

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Biologique
Spécialité : Science Alimentaire
Option : Bioprocédés et Technologie Alimentaire



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Étude de la rhizosphère de trois plantes
dans quelques régions d'Algérie**

Présenté par :

Nemouchi Sara & Oulefki Louiza

Soutenu le **20 Juin 2017**

Devant le jury composé de :

Mr. Moussi . K	MCB	Président
Mme. Fella . S	MAA	Encadreur
Mme. Guendouze . N	MCB	Examinatrice

Année universitaire : 2016 / 2017

Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné la volonté et le courage pour réaliser ce modeste travail.

Nous exprimons nos remerciements et notre profonde gratitude à notre promotrice M^{me} FELLA-S pour avoir accepté de nous encadrer, pour l'aide qu'elle nous a apporté, son entière disponibilité et sa confiance.

Nous sincères remerciements et reconnaissances s'adresse aussi à M^r TARIKT le directeur de l'INRA de Oued Ghir qui nous a permis d'effectuer notre travail au sein de l'institut et M^r Mahdeb-A de nous avoir encadré.

NOS vifs remerciements s'adressent aux membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail M^r Moussi-K, pour l'honneur qu'il nous a fait d'avoir accepté de présider le jury d'examen, Mme: Guendouz- N, pour l'honneur qu'elle nous a accordé en examinant ce modeste travail.

Nous tenons également à remercier toutes personnes ayant contribué de pré ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Ce modeste travail achevé avec l'aide de dieu le tout puissant, est dédié à tous ceux qui mon soutenus soit de près et de loin.

Aux deux chers personne au monde qui ont été toujours à mes cotés tous au long mon parcours, Mon père et Ma mère à qui je dois le mérite d'en arriver là.

A mes chères grands- mères.

A mes chères sœurs : Saïda, Djahida, Akila et Houda.

A mes chers frères : Salem, Zahir et Fares.

A mes belles sœurs : Samia, Saïda et Ghania.

A mon aimable binôme Sara et sa famille.

A toute la famille.

A toute la promotion bioprocédé et technologie alimentaire

2016-2017

A tous ceux qui m'aiment et qui m'ont encouragé.

LOUIZA

Dédicaces

Ce modeste travail achevé avec l'aide de dieu le tout puissant, est dédié à tous ceux qui mon soutenus soit de près et de loin.

Aux deux chers personne au monde qui ont été toujours à mes cotés tous au long mon parcours, Mon père et Ma mère à qui je dois le mérite d'en arriver là.

A ma chère sœur : Thiziri

A mes chers frères :Zoubir , Fouad et Assirem .

A mes belles sœurs : Mounia et Radia

A mon aimable binôme Louiza et sa famille.

A toute la famille.

A toute la promotion bioprocédé et technologie alimentaire

2016-2017

A tous ceux qui m'aiment et qui m'ont encouragé.

SARA

Liste des abréviations

C/N : rapport « carbone /azote ».

Ech : Echantillon

EPS : Extrat Polymeric Substances, Exopolysaccharide.

Fg : Fraction granulométrique

Log : logarithme.

MO : matière organique.

PGPR: Plant Growth Promoting Rhizobacteria.

TSA : Tryptic Soy agar.

UFC : unité formant colonie.

Liste des figures

Figure 1 : Schéma général de la rhizosphère.....	6
Figure 2 : Diagramme simplifié d'une racine et rhizodépôts	8
Figure 3 : Localisation du site d'étude -Feraoun-	11
Figure 4 : Localisation du site d'étude- beni chebana-.....	12
Figure 5 : Localisation du site d'étude-El Aouana-.....	13
Figure 6 : Photographie de <i>Pimpinella asisum</i>	14
Figure 7 : Photographie d' <i>Erica multiflora</i>	15
Figure 8 : Photographie de Blé	16
Figure 9 : Diagramme triangulaire des classes texturales du sol.....	25
Figure 10 : variation du pH dans les trois régions.....	26
Figure 11 : Teneur en carbone dans les trois régions.....	27
Figure 12 : Teneur en matière organique des trois régions.....	27
Figure 13 : Teneur en azote dans les trois régions.....	28
Figure 14 : Le rapport C/N dans les trois régions.....	28
Figure 15 : Le taux de sucres totaux dans les trois régions.....	29
Figure 16 : Nombre de bactéries mésophiles totales au niveau du sol adhérent et de la racine des trois plantes.....	31
Figure 17 : Nombre de bactéries productrices d'EPS au niveau du sol adhérent et da la racine des trois régions.....	32
Figure 18 : Nombre de la flore fongique au niveau du sol adhérent et da la racine des trois régions.....	34

Liste des tableaux

Tableau I : Les différentes catégories de rhizodépôts selon leur composition biochimiques et leur mode de libération	9
Tableau II : Caractérisation physico chimique des sols	24
Tableau III : Résultats granulométrique des sols.....	25

Sommaire

Liste des abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction1

Chapitre I : Revue bibliographique

I. sol.....	2
I.1. La structure du sol	2
I.1.1.les agrégats : micro-habitats du sol.....	2
I.1.1.2. La fraction organique.....	2
I.2. les composantes du sol	3
I.2.1. la fraction minérale.....	3
I.2.2. la fraction organique	3
I.3. les microorganismes du sol.....	4
I.3.1. Les bactéries.....	4
I.3.2. les champignons.....	4
I.4. la rhizosphère	6
I.5. la rhizodéposition.....	7
I.6. les rhizobactéries	8
I.6.1. Les rhizobactéries promotrices de la croissance des plantes.....	8
I.7. interactions entre les microorganismes et plantes.....	9
I.7.1. Interactions non symbiotiques.....	9
I.7.2. Interactions symbiotiques	10

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Localisation de site d'étude.....	11
II.1. 1. Feraoun.....	11
II.1. 2. Beni chebana.....	12
II. 1. 3. El Aouana	13
II.2. Végétal	14
II. 2. 1. <i>Pimpinella anisum</i>	14
II.2. 2. <i>Erica multiflora</i>	15
II.2. 3. <i>Triticum durum</i>	16
II.3. Analyses appliqués au sol	17
II.3.1. Echantillonnage.....	17
II. 3.2. Analyses physique.....	17
II. 3.2.1. Analyse granulométrique.....	17
II. 3.2.2. Mesure d'humidité	19
II.3.2.3. Mesure du PH.....	19
II.3.3. Analyse chimique.....	19
II. 3.3.1. Détermination du pourcentage de la matière organique dans le sol	20
II. 3.3.2. Dosage de l'azote total.....	20
II.3.4. Dosage des sucres totaux dans le sol adhérent.....	22
II. 4. Analyses microbiologiques	22
II.4.1. Préparation des dilutions	22
II.4.2. Dénombrement	23
II.5. Analyse statistique.....	23

Chapitre III : Résultats et discussions

III.1.Résultats des analyses physico-chimique des sols.....	24
III.1.1. Granulométrie.....	24
III.1.2.pH et Humidité	25
III.1.3.Carbone et matière organique.....	26
III.1.4.Azote	27
III.1.5.Rapport C/N.....	28
III.2. Taux des sucres dans le sol adhérent.....	29
III.3.Résultats des analyses microbiologiques	30
III.3.1. Flore mésophile.....	30
III.3.2.Flore productrice d'EPS.....	32
III.3.3.Flore fongique.....	33
Conclusion.....	35

Référence bibliographiques

Annexe

Résumé

Introduction

Le sol est le plus souvent un milieu très hétérogène en raison de sa composition et de l'activité biologique qui s'y déroule, cette activité biologique dépend notamment du carbone entrant dans le sol depuis la plante (**Stemmer et al., 1999**).

Le sol est l'environnement où cohabitent les racines des végétaux, les animaux et les microorganismes, c'est un assemblage complexe de substances minérales et organiques, de gaz et d'eau, à l'intérieur duquel se déroule simultanément des phénomènes de dégradation et de synthèse à cause de son hétérogénéité, il abrite des populations de microorganismes, a des particularités biologiques et biochimiques très divers. L'activité de ces populations est influencées par divers facteurs : température, pH, profondeur du sol, humidité et présence des substances organiques et inorganiques (**Ameur, 2014**).

La rhizosphère, qui est la partie du sol entourant les racines vivantes, est un milieu extrêmement complexe où s'opèrent de multiples interactions entre la plante, le sol et les organismes telluriques, son volume est variable selon le développement racinaire : il représente entre 0,1 et 1% du sol global des écosystèmes forestiers et près de 100% des premiers centimètres des sols. C'est ainsi, la rhizosphère présente des propriétés structurales (porosité-agrégation) et des caractéristiques physico-chimiques singulières (pH, minéraux, potentiel hydrique). Quant à la composante biologique, des études montrent une densité et une activité microbienne à proximité de la racine particulièrement intenses, en comparaison au sol non rhizosphérique (**Lynch et Whipps, 1990**). Cette microflore se compose majoritairement de bactéries, de champignons, de protozoaires et d'algues unicellulaires qui sont moins représentés (**Subba Rao, 1999**).

Ces êtres vivants sont requis dans le processus de la décomposition et le recyclage des nutriments dans la rhizosphère (**Germida et al., 1998**). Par ailleurs, la communauté microbienne joue un rôle notable dans l'amélioration et la stabilisation de la structure du sol. De ce fait, plusieurs études ont montré que l'agrégation et la stabilité d'un sol dépendent de sa nature et de sa teneur en matière organique et qui joue un rôle aussi significatif dans l'état de santé des plantes (**Elustondo et al., 1990**).

Notre travail consiste à l'étude de la rhizosphère de trois plantes dans quelques régions d'Algérie.

La première partie de ce travail concerne l'étude physico-chimique du sol et la deuxième partie de cette étude est consacrée au dénombrement des bactéries et des champignons de la rhizosphère.

Chapitre I
Revue bibliographiques

I. Sol

C'est un milieu dont la phase solide est constituée par des minéraux et des composés organiques formant des assemblages plus ou moins volumineux et qui donnent au sol sa structure. Cette phase solide n'est pas continue, et délimite un espace poral de géométrie complexe et de dimensions variées. Cette caractéristique explique la présence de phase fluide, liquide et gazeuse, susceptibles de se déplacer et donc de donner lieu à des flux de matière. Elle explique aussi celle d'organismes vivants végétaux et animaux qui y trouvent un espace pour croître et se développer (**Calvet, 2003**).

I.1. La structure du sol

La structure du sol peut être définie comme le regroupement de particules primaires du sol en de larges unités de composés d'origine, de taille et de forme différentes (**Lavelle et Spain 2001**). Ce sont séparées entre eux par les espaces porales, les quelles permettent les mouvements d'eau et les échanges gazeux avec l'atmosphère. Ces unités structurales peuvent résulter du découpage du sol par des fissures provoquées par des contraintes mécaniques dues soit aux variations du volume, à l'humidification ou à la dessiccation, soit au travail du sol (**Lavelle et Spain 2001 ; Callot et al., 1982**). Ils peuvent aussi provenir directement ou indirectement de l'action biologique de la faune et de la flore du sol ainsi que de l'activité racinaire (**Oades, 1993**).

La structure du sol a une importance considérable sur son fonctionnement. D'une part, elle détermine la pénétration des racines dans le sol, d'autre part, elle agit sur les déplacements d'eau, d'éléments nutritifs de la masse du sol vers les racines (**Callot et al., 1982 ; Lavelle et Spain, 2001**).

I.1.1. Les agrégats : micro-habitats du sol

Les minéraux argileux n'existent généralement pas sous forme libre dans le sol, mais seulement en couches, ou en revêtements les particules de sables et de limons, ou aussi en unités orientées entre ces particules et associé à la matière organique du sol. Les agrégats du sol sont des combinaisons de composés organiques et minérales du sol, rassemblés en micro (<50µm de diamètre) et macro agrégats (> 50µm de diamètre en moyenne). Reliés par des filaments mycéliens, ils ont la capacité de ne pas se disperser dans l'eau (**Arpin et al., 1980**).

I.2. Les composantes du sol

Le sol est constitué de cinq composants majeurs : fraction minérale, matière organique, eau, air et organismes vivants (**Alexander, 1977**).

I.2.1. La fraction minérale

La dégradation physique due aux alternances chaud /froid, le gel, le vent ou l'eau fractionnant la roche en morceaux de taille de plus en plus faible. L'altération due à l'eau, associée ou non à l'oxygène, au gaz carboniques ou à des acides organiques (**Gobat, 2003**), provoque une transformation des minéraux primaires avec formation de minéraux secondaires (comme l'argile) (**Duchaufour, 1977**).

Elle est constituée de particules de différentes tailles, classées généralement selon leur densité :

- La fraction grossière (>2mm).
- La terre fine (<2mm) (sable, limons et argiles).

I.2.2. La fraction organique

La matière organique du sol est considérée comme un constituant important du sol, mais aussi la principale source d'alimentation et d'énergie pour les organismes vivant du sol. Cette dernière est formée principalement par la décomposition de la matière fraîche des végétaux et des microorganismes (**Gardinier et Miller 2008**). Les principales composantes de la matière organique du sol sont : la fraction légère, le carbone organique et l'azote total. La fraction légère est considérée comme étant une forme labile de la matière organique du sol, tandis que le carbone organique et l'azote totale du sol sont considérés comme des éléments fondamentaux de la matière organique du sol (**Gregorich et al., 2008**).

La matière organique a un rôle très important dans le sol, elle est considérée comme l'indicateur principal de sa qualité, à la fois pour des fonctions agricoles et pour des fonctions environnementales, sa qualité et sa teneur dans le sol sont influencées par certains facteurs comme le pH du sol, la température, l'humidité, la texture et spécialement l'activité des microorganismes (**Samahadthai et al., 2010**).

I.3. Les microorganismes du sol

Les microorganismes du sol sont constitués de 5 principaux groupes : les virus, les bactéries, les actinobactéries, les champignons et les algues. Mais les bactéries, les actinobactéries et les champignons représentent l'essentiel de la biomasse microbienne du sol (**Lavelle et Spain ; 2001 Focht et Mallin, 1979**).

Certains microorganismes participent à la santé et à la croissance des plantes, dont les plus étudiées sont les symbioses rhizobiennes et mycorhiziennes. La composante microbienne participe aussi activement aux cycles biogéochimiques du soufre, du phosphore, du fer et de l'azote, sans oublier leurs rôles essentiels dans le cycle du carbone, les microorganismes du sol, hétérotrophes pour la plupart, font partie des acteurs principaux contrôlant la décomposition de la matière organique (**Ranjard et Richaume, 2001**).

I.3.1. Les bactéries

Des procaryotes unicellulaires de formes très diverses. Leur classification était habituellement basée sur des caractères phénotypiques incluant par exemple la morphologie des cellules (bâtonnets, cocci, bacilles...) , la structure de la paroi cellulaire, la mobilité des cellules... (**Berthelin et Toutain, 1979 ; Lavelle et Spain, 2001**).

Les bactéries sont ubiquistes et elles représentent une population très abondante dans le sol, leur activité est principalement concentrée dans les premiers cm du sol. Elles constituent avec les champignons la biomasse dominante du sol (**Anderson et Domsch, 1978 ; Christensen et Funck-Jensen, 1989**). Les bactéries hétérotrophes constituent les types dominants dans le sol. De part leur consommation et minéralisation des matériels organiques, elles représentent la plupart des flux d'énergie à travers le sol (**Bakken, 1997 ; Focht et Martin, 1979, Berthelin et Toutain, 1979**).

I.3.2. Les champignons

Les champignons sont des eucaryotes dotés d'une structure filamenteuse végétative appelée mycélium. La plupart sont des Eumycètes ils ont une membrane chitineuse et leur organe reproducteur est dépourvu de flagelles (**Lavelle et Spain, 2001**). La majorité des grands groupes taxonomiques de champignons sont tous hébergés dans le sol (**Thorn, 1997**). Les champignons représentent une grande diversité, il ya approximativement 1,5 millions

d'espèces (**Hawksworth et Mound, 1991**). Les champignons jouent des rôles très importants dans les cycles des nutriments du sol (**Thom, 1997, Bloem et al, 1994**) notamment dans la décomposition de la matière organique. Les champignons jouent un rôle aussi dans le recyclage des déchets, des sécrétions chimiques et excréments des racines des plantes, des animaux et des microorganismes (**Moore et Ruiter, 1991 ; De Ruiter et al, 1993**).

I.4. La rhizosphère

La rhizosphère est la région du sol autour des racines des plantes(Figure1). Le terme rhizosphère a été introduit en 1904 par **Lorenz Hiltner**,“rhizo” vient du grec “rhiza,” signifiant “racine” et “sphère” est le champ d'action ou d'influence. Hiltner a décrit la rhizosphère comme étant l'étroite partie du sol, lieu d'une intense activité microbienne autour des racines des légumineuses. Par la suite, cette définition a été étendue à toutes les plantes. Enfin, elle correspond non seulement à l'étroite zone (1-2 mm) à proximité immédiate de la surface racinaire, mais aussi à la région de quelques centimètres de la racine, où ont lieu les échanges d'eau et de nutriments. La rhizosphère constitue ainsi un lieu d'échange entre le végétal et le minéral ; c'est un milieu complexe aux multiples interactions (**Lynch, 1990**).

Au sein de la rhizosphère, on distingue :

- Le rhizoplan : (surface des racines) ;
- L'endorhizosphère (surface intraracinaire de certaines bactéries, à l'intérieur ou à l'extérieur des cellules des tissus)
- L'exorhizosphère ou sol rhizosphérique (**Gobat et al., 2010**).

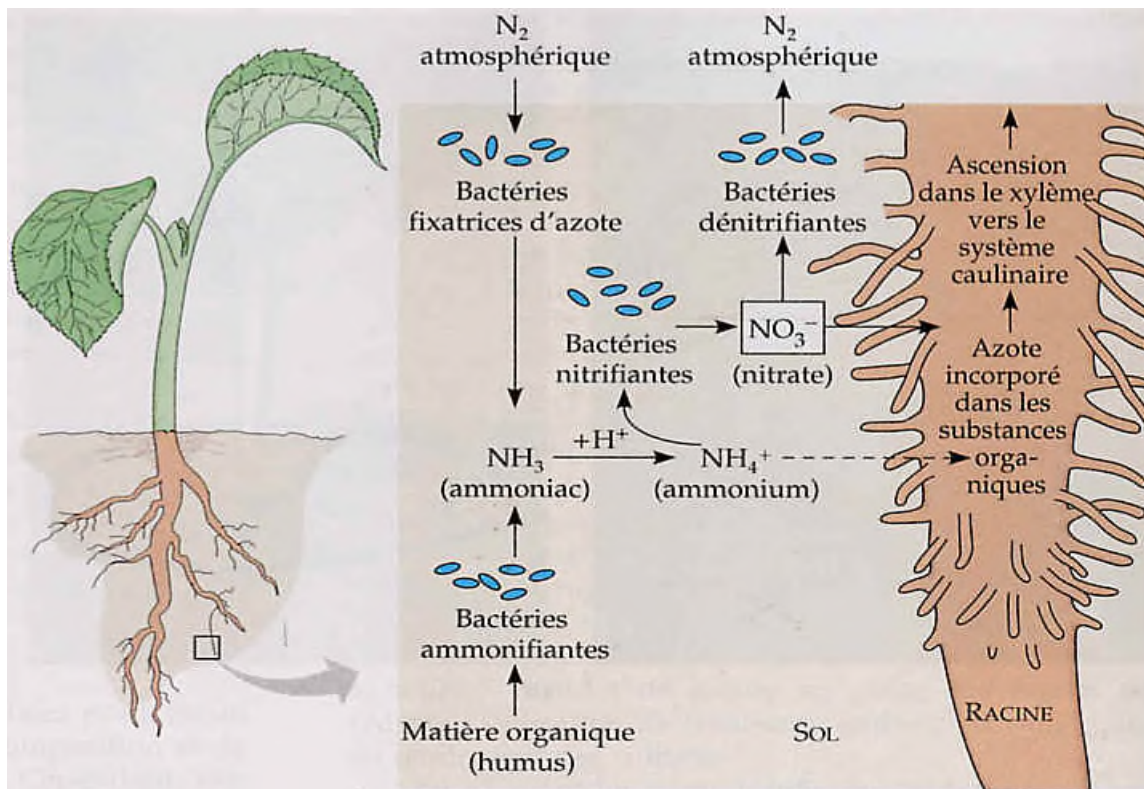


Figure 1 : Schéma général de la rhizosphère (anonyme1,2003).

I.5. La rhizodéposition

L'effet rhizosphérique est déterminé en grande part par la libération de différentes composées organiques regroupées sous le terme rhizodéposition d'une façon plus grande, la libération d'une partie des photosynthétats dans le sol contribue à la formation des sols. En effet la fraction minérale provenant de la roche mère en se liant aux molécules organiques libérées par la plante qu'elle soit vivante ou morte aboutit à la fraction du complexe organo-minéral caractérisant le sol (Stengel, 1998). Le tableau I résume des différentes catégories de rhizodépôts et la figure 2 présente un diagramme simplifié d'une racine et des rhizodépôts.

Tableau I : Les différentes catégories de rhizodépôts selon leur composition biochimique et leur mode de libération (**Rovira, 1969**).

Les exsudats	Composés hydrosolubles de faible poids moléculaire, libérés passivement par les racines vers la solution du sol selon un gradient de concentration représentés principalement par les sucres (glucose, fructose, maltose...), acides aminés carboxyliques et phénoliques et en moins grande proportion par des vitamines, des régulateurs de croissance, des enzymes et nucléotides.
Les sécrétions	Composés de poids moléculaire variable, libérés par transport actif. Ce sont notamment des glucides.
Les mucilages	Composés de poids moléculaire élevé, libérés principalement au niveau des apex voir même des poils absorbants. Représentés par des sucres polymérisés et protéines.
Le mucigel	Mélange complexe de mucilage, de débris racinaires, bactériens et de particules minérales.

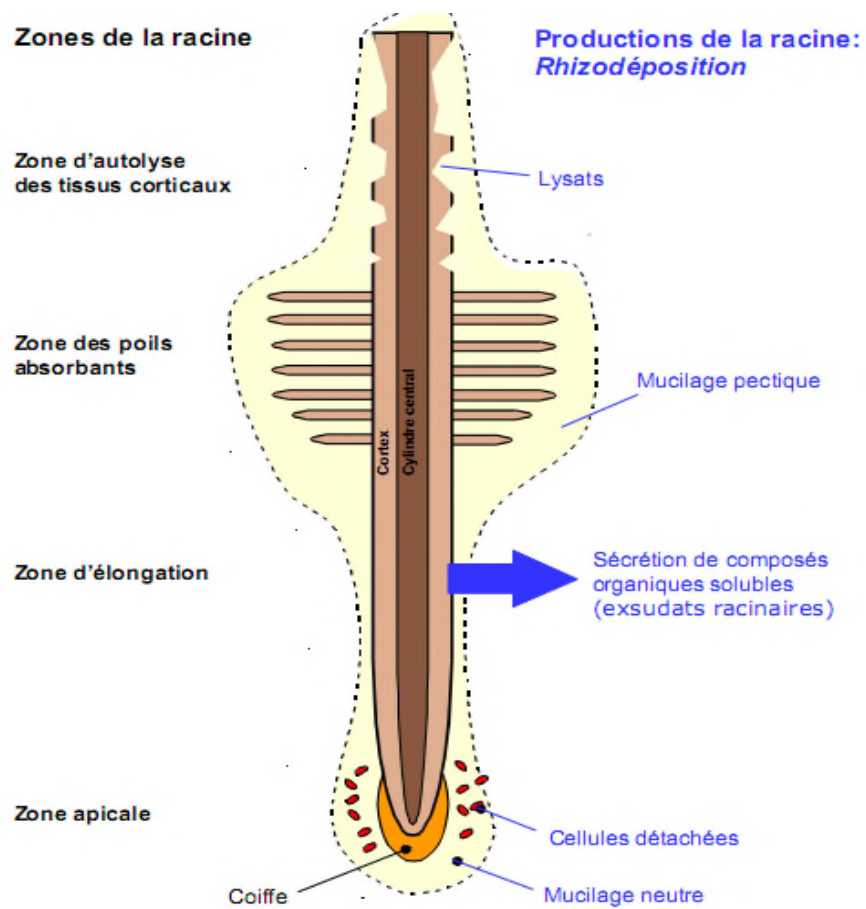


Figure2 : Diagramme simplifié d'une racine et des rhizodépôts (Arango et Tarnawski, 2002).

I.6. Les rhizobactéries

Un grand nombre de microorganismes vivent dans le sol. On compte les virus, les bactéries, les champignons, les protozoaires et les algues (**Paul et Clark, 1996**). Alors les bactéries associées aux racines des plantes comme les rhizobactéries, celles-ci sont généralement des souches très compétitives capables de coloniser le système racinaire riche en éléments nutritifs, tout au long du cycle de développement de la plante (**klepper, 1993**)

Les rhizobactéries sont des hétérotrophes typiques, elles nécessitent donc des composés organiques comme source d'énergie. Leurs besoins sont entièrement comblés à l'intérieur même de la rhizosphère. Les rhizobactéries sont des hétérotrophes typiques, elles nécessitent donc des composés organiques comme source d'énergie. Utilisent en effet de nombreux substrat provenant de la plante : les cellules corticales et épidermales des racines qui se détachent (**Campbell et Greaves, 1990**).

I.6.1. Les rhizobactéries promotrices de la croissance des plantes

Les rhizobactéries connues sous le terme PGPR stimulent directement la croissance de plantes en augmentant le prélèvement des éléments nutritifs du sol, en induisant et produisant des régulateurs de croissance végétale et en activant les mécanismes de résistance induite chez les végétaux.

Les PGPR peuvent affecter la nutrition de la plante par :

- La stimulation et la régulation de la croissance racinaire par la production d'hormones végétales.
- L'amélioration de la nutrition de la plantes, par : la sécrétion de sidérophores compatibles avec les systèmes de transport des cellules végétales, pour assurer la nutrition des plantes en fer.
- La protection des racines contres les parasites, par : la production de composés inhibiteurs de la croissance des parasites racines, comme le 2,4-diacétyl-phloroglucinol.
- Les interactions positives avec les mycorhizes (**Gobat et al., 2010**).

I.7. Interactions entre les microorganismes et les plantes

I.7.1. Interactions non symbiotiques

Le développement de la communauté rhizosphérique a une variété d'impact direct ou indirect sur la production de biomasse de la plante (**Tate, 1995**). Beaucoup de bactéries qui colonisent la rhizosphère produisent des composés organiques qui permettent le développement du système racinaire des plantes. Elles sont responsables du recyclage et de la solubilisation des éléments minéraux (azote, phosphore, calcium); de la synthèse des vitamines, des acides aminés, des auxines lesquels stimulent la croissance des plantes (**Focht et Martin, 1979 ; Klein et al., 1988 Tate, 1995 ; Lavelle et Spain, 2001**).

I.7.2. Interactions symbiotiques

En plus des interactions avec les microorganismes dans la rhizosphère, les racines des plantes établissent des relations symbiotiques spécifiques avec certains microorganismes du sol. Deux types d'associations ont fait l'objet d'un grand nombre d'étude, il s'agit des associations mycorhiziennes et des symbioses fixatrices d'azote.

a- Les symbioses mycorhiziennes

Les mycorhizes sont des associations bénéfiques entre les racines des végétaux et les filaments mycéliens des champignons supérieurs. Cette association améliore la nutrition minérale (principalement phosphore) de la plante (**Smith et Read, 1997**).

b- Les symbioses fixatrices d'azote

Deux groupes de bactéries ont été identifiés comme fixatrices d'azote en association avec les plantes supérieures. Il s'agit des Rhizobiums qui s'associent généralement avec les plantes des légumineuses et des Frankias, bactéries filamenteuses sporulantes associées à des plantes dites actinorhiziennes comme les Casuarinacées (**Ganry et Dommergues, 1995**).

Les symbioses fixatrices de l'azote sont extrêmement importantes dans le maintien de la fertilité du sol, elles sont utilisées dans les pratiques agricoles pour augmenter les rendements des cultures (**Atlas et Bartha, 1993**).

Chapitre II
Matériel et Méthodes

II.1. Présentation de site d'étude

Les échantillons de sol que nous avons utilisés dans cette étude, ont été collectés en Mars 2017, dans trois régions d'Algérie: Feraoun (Bejaia), Beni chebana (setif) et El Aouana (Jijel).

II.1.1. Feraoun

Est une région algérienne, situé dans la daïra d'Amizour et la wilaya de Bejaïa. Entourée par Beni djellil, Beni mohli et Semaoun, (Figure 3) située à 9 km au sud-ouest de berbacha et à 623 mètres d'altitude, les coordonnées géographiques sont comme suit :

- Latitude : 36°33'25'' Nord
- Longitude : 4°51'59'' Est

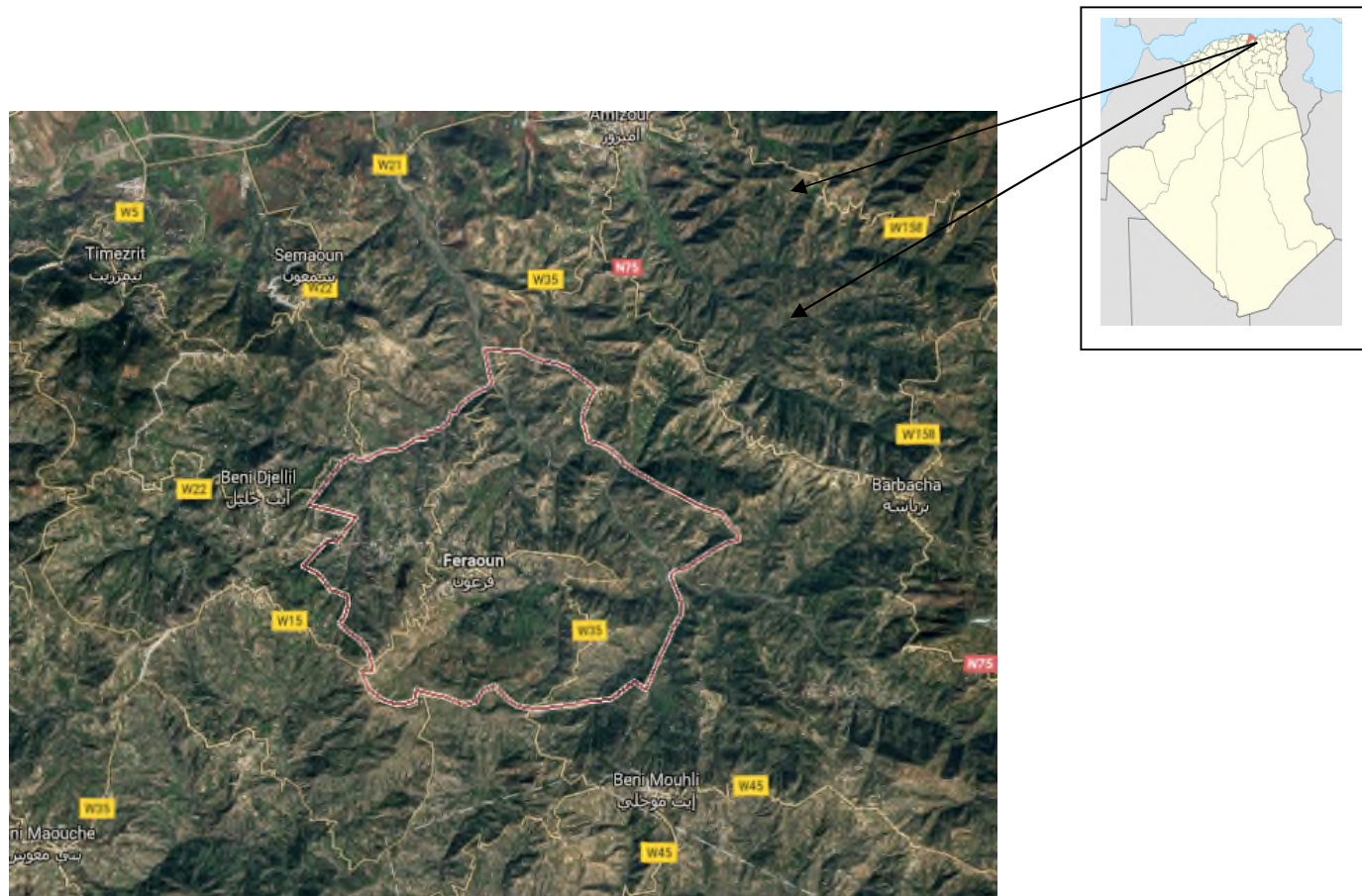


Figure 3 : Localisation du site d'étude - Feraoun – (anonyme 2).

II.1.2. Beni chebana :

Beni chebana est une région algérienne, située à la wilaya de Setif. Entourée par Beni ourthilane, Feraoun et Benimouhli, (Figure 4) située à 6 km au nord –ouest d’Ain legraj et à 938 mètres d’altitude, les coordonnées géographiques sont comme suit :

-Latitude : 36°27’54’’ Nord

- Longitude : 4°52’34’’ Est

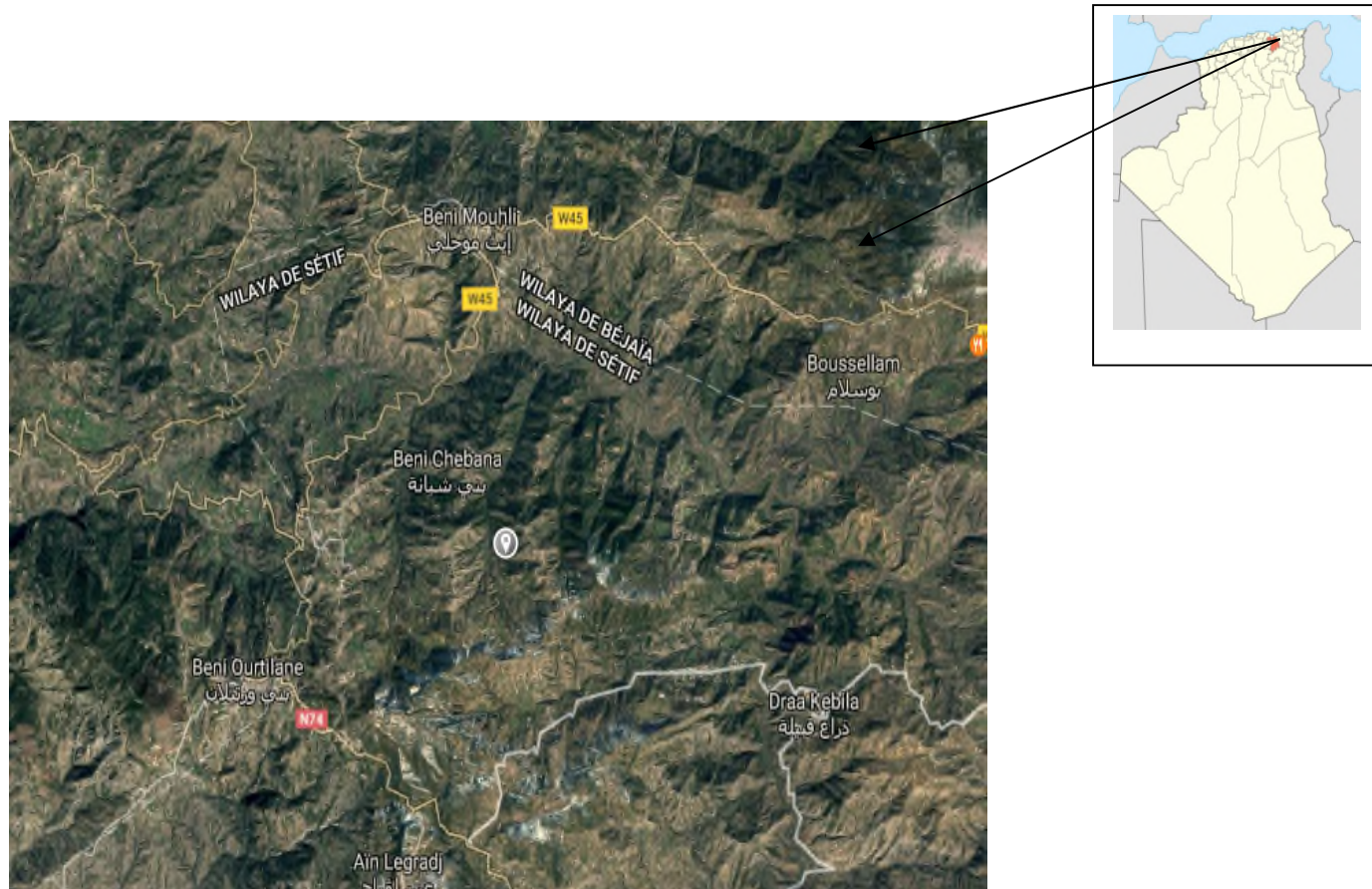


Figure 4 : Localisation du site d’étude - Beni chebana - (anonyme 3).

II.1.3.El Aouana

El aouana est une région algérienne, située à la wilaya de Jijel. Entourée par, ziama mansouriah et selma benziada, (Figure 5) située à 15 km au sud-ouest de Jijel et à 78 mètres d'altitude, les coordonnées géographiques sont comme suit:

- Latitude : 36°46'22'' Nord
- Longitude : 5°36'36'' Est

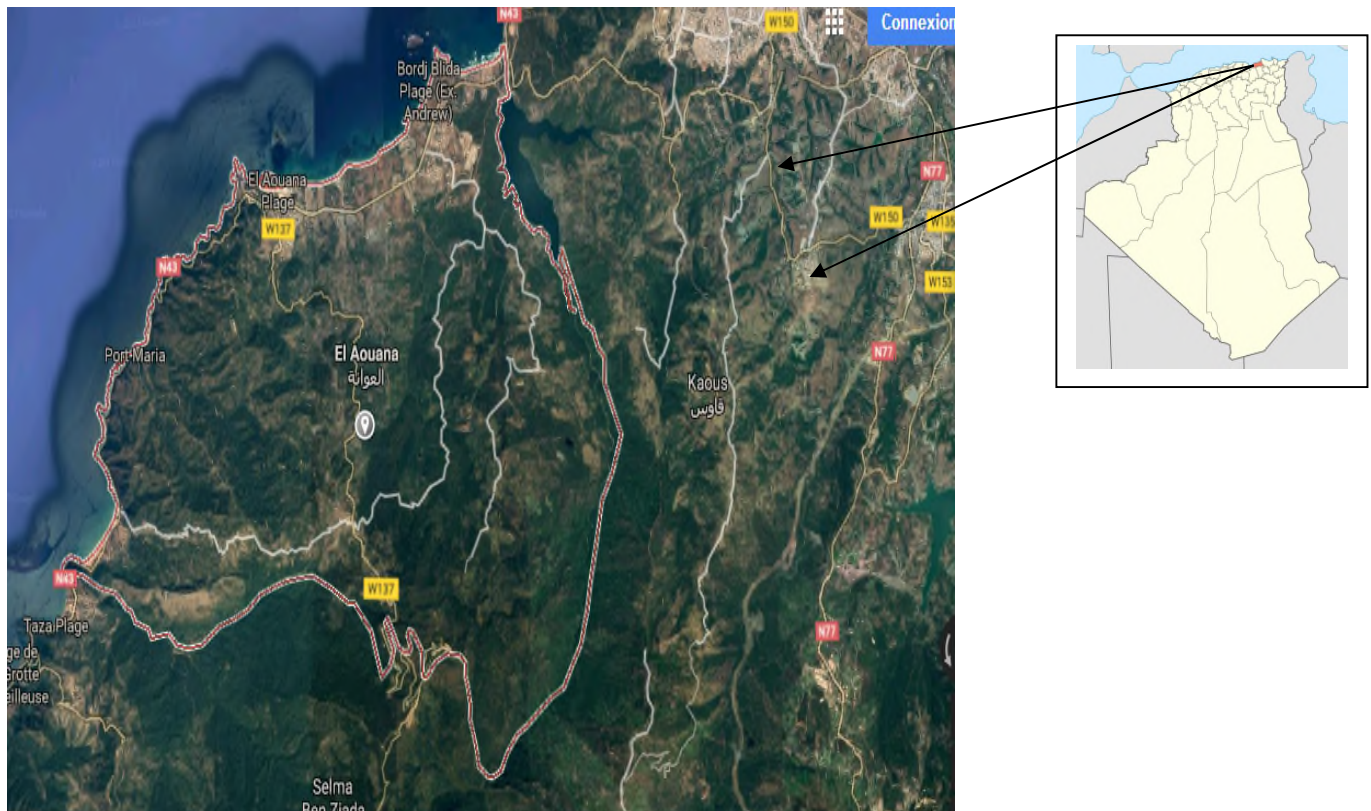


Figure 5 : localisation du site d'étude - El Aouana – (anonyme 4).

II.2. Matériel végétal

Dans notre étude nous avons utilisée trois plantes : *Pimpinella anisum*, *Erica multiflora* et *Triticum durum*

II.2. 1. *Pimpinella anisum*

Le *Pimpinella anisum* (l'anis) est une plante condimentaire annuelle ou bisannuelle faisant partie de la lignée des Apiacées (Figure 6). Elle peut atteindre jusqu'à 80 cm de hauteur et possède des fleurs blanches ou jaunes en ombelles, des feuilles pétiolées dentelées, des fruits duveteux gris verdâtres, oblongs, striés et des tiges creuses. Provenant de l'Asie et du Moyen-Orient, le *Pimpinella anisum* pousse dans les régions tempérées, sur des sols sains, légers et bien exposés au soleil. Il s'agit d'une plante de jouvence utilisée par les Latins pour paraître plus jeunes. On récolte ses fruits durant l'automne (**Anonyme 5**).



Figure 6: Photographie de *Pimpinella anisum*

II.2.1. *Erica multiflora*

Erica multiflora est une plante vivace sans poils, un arbuste de 20 à 80 cm de haut avec des branches dressées qui semblent être recouvertes d'une fine poudre (Figure 7). Les feuilles, dans les verticilles de 4-6 sont de vert foncé, glabres, brillantes, très étroites (8-10 mm de long), aciculaires et rainurées sur le côté inférieur. Les fleurs sont emballées dans des branches courtes et compactes aux extrémités des branches. Le pédoncule est deux ou trois fois plus long que la corolle. La corolle est rose clair, petite (3-5 mm), persistante et en forme de cloche, se terminant par des lobes larges se séparant seulement superficiellement l'une de l'autre. Les étamines ont des anthères noires proéminentes sans cornes, plus courtes que le style. Le fruit est une capsule glabre. La floraison se produit entre avril et juin (**Batanouny et al., 2005**).



Figure 7 : Photographie d'*Erica multiflora*

II.2. 3. *Triticum durum*

Le blé est une céréale qui se rencontre dans presque toutes les parties du globe terrestre (Figure 8). C'est une plante annuelle. Il en existe deux variétés distinctes : le blé dur ou *triticum durum* et le blé tendre ou *Triticum aestivum*. Le premier affectionne le climat sec et chaud. Ses graines servent à la fabrication de pâtes alimentaires et de semoule et sont donc riches en gluten. Le second est plutôt cultivé dans les parties nord de la planète. Les graines servent à la fabrication de farine. C'est la base de l'alimentation du peuple occidental (anonyme 6).



Figure 8 : Photographie de *Triticum durum*

II.3. Analyses appliquées au sol

Les analyses physico chimiques du sol ont été réalisées au niveau de l'INRA d'Oued Ghir.

II.3.1. Echantillonnage

Les sols sont prélevés à partir de la couche sous-jacente (rhizoplan) à 10 cm de profondeur, les échantillons ont été prélevés dans trois endroits, puis mélangés pour obtenir un échantillon de terre représentatif, ensuite séchés à l'aire libre et tamisés à travers un tamis de 2 mm de diamètre.

II.3.2. Analyses physiques

II.3.2.1. Analyse granulométrique (méthode à la pipette de Robinson)

L'analyse granulométrique du sol ou encore appelée analyse mécanique, ou analyse physique consiste à classer les éléments du sol d'après leur grosseur et à déterminer le pourcentage de chaque fraction (sable, limon, argile), il a pour but de définir la texture d'un sol. (SSC-Ortom ,s.d.)

Trois principales étapes sont réalisées : destruction de la matière organique, dispersion et sédimentation.

➤ **Destruction de la matière organique**

Dans un Becher de 600 ml, mettre 10 g de terre fine séchée et ajouter 50 ml d'eau oxygénée (H₂O₂) à 20 volumes, puis le mettre sur un bain de sable dont la température dépasse 85°C jusqu'à la disparition de la mousse

➤ **Dispersion**

Après refroidissement du Bécher, transvaser son contenu dans un flacon de sédimentation d'un litre, verser dans le flacon 25 ml d'héxamétaphosphate de sodium (50g /l) ; cette solution alcaline a pour rôle de disperser les particules qui ont tendance à s'agglomérer. Compléter avec de l'eau distillée.

➤ **Sédimentation**

Le flacon est agité durant une heure au moins sur l'agitateur magnétique. Le flacon est porté à proximité de la pipette de Robinson qui doit être placée dans une pièce à température constante pour le prélèvement.

- **Prélèvement des argiles et des limons fins (particules inférieures à 20 μm)**

Après agitation violente et retournement du liquide, laisser reposer durant 4 min et 48 sec, effectuer le prélèvement de 20 ml à une profondeur de 10 cm dès que le temps de sédimentation s'est écoulé, puis transférer le prélèvement dans une capsule, porter la capsule dans une étuve à dessiccation à 105 °C pendant 24 h, après évaporation totale peser la capsule et son contenu sec. Par différence avec le poids de la capsule vide, déterminer le poids P1 (Argile + Limon fin + Hexamétaphosphate) dans 20 ml de suspension.

Argile + Hexamétaphosphate contenu dans 20 ml de suspension.

- **Prélèvement des argiles (particules inférieures à 2 μm)**

Agiter et retourner, puis poser le flacon et laisser sédimenter au moins 6 h, puis prélever 20 ml à une profondeur qui dépend de la température de la suspension et du temps de sédimentation. Peser comme précédemment P2.

- **Détermination de la surcharge d'Hexamétaphosphate de sodium**

Verser 15 ml d'Hexamétaphosphate de sodium dans un flacon, ajouter de l'eau distillé, puis agiter en suite, faire un prélèvement à la pipette de Robinson et à la fin, déterminer le poids correspondant à la surcharge d' Hexamétaphosphate contenu dans 20 ml de suspension

- **Fractionnement des sables**

La totalité de la suspension restante est passée sur deux tamis superposés d'une porosité de 20 μm et de 50 μm pour séparer les sables fins des sables grossiers. Les sables sont entraînés et lavés sur chaque tamis par un courant d'eau ordinaire puis sont transférés dans deux capsules préalablement pesées, elles sont ensuite séchées à l'étuve à 105 °C pendant une nuit, après évaporation totale, les capsules sont pesées avec leurs contenus secs.

II.3.2.2. Mesure de l'humidité

L'humidité est une des données fondamentales pour étudier et caractériser le régime hydrique du sol. Cette donnée est utilisée pour la bonne compréhension des phénomènes hydrologiques, mécaniques et chimiques des sols et son influence sur le développement et la croissance des plantes (ITA, 1975).

Elle consiste à poser une certaine quantité de terre avant et après passage à l'étuve à 105 °C. Le passage à l'étuve doit être suffisamment long que le poids de la terre ne varie plus avec le temps.

- ✓ prélever 20 g et les placer dans une boîte en aluminium avec couvercle (préalablement tarée). peser le tout. C'est le poids « humide » P_1 .
- ✓ Porter la boîte ouverte et son couvercle à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures, retirer la boîte de l'étuve, la fermer et la laisser refroidir dans un dessiccateur. C'est le poids « sec » P_2 .
- ✓ le poids de la boîte à tarer avec couvercle à vide est P_3 .

L'humidité est calculée comme suite :

$$H\% = (P_1 - P_2) / (P_2 - P_3) * 100$$

- le poids de l'eau contenue dans l'échantillon de sol est : $P_1 - P_2$
- le poids de terre sèche contenue dans la boîte est : $P_2 - P_3$.

II.3.2.3. Mesure du pH

20 g de terre fine (séchée à l'air) y sont ajoutés à 50 ml d'eau distillée (pour mesurer le pH eau), le contenu est agité pendant quelques minutes, puis laissé reposer 2 h. Le pH est ensuite mesuré à l'aide d'un pH-mètre après une brève agitation (Afnor, N. 2005).

II.3.3. Analyses chimiques

Sur les trois échantillons prélevés du sol, on a effectué le dosage du carbone et d'azote total.

II.3.3.1. Détermination du pourcentage de la matière organique dans le sol

Cette mesure consiste à déterminer le pourcentage du carbone organique présent dans le sol. La méthode adoptée est la méthode d'Anne (**Dabin, et al., 1967**).

Suivant la teneur estimée en matière organique, peser 1g de terre fine ; la prise d'essai ne doit pas contenir plus de 30 mg de carbone organique, placer l'échantillon dans un ballon de 150 ou 250 ml, à col rodé adaptable sur une colonne réfrigérante.

- Ajouter 10 ml de solution aqueuse de bichromate de potassium à 8 % et 15 ml de l'acide sulfurique concentré pur.
- Porter le ballon sur un chauffe ballon, laisser le contenu bouillir durant 5 minutes après la chute de la première goutte de condensation, puis laisser refroidir lentement.
- Verser le contenu du ballon dans une fiole et ajuster avec l'eau de rinçage du ballon puis homogénéiser le tout à une température avoisinante les 20 °C.
- Prélever 20 ml du contenu de la fiole et les verser dans un Bécher, puis ajuster avec de l'eau distillée. Ajouter 1,5 g de NaF et 5 à 8 gouttes de diphénylamine.
- Agiter et doser l'excès de bichromate à l'aide d'une solution de Mohr, au cours du titrage la solution passe successivement par les couleurs suivantes : Brune, noirâtre, violette puis verte.

Soit X le nombre de ml de solution de Mohr versée pour la prise d'essai.

Soit Y le nombre de ml de solution de Mohr versée pour un témoin dans le sol.

Le pourcentage de carbone C contenu dans la prise d'essai est égale à :

$$C\% = (Y - X) \times 0,615 \times (5 \times 100)/1000$$

- Le pourcentage en matière organique dans le sol est calculé suite à la multiplication du pourcentage du carbone par 1,72 (**Duchaufour, 2001**).

II.3.3.2. Dosage de l'azote total

Pour le dosage de l'azote dans le sol, nous avons utilisé la méthode Kjeldahl décrite par (**Dabin, 1965**). Elle s'effectue en trois étapes :

➤ **Minéralisation**

Peser 1 g de la terre fine passée au tamis à maille de 2 mm , ensuite l'introduire dans un matras de kjeldahl de 500 ml, ajouter 20 ml d'eau distillée et laisser en contact pendant 30 minutes et après homogénéiser par agitation, ajouter 10 g de K_2SO_4 , 1g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ et 0,1 g de sélénium plus 30 ml de H_2SO_4 concentré porter à la rampe d'attaque, sous hotte bien ventilée chauffer à feu doux pendant 30 minutes

➤ **Préparation de la solution**

Laisser refroidir le matras et ajouter avec précaution 20 ml d'eau distillée pour tout rassembler au fond de matras, laisser refroidir à nouveau, après recueillir le contenu du matras dans une fiole jaugée de 100 ml, ajuster au volume avec les eaux de rinçage.

➤ **Distillation**

Introduire 20 ml de l'extrait dans le flacon de distillation de l'appareil de Buchiet ajouter quelques gouttes de rouge de méthyle et neutraliser à la soude à 40 % après mettre 20 ml de H_3BO_3 contenant l'indicateur mixte dans un erlen et l'installer sous le collecteur du distillat (le bout du collecteur doit plonger dans l'acide borique), en suite mettre en marche la distillation jusqu'à l'obtention d'un volume de distillation de l'ordre de 10 à 30 ml (le volume de la solution de H_3BO_3 sera de 30 à 40 ml) , rincer le collecteur à l'eau distillée et récupérer la solution de rinçage .

➤ **Dosage**

Titrer avec H_2SO_4 de 0,05N jusqu'à virage du vert au rose.

L'azote est calculé comme suite :

$$N\% = X * 0,05 * 14 / V * P$$

Avec :

X : volume de H_2SO_4 0,05N utilisé (en ml)

V : volume de l'extrait passe en distillateur (20ml)

P : prise d'essai (1g de terre sèche)

II.3.4. Dosage des sucres totaux dans le sol adhérent

25 g de terre sèche et tamisée à 2 mm sont placés dans une fiole cylindro-conique, que l'on remplit de 150 ml d'eau distillée, que l'on bouche et que l'on porte ensuite au bain-marie à 70 °C pendant 3,5 heures avec agitation intermittente.

Après une nuit de repos au réfrigérateur, on centrifuge le contenu 10 minutes à 2500 tours-minute. On filtre la fraction liquide ainsi obtenue, et 100 ml de la solution centrifugée et filtrée sont additionnée d'1 ml de l'acide sulfurique au 1/2, puis après agitation on laisse la solution une nuit au repos dans le réfrigérateur.

5 ml de la solution sucrée à analyser sont placés dans un tube à essai, puis recouvert par 10 ml du réactif sulfurique à l'Anthrone. Après agitation on laisse le mélange reposer au moins 10 min. La lecture de la densité optique s'est faite à 625 nm (**Bachelier G , 1996**).

II.4. Analyses microbiologiques

II.4.1. Préparation des dilutions

➤ Sol adhérent

Après récupération du sol adhérent des 3 plantes, un gramme de chaque échantillon est mis en suspension dans 9ml d'eau physiologique, ce qui constitue ainsi la solution mère, cette dernière est homogénéisée, et pour chaque suspension, on réalise une série de dilutions décimale (de 10^{-1} à 10^{-3}).

➤ Racines

Les racines sont broyées dans un mortier préalablement stérilisé, les broyats obtenus sont mis en suspension dans 50 ml d'eau physiologique (NaCl, 0,8%) pour constituer la solution mère. Pour chaque suspension une série de dilution décimale est effectuée comme cité en haut.

➤ L'ensemencement

0.1 ml de la suspension de dilution 10^{-1} à 10^{-3} est déposé sur chaque boîte contenant un milieu nutritif gélosé puis étalé avec soin en surface (on inocule 3 boîtes par dilution), cela doit se faire aseptiquement sous une hotte ou bien près de la flamme d'un bec bunsen.

➤ **Dénombrements**

Le dénombrement des bactéries mésophiles totales est réalisé sur le milieu TSA, puisque la majeure partie des éléments constitutifs de ce milieu est d'origine végétale et donc proche du sol rhizosphérique. L'incubation est réalisée à 37 °C et la lecture des résultats est effectuée après 7 jours.

Le dénombrement de la flore fongique est effectué sur le milieu sabouraud et la lecture des résultats est effectuée après 7 jours d'incubation à 30 °C.

Pour Le dénombrement des bactéries productrices d'exopolysaccharides, est réalisé sur le milieu RCV. Il est a été mis au point par **Weaver et al., (1975)**, pour cultiver *Rhodopseudomonas capsulata* et modifié par **Heulin, (1980)**. La lecture des résultats est effectuée après 7 jours d'incubation à 30°C.

II.5. Analyses statistique

Afin de comparer le nombre de population microbienne dans les trois régions, une analyse de variance (**ANOVA**) a été effectuée.

Chapitre III
Résultats et Discussions

III.1. Résultats des analyses physico-chimiques des sols

Le tableau II récapitule les résultats physicochimiques des sols étudiés.

Tableau II : Caractérisation physico-chimique des sols.

Caractère Ech	H%	pH%	C%	MO%	N%	C/N
Sol 1	26,85	7,51	3,07	5,28	0,92	3,33
Sol 2	23,44	6,19	2,09	3,59	1,07	1,59
Sol 3	12,17	6,72	2,15	3,69	1,06	2,02

III.1.1.Granulométrie

L'analyse granulométrique des différentes fractions, classées selon le triangle textural (Jamagne, 1967) (Figure 9), permet de déterminer les classes des différentes fractions des sols étudiés.

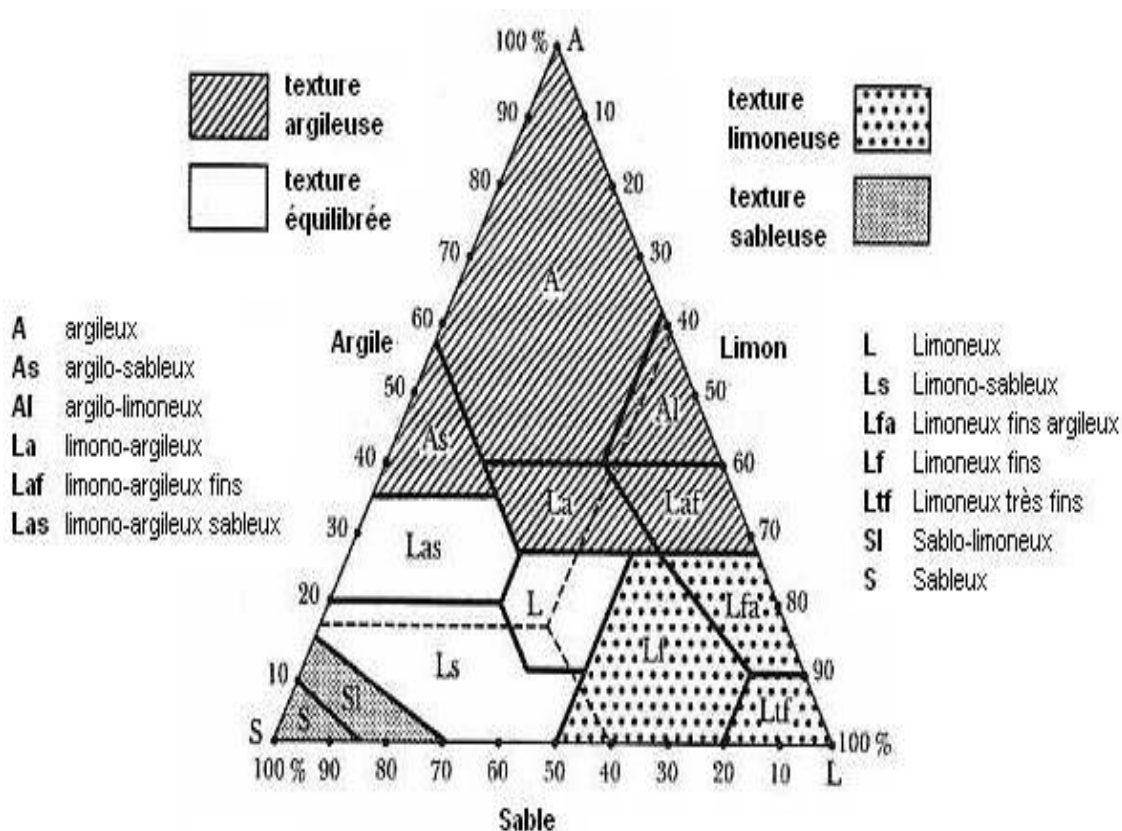


Figure 8 : Diagramme triangulaire des classes texturales du sol (Jamagne, 1967).

Les résultats dégagés de cette étude (Tableau III) révèlent que le sol de Feraoun et Beni chebana sont d'une texture argileuse à argilo-limoneuse, par contre le sol d'Al Aouana présente une texture sablo- limoneuse.

Tableau III : Résultats granulométriques des sols.

Fg Ech	A%	LF%	SF%	Classe texturale
Feraoun	40,32	10,33	18,59	Argileuse
B-chebana	36,19	15,51	19,64	Argilo-limoneuse
El Aouana	2,75	15,28	76,59	Sablo-limoneuse

A: argiles LF : limons fins SF : sables fins

La granulométrie des particules d'un sol est importante, car elle a un effet direct sur la porosité. Les particules fines (argile) augmentent la rétention en eau, mais diminuent l'aération, les particules grossières (sable) augmentent l'aération, mais diminuent la rétention en eau (**Soltner et al., 1980**).

III.1.2. pH et humidité

Le pH des sols varie entre 5,1- 8,4 (Annexe 1) (**Doucet, 2006**).

Selon le référentiel pédologique **AFES (1992)** et d'après les résultats présentés dans le tableau 3, on note que le sol de Beni chebana et d'El Aouana sont légèrement acides à neutres avec un pH égales à 6,19 et 6,72 respectivement, par contre le sol de Feraoun est basique avec un pH égal à 7,51 (Figure 10).

L'importance du pH réside dans le fait qu'il affecte la solubilité des éléments nutritifs dans le sol, selon **De Rijck (1997)** dans **Robles (1999)**, l'effet du pH constitue un facteur déterminant pour la disponibilité des nutriments dans le sol.

Concernant le taux d'humidité, on constate qu'elle est élevée dans les sols de Feraoun et Beni chebana (26,85 et 23,44%), vu leur texture argileuse qui leur confère une grande capacité de rétention d'eau, par contre le sol d'El Aouana représente un faible taux d'humidité qui peut s'expliquer par une faible rétention en

eau, faute de texture qui contient du sable, celui-ci peut stocker qu'une petite quantité d'eau (Duchaufour, 1948).

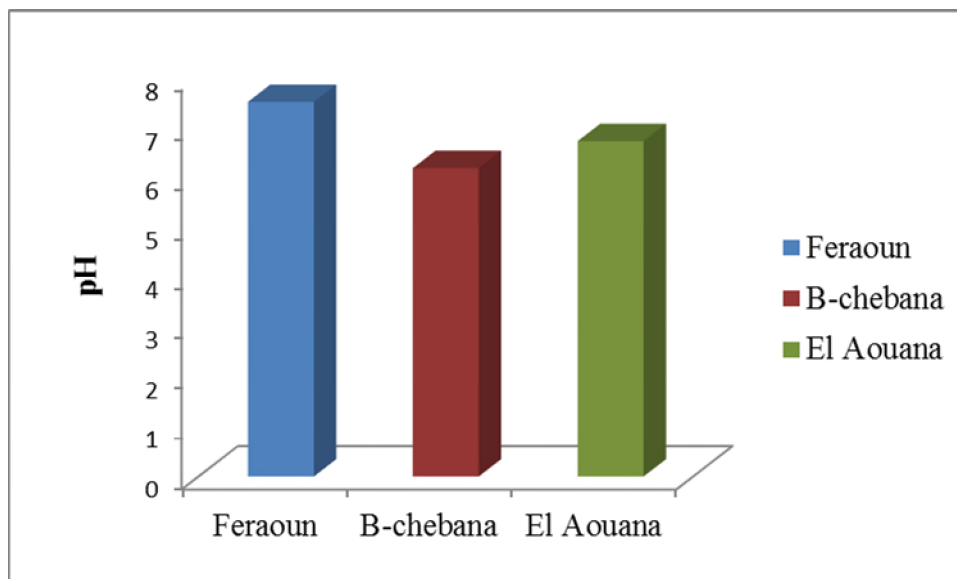


Figure 10 : variation du pH dans les trois régions.

III.1.3. Carbone et matière organique

D'après les résultats tableau III le sol de Feraoun représente une faible teneur en carbone organique qui est de l'ordre de 3,7%. Néanmoins, **Soltner (1988)** considère que pour les sols cultivés des zones méditerranéennes, la teneur en carbone doit être de l'ordre de 5 à 10%. Le sol Feraoun et Beni chebana présentent des teneurs plus faibles qui sont respectivement de l'ordre de 2,09 et 2,15% (Figure 11).

La teneur en matière organique est importante dans les trois sols, elle est plus élevée au niveau de la région de Bejaia (5,28%) et moins élevée dans le sol de Beni chebana et d'El Aouana avec une teneur de 3,59 et 3,69% (Figure 12).

La matière organique contribue puissamment au maintien de la structure du sol, favorise le drainage et l'aération du sol (**Fortin et al., 2008 ; Slama et Neffati 2004**), considèrent que la teneur en matière organique dans le sol résulte d'une forte présence de végétation et d'une forte action biologique ayant permis son humification.

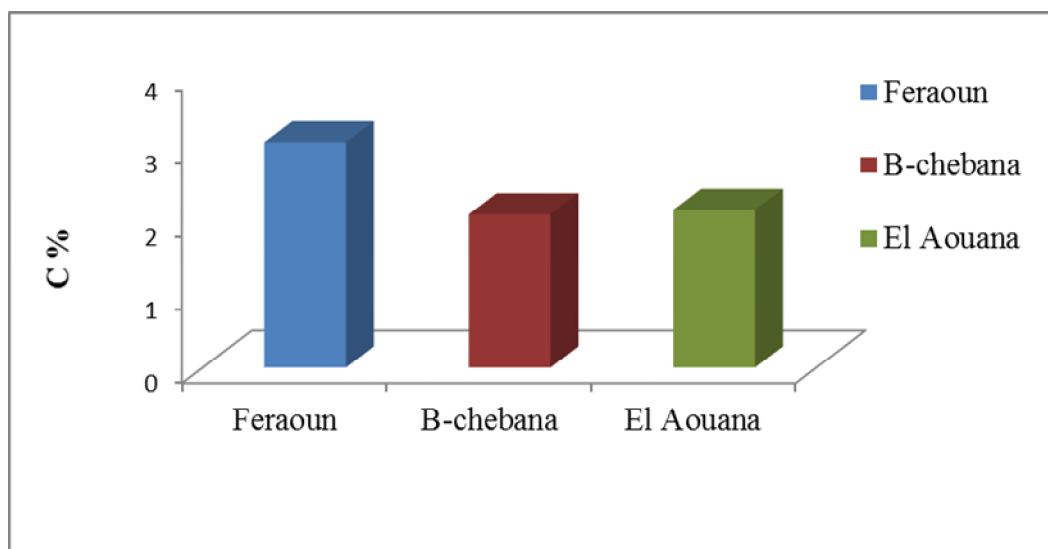


Figure 11 : Teneur en carbone dans les trois régions.

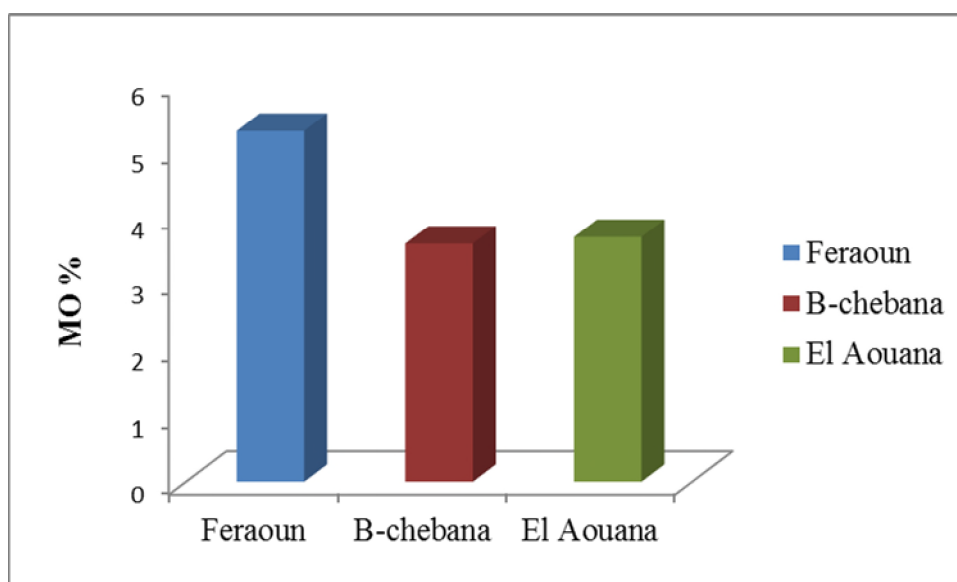


Figure 12 : Teneur en matière organique des trois régions

III.1.4. Azote total

Le sol de Beni chebana et d'El Aouana ont une teneur moyenne en azote qui est de 1,07 et 1,06% respectivement (Figure 13), quant au sol de Feraoun qui représente un taux faible en azote qui est 0,92%. Selon **Chotte, J-L et al., (1994)** la disponibilité de l'azote dans le sol est étroitement liée à la quantité et à la qualité de la matière organique, le climat, la texture du sol et la minéralogie des argiles.

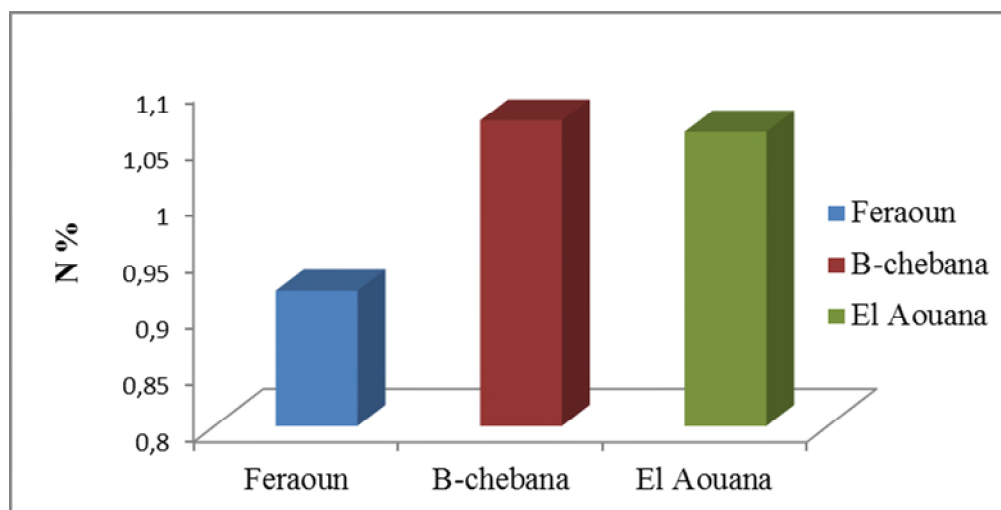


Figure 13: Teneur en azote dans les trois régions.

III.1.5. Le rapport C/N

D'après les résultats présentés sur le tableau III, on constate que tous les sols ont un rapport C/N inférieur à 10 % (3,33% pour le sol de Feraoun, 1,59% pour le sol de Beni chebana et 2,02 % pour le sol d'El Aouana) (Figure14). Le rapport C/N est utilisé pour caractériser la biodégradabilité d'une substance, il renseigne sur l'activité biologique dans le sol qui favorise la décomposition de la matière organique, (Scheiner, 2005) indique qu'un substrat possédant un rapport C/N<10 favorise la minéralisation nette de l'azote dans le sol, alors qu'un autre ayant C/N>30 provoque l'immobilisation de l'azote dans le sol.

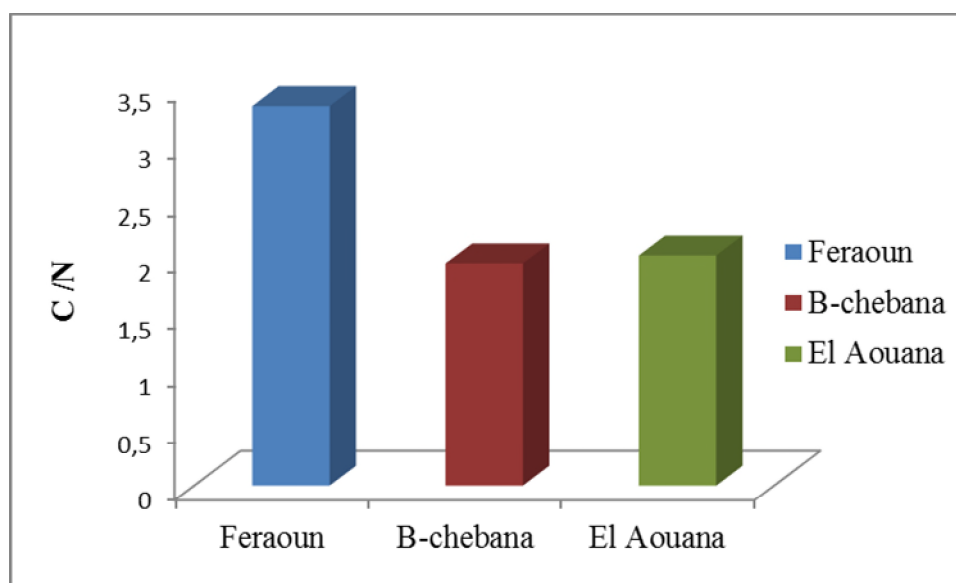


Figure 14 : Rapport C/N dans les trois régions.

III.2. Taux de sucres dans le sol adhérent

Les résultats sont exprimés en équivalent glucose en utilisant la courbe standard (annexe 2).

À partir des résultats représentés sur la Figure 15, on note que le taux de sucre dans le sol de Beni chebana qui est de 41,63 mg/100 g de sol sec est plus élevée que celui du sol d'El Aouana qui est de 32,40 mg/100 g de sol sec. La teneur la plus faible en sucre est observée au niveau du sol de Feraoun avec un taux de 14,08 mg/100 g de sol sec).

La teneur élevée enregistrée au niveau de la région de Beni chebana est peut être lié à la richesse du sol en matières organiques. En effet, les polysaccharides qui sont des polymères glucidiques de poids moléculaire important; représentent 10 à 25 % de la masse totale de la matière organique du sol (Cheshire, 1979; Oades, 1984), ils sont issus de la décomposition des tissus végétaux, synthétisés par les micro-organismes du sol ou exsudés par les racines des plantes (Cheshire, 1979).

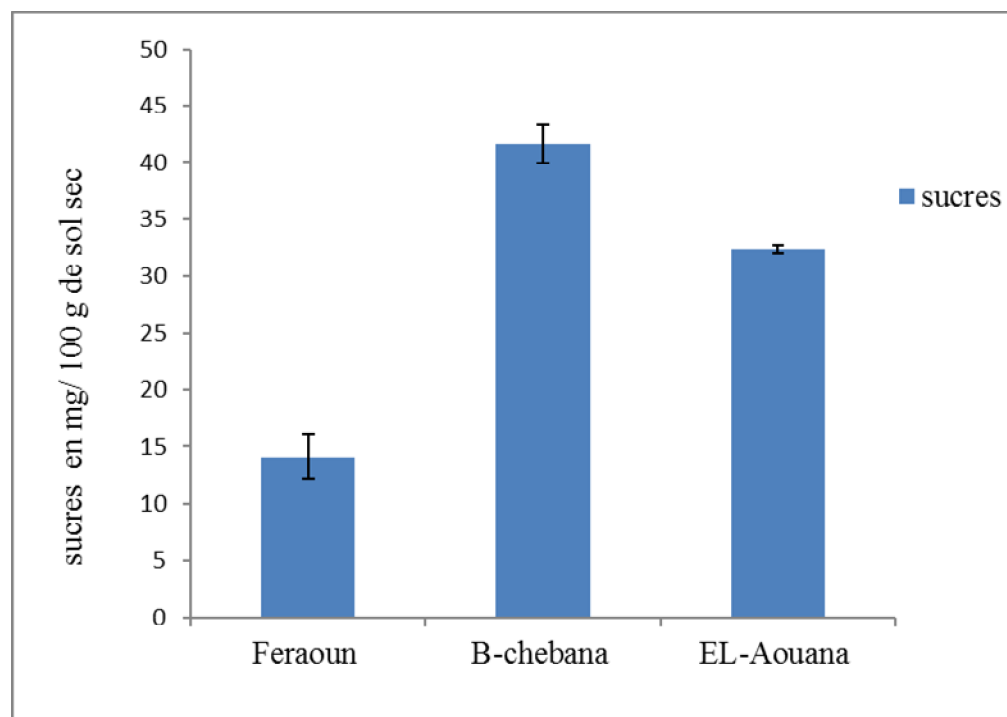


Figure 15 : Taux de sucres totaux dans les trois régions.

III.3.Résultats des analyses microbiologiques

III.3.1.La flore mésophile totale

Les résultats des analyses microbiologiques sont récapitulés dans l'annexe 3.

La comparaison des populations bactériennes des racines et des sols adhérents pour les régions étudiées Feraoun, Beni chebana et El Aouana montre qu'une densité bactérienne plus importante au niveau des racines qu'au niveau du sol adhérent.

Par ailleurs, l'analyse statistique des données au niveau du rhizoplan a montré que les deux facteurs « racines » et « régions » ont un effet significatif sur la taille des populations bactériennes entre la région de Feraoun et El Aouana.

À partir des résultats représentés dans la Figure 16, il ressort qu'au point de vue densité par rapport aux trois types de plantes, le nombre de bactéries mésophiles est élevé au niveau des racines des plantes de Feraoun et Beni chebana $4,9 \cdot 10^5$ UFC/g et $3,5 \cdot 10^5$ UFC/g par rapport à la racine de la plante d'El Aouana qui est de $3,1 \cdot 10^4$ UFC/g. En effet, le développement d'une population bactérienne d'un sol, dépend des conditions du milieu dans lequel elle se trouve, en particulier de la matière organique facilement métabolisable. Or, il se trouve qu'au niveau du rhizoplan, cette dernière est plus importante du fait de la concentration d'exsudats racinaires (**Lynche, 1982**).

De plus l'existence d'une corrélation positive entre la teneur en carbone total hydrosoluble et la taille des populations bactérienne dans la rhizosphère, a été mentionnée par **Semenov et al. (1999)** ; ils observent une plus grande concentration de ces bactéries au voisinage immédiat de la racine.

Au niveau du sol adhérent, les facteurs « sol » et « régions » ont un effet significatif sur la densité bactériennes, on constate que les bactéries mésophiles sont importantes dans les sols d'El Aouana et Beni chebana $2,1 \cdot 10^4$ UFC/g de sol sec et $3,8 \cdot 10^4$ UFC/g de sol sec qu'au niveau du sol de Feraoun $1,5 \cdot 10^4$ UFC/g de sol sec.

L'élévation de la densité bactérienne de la région de Feraoun est due certainement aux taux d'humidité et probablement aux taux de la matière organique qui est de 5,28%, ce qui stimule la prolifération de la flore mésophile.

D'après les travaux de **Grayston et al. (1998)**, la diversité des micro-organismes rhizosphérique de différentes espèces végétales peut être due à la variation des sources de carbone exsudé par ces plantes.

D'après nos résultats, nous remarquons que les bactéries mésophiles sont les micro-organismes les plus dominants dans nos sols. Cette dominance pourrait être attribuée à l'ubiquité des bactéries qui sont capables de coloniser des milieux différents et elles peuvent être actives pour de grands domaines de température, d'alcalinité (**Dommergues et Mangenot, 1970**).

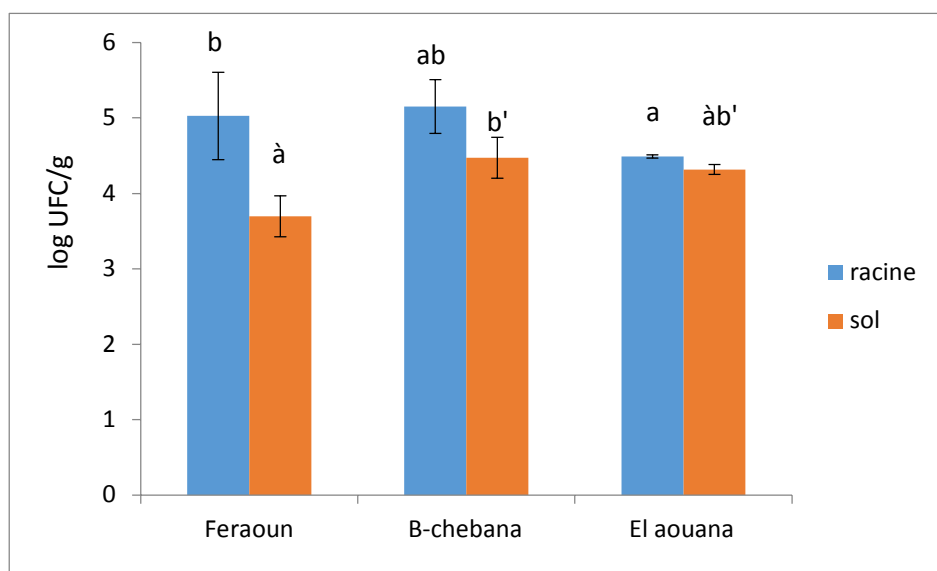


Figure 16 : Nombre de bactéries mésophiles totales au niveau du sol adhérent et de la racine des trois plantes.

Les lettres indiquent les différences significatives à $P \leq 0,05$ entre les différents échantillons

III.3.2. Flore productrice d'exopolysaccharide

Dans tous les sols et quel que soit la région, le dénombrement de la flore productrice des exopolysaccharides, révèle de façon systématique un nombre plus important au niveau des racines, qu'au niveau du sol adhérent.

Dans les régions de Feraoun et Beni chebana, la densité des populations bactériennes productrices d'EPS dans les racines est plus importante que celle obtenue dans la région d'El Aouana Cette différence est probablement liée aux facteurs pédoclimatiques, nature du sol ainsi que la richesse en matière organique (Kaci, 2006).

À propos du sol adhérent on remarque que il n'ya aucune différence significative entre les trois régions, qui est de $2,4 \cdot 10^3$ UFC/g pour la région de Feraoun et de $1,7 \cdot 10^4$ et $2,5 \cdot 10^3$ UFC/g pour les régions de Beni chebana et El Aouana (Figure 17).

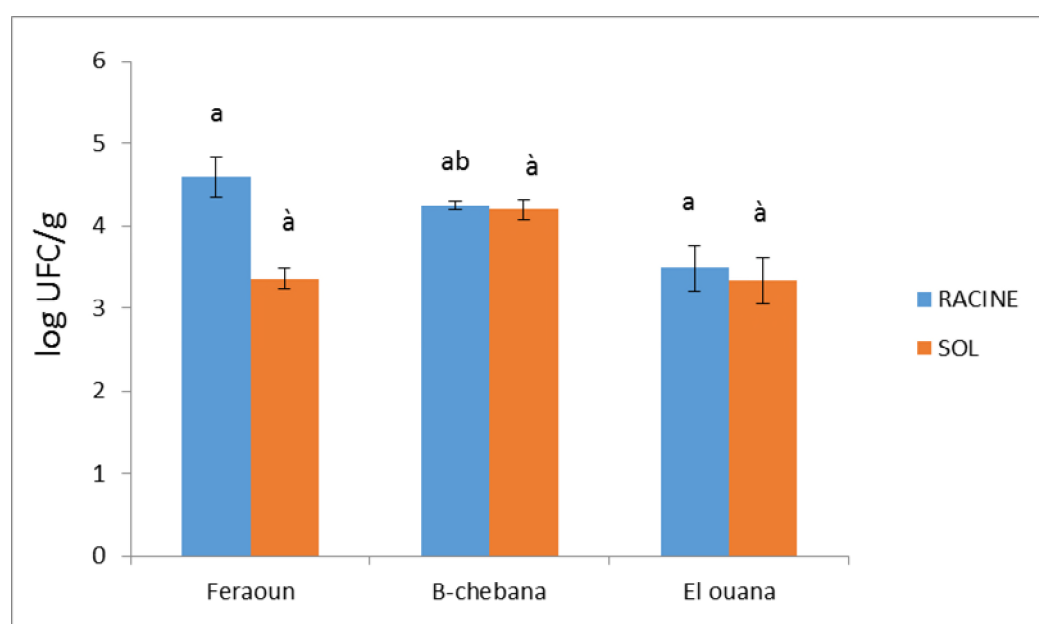


Figure 17 : Nombre de bactéries productrices d'EPS au niveau du sol adhérent et de la racine des trois régions.

III.3.3. Flore fongique

Selon la Figure 18, on note que le taux de champignon est plus important au niveau des racines qu'au niveau du sol adhérent dans les trois régions.

Il est à noter aussi, que la racine de Feraoun enregistre une teneur plus élevée en champignons qui est de $4 \cdot 10^4$ UFC/g du poids sec racinaire contre celle de Beni chebana et El Aouana avec des teneurs $3,5 \cdot 10^3$ UFC/g du poids sec racinaire et $2,5 \cdot 10^3$ UFC/g du poids sec racinaire, respectivement.

De plus, L'analyse statistique a révélé une différence significative entre le taux de champignon de la région de Feraoun et celui de Beni chebana et El Aouana

Par contre la teneur en champignon dans le sol adhérent des 3 régions $2,5 \cdot 10^3$ UFC/g du sol sec, $3 \cdot 10^3$ UFC/g du sol sec, $2 \cdot 10^3$ UFC/g du sol sec respectivement, pour la région de Feraoun, Beni chebana et El Aouana, ne présente pas de différence significative (Figure 18).

Ces variations de charge fongique peuvent être expliquées par le fait que les microorganismes sont soumis à quelques influences telles que les conditions physico-chimiques du sol (taux d'humidité, pH...), ainsi que l'effet de la rhizosphère (exsudats des racines, interactions entre microorganismes).

Le taux de champignon élevé au niveau du sol de Feraoun peut être expliqué par sa teneur relativement élevée en matière organique et en humidité, selon **Bastida et al. (2008)**, le nombre et l'activité des microorganismes dépendent essentiellement de l'énergie qui peut être libérée suite à la décomposition de la matière organique, de plus, les pratiques agricoles influencent significativement la biomasse fongique (**Bardgett et al., 1996**).

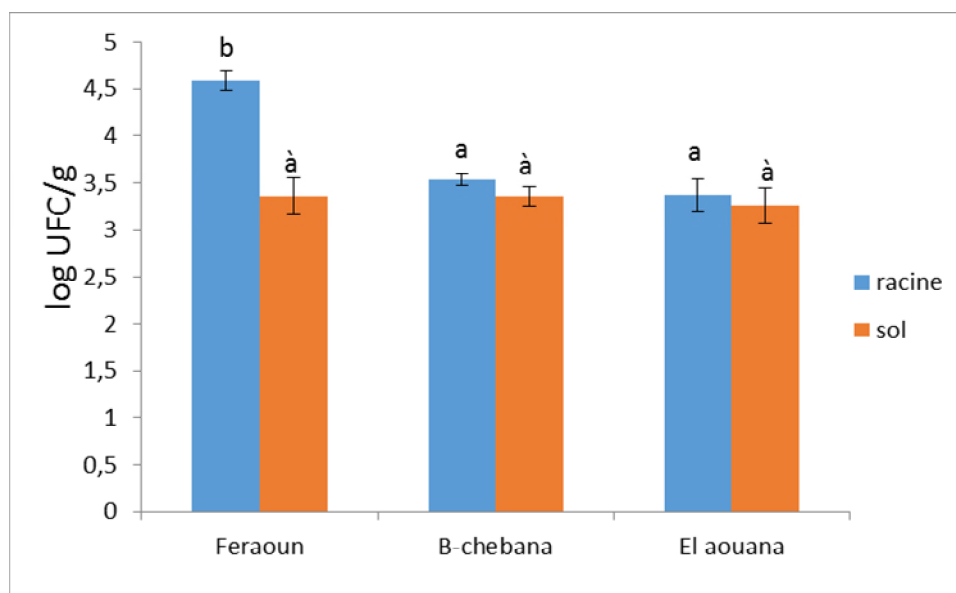


Figure 18 : Nombre de la flore fongique au niveau du sol adhérent et da la racine des trois régions.

Conclusion

Notre travail consiste à une contribution à l'étude de la rhizosphère de trois plantes (*triticum durum*, *pinpinella anisum*, et *Erica multiflora*) dans quelques régions d'Algérie (Feraoun, Beni chebana et El Aouana).

La caractérisation physico-chimique du sol des trois régions montre que :

- Le sol au niveau de la région de Feraoun et Beni chebana est dominé par la fraction argileuse, alors que, le sol d'El Aouana est d'une texture sableuse.
- Le taux d'humidité est variable d'un sol à un autre, avec un taux relativement élevée au niveau de la région de Feraoun (26,85%).
- Le pH du sol de la région de Beni chebana et d'El Aouana est légèrement acide à neutre (6,19 et 6,72) respectivement, et basique au niveau de la région de Feraoun (7,51).
- Le taux de carbone est faible au niveau des trois régions (2 à 3 %), une teneur importante en matière organique dans les trois sols, relativement élevée dans le sol de Feraoun (5,28 %).
- La teneur en azote est moyenne dans le sol de la région de Beni chebana et d'El Aouana et faible au niveau de la région de Feraoun (0,92 %).

Par ailleurs, les résultats du dénombrement microbien montrent que la rhizosphère des trois régions étudiées est peuplée par une microflore diversifiée, avec une abondance au niveau des racines par rapport au sol adhérent, et une dominance de la charge bactérienne (bactéries mésophiles et celle productrices d'EPS) par rapport aux champignons suite à leur grand pouvoir de multiplication. Feraoun est la région qui a enregistré les teneurs les plus élevée en microorganismes (champignons : $4 \cdot 10^4$ UFC/g du poids sec racinaire, bactéries productrice d'EPS : $4 \cdot 10^4$ UFC/g du poids sec racinaire, bactéries mésophiles $4,9 \cdot 10^5$ UFC/g du poids sec racinaire).

Pour les perspectives, il serait intéressant de compléter ce travail par des tests d'identifications fiables, rapides et modernes (Mini-Galerie, tests moléculaire..), afin d'identifier les différents microorganismes de la rhizosphère des plantes utilisées, et de réaliser des études qui portent sur la quantification et la caractérisation des différents composés exsudés par les racines de plantes.

Annexe

I. Composition du milieu RCV-saccharose

Solution I : (solution élément)

ZnSO₄ (7H₂O) 0.43 g.

Milieux de culture

MnSO₄ (H₂ O) 1.30 g.

NaMO₄ (2H₂O) 0.75 g.

H₃BO₃ 2.80 g.

Cu SO₄ (7H₂O) 0.026 g.

Co SO₄ (7H₂O) 0.07 g.

H₂O qsp 1000 ml

Cette solution “ élément “ d’une 2 ème solution appelée ‘ supersalt”

Solution II (solution super salt)

CaCl₂ (2H₂O) 2 g.

MgSO₄ (7H₂O) 2 g.

FeSO₄ (7H₂O) 2 g.

EDTA 0.4 g.

Solution I 20 ml.

H₂O qsp 1000 ml.

Une troisième solution est préparée « **Tampon phosphate** » composée de :

KH₂PO₄ 40 g.

K₂HPO₄ 60 g.

H₂O qsp 1000 ml.

Ces solutions sont stérilisées séparément par autoclavage à 120 °C pendant 20 minutes. Pour la confection du milieu RCV – saccharose , il suffit de mélanger :

Solution II 50 ml.

Tampon phosphate 15 ml.

Extrait de levure 0.1 g.

Saccharose 20 g.

H₂O qsp 1000 ml.

Le pH du milieu est ajusté à 6.8 et la stérilisation se fait par autoclavage à 110 °C pendant 20min. Ce milieu de culture est solidifié par addition d’agar agar, à raison de 15 g/l

II. Composition du milieu T.S.A dilué

- Tryptic Soy Broth 3g
- Agar agar 15g
- Eau distillée (qsp) 1000 ml
- Le pH du milieu est ajusté à 6.8 et la stérilisation réalisée par autoclavage à 120 °C pendant 20 minutes.

III. Réactif sulfurique à l'anthrone

(Méthode par préconisée par Bachelier et Gavinelli (1966).

- 1 g d'anthrone
- 500 ml d'acide sulfurique à 95 %

VI. Indicateur mixte

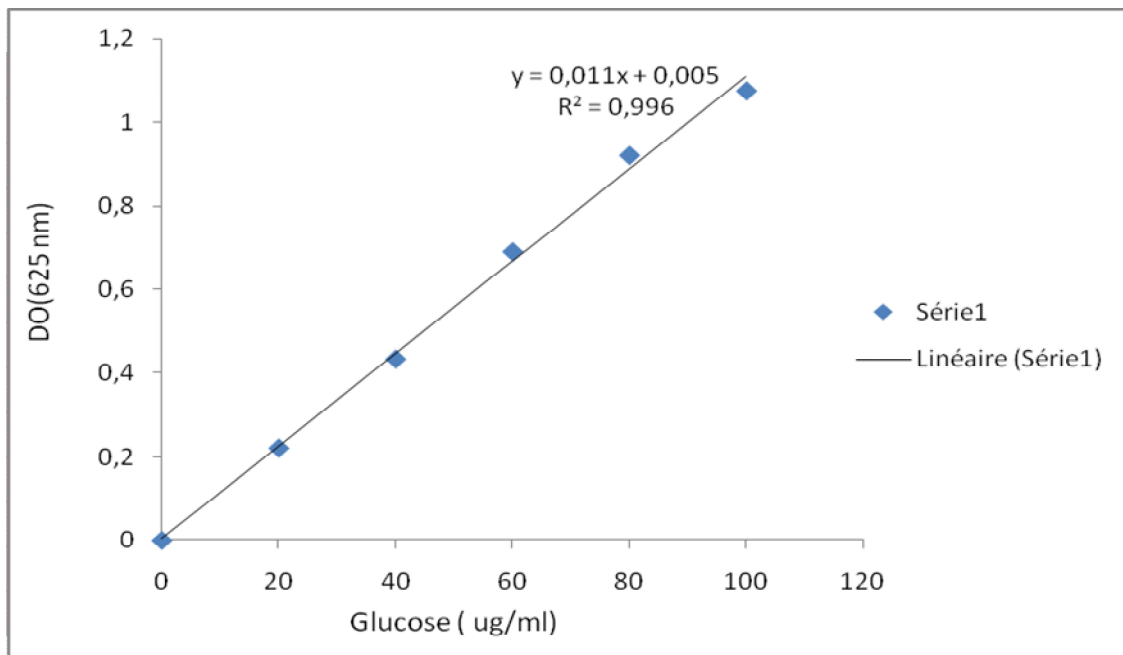
- 0.5 g de vert de bromocresol
- 0.1 g de rouge de méthyl dissous dans 1000 ml d'éthanol à 95 %
- Le pH du milieu est ajusté à 4.5 avec du NaOH dilué ou du HCL dilué.

NaOH à 40% : dissoudre 400g de cristaux de NaOH dans une fiole de 1000 ml compléter au volume à l'eau distillé.

Annexe 1 : pH des sols

Caractère	Fortement acide	Moyennement acide	Faiblement acide	Neutre	Faiblement alcalin	Moyennement alcalin
PH	5,1 – 5,5	5,6 – 6,0	6,1 – 6,5	6,6 – 7,3	7,4 – 7,8	7,9 – 8,4

Annexe 2 : Courbe standard absorbance à 625 nm en fonction de la concentration en glucose.



Annexe 3 : Résultats analyses microbiologiques des racines et sols des trois régions.

Régions Microorganismes	Feraoun (Racine)	Beni chebana (Racine)	El Aouana (Racine)
Bactéries mésophiles	$4,9. 10^5$	$3,5. 10^5$	$3,1. 10^4$
Champignons	$4. 10^4$	$3,5. 10^3$	$2,5. 10^3$
Bactéries productrices des EPS	$4. 10^4$	$1,8. 10^4$	$3,5. 10^3$

Régions Microorganismes	Feraoun (sol)	Beni chebana (sol)	El Aouana (sol)
Bactéries mésophiles	$1,5. 10^4$	$3,8. 10^4$	$2,1. 10^4$
Champignons	$2,5. 10^3$	$3. 10^3$	$2. 10^3$
Bactéries productrices des EPS	$2,4. 10^3$	$1,7. 10^4$	$2,5. 10^3$

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

- ❖ **Ameur, H. (2014).** Effet d'osmoprotecteurs naturels sur la restauration de croissance de *Streptomyces* et de plantes d'intérêt agricole sur sol salé ou aride. Université Ferhat Abbas Sétif 1, Faculté des Sciences de la nature et de la vie. Thèse de doctorat.
- ❖ **Anonyme1:**<https://www.google.dz/maps/place/Feraoun/@36.5653345,4.5987293,80553> consulté mai 2017.
- ❖ **Anooye2:**<https://www.google.dz/maps/place/Beni+Chebana/@36.4681034,4.8420046,20324> consulté mai 2017.
- ❖ **Anonyme3 :**<https://www.google.dz/maps/place/El+Aouana/@36.7383739,5.5575774,20253> consulté mai 2017.
- ❖ **Anonyme4:**http://le-sous-sol-biosol.free.fr/liens/rhizo2003/cadre_sous_sol.htm consulté mai 2017.
- Anonyme5:**www.mr-plantes.com/2010/10/anis-vert-pimpinella-anisum consulté mai 2017.
- ❖ **Anonyme 6:** www.mr-plantes.com/2013/12/herbe-de-ble consulté mai 2017.
- ❖ **AFNOR, N. (2005).** 10390. Qualité du sol Détermination du pH. *AFNOR, Paris.*
- ❖ **Afes, (1992).** Référentiel pédologique français – Association française des sols, INRA.
- ❖ **Anderson ,J. P. E., & Domsch, K. H. (1978)-** Mineralization of bacteria and fungin chloroform-fumigated soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 10(3):207-213.P
- ❖ **Alexander, M. (1977).** Introduction to soil microbiology (No. Ed. 2). John Wiley & Sons.
- ❖ **Arango, M., et S. Tarnawski, S. 2002.** La plante: une intermédiaire essentiel de Pédologie. **26:** 5-9 p.
- ❖ **Arpin, P., Kilbertus, I. F., Ponge, G. & Vannier, G. (1980).** Impollance de la microflore et de la microfaune en milieu forestier. In: Pesson P. (ed.) *Actualités d'écologie forestière: Sol, flore et faune.* Gauthier-Villars, Paris. :87-150 p.

- ❖ **Atlas, R. M. & Bartha, R. (1993).** Microbial Ecology: Fundamentals and Applications. Third edition. édition The Benjamin / Cummings Publishing Company, Inc. edn. Redwood City. Canada:563 p.

B

- ❖ **Bachelier G.(1996).** Les sucres dans le sol et leur dosage global. Cah .ORSTOM. sér. pédol, IV.1.
- ❖ **Baide D., (2000)** .guide Des Analyses En Pédologie. INRA, Edit : Paris : 257p.
- ❖ **Bakken, L. R. (1997).** Culturable and nonculturable bacteria in soil. In ‘Modern soil microbiology’.(Eds JD van Elsas, JT Trevors, EMH Wellington) pp. 47–61.
- ❖ **Bardgett R.D.,Hobbs P.J., Frostegard A.(1996).**Changes in fungal : bacterial biomass on an upland grassland.Biology and Fertility of Soils . 22: 261-264 p.
- ❖ **Bastida F., E .Kandeler, J.L.Moreno., M.ros. C.Garcia.,& T.Hernandaz. (2008).**Application of fresh and composted organic wastes modifies structure, size and activity of soil microbial community under semiarid climate. Applied Soil Ecology, 40(2): 318-329 p.
- ❖ **Batanouny, K., Abdul Rahman, F., Benhouhou, S., Chemli, R., Ghrabi, Z., Hammouda, F., Ismail, S.I., Abdel-azim, N.S., Shams, K.A., Rais, C., Lamnaouer, D., (2005).** A guide to medicinal plants in north Africa. IUCN centre for Mediterranean Cooperation, Malaga (Spain), pp. 117-118.
- ❖ **Berthelin, 1. & Toutain, F. (1979).** Biologie des sols. **In** Duchafour P. & Souchier B (eds) Pédologie. 2. Constituants et propriétés du sol. Masson, Paris : 121-160.142 p.
- ❖ **Bloem, J., Lebbink, G., Zwart, K. B., Bouwman, L. A., Burges, S., Devos, J. A. & De Ruiter, P.C. (1994).** Dynamics of microorganisms, microbivores and nitrogen mineralization in winterwheat fields under conventional and integrated management. Agriculture, Ecosystems and Environment 51:129-143 p.

C

- ❖ **Callot, G., Chamayou, H., Maertens, C. & Salsac, L. (1982).** Mieux comprendre les interactions sol-racine. Incidence sur la nutrition minérale. INRA, Paris : 325 p.
- ❖ **Calvet, R. (2003).** Le sol: propriétés et fonctions (Vol. 2). France Agricole Editions
- ❖ **Campbell, R., & Greaves, M. P. (1990).** Anatomy and community structure of the rhizosphere. *The rhizosphere.* :11-34 p.
- ❖ **Cheshire M. & Anderson G., (1975).** Soil polysaccharides and carbohydrate ph York, NY. *osphate, soil Sci.* 119 :356-362p.
- ❖ **Cheshire K.V. (1979) -** Nature and Origin of Carbohydrates in Soils, *Academic Press, New York, NY.*
- ❖ **Chotte J-L., Iouri J., Hetier J-M., Castellanet, C., Deguiran E., Clairon M., Mahieu M., (1994).** Effet de divers précédents culturaux sur l'utilisation de l'azote par un maïs : apport d'urée sur quatre types de sols tropicaux (petites antilles). *L'agronomie Tropicale*, 45 (1) :67-74 p.
- ❖ **Christensen, H. & Funck-Jensen, D. (1989).** Growth of rhizosphere bacteria measured directly by the tritiated thymidine incorporation technique. *Soil Biology and Biochemistry* 21:113-117 p.

D

- ❖ **Dabin, B. (1965).** "Dosage de l'azote total dans les sols par la méthode de Kjeldhal." *Cahiers Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Série pédologie* 3: 338-48 p.
- ❖ **Dabin, Bernard, et al. (1967).** Applications des dosages automatiques à l'analyse des sols : essais effectués au laboratoire des services scientifiques centraux de l'ORSTOM à Bondy avec l'auto-analyseur technicon : 3^{ème} partie. "Cahiers ORSTOM .Série pédologie 5.3: 257-286 p.
- ❖ **Dastida F., E. Kandler, J. I. Moreno, C. Garcia, & T. Hernandez. (2008).** Application of fresh and composted organic wastes modifies structure, size and activity of soil microbial community under semiarid climate. *Applied Soil Ecology*, 40(2), 318-329 p.

- ❖ **De Ruiter, P. c., Van Veen, J. A., Moore, J. c., Brussaard, L. & Hunt, H. W. (1993).** Calculation of nitrogen mineralization in soil food webs. *Plant and soil* 157,263-273 p.
- ❖ **De Rijck, G., & Schrevens, E. (1997).** pH influenced by the elemental composition of nutrient solutions. *Journal of plant nutrition*, 20(7-8), 911-923.
- ❖ **Dommergues.Y et Mangenot.F, (1970).** *Ecologie microbienne du sol.* Masson et Cie Editeurs, paris ,796 p.
- ❖ **Duchaufour, P. (1977).** *Pedology. 1. Pedogenesis and classification.* Masson SA.
- ❖ **Duchaufour P., (1984).** *Abrégé de pédologie.* Masson- Edition : 220 p.
- ❖ **Duchaufour P., (2001).** *Introduction a la science du sol, sol, végétation, environnement.* Dunod, Paris.331p.

E

- ❖ **Elustondo, J., Laverdière, M., Angers, D., & N'dayegamiye, A. (1990).** Etude comparative de l'agrégation et de la matière organique associée aux fractions granulométriques de sept sols sous culture de maïs ou en prairie. *Canadian journal of soil science*, 70(3), 395-402 p.

F

- ❖ **Focht, D. D., & Martin, J. P. (1979).** Microbiological and biochemical aspects of semi-arid agricultural soils. In *Agriculture in semi-arid environments* (pp. 119-147). Springer Berlin Heidelberg
- ❖ **Fortin J.A.,Plenchette C., Pichéy.,(2008).** *Les mycorhizes. La nouvelle révolution verte multi monde Quae. (Eds) , Québec,131p.*

G

- ❖ **Ganry, F., & Dommergues, Y. R. (1995).** Arbres fixateurs d'azote: champ ouvert pour la recherche. *Agriculture et développement*, (7), 38-55.p

- ❖ **Gardiner DT et Miller RW. (2008).** Soils in our Environment (11th ed). Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
- ❖ **Gregorich EG, Rochette P, St Georges P, Mckim Uf chan C. (2008).** Tillage effects on N₂O emission from soils under corn and soybeans in Eastern Canada. Canadian J soil Sci 88: 153-161 p.
- ❖ **Germida, J. J., Siciliano, S. D., de Freitas, J. R., & Seib, A. M. (1998).** Diversity of root-associated bacteria associated with field-grown canola (*Brassica napus* L.) and wheat (*Triticum aestivum* L.). FEMS Microbiology Ecology, 26(1) : 43-50 p.
- ❖ **Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. (2003).** Le sol vivant. Deuxième édition revue et augmentée.
- ❖ **Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. (2010).** Le sol vivant: bases de pédologie, biologie des sols (Vol. 14). PPUR Presses polytechniques. p 656.
- ❖ **Grayston, S. J., Wang, S., Campbell, C. D., & Edwards, A. C. (1998).** Selective influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. Soil Biology and Biochemistry, 30(3), 369-378 p.

H

- ❖ **Hawksworth, D. L. (1991).** The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. Mycological research, 95(6), 641-655.
- ❖ **Heulin, T. (1980).** Le modèle sphère riz-bactéries libres fixatrices d'azote : bilan du carbone. action sur l'exsudation d'*Azotobacter chroococcum* A6, D.E.A. Agro-Eco-pédologie, I.N.P.L., Nancy : 107p.

I

- ❖ **ITA. (1975).** Laboratoire Du sol : Méthodes D'analyses Physiques Et Chimiques Du Sol. Institut Technologique Agricole. Mostaganem : 78p.

J

- ❖ **Jamagne, M. (1967).** Bases et techniques d'une cartographie des sols.

K

- ❖ **Kaci, Y. (2006)** Les bactérie productrices de polysachandis dans la rhizosphere du ble dur effet sur l'agregation du sol. Thèse de doctorat. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediène (USTHB) 56.
- ❖ **Klein, R., Klein, B. E., Moss, S. E., Davis, M. D., & DeMets, D. L. (1988).** Glycosylated hemoglobin predicts the incidence and progression of diabetic retinopathy. *Jama*, 260(19), 2864-2871.
- ❖ **Klepper JW, (1993).** Plant growth promoting rhizobacteria as biological control agents, I: soil Microbial Ecology, (Ed) F.B.J, Metting. Marcel Dekker inc ., N,y,p:225-273p

L

- ❖ **Lavelle, P., & Spain, A. V. (2001).** Soil ecology. Kluwer Academic Publishers: Dordrecht, the Netherlands): 654 p.
- ❖ **Lynch J.M. (1982)** - Interactions between bacteria and plants in the root environment; in Bacteria and Plants. Soc. Appli. Bacteriol. Symp. Ser., Ed. ME Rhodes-Roberts, FA Skinner.**10**:1-23, London: Academic.
- ❖ **Lynch, J. M., & Leij, F. (1990).** Rhizosphere. John Wiley & Sons, Ltd.
- ❖ **Lynch,J.M., Whipps,J.M. (1990).**substrate flow in the rhizosphere. Plant and soil 129:1-10 p.

M

- ❖ **Moore, J. C., & de Ruiter, P. C. (1991).** Temporal and spatial heterogeneity of trophic interactions within below-ground food webs. Agriculture, Ecosystems & Environment, 34(1-4) : 371-397p.

O

- ❖ **Oades J.M. (1984)** - Soil organic matter and structural stability mechanisms and implications for Management. Plant Soil.. **76**: 319-337.
- ❖ **Oades, J. M. (1993).** The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. Geoderma, 56(1-4) :377-400 p.

P

- ❖ **Paul, E. A., & Clark, F. E. (1996).** Dynamics of residue decomposition and soil organic matter turnover. Soil microbiology and biochemistry, 2 : 58-179p.

R

- ❖ **Ranjard, L., & Richaume, A. (2001).** Quantitative and qualitative microscale distribution of bacteria in soil. *Research in microbiology*, 152(8), 707-716.
- ❖ **Rao, N. S. (1999).** Soil microbiology. Science Publishers, Inc.
- ❖ **Robles-Martínez, F., & Gourdon, R. (1999).** Effect of baling on the behaviour of domestic wastes: laboratory study on the role of pH in biodegradation. *Bioresource technology*, 69(1), 15-22 p.
- ❖ **Rovira, A. D. (1969).** Plant root exudates. *The botanical review*, 35(1): 35-57p.
- ❖ **Ruiter, P. D., Veen, J. V., Moore, J. C., Brussaard, L., & Hunt, H. W. (1993).** Calculation of nitrogen mineralization in soil food webs. *Plant and Soil*, 157(2): 263-273 p.

S

- ❖ **Samahadthai, P., Vityakon, P., & Saenjan, P. (2010).** Effects of different quality plant residues on soil carbon accumulation and aggregate formation in a tropical sandy soil in Northeast Thailand as revealed by a 10-year field experiment. *Land Degradation & Development*, 21(5): 463-473 p.
- ❖ **Scheiner, J.D., (2005).** Spéciation du carbone, de l'azote et du phosphore de différentes boues de stations d'épurations au cours de leurs incubations contrôlées dans deux types de sol. Thèse de doctorat en agronomié de l'institut national polytechnique de toulouse, 218 p.
- ❖ **Semenov A.M., van bruggen A.H.C. et Zelenev V.V. (1999) –** Moving Waves of Bacterial Populations and Total Organic Carbon Along Roots of Wheat. *Microb Ecol.* 37 (2): 116-128 p.
- ❖ **Slama, A., Fortas, Z., Neffati, M., Khabar, L., & Boudabous, A. (2006).** Etude taxinomique de quelques Ascomycota hypogés (Terfeziaceae) de la Tunisie méridionale. Bulletin trimestriel de la Société mycologique de France, 122(2-3), 187-195.
- ❖ **Smith, S. E., & Read, D. J. DJ 1997.** Mycorrhizal symbiosis. Acad. Press., San Diego.

- ❖ **Soltner D. (1980)**-les bases de la production végétale, tome1: le sol, 9ème édition, collection sciences et technologie agricole. Angers.213p.
- ❖ **Soltner D., 1988** : Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 16ème éditions 464P.
- ❖ **SSC-Orstom,.sd.** Méthodes d'analyses utilisées au laboratoire de Physique des Sols,SSC-Bondy :30p., rapport multiger.
- ❖ **Stemmer M., Gerzabek MH. Kandeler E.** 1999. Invertase and xylanase activity of bulk soil and particle-size fractions during maize-straw decomposition. *Soil Biology and Biochemistry* **31**:9-18 p.
- ❖ **Stengel, P., & Gelin, S. (1998).** Sol: interface fragile. Editions Quae : p 94.
- ❖ **Subba Rao, N. S. (1999).** Soil microbiology: of soil microorganisms and plant growth (No. 631.46 S82 1999).

T

- ❖ **Tate, R. L. (1995).** Soil microbiology. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. USA: 398 p.
- ❖ **Thomashow, L. S., Weller, D. M., Bonsall, R. F., & Pierson, L. S. (1990).** Production of the antibiotic phenazine-1-carboxylic acid by fluorescent *Pseudomonas* species in the rhizosphere of wheat. *Applied and Environmental Microbiology*, 56(4) : 908-912 p.
- ❖ **Thorm, G. (1997).** The fungi in soil. *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker, New York, 63-128.
- ❖ **Trevors, J. T., & Van Elsas, J. D. (1997).** Microbial interactions in soil. *Modern Soil Microbiology*. Marcel Dekker. New York, USA. pp. 215-243.

W

- ❖ **Weaver, PK, Wall JD, Gest H. (1975).** Characterization of *Rhodopseudomonas capsulata*. *Arch.Microbial*, 105: 207-216 p.

Résumé

Le but du présent travail est l'étude de la rhizosphère de trois plantes (*Erica multiflora*, *Pimpinella asisum*, *Triticum durum* .) dans trois régions d'Algérie (Feraoun, Beni chebana et El Aouna). Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que le sol des trois régions a un pH variable de 6 à 7, un taux d'humidité élevé (26,85 %) et une teneur importante en matière organique qui est de 5,28 %, sont notés pour le sol de Feraoun (Bejaia). De l'autre côté, nous avons évalué la charge microbienne de la rhizosphère des trois régions (au niveau du sol adhérent et racines), caractérisée par la détermination de la flore mésophile, les champignons et les bactéries productrices d'EPS, ce qui a montré une charge plus élevée en microorganisme au niveau des racines par rapport au sol rhizosphérique.

Mots clés : rhizosphère, micro-organismes, paramètres physico-chimiques

Abstract

The aim of this work is to study the rhizosphere of three plants (*Erica multiflora*, *Pimpinella asisum*, *Triticum durum*) in three regions in Algeria (Feraoun, Beni chebana and El Aouna). The results of the physico-chemical analysis showed that these regions' soil has a variable pH (6 to 7), a high humidity (26,85%) and an important content of organic matter (5,28%) are noted in the region of Feraoun (Bejaia); moreover, we have assessed the microbial load of the rhizosphere of the three regions (at the adherent soil and roots), which is characterized by the determination of the mesophilic flora, fungi and EPS-producing bacteria, which showed a higher load of microorganism at the roots compared to the rhizospheric soil.

Key words: rhizosphere, micro-organisms, physico-chemical parameters.