

**UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA-**  
**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET**  
**SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

*Département des Sciences agronomique*



**MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES**

*En Vue De L'obtention Du Diplôme d'ingénieur d'état en sciences*  
*Agronomiques*

*Option : Mise en valeur*

**THEME**

Dénombrement de la biomasse microbienne  
des sols arides exemple d'un sol salé sous deux  
types de cultures

**Présenté et soutenu publiquement par :**

DARI Razika

**Devant le jury :**

<b>Président</b>	CHELOUFI H	(Prof)	(Univ. K M Ouargla)
<b>Promoteur</b>	KARABI M	M.A.B	(Univ. K M Ouargla)
<b>Co-Promoteur</b>	ZENKHRI S	M.A.A	(Univ. K M Ouargla)
<b>Examineur</b>	OUSTANI M	M.A.A	(Univ. K M Ouargla)
<b>Examineur</b>	BOUDERHAM A	M.A.A	(Univ. K M Ouargla)

Année universitaire : 2012/2013



# REMERCIEMENTS

*Je remercie tout d'abord le bon Dieu qui m'a donné le courage et la patience pour terminer ce modeste travail.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements et ma profonde gratitude à mon encadreur M. KARABI M. qui a accepté de m'encadrer, de diriger ce travail, et pour son aide très précieuse.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements à mon Co-promoteur: M. ZENKHRI S pour sa contribution concrète son aide et ses conseils afin de terminer ce travail.*

*M CHELOUFI H Maître de conférence à l'université de Ouargla qui ma fait l'honneur de présider ce jury*

*M<sup>elle</sup> OUSTANI M Maître assistant qui m'a fait le grand honneur d'accepter de faire partie du jury*

*M<sup>elle</sup> BOUDERHM A Maître assistant qui m'a fait le grand honneur d'accepter de faire partie du jury*

*Je remercie les membres du jury qui m'ont honoré en acceptant d'examiner ce travail.*

*Je remercie tous les enseignants qui ont contribué à ma formation universitaire.*

*Mes sincères remerciements vont également à toute l'équipe du service du laboratoire de pédologie et microbiologie du département Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Pour leur précieuse aide et collaboration.*

*Enfin, un grand merci à toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

*Mes remerciements s'adressent aussi à tous mes amis.*





## *Dédicaces*

*A mes chers parents pour leurs encouragements*

*A mes sœurs et mes frères djaloul, Abdelkader et  
chacun en son nom*

*A tous mes amies en particulier Fatima El Zahra,  
Bakhta, Samira*

*A tous ma famille et tous ceux qui ont participé de  
prés ou de loin à la réalisation de ce travail.*



## Liste des abréviations

abréviation	signification
pH	potentiel hydrogène
MO	Matière Organique
I.T.A.S	Institut technique de l'agronomie saharienne
OGA	Oxytetracyclique glucose agar
CPCS	Comité Pédologique de la Classification Française des Sols
NPP	Nombre le plus probable
O.N.M	Office National de Météorologie
CE	Conductivité Electrique

## Liste des photos

Photo N°	Titre de la photo	Page
Photo 1	(A, B et C). Bactéries du sol	4
Photo 2	Actinomycètes du sol (genre pseudomonas)	4
Photo 3	Champignon du sol	5
Photo 4	Algue du sol	6
Photo5	Cycle de l' azote	21
Photo 6	Cycle de Carbone (CO <sub>2</sub> )	22
Photo 7	Image satellitaire du site expérimental	28
Photo 8	Aspects macroscopique des colonies des bactéries	44
Photo 9	Aspects macroscopique des colonies des champignons	46
Photo 10	Aspects macroscopique des colonies Azotobacter	47
Photo 11	Aspects macroscopique des colonies des Rhizobium	49

## Liste des figures

Figure N°	Titre de figure	Page
fig 1	Localisation géographique de la région d'étude	24
fig 2	Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN de la région d'Ouargla (2003-2012)	26
Fig 3	Etage bioclimatique de la région d'Ouargla (2003-2012).	27
Fig 4	Préparations des suspensions dilutions.	36
Fig 5	Composition granulométrique du sol cultivé par luzerne	40
fig 6	Composition granulométrique du sol cultivé par blé	40
Fig 7	Densité de la microflore bactérienne des deux sols	44
Fig 8	Densité de champignon des deux sols	46
Fig 9	Densité de l'azotobacter des deux sols	47
Fig10	Densité de rhizobium des deux sols	49

## Liste de tableau

Tableau N°	Titre de tableau	Page
Tableau I	Effet rhizosphérique du blé sur divers groupes microbiens	13
Tableau II	Données climatiques de la région d'Ouargla	25
Tableau III	Place des deux sols dans les systèmes de classification pédologique	30
Tableau VI	Caractéristique physico-chimiques	39
Tableau VI	Dénombrement des microorganismes dans les sols étudié	43

## Table des matières

	Page
Introduction générale	1
<b>Première partie : synthèse bibliographique</b>	
Chapitre I: les microorganismes du sol aride	3
I. La microflore du sol aride	3
I.1. Bactéries	3
I.1.1. Importance dans le sol	3
I.2. Actinomycètes	4
I.2.1. Importance dans le sol	4
I.3. Champignons	5
I.3.1. Importance dans le sol	5
I.4. Algues	5
I.4.1. Importance dans le sol	6
I.5. Distribution du microorganisme	6
I.6. La densité et biodiversité	6
Chapitre II: Effet de milieu aride sur les biomasses microbiennes de sol	8
II.1. Facteur de variation de l'activité des microorganismes du sol	8
II.1.1. Le facteur énergétique	8
II.1.2. Les facteurs physiques	9
II.1.2.1. La texture du sol	9
II.1.2.2. La structure du sol	9
II.1.3. Les facteurs climatique	9
II.1.3.1. L'humidité	9
II.1.3.2. Température	10
II.1.3.3. Influence de saison	10
II.1.4. Les facteur chimique	11
II.1.4.1. Réaction du sol (pH)	11
II.1.4.2. Pouvoir d'oxydoréduction	11
II.1.4.3. Salure de sol	11
II.1.5. Les facteurs biologique	12
II.1.5.1. Interactions biologique dans le sol	12
I.1.5.1.1. Interactions entre populations microbiennes	12

I.1.5.1.2. Interactions entre les microorganismes et les plantes	12
Chapitre III: effet des micro-organismes sur le milieu	16
III.1. Biodégradation de la matière organique	16
III.1.1. Minéralisation primaire	16
III.1.2. Humification	16
III.1.3. Minéralisation secondaire	17
III.2. Rôle des micro-organismes dans la structure du sol	17
III.3. Les cycles biogéochimiques	18
III.3.1. Cycle de l'azote	18
III.3.1.1. Fixation d'azote atmosphérique	19
III.3.1.2. Transformation de l'azote dans le sol	19
III.3.2. Cycle de carbone	21
<b>Deuxième partie : étude expérimentale</b>	
Chapitre I: présentation des régions d'études	23
I.1. Localisation géographique	23
I.2. Climat	24
I.2.1. Synthèse climatique de la région d'Ouargla	25
a. Diagramme ombrothermique	25
b. Climagramme d'EMBERGER	26
I.3. Les sols	27
Chapitre II: Matériels et méthodes	29
II.1. Caractéristique de la station	29
II.2. Classification pédologique des sols	29
II.3. But de l'essai	30
II.4. Echantillonnage et conservation des échantillons de sols avant analyses	30
II.4.1. Epoque d'échantillonnage	30
II.4.2. Horizon de prélèvement	31
II.4.3. Conservation des échantillons	31
II.4.4. Détermination du taux d'humidité	31
II.5. Les analyses physiques	31
II.5.1. L'humidité	32
II.5.2. Analyse granulométrique	32
II.6. Les analyses physico-chimiques	32

II.6.1. Conductivité électrique	32
II.6.2. pH	33
II.7. Les analyses chimiques	
II.7.1. Calcaire total	33
II.7.2. Bilan ionique	33
II.7.3. Dosage du carbone organique	33
II.7.4. Dosage de l'azote total	34
II.8. Analyses microbiologiques	34
II.8.1. Préparation des suspensions dilutions	35
II.7.2. La microflore bactérienne	37
II.8.3. Les champignons	37
II.8.4. Les azotobacters	37
II.8.5. Les rhizobiums	38
<b>Troisième partie : Résultats et discussions</b>	
Chapitre I: Résultats des analyses bio-physico-chimiques	39
I.1. Résultats des analyses physico-chimiques	39
I.2. Discussions des analyses physico-chimiques	40
Chapitre II: Résultats des analyses microbiologiques	43
II.1. Résultats des analyses microbiologiques	43
II.2. Discussions des analyses microbiologiques	43
Conclusion générale	52
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexes</b>	



# *Introduction générale*

## **Introduction générale**

Le sol est un environnement vivant et constitue un réservoir exceptionnel de microorganismes et de gènes différents qui déterminent des activités variées dont l'activité est en lien plus ou moins direct avec leur " fonctionnement " en général et certaines de leurs propriétés agronomiques en particulier (**I.T.A.B, 2002**).

Les sols des zones arides et semi-arides étaient supposés pendant longtemps, comme milieux stériles. Mais les travaux d'exploration ont montré qu'il existe des espèces microbiennes, qui s'adaptent aux conditions climatiques extrêmes (**SASSON, 1967**).

Les régions arides connaissent depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle une dégradation excessive de la flore et de la faune .cette dégradation des sols est le résultat conjugué de facteurs naturels et d'actions anthropiques (**SASSON, 1967**).

La salinité est parmi les problèmes majeurs qui affectent les sols et les eaux. En Algérie, les sols agricoles sont dans leur fort majorité affectés par les sels ou susceptibles de l'être, ce qui conduit à un ralentissement du processus d'humification et de minéralisation des matières organiques (**HALITIM, 1973 in MOUSSAOUI, 2011**).

L'importance de l'activité biologique se justifiée par le rôle de la vie, dans la définition et le maintien des équilibres pédologiques et des caractéristiques physicochimiques.

Si l' activité biologique permet de suivre l' état de fertilité d' un sol, elle est en retour fonction des caractéristiques physico-chimiques de celui-ci et de tous les facteurs pouvant les modifier. Le potentiel d'activité biologique du sol dépend de la matière organique avec laquelle elle est en étroite corrélation (**THIOMBIANO, DIANOU, 1999 in ZOMBRE, 2006**).

Cependant, les interactions positives entre les plantes et les microorganismes de la rhizosphère peuvent améliorer la nutrition des plantes, en augmentant en particulier la fixation biologique de l' azote, en augmentant la tolérance de la plante au stress environnemental et aux pathogènes telluriques réduisant ainsi les besoins d'application d' engrais et de pesticides

La connaissance de l'activité biologique d'un sol permet donc d'approcher la dynamique d'évolution du sol et les capacités d'échanges entre le sol et la plante (**I.T.A.B, 2002**).

L'objectif de notre travail est d'étudier l'aspect microbiologique à travers une comparaison entre deux sols, à savoir un sol salé cultivé par une légumineuse, et un sol salé cultivé par une céréale, au niveau de l'exploitation de l'université d'Ouargla, par le dénombrement des principaux groupes microbiens.

Le présent travail de recherche est scindé en trois parties;

La première partie présente le cadre général de l'étude par des rappels bibliographiques sur les microorganismes des sols arides : leur composition, l'influence du milieu aride sur le fonctionnement des microorganismes, l'effet des microorganismes sur le milieu.

La deuxième partie présente l'étude expérimentale : présentation de la région d'étude, et la méthodologie adaptée pour la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

La troisième partie est consacrée à la présentation des résultats obtenus, les interprétations, les discussions éventuelle, la conclusion générale.

*Première partie: synthèse  
bibliographique*

*Chapitre I: les  
microorganismes des sols  
arides*

## **CHAPITRE I: LES MICROORGANISMES DU SOL ARIDE**

Les organismes vivant du sol sont des bactéries, des champignons, des algues, les parties souterraines des plantes ainsi que des animaux très variés. Tous participent d'une manière ou d'une autre à la formation et à l'évolution de sol (**GOBAT et al, 2003**).

### **I. Microflore du sol aride**

Bactéries, actinomycètes, champignons et algues, sont les micro-organismes qui entrent dans la composition des microbiocénoses des sols arides (**SASSON, 1967**).

Les micro-organismes du sol, jouent un rôle fondamental dans les processus importants comme; la régulation des cycles biogéochimiques (azote, carbone, soufre) (**SASSON, 1967**).

#### **I.1. Bactéries :**

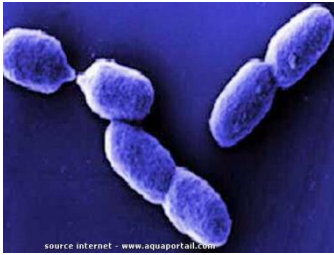
Forment tant au plan quantitatif qu'au plan fonctionnel le groupe majeur des micro-organismes du sol (**MOREL, 1989**).

Les bactéries sont classées en bactéries autotrophe, utilisation de carbone sous forme minéral, et bactéries hétérotrophes utilisation de carbone sous forme organique (**CLEMENT et LOZET, 2011**).

Elles prolifèrent dans les milieux les plus riches en N et peu acides, un milieu aéré à pH supérieur à 6. Elles sont surtout abondantes autour des racines de certaines plantes (graminées, légumineuses) au sein de la rhizosphère (**DUCHAUFOR, 2001**).

##### **I.1.1. Importance dans le sol :**

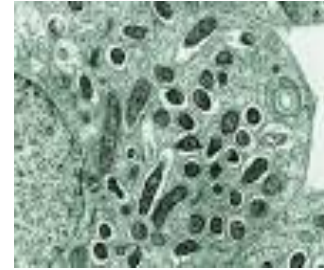
Par leur durée de vie, ces derniers constituent une fraction importante de la matière organique humifiée, l'humine microbienne. Elles sont participantes à la formation des microagrégats. Mais c'est avant tout par leurs fonctions biogéochimiques, telles la minéralisation de la matière organique, la précipitation de minéraux, la transformation de certains composants organiques en humine (**GOBAT et al, 2003**).



A. Azotobacter



B. Clostridium



C. Rhizobium

Photos N° 1 :(A, B et C). Bactéries du sol.

## I.2. Actinomycètes:

Groupe d'eubactéries très ramifiées hétérotrophes ayant tendance à former un mycélium ramifié plus ou moins différencié très fin, dans le sol les germes les plus fréquents (*Streptomyces* et *Nocardia*) (CLEMENT et LOZET, 2011).

Ils sont plus sensibles à l'acidité que les moisissures préférant des pH de 6 à 7,5 (SOLTNER, 2005).

### I.2.1. Importance dans le sol :

Les actinomycètes semblent jouer un grand rôle et sont particulièrement aptes à dégrader des substances organiques difficilement décomposables, et produisent des vitamines et des antibiotiques (CLEMENT et LOZET, 2011). Ils seraient susceptibles de décomposer les composés aromatiques de la matière organique fraîche (lignine, certains tannins) (DUCHAUFOR, 2001). Ils sont indice d'un sol à bonne structure et/ou bonne aération (CLEMENT et LOZET, 2011).

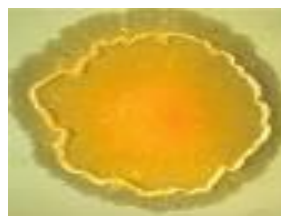


Photo N° 2: Actinomycètes du sol (genre *Pseudomonas*).

### I.3. Champignons:

Les champignons du sol ou mycètes sont des levures, des champignons supérieurs et surtout des moisissures des genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Trichoderma* (**SOLTNER, 2005**) mais à la différence des bactéries, ils sont toujours hétérotrophes et aérobies.

De toute dimension, les champignons résistent mieux que les bactéries à la sécheresse et à l'acidité.

#### I.3.1.Importance dans le sol :

Leur rôle est important dans la dégradation de substances résistantes comme la lignine. Le champignon peut aussi contracter au niveau des racines des symbioses mycorhizienne, dont les actions peuvent se révéler bénéfiques pour les végétaux (**MOREL, 1989**).

Par sa taille et sa structure, un mycélium est à même de transporter activement des quantités importantes d'eau et de substance d'un endroit à l'autre du sol (**GOBAT, 2003**).



A. *Aspergillus*



B. *Penicillium*

Photos N° 3:(A et B) Champignon du sol.

### I.4.les algues:

Leur chlorophylle les rend autotrophes (**SOLTNER, 2005**). Unicellulaire ou en colonies filamenteuses, les algues sont souvent abondantes dans le sol, mais restent localisées à la surface ou dans les larges fissures (**GOBAT, 2003**).



#### **I.4.1. Importance dans le sol :**

Grâce à leur activité photosynthétique, les algues colonisent rapidement les surfaces minérales brutes, dont elles accélèrent l'altération par des substances dissolvantes.

Les algues participent aussi à la cohésion des particules solides à travers la production des polysaccharides extracellulaires (**GOBAT, 2003**).

Elles protègent les environnements arides ou désertiques contre l'érosion en formant des croûtes à la surface du sol (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1978 in BEDJADJ 2011**).

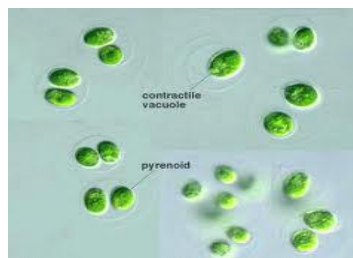


Photo N°4:Algue du sol.

#### **I.5. La distribution des microorganismes:**

De point de vue de leur distribution verticale on remarque que les microorganismes se trouvent en majorité dans la couche superficielle du sol, mieux aérée et plus riche en substances nutritives, et que leur nombre diminue progressivement avec la profondeur (**BOULLARD et al, 1962; SASSON, 1967**).

La répartition horizontale des microorganismes est en fonction du type pédologique et donc de la végétation (**BOULLARD et al, 1962**).

#### **I.6. La densité et biodiversité:**

**RIVKIND (1929)** cité par **KILLIAN et FEHER (1939)**, a signalé que dans les sols sahariens, la microflore totale variait entre 120 et 220 millions de germes par gramme de terre dans les sols cultivés, alors qu'elle n'était que de 28 millions germes par gramme de terre dans les sols incultes. L'*Azotobacter* et le *Clostridium* ne se rencontrent que dans les terres cultivées.

Pour ce qui est de la densité de la microflore fongique, elle est de l'ordre de 8000 à  $10^6$  unités par g de sol, alors qu'on a compté de 100 à  $10^9$  individus d'algues par gramme de terre dans les sols (**DAVET, 1996**).

D'après **DOMMERGUES et MANGENOT (1970)**, les densités bactériennes sont faibles mais, elles tombent rarement en dessous de  $10^4$  à  $10^5$  germes par gramme de sol sec dans les horizons superficiels.

En ce qui concerne la biodiversité de la microflore désertique, **KILLIAN et FEHER (1939)**, sont arrivés à isoler 98 espèces de Bactéries, 28 espèces de Champignons et 84 espèces d'Algues dans les régions désertiques.

*Chapitre II: effets du milieu  
aride sur la biomasse  
microbienne du sol*

## **CHAPITRE II.EFFETS DE MILIEU ARIDE SUR LES BIOCENOSSES MICROBIENNES DU SOL**

### **II.1. Facteur de variation de l'activité des microorganismes du sol:**

Les propriétés du sol, qualifiées d'écologiques et qui exercent une influence sur la microflore peuvent être divisées en deux catégories : les facteurs de régulation d'une part et les éléments nutritifs d'autres part. La matière organique du sol, l'humus, les résidus d'origine animale et végétale appartiennent à la seconde catégorie, tandis que la température du sol, l'humidité, le degré d'aération, la porosité, la structure sont surtout des facteurs de régulation des processus biochimiques. D'autres facteurs plus généraux qui interviennent dans l'évolution physico-chimique du sol participent également à l'écologie des microbes ; il faut citer les changements climatiques saisonniers, le couvert végétal (**SASSON, 1967**).

#### **II.1.1. Facteurs énergétiques**

Le nombre et l'activité des microorganismes dépendent essentiellement de l'énergie qui peut être libérée à la suite de la décomposition de la matière organique (**BOULLARD et MOREAU, 1962**).

Le facteur le plus limitant de la masse microbienne dans le sol est l'insuffisance des substrats énergétiques pour la microflore, que ce soit le carbone pour les hétérotrophes ou des substances minérales réduites pour les chimiolithotrophes. Dans le cas des champignons, **BURGES (1963)** a insisté sur le rôle capital du substrat carboné disponible comme source d'énergie, à la fois dans la détermination du nombre des espèces et dans celle de la répartition des espèces particulières (**SASSON, 1967**).

Certains auteurs ne considèrent que le nombre total des micro-organismes d'un sol et leur équilibre dynamique ne résulte que d'insuffisances en substance énergétique dont le rôle serait capital. Les fluctuations dans la micropopulation des sols dépendraient des substances introduites dans le sol et du rapport C/N du sol (**BOULLARD et MOREAU, 1962**).

## **II.1.2. Les facteurs physiques :**

### **II.1.2.1. La texture du sol :**

La texture du sol intervient de deux façons :

- Façon directe, par l'action de différentes fractions minérales;
- Façon indirecte, par son rôle majeur dans la genèse de la structure du sol.

Dans un sol sableux suffisamment humide, la continuité du film liquide autour des particules assure une propagation rapide de l'activité microbienne. Cette propagation est ralentie par la présence d'argile, l'action directe des particules argileuses tient en premier lieu à leur effet protecteur des substances organiques par formation de complexes organon-minéraux moins accessibles à l'activité microbienne (**MOREL, 1989**).

### **II.1.2.2. Structure**

La qualité structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydoréduction de ce sol. Cette valeur oriente la nature et l'intensité de la population microbienne.

De la formation et de la rupture des agrégats résultent deux actions possibles, opposées quant à leurs conséquences :

- L'inclusion des substances organiques à l'intérieur d'un agrégat, le rend temporairement inaccessible aux microorganismes;
- La rupture des agrégats par broyage stimule la minéralisation rendue d'autant plus aisée que la dimension des agrégats est plus grande (**MOREL, 1989**).

## **II.1.3. Les facteurs climatique :**

### **II.1.3.1. L'humidité du sol :**

Les sols secs ne présentent qu'une activité microbienne faible, mais lorsque l'humidité augmente l'activité de microorganismes augmente progressivement jusqu'à un maximum puis décroît (**MOREL, 1989**).

Selon **BOULLARD et MOREAU (1962)**, l'excès d'eau entraîne une aération déficiente et détermine une sélection des germes. Un manque chronique d'eau entraîne également une sélection, mais la microflore inhibée est évidemment différente de la précédente.

Les alternances de dessiccation et d'humectation stimulent l'activité des microorganismes (**MOREL, 1989**).

L'humidité est nécessaire à la vie des microorganismes et aussi à leurs déplacements; la vie sans air est possible puisqu'il existe des êtres anaérobies, mais la vie sans eau ne l'est pas sauf pour la migration, et le développement optimum varie avec l'espèce du microbe considéré et avec la nature des sols (**GAUSHER, 1968 in KARABI, 2010**).

### **II.1.3.2. Température**

La température du sol représente, dans les zones arides, un facteur écologique très important qui régit la multiplication des microorganismes dans ces régions (**SASSON, 1967**).

Pour chaque espèce existe un seuil au dessous du quel l'activité est nulle. Un optimum correspondant a une activité maxima et une limite supérieure au-delà de laquelle la cellule vivant est détruite (température létale).d'une manière générale la plupart des bactéries et actinomycètes ont un développement optimal entre 25 et 40C°, les champignons, leur température optimale se situant aux environs de 26C° (**MOREL, 1989**).

### **II.1.3.3. Influence des saisons:**

L'humidité et la température sont deux facteurs essentiels dont la combinaison oriente l'intensité saisonnière de l'activité microbienne (**MOREL, 1989**).

Ainsi il devient évident que la succession des saisons exerce un effet très important sur la microflore des sols.

Les variations saisonnières de la microflore sont probablement dues en grande partie à des changements en qualité et quantité dans les apports nutritifs que constituent feuilles et branches mortes (**BOULLARD et MOREAU ,1962**).

Les maxima d'activité situent au printemps et en automne (l'humidité et température favorable) le maximum automnal, toutefois peut être estompe ou absent (**MOREL, 1989**).

#### **II.1.4. Les facteurs chimiques:**

##### **II.1.4.1. Réaction du sol (pH):**

Le degré d'acidité du sol constitue l'un des principaux facteurs limitant, pour les germes qui y sont généralement très sensibles, telles que les bactéries et actinomycètes qui sont plus favorisées par des milieux proches de la neutralité, alors que les champignons s'accommodent de pH bas, C'est-à-dire de sol acides (**BOULLARD et MOREAU ,1962**). Donc chaque espèce microbienne est active entre des limites qui lui sont propres, avec une valeur optimale. Par exemple les bactéries nitrifiantes pH optimum en culture;

Nitrosomonas 8,5 à 8,8

Nitrobacter 8,3 à 9,3

Bactéries cellulolytiques 6,0 à 8, 5 (**MOREL, 1989**).

##### **II.1.4.2. Pouvoir d'oxydoréduction :**

La nature et l'intensité de l'activité microbienne du sol relèvent largement de la valeur de son pouvoir oxydo-réducteur, à une conséquence directe sur les processus de dégradation des substances organique: De bonnes conditions d'aérobioses induisent une oxydation aisée des substances organiques (**MOREL, 1989**).

##### **II.1.4.3. Salure :**

Le taux de salinité à une grande influence sur l'évolution de la microflore du sol, l'augmentation de la quantité fait diminuer le nombre de microorganismes (**ESHKWEER et al, 1976 in MAAMERI, 2007**), de tous les processus biologiques, la nitrification est la plus touchée, ainsi que la réduction de la respiration. (**DELLAL et al, 1992**).

D'après (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1970**) les sols salés constituent pour les micro-organismes telluriques, un milieu défavorable en raison:

De la présence d'ions toxiques;

Du pH parfois très basique;

De la salure asphyxiant;

De leur tension osmotique parfois élevée.

L'inhibition de l'activité biologique par les sels se traduit par une forte teneur en composés hydrosolubles très mobiles au détriment des composés plus polycondensés.

## **II.1.5. facteurs biologiques:**

### **I.1.5.1. Interactions biologiques dans le sol**

Les microorganismes interviennent de manière plus ciblée dans les interactions directes ou indirectes entre eux et avec les autres organismes du sol (**GOBAT et al, 2003**).

#### **I.1.5.1.1. Interactions entre populations microbiennes**

Les microorganismes en particuliers les bactéries sont fréquemment impliquées dans une multitude d'interactions non génétiques avec d'autres microorganismes, notamment au niveau de la rhizosphère. Ces interactions sont souvent nutritionnelles. Un microorganisme dépend d'un autre microorganisme pour la dégradation de produits ou de substrats spécifiques, ou différents microorganismes sont en compétition pour le même substrat (**TREVORS, et VAN ELSAS, 1997 in DJIGAL, 2003**). Dans d'autres cas, un microorganisme peut exercer un effet nuisible sur les autres microorganismes, par exemple par la production d'antibiotiques ou de composés toxiques.

Les interactions entre populations microbiennes peuvent être reconnues comme des interactions négatives (compétition, amensalisme), positives (commensalisme, synergique et mutualisme), ou positives pour l'un et négatives pour l'autre population (parasitisme ou prédation) (**DJIGAL, 2003**).

#### **I.1.5.1.2. Interactions entre les microorganismes et les plantes**

Ces interaction se traduisent soit par:

Une action sur la répartition des microorganismes dans le sol, il s'agit ici de l'effet rhizosphère.



Une action de caractère symbiotique couvrant les symbioses mycorhizienne d'une part, l'association rhizobium, légumineuses d'autre part (**MOREL, 1989**).

### **A) Interactions non symbiotiques**

Le couvert végétal qui apporte à la microflore non seulement de la matière organique, mais encore qui modifie le microclimat et les associations microbiennes au niveau des racines, produisant ce qu'on appelle un effet rhizosphère (**SASSON, 1967**).

La croissance et la prolifération des microorganismes sont limitées par un déficit de carbone et d'énergie. Par contre, la libération continue de nutriments organiques dans la rhizosphère stimule l'activité et la multiplication des microorganismes (**ATLAS et BARTHA, 1993 in DJIGAL, 2003**).

Le développement de la communauté rhizosphérique a une variété d'impact direct ou indirect sur la production de biomasse de la plante. Beaucoup de bactéries qui colonisent la rhizosphère produisent des composées 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, in DJIGAL, 2003**). Ou bien d'autres substances qui peuvent inhiber les organismes pathogènes des plantes (**GLICK, 1995in DJIGAL, 2003**).

Tableau N°1: Effet rhizosphérique du blé sur divers groupes microbiens, par gramme de sol sec (**KATNELSON et al, in MOREL, 1989**).

Groupes microbiens	Hors rhizosphère	Dans la rhizosphère
Microflore bactérienne total	52 700 000	1 121 000 000
Bactéries anaérobies	33 000	389 000
Bactéries ammonifiantes	1800 000	100 000 000
Bactéries dénitrifiantes	140 000	12 650 000
Bactéries nitrifiantes	100 000	100 000
Algues	26 900	4 500

## **B) 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 dans les zones sahéliennes, il s'agit des associations mycorhizienne et des symbioses fixatrices d'azote.

### **B.1. 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 légumineuses et d'autres espèces aussi (des papilionacées, des mimosacées, des césalpiniacées) et des *Frankias*, bactéries filamenteuses sporulantes associées à des plantes dites actinorhiziennes comme les Casuarinacées (DJIGAL, 2003). Les symbioses fixatrices de l'azote sont extrêmement importantes dans le maintien de la fertilité de sol, elles sont utilisées dans les pratiques agricoles pour augmenter les rendements des cultures (ATLAS et BARTHA, 1993 in DJIGAL, 2003).

#### **Le rhizobium et la légumineuse vivent en symbiose:**

Dans cette association à bénéfices réciproques;

- **Les rhizobiums prélèvent sur légumineuse** des substances hydrocarbonées comme source d'énergie, et de l'azote atmosphérique (contenu dans les cavités du sol) comme seule source d'azote pour la synthèse de leur cytoplasme;

- **La légumineuse en revanche digère** les bactéries qu'elle héberge, au fur et à mesure de leur renouvellement, profitant ainsi de leurs protéines et autres substances. De plus, les rhizobiums émettent des phytohormones stimulant la croissance des plantes qui les hébergent, et sans doute aussi des plantes voisines. (SOLTNER, 2005).

### **B.2. Les symbioses mycorhizienne:**

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, alors qu'elle fournit au champignon hétérotrophe des assimilats photosynthétiques qu'il ne peut pas obtenir dans le sol (DJIGAL,

**2003**).Il produit des substances de croissance de nature hormonale (acide indole-acétique AIA) (**SOLTNER, 2005**).

Le mycélium du champignon peut se comporter de trois manières envers les racines de la plante hôte

- La proximité: le mycélium se concentre autour des racelles et racines, dans la (rhizosphère);
- Le contact: le mycélium adhère aux racines, forment ses mycorhizes ectotrophes;
- L'infestation: le mycélium pénètre à l'intérieur des tissus racinaires, y formant des organes particuliers à forme d'arbuscules et de vésicules. Il s'agit de mycorhizes endotrophes (**SOLTNER, 2005**).

*Chapitre III: effets des  
micro-organismes sur le  
milieu édaphique*

## CHAPITRE III. LES EFFETS DES MICROORGANISMES SUR LE MILIEU

Les microbes à leur tour par suite de leur activités physiologique, modifient les caractères physico-chimique du biotope et vont même jusqu'à influencer sur son évolution, c'est-à-dire sur la pédogénèse. Si l'on se réfère à chacun des principaux macroéléments qui constituent la matière organique de sol, ou encore à certaines formes minérales et enfin aux micro-éléments on constate une série de transformation généralement cyclique pouvant aller vers une complication de l'écosystème ou vers une simplification de ce dernier (SASSON, 1967).

### III.1. Biodégradation de la matière organique:

La matière organique subit au contact du sol une série de transformation rapide, si tout fois le milieu est suffisamment aéré, neutre, chaud et humide (SOLTNER, 2005).

#### III.1.1. Minéralisation primaire:

C'est-à-dire une désagrégation, une décomposition un retour à l'état minéral des constituants des matières organiques fraîches (SOLTNER, 2005).

En particulier ses composants peu résistants comme les glucides, les protéines, et les acides aminés ainsi que les lipides et les acides nucléiques. ces substances solubles dans la solution du sol ont cinq destins possibles:

1. Evacuation dans l'atmosphère par échange gazeux (ex; CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>)
2. Absorption par les végétaux (ex; cations, anions, H<sub>2</sub>O)
3. Absorption par les microorganismes (ex; CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)
4. Fixation sur le complexe adsorbant (Ca<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, H<sup>+</sup>)
5. Entraînement par lixiviation (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) (GOBAT *et al*, 2003)

#### III.1.2. Humification:

C'est un ensemble de synthèses faisant suite à la décomposition des matières organiques végétales (SOLTNER, 2005). Cette humification dépend de plusieurs facteurs dont les plus importants constituent l'activité des micro-organismes du sol, mais on note également les facteurs externes (climat, pH, température, aération, type du sol et enfin de la nature du composé à dégrader).

D'après (GOBAT *et al*, 2003) l'humification se cache trois voies de synthèse de matière organique stabilisée, formant l'humus au sens biochimique:

- Humification par héritage, qui donne l'humine résiduelle ou héritée;
- L'humification par polycondensation, qui fournit l'humine d'insolubilisation;
- L'humification par néosynthèse bactérienne, qui produit l'humine microbienne.

### **III.1.3. La minéralisation secondaire :**

C'est une phase plus lente (1à3%) de la matière humifiée détruit par an, mais avec le même résultat final que la minéralisation primaire. Les molécules organique préalablement synthétisées par humification, ces molécules sont plus stables et résistent mieux à la dégradation (GOBAT *et al*, 2003).

### **I.2. Rôle de microorganisme dans la structure de sol:**

**Les microorganismes :** Les microorganismes du sol influencent différemment la stabilité de la structure d'un sol en fonction de leur type, de leur activité et de leurs produits de synthèse.

Les microorganismes présentent entre eux des différences d'efficacité en ce qui concerne leur aptitude à induire l'agrégation et à la maintenir.

Les champignons sont efficaces dans la stabilisation des agrégats de sol, car ils ont la capacité de lier les particules du sol via plusieurs mécanismes (rétention mécanique, adhésion par les glues fongiques, ...). En effet, de nombreux champignons secrètent des substances agréant à fort pouvoir collant comme les polysaccharides et les gommes (MOLOPE *et al*, 1987 *in* ANNABI, 2005). Les mycéliums des champignons consolident également directement la structure du sol par enchevêtrement mécanique des particules minérales entre les hyphes et/ou par la résistance mécanique des filaments fongiques aux contraintes physiques (DEGENS, 1997 *in* ANNABI, 2005).

D'après DOMMERGUES et MANGENOT (1970), les champignons ayant l'effet le plus marqué dans le processus d'agrégation et de stabilisation des agrégats sont des espèces saprophytes appartenant essentiellement aux genres *Cladosporium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Mucor*, *Sclerotium*, diverses levures et des Basidiomycetes.

L'action des bactéries et des actinomycètes dans le processus d'agrégation et la stabilisation des agrégats est nettement moins importante que celle des champignons (MOLOPE et Page, 1986 ; MOLOPE et al, 1987; BERTHLENFALVAY et al, 1999 in ANNABI, 2005).

Les bactéries interviennent plutôt dans la stabilisation des particules de la taille des argiles et des limons (FLEETCHER et al, 1980 ; TISDALL, 1994 in ANNABI, 2005).

Elles synthétisent des substances gluantes telles que les polysaccharides et peuvent constituer le centre de formation de microagrégats (Robert et Chenu, 1992 in ANNABI, 2005).

Plusieurs types de bactéries ont été identifiés comme intervenant dans la stabilité des agrégats, ont noté le rôle positif des cyanobactéries dans la stabilisation des agrégats des sols sableux. L'action des Actinomycètes est semblable à celle des champignons à mycélium mais avec une moindre importance car dans le sol, les Actinomycètes sont moins fréquents que les champignons.

Les Algues agrègent les particules élémentaires en surfaces des profils et contribuent ainsi en association avec les Champignons filamenteux ainsi qu'à la formation de croûtes (structure continue) notamment sur les sols sableux.

### **III.3. Les cycles biogéochimiques**

#### **III.3.1. Le cycle de l'azote:**

Cycle de l'azote se particularise par sa grande complexité et le nombre important de molécules différentes y jouant un rôle. Ainsi on distingue plusieurs formes minérales

– azote moléculaire ( $N_2$ ), ammoniac ( $NH_3$ ), nitrite ( $NO_2^-$ ), nitrate ( $NO_3^-$ ), ammonium ( $NH_4^+$ ), oxyde nitrique ( $N_2O$ ) et oxyde nitreux ( $NO$ ) mais aussi des formes organiques très variées (acides aminés, urée, acide urique, protéines, etc.) ; chaque forme ayant un rôle particulier dans l'écosystème. L'azote est majoritairement présent sous forme gazeuse dans l'atmosphère (80%), les autres réservoirs sont la biomasse puis la matière organique et les océans (LEVEQUE, 2001 in SCHIMANN, 2005).

Pour la majorité des végétaux, l'azote est un élément fortement limitant car peu disponible. Son acquisition se fait principalement selon deux voies d'entrées : le sol à travers

l'assimilation des formes minérales ou l'atmosphère à travers la fixation de l'azote moléculaire (SCHIMANN, 2005).

### III.3.1.1. Fixation d'azote atmosphérique:

Le passage entre l'atmosphère et la biomasse se fait exclusivement via la fixation biologique grâce aux cyanobactéries, aux bactéries impliquées dans la fixation symbiotique (*Rhizobium*, *Frankia*), aux bactéries impliquées dans la fixation associative (*Azospirillum*) et aux bactéries impliquées dans la fixation libre (*Azotobacter*, *Clostridium*). Elle représente 50% de la source d'azote des systèmes terrestres. (SCHIMANN, 2005).

### III.3.1.2. Transformation de l'azote dans le sol:

Le cycle de l'azote rend compte de transformation et de la simplification des composés azotés complexes fournis au sol, jusqu'au stade d'azote minéral utilisable par la plante (BOULLARD et MOREAU, 1962).

Minéralisation et synthèse de l'azote organique:

Un autre processus majeur de ce cycle biogéochimique est la minéralisation, qui correspond à la phase de décomposition de la matière organique aboutissant aux nitrates. Une des étapes clé est effectuée par les bactéries nitrifiantes, seuls organismes capables d'oxyder les ions ammoniums en nitrates facilement assimilables par les plantes et les microorganismes.

Enfin, un autre processus clé est la dénitrification, qui boucle le cycle et qui correspond à la réduction des nitrites et nitrates en azote moléculaire (SCHIMANN, 2005).

### Nitrification

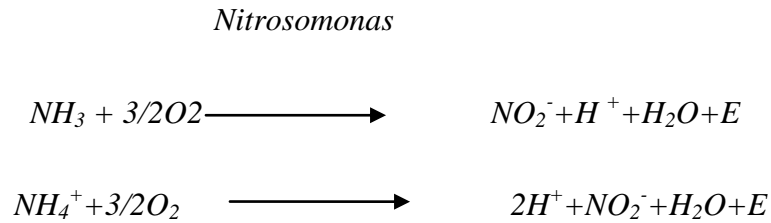
Il s'agit de l'oxydation de l'ion ammonium par les bactéries du sol *Nitrosomonas* et *Nitrobacter* (DUCHAUFOR, 2001).

Le passage de l'azote ammoniacal en azote nitrique ne se fait pas directement. Il comporte deux stades successifs :

#### . a- Nitritation ou nitrosation :

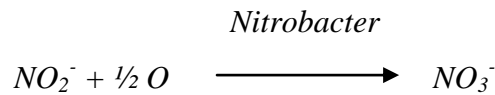


C'est l'oxydation de  $\text{NH}_3$  en  $\text{NO}_2$  par des ferments nitreux (*Nitrosoccus*, *Nitrosocystis*, *Nitrosospira*, *Nitrosogloea*).

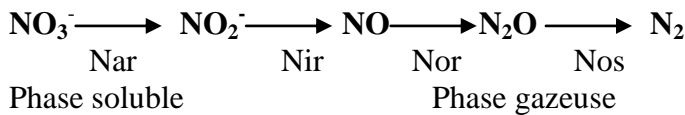


**b- La nitratisation :**

C'est l'oxydation de  $\text{NO}_2$  en  $\text{NO}_3$ . C'est le fait des ferments nitriques (type *Nitrobacter*, *Nitrocystis*, *Bactoderma*, *Microderma*).



**La dénitrification:** est la biotransformation qui permet la conversion du nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) et du nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) en oxyde nitrique (NO), oxyde nitreux ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et azote atmosphérique ( $\text{N}_2$ ). Plusieurs auteurs citent (*in SCHIMANN, 2005*) que quatre enzymes sont impliquées ce processus:



Ces enzymes sont le nitrate réductase (Nar), le nitrite réductase (Nir), l'oxyde nitrique réductase (Nor) et l'oxyde nitreux réductase (Nos) ; elles sont activées séquentiellement lors de conditions anaérobies.

La dénitrification demeure essentiellement dans le sol le fait d'une activité biologique définie, due à l'intervention d'espèces microbiennes dénitrifiantes, sont des bactéries appartenant aux genres (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Achromobacter*...). Elle se produit à 3 conditions:

La présence d'azote sous forme nitrique ou nitreuse;

Une teneur suffisante en substances organique en décomposition (SOLTNER, 2005 et MOREL, 1989).

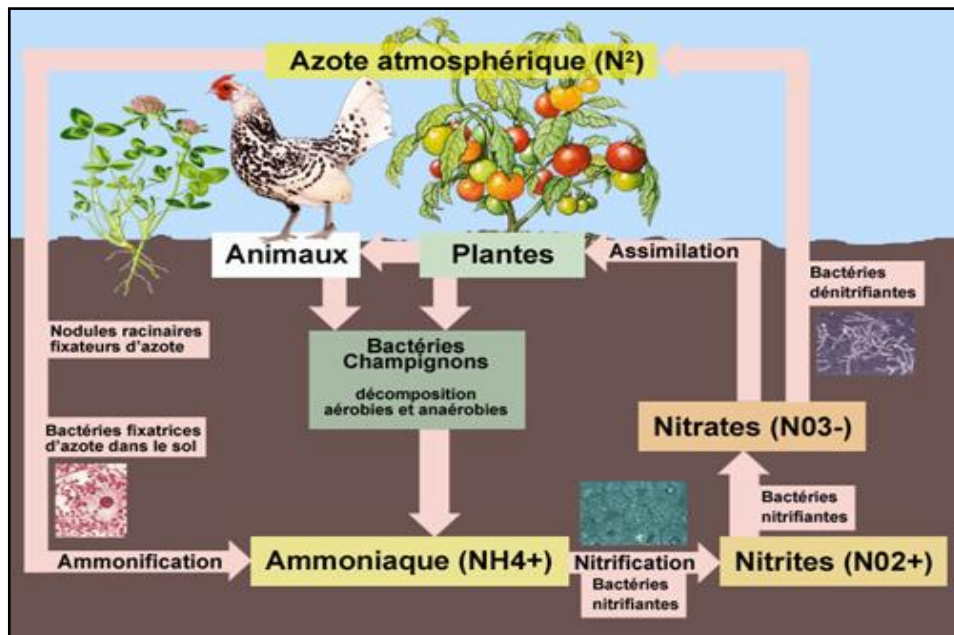


Photo N°5: Cycle de l'azote

### III.1.2. Le cycle de carbone :

Le carbone est un des éléments biogènes majeur. Deux phénomènes biologiques fondamentaux conditionnent et régulent la circulation du carbone dans la biosphère, il s'agit de la photosynthèse et de la respiration (WETZEL 1983; ATLAS et BARTHA 1998 in CÉBRON, 2004). Les microorganismes autotrophes (photosynthétiques et chimiolithotrophes) convertissent le  $CO_2$  en composés organiques ; cette production primaire nette est alors disponible pour les consommateurs hétérotrophes qui, en respirant, convertissent la matière organique en  $CO_2$ .

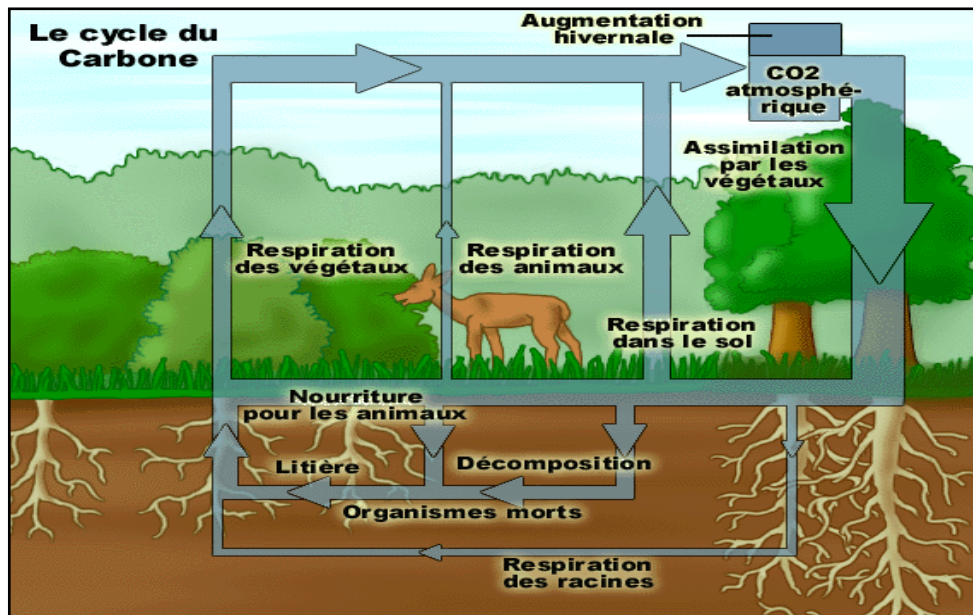


Photo N°6: Cycle de carbone (CO<sub>2</sub>)

*Deuxième partie : étude  
expérimentale*

# *Chapitre I. Présentation de la région d'étude*

**CHAPITRE I : PRESENTATION DES REGIONS D'ETUDE**

**I.1. Localisation géographique**

La ville d'Ouargla est l'une des principales oasis du Sahara algérien. Elle est située au Sud-est du pays à 790 Kms de la capitale Alger par la route, et à 575 Km à vol d'oiseau.

D'une superficie d'environ 163.230 Km<sup>2</sup>, la wilaya d'Ouargla se trouve limitée au Nord-est par les wilayates d'El-Oued et de Djelfa; à l'Est par les frontières tunisiennes et la wilaya d'El-Oued; à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa et au Sud-est par la wilaya de Tamanrasset.

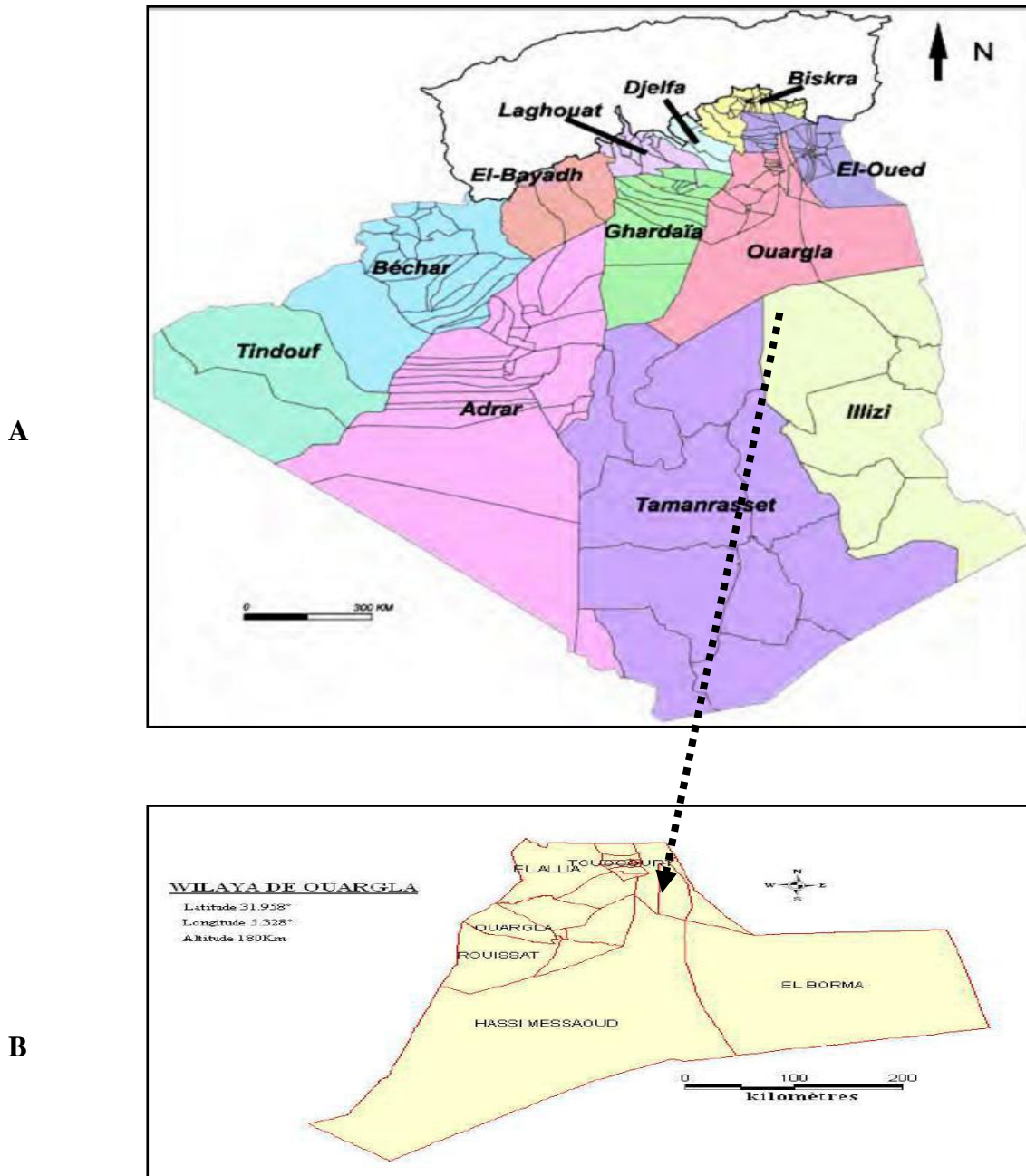


Figure N° 1: (A et B). Localisation géographique de la région d'étude (D.P.A.T, 2010).

## I.2. Climat :

Les caractères du climat saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau du tropique, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (OZENDA, 1991).

Le climat saharien est caractérisé notamment par la faiblesse et l'irrégularité des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et de grands écarts de température.

**Tableau N° II** : Données climatiques de la région d'Ouargla (2003-2012) (O.N.M, 2012).

Mois	TM(C°) (°C)	Tm(C°)	Tmoy(C°)	<b>P</b> (mm)	<b>H</b> (%)	<b>E</b> (mm)	<b>I</b> (h)	<b>V.V</b> (m/s)
<b>Janvier</b>	19.5	<b>4.98</b>	12.48	<b>18.74</b>	60.6	409.1	301.2	3.98
<b>Février</b>	21.1	6.59	13.76	1.34	51.3	452.6	291.8	4.76
<b>Mars</b>	25.83	9.66	17.9	6.21	44.6	452.6	385.5	5.64
<b>Avril</b>	30.9	14.6	22.99	2.76	38.5	742.3	464.7	6.73
<b>Mai</b>	35.63	19.29	27.78	<b>0.2</b>	34.2	931.7	526.4	5.16
<b>Juin</b>	40.24	24.42	32.87	0.61	29.2	946.7	589.2	5.56
<b>Juillet</b>	<b>44.12</b>	27.83	<b>36.18</b>	0.35	26.6	1094.6	738.2	4.75
<b>Août</b>	43.94	26.99	35.22	1.63	28	1087.5	681.1	4.18
<b>Septembre</b>	38.04	22.43	30.33	6.61	39.6	850	489.5	4.51
<b>Octobre</b>	32.4	17.14	25.91	11.79	45.6	734.3	356.7	4.01
<b>Novembre</b>	24.68	9.74	17.17	6.09	56	508.5	330.7	4.38
<b>Décembre</b>	19.63	<b>5.34</b>	<b>12.39</b>	2.3	59.4	400.3	259.8	3.37
<b>Moy/Cumul</b>	31.33	15.75	23.83	<b>58.83*</b>	41.96	227.56*	451.23	4.50

**TM**: température moyenne maximale; **Tm**: température moyenne minimale; **Tmoy** : température moyenne annuelle ;**P**: pluviométrie ;**H**: humidité; **E**:évaporation;**V**: vitesse de vent; **I** :Insolation ;cumul annuel.

### **I.2.1. Synthèse climatique de la région d'Ouargla**

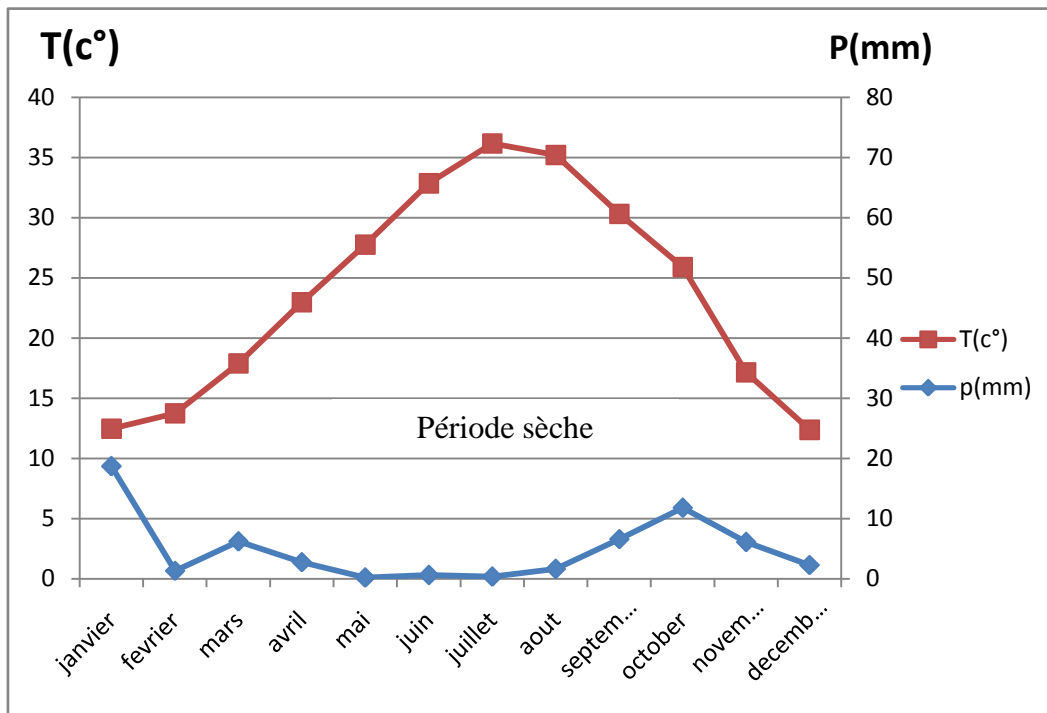
#### **a) Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN**

Le Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN est une méthode graphique qui déterminé la période sèche dans l'année, il est utilisé le principe d'échelle **P = 2T**

**P**:précipitation.

**T**:Température moyenne annuelle.





**Figure N°2.** Diagramme ombrothermique de GAUSSEN de la région d'Ouargla (2003-2012)

### b) Climagramme d'EMBERGER

L'indice est égal au quotient pluviométrique d'EMBERGER, il peut s'écrire. (Fig N° 2).

$$Q2 = 3,43 \text{ p/ (M-m)}$$

**P:**Pluviométrie moyenne en (mm)

**M:**Moyenne des Maxima du mois le plus chaud en (°C)

**M:**Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C)

Pour la région de Ouargla,  $Q2 = 5,20$ . De ce fait, la région se situe dans l'étage bioclimatique saharien à hiver doux.

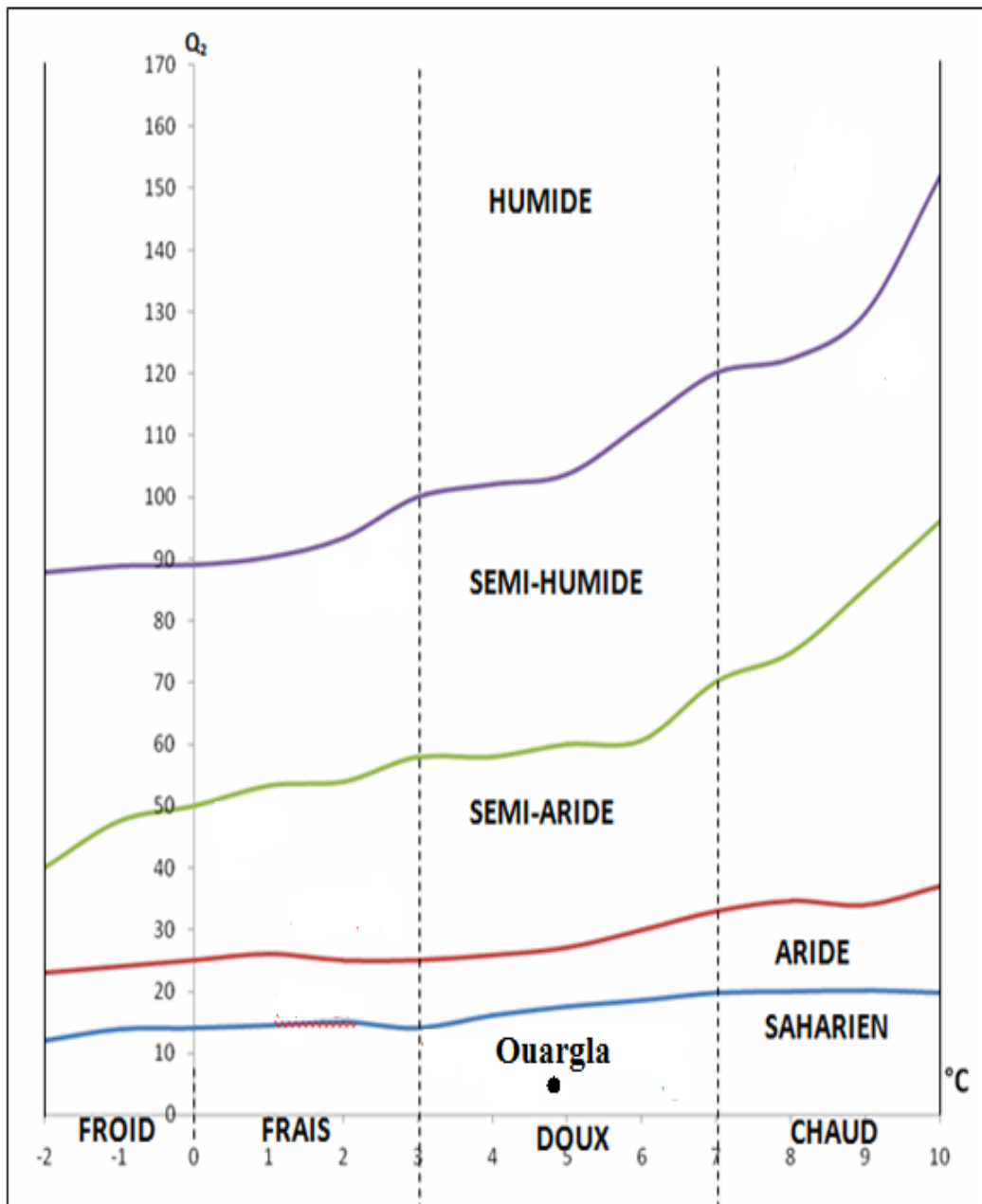


Figure N° 3: Etage bioclimatique de la région d'Ouargla (2003-2012).

### I.3. Sols

Les sols de la cuvette d'Ouargla à l'exception de certains sols qui se situent dans la périphérie nord de la région d'Ain Moussa - Bour El Haicha présentent un caractère fortement salin à très fortement salin, dominé par le chlorure de sodium.

La distribution de la salinité dans le profil pédologique est caractérisée par une augmentation de bas en haut. Les horizons de surface présentent toujours les plus fortes valeurs de la conductivité électrique.

La région d'Ouargla se caractérise par des sols légers à prédominance sableuse et à structure particulaire. Ces sols sont caractérisés par un faible taux de matière organique, une forte salinité, un pH alcalin et une bonne aération. (**ROUVILOIS BRIGOL, 1975**).

On trouve trois catégories de sols, les sols sal-sodiques dominants et les sols hydromorphes aux alentours des sebkhas et chotts ainsi que des sols minéraux bruts (**HALILAT, 1993**).

***Chapitre II***  
***Matériels et méthodes***

### II.1. Caractéristique de la station :

L'exploitation de l'université de Ouargla fut créée en 1959 par le service colonial pour sa mise en valeur. Elle fut confiée à l'I.T.A.S. en 1979 dans un but pédagogique et scientifique.

Le périmètre couvre une superficie de 32 hectares, dont les 16 hectares sont aménagés et répartis en quatre secteurs à savoir : secteur A secteur B secteur C. et secteur D. Et le reste à savoir secteurs E. F. G. et H. correspondant à l'extension se trouve inexploité. Le nombre théorique de palmiers 1760 le nombre réel est de 1320. Le réseau de drainage est constitué de drains à ciel ouvert, débouchant sur un collecteur principal. Il est important de signaler que ces drains sont à peine fonctionnels.



Photo N°5: Image satellitaire du site expérimental (image Google Earth, 2013).

### II.2. Classification pédologique des sols

La place des deux sols dans les systèmes de classification pédologique est présentée dans le tableau III.

**Tableau N° III. Place des deux sols dans les systèmes de classification pédologique**

Classification	Sol salé
Classification Française CPCS (1967)	Sol halomorphe à structure non dégradé salin, à amas et encroutement gypseux de nappe limono sableux fortement alcalin ( <b>OUSTANI, 2006</b> ).
Classification FAO (1998)	Solontchaks gypsic aridique
Classification Américaine USDA (1985)	Aridisol, typic Gypsiorith Hyperthermique Laomy Sandy ( <b>OUSTANI, 2006</b> ).

**II.3. but de l'essai:**

L'objectif de notre travail consiste au dénombrement des germes appartenant aux différents groupes microbiens (bactéries, champignon, azotobacter et rhizobium) vivant dans les sols salés sous deux types de cultures (luzerne et blé) située au niveau de l'exploitation de l'université d'Ouargla (ITAS).

**II.4. Echantillonnage et conservation des échantillons de sols avant analyses**

Le point difficile et en même temps essentiel pour la valeur des résultats de l'analyse est celui du choix des échantillons représentatifs de l'état microbiologique régnant dans le sol étudié. Avant de commencer l'échantillonnage nous devons examiner le terrain du point de vue de son uniformité (p.ex. l'uniformité de son niveau, genre de sol, de végétation, amendements appliqués, etc.).

En prélevant plusieurs échantillons pour obtenir un échantillon moyen, il faut naturellement choisir des sols aussi uniformes que possible. Il faut les prélever dans les mêmes conditions physiques (t°, humidité) et toujours le même jour (**SIMONART, 1957**).

**II.4.1. Epoque d'échantillonnage**

En ce qui concerne la période d'échantillonnage, nous avons choisi un moment de référence indépendant des perturbations liées aux pratiques culturales (labour, fertilisation, semis, binages) et des aléas climatiques (par exemple une sécheresse marquée). Ainsi les deux échantillons ont été prélevés le mois de mars 2013.

**II.4.2. Horizon de prélèvement**

Les échantillons sont prélevés dans la couche superficielle du sol (0-20 cm). L'activité biologique est maximale dans l'horizon de surface et décroît plus ou moins rapidement avec la profondeur (ITAB, 2002).

**II.4.3. Conservation des échantillons**

Les déterminations biologiques s'appliquent obligatoirement à des échantillons du sol "frais". Il convient donc de considérer l'échantillon du sol comme un être vivant, avec toutes les contraintes que cela suppose, en matière de transport et de stockage. Après le prélèvement, l'échantillon de sol doit être entouré de soins afin que les mesures biologiques qui seront réalisées au laboratoire .les échantillons des sols devant être conservés au frais (environ 4°C) .Le séchage des échantillons tue une partie de la microflore et rend impossible la détermination de la biomasse microbienne (ITAB, 2002).

Les échantillons ont été ensuite tamisés à 5 mm pour éliminer les éléments grossiers et les débris organiques. Avant l'emploi, les échantillons du sol seront une nouvelle fois tamisés à 2mm.

Pour les analyses physico-chimiques, les échantillons des sols seront séchés aux températures ambiantes du laboratoire.

**II.4.4. Détermination du taux d'humidité**

Après tamisage, nous avons déterminé le taux d'humidité des deux échantillons, ceci est un renseignement important pour la connaissance de l'état hydrique du sol.

**II.5. Les analyses physiques:**

Les caractéristiques physico-chimiques influencent fortement les propriétés biologiques des sols. Des relations étroites ont d'ailleurs été mises en évidence entre les caractéristiques physico-chimiques et biologiques, et ceci aussi bien pour la microflore.

### II.5.1. L'humidité:

C'est la perte de poids après séchage à 105°C exprimée en pourcentage (ou en pour mille) par rapport à la terre séchée à l'air %.

$$H = (P_{\text{air}} - P_{105^{\circ}\text{C}}) / P_{\text{air}} \times 100$$

Cette détermination est facile à réaliser par simple pesée après un séchage en étuve d'une durée suffisante (vérification de poids constant).

L'utilisation de capsule en verre à couvercles rodés permet d'éviter une réhuméctation au cours du transport de l'étuve à la balance. Elle est aussi appelée "Humidité résiduelle" quantité d'eau restante (BAIZE, 2000).

### II.5.2. Analyse granulométrique:

S'effectue le plus souvent par la méthode internationale à l'aide de la pipette de robinson elle consiste:

- Détruire la matière organique, soudant les éléments en agrégat, par l'eau oxygénée;
- Disperser l'argile: enrobant les particules et les soudant en agrégat, par hexametaphosphate de sodium suite par agitation mécanique;
- faire des prélèvements au cours de la sédimentation à une profondeur et à des moments précis pour isoler les éléments non tamisables: argile, limons fins et grossiers;
- séparer par tamisage les sables grossiers et fins (SOLTNER, 2005).

## II.6. Les analyses physico-chimiques:

### II.6.1. Conductivité électrique:

La conductivité électrique (C.E) d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol.

Mesurée par un conductimètre sur des extraits dont le rapport (terre/eau) est de 1/5, le plus souvent utilisé (CLEMENT et FRANCOISE, 2009).

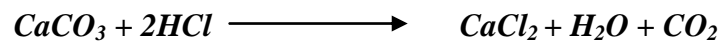


**II.6.2. pH:**

Sur une suspension de terre fine, le rapport liquide /terre extrait du rapport 1/5 est mesuré à l'aide d'un pH mètre **SOLTNER, 2005**).

**II.7. Les analyses chimiques:****II.7.1. Calcaire total:**

Le plus souvent cette valeur est déterminée par méthode de calcimètre de Bernard. C'est-à-dire par mesure du volume de CO<sub>2</sub> dégagé à l'échantillon est attaqué par acide chlorhydrique (**BAIZE, 2000**).

**II.7.2. Bilan ionique:**

Effectué sur des extraits du rapport (terre/eau) de 1/5. Il consiste à analyser les anions:

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> et CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> et les cations : Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> (**AUBERT, 1978**).

- Les anions SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>

Sont dosés par la méthode gravimétrique après précipitation sous forme de chlorure de baryum.

- Les anions Cl<sup>-</sup> sont dosés par la méthode Argento-métrique de Mohr.
- Les anions HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> sont dosés par titrimétrie au H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.
- Les Cations Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup> et K<sup>+</sup> sont analysés après dilution (D = 50) par spectrophotométrie d'absorption atomique de flamme.
- Les cations de Na<sup>+</sup> sont analysés après dilution (D = 50) par spectrophotométrie à émission atomique de flamme

**II.7.3. Dosage du carbone organique:**

Est dosé par la méthode ANNE.

Principe, le carbone organique d'une prise d'essai est oxydé par du bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique, excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution de sel de Mohr qui réduit le bicarbonate en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert (SOLTNER, 2005).

Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique total, on utilise le coefficient de multiplication 1.72 (BAIZE, 2000).

$$\text{Matière organique} = \text{carbone organique} \times 1.72$$

#### II.7.4. Dosage de l'azote total :

Le dosage a été fait par la méthode de **KJELDAHL** ; il décompose les matières organiques dont le carbone est transformé en CO<sub>2</sub>, hydrogène en eau. Tandis que l'azote organique devient ammoniacal, se transformant aussitôt en sulfate d'ammonium.

L'action oxydant de l'acide sulfurique est augmentée par l'élévation de température d'ébullition, et par addition des sulfates du cuivre et de potassium.

- L'ammoniac formé est en suite déplacé du sulfate d'ammonium par addition de soude et distillation;
- on le recueille dans un excès d'acide titré;
- on dose par la soude cet excès d'acide.

Une fois dosés le carbone et l'azote on peut calculer le rapport C/N qui traduit l'intensité de l'activité biologique (SOLTNER, 2005).

#### II.8. Analyses microbiologiques:

Technique de dénombrement des microflores tellurique:

L'estimation de la masse microbienne est indispensable pour étudier les flux dans le sol de certains éléments tels que le carbone et l'azote. Or, la plupart des techniques actuellement disponibles ne peuvent donner des valeurs absolues et des résultats fiables.

Les dynamiques microbiennes peuvent aussi être appréhendées par dénombrement des bactéries par deux grands types de méthodes. La première consiste en un comptage indirect

sur des milieux de culture (JOSEPHSON *et al*, 2000 *in* DASSONVILLE et RENAULT ,2005). La seconde méthode consiste en un comptage direct par observation au microscope. Parmi les méthodes de dénombrement indirectes, les deux méthodes les plus utilisées sont la méthode standard de culture sur boîte de pétri et la technique de dénombrement dite « technique du nombre le plus probable » (MPN) (JOSEPHSON *et al*. 2000 *in* DASSONVILLE et RENAULT ,2005). Cette dernière est très utilisée car elle permet l'estimation des populations bactériennes ayant des fonctionnalités données comme la dénitrification (CANNAVO *et al*, 2002 *in* DASSONVILLE et RENAULT ,2005).

La technique utilisée pour la numération des germes tellurique comprend plusieurs étapes allant de la préparation de la suspension dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats (DAVET, 1996).

La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions-dilutions de sol est un bon indicateur général. Cette mesure est facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles.

### II.8.1. Préparation des suspensions dilutions:

Les préparations des suspensions dilutions consistent à disposer sur un portoir une série de 9 tubes stérilisés, numérotés de 1 à 9, et contenant chacun (9ml) d'eau distillée, peser 1g du sol préalablement tamisé et homogénéisé, le verser dans le tube 1, agiter vigoureusement, c'est la suspension dilution  $10^{-1}$ , le transférer dans le tube 2 contenant déjà de l'eau distillée (9ml), il s'agit de la suspension dilution  $10^{-2}$  agiter vigoureusement et recommencer l'opération pour le restant des tubes en transférant 1ml de solution d'un tube à l'autre, afin de préparer les suspensions dilutions  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-8}$ ,  $10^{-9}$  les suspensions dilutions doivent être utilisées aussitôt après leur préparation.

Soit 9 tubes;

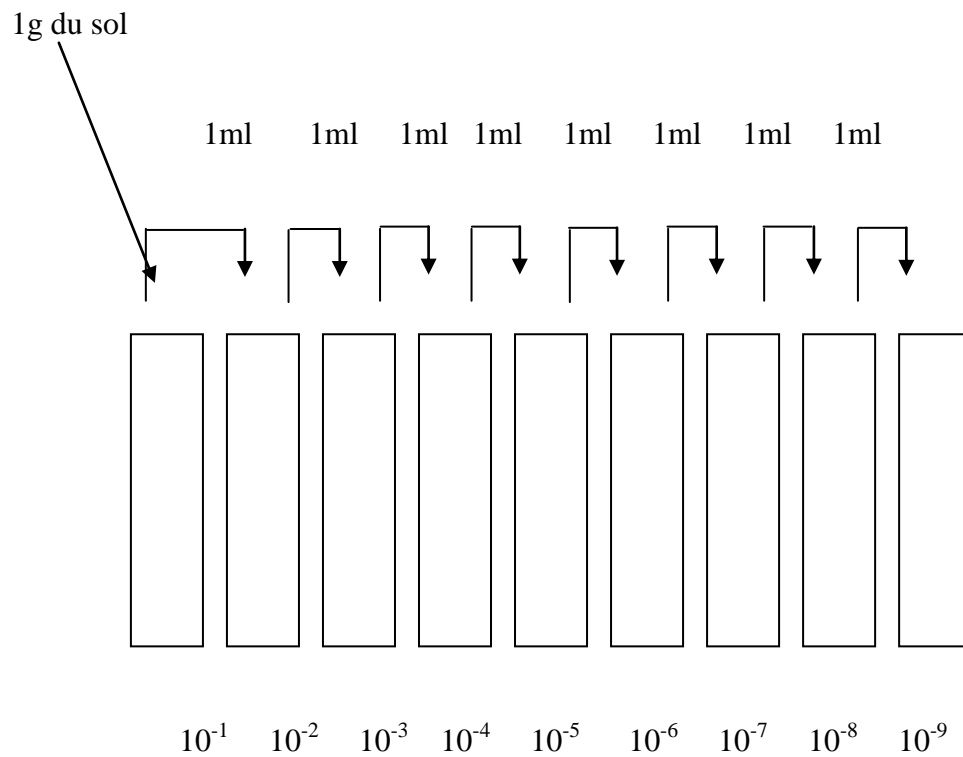
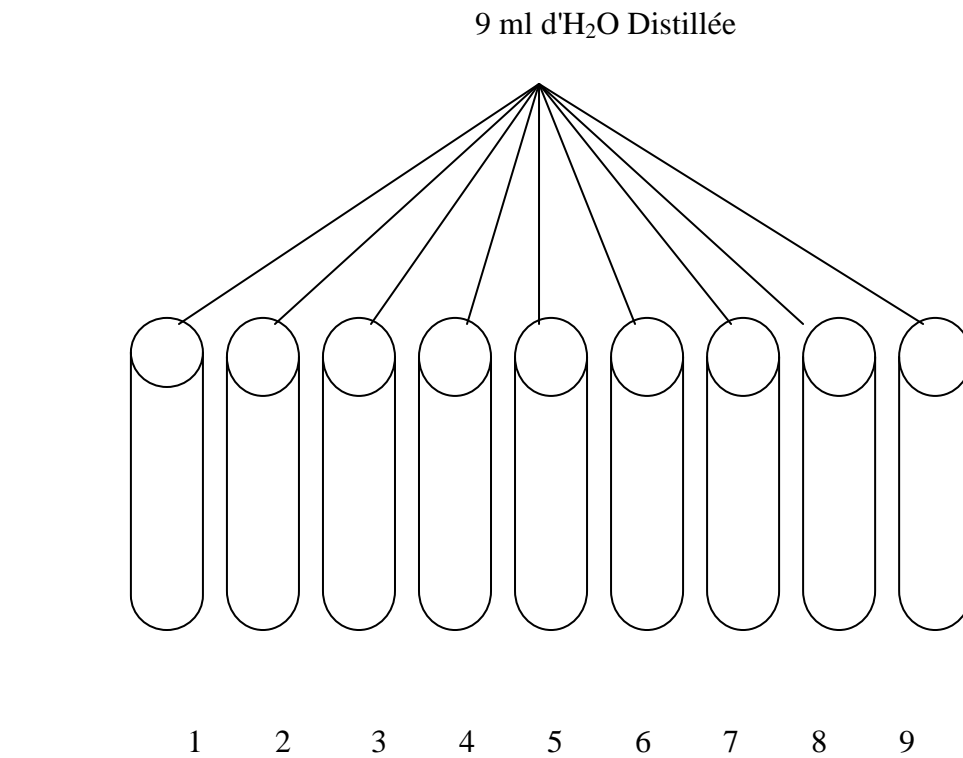


Figure N°4 : Préparation des suspensions dilutions.

### **II.8.2. La microflore bactérienne :**

Pour obtenir des bactéries du sol, il suffit de mettre quelques grammes de terre en suspension dans de l'eau. Après agitation puis décantation, nous étalons quelques gouttes du surnageant à la surface d'un milieu de culture gélosé approprié. La quantité de bactéries étant considérable, c'est toujours des dilutions de la suspension initiale que l'on met en culture. On obtient alors des colonies séparées les unes des autres, chacune provenant en principe d'une seule bactérie (DAVET, 1996).

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la microflore bactérienne du sol est un milieu de gélose nutritive à l'extrait de terre (annexe 1). Il présente l'avantage d'être pas trop riche en éléments nutritifs.

La lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 24 heures à 28°C par utilisation de compteur des colonies.

### **II.8.3. Les champignons:**

La méthode des suspensions dilutions, mise au point pour l'isolement des bactéries, est également utilisable pour les champignons. On s'efforce généralement d'éviter le développement concurrentiel des bactéries en acidifiant le milieu ou en y ajoutant de l'acide citrique à pH 4 (DAVET, 1996).

Les champignons sont cultivés sur un milieu de culture (OGA) (annexe), et ensemencés avec des suspensions dilutions du sol à raison de 3 gouttes de chaque dilution ( $10^{-1}$  à  $10^{-6}$ ) soit 0,2 ml sont déposées sur chaque boîte et aussi étalées avec soin sur toute la surface. La lecture des résultats se fait à partir du septième jour d'incubation (28°C).

### **II.8.4. Les azotobacters:**

#### **a. Ensemencement:**

Ensemencer avec les suspensions dilutions du sol un milieu gélosé (annexe) favorisant la culture des azotobacters.

**b. Lecture:**

Numération des colonies développées après incubation pendant 7 jours à l'étuve à 28°C.  
Calcul du nombre de germes dans 1g du sol;

**II.8.5. Les rhizobiums:****a. Principe:**

Ensemencement avec des suspensions dilutions du sol d'un milieu gélosé (annexe) favorisant particulièrement la culture des rhizobiums en inhibant la partie celle des autres micro-organismes, numération des colonies développées.

**b. Ensemencement:**

L'ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle;

- on inoculera 3 boîtes de dilutions  $10^{-6}$ .
- Incubation pendant 7 jours à 28°C en position retournée.

*Troisième partie*  
*Résultats et discussions*

*Chapitre I*

*Résultats des analyses  
physico-chimiques*



## Chapitre I: Résultats des analyses bio-physico-chimiques

### I.1. Résultats des analyses physico-chimiques des sols:

Les caractéristiques physico-chimiques de la couche superficielle (0 – 20 cm) des deux sols (déterminées au laboratoire) sont données dans le tableau VI.

Tableau N° VI : Caractéristique physico-chimiques

		sol cultivé par la luzerne	sol cultivé par le blé
Granulométrie	A (%)	7.32	7.65
	L.F (%)	7.23	6.23
	L.G (%)	17.64	17.83
	S.F (%)	40.53	40.05
	S.G (%)	27.28	28.24
Humidité du sol (%)		15.26	12.62
Calcaire total(%)		5.20	4.54
Salinité globale CE à 25° (dS/m) 1/5		2.54	4.42
Réaction du sol (pH eau : 1/5)		7.29	7.96
Caractéristiques biochimiques	C.org (%)	0.7	0.34
	MO (%)	1.20	0.58
	N (%)	0.12	0.10
	C/N	5.83	3.4
Complexe adsorbant (meq/l)	Mg <sup>+2</sup>		
	Ca <sup>+2</sup>		
	Na <sup>+</sup>	3.35	6.7
	K <sup>+</sup>	2	3.44
Bilan anionique de l'extrait 1/5 (meq/l) (solution du sol)	Cl <sup>-</sup>	4.46	16.46
	SO4	13.7	17.12
	HCO3	2.14	1.74
	CO3 <sup>-2</sup>	-	-

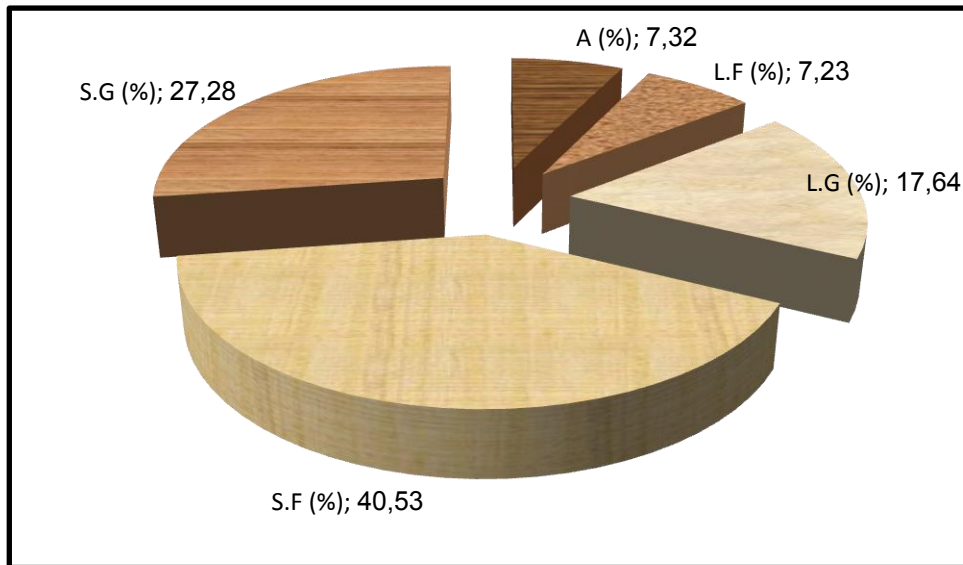


Figure N° 5: Composition granulométrique du sol cultivé par luzerne.

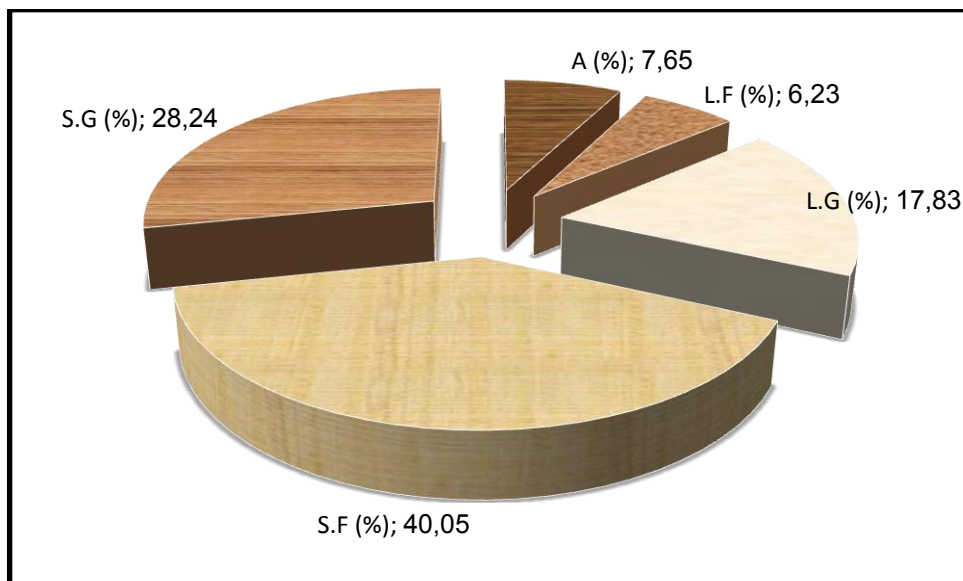


Figure N° 6: Composition granulométrique du sol cultivé par blé.

**SG** : Sable grossier ; **SF** : Sable fin ; **LG** : Limon grossier ; **LF** : Limon fin ; **A**: Argile

## I.2. Discussion des analyses physico-chimiques :

L'examen des caractéristiques physico-chimiques des deux sols montre que nos sols sont caractérisés par :

Une texture sablo-limoneuse selon le diagramme textural américain; d'après l'analyse granulométrique on constate que le sable est la fraction la plus dominante, en deuxième lieu vient le limon, tandis-que le taux d'argile est très faible.

Par ailleurs, la conductivité électrique du sol cultivé par la luzerne est de l'ordre de 2.54 (ds/m), et celle du sol cultivé par le blé est de l'ordre de 4.42 (ds/m). Cela nous a conduits de classer nos sols parmi les sols très salés selon **AUBERT (1978)**. La forte teneur en sels s'explique par les fortes évaporations dues aux températures élevées de la région, ainsi qu'aux eaux d'irrigation, il s'ajoute aussi le phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique.

Le pH est inférieur à 8. Il est de l'ordre de 7.96 et 7.29 pour le sol cultivé par le blé et le sol cultivé par la luzerne respectivement. D'après les classe de pH de l'extrait 1/5 (**MOROND, 2001**) nos sols sont neutres a moyennement alcalins.

Les teneurs en calcaire sont de l'ordre de 4.54%,5.20% pour le sol cultivé par la luzerne et le sol cultivé par le blé respectivement. Ces sols sont donc peu calcaires a modérément calcaires.

Les anions : les sulfates et les chlorures constituent les anions dominants dans la solution de ces sols (13.7,17.12meq/l) et (4.46, 16.46 meq/l) respectivement, les bicarbonates présentent une quantité faible (1.74 à 2.14 meq/l).

Les cations : en relation entre le Na et le K le sodium est dominant par rapport au potassium (3.35 à 6.7 meq/l).

En ce qui concerne les caractéristiques biochimiques le taux de carbone est faible pour les deux sols (0.7, 0.34%). Ce taux est inférieur à 1%. Selon **DUCHAUFOR(1984)** ce sol est pauvre en matière organique.

La carence en azote dans les deux sols cultivés par la luzerne et par le blé est particulièrement nette de l'ordre de 0.12% et 0.10% respectivement. Ceci est du à la réduction de l'apport de matière organique végétale et d'une dégradation rapide de celle-ci surtout en été.

Tous les chercheurs qui se sont penchés sur les activités biologiques des sols des régions arides ont souligné leur faible teneur en matière organique et plus particulièrement leur taux très bas d'azote organique (SASSON, 1967).

Le rapport C/N qui nous renseigne sur l'activité biologique varie de 5.83 et 3.4%, ce taux est inférieur à 10% ce ci traduit la faiblesse des deux éléments les plus importants s'est une tendance à la minéralisation des quantités réduites d'azote.

## Chapitre II: Résultats des analyses microbiologiques

### II.1. Résultats des analyses microbiologiques

Tableau N°V: Dénombrement des microorganismes dans les sols étudiés

Germes	Sols	
	Sol cultivé par luzerne	Sol cultivé par blé
Bactéries	64.90x10 <sup>6</sup> UFC/g s. s	60.08x10 <sup>6</sup> UFC/g s. s
Champignons	90.08x10 <sup>2</sup> g/g. s. s	11.44x10 <sup>2</sup> g/g. s. s
Azotobacters	108.97x10 <sup>2</sup> UFC/g s. s	63.52x10 <sup>2</sup> UFC/g s. s
Rhizobium	53.10x10 <sup>4</sup> UFC/g s. s	40.05x10 <sup>2</sup> UFC/g s. s

g/g. s. s: germes par gramme du sol sec

### II.2. Discussions des analyses microbiologiques

À partir des résultats représentés dans le tableau (V) il ressort qu'au point de vue densité par rapport aux deux type de culture, le nombre de microorganismes est élevé en sol cultivé par la légumineuse (luzerne) par rapport au sol cultivé par la céréale (blé).

L'élévation de la densité microbienne dans le sol cultivé par une légumineuse est due certainement aux taux d'humidité et probablement aux taux de la MO légèrement élevé, et une salinité moins important que le sol cultivé par une céréale, ce qui stimule la prolifération des germes microbiens.

## a)-Microflore bactérienne

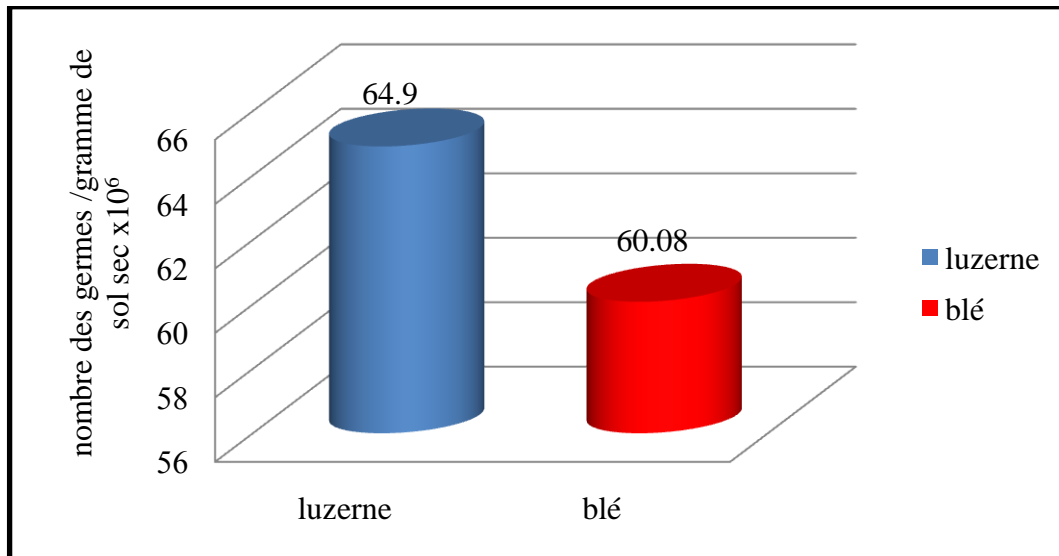
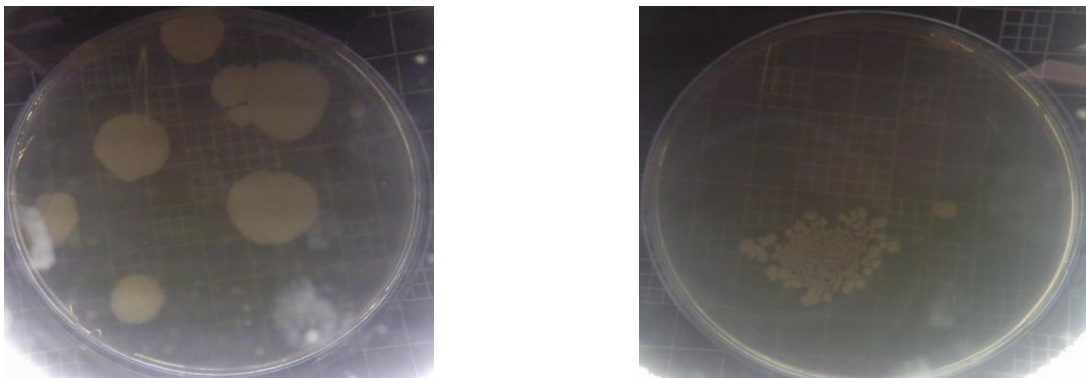


Figure N°7: Densité de la microflore bactérienne des deux sols.



Photos N°8: Aspects macroscopique des colonies des bactéries

D'après nos résultats nous remarquons que les bactéries sont les microorganismes les plus dominants dans nos deux 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'acidité, d'alcalinité, de pression, de salinité... (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1970**).

Quant à l'effet de l'acidité, en effet, plus le sol est acide, moins la biomasse microbienne est importante. Les bactéries sont plus favorisées par des milieux proches de la neutralité, alors que les champignons s'accommodent de pH bas (**BOULLARD et MOREAU, 1962**).

En effet les bactéries constituent l'essentiel de la microflore du sol et sont extrêmement nombreuses. On estime par exemple qu'1g de sol contient entre  $10^6$  et  $10^9$  de Bactéries (**SOLTNER, 2003 in KARABI ,2010**).

Selon **DOMMERGUES et MANGENOT (1970)**, les densités bactériennes dans les sols soumis à des conditions écologiques dures (régions arides et régions polaires), sont faibles mais elles ne tombent rarement au-dessous de  $10^4$  -  $10^5$  germes /g de sol sec dans les horizons superficiels, cela est confirmé par nos résultats.

Dans la rhizosphère, les bactéries sont les organismes les plus nombreux (leur densité est de l'ordre de  $10^9$  par gramme de sol) et les plus variés. Elles sont plus fortement stimulées par l'effet rhizosphérique que les actinomycètes, les champignons, les algues et les protozoaires (**DOMMERGUES et MANGENOT 1970**).

En ce qui concerne la densité de la microflore bactérienne dans les deux sols, nous avons enregistré des valeurs relativement proches avec une légère prédominance pour le sol cultivé par la luzerne. Ainsi nous avons enregistré les valeurs de  $60.08 \times 10^6$  et  $64.9 \times 10^6$  germes/gramme de sol sec dans le sol occupé par le blé et le sol occupé par la luzerne respectivement.

La supériorité numérique légère des bactéries sous culture légumineuse peut être expliquée par le taux relativement élevé de matière organique et humidité qui caractérise ce sol.

**GRAYSTON et al. 1998 in SOUFIANE (1998)**, ont remarqués que la microflore rhizosphérique diffère d'une espèce végétale à une autre et aussi à l'intérieur d'une même espèce.

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

## b)- Champignon

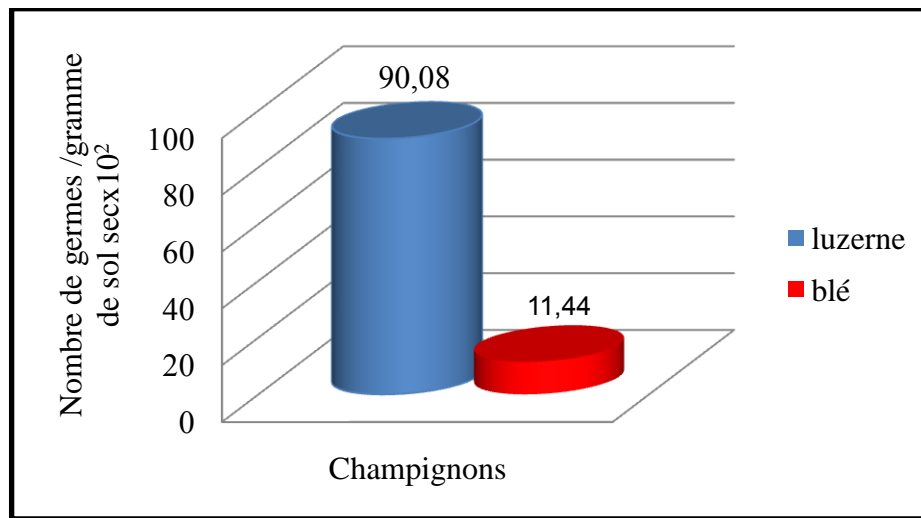
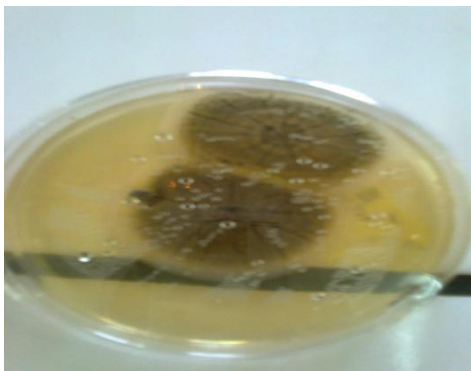


Figure N°8: Densité de champignon des deux sols.



Photos N° 9:Aspects macroscopique des colonies des champignons.

Pour la microflore fongique, on constate que la densité des champignons dans le sol sous légumineuse est plus importante à celle du sol sous céréale,  $90,08 \times 10^2$  et  $11,44 \times 10^2$  propagules/g de sol sec respectivement..On constate également que la densité des champignons est moins importante que des bactéries dans les deux sols.

Les champignons ne sont pas les plus nombreux des micro-organismes du sol, mais leur poids est très important, du fait de leur grande taille, comparativement aux bactéries (HUBER et SCHAUB, 2011).



Cette diminution peut être expliquée par la particularité que possèdent les champignons vis-à-vis de l'acidité. En effet les champignons préfèrent des milieux acides où ils ne rencontrent pas la concurrence des bactéries (**MOREL, 1989**). Le pH alcalin de nos deux sols explique la faible densité des champignons par rapport aux bactéries.

Quant à la sensibilité à la salinité, les champignons sont les microorganismes les plus sensibles (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1970**). Donc le taux de salinité diminue le nombre de champignons dans le sol sous céréale qui présente une CE de 4.42ds/cm.

On constate également que la densité des champignons dans le sol sous légumineuse est supérieure à celle du sol sous céréale, due au taux élevé de MO et l'humidité.

#### c)-Azotobacters

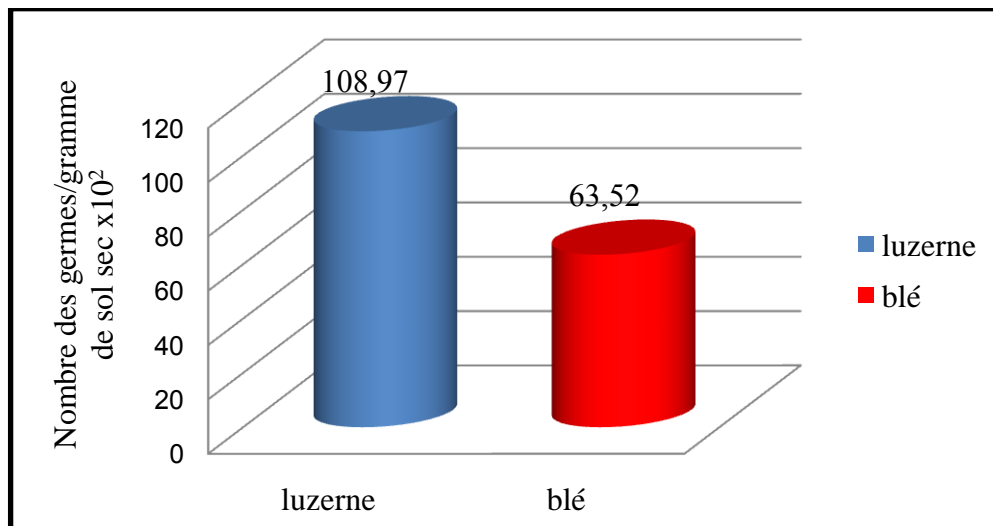


Figure N°9: Densité de l'azotobacter des deux sols



Photos N° 10: Aspects macroscopique des colonies Azotobacter

Le dénombrement des azotobacters a montré que ces derniers sont relativement faibles, nous avons enregistré les valeurs suivantes le sol sous légumineuse une densité de  $108.97 \times 10^2$  germes /g de sol sec, alors que le sol sous céréale présente une densité de  $63.52 \times 10^2$  germes /g de sol sec.

La première constatation qui se dégage de l'examen de la bibliographie consacrée à l'azotobacter et à son écologie en milieu aride est sa présence dans l'immense majorité des sols de ces régions. Il s'agit sauf cas exceptionnels (terre cultivées et irriguées), de populations extrêmement faibles (**SASSON, 1967**).

La présence de l'azotobacter dans les régions arides est en faveur de l'ubiquité de ce germe qui a été retrouvé dans les zones tempérées (**SASSON, 1967**).

L'Azotobacter ne se rencontre que dans les biotopes les plus favorisés tant sur le plan de l'humidité que sur celui de la matière organique disponible (**SASSON, 1967**).

L'Azotobacter supporte assez bien le dessèchement (jusqu'à 1 à 2% d'humidité totale (**SASSON, 1967**)).

Quant à la salinité, **SUSHKINA(1956)** signale également la présence de l'azotobacter dans les sols salés et que la salinisation n'entraîne ni la disparition, ni la mort de cette bactérie (**SASSON, 1967**).

**KOLKER et DAKHNOVA(1961)**, ont observé un effet stimulant exercé par la culture de luzerne sur la multiplication de l'azotobacter, alors que les plantes céréalière ne lui sont guère favorables (**SASSON, 1967**).

Il faut cependant signaler que les sols des régions arides sont souvent calcaire et présentent un pH largement supérieur à la neutralité, de sorte que ce facteur ne peut pas être la cause primordiale de l'absence ou de la rareté de l'azotobacter (**SASSON, 1967**).

## d)-Rhizobium

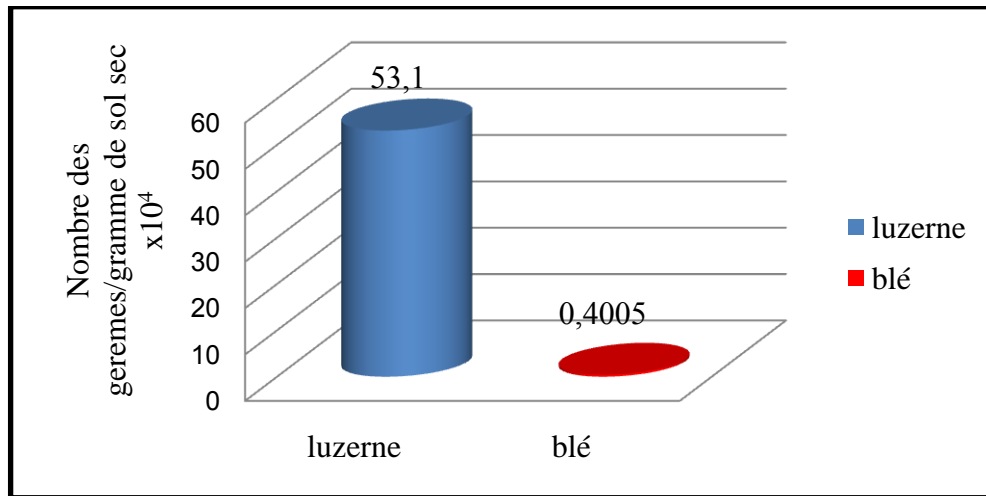
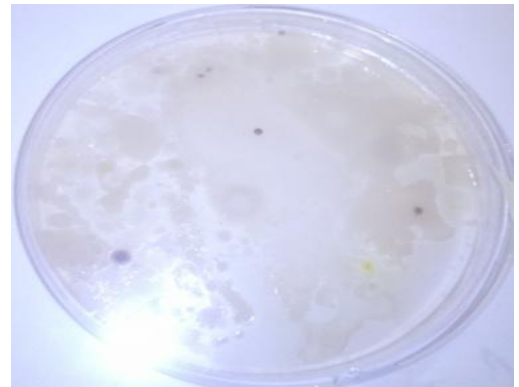
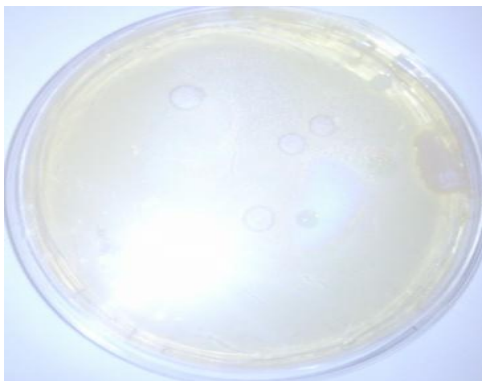


Figure N°10: Densité de rhizobium des deux sols



Photos N° 11:Aspects macroscopique des colonies des Rhizobium

Pour ce qui est du rhizobium, nous avons enregistré une nette diminution de densité du rhizobium sous céréale  $40.05 \times 10^2$  germes /g de sol sec, par rapport au sol sous légumineuse  $53.10 \times 10^4$  germes /g de sol sec.

La spécificité d'hôte est l'une des caractéristiques majeures de la symbiose rhizobium légumineuse. Chaque espèce bactérienne possède un spectre d'hôte bien défini dont l'amplitude est très variable (**DOMMERCUES, 2006**).

**DART et ZOU (1993)**, suggèrent que la présence ou l'absence des rhizobiums dans un sol naturel dépend de leur croissance, des propriétés physiques du sol et de la plante hôte (**HATIMI et TAHROUCH, 2007**).

Par ailleurs, il faut souligner que le nombre de rhizobium sont plus élevés dans le sol cultivé par luzerne. En effet, les légumineuses sont plus favorisées par ces germes.

Plusieurs facteurs tels que : l'acidité, le stress osmotique et la température ont des effets majeurs sur la relation symbiotique rhizobium-légumineuse (**GRAHAM, 1992 in DOMMERGUES, 2006**). L'acidité du sol affecte tous les aspects de la symbiose, depuis la survie des souches dans le sol jusqu'aux processus d'infection, de nodulation et de fixation d'azote (**DOMMERGUES, 2006**).

Les rhizobiums sont en général neutrophiles mais leur réponse face à une fluctuation du pH varie d'une souche à une autre (**JORDAN, 1984 in DHANE FITOURI, 2011**).

Certaines souches rhizobiales peuvent même supporter un pH très bas de l'ordre de 3,5 (**YADAV et VYAS, 1973 in DHANE FITOURI, 2011**). Les mécanismes d'adaptation physiologiques et biochimiques des rhizobiums en milieux acides sont nombreux (**O'HARA et GLENN, 1994; GRAHAM et al, 1994 in DHANE FITOURI, 2011**). Ces mécanismes incluent entre autre l'exclusion et l'expulsion des protons H<sup>+</sup>.

L'alcalinité est moins néfaste pour la survie des rhizobiums. Jordan (1984) a montré que la majorité de ces bactéries peuvent tolérer des pH allant jusqu'à 9 (**CHEN et al, 1993 in DHANE FITOURI, 2011**).

La sécheresse peut aussi influencer la survie du rhizobium pendant leur vie saprophytique (**CHAO et ALEXANDER, 1982 in CACCIARI, DI MATTIA et al**).

En effet, il existe des taux d'humidité extrêmes tolérés au-delà desquels le développement et la survie du rhizobium sont affectés (**Vincent, 1982 in DHANE FITOURI, 2011**).

Pour ce qui est du stress salin, en symbiose, le rhizobium est plus résistant à la salinité que son partenaire végétal (**ZAHKAN, 2001 in DHANE FITOURI, 2011**). La tolérance de la plante hôte constitue donc un facteur déterminant (**SOUSSE et al, 1998 In DHANEFITOURI, 2011**).

La tolérance des rhizobiums à la salinité est plus ou moins importante ; certaines souches sont inhibées en culture pure à des concentrations en sel de 100 mM alors que

d'autres tolèrent des concentrations supérieures à 400 mM (**SINGLETON et al, 1982 ; YELTON et al. 1983 in DHANEFITOURI, 2011**).

D'autres études ont montré que des souches isolées de *Medicago*, *Acacia*, résistaient à des concentrations de NaCl de 500 mM (**SAUVAGE et al, 1983 ; ZHANG et al, 1991 in DOMMERGUES, 2006**).

Les souches de *Rhizobium* tolèrent des concentrations relativement élevées en NaCl. Ceci est constaté dans la plupart des travaux en relation avec la taxonomie des rhizobiums, Cette tolérance s'explique le plus souvent par la présence de molécules osmo-protectrices dans les cellules bactériennes (**NOUR et al. 1995 in SAOUDI, 2008**).

La conclusion s'impose L'intérêt agronomique et écologique des bactéries symbiotiques, les rhizobiums, repose non seulement sur leurs propriétés symbiotiques mais aussi sur leurs capacités d'adaptation à des conditions biotiques et abiotiques variées. En effet, le rhizobium, indigène ou introduit, vivant à l'état libre dans le sol est le premier à subir les effets négatifs liés aux facteurs édapho-climatiques tels la température, l'humidité, la salinité et le pH du sol (**GILLES, 2008**).

Dans notre cas, malgré la pauvreté des sols en éléments nutritifs, la population de rhizobiums s'adapte bien à ces conditions défavorables.

# *Conclusion générale*

## Conclusion générale

Le présent travail consiste à dénombrer les microorganismes présents dans deux sols l'un cultivé par une légumineuse et l'autre cultivé par une céréale.

Les résultats des analyses physico-chimiques de la couche superficielle (0-20cm) des deux sols montrent que :

- les deux sols étudiés ont une texture sablo-limoneuse.
- le taux d'humidité est variable d'un sol à un autre ou il est important dans le sol cultivé par la luzerne.
- le taux de calcaire est faible.
- le pH de ces sols est neutre à moyennement alcalin.
- la salinité est relativement élevée dans les deux sols.
- le taux de matière organique est inférieur à 1%, une faible richesse en azote, et un rapport C/N faible.

Les résultats du dénombrement des différents groupes microbiens montrent que:

Le nombre des microorganismes varie considérablement d'une culture à l'autre, le maximum est enregistré dans le sol cultivé par la légumineuse, particulièrement pour ce qui est des germes fixateurs d'azote (*Azotobacter* et *Rhizobium*), où les conditions du milieu sont les plus favorables.

L'activité biologique et plus encore la population microbienne sont très dépendantes des caractéristiques physico-chimiques du sol, les principaux paramètres sont l'humidité, la salinité, et la teneur en matière organique.

Les conditions environnementales du milieu sont reconnues comme jouant un rôle déterminant dans la dynamique de la colonisation de ce milieu par des populations microbiennes.

Cependant l'azote étant, après l'eau, l'un des premiers facteurs limitant de la croissance des plantes (**Franco et de Faria, 1997 in DOMMERGUES, 2006**), les associations symbiotiques fixatrices d'azote présentent un intérêt majeur au niveau économique, agronomique et écologique. Elles permettent en effet de limiter les apports

d'engrais azotés, coûteux et polluants, dans les écosystèmes cultivés et assurent le maintien de la fertilité des sols dans les milieux naturels. Elles sont de ce fait d'une grande utilité pour la restauration de milieux dégradés.

Enfin, d'une manière générale, l'activité microbienne au niveau des deux types de sol cultivé par la luzerne et par le blé est faible. Des amendements organiques sont indispensables pour l'augmentation de la fertilité du sol vis-à-vis l'amélioration des performances microbiologiques.



# *Références bibliographiques*

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

**ANNABI. M, 2005.** Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composts d'origine urbaine: relation avec les caractéristiques de leur matière organique. Thèse Doct. INRA, paris, 270p.

**AUBERT.G ,1978.** Méthode d'analyse s des sols. Edit: C.R.D.P. Marseille, 191 P.

**BAISE ,2000.** Guide des analyses en pédologie. Choix. Expression Présentation. interprétation. 2<sup>ème</sup> Ed. INRA, Paris. 257p.

**BEDJEDJ. S ,2011.** Contribution à l'étude du fonctionnement microbiologique des sols dans la région d'Ouargla (cas de l'exploitation de l'université d'Ouargla). mém.ing.agro.

**BOULLARD. B, MOREAU. J, 1962.** Sol, microflore et végétation. Edition ; Masson; paris, 289p.

**CACCIAR I. I , DI MATTIA. E et al.** Réponses adaptatives des isolats de *Rhizobium* aux stress, pp183-200.

**CÉBRON. A, 2004.** Nitrification, bactéries nitrifiantes et émissions de N<sub>2</sub>O. *La seine en aval de paris*. Thèse doctorat ,289P.

**CLEMENT. M et LOZET. J, 2011.** Dictionnaire encyclopédique de science du sol.

**CLEMENT et FRANCOISE, 2009.** Analyse chimique des sols édition TEC&DOC Lavoisier, 2003 2<sup>e</sup> tirage 2009.

**DASSONVILLE. F et RENAULT. P, 2005.** Interactions entre microbiologie anaérobie et géochimie du sol. Description des dynamiques microbiennes.

**DAVET. P, 1996.** Vie microbienne des sols et production végétale, INRA, 385p.

**DELLAL. A et HALITIM. A, 1992.** Activités microbiologiques en conditions salines.cas de quelques sols sales de la région de relizane (Algérie) Cah. Agri.vol 1, N°5, éd John Libbey Euro texte, paris.

**DHANE FITOURI, 2011.** Diversités phénotypique et moléculaire des micro-symbiotes du Sulla du nord (*Hédysarum Coronarium* L.) et sélection de souches rhizobiales efficaces, Institut national agronomique de Tunisie - Doctorat en sciences agronomiques.

**DJIGAL. D, 2003.** Interactions entre la communauté microbienne du sol (bactéries et champignons mycorrhizienne) et les nématodes bactériovores: effet sur la nutrition minérale et la croissance de différente plante. Diplôme de docteur de 3ème cycle de biologie végétal, 166p.

**DOMMERGUE. O, 2006.** Diversité des rhizobia associés à *ononis repens* : une légumineuse adaptée aux milieux méditerranéens. L'École Pratique des Hautes Études, 33p.

**DOMMERGUES. Y et MANGENOT. F, 1970.** Ecologie microbienne du sol. Masson et Cie Editeurs, paris ,796p.

**DUCHAUFOUR. PH, 2001.** Introduction à la science du sol. 6<sup>ème</sup> édition de l'abrégé de pédologie. Dunod. Ed. Masson. Paris. 314p.

**GILLES. B, 2008.** Habilitation à Diriger des Recherches Diversité et Evolution des Bactéries Symbiotiques Fixatrices d'azote, Laboratoire de Microbiologie et Biologie Moléculaire Université Mohammed V, Rabat ,51p.

**GOBAT. J, ARANGO. M, MATHEY.W, 2003.** Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols ,568p.

**HALILAT. MT, 1993.** Etude de la fertilisation azoté et potassique sur le blé dure on zone sahariennes (région de Ouargla).Mémoire. Magis. Batna, 130p.

**HATIMI. A et TAHROUCH. S, 2007.** Caractérisations chimique, botanique et microbiologique du sol des dunes littorales du Souss- Massa, *Biomatec Echo*, Vol 2, (5) pp 85-97.

**HUBER. G et SCHAUB. C, 2011.** La fertilité des sols : L'importance de la matière organique ,46P.

**ITAB, 2002.** Activités biologique et fertilité du sol, 23p.

**KILLIAN. C, FEHER. D, 1939.** Recherches sur la microbiologie des sols désertiques. Paul le chevalier éditeurs, paris, 110p.

**KARABI. M, 2010.** Fonctionnement microbiologique et biochimique des sols sahariens: étude comparative entre sol salés (palmeraies de l'université d'Ouargla) et sol alluvionnaire (palmeraie traditionnelle de Guerrara) mémoire magister université Ouargla, 76p.

**MAAMERI. M, 2007.** Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (Ksar Chellala) mém.ing.agro.université IBN KHALDOUN, Tiaret.

**MOREL, 1989.** Les sols cultivés. Tech et Doc .Lavoisier, paris, 272p.

**MOUSSAOULL ,2011.**Influence des variations saisonnières sur les microbiocénoses telluriques des sols salés (cas de l'exploitation de l'université d'Ouargla). mém.ing.agro.

**O.N.M, 2012.** Données météorologiques d'Ouargla. Période de 2002-2012.

**OUSTANI. M, 2006.** Contribution à l'étude de l'influence des amendement organique (fumier de volailles et bovins) sur l'amélioration des propriétés microbiologiques des sols sableux non salés et salés dans les région sahariennes (cas d'Ouargla) .mémoire magistère, université d'Ouargla,187p.

**OZENDA. P, 1991.** Flore de Sahara.3eme édition paris, éditions du CNRS, 662p.

**SASSON. A, 1967.**Recherches éco-physiologique sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc. Série botanique et biologie végétale. Travaux de l'institut scientifique chérifien et de faculté des sciences, rabat, N°30:27-55.

**ROUVILOIS BRIGOL. M, 1975.** Le pays d'Ouargla (Sahara Algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique .Ed département géographique. Univ, Sorbonne. Paris. Tome 2.316 P.

**SAOUDI. M, 2008.** Les bactéries nodulant les légumineuses (B.N.LP) :

Caractérisation des bactéries associées aux nodules de la légumineuse *Astragalus armatus*. Mémoire de Magister, 99p.

**SCHIMANN. H, 2005.** Impacts de perturbations liées à l'orpaillage sur l'évolution des communautés et fonctionnalités microbiennes d'un sol. Thèse Doct. ENGREF, 103p.

**SIMONART. P, 1957.** Symposium sur les Méthodes d'Etude Microbiologique du Sol, 208p.

**SOLTNER. D, 2005.** Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration. Tome I, 24<sup>emè</sup> édition; collection Sciences et techniques agricoles.

**SOUFIANE. B, 1998.** Isolements à partir de la rhizosphère des conifères de bactéries et d'actinomycètes antagonistes aux champignons phytopathogènes. Du grade de maître ès science (M. Sc.) ,69p.

**ZOMBRE. PN, 2006.** Variation de l'activité biologique dans les zipella (sols nus) en zone subsaharienne du Burkina Faso et impact de la technique du zaï (techniques des poquets) *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2006 10 (2), pp:(139 – 148).

# *Annexes*

**Milieu de culture**

**A-milieu de culture pour les bactéries: gélose nutritive à l'extrait de terre POCHON, 1954)**

Extrait de viande.....	1g
Extrait de levure.....	2g
Chlorure de sodium.....	5g
Peptone.....	10g
Agar agar.....	15g
Extrait de terre.....	100ml

-Dissoudre les constituants dans 900 ml d'eau distillée, puis dans l'autoclave à 121°C pendant 15 min

**B-Milieu de culture de champignon(OGA)**

OGA.....	30g
Eau distillée.....	1000ml

La préparation de ces milieu et comme suite:

-dissoudre sous un bec bunsen les constituants de milieu dans une petite quantité d'eau distillée puis compléter le volume jusqu'à un litre.

-ajuster le PH de milieu.

-repartir le mélange dans des flacons fermé et autoclave à 112 °C pendant 20 min.

-conserver le milieu au réfrigérateur jusqu'au moment de l'utilisation.

**C. Azotobacters (milieu Ashby):**

Glucose.....	10g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....	0.2g
MgSO <sub>4</sub> .....	0.2g

K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	0.1g
CaCO <sub>3</sub> .....	5g
Gélose ou l'Agar.....	15g
Eau distillée.....	1000ml

#### **D. Rhizobium YEM (yeast Extract)**

Mannitol.....	10g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> .....	0.5g
MgSO <sub>4</sub> (7H <sub>2</sub> O).....	0.2g
NaCl.....	0.1g
Extrait de levure .....	1g
Gélose.....	10g
Eau distillée.....	1000ml

#### **G. Préparation de l'extrait de terre**

Choisir un terre assez riche (type terre de jardin) de Ph neutre ou légèrement alcalin et autant que possible, employer toujours la même terre.

-mélanger à poids égal terre et eau du robinet (si n'est pas exagérément chlorée), ou mieux eau de source ou de puits. Laisser macérer 24h à la température du laboratoire.

Porter à l'autoclave 1h à 30°C. Laisser décanter et filtrer à chaud sur papier. Vérifier le ph qui doit être voisin de la neutralité. Repartir en récipient bouchés au coton, stériliser 20 minutes à 112°C.



Echelle d'interprétation des résultats:

Tableau N° 1:Granulométrie

terre fine					
Taille	>2µm	2à20µm	20à50µm	50à200µm	0.2à2mm
classes	argile	limon fin	limon grossier	sable fin	sable grossier

Tableau 2: Echelle d'interprétation de la matière organique dans le sol (d'après Morand, 2001)

MO%	Non de classe
de 0,5 à 1,0 %	teneur très faible en matière organique
de 1,0 à 2,0 %	teneur faible en matière organique
de 2,0 à 3,0 %	teneur moyenne (ou modérée) en matière organique
de 3,0 à 5,0 %	teneur élevée en matière organique
> à 5 %	teneur très élevée en matière organique

Tableau N°3: Echelle de la salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 (AUBERT, 1978)

CE (ds/m) à25°C	Degré de salinité
≤0.6	Sol non salé
0.6<CE≤2	Sol peu salé
2<CE≤2.4	Sol salé
2.4<CE≤6	Sol très salé
>6	Sol extrêmement salé

Tableau N° 4: Azote total (HENIN, 1969)

N total%	sol
$\leq 0.5$	Sol très pauvre
$0.5 < N \text{ total} \leq 1.0$	Sol pauvre
$1.0 < N \text{ total} \leq 1.5$	Sol moyen
$> 1.5$	Sol bien pourvue

Tableau N° 5: Le pH, représente l'acidité du sol. il est mesuré dans un rapport sol/solution de 1/5

pH	< 3.5	3.5 - 4.2	4.2-5	5-6.5	6.5-7.5	7.5-8.7	>8.7
classe	Hyper acide	Très acide	acide	Faiblement acide	neutre	basique	Très basique

Tableau N° 6: Calcaire total (BAISE, 1988)

CaCO <sub>3</sub> %	horizon
$\leq 1$	Non calcaire
$CaCO_3 \leq 5$	Peu calcaire
$5 < CaCO_3 \leq 25$	Modérément calcaire
$25 < CaCO_3 \leq 50$	Fortement calcaire
$50 < CaCO_3 \leq 80$	Très calcaire
$> 80$	Excessivement calcaire

## Résumé:

La présente étude porte sur un sol cultivé par la luzerne et un sol cultivé par le blé au niveau d'exploitation de l'université d'Ouargla a pour objectif l'étude de l'aspect microbiologique (biomasse microbienne et particulièrement les germes fixateurs d'azote).

L'examen des caractéristiques bio-physico-chimiques de la couche superficielle (0-20cm) des deux sols montre que la texture de ces sols est sablo-limoneuse, la teneur en calcaire est faible, le pH < 8, leur teneur est très faible en matière organique et en azote total, la salinité est élevée dans les deux sols.

Le dénombrement des différents groupes microbiens montre une variation de la biomasse microbienne en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols.

Le sol cultivé par la luzerne présente une supériorité vis-à-vis la richesse en microorganismes par rapport au sol cultivé par le blé. Malgré les conditions défavorables liées à la nature du sol et au climat, l'activité microbienne bien qu'elle soit faible elle persiste.

**Mots clés :** sol salé, culture particulière, biomasse microbienne, Ouargla, Algérie.

## المخلص :

خصت هذه الدراسة على تربة مزروعة بالبرسيم و أخرى مزروعة بالقمح على مستوى مستثمرة الجامعة بورقلة من أجل دراسة الخصائص الميكروبيولوجية (الكتلة الحيوية الميكروبية وخاصة المثبتة للنيتروجين) .

عرض النتائج البيوفيزيوكيميائية للطبقة السطحية (0-20 سم) للعينتين من التربة. فظهرت لنا أن طبقة التربة رملية محتوية ضعيف من الحجر الجيري ، درجة الحموضة أقل من 8 ، منخفضة في محتواها من المادة العضوية و النتروجين الكلي ، الملوحة مرتفعة في مستوى الترتين.

الإحصاء الكمي لأهم المجموعات الميكروبيولوجية أظهرت تغير على مستوى الكتلة الحية بدلالة النتائج الفيزيائية و الكيميائية. لما أن التربة المزروعة بالبرسيم تتميز بغنائها بالكائنات الدقيقة مقارنة بالتربة المزروعة بالقمح. على الرغم من أن الشروط الغير ملائمة المتعلقة بطبيعة التربة و المناخ إلا أن النشاط الميكروبي مهما كان ضعيف إلا أنه يتأقلم.

الكلمات الدالة: التربة المالحة ، الزراعة المعنية ، المجموعات الميكروبيولوجية ، ورقلة ، الجزائر.

## Abstract:

This study focuses on a salted sandy soil of Ouargla (case of the exploitation of the ITAS), we quantified the microbial independent group in two types of soil cultivated of alfalfa and soil cultivated of wheat.

The examination of the bio-physicochemical characteristics of the surface layer (0-20cm) of the two soils, show that the texture of these grounds is sablo-muddy, the content limestone is weak, pH<8, their content is very weak out of organic matter and total nitrogen. Salinity is high in both soils.

The counting of different microbial groups shows a variation of microbial biomass based on physico-chemical characteristics of soils.

Soil cultivated by alfalfa has superiority opposite of microorganisms from the wheat. Despite the adverse conditions related to the nature of the soil and climate, microbial activity although it remains low.

**Key words:** Saline soil, particular culture, biomass microbial, Ouargla, Algérie.