

**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 agronomiques*



## **MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDE**

*En Vue De L'obtention Du Diplôme d'Ingénieur d'Etat en Sciences*  
*Agronomiques*

*Option : Mise en valeur*

## **THEME**

Contribution à l'étude de l'effet du travail  
du sol sur la biomasse microbienne d'un sol oasien  
(Cas de l'exploitation de l'université Ouargla)

*Soutenu publiquement par :*

*BEN ALI Abdelbar*

*Le : ... /06/2014*

**Devant le jury :**

<b>Président</b>	CHELOUFI HAMID	(Prof) (Univ. K M Ouargla)
<b>Promoteur</b>	KARABI MOKHTAR	M.A.A (Univ. K M Ouargla)
<b>Co-Promoteur</b>	ZENKHRI SALAH	M.A.A (Univ. K M Ouargla)
<b>Examineur</b>	OUSTANI MABROUKA	M.A.A (Univ. K M Ouargla)
<b>Examineur</b>	CHAICH KHALED	M.A.A (Univ. K M Ouargla)
<b>Examineur</b>	SAGGAI M <sup>ed</sup> MOUNIR	M.A.A (Univ. K M Ouargla)

Année universitaire : 2013/2014

## TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION GENERALE</b>	1
<b>PREMIERE PARTIE : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>CHAPITRE I: LA VIE MICROBIENNE DES SOLS ARIDES</b>	3
I.1. Notion d'écologie microbienne du sol.....	3
I.2. Définition de la biomasse microbienne du sol.....	3
I.3. Les différents microorganismes des sols arides et leur importance .....	3
I.3.1. Bactéries.....	3
I.3.2. Actinomycètes.....	3
I.3.3. Champignons .....	4
I.3.4. Algues.....	4
I.4. Rôles des microorganismes dans les sols arides.....	5
I.4.1. Rôles des microorganismes dans la formation d'humus.....	5
I.4.2. Rôles des microorganismes dans la structure du sol.....	5
I.5. Distribution des microorganismes dans le sol.....	6
I.6. Densité et biodiversité.....	6
<b>CHAPITRE II: EFFET DU TRAVAIL DU SOL ET DES AUTRES FACTEURS SUR LA BIOMASSE MICROBIENNE DU SOL</b>	7
II.1. Le travail du sol (labour) .....	7
II.1.1. Définition .....	7
II.1.2. Principe.....	7
II.1.3. Les objectifs de travail du sol.....	8
II.1.3.1. Les objectifs liés aux sols.....	8
II.1.3.2. Les objectifs liés au végétal.....	8
II.2. Influence des techniques de travail du sol sur la biomasse microbienne du sol.....	8
II.3. Facteurs de variation de l'activité des microorganismes du sol.....	9
II.3.1. Facteurs biologiques.....	9
II.3.1.1. La végétation .....	9
II.3.1.2. La rhizosphère .....	9
II.3.1.3. Interaction entre microorganismes du sol.....	10
II.3.2. Facteurs énergétiques .....	10
II.3.3. Facteurs climatiques.....	10
II.3.3.1. Humidité .....	10
II.3.3.2. Température.....	11
II.3.3.3. Influence de saison.....	11
II.3.4. Facteurs chimiques .....	11
II.3.4.1. Réaction du sol (pH).....	11
II.3.4.2. Pouvoir d'oxydoréduction.....	11
II.3.4.3. Salure de sol.....	12
<b>DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE</b>	
<b>CHAPITRE I: PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE</b>	
I.1. Localisation géographique.....	13
I.2. Climat.....	15
I.3. Sols.....	15
<b>CHAPITRE II: METHODOLOGIE DU TRAVAIL</b>	
II.1. Caractéristiques de la station .....	16
II.2. Classification pédologique des sols.....	16

II.3. Techniques du travail du sol.....	17
II.4. Techniques d'échantillonnage.....	17
II.4.1. Période d'échantillonnage.....	17
II.4.2. Prélèvement d'échantillonnage.....	17
II.4.3. Horizon de prélèvement.....	17
II.4.4. Conservation des échantillons.....	18
II.4.5. Détermination du taux d'humidité.....	18
II.5. Les analyses physico-chimiques.....	18
II.5.1. Analyse granulométrique.....	18
II.5.2. Mesure de la porosité du sol.....	18
II.5.2.1. Mesure de la densité apparente.....	18
II.5.2.2. Mesure de la densité réelle.....	19
II.5.3. L'humidité.....	19
II.5.4. Conductivité électrique.....	19
II.5.5. Ph.....	20
II.5.6. Calcaire total.....	20
II.6. Analyses biochimiques.....	20
II.6.1. Dosage du carbone organique.....	20
II.6.2. Dosage de l'azote total.....	20
II.7. Analyses microbiologiques.....	21
II.7.1. Préparation des suspensions dilutions du sol.....	22
II.7.2. Microflore bactérienne.....	23
II.7.3. Champignons.....	23
II.7.4. Algues.....	23
II.7.5. Actinomycètes.....	23
<b>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS</b>	
<b>CHAPITRE I: Résultats et discussions des analyses physico-chimiques.....</b>	<b>25</b>
I.1. Résultats des analyses physico-chimiques des sols.....	25
I.2. Discussion des analyses physico-chimiques.....	26
<b>CHAPITRE II: Résultats et discussions des analyses microbiologiques</b>	<b>28</b>
II.1. Résultats des analyses microbiologiques.....	28
II.2. Discussions des analyses microbiologiques.....	28
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
<b>ANNEXES</b>	

## Introduction

Le sol est un milieu fragile et très complexe, trop longtemps considéré comme un simple support de l'agriculture. C'est un milieu vivant, interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère (**CALVET, 2000**).

Le sol a de nombreuses fonctions, il est un milieu biologique dans et sur lequel se développent des organismes vivants. Ce développement dépend de la qualité de ce sol ou de sa fertilité (quantité de carbone, d'azote, capacité d'échange ionique, etc.)(**QUENEA, 2004**).

La biomasse microbienne renseigne sur le fonctionnement biologique du sol et répond rapidement aux changements des pratiques culturales (**HAYNES, 2003**).

La biomasse microbienne a montré qu'elle était un indicateur sensible des différences de pratiques culturales appliquées de manière durable (**ANDERSON et al, 1989**).

Les microorganismes du sol sont des acteurs majeurs des grandes fonctions assurées par le sol, en particulier la fourniture d'éléments minéraux pour les cultures via la minéralisation de la matière organique (**HILL et al. 2000**). L'étude des paramètres microbiens et de leurs variations au sein d'une parcelle agricole revêt dès lors une importance primordiale pour la gestion de la fertilité du sol. Le sol présent en effet une multitude d'habitats hétérogènes dont les caractéristiques physiques et chimiques varient également dans le temps (**VORONEY, 2007**).

Le travail du sol modifie la répartition des résidus de culture et la structure du sol et affecte par conséquent les microorganismes du sol (nombre, structure génétique des populations) ainsi que les fonctions qu'ils assurent au premier rang desquelles la minéralisation de la matière organique (**VIAN ,2009**).

Dans une parcelle cultivée, le sol présente une grande hétérogénéité spatiale des conditions locales de circulation d'eau, d'aération et d'activités biologiques (**BOIZARD et al. 2004**). Ainsi, la structure d'un sol labouré est composée de l'assemblage de sol fin, de mottes décimétriques (compactées ou non), de résidus de cultures répartis le long de la bande de labour, de vides et de fissures issus de l'action de retournement, de déplacement et de fragmentation de la charrue sur la couche de sol labourée (**ROGER-ESTRADE et al., 2004b**). La structure d'un sol non labouré est caractérisée par une structure plus homogène et les résidus de culture sont concentrés dans les premiers centimètres du sol. Ces structurations différentes influencent les caractéristiques biologiques du sol et notamment la répartition et l'activité de la biomasse microbienne du sol (**ANDRADE et al. 2003**).

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de travail du sol et ses conséquences sur les microorganismes du sol à travers une comparaison entre deux sols, à savoir un sol labouré, et un sol non labouré, au niveau de l'exploitation de l'université d'Ouargla, par le dénombrement des principaux groupes microbiens (bactéries, champignons, actinomycètes et algues).

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 la vie microbienne du sol aride ; ainsi que l'effet de travail du sol et des autres facteurs sur les biomasses microbiennes du sol.

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 éventuelles et la conclusion générale.

**CHAPITRE I : PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE****I.1. Localisation géographique**

La région d'Ouargla est située au Sud Est du pays, au fond d'une large cuvette de la vallée d'Oued M'ya, à environ 800 Km d'Alger. La ville de Ouargla chef-lieu de la wilaya est située à une altitude de 157 m, ces coordonnées géographiques sont : **(OZENDA, 1983)**.

-Latitude : 31°58' Nord.

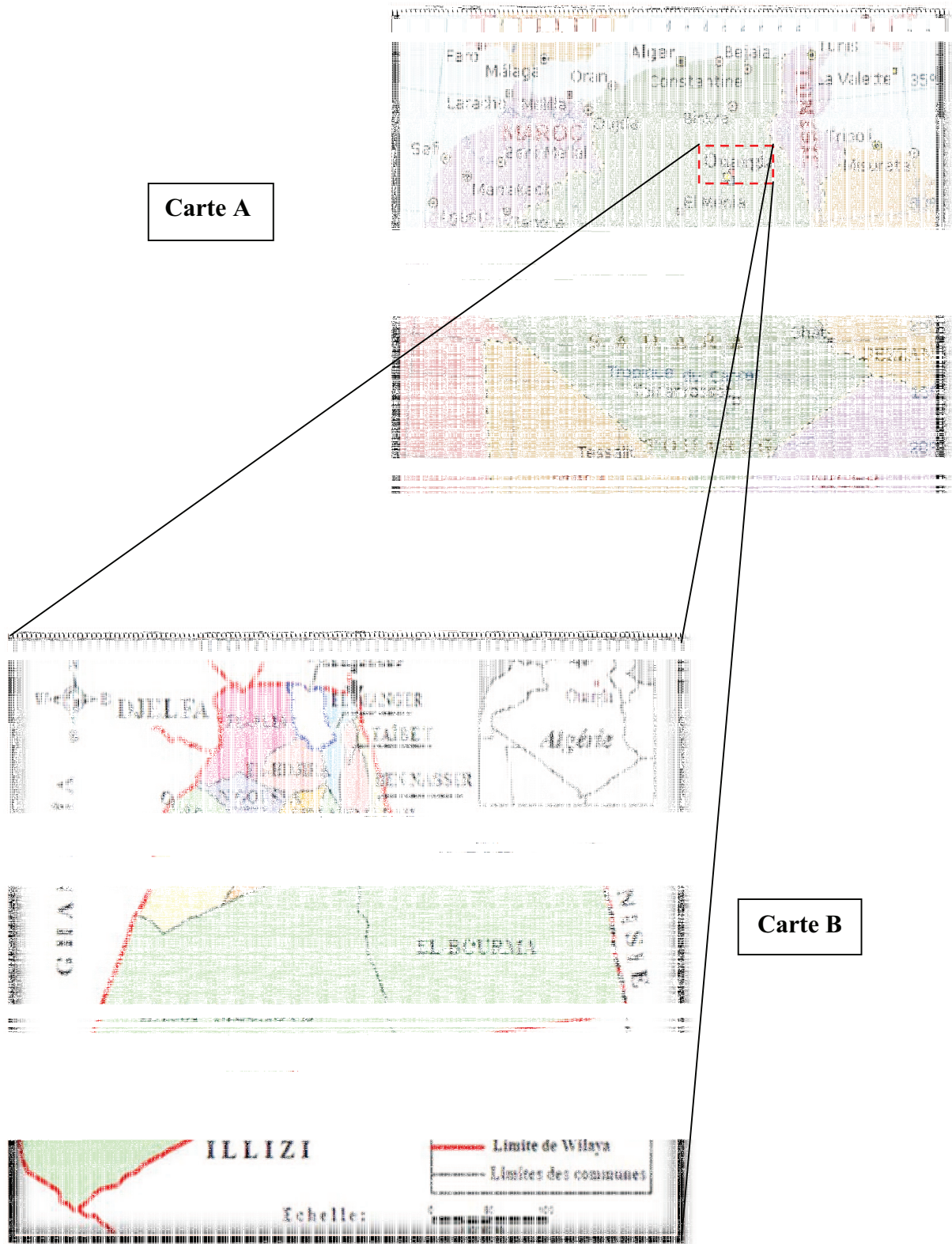
-Longitude : 5°20' Est.

La wilaya de Ouargla, couvre une superficie de 163233 Km<sup>2</sup> et demeure une des collectivités administratives les plus étendues du pays.

Elle est limitée : **(D.P.A.T.2008)**

- Au Nord : par les wilayat de Djelfa et d'El-oued ;
- Au l'Est : par la Tunisie ;
- Au Sud : par les wilayat de Tamanrasset et d'Illizi ;
- A l'Ouest : par la wilaya de Ghardaïa





**Carte A:** Carte d'Algérie (ENCARTA, 2009)

**Carte B:** Carte de découpage administratif de la Wilaya de Ouargla (I, N, C, T, 2004)

**Figure N° 2:** Localisation géographique de la région d'étude (carte A et B)

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

Mois	TM(C°) (°C)	Tm(C°)	Tmoy(C°)	P (mm)	H (%)	E (mm)	I (h)	V.V (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	2600*	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.3. Sol

Le sol de la cuvette d'Ouargla à l'exception de certains sol 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 : EFFETS DU TRAVAIL DU SOL ET DES AUTRES FACTEURS SUR LA BIOMASSE MICROBIENNE DU SOL**

### **II.1. Travail du sol (labour)**

#### **II.1.1. Définition**

Le travail du sol peut se définir comme la manipulation, généralement mécanique, des propriétés physiques du sol, considérées comme nécessaires pour une meilleure production agricole (**HOOGMOED, 1999 in ZANGRE, 2000**) dans un itinéraire technique donné. Il a comme buts :

- d'améliorer la structure du sol pour obtenir ainsi un meilleur enracinement et une meilleure absorption des éléments nutritifs par les plantes,
- de combattre les mauvaises herbes,
- de conserver les eaux du sol.

Le labour est une façon de retournement du sol pour enfouir les débris végétaux et les engrais, exposer la partie profonde du sol au soleil et faciliter les échanges gazeux entre sol-atmosphère (**ZAABOUBI, 2007**).

D'après **SAHOUAN (1989)**, le labour est l'opération principale qui précède toutes les autres opérations, depuis le semis jusqu'à la récolte.

Selon **VILAN (1989)**, le labour du sol est le découpage d'une bande de terre de largeur et profondeur variables.

Le choix de labour consiste à un genre précis de culture et peut être appliqué sur quatre intervalles de profondeur (tableau n° 1).

**Tableau n° 1** : La profondeur essentielle pour chaque type de labour (**DETRAUX, 1979**).

Type de labour	Profondeur
Labour de défoncement	Plus de 35 cm
Le labour profond	De 25 à 35 cm
Le labour moyen	De 12 à 25 cm
Le labour léger	De 8 à 12 cm

#### **II.1.2. Principe du labour**

Selon **OESTGES (1994)** ; **CEDRA (1993)** ; **MONNIER (1991) in ZAABOUBI (2007)** le labour consiste à découper une bande de terre de section rectangulaire et à la retourner de manière à ramener la partie inférieure à la surface. Lorsque la bande de terre est découpée, elle pivote d'abord sur son arrête (a), constituée d'une portion de terre non découpée. Elle pivote ensuite sur son arrête (b) et vient s'appuyer contre la bande retournée au passage précédent de la charrue (figure n° 1).

**Figure n°1** : Représentation schématique du travail d'un corps de labour (**AFFEISSA, 2000**).

### **II.1.3. Les objectifs du travail du sol**

Le labour joue un rôle important soit au niveau du sol soit au niveau de la production végétale. D'après (**KLAÏJI, 1994**), le travail du sol assure des quantités suffisantes de nourriture et de fibres aux diverses populations végétales ou microbiennes dans le sol. Si on analyse cette dernière phrase ; on trouve deux milieux essentiels où on peut citer les objectifs du travail du sol :

#### **II.1.3.1. Les objectifs liés aux sols**

- La création d'un réseau de pores tout au long de profil cultural capable d'assurer les échanges d'eau et d'air entre le sol et l'atmosphère et même le réchauffement du sol.
- Dans les sols lourds et mal structurés ; le labour est considéré comme une méthode d'aménagement de la correction de l'état structural du sol.
- La création d'une surface de contact sol-atmosphère perméable comme l'a signalé **ROGERE, 1957** où il dit : les terres meublées facilitent l'infiltration d'eau. Ces objectifs, **VILAN (1989)** les résume dans la manifestation du rôle le plus important du labour dans la régénération de structure du sol par rapport aux autres facteurs où il détermine que seul le travail du sol permet de modifier la porosité du sol, la perméabilité,...etc.
- Le réchauffement du sol.
- Le nivellement du sol.

#### **II.1.3.2. Objectifs liés au végétal :**

- Préparation d'un milieu favorable au développement des plantes et facilite leur germination.
- Création d'un véritable support pour l'installation des racines et une croissance idéale des plantes.
- Assurance d'un milieu riche en éléments nutritifs et une réserve d'eau essentielle pour le développement végétal.
- Selon **VILAN (1989)**, le labour joue un rôle important dans l'enfouissement des résidus culturaux et l'incorporation des amendements et des engrais.

- Selon le même auteur la destruction des plantes adventices est liée au travail du sol.
- L'incorporation des amendements et des fertilisants.

## II.2. Influence des techniques de travail du sol sur la biomasse microbienne

Le travail du sol agit sur l'environnement physique et biotique des microorganismes du sol (température, aération, humidité, répartition des résidus de culture) et modifie en retour la quantité, l'activité et la répartition de la biomasse microbienne dans le profil de sol. De nombreuses références sont disponibles sur ce thème et montrent que dans les systèmes de travail du sol de conservation, la biomasse microbienne présente une forte stratification verticale tandis qu'elle est répartie de façon homogène sur la profondeur de la couche de sol labourée (ANDRADE *et al.*, 2003; MEYER *et al.*, 1996).

La biomasse microbienne est significativement supérieure dans les premiers centimètres du sol (0-10 cm) dans les systèmes de conservation par rapport aux systèmes labourés (ANDRADE *et al.*, 2003; KANDELER *et al.*, 1998; MCCARTY *et al.*, 1998; MEYER *et al.*, 1996; WRIGHT *et al.*, 2005) et devient inférieure (AHL *et al.*, 1999; MEYER *et al.*, 1996) ou égale (MCCARTY *et al.*, 1998) dans les horizons sous-jacents. En revanche, sur l'ensemble de la couche arable (0-30 cm) l'augmentation de la biomasse microbienne dans les premiers centimètres du sol ne compense pas sa diminution en profondeur. Ainsi, la différence de biomasse microbienne devient faible voire nulle sur 0-30 cm entre les systèmes de conservation et les systèmes labourés (AHL *et al.*, 1999; AON *et al.*, 2001a; MEYER *et al.*, 1996).

Les techniques de travail du sol de conservation entraînent donc une stratification verticale de la biomasse microbienne au sein du profil de sol. Mais les résultats des différentes études restent contradictoires quand on compare la quantité de biomasse microbienne totale sur 0-30 cm entre un labour et une technique de conservation. De plus, peu d'études prennent en compte simultanément l'effet des modifications de la structure du sol sur la biomasse microbienne (VIAN, 2009)

## II.3. Facteurs 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'autre 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.3.1. Facteurs biologiques

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).

### II.3.1.1 Végétation

Le sol sous végétation est beaucoup plus riche en micro-organismes qu'un sol nu (ALI-HAIMOUD et al, 1980)

### II.3.1.2. Rhizosphère

Divers chercheurs ne tardèrent pas à signaler que les populations microbiennes ont une densité dix fois plus grande, et même d'avantage, dans la rhizosphère que dans sol dépourvu de racines. Dans les rhizosphères, les micro-organismes sont stimulés par les rapports de carbone et d'énergie d'origine végétale, et par les composés secrétés par les racines (CLARK, 1969).

### II.3.1.3. Interactions entre micro-organismes du sol

L'action d'une micro-population par l'autre peut être soit positive de nature synergique (commensalisme ou symbiose nutritionnelle), soit négative de nature antagonique (compétition, production de substances toxiques ou inhibitrices, prédation ou parasitisme), soit nulle (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

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.

### II.3.2. 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).

Les microbes du sol sont, dans leur immense majorité, des organismes saprophytes : ils se développent aux dépens de matières organiques mortes. L'humus du sol étant une matière organique très stable, la ressource organique principale pour les microbes est en fait formée par les débris végétaux et les exsudats racinaires. Les résidus de récolte, lorsqu'ils retournent au sol, représentent donc un apport nutritif essentiel pour les micro-organismes, comme c'est d'ailleurs aussi le cas pour les autres êtres vivants (vers de terre, insectes, etc.) Les micro-organismes se développant au contact des résidus de récolte, la localisation de ces derniers influence directement la localisation des activités microbiennes (CHAUSSOD, 2001).

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 chimiotrophes (SASSON, 1967).

### II.3.3.Facteurs climatiques

#### II.3.3.1.Humidité du sol

Les sols secs ne présentent qu'une activité microbienne faible, mais lorsque l'humidité augmente, l'activité des microorganismes augmente progressivement jusqu'à un maximum puis décroît (**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. Le développement optimum varie avec l'espèce du microbe considéré et avec la nature des sols (**GAUSHER, 1968**).

D'après **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.

#### II.3.3.2.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 duquel l'activité est nulle. Un optimum correspondant à une activité maximale et une limite supérieure au-delà de laquelle la cellule vivante est détruite (température létale) (**MOREL, 1989**).

On sait lorsque la température augmente, l'activité des germes passe par un maximum, puis décroît (**BOULLARD, 1962**).

L'action de la température se reflète sur l'activité respiratoire du sol ; le dégagement du CO<sub>2</sub> présente généralement deux maxima : l'un entre 25 et 50°C, le second compris entre 45 et 65°C (micro-organismes thermophiles) (**MOREL, 1989**).

#### II.3.3.3.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 se situent au printemps et en automne (l'humidité et température favorable) (**MOREL, 1989**).

## II.3.4. Facteurs chimiques

### II.3.4.1. Réaction du sol (pH)

Chaque espèce microbienne est active entre des limites qui lui sont propres, avec une valeur optimale (MOREL, 1989).

Le développement des bactéries est meilleur entre pH 6 et pH 8, les actinomycètes qui ont un rôle antagoniste vis-à-vis des champignons, sont particulièrement sensibles à l'acidité, ils préfèrent des pH 6 à 7.5 (SOLTNER, 2003). Les champignons supportent généralement les pH acides ; ils se développent dans des limites de pH assez large (2 à 9) (ALEXANDER, 1982). Les algues jaunes verts et chlorophycophytes dans les sols acides (SABLONNIER, 2002).

### II.3.4.2. 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 organiques: De bonnes conditions d'aérobiose induisent une oxydation aisée des substances organiques (MOREL, 1989).

### II.3.4.3. Salure du sol

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 le dégagement du CO<sub>2</sub> (DELLAL et al, 1992).

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.



## CHAPITRE II : METHODOLOGIE DU TRAVAIL

### II.1. Caractéristiques de la station d'étude

L'exploitation de l'université d'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 inexploitée. Le nombre théorique de palmiers est de 1760, le nombre réel est de 1320. Le réseau de drainage est constitué de drains à ciel ouvert, débouchant sur un collecteur principal.



**Photo n°1:** Image satellitaire du site expérimental (image Google Earth, 2014).

### II.2. Classification pédologique des sols

La place du sol étudié dans les systèmes de classification pédologique est présentée dans le tableau 3.

**Tableau 3° :** Place du sol étudié 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. Technique du travail du sol

Un labour manuel superficiel (profondeur d'environ 25-30cm) a été effectué début novembre sur la moitié de 05 parcelles d'une vingtaine de mètres à l'aide d'une houe, alors que l'autre moitié des parcelles en question ont été laissées intactes (sans labour) qui vont servir de témoin.

La position et la situation des parcelles qui nous avons choisies par rapport aux palmiers et aux drains est représenté dans l'annexe 3.

Les parcelles objet d'étude contenaient de l'orge comme précédent cultural et subissent régulièrement l'irrigation par submersion à raison d'une fois par semaine.



Photo n°2 : Photo montrant une parcelle étudiée

### II.4. Technique d'échantillonnage :

#### II.4.1. Période 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 février 2014.

#### II.4.2. Prélèvement des échantillons

Le point difficile et en même temps essentiel pour la valeur des résultats est celui des choix des échantillons représentatif de l'état microbiologique régnant dans le sol. Ainsi nous avons effectué 05 prélèvements élémentaires pour chacun des deux sols (labouré et non labouré).

- Avant de commencer l'échantillonnage, il faut examiner le terrain de point de vue son uniformité.
- Prélever 05 échantillons et les mélanger pour obtenir d'eux un échantillon moyen.
- prélever dans les mêmes conditions.
- mettre les échantillons du sol dans des boîtes stériles.

- Eviter de prélever des échantillons à l'état sec ou par contre trop imbibés d'eau.

### II.4.3. Horizon de prélèvement

L'activité biologique est maximale dans l'horizon de surface et décroît plus ou moins rapidement avec la profondeur (ITAB, 2002).

Plusieurs études sur la microbiologie de sols ont montré que de point de vue leur distribution verticale, les microorganismes se trouvent en majorité dans la couche superficielle du sol, mieux aérée et plus riche en substance nutritives (LABOUZ, 2004, BEN ABDELRAHMANE et al, 2007, BAZZINE, 2009) ; et pour cela les échantillons sont prélevés dans la couche superficielle du sol (0-30 cm).

### II.4.4. Conservation des échantillons

Après le prélèvement, l'échantillon de sol doit être entouré de soins. Les échantillons du sol doivent 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, ils seront une nouvelle fois tamisés à 2mm. Et pour les analyses physico-chimiques, les échantillons seront séchés aux températures ambiantes du laboratoire.

### II.4.5. 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 physico-chimiques

### II.5.1. Analyse granulométrique

Elle a été effectuée par voie sèche qui consiste à classer par tamisage les différentes fractions constituant l'échantillon en utilisant une série de tamis (2,0 mm, 1,0 mm, 0,40 mm, 0,20 mm, 0,10 mm, 0,08 mm) (DUPAIN et al. 1995).

### II.5.2. Mesure de la porosité du sol

Pour déterminer la porosité totale du sol, les échantillons du sol prélevés ont subi une série d'analyses à savoir :

#### II.5.2.1. Mesure de la densité apparente

L'analyse de la densité apparente a été effectuée par la méthode du cylindre

- on pèse et on mesure les dimensions des cylindres afin de déterminer son poids et son volume ( $V$  en  $\text{cm}^3$ )

- Le cylindre métallique de poids et de volume connu est enfoncé verticalement et lentement dans le sol.
- Tout autour du cylindre on dégage la terre, on glisse à sa base une raclette pour éviter que la terre s'écoule du cylindre afin d'avoir un résultat plus précis.
- On pèse l'échantillon (cylindre + sol) puis on retire l'échantillon du cylindre, le poids du sol est égale au poids de l'échantillon moins le poids du cylindre.
- Une fois l'échantillon extrait du cylindre, il est pesé après séchage à l'étuve à 105 °C pendant 24 heures (P en g).
- Connaissant le poids de l'échantillon à l'état sec et le volume du cylindre, on calcule la densité apparente ( $D_a$ ) selon la formule :

$$D_a \text{ (g/cm}^3\text{)} = P/V$$

#### II.5.2.2. Mesure de la densité réelle

D'après **BAIZE (1988)**, la mesure de la densité réelle est basée surtout sur le volume occupé par la matière solide. Pour cela, on utilise un pycnomètre à eau pour la déterminer. C'est une opération longue et nécessite un matériel particulier.

Après les résultats obtenus de la densité apparente, on détermine la porosité totale du sol par la formule:

$$P \text{ (\%)} = 1 - (D_a / D_r)$$

#### II.5.3. Humidité du sol

Il existe plusieurs méthodes pour l'estimer. Dans notre expérimentation nous avons choisi la méthode gravimétrique qui consiste à dessécher l'échantillon du sol à 105°C pendant 24 heures. La perte de poids après séchage est égale à la teneur d'eau du sol. Les valeurs obtenues peuvent être exprimées en pourcentage par rapport au poids de l'échantillon sec ou humide (**AUGUSTIN et MILLAR, 1945 in BOUCHENAF et al, 2014**)

$$\% \text{ Humidité du sol} = (\text{masse humide} - \text{masse sec}) / \text{masse sec} \times 100$$

#### II.5.4. Conductivité électrique

La conductivité électrique (CE) représente le total des sels solubles (**VAN HOORN et VAN ALPHEN, 1998 in OMEIRI, 2008**). Elle est mesurée par un conductimètre sur des extraits dont le rapport (terre/eau) est de 1/5 (**AUBERT, 1978 ; AFNOR, 1999**).

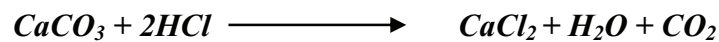
### II.5.5. pH

C'est la concentration en ions  $H^+$  libres existant dans la solution du sol (acidité actuelle). La mesure du pH s'est faite par un pH-mètre à électrode dans une solution sol eau dont le rapport (terre/eau) est de 1/5.

### II.5.6. Calcaire total

Le taux du calcaire total est déterminé par la méthode du Calcimètre de Bernard, (méthode gazométrique).

Le principe de dosage est fondé sur la réaction suivante :



Le volume du  $CO_2$  dégagé est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium existante dans l'échantillon analysé :

$$\text{Taux de } CaCO_3 \text{ en } \% = (P' \cdot v) / (P \cdot V) \times 100$$

**P** : Poids de la prise d'essai de l'échantillon.

**P'** : Poids de  $CaCO_3$ .

**V** : Volume de  $CO_2$  dégagé par l'échantillon.

**v** : Volume de  $CO_2$  dégagé par  $CaCO_3$

## II.6. Analyses biochimiques

### II.6.1. Dosage du carbone organique

Pour la détermination de la matière organique nous avons utilisé la méthode ANNE qui se base sur l'extraction du carbone à chaud par le Bichromate de potassium en milieu sulfurique puis dosage de l'excès de bichromate par une solution de sel de Mohr et détermination par différence du volume ayant réagi avec le carbone du sol. 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.6.2. Dosage de l'azote total

Le dosage de l'azote est déterminé par la méthode de **KJELDAHL**, dont le principe est que l'azote de la matière organique du sol est transformé en Azote ammoniacal par l'acide sulfurique concentré et porté à ébullition, qui agit comme oxydant et qui détruit la matière organique. Le carbone et l'hydrogène se dégagent à l'état de  $CO_2$  et d' $H_2O$  ; l'azote transformé en ammoniac est fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammonium. La transformation de l'azote organique en forme ammoniacale est achevée en présence d'un

catalyseur (Sulfate de Cu et Sulfate de  $K^+$ ) qui rend l'action de  $H_2SO_4$  plus efficace en augmentant la température d'ébullition.

En agissant avec un alcalin sur  $(NH_4)_2SO_4$ , on substitue l'ammoniac, on le distille dans l'acide borique à 2% puis on la titre avec une solution de l'acide sulfurique 0.05 N.

## II.7. Analyses microbiologiques

Les méthodes d'évaluation de la biomasse microbienne sont multiples (NICOLARDOT et CHAUSSOD, 1982 ; MARTENS, 1995.) les plus couramment utilisées font intervenir un agent diocidal (le chloroforme).

Dans notre étude, afin d'estimer la taille de ce compartiment vivant et d'évaluer les fluctuations des germes microbiens selon des conditions divers nous avons envisagé de déterminer la microflore par la technique de calcul du nombre le plus probable (NPP, ou MPN en anglais) (ALEXANDER, 1982 in BOUCHENAFI et al, 2011). En revanche, les méthodes MPN très simples, voire rustiques sont toujours pratiquées pour évaluer l'abondance de microorganismes et s'avèrent très utiles pour "caractériser" des échantillons de sol. Elles prennent tout leur intérêt lorsqu'il s'agit de comparer des traitements différents sur un même type de sol.

Le principe de la méthode s'appuie sur des cultures en milieu liquide ou solide après ensemencement avec des suspensions-dilutions de sol.

### II.7.1. 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 :

9 ml d'H<sub>2</sub>O Distillée

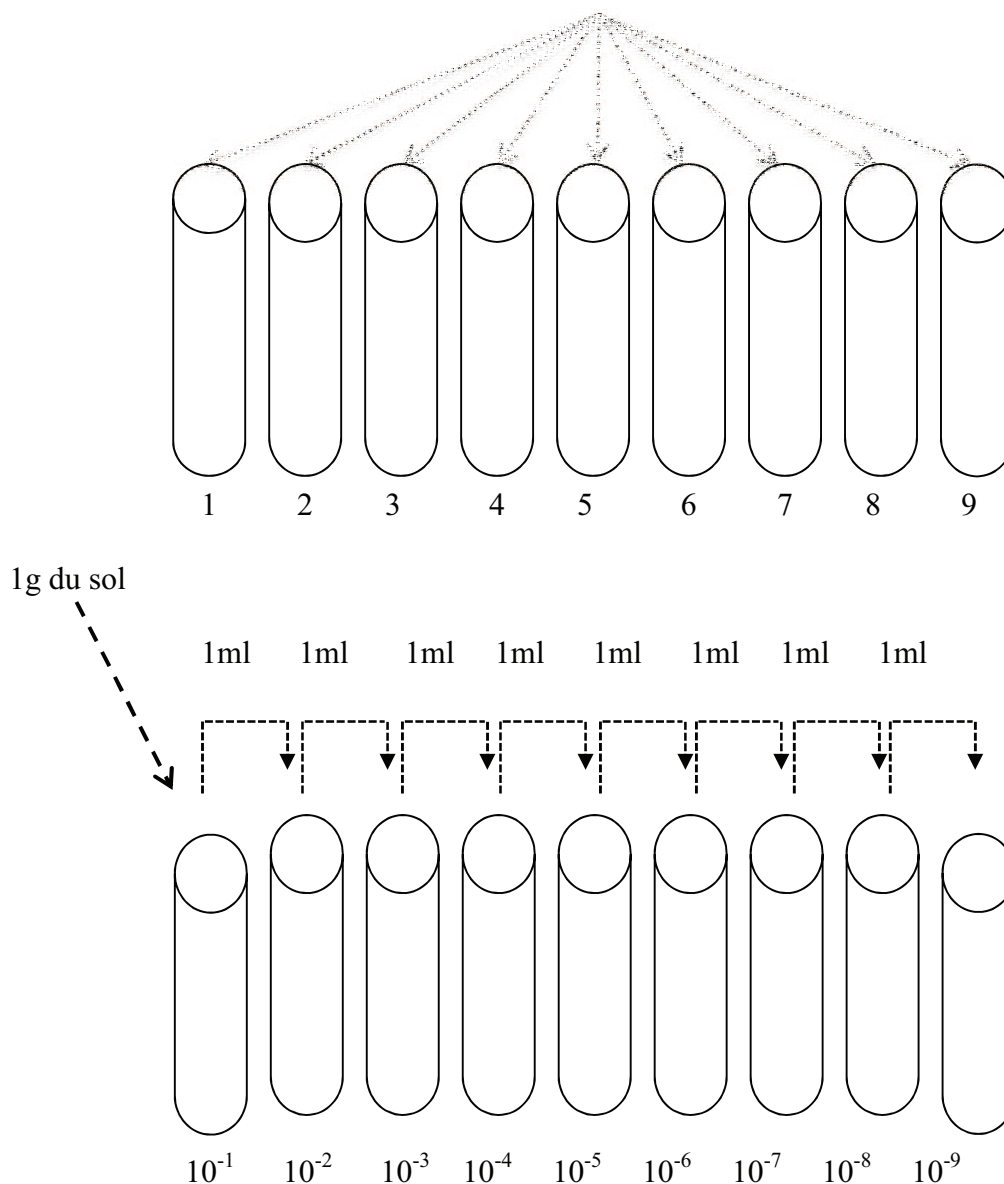


Figure N°3 : Préparation des suspensions dilutions du sol.

### II.7.2. Microflore bactérienne

Pour obtenir des bactéries du sol, il suffit de mettre 1 gramme 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. On inoculera 3 boîtes (3 répétitions) pour chaque dilution de  $10^{-3}$  jusqu'à  $10^{-7}$ .

La lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 24 heures à  $28^{\circ}\text{C}$  en utilisant de compteur des colonies.

### II.7.3. 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) (annexe1), etensemencés 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 ( $28^{\circ}\text{C}$ ).

### II.7.4. Microflore algale

Parmi les travaux relatifs à l'écologie de la microflore tellurique très peu concernent le groupe des Algues et les résultats fragmentaires obtenus découlent en majeure partie d'études ayant un caractère botanique et taxonomique (ROGER et REYNAUD, 1977).

Culture dans un milieu **pochon** (annexe 1),ensemencés avec des suspensions-dilutions de terre de  $10^{-1}$  à  $10^{-6}$ (avec trois répétitions pour chaque dilution). Le dénombrement est effectué par la méthode du nombre le plus probable NPP (Mac GRADY) (ALEXANDRE, 1982).

L'utilisation des milieux liquides pour la détermination du nombre le plus probable de germes au moyen des tables de Mac GRADY présente l'avantage de demander peu de manipulations et de permettre une lecture rapide (REYNAUD et ROGER, 1977).

Les milieuxensemencés avec 1ml de chaque dilution par tube, sont placés en pleine lumière pendant 3 semaines, les tubes étant inclinés pour permettre une meilleure aération.

### II.7.5. Actinomycètes

#### a. Principe



Ensemencement avec des suspensions dilutions du sol d'un milieu de **krainsky** (annexe 1) favorisant particulièrement la culture des actinomycètes 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 chaque dilutions de  $10^{-3}$  jusqu'à  $10^{-7}$  (trois répétitions pour chaque dilution)
- Incubation à 28°C en position retournée.

**c. Lecture des résultats:**

La lecture des résultats se fait après 7 jours d'incubation.

## Résumé:

Le présent travail a trait à l'étude de variation de la biomasse microbienne sous l'effet du travail du sol à partir d'une quantification des principaux microorganismes présents dans deux sols situés au niveau de l'exploitation de l'université d'Ouargla, l'un labouré et l'autre non labouré.

L'examen des caractéristiques physico-chimiques de la couche superficielle (0-30cm) des deux sols montre que la texture de ces sols est sableuse, le  $pH < 8$ , leur teneur est 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. Ainsi le sol non labouré présente une supériorité vis-à-vis la richesse en microorganismes par rapport au sol labouré. Cette supériorité est due à l'effet du travail du sol qui agit sur l'environnement physique et biotique des microorganismes du sol (température, aération, humidité, répartition des résidus de culture) et modifie en retour la quantité, l'activité et la répartition de la biomasse microbienne dans le sol.

**Mots clés :** Travail du sol, microorganismes du sol, oasis, Ouargla, Sahara Algérie.

## المخلص :

ركزت هذه الدراسة على دراسة الكتلة الميكروبيولوجية تحت تأثير عامل الحرث في التربة. وذلك بتقييم و تقدير مدى تواجد الكائنات المجهرية للتربتين تكون فيها الاولى محروثة والثانية غير محروثة على مستوى المستثمرة الفلاحية لجامعة ورقلة.

عرض النتائج الفيزيوكيميائية للطبقة السطحية (0-30 سم) للعينتين من التربة بينت لنا أن طبقة التربة رملية ذات درجة الحموضة أقل من 8 منخفضة في محتواها من المادة العضوية و النتروجين الكلي اذ ان الملوحة مرتفعة لكلا الترتين.

الإحصاء الكمي لأهم المجموعات الميكروبيولوجية أظهرت تغير على مستوى الكتلة الحية بدلالة النتائج الفيزيائية والكيميائية لما أن التربة الغير المحروثة تتميز بغناها بالكائنات الدقيقة مقارنة بالتربة المحروثة الراجع لعامل الحرث الذي ياتر على المحيط الفيزيائي والحيوي للتربة اضافة الى انه يعدل كمية ونشاط الكتلة الميكروبيولوجية للتربة.

**الكلمات الدالة:** الحرث، المجموعات الميكروبيولوجية، واحة، ورقلة، صحراء الجزائر

## Abstract:

This work relates to the study of microbial biomass variation as a result of tillage from Soil by quantification of principal microorganisms presents in two floors located at the palm farm of the University of Ouargla, one tilled and other untilled.

The examination of physico- chemical characteristics of the surface layer (0- 30cm) of the two soils shows that the texture of these soils is sandy ,  $pH < 8$  , their content is low in organic matter and total nitrogen, the salinity is high in both soils .

The enumeration of the various microbial groups shows a variation of the microbial biomass according to the physico -chemical characteristics of the soil. The untilled soil has superiority versus the wealth of microorganisms compared to plowed soil. This superiority is due to the effect of tillage affects the physical and biotic environment of soil microorganisms (temperature, ventilation, humidity, distribution of crop residues) and in turn modifies the amount, activity and distribution in the soil microbial biomass.

**Key words:** Tillage, soil microorganisms, oasis, Ouargla, Sahara Algeria.