Biology.* P15: 196-198.

Dommergues Y et Mangenot F., 1970. Ecologie microbienne du sol. Eds. Masson et Cie. Paris. 796p.

Références bibliographiques

Dommergues Y., Duhoux E., Diem H.G., 1999. Les arbres fixateurs de l'azote: caractéristiques fondamentales et rôle dans l'aménagement des écosystèmes méditerranéens et tropicaux avec référence particulier aux zones subhumides et arides. Ed. CIRAD, Editions Espaces, FAO, IR. Montpellier. France. 499p.

De Lajudie .P.,1983. Contribution à l'étude de deux symbioses fixatrices d'azote Medicago sativa. Sesbania rostrata. Thèse de Doctorat d'Etat. Université de Paris-Sud.

-G-

Gage D.J., 2004. Infection and invasion of roots by symbiotic: nitrogen-fixing rhizobia during nodulation of temperate legumes. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 68: 280-300.

Graham P.H., 2007. Ecology of the root- nodule bacteria of legumen. In: Dilworth M.J. (Ed): Leguminous nitrogen-fixing symbioses. Ed. Springer. Dordrecht. 7: 23-58.

Gu J., Wang E.T. Chen W.X., 2007. Genetic diversity of rhizobia associated with Desmodium species grown in China. Lett. Appl. Microbiol. 44: 286- 292.

-H-

Haynes, R. J (1986) . Origin, distribution and cycling of nitrogen in terrestrial ecosystems. In: Mineral nitrogen in the plant-soil system. R. J. Haynes (Ed.) 1-15, Academic Press, Orlando. .

Heller R., Esnault R., Lance C, 2000. Physiologie végétale : Développement. Ed. Dunod. Paris. 580p.

Hirsh M.M. Lum M.R., Downie J.A., 2001. What makes the rhizobia. Legume symbiosis so special Plant Physiol. 127: 1-9.

Hogberg P.and Kvarnsrom M.,1982. Nitrogen fixation by the woody legume Leucaena leucocephala in Tanzania. Plant Soil, 66.21-28.

-J-

Jordon D.C.(1984). International committee on systematic bacteriology. Subcommittee on the taxonomy of *agrobacterium and rhizobium*. Int.J.Syst.bacteriol., p 34;248.

-K-

Kouas S., Debez A., Plassard C., Drevon J.J., 2009. Effect of phosphorus limiting on phytase activity, proton efflux and oxygen consumption by nodulated roots of common bean (*Phaseolus Vulgaris*). African journal of Biotechnology pp 8(20).5301-5309

Keip C., Lockhart P., Voss C. et maier U G., 2007. Nitrogen fixation in eukaryotes new models for symbiosis. BMC Evol. bio. 7(55), 12 p

Krichnan H.B. et Bennett J.O., 2007. Rhizobia that are important for nodulation. In: Gnamanickam S.S. (Ed): Plant-Associated Bacteria. Springer. pp 25-75.

Kvien C.S., Ham G.E., Lambert J.W., 1981. Recovery of introduced *Rhizobium Japonicwn* Strains by Soybean Genotypes. Agron. J. pp 74: 900-905.

-M-

Machieix J.J., Fleuriet A., Jay-Allemand C., 2005. Les composés phénoliques des végétaux : un exemple de métabolites secondaire d'importance économique. Ed. PPUP presses. 192p.

Mantaner A., 2000. Overview and case studies on biological nitrogen fixation: perspectives and Limitations. In FAO Report. pp 1-11.

Mckay I.A. et Djordjevic M.A., 1993. Production and excretion of Nod metabolites by *Rhizobium Leguminosarum bv. Trifolii* are disrupted by the same environmental factors that reduce nodulation in the field. App Environ Microbiol. 59: 385-392

Madigan M et Martinko., 2007. Biologie des micro-organismes. Ed. Pearson. Paris. 1047p.

-N-

Newton W.E., 2007. Physiology, Biochemistry, and Molecular Biology of Nitrogen Fixation . In: Biology of the nitrogen cycle , H., de Bruijn F.J.et Newton .(eds),Gustav Fischer verlag, Stuttgart.pp109-130.

-P-

Pariniske M., 2000. Intracellular accommodation of microbes by plants: A common developmental program for symbiosis and disease?. *Curr. Opin. Plant. Biol.* 3: 320-328.

Panagiota M., Kutharima P., Bisseling T., 1995. Symbiotic Nitrogen fixation. *The Plant cell.* 7: 869-885.

Perret , X.; Staehe Lin, C., and Selander, R.K., 2000. Molecular basis of symbiotic promiscuity.*Mcrobiol. Mol.Biol. Rev.* 64: 180-201.

Perry J.J., staley J.J., Lory S., 2004. Microbiologie : Cours et questions de révision. Ed. Dunod. Paris. 891p.

-R-

Ramos J et Bisseling T., 2004. Symbiotic nitrogen fixation. In: Amancio S., Stulen (Eds). Nitrogen Acquisition and Assimilation in Higher Plants. *Journal of Plant Physiology.* 161: 1189-1202.

Rasanen L., 2002. Biotic and abiotic factors influencing the development of N₂- fixing symbioses between rhizobia and the woody legumes Acacia and. Prosopis. *Dissertations Biocentri Viikki Universitatis Helsingiensis.* pp 27-41.

-S-

Saadallah K., Abdelly C., Drevon J.J., 2003. Fixation biologique de l'azote en conditions de salinité et de déficience en phosphore chez deux variétés de haricot: Coco blanc sensible et BAT 477 tolérant. In: Drevon J.J. et Sifi B. (Eds): Fixation symbiotique de L'azote et développement durable dans le Bassin méditerranéen. INRA. Paris. Les Colleques, n°100. pp 203-216.

Références bibliographiques

Shamseldin A.A.Y., Vinuesa B., Thierfelder H., Wernner D., 2005. Rhizobium etli and rhizobium phaseoli au Cameroun. *Agr trop* 42, 269-274.

Schultze M., Kondorosi E., Rater P., Buiré M., Kondorosi A., 1994. Cell and molecular biology of rhizobium-plant interactions. *Int. Rev Cytol.* 156: 1-75.

Soltner D., 2005. Les bases de la production végétale. Ed. Collection sciences et technique agricoles. 304p.

Skerman P.J., 1982. Les Légumineuses fourragées tropicales. Ed. FAO. Rome. 666p.

Stacy G., Brechenmacher L., Libault M. et Sachdev S., 2007. Functional Genomics of Soybean Root-Hair Infection In: Current plant science and Biotechnology in Agriculture. Volume 42, Current plant Science and Biotechnology in Agriculture. Pedrosa F.O., Hungria M., Yates M.G. et Newton W.E. (Eds), Kluwer academic Publ., Dordrecht pp. 181-182.

Sy A., Guiraud E., Jourand P., Garcia N., Willems A., De Lajudie P., Prin Y., Neyra M., Gillis M., Boivin-Masson C. et Dreyfus B., 2001. Methylophilic Methylobacterium bacteria and fix nitrogen in symbiosis with legumes. *J. Bacteriol.* pp 183: 214-220.

-V-

Vance C.P.; Graham P.H.; Allan D.L., 2000. Biological nitrogen fixation : Phosphorus – a critical future need? In Pedrosa F.O. ed nitrogen fixation: from molecules to crop productivity. Netherlands: *Kluwer academic publishers* 509-514

Vance C.P., 2001. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorus acquisition. Plant nutrition in a world of declining renewable resources. *Plant physiol.* 127: 390-397.

VanBerkum, P. et Eardly, B.D., 2002. The aquatic budding bacterium *Blastobacter denitrificans* is a nitrogen fixing symbiont of *Aeschynomene indica*. *Appl. Environ. Microbiol.* pp 68: 1132-1136

Vilain M., 1997. La production végétale : les composantes de la production. Ed. TEC et DOC. 478p.

Voisin A.S. et Gastal F., 2015. Nutrition azotée et fonctionnement agrophysiologique spécifique des légumineuses. eds. *Editions Quae*, 512p.

-W-

Waterer J.G., Vessey J.K., Raper C.D., 1992. Stimulation of nodulation in field peas (*Pisum sativum*) by low concentration of ammonium in hydroponic culture Plant. Physiol. 86: 215- 220.

Werner D., 2007. Molecular biology and ecology of the rhizobia. Legume Symbiosis. In: Pinton R., Varanini Z., Nannipieri P (Eds) the rhizosphere: biochemistry and organic substances at the soil-plant interface. CRC Press. pp 237-259.

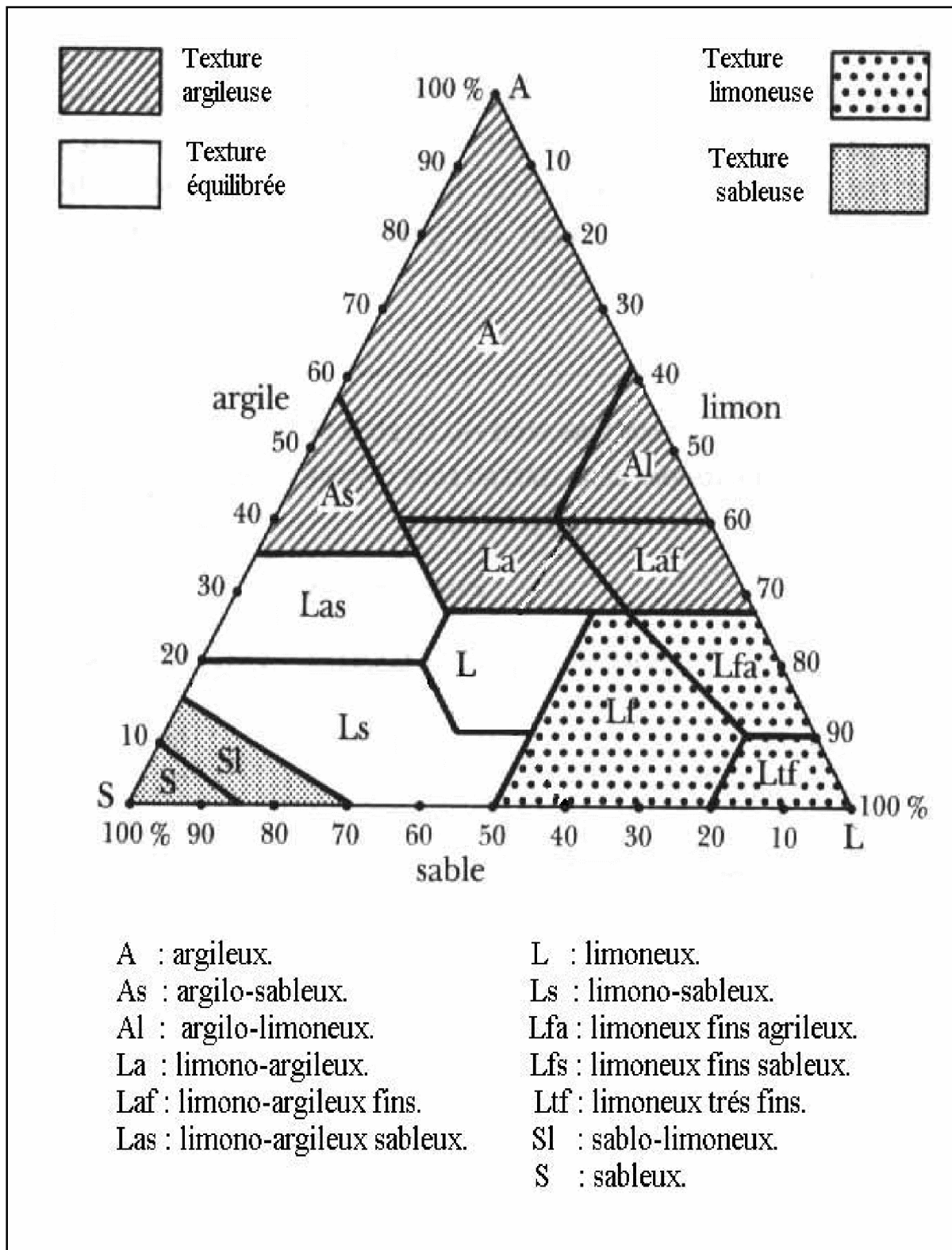
Zahran H. H.,1999. Rhizobium-Legume Symbiosis and Nitrogen Fixation under Severe Conditions and in an Arid Climate, Microbiology And Molecular biology Reviews: 63 (4), pp 968-989.

-Z-

Zurdo,pineriro J.L.,Rivas R.,Trujillo M.E.,Vizcaino N.,Carrasco J.A., Chamber M., Palomares A.,Mateos P. F.,Martinez –Molina E. And Velazquez E.2007.Ochrobactrum cytisi sp . nov., isolated from nodules of *Cytisus scoparius* in spain .*Int.J.Syst.Evol.Microbiol.*pp57.784-788.

✓ Interprétation des résultats de l'analyse granulométrique :

Utilisation du triangle de texture (d'après U.S. Département of Agriculture).



✓ **Interprétation des résultats des analyses chimiques du sol selon
Mémento de l'agronome 1993**

Echelle d'interprétation de la réaction du sol (pH)

Valeur pH	Qualification
< 4.5	Extrêmement acide
4.6 – 5	Très fortement acide
5.4 – 5.5	Fortement acide
5.6 – 6.75	Faiblement acide
6.75 – 7.3	Neutre
7.4 – 7.8	Légèrement alcalin
7.9 – 8.4	Moyennement alcalin
8.5 – 9	Fortement alcalin
> 9.1	Très fortement alcalin

Normes d'interprétation de la conductivité électrique du sol (ds/m à 25 °C)

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

Normes d'appréciation du calcaire total du sol

CaCO _{3t} (%)	Qualification
5 – 12.5	Faiblement calcaire
12.5 – 25	Modérément calcaire
25 – 37.5	Assez fortement calcaire
37.5 – 50	Fortement calcaire
> 50	Très fortement calcaire

Normes d'interprétation de la matière organique

MO %	Qualification
0 - 7	Très pauvre
0.7 - 1.5	Pauvre
1.5 - 3	Moyennement pourvu
3 - 6	Bien pourvu
> 6	Très bien pourvu

1. Présentation du milieu:

Nous avons utilisé dans le cadre de cette étude des échantillons de sols recueillis à partir de diverses localités sont : Zekri, Ouadhia, Vovzrane El-kahra, Timizart.

2. Situation géographique :

2. .1. Cadre régionale :

La wilaya de Tizi-Ouzou est une région de grand kabyle, située au Nord de l'Algérie à une centaine de Kilomètres à l'Est de la capitale Alger, elle occupe une place stratégique en Algérie (El-annabi., 2006). Ces coordonnées géographique sont ; 36°47'40.42''N de latitude et 4°13'40.00''E de longitude, elle s'étend sur une superficie de 2975,93 Km² (D.P.A.T de Tizi-Ouzou ; 2010), Elle est entourée par la mer méditerranéenne au Nord sur 70 km d cotes, au Sud par la wilaya de Bouira, à l'Est par la wilaya de Bejaia, et à l'Oust la wilaya de Boumerdes. Tizi-Ouzou à une altitude moyenne de 800m, la région est constituée d'une succession de chaînes de montagnes toutes d'orientation générale Est-Ouest et qui emprisonnent des plaines alluviale, cette région représente de chaines de montagnes est traversé de Est à l'Ouest (Mesrouk., 1984).

2.2. Cadre local : Les régions d'études sont :

- ❖ **Zekri** : Est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, situé dans la région du bassin versant de haut sébaou à une distance de 35km de la wilaya de Tizi-Ouzou.
- ❖ **Vouvezra el-Kahra** : est un village de la commune de Freha, daïra d'Azazga, situé à 27 km l'Est de Tizi-Ouzou.
- ❖ **Timizart** : est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou, représente de territoire correspond à celui des tribus d'Izarazen, Abizar.

Ouadhia : est une commune de la wilaya de Tizi-Ouzou en Algérie, située à 35 km au sudTizi-Ouzou. Tableau I

Tableau I: Coordonnes géographiques des localité

Localité	Zakri	Vouvzra El-kahra	Ouadhia	Timizart
Coordonnes géographique	36° 46' 35''Nord 4° 33' 11'' Est	36° 43' 56''Nord, 4° 16' 00''Est	36° 33' 00''Nord, 4° 05' 00''Est.	Nord, 4° 16'00'' Est.

3. Les caractéristiques climatiques de la wilaya de Tizi-Ouzou :

Tizi-Ouzou répond à un climat qualifié de variante de type méditerranéen qui se traduit à l'échelle annuelle par la pluviométrie que est caractérisée par deux saisons ; une saison froide pluvieuse et une saison chaude et sèche, (Yakoub.B, 2006).

Pour une meilleure caractérisation du climat de notre zone d'étude, nous avons utilisé des données climatiques qui s'étalent sur une période de 10ans (de 2007 à 2017) dont les relevés sont effectués par l'O.N.M. et les paramètres retenues sont les précipitations, les températures.

3.1. Le climat :

Le climat est un facteur essentielle joue un rôle important dans la répartition de la végétation et des sols (Seltzer., 1946). Agissant directement sur le comportement et le développement des sols et de la végétation, l'équilibre de cette dernière dépend des variations climatiques entre les limites extrêmes des paramètres du climat qui conditionnent son développement normal et son conservation des sols (Asla.T, 2002).

Le climat de nos régions d'étude est de type méditerranéen, caractérisé par la sécheresse de la saison estivale, des hivers relativement humides et un faible nombre de jours pluvieux avec des précipitations torrentielles à grandes irrégularités interannuelles.

❖ **Température (T):**

La température est un facteur climatique secondaire, est une grandeur physique, exprimée en degré Celsius (C°). Elle varie en fonction de l'altitude, la latitude et l'influence de la mer et d'autres facteurs locaux.

Les températures moyennes mensuelles des maximales, des minimales et des moyennes pour la région de Tizi-Ouzou. Les mois les plus chauds sont juillet et août, respectivement, avec une température moyenne maximale de 29 °C. Le mois de janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne minimale 11°C sur de 10 ans. Tableau 2.

❖ **Pluviométrie :**

Est l'un des facteurs prépondérant pour la détermination du type du climat dans une région donnée. La quantité des précipitations est mesurée à l'aide de pluviographe en (mm). La quantité et la qualité des précipitations varient selon plusieurs facteurs.

Dans la région de Tizi-Ouzou les précipitations se présentent sous formes d'averses importantes durant la période de novembre à janvier atteignant un maximal au mois de décembre avec une valeur de 116 mm, quant au minimum, il est enregistré au mois de juillet avec une valeur de 5mm. Tableau II.

Tableau II: Moyennes des précipitations mensuelles et des températures de la willaya de Tizi-Ouzou (2007-2017)

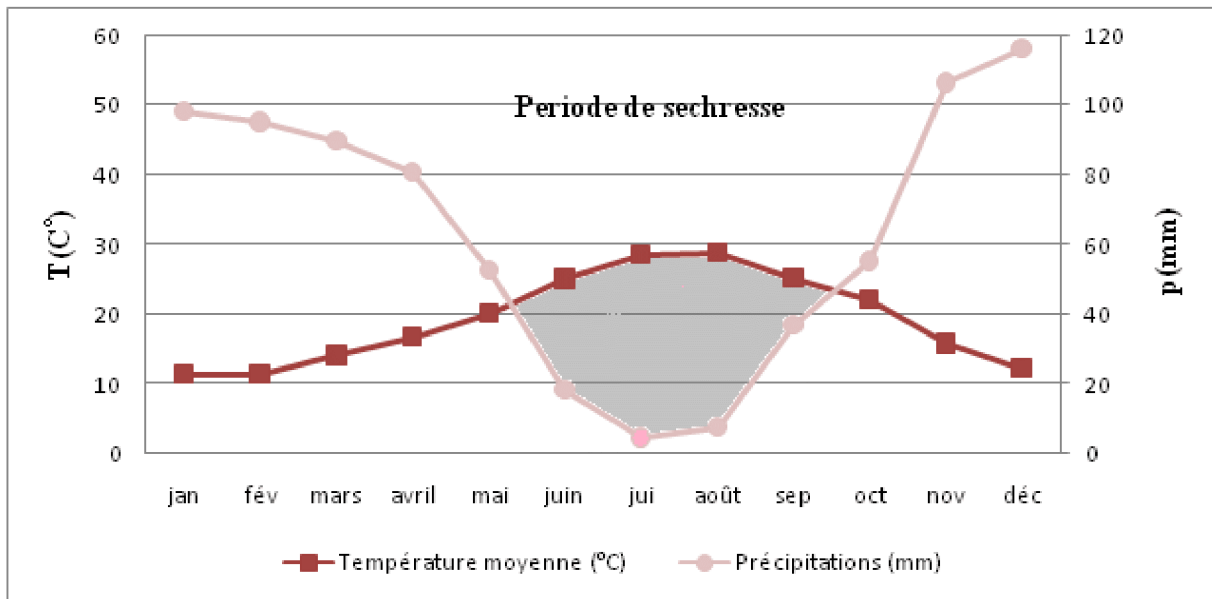
Mois	jan	fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Température moyenne (°C)	11	11	14,1	16,7	20,2	25	29	28,9	25	22	16	12
Précipitations (mm)	98	95	90	80,8	52,8	18	5	7,8	37	55	106	116

Source : (Office National de la Météorologie 2007-2017).


+

❖ **.Diagramme Ombrothermique :**

Le diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen est créé en (1953) qui illustre l'opposition saison sèche ou saison humide. Est une représentation graphique des températures et des précipitations moyennes mensuelles en un lieu donné. Il comporte un axe horizontal où sont placés les 12 mois de l'année et deux axes verticaux, un à gauche pour les précipitations et l'autre à droite pour les températures. Figure I.



T: Température en C°.

Période sèche 

P: Précipitation en mm.


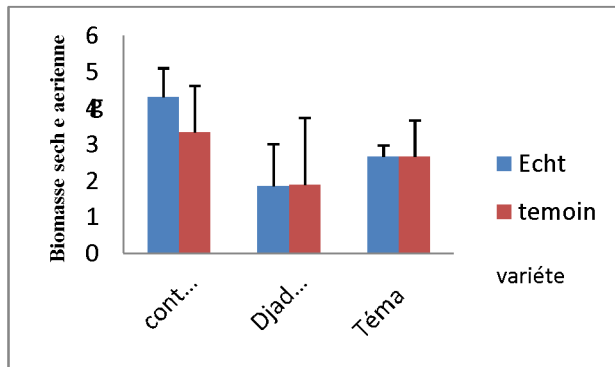
Période humide 

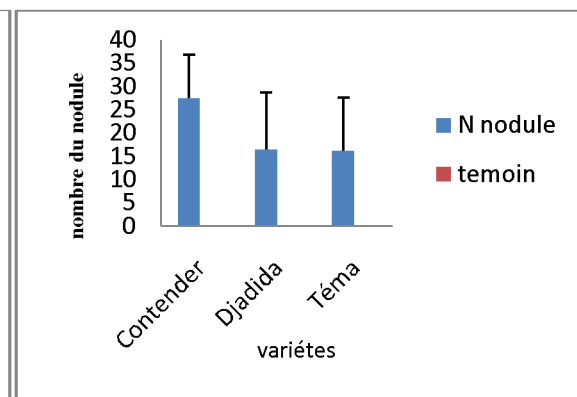
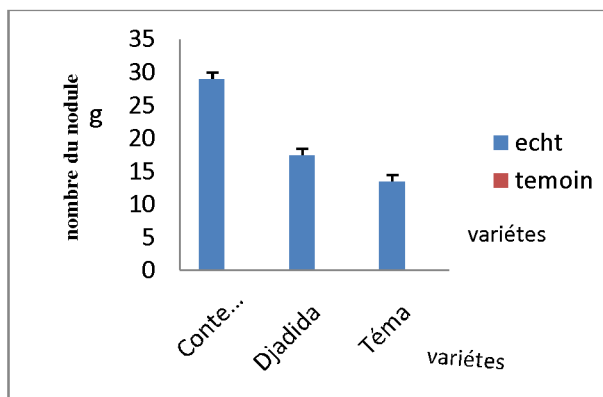
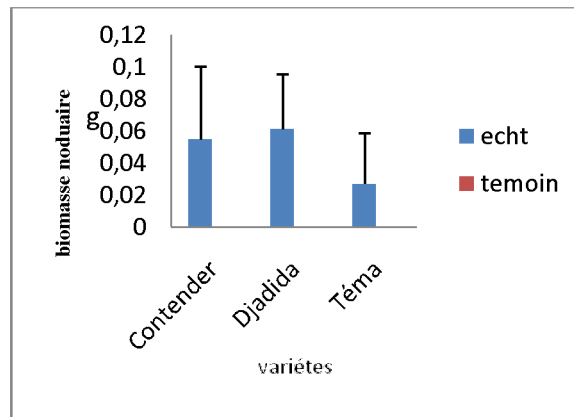
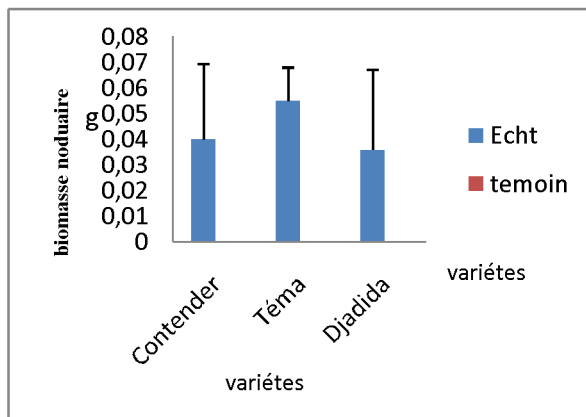
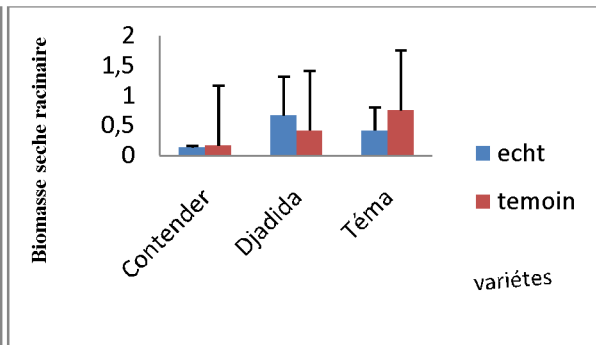
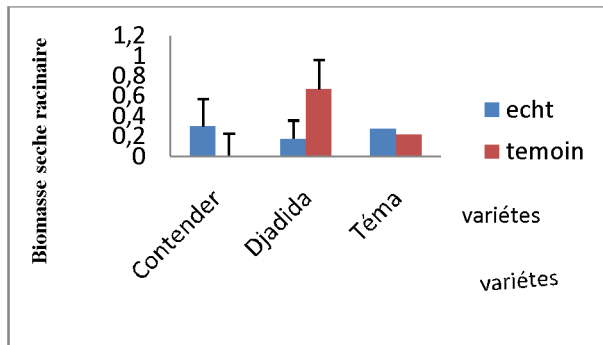
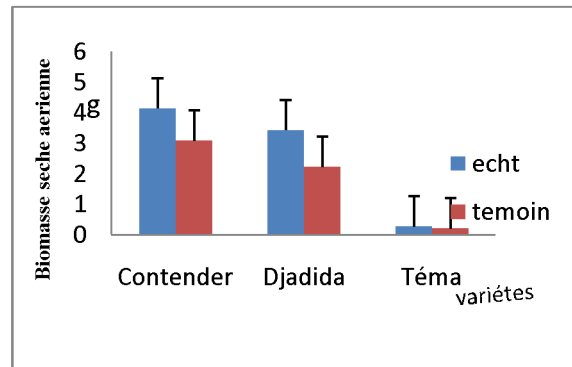
Figure I : Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (Tizi-Ouzou 2007-2017).

Annexe III

❖ Sol 07



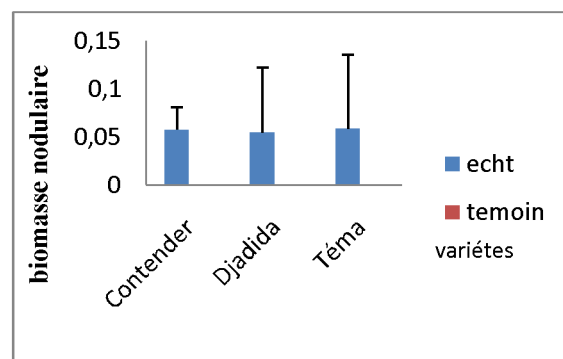
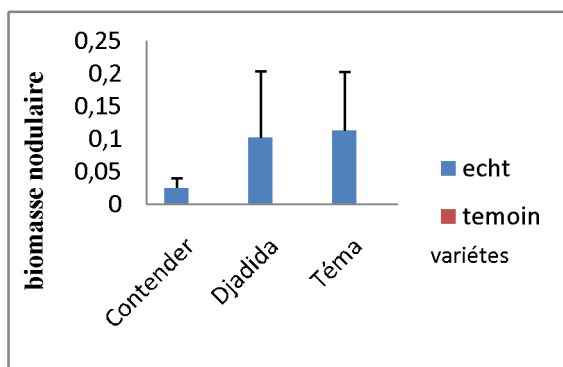
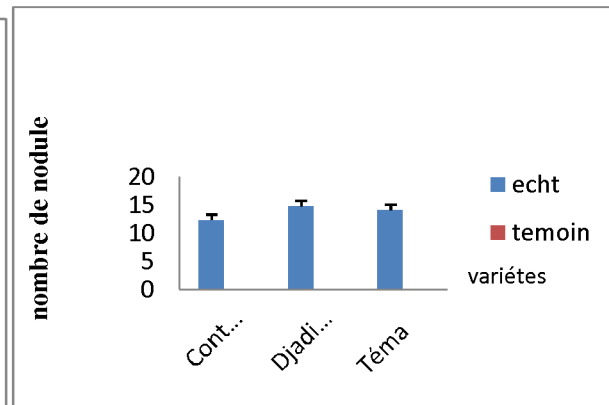
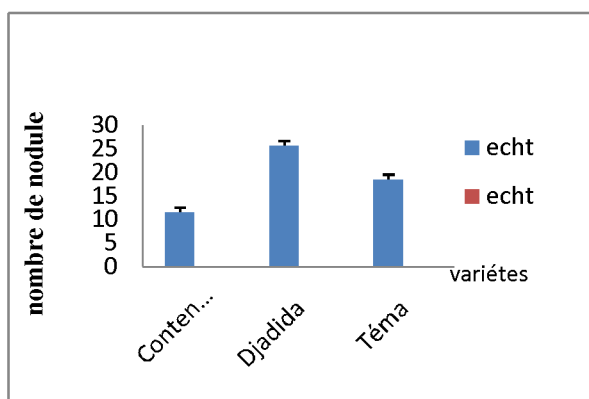
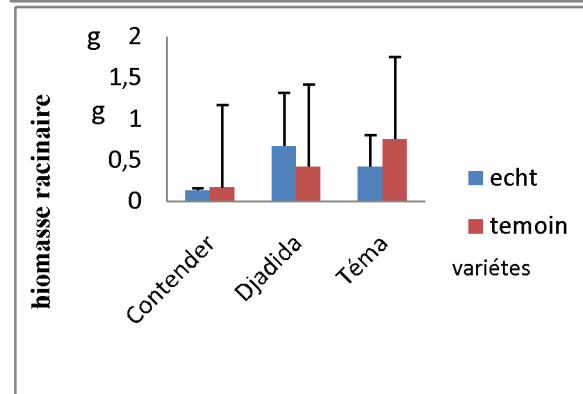
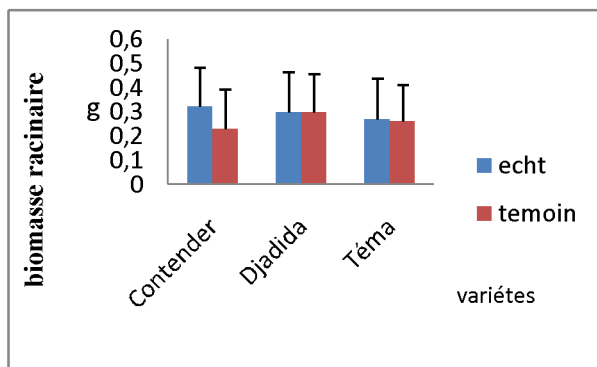
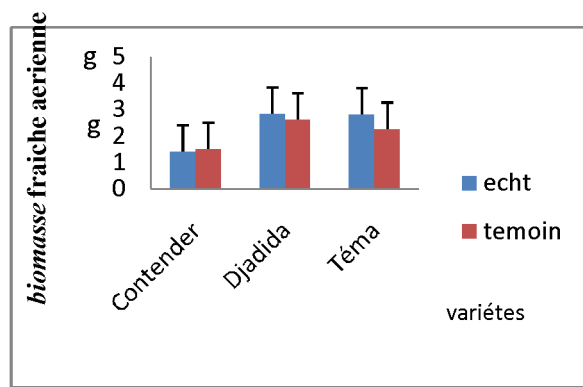
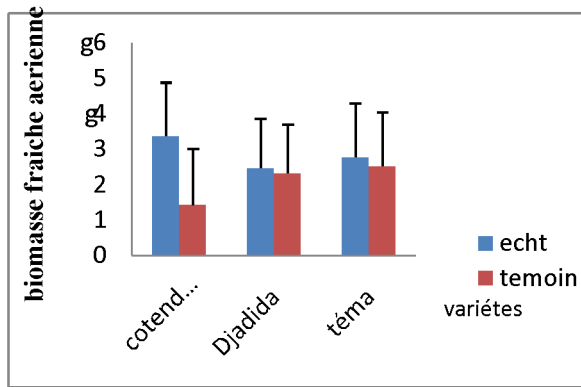
Sol 02



❖ Sol 10

Sol 12

Annexe III



Présentation graphiques pour les biomasses fraîches au niveau des sols E2,E7,E10 ,E12

Résumé

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris.L*) est comme la majorité des autres légumineuses, capable de contracter avec des bactéries du groupe des rhizobia. Chez ces légumineuses fixatrices d'azote, la symbiose aboutit à la formation et au développement d'un organe nouveau, le nodule (ou la nodosité) qui est le siège de la fixation de l'azote.

L'objectif principal de notre travail vise à étudier le potentiel de nodulation de trois variétés de haricot commun (El Djadida, Contender et Téma) cultivées sous serre sur quatre sols différents (issus d'une culture biologique, culture avec d'engrais et pesticides et culture avec produits phytosanitaire et pas d'engrais). Les résultats montrent une déférence entre les paramètres symbiotiques et que la nodulation diffère d'une variété à une autre selon le facteur sol et variété.

Mots clés : nodosité, *Phaseolus vulgaris. L*, Symbiose rhizobienne

Abstract

Common bean (*Phaseolus vulgaris.L*) is like the majority of other legumes, able to contract with bacteria of the rhizobia group. In these nitrogen-fixing legumes, symbiosis results in the formation and development of a new organ, the nodule (or nodule) that is the site of nitrogen fixation.

The main of this work is to study the nodulation potential of three common bean varieties (El Djadida, Contender and Tema) greenhouse grown on four different soils (grown organically, cultivated with fertilizers and pesticides and cropped with pesticides and no fertilizer). The results show deference between the symbiotic parameters and that the nodulation differs from one variety to another depending on the soil and variety factor.

Key words: nodosity, *Phaseolus vulgaris L*, rhizobial symbiosis