

UNIVERSITE KASDI MERBAHOUGLA

Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences agronomiques



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Protection de la Ressource Sol, Eau et Environnement

Présenté par : **Hamlaoui oum salama**

Lemkeddem Fatima El-zahra

Thème

Biomasse et activité microbienne(β -glucosidase) du sol
sous quelques systèmes de culture oasiens dans la
région de Ouargla

Soutenu publiquement

Le : 23/05/2016

Devant le jury

M	HAMDI AISSA Baelhadj	Pr	Président	UKM Ouargla
M	KARABI Mokhtar	MA (A)	Encadreur	UKM Ouargla
Melle	OUSTANI Mabrouka	MA (A)	Examinatrice	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2015/2016



Dédicace

... Je dédie ce travail...

... A l'esprit de ma chère mère, que Dieu l'offre le paradis...

... A mon cher père, que Dieu lui donne longue vie et santé...

A mes chers frères

A mes chères sœurs

A mon fiancé

A mes grands parents

A mes oncles et mes tantes

A toute la famille Lemkeddem

A tous mes amis



LEMKEDDEM Fatima El-zahra



Dédicace

À mes chers parents, le secret de tous mes succès

À ma chère sœur Meriem

À tous mes frères ; Mohamed Nizar, Chaabane, Younes

*A mon fiancé « Lalmi Haroun » qui m'a beaucoup aidé dans
mes études*

À toute la famille Hamlaoui et lalmi

*A mon encadreur : **Karabi Mokhtar***

À tous mes proches et mes amis

*Surtout **Kerboussa Afaf***

*Et **Guendafa Farah***

À tous les scientifiques

... Je dédie ce travail...

HAMLAOUI Oum salama



Remerciement

Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir accomplir ce travail.

*Nous remercions chaleureusement notre promoteur **M. KARABI Mokhtar** Pour son aide, ses encouragements et ses conseils judicieux durant toute la période de notre travail pédagogique et scientifique très précieux.*

*Nous tenons à remercier **M. HAMDIAISSA Baelhadj** pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider ce jury.*

*Nous tenons également à remercier **M^{elle} OUSTANI Mabrouka** pour avoir accepté la lourde charge d'évaluer ce mémoire et d'en être l'examinatrice.*

Nos sincères remerciements vont également à toute l'équipe du service du laboratoire de pédologie et microbiologie du département Science de la Nature et de la Vie, et le laboratoire de biogéochimie des milieux désertiques pour leurs précieuses aides et collaborations.

Nous remercions également tous les enseignants du département et nos collègues de 2^{ème} master protection de la ressource sol-eau et environnement et toute personne qui a participé de près ou de loin, de façon directe ou indirecte, à la réussite de ce travail.



Liste des tableaux

N° Tableau	Titre	page
Tableau 01	Caractéristiques physico-chimiques des trois sols	30
Tableau 02	Dénombrement des microorganismes dans les sols étudiés	33
Tableau 03	Résultats biomasse microbienne	39
Tableau 04	Activité enzymatique (bêta-glucosidase) des sols échantillonnés exprimée en μg de glucose /g de sol sec.	41

Liste des abréviations

APFA	Accession à la propriété foncière agricole
BM	Biomasse microbienne
CE	Conductivité Electrique
Da	Densité apparente
ITA	Institut technologique d'Agronomie
MO	Matière Organique
PDA	Potato Dextrose Agar
UFC.g.s.s -1	Unité Formant Colonie par gramme de sol sec
DSA	Direction De Service Agricole

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
Figure 01	(A et B) Champignon du sol.	13
Figure 02	(A, B et C). Bactéries du sol	14
Figure 03	Présentation de la zone d'étude.	19
Figure 04	Plans d'échantillonnage du sol sous différents systèmes de culture au niveau de l'exploitation de Babziz à Hassi Benabdellah	20
Figure 05	Préparation des suspensions dilutions du sol.	26
Figure 06	Représentation de la densité bactérienne dans les sols étudiés exprimée en UFC.g.s.s⁻¹ .	34
Figure 07	Représentation de la densité fongique dans les sols étudiés exprimée en UFC.g.s.s⁻¹ .	36
Figure 08	Représentation de l'activité enzymatique de la β -glucosidase dans les sols étudiés.	41

Liste des photos

Photo N°	Titre	Page
Photo 01	La phœniciculture dans la région de Ouargla.	10
Photo 02	La céréaliculture dans l'exploitation de Babziz de Hassi Ben Abdellah.	11
Photo 03	La luzerne dans l'exploitation de Babziz de Hassi Ben Abdellah.	11
Photo 04	Les Algues du sol.	15
Photo 06	Observation microscopique des actinomycètes du sol.	15

Table des matières

Titre	Page
Introduction	02
Première partie. synthèse bibliographique	
Chapitre I. Généralités sur les sols sahariens et les systèmes de culture oasiens	
I-1- Quelques notions	07
I-1-1- Notion du système sol	07
I-1-2- Notion de zones arides	07
I-1-3- Définition des Sols des zones arides	08
I-1-3-1- Caractéristiques générales des Sols des zones arides	08
I-1-4- Notion du système de culture	09
I-2- Principaux systèmes de culture dans la région de Ouargla	09
I-2-1-La phoeniciculture	10
I-2-2-La céréaliculture	10
I-2-3-La cultures fourragères	11
Chapitre II. Les microorganismes des sols arides	
II-1- Principaux groupes microbiens des sols arides	13
II-1-1- Les champignons	13
II-1-2- Les bactéries	14
II-1-3- Les algues	14
II-1-4- Les actinomycètes	15
Deuxième partie. Expérimentation	
Chapitre I. Matériel et méthodes	
I-1- Présentation de la zone d'étude	18
I-2- Choix de la station d'étude	19
I-3- Technique d'échantillonnage	20
I-3-1- Période d'échantillonnage	20
I-3-2- Prélèvements et conservation des échantillons	21
I-3-3- Horizon de prélèvement	21
I-4- Conservation et transport des échantillons	21

I-5- Détermination du taux d'humidité	22
I-6- Les analyses physico-chimiques	22
I-6-1- L'humidité	22
I-6-2- La densité apparente	22
I-6-3-Granulométrie	23
I-6-4- Le pH	23
I-6-5- Le calcaire total	23
I-6-6- La conductivité électrique(CE)	23
I-6-7- Dosage du carbone organique	24
I-6-8- Dosage de l'azote total	24
I-7- Les analyses microbiologiques	25
I-7-1- La microflore tellurique	25
I-7-2- Techniques d'étude et de dénombrement de la microflore telluriques	25
I-7-3-préparation des suspensions dilutions	26
I-7-3-1- Dénombrement de la microflore bactérienne	27
I-7-3-2- Dénombrement de la microflore fongique	27
I-8- Biomasse microbienne par Fumigation-extraction	27
I-9- Évaluation de l'activité enzymatique du sol	28

Chapitre II. Résultats et discussion

II-1- Résultats des Analyses physico-chimiques des sols	30
II-2- Résultats des analyses biochimiques	32
II-3- Résultats des analyses microbiologiques	33
II-3-1- Densité microbienne	33
II-4- Le C _{microbien} et du N _{microbien}	37
II-5- Activité enzymatique	40
Conclusion	43
Références bibliographiques	a
Annex	i

Introduction générale

Introduction

Le sol est un milieu fragile et très 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**).

La qualité du sol est un indicateur important de la durabilité agricole et environnementale (**DORAN, 2002**). Il existe de nombreuses propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, et qui peuvent être utilisées comme indicateurs pour évaluer les effets des perturbations de l'écosystème par l'activité humaine sur la qualité du sol (**GREGORICH et al., 1994**).

La plupart des transformations d'intérêt agronomique dans le sol sont d'origine biochimique et se déroulent essentiellement en la présence d'êtres vivants et leurs enzymes. Le sol est le facteur de production le plus important pour les cultures et constitue en même temps le facteur le plus influencé par l'agriculteur. Pour un type de sol donné, des valeurs élevées de biomasse microbienne signifient que la fertilité biologique du sol est élevée et donc que les propriétés agronomiques du sol auront les meilleures chances d'être assurées (**FOTIO et al., 2009**).

La préservation et l'utilisation durable des communautés biologiques du sol représentent des défis majeurs dans le contexte agroécologique actuel. Toutefois, afin d'identifier les pratiques / systèmes agricoles qui correspondent à ces défis, des outils innovants doivent être développés pour établir un diagnostic de l'état biologique du sol (**HORRIGUE et al., 2016**).

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**SLAMA et al., 2005**). Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz (**BAJJI, 1999**).

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (**DJERMOUN, 2009**)

Les légumineuses proviennent en premier lieu de leur aptitude à la fixation symbiotique de l'azote. Environ 175 millions de tonnes d'azote atmosphérique sont fixés annuellement, alors que la quantité d'engrais azotés utilisée en agriculture est de 40 millions de tonnes par an (**LEVEQUE et MOUNOULOU, 2001**).

La luzerne (*Medicago sativa* L.) constitue la principale culture fourragère dans l'oasis Saharienne. Il s'agit d'une culture fourragère très bien adaptée au climat saharien et qui est très productive puisqu'elle peut produire dans des bonnes conditions jusqu'à 100 tonnes de vert par hectare (**CHAABENA, 2001**).

En Algérie, la superficie consacrée à la culture de la luzerne pérenne représente entre 0.37 et 0.71% de la superficie réservée aux cultures fourragères (**CHAABENA et al., 2006**).

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

Toutefois, des informations sur les indicateurs biologiques des sols arides sont faiblement documentées dans cette région. Les chercheurs qui ont étudié les activités biologiques des sols arides ont souligné leur faible teneur en matière organique (**MASSE, 2007**), en particulier leur taux d'azote organique très bas; une humification faible parce que sérieusement inhibé par une minéralisation intense (**OUASTANI, 2006 ; KARABI, 2010**).

La matière organique disparaît, donc, rapidement, et l'humus, patrimoine organique du sol, n'étant plus alimenté par la chaîne de décomposition des matières organiques, disparaît progressivement. Enfin, l'activité biologique est fortement réduite.

Les contraintes de la fertilité des sols cultivés sont encore mal connues dans les principales régions agricoles du pays et les informations existantes restent assez périphériques.

La réhabilitation de la fertilité de ces sols nécessite, donc, la prise en compte du compartiment microbien.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets de l'utilisation du sol (système de culture) sur les propriétés microbiologiques des sols des agriculteurs pour mieux connaître et gérer ces sols dans une perspective agronomique. Cette évaluation consiste en la détermination des indicateurs de la santé du sol parmi lesquels la densité bactérienne et fongique, la biomasse microbienne, et l'activité enzymatique du sol. Deux systèmes de cultures ont été étudiés à savoir la céréaliculture étant la colonne vertébrale de l'alimentation du tiers monde et la luzerne, une culture légumineuse fourragère spécialement destiné à l'alimentation du bétail, en comparaison avec un sol nu (non cultivé) n'ayant pas encore subi d'action anthropique au niveau de la région de Hassi Ben Abdallah (Ouargla).

Le présent travail de recherche est réparti en trois parties :

La première partie présente le cadre général de l'étude par des rappels bibliographiques sur les systèmes de cultures choisis et les microorganismes des sols arides : leur composition, l'influence du milieu aride sur le fonctionnement des microorganismes et leur importance dans le sol.

La deuxième partie présente l'étude expérimentale : présentation de la région d'étude, 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.

Première partie
Synthèse bibliographique

Chapitre I

**Généralités sur les sols
sahariens et les systèmes de
culture oasiens**

I.1. Quelques notions

I.1.1. Notion du système sol

Le sol, à l'échelle de la planète, est une très mince couche de terre recouvrant les roches émergées. Malgré cela, c'est un système complexe responsable de nombreuses fonctions naturelles, en interaction directe avec les autres compartiments de l'écosphère. Il est à la fois un support pour les êtres vivants, un réservoir de matières organiques et minérales, un régulateur des échanges et des flux dans l'écosystème, un lieu de transformation de la matière organique, et un système épurateur de substances toxiques (**GOBAT *et al.*, 2003**).

Le sol s'organise à différentes échelles. La couverture pédologique résulte de la distribution de différentes couches ou horizons, eux-mêmes formés de fragments ou d'agrégats provenant de l'action conjuguée des cycles géochimiques et de l'activité des organismes vivants du sol (**GOBAT *et al.*, 2003**).

La couverture pédologique terrestre a mis plusieurs millénaires à se former, à partir des roches. La fragmentation, l'altération, les déplacements des minéraux de la roche conduit à la formation de minéraux secondaires (altérites) qui vont se lier intimement avec les matières organiques d'origine végétale et animale. Ensuite, l'activité biologique fait le reste : concentration, migration, dissolution... elle est au cœur de la formation, de l'enrichissement et de l'évolution de sols (**BRUAND, 2009**).

I.1.2. Notion de zones arides

Les zones arides en général sont des écosystèmes caractérisés par un fort déficit des précipitations. D'après **MATHIEU(2009)**, l'aridité peut se définir comme un déficit pluviométrique essentiellement structurel par rapport aux besoins en eau pour le développement de la végétation potentielle correspondant aux conditions thermiques de latitude considérée. Elle est également liée à d'autres données climatiques spécifiques ; insolation forte, températures élevées, faible humidité de l'air et évapotranspiration poussée. Plus le déficit est grand, plus l'aridité est prononcée. **MIDDLETON et THOMAS (1997)**, distinguent quatre domaines d'aridité classés sur la base des valeurs du rapport P/ETP :

- Le domaine hyperaride ($P/ETP < 0,03$)
- Le domaine aride ($0,03 < P/ETP < 0,2$)
- Le domaine semi-aride ($0,2 < P/ETP < 0,5$)
- Le domaine sub-humide ($0,5 < P/ETP < 0,75$)

En Algérie, les zones arides représentent près de 95% du territoire national dont 80% dans le domaine hyper-aride (**HALITIM, 1988**).

I.1.3. Définition des sols des zones arides

Les zones arides sont des milieux naturels fragiles menacés par la désertification et la dégradation des sols (**YAHIA CHERIF et al., 2007**).

Les sols arides sont l'un des ordres de sols les plus répandues au monde, sont les plus caractérisés par leurs carences en eau (**MATHIEU, 2009**).

I.1.3.1. Caractérisation générales des sols des zones arides

Les sols du Sahara sont essentiellement des sols minéraux dans le sens ou, en dehors des oasis, la fraction organique y est très faible voire nulle. Sur les topographies élevées, les sols sont rocaillieux ou sableux (Hamada, regs, ergs). Dans les dépressions, la texture peut être fine, mais les sols sont salés (Sebkha et Chotts).

Évolution lente, faible teneur en matière organique, la teneur en MO de ces sols est souvent inférieure à 1% (**DAOUD et HALITIM, 1994**). Cette faible teneur résulte de la rareté de la végétation et de la faible biomasse.

Les régions arides sont le domaine privilégié de la pédogenèse des sels avec comme conséquence :

- Des sols en général peu fertiles, peu profonds, trop calcaires ou trop gypseux.
- salés, pauvres en matière organique, à structure défavorable.
- Un pH basique et une voie de salinisation neutre.
- Une sensibilité à la dégradation et à la désertification (**HALITIM, 1988**).

I.1.4. Notion du système de culture

Le système de culture peut se définir par une surface de terrains traitée de manière homogène par des cultures avec leur ordre de succession et par les itinéraires techniques qui leur sont appliqués (**GRAS, 1990**).

Selon **SEBILLOTTE (1990)**, un système de culture est l'ensemble des modalités techniques mises en œuvre sur des parcelles traitées de manière identique. Un système de culture est le résultat du choix de l'agriculteur, effectué en fonction des conditions naturelles, de la structure de l'exploitation, de son niveau technique et des possibilités du marché.

I.2. Principaux systèmes de culture dans la région de Ouargla

L'oasis de Ouargla est en effet la plus grande du Sahara algérien. C'est également une vaste région qui représente un potentiel centre économique et politique (**ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975**). Cette région, à l'instar de toutes ces régions sahariennes, se caractérise par un déficit alimentaire où la majorité des produits alimentaires sont importés ; d'où la nécessité du développement de l'agriculture saharienne, qui s'avère plus qu'indispensable pour assurer la sécurité alimentaire.

Dans la région de Ouargla l'agriculture est basée essentiellement sur la phœniciculture intercalée dans l'espace par un autre groupe de cultures grâce au microclimat favorable qu'offre la palmeraie (**BAOUIA, 1998**).

C'est un développement agricole qui s'impose comme action préliminaire à travers une identification des potentialités et de situer les contraintes du milieu.

L'espace agricole oasien se caractérise essentiellement par deux systèmes agricoles distincts :

- Un ancien système répandu dans les palmeraies traditionnelles.
- Un nouveau système fondé essentiellement sur l'émergence de système agricole inédit grâce à la loi 18/83 de l'APFA regroupant les périmètres de la mise en valeur et l'introduction d'une nouvelle technique d'irrigation (sous pivot).

I.2.1. La phœniciculture

Le système de culture dominant est la phœniciculture avec 62, 7 % des superficies affectées à cette spéculation en 2002. Ce taux sera sans doute appelé à une augmentation du fait de la priorité que lui accordent les pouvoirs publics et les agriculteurs dans la mise en valeur de nouvelles terres et de par la reconversion progressive constatée de certains systèmes de cultures (céréalières et maraîchers) vers le système phœnicicole (**BOUAMMAR ,2010**).

La région de Ouargla a connue une extension de palmier dattier depuis l'avènement de la mise en valeur (**DSA, 2002**).



Photo 01. La phœniciculture dans la région de Ouargla (source : vitamine.dz)

I.2.2. La céréaliculture

La céréaliculture était pratiquée depuis fort longtemps dans les oasis (sous palmier), mais destinée principalement à l'autoconsommation. Depuis l'avènement de la loi 83/18 portant accession à la propriété foncière agricole (APFA), de nouvelles exploitations céréalières dites modernes, de tailles assez importantes et utilisant la technique d'irrigation par centre pivot, ont été implantées au niveau principalement de la commune de HASSI MESSAOUD (Gassi Touil), HASSI BEN ABDELLAH et AIN BEIDA.

Deux facteurs ont principalement contribué à l'implantation de la céréaliculture hors palmeraie dans les régions sahariennes :

- l'existence de vastes superficies ayant un sous sol très riche en aquifères
- l'énorme soutien de viabilisation accordé par l'état pour une culture dite stratégique (**DADAMOUSA 2007**).



Photo2. La céréaliculture dans l'exploitation de Babziz de Hassi Ben Abdellah

I.2.3. Cultures fourragères

Essentiellement représentée par la luzerne et l'orge en vert qui occupent des superficies très réduite, généralement destinées à la satisfaction des besoins du cheptel de la petite exploitation familiale. Il faut souligner l'importance de la luzerne, qui même si elle est cultivée sur de faibles superficies au niveau des exploitations permet jusqu'à dix coupes par an et permet d'approvisionner le cheptel animal domestique et aussi une rentrée d'argent régulière pour les agriculteurs (BOUAMMAR ,2010).

La luzerne (*Medicago sativa.L*; Fabaceae) est l'une des légumineuses fourragères les plus répandues dans tous les continents et les plus nutritives. (TIDJANI et TOUNSI, 2005).



Photo3: La luzerne dans l'exploitation de Babziz de Hassi Ben Abdellah.

Chapitre II

Les microorganismes des

sols arides

II.1. Principaux groupes microbiens des sols arides

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 du sol (GOBAT *et al*, 2003).

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).

II.1.1. Les champignons

Sont des microorganismes non photosynthétiques, les champignons regroupent une grande variété d'organismes Eucaryotes qui sont divisés en sous-groupes en fonction de critères morphologiques (ROGER et GARCIA, 2001).

Les champignons semblent être plus résistants que les bactéries aux conditions d'aridité (BERTHELIN, 1999).

Les champignons du sol ou mycètes sont des levures, des champignons supérieurs et surtout des moisissures des genres *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Rhizoctonie*, *mucor*, *Trichoderma*... (SOLTNER, 2005).



A. *Aspergillus* (G : 40×10)



B. *Penicillium* (G : 40×10)

Figure 01. (A et B) Champignon du sol (source : MBL, 2013).

II.1.2. Les bactéries

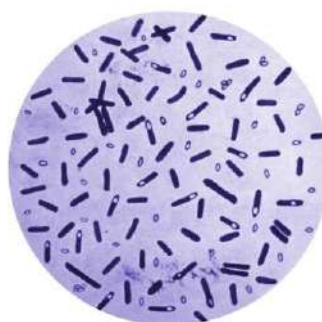
Forment tant au plan quantitatif qu'au plan fonctionnel le groupe majeur des microorganismes du sol (**MOREL, 1989**).

Les bactéries sont classées en bactéries autotrophes, 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**).



A. Azotobacter



B. Clostridium



C. Rhizobium

Figure 02. (A, B et C). Bactéries du sol (G : 40×10).

II.1.3. Les algues

Les algues sont photoautotrophes et sont surtout présentes sur la surface du sol ou en subsurface pour recevoir un minimum d'éclairage nécessaire pour la photosynthèse. Certaines sont hétérotrophes (Euglènes) peuvent vivre plus profondément. De nombreuses algues sont entourées d'une couche mucilagineuse abritant de nombreuses bactéries.

Elles sont de l'ordre de 5000 à 10000 cellules/g de sol (**MAIER *et al.*, 2000**). Quatre groupes majeurs sont retrouvés dans le sol, il s'agit des algues vertes, vert-jaune ou rouges et des cyanobactéries. Elles participent aux processus de formation de sol, certaines espèces ont la capacité de fixer l'azote (**WILD, 1993**).

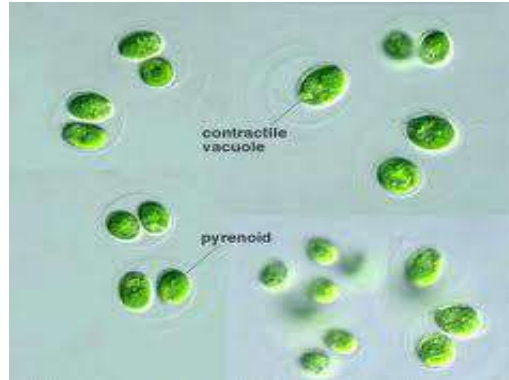


Photo 04:Algue du sol (G : 40×10)

II.1.4. Les actinomycètes

Les actinomycètes sont des microorganismes ubiquitaires que l'on rencontre sur tous les substrats naturels. La grande majorité est d'origine tellurique. Ils sont également retrouvés dans des biotopes particuliers tels que les déserts chauds, les glaciers, les sites pollués par des hydrocarbures ou par des métaux lourds et les grottes naturelles (**LECHEVALIER, 1981; MONCHEVA *et al.*, 2002; OKORO et BROWN *et al.*, 2009**).

Les actinomycètes jouent un rôle très important dans les phénomènes de biodégradation et de transformation de la matière organique. Ils peuvent dégrader les substances organiques non biodégradables par les champignons et les bactéries non-mycéliennes, tels que les polymères complexes, les polysaccharides, la chitine et les ligno-celluloses des plantes (**LECHEVALIER, 1981; GOODFELLOW et WILLIAMS, 1983; GOODFELLOW *et al.*, 1984**).

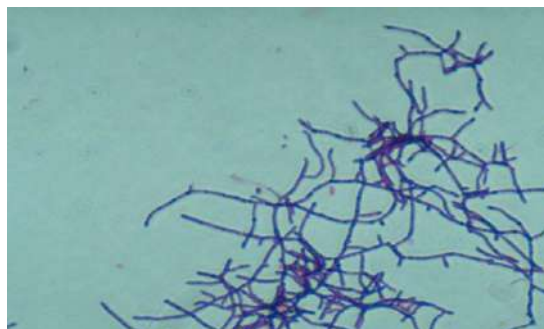


Photo 05. Observation microscopique des actinomycètes du sol

Deuxième partie

Partie expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

I.1. Présentation de la zone d'étude

La ville de Ouargla est située au Sud-est de l'Algérie, à une distance de 800 km d'Alger. Elle constitue la plus grande Oasis du Sahara algérienne. Ces coordonnées géographiques sont :

- Altitude : 157 m
- Latitude : 31°58' nord.
- Longitude : 5°20' est.

Le climat de Ouargla est un climat saharien à hiver doux, l'aridité du climat se présente par un déficit hydrique dû à la faiblesse des précipitations, l'évaporation intense, les fortes amplitudes thermiques et la grande luminosité.

Les sols de la cuvette de 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 région de Ouargla se caractérise par des sols légers à prédominance sableuse et à structure particulière. Ces sols sont caractérisés par un faible taux de matière organique, une forte salinité, un pH alcalin et une bonne aération. On trouve trois catégories de sols, les sols salsodiques dominants et les sols hydromorphes aux alentours des sebkhas et chotts ainsi que des sols minéraux bruts (**HALILAT, 1993**).

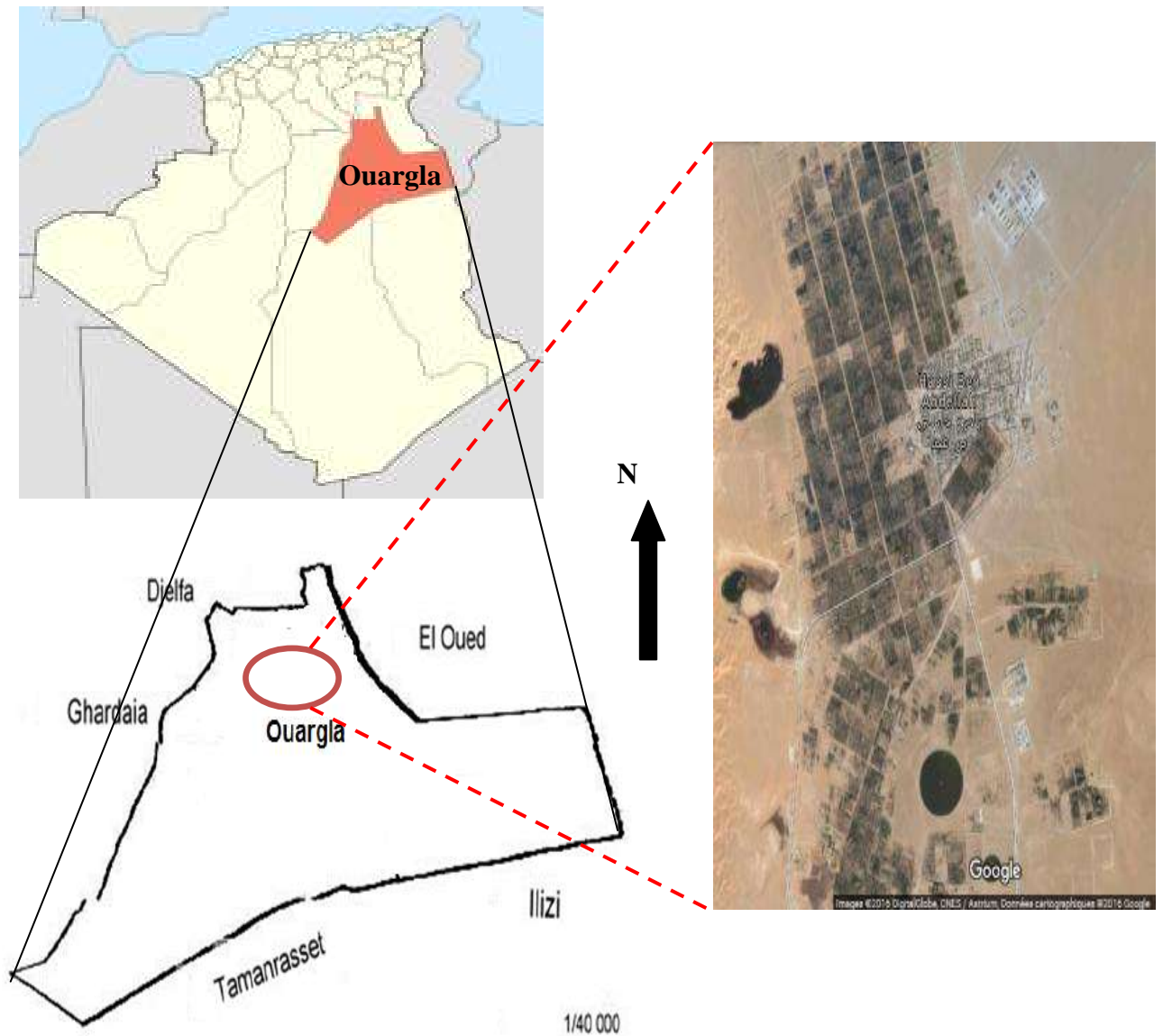


Figure 03. Présentation de la zone d'étude (Source : Google earth 2016).

I.2. Choix de la station d'étude

L'échantillonnage du sol a été réalisé au niveau de l'exploitation de Babziz située dans le périmètre agricole de Hassi Ben Abdellah (Ouargla).

Le choix de la station d'étude a été fait sur la base de l'intense activité agricole qui s'y déroule ainsi que par le fait que l'exploitation dispose d'une diversité de systèmes de culture existants dans la région entre autre ; la céréaliculture, la culture légumineuse et d'une extension de terrain non exploité (sol nu) (Figure 03).

Pour ce qui est de l'homogénéité du sol ; selon **HAMDI-AISSA et GIRARD (2000)**, il s'agit d'un pédo-paysage sableux à sable grossier et gravier, avec du calcaire.

La plantation est irriguée par des techniques d'aspersion pour le champ céréalier et par la technique d'irrigation localisée (goutte à goutte) pour la luzerne, l'apport régulier d'engrais organiques et de fertilisants chimiques.

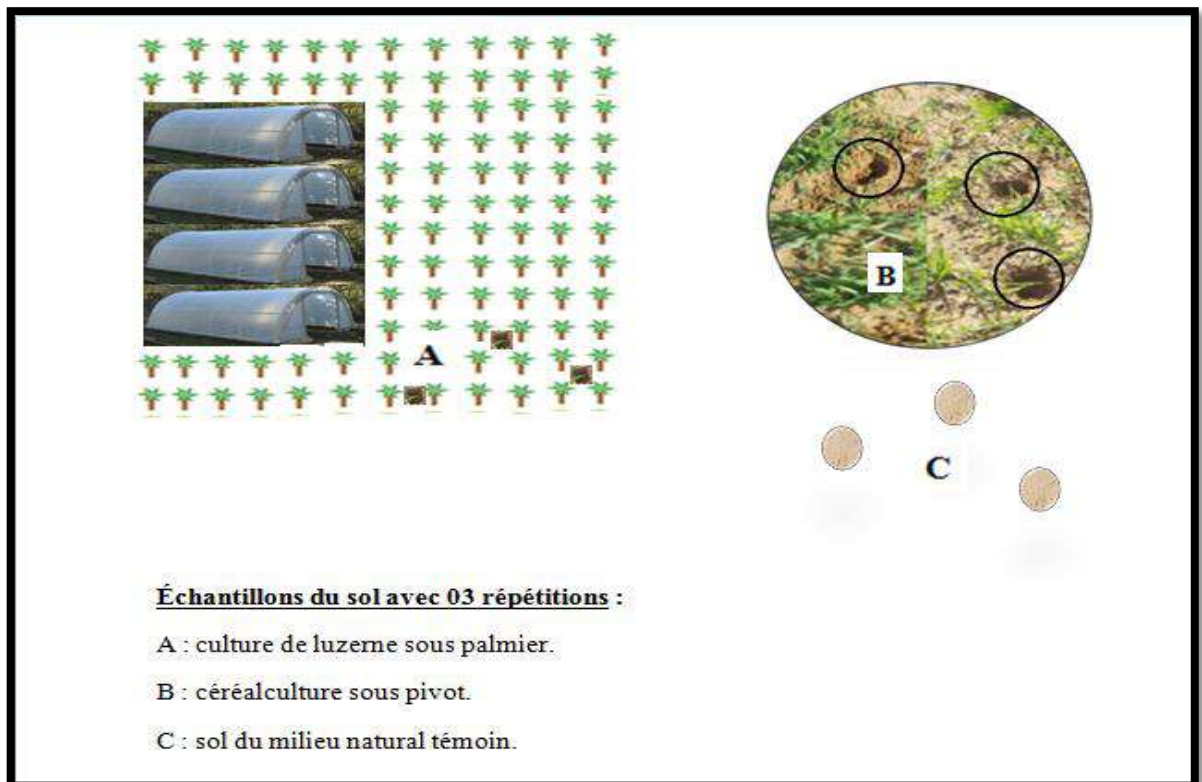


Figure 04. Plans d'échantillonnage du sol sous différents systèmes de culture au niveau de l'exploitation de Babziz à Hassi Benabdellah.

I. 3. Technique d'échantillonnage

I. 3.1. Période d'échantillonnage

D'après **POCHON (1954)**, les changements des conditions climatiques et les pratiques agricoles influencent grandement la variabilité de l'état microbiologique du sol. Pour ces raisons nous avons choisi un moment de référence indépendant des

perturbations liées aux pratiques culturales (fertilisation, semis, binage,...) et des aléas climatiques (par exemple une sécheresse marquée).

I.3.2. Prélèvement et conservation des échantillons

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 avons examiné le terrain du point de vue de son uniformité.

Nous avons effectué 3 prélèvements équipondérales aussi uniformes que possible pour chaque sol étudié afin d'obtenir un échantillon moyen représentatif. Les prélèvements ont été fait le 12/01/2016 et dans les mêmes conditions physiques (t° , humidité).

I.3.3. 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.

I.4. Conservation et transport 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 du sol doit être entouré de soins afin que les mesures biologiques 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 seront une nouvelle fois tamisés à 2mm.

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

I.5. Détermination du taux d'humidité

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

I.6. Les analyses physico-chimiques

I.6.1. L'humidité

C'est la quantité d'eau contenue dans un sol. Elle est mesurée par rapport à la quantité de terre sèche contenue dans ce sol, et exprimée en pourcent. La méthode consiste à sécher l'échantillon du sol à l'étuve à 105°C jusqu'à un poids constant, la différence du poids avant et après séchage correspond à la quantité d'eau (ITA, 1975).

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

I.6.2. La densité apparente

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

- On détermine le poids et le volume de cylindre (V en cm^3)
- Ce cylindre métallique est enfoncé verticalement et lentement dans le sol.
- On dégage la terre qui se trouve au tour du cylindre, on glisse à sa base une raclette pour éviter que la terre s'écroule du cylindre et afin d'avoir un résultat plus précis.
- On pèse le tout (cylindre+sol) puis on retire l'échantillon du cylindre, le poids du sol = poids de l'échantillon extrait du cylindre, on le sèche 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 suivante :

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

I.6.3. Granulométrie

La granulométrie est déterminée par tamisage humide, à travers une série de tamis à différents diamètres (1mm, 0,5mm, 0,2mm, 0,1mm et 0,05mm) (AUBERT, 1978).

I.6.4. Le pH

Sur une suspension de terre fine de rapport terre / eau de 1/5, est mesurée à l'aide d'un pH mètre (SOLTNER, 2005).

I.6.5. Le calcaire total

Le plus souvent cette valeur est déterminée par la méthode de calcimètre de Bernard, c'est-à-dire par mesure du volume de CO₂ dégagé par l'échantillon et attaqué par l'acide chlorhydrique (BAIZE, 2000).



Le volume du CO₂ dégagé est proportionnel à la quantité de carbonate de calcium existante dans l'échantillon analysé :

$$\text{Taux de CaCO}_3 \text{ en } \% = (\text{P}' \cdot \text{v}) / (\text{P} \cdot \text{V}) \times 100$$

- **P**: poids de l'échantillon (en gramme).
- **P'**: poids de CaCO₃.
- **V**: volume de CO₂ dégagé par l'échantillon.
- **v** : volume de CO₂ dégagé par CaCO₃

I.6.6. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique (CE) 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 à une température de 25°C (CLEMENT et FRANCOISE, 2009).

I.6.7. Dosage du carbone organique

Le carbone organique a été dosé par la méthode (Anne), qui consiste à oxyder la matière par un oxydant puissant (le bichromate de potassium) en milieu sulfurique, le bichromate doit être en excès. La quantité réduite est en principe proportionnelle à la teneur en carbone organique. L'excès de bichromate de potassium est titré par une solution de sel de Mohr en présence de diphénylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert (AUBERT, 1978).

Pour passer du taux de carbone au taux de matière organique total, on utilise le coefficient de multiplication **1,72**(BAISE, 2000).

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

I.6.8. Dosage de l'azote total

Le dosage sera fait par la méthode de KJELDAHL ; l'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal sous l'action de l'acide sulfurique concentré à l'ébullition qui agit comme oxydant et détenait la matière organique. Les substances organiques sont décomposées : le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacal, ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammonium.

Pour accentuer l'action oxydante de l'acide sulfurique, on augmente la température d'ébullition, en ajoutant du sulfate de cuivre et du sulfate de potassium qui jouent le rôle de catalyseur. La matière organique totalement oxydée, la solution contenant de sulfate d'ammonium est récupérée. On procède ainsi à un dosage de l'azote ammoniacal par distillation après l'avoir déplacé de sa combinaison par une solution de soude en excès.

Une fois doser le carbone et l'azote, on peut calculer le rapport C/N, qui indique le degré de l'évolution de la matière organique (BAISE, 2000).

I.7. Les analyses microbiologiques

I.7.1. La microflore tellurique

La microflore tellurique est principalement composée par les bactéries dont les actinomycètes, les champignons, les algues. Les bactéries et les champignons sont les microorganismes les plus dominants (**HOORMAN et ISLAM, 2010**).

I.7.2. Techniques d'étude et de dénombrement de la microflore tellurique

L'état du sol peut être dressé par l'analyse de l'état des divers groupes des Microorganismes : bactéries, actinomycètes, champignons, algues.

Le nombre des microorganismes du sol peut être déterminé par différentes méthodes (microscopique, ensemencement sur milieux nutritifs...).

La microflore du sol est caractérisée par le nombre des groupes séparés de la population microbienne du sol ; cependant, l'analyse de l'état des différents microorganismes dans le sol à une grande importance.

La technique utilisée pour la numération des germes telluriques comprend plusieurs étapes allant de la préparation des suspension- dilutions (Annexe 01) 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.

I.7.3. Préparation des suspensions dilutions

Soit 9 tubes :

9 ml d'H₂O Distillée stérile

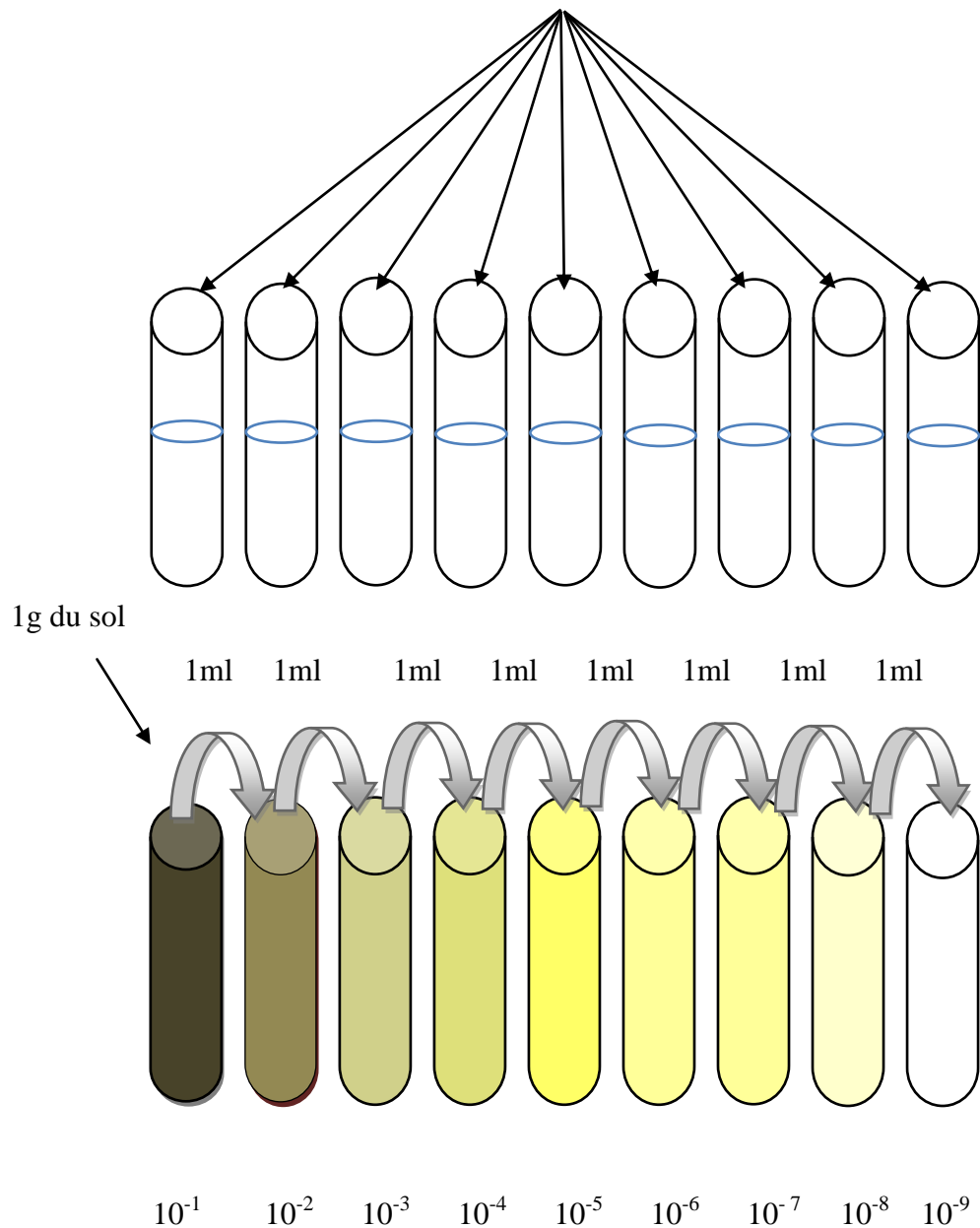


Figure 05. Préparation des suspensions dilutions du sol.

Les dilutions ainsi préparées doivent être utilisées immédiatement pour les ensemencements, ceux peuvent être faits sur milieux favorables soit solides ou liquides qu'ils doivent satisfaire les exigences nutritives du microorganisme étudié (bactéries, champignons).

I.7.3.1. Dénombrement de la microflore bactérienne

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 01). Il présente l'avantage d'être pas trop riche en éléments nutritifs et n'entraîne pas un développement exagéré des colonies (OUSTANI, 2006).

Les bactéries sont cultivées sur milieu solide etensemencées avec des dilutions allant de 10^{-1} jusqu'à 10^{-8} . La lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 24 heures par utilisation de compteur de colonies.

I.7.3.2. Dénombrement de la microflore fongique

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 spécifique (PDA), etensemencés avec des suspensions dilutions du sol à raison de 3 gouttes de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-9}) 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 7^{ème} jour d'incubation (28°C).

I.8. Biomasse microbienne par fumigation-extraction

La biomasse microbienne est déterminée par la méthode de fumigation/extraction (VANCE *et al.*, 1987). L'exposition de la biomasse microbienne du sol à une atmosphère uniquement composée de chloroforme gazeux provoque sa mort par lyse cellulaire.

Après extraction des vapeurs de chloroforme, le carbone est extrait avec du sulfate de potassium. Le carbone dissous d'un sol témoin non fumigé est extrait de la même manière.

Les extraits de sol sont filtrés et le carbone organique des extraits est analysé en utilisant un analyseur élémentaire de carbone. Le carbone microbien est déterminé par

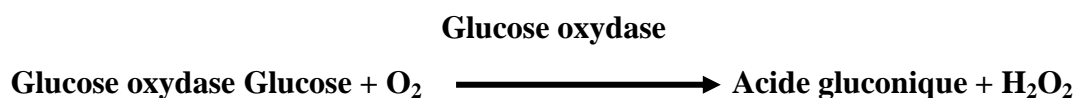
comparaison entre la quantité en carbone extraite d'un échantillon de sol fumigé et celle extraite du même échantillon de sol non fumigé.

I.9. Evaluation de l'activité enzymatique du sol

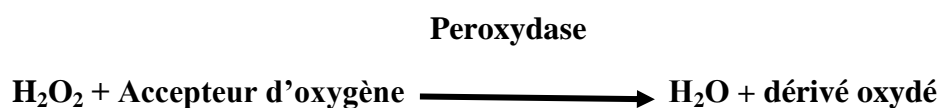
Les enzymes du sol sont constamment synthétisées, accumulés, inactivés, et le sol. Elles jouent, donc, un rôle important dans la catalyse de nombreuses réactions importantes nécessaires pour les processus de vie des micro-organismes dans le système sol, la stabilisation de la structure du sol, la décomposition des matériaux polymères (par exemple, la cellulose, la chitine, et les protéines), la formation de la matière organique, et dans les cycles nutritifs (TRASAR-CEPEDA *et al.*, 2007 ; NANNIPIERI *et al.*, 2002 in YAN *et al.*, 2010).

- La β -glucosidase est une enzyme bien étudiée de la famille elle est importante dans le cycle du carbone (YAN *et al.*, 2010).
- Les β -glucosidases ont produits par une variété d'organismes (plantes, animaux, champignons et bactéries) (ESEN, 1993 in KNIGHT et DICK, 2004).
- La β -glucosidase est une enzyme oxydo-réductase qui catalyse l'oxydation du glucose en peroxyde d'hydrogène et en acide gluconique.

Le dosage du glucose se fait par une méthode enzymatique colorimétrique. Le glucose est oxydé par l'oxygène dissous en acide gluconique. La réaction est catalysée par le glucose oxydase.



Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) formé est dosé par une réaction enzymatique indicatrice. L' H_2O_2 oxyde un accepteur d'oxygène (incolore sous sa forme réduite) en un dérivé oxydé (coloré). La réaction est catalysée par une peroxydase (réaction ci-dessous). Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) formé est dosé par une réaction enzymatique indicatrice. L' H_2O_2 oxyde un accepteur d'oxygène (incolore sous sa forme réduite) en un dérivé oxydé (coloré). La réaction est catalysée par une peroxydase (réaction ci-dessous).



Chapitre II

Résultats et Discussion

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

Les caractéristiques physico-chimiques des 02 types de sol issus des systèmes de cultures (céréaliculture, culture fourragère) et du sol témoin (non cultivé) de la couche superficielle (0-20 cm) sont représentées dans le Tableau 01:

Tableau 01. Caractéristiques physico-chimiques des trois sols.

paramètres	Sol de céréaliculture	Sol de légumineuse	Sol témoin
	SL	SL	SL
Classe texturale	1.8	1.6	1.5
Densité apparente (g/cm ³)	9.33	11.06	4.43
Humidité du sol (%)	6	6.36	4.84
Calcaire total (%)	3.1	2.6	0.7
Salinité globale CE à 25° (dS /m) 1/5	8.61	8.29	8.96
Réaction du sol (pH)	20.59	20.78	20.62
Température du sol (°C)	0.28	0.34	0.18
Caractéristiques biochimiques	0.21	0.36	0.1
C.org(%)	0.48	0.58	0.30
N(%)	1.33	0.94	1.8
MO(%)			
C/N			

Les résultats obtenus (Tableaux 01) indiquent que les propriétés physiques et chimiques des sols cultivés diffèrent de ceux du sol non mis en culture. La mise en culture des sols a entraîné une substantielle augmentation de l'humidité du sol en comparaison au sol non cultivé, et a significativement stimulé la CE et le C organique.

Ainsi, l'examen des caractéristiques physico-chimiques des trois sols montre que nos sols présentent une similitude texturale (classe texturale de type sablo-limoneuse) avec la dominance de la fraction sable grossier.

En ce qui concerne la densité apparente (D_a), selon **BRADY *et al.*, (2002)**, les horizons A des sols cultivés ont normalement une D_a variant entre 0,9 et 1,8 g.cm^{-3} . Les valeurs inférieures à cette gamme caractérisent les couches organiques ou des cendres volcaniques. Les densités apparentes des trois sols étudiés se situent dans la gamme citée (**Tableau 01**). D'après **MBONIGABA *et al.*, (2009)**, la perméabilité et la capacité de rétention en eau des sols soient en grande partie liées à la texture, les pratiques culturales (les labours mécanisés, les apports ou pertes en matière organique, etc...).

Par ailleurs, la conductivité électrique du sol cultivé par la luzerne est de l'ordre de 2.6 (ds/m) Sol salé, et celle du sol cultivé par le blé est de l'ordre de 3.1 (ds/m). Cela nous a conduit à classer le sol cultivé par le blé parmi les sols très salés et le sol cultivé par la luzerne parmi les sols salés selon et (**LE CLECH, 2000**) (Annexe 4). 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.

La valeur de la conductivité électrique faible du sol nu est d'ordre 0.7 (ds/m) par rapport aux sols cultivés est due du fait que ce sol n'est pas irrigué. En effet, la salure des eaux d'irrigation augmente la teneur en sels dans le sol (salinisation secondaire).

En dehors de la salinisation naturelle, la salinisation secondaire se produit fréquemment comme une conséquence de la surproduction et de l'irrigation causée par une mauvaise gestion des installations d'irrigation, mauvais drainage interne et qualité médiocre de l'eau d'irrigation (**LIANG *et al.*, 2005**).

Le pH est supérieur à 8. Il est de l'ordre de 8.6 et 8.29 et 8.96 pour le sol cultivé par le blé et le sol cultivé par la luzerne et sol nu respectivement. D'après les classe de pH de l'extrait 1/5 nos sols sont généralement alcalins (**DAOUD et HALITIM, 1994**).

Un taux d'humidité élevé dans les sols cultivés par rapport au sol nu. dû essentiellement à l'irrigation (fréquence ou dose), et teneur en eau faible peut s'expliquer d'une part par : l'aridité du climat (le taux d'évaporation est supérieur à celui des précipitations), d'autre part, la capacité de rétention en eau de ce sol est faible, et la texture contenant un faible pourcentage d'argile. La faiblesse de celui-ci diminue la capacité de stockage de l'eau qui s'infiltrerait rapidement vers le sous-sol.

Les teneurs en calcaire sont de l'ordre de 6.36%, 6%, 4.84% pour le sol cultivé par la luzerne et le sol cultivé par le blé et sol nu respectivement. Ces sols sont donc peu calcaires à modérément calcaires (**BAISE, 2000**) (Annexe 4).

II.2. Résultats des analyses biochimiques

En ce qui concerne les caractéristiques biochimiques le taux de carbone est faible pour les trois sols (0.34% .0.28%,0.18%) pour le sol cultivé par la luzerne et le sol cultivé par le blé et sol nu respectivement. Ce taux est inférieur à 1%. Selon **DUCHAUFOR (1984)** ce sol est pauvre en matière organique.

La MO ne dépasse pas 1 % (**Tableau 01**) dans les zones arides dû à la texture du sol et la faible couverture végétale.

La carence en azote dans les deux sols cultivés par le blé et le sol nu est particulièrement nette de l'ordre de 0.21%, 0.1 % respectivement, ce qui indique que ces sols sont très pauvres (**HENIN, 1969**) (Annexe 4) ; par ailleurs, le sol cultivé par la luzerne est classé parmi les sols pauvres 0.36% (Annexe 4). Ceci est dû à la réduction de l'apport de matière organique 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 ce 0.94% ,1.33% taux est inférieur à 8% ce ci traduit la faiblesse des deux éléments les plus importants et une tendance à une minéralisation trop rapide, perte d'éléments fertilisants. (HENIN, 1969) (Annexe 4).

II.3. Résultats des analyses microbiologiques

Le statut microbiologique d'un sol, paramètre essentiel à sa fertilité, est apprécié le plus souvent de manière globale par les densités bactériennes et fongiques, les biomasses microbiennes C, N, complétées par le rendement microbien et l'évaluation de l'activité enzymatique du sol.

II.3.1. Densité microbienne

Dans le cas de cette étude, les valeurs de la densité bactérienne, et la densité fongique des sols cultivés ont été significativement élevées par comparaison à celles du sol non cultivé (Tableau 02).

Tableau 02: Dénombrement des microorganismes dans les sols étudiés.

Germes UFC.g.s.s⁻¹	Sol de céréaliculture	Sol de légumineuse	Sol témoin
Bactéries	83.6 x 10 ⁶	131,56 x 10 ⁶	0.22 x 10 ⁶
Champignons	5.5 x 10 ⁵	19.04 x 10 ⁵	50.96 x 10 ³

À partir des résultats représentés dans le (Tableau 02) il ressort qu'au point de vue densité par rapport aux trois types de sol, le nombre de microorganismes est élevé en sol cultivé par la légumineuse (luzerne) par rapport au sol cultivé par la céréale (blé) et sol nu.

L'augmentation de la densité microbienne dans le sol cultivé par la luzerne est due certainement aux taux d'humidité, de MO légèrement élevé, et à la salinité qui est moins

importante par rapport aux sol cultivé par une céréale et le sol nu, ce qui stimule la multiplication des germes microbiens (champignons et bactéries).

Selon **ZOMBRE (2006)**, et de point de vue nutritionnel, montre que les sols nus sont beaucoup moins riches en microorganismes que les sols sous végétation et aux sols cultivés. En effet, le nombre et l'activité des microorganismes dépendent essentiellement de l'énergie qui peut être libéré à la suite de la décomposition de la matière organique (**BOULARD et MOREAU, 1962**).

Selon **ALI-HAIMOUD (1980)**, le sol sous végétation est beaucoup plus riche en microorganismes qu'un sol nu. Divers chercheurs ont signalé que les populations microbiennes ont une densité dix fois plus grande dans la rhizosphère que dans un sol dépourvu de racines. A proximité de la rhizosphère, les microorganismes sont stimulés par la fixation d'azote atmosphérique (la culture de luzerne) et les apports de carbone et d'énergie d'origine végétale et par les composés sécrétés par les racines (**CLARCK, 1969 in BATRA et al., 1997**).

a) Microflore bactérienne

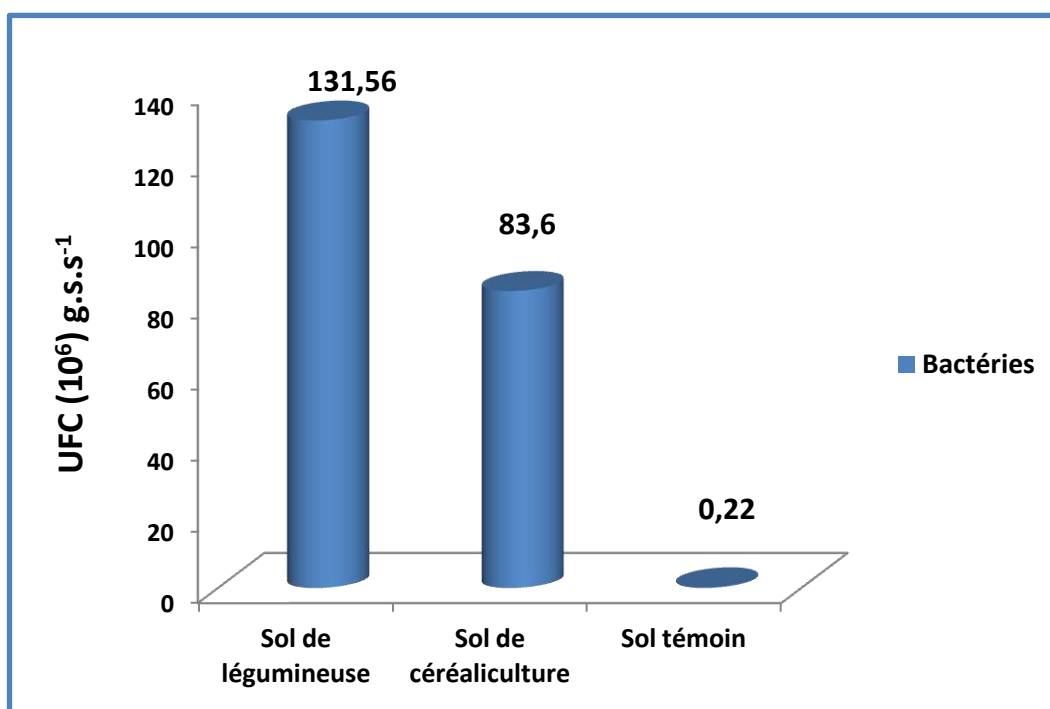


Figure 06. Représentation de la densité bactérienne dans les sols étudiés exprimée en $UFC.g.s.s^{-1}$

D'après nos résultats nous remarquons que les bactéries sont les microorganismes les plus dominants dans nos trois 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**).

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**).

D'après **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.

En ce qui concerne la densité de la microflore bactérienne dans les deux sols, nous avons enregistré des valeurs relativement pas trop loin avec une légère prédominance pour le sol cultivé par la luzerne (Figure 06). Ainsi nous avons enregistré les valeurs de $131,56 \times 10^6$ et $83,6 \times 10^6$ UFC g.s.s⁻¹ dans le sol occupé par la luzerne et le sol occupé par le blé respectivement.

Selon **DUCHAUFOR (2001)**, les bactéries sont surtout abondantes autour des racines de certaines plantes (graminées, légumineuses) au sein de la rhizosphère.

Bien que, les résultats obtenus montrent une faible densité microbienne dans le sol nu par rapport aux sols cultivés, une densité microbienne a été enregistrée pour les deux grands groupes des microorganismes dans le sol nu (**Tableau 02**).

L'abondance des bactéries, est quant à elle liée à la teneur en Carbone organique. Les bactéries sont favorisées par le système racinaire du couvert végétal et la concentration du carbone dans l'horizon de surface.

b) Champignon

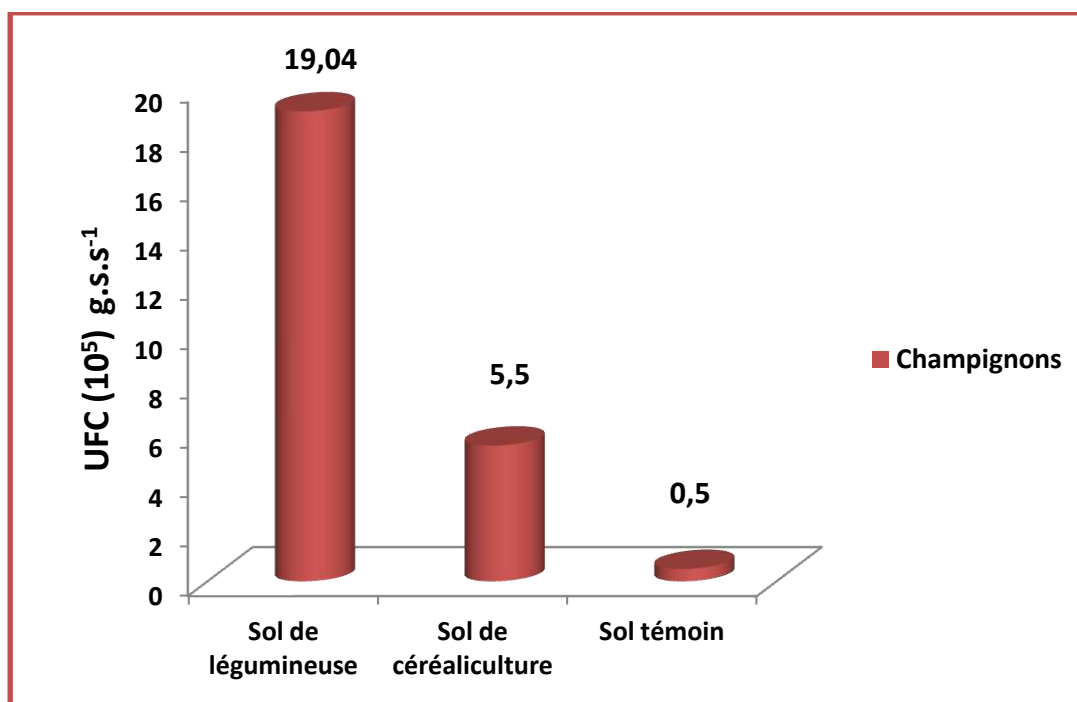


Figure 07. Représentation de la densité fongique dans les sols étudiés exprimée en UFC.g.s.s⁻¹.

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, 19.04×10^5 et 5.5×10^5 UFC.g.s.s⁻¹ respectivement.

Nous avons constaté, comme il a été cité plus haut, que la densité des champignons est moins importante que des bactéries dans les trois sols. Ceci peut être expliqué 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 trois sols explique la faible densité des champignons par rapport aux bactéries.

La densité de la microflore fongique que nous avons enregistrée, quand même, dans le sol nu montre une forte adaptation des champignons du sol aux conditions de sécheresse extrêmes attribuée à leur faculté de produire des spores 50.96×10^3 UFC.g.s.s⁻¹.

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**).

Quant à la sensibilité à la salinité, on admet que les microorganismes les plus sensibles sont les champignons. Ainsi nous avons enregistré une densité fongique dans le sol sous céréale moins importante que celle dans le sol sous luzerne (**Tableau 02**). Toutefois, il faut signaler que cette règle souffre de très nombreuses exceptions ; on connaît des champignons appartenant aux genres *Penicillium* et *Aspergillus* résistant bien à des teneurs élevées en NaCl (10 à 20%), de sorte que la salinité ne joue pas toujours un rôle déterminant dans la distribution de la microflore fongique (**DOMMERGUES et MANGENOT, 1970**).

La densité des champignons dans le sol cultivé est supérieure à celle dans le sol nu. En effet, la répartition et le nombre des champignons dans le sol sont affectés par nombreux facteurs du milieu, tels que : la teneur du sol en matière organique au dépend de laquelle vivent ces microorganismes hétérotrophes, donc la pauvreté de nos sol en matière organique explique la faible densité des champignons surtout au niveau du sol non cultivé. L'humidité peut également diminuer le nombre des champignons dans le sol en réduisant leur activité.

II.4. C_{microbien} et N_{microbien}

La biomasse microbienne est un indicateur utile de l'amélioration ou de la dégradation des sols (**ROS et al., 2003 ; GIL- SOTRES et al., 2005**). Elle est aussi considérée comme une partie de la matière organique du sol (**SMITH et al., 1990**). Les paramètres les plus utilisés pour estimer la biomasse microbienne sont les C et N microbiens (**JOERGENSON, 1995 ; DAVET, 1996**).

Les résultats obtenus pour le C_{microbien} et le N_{microbien}, ont montré que ces valeurs ont diversement varié selon le système de culture (**Tableau 03**).

Le faible niveau du C_{microbien} enregistré dans le sol sous céréale et le sol nu par rapport au sol sous luzerne, est dû à la faible teneur en carbone organique (**ILSTEDT et al., 2005**).

La taille du compartiment « biomasse microbienne » est directement fonction du carbone disponible pour satisfaire les besoins énergétiques des microorganismes (carbone du sol, plus ou moins biodégradable, et surtout carbone des « entrées » par les végétaux : résidus de culture (**CHAUSSOD *et al.*, 1992**).

Quant à l'effet de l'humidité, **GUNAPALA et SCOW (1998)** ; **GEISSELER et HORWATH (2009)** ont trouvé une corrélation positive et significative entre l'humidité du sol et de la taille de la biomasse microbienne dans différents systèmes de culture. Cette constatation est en concordance parfaite avec nos résultats.

En ce qui concerne le $N_{\text{microbien}}$, il varie de 1.12, 4.48, 13.88 (**mg N.kg⁻¹ de sol sec**) selon l'ordre sol nu < sol céréale < sol luzerne.

D'après **SCHINNER *et al.* (1995) in MBONIGABA *et al.*, (2009)**, entre 2 et 6 % de l'azote du sol se trouve immobilisé dans les tissus des cellules microbiennes vivantes.

Cet azote immobilisé par les micro-organismes peut cependant être reminéralisé et devenir rapidement disponible pour les plantes car, selon **SMITH *et al.* (1990)**, la transformation de $N_{\text{microbien}}$ se fait 10 fois plus rapidement que celui immobilisé dans les résidus des plantes. Pour cela, une population microbienne plus active est nécessaire pour la synchronisation de la libération des éléments contenus dans la matière organique du sol (**TU *et al.*, 2006**).

Les valeurs obtenues pour $N_{\text{microbien}}$ (**Tableau 03**) montrent que l'immobilisation biologique est faible dans sol de céréaliculture et le sol nu. Il est connu que les micro-organismes peuvent se montrer compétitifs vis-à-vis des plantes pour ce qui est de l'azote assimilable dans le sol. Cependant le sol de légumineuse à des valeurs plus ou moins acceptables par rapport aux autres sols. Ceci est peut être dû à la teneur de l'azote à la fixation de l'azote atmosphérique par la luzerne qui a un bon potentiel de fixation d'azote.

Tableau 03. Résultats biomasse microbienne.

	$C_{\text{microbien}}$ (mg C.Kg ⁻¹ de sol sec)	$N_{\text{microbien}}$ (mg N.kg ⁻¹ de sol sec)
Sol de légumineuse	136.61	13.88
Sol de céréaliculture	96.14	4.48
Sol témoin	32.65	1.12

➤ **Rendement microbien**

La mesure de la biomasse (BM) peut servir à calculer d'autres indicateurs comme le rendement microbien, défini comme le rapport $C_{\text{microbien}} / C_{\text{organique}}$ et exprimé en %. C'est le pourcentage de biomasse microbienne par rapport à la quantité globale de carbone du sol. Plus cette valeur est forte et plus l'environnement physico-chimique et la qualité de la matière organique sont favorables à la production de biomasse microbienne. En ce sens on peut parler d'indicateur d'efficacité de la matière organique à produire de la biomasse microbienne (CHAUSSOD *et al.*, 1999).

La fraction vivante microscopique d'un sol a un taux de renouvellement important.

Cependant le rendement microbien (C microbien/C organique) varie de 1 à 5 % de la matière organique du sol (SMITH et PAUL, 1990). Les valeurs du rendement microbien obtenues dans cette étude ont varié diversement selon les systèmes de cultures. Le sol sous luzerne a eu un rendement microbien de l'ordre de 4,01 %, suivi par le sol sous céréale (3.43 %), cependant le sol nu a fourni un rendement microbien faible (1.81 %). Des rendements microbiens beaucoup plus faibles ont été enregistrés pour des sols acides dans l'ouest du Cameroun (0.80% à 1.60%). Ces faibles rendements sont justifiés par un environnement physique défavorable à la vie microbienne (drainage insuffisant, tassement, labour excessif et en profondeur) ou un environnement chimique défavorable à la vie microbienne (pH acide, toxicité des produits agrochimiques et en particulier des herbicides) ce qui n'est pas le cas dans la présente étude.

Le rapport $N_{\text{microbien}} / N_{\text{total}}$, comme d'ailleurs $C_{\text{microbien}} / C_{\text{organique}}$, est un indicateur permettant d'estimer la dynamique de la matière organique dans les sols (**FLIEBBACH *et al.*, 2007**).

Le rapport $N_{\text{microbien}} / N_{\text{total}}$ varie de 0,38 à 0,11 % selon l'ordre sol luzerne > sol céréale > sol nu (**Tableau 01**).

II.5. L'activité enzymatique

L'activité des enzymes du sol est cruciale pour la disponibilité des nutriments, la décomposition de la matière organique et la santé du sol (**JOHANSSON *et al.*, 2000**).

La β -glucosidase est une importante enzyme du sol catalysant l'hydrolyse et la décomposition biologique de divers substrats β -glucosides de la matière organique (**MARTINEZ et TABATABAI, 1997**) dont la sensibilité à la gestion du sol (labour, système cultural, utilisation de fertilisant et de pesticides, rotation, etc.) et aux variations de pH en font un excellent indicateur de la santé du sol (**ACOSTA-MARTINEZ et TABATABAI, 2000**).

L'activité de la β -glucosidase a été stimulée dans les deux sols cultivés comparativement à celui non encore mis en culture et a varié d'un sol à un autre (**Figure 08**).

L'activité la plus importante a été relevée dans le sol des parcelles de luzerne. Ainsi, les valeurs obtenues pour l'activité de la β -glucosidase sont comprises entre 0,137 - 0,376 μg de glucose.g⁻¹ de sol sec (**Tableau 04**). L'amplitude des réactions obtenues pour ce paramètre suit la teneur en matière organique dans les trois sols dans l'ordre légumineuse > céréaliculture > sol nu.

Selon **YAN *et al.*, (2010)**, la teneur en carbone d'un sol est significativement corrélée à l'activité enzymatique β -glucosidase, puisque l'enzyme joue un rôle dans la décomposition de la cellulose et est produite par des bactéries et des champignons.

L'activité β -glucosidase est forte dans le sol luzerne par rapport au sol céréale et est presque nulle dans le sol nu. Ceci peut être attribué au $C_{\text{microbien}}$ élevé en raison de la teneur en matière organique susceptible de promouvoir la croissance et l'activité des micro-organismes. Les résultats obtenus montrent que cette activité est effectivement corrélée positivement avec le rapport $C_{\text{microbien}}$.

En effet, les oxydoréductases (*par exemple la β -glucosidase*) agissent sur le processus de base de la décomposition de la matière organique du sol, ce qui leur confère une forte relation avec la quantité et la qualité de celle-ci. Particulièrement, la β -glucosidase est une enzyme intracellulaire qui est impliquée dans le métabolisme oxydoréductase des micro-organismes. Étant donné qu'elle agit uniquement dans les cellules vivantes, son activité dépend de l'état métabolique de la biomasse microbienne du sol (MBONIGABA *et al.*, 2009).

Tableau 04. Activité enzymatique (bêta-glucosidase) des sols échantillonnés exprimée en μg de glucose /g de sol sec.

	Sol de légumineuses	Sol de céréalicultures	Sol témoin
Taux de β -glucosidase	0,376	0,301	0,137

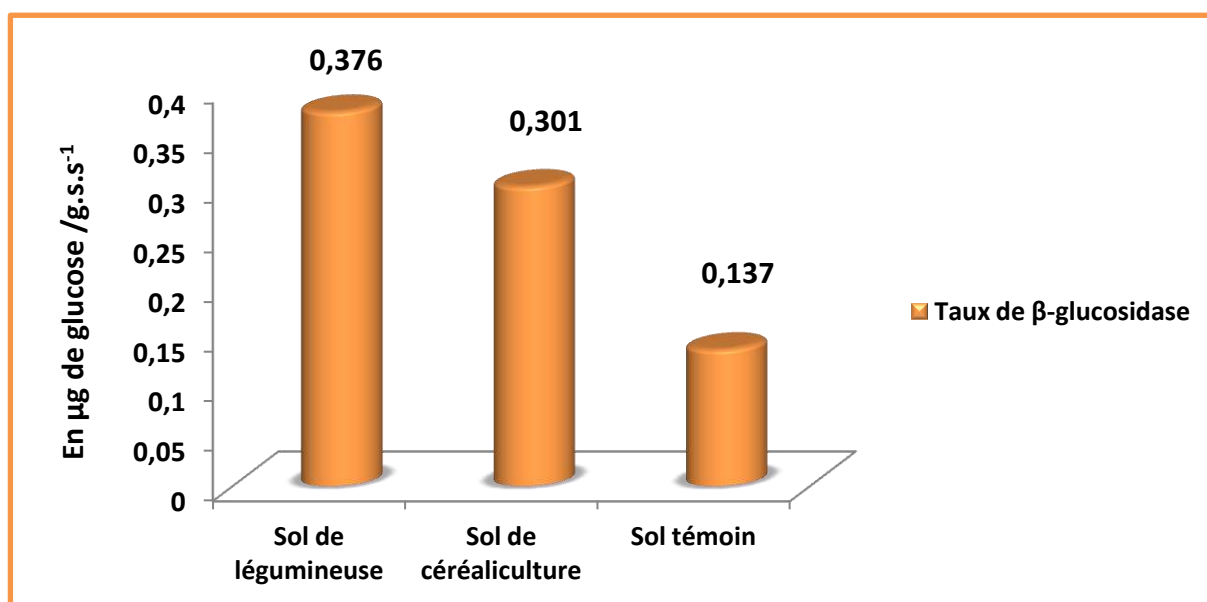


Figure 08. Représentation de l'activité enzymatique de la β -glucosidase dans les sols étudiés.

Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de deux systèmes culturaux (la culture légumineuse et céréaliculture) dans la région de Hassi Ben Abdallah (Ouargla), sur quelques paramètres microbiologiques (densités bactériennes et fongiques, $C_{\text{microbien}}$, $N_{\text{microbien}}$ et activité enzymatique) en les comparant avec un sol nu.

Les principaux résultats obtenus indiquent que :

- La valeur de la conductivité électrique varie entre 0.7 (ds/m) et 3.1 (ds/m).
- Le pH est supérieur à 8, varie entre 8.29 et 8.96.
- Les teneurs en calcaire varient entre 4.84% ,6%.
- le taux de matière organique est très faible varie entre 0.58% à 0.24%.
- Le rapport C/N, est faible en sols cultivés qu'en sol nu.

D'après les résultats obtenus des dénombrements microbiologiques, nous avons constaté que le plus grand nombre est celui des bactéries suivi par les champignons. Nous concluons que les bactéries ont la capacité d'adaptation et une bonne multiplication dans tous les sols étudiés.

Quant à la biomasse microbienne représentée par le $N_{\text{microbien}}$ et le $C_{\text{microbien}}$, les différences entre les sols cultivés et le sol nu apparaissent considérables, allant du simple au triple voire quadruple et sont surtout rapportées à la teneur en carbone ou en azote total du sol. Ainsi nous avons enregistré les valeurs suivantes pour le $C_{\text{microbien}}$ qui est de l'ordre de 136.61 ,96.14, 32.65 (mg C.Kg⁻¹ de sol sec), et pour le $N_{\text{microbien}}$ qui est de l'ordre de 13.88, 4.48, 1.12 (mg N.kg⁻¹ de sol sec) pour le sol légumineuse, céréaliculture et sol nu respectivement avec une prédominance pour les valeurs relatives au sol sous légumineuse.

A propos de l'activité enzymatique, les valeurs enregistrées pour l'activité de la β -glucosidase sont comprises entre 0.376 et 0,301 ,0,137 μg de glucose g⁻¹ de sol sec dans le sol sous luzerne, le sol sous céréale et le sol nu respectivement. L'amplitude des réactions obtenues pour ce paramètre suit la teneur en matière organique dans les trois sols dans l'ordre sol luzerne>sol céréale > sol nu.

D'une manière générale, l'activité microbienne au niveau des trois types de sol cultivé par la luzerne et par le blé sol nu est faible. La nécessité d'apporter des amendements organiques est indispensable pour la gestion de la fertilité du sol vis-à-vis l'amélioration des activités et des performances microbiologiques.

Enfin, ce travail est considéré comme préliminaire pour mettre en évidence, d'une part les conditions expérimentales in situ au sein des systèmes agricoles et d'autre part, les indicateurs biologiques du sol. La microbiologie des sols arides est un domaine de recherche qui doit impérativement se développer dans nos régions d'étude pour acquérir un caractère opérationnel en matière de gestion des sols, et mieux connaître les traits essentiels de l'écologie microbienne, en interaction avec les systèmes de culture, pour mieux gérer le fonctionnement du sol, en particulier prévoir et anticiper ces évolutions plutôt que les subir.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- AUBERT G., 1978.** Méthodes d'analyses des sols. C.R.D.P., Marseille, 191 p.
- BAISE D., 2000.** Guide Des Analyses En Pédologie. INRA, Edit : Paris, 257 P.
- BAJJI M., 1999.** Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés *In vitro*. Thèse de doctorat. Univ. Louvain.
- BAOUIA A., 1998.** La Nouvelle exploitation Agricole Oasienne face aux changements de l'environnement économique. Mémoire de fin d'étude, d'ingénieur INFSAS, Ouargla 59p.
- BOUAMMAR B., 2010.** Le développement agricole dans les régions Sahariennes. Étude de cas de la région de Ouargla et de la région de Biskra. Thèse de doctorat, université Kasdi Merbah Ouargla (Algérie), 293p.
- BOULLARD B., MOREAU J., 1962.** Sol, Microflore et Végétation. Edit ; Masson ; Paris, 289p.
- BRUAND A., 2009.** Qu'est ce que le sol, pp. 12-17 in STENGEL P., BRUCKLER L. , BALESDENT J., 2009. Le Sol, Dossier INRA, Edition Quae, Versailles, 180 p
- CALVET R., 2000.** Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition France Agricole. Paris (France), 83-90.
- CHAABENA A., 2001.** Situation des cultures fourragères dans le sud-est septentrionale du Sahara algérien et caractérisation de quelques variétés introduites et population sahariennes de la luzerne cultivée, Mém, Magis, Agro, INA EL Harrach, 141p.
- CHAABENA A., ABDELGUERFI A., EDDOUD A., CHEHMA A., BABAHANI S., BRADAI L., BENAMOR H., SOUTA H., RAHMANI A., BENHIA A.,**
- BOUZIANI I., MAAMRI K., TOUATI R., TRABELSI H., ACHOUR L., 2006.** Séminaire sur la diversité des fabacées fourragères et leurs symbiotes : Application biotechniques, agronomiques et environnementales, **19 à 22-02-2006**, Alger, 5p.

CHAUSSOD R., ZUVIA M., BREUIL M.Ch et HETIER J.M, 1992. *Cah. Orstom, sér. Pédol., vol. XXVII, no 1, 1992 : 59-67*

CHAUSSOD R., BREUIL M.C., NOUAÏM R., LEVÈQUE J., ANDREUX F., 1999. La fertilité des sols viticoles : les indicateurs microbiologiques – In 12^{ème} colloque Viticole et Œnologique, Cahier Technique 1999, ITV France, Paris, p 15-22

CLEMENT et FRANCOISE, 2009. Analyse chimique des sols édition TEC&DOC

CLEMENT. M et LOZET. J, 2011. Dictionnaire Encyclopédique De Science Du Sol.

D.S.A., 2002. Direction des Services Agricoles Ouargla.

DADDAMOUSA M L., 2007. Les Effets Induits Des Différents Programmes De Développement Agricole Sur La Préservation De L'écosystème Saharien. Cas De La Région De Ouargla. Mémoire De Magister., Université kasdi merbah Ouargla .P 145.

DAOUD. Y & HALITIM. A, 1994. Irrigation Et Salinisation Au Sahara Algérien. Sécheresse .Pages 151-160.

DAVET P., 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. Éditions INRA, Paris, 380 pages. ISBN-10: 2738006485 - ISBN-13: 978-2738006486.

DJERMOUN A., 2009. La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie. n, 1.*

DOMMERGUES YVON R., MANGENOT FRANÇOIS., 1970. Écologie microbienne du sol ., Soil biology - 796 p.

DORAN J.W., 2002. Soil Health And Global Sustainability: Translating Science into Practice. *Agric. Ecosyst. Environ.* 88, 119–127.

DUCHAUFOR P., 1984. Abrégé De Pédologie.Masson-Edition. 220 Pages.

DUCHAUFOR PH ., 2001. Introduction à la science du sol. 6ème édition de l'abrégé de pédologie. Dunod. Ed. Masson. Paris. 314p.

ESEN A., 1993. β -Glucosidases. Biochemistry and molecular biology. Developed from a symposium sponsored by the Division of Agricultural and Food Chemistry at the 204th National Meeting of the American Chemical Society, Washington, DC, August 23-28, 1992. In *β -Glucosidases. Biochemistry and molecular biology. Developed from a symposium sponsored by the Division of Agricultural and Food Chemistry at the 204th National Meeting of the American Chemical Society, Washington, DC, August 23-28, 1992..* American Chemical Society (ACS).

FLIEBBACH A., OBERHOLZER H.R., GUNST L. & MÄDER P., 2007. Soil organic matter and biological soil quality indicators after 21 years of organic and conventional farming. *Agric. Ecosystems Environ.*, **118**, 273-274.

FOTIO D., SIMON S., NJOMGANG R., NGUEFACK J., NGUEGUIM M., MANIEPI J.S.N., TEGUEFOUET P., MFOPOU M Y C., 2009. Impacts de la gestion du sol sur la biomasse microbienne et le statut organique du sol de la zone ouest du Cameroun. Atelier PCP-REPARAC "Innover pour améliorer les revenus des exploitations familiales et la production agricoles du Grand Sud Cameroun, 24-26 juin 2009, Mbalmayo, Cameroun. s.l.s.n. 13 p.

GEISSELER D., HORWATH W.R., 2009. Short-term dynamics of soil carbon, microbial biomass, and soil enzyme activities as compared to longer-term effects of tillage in irrigated row crops. *Biology and Fertility of Soils* 46, 65–72.

GIL-SOTRES F., TRASAR-CEPEDA C., LEIROS M.C. & SEOANE S., 2005. Different Approaches To Evaluating Soil Quality using Biochemical Properties. *Soil Biol. Biochem.*, 37,877-887.

GOBAT J.M., ARAGNO M., MATTHEY W., 2003. Le sol vivant : Bases de pédologie, Biologie des sols. Presses polytechniques et universitaires romandes (Ed), 528p

GOODFELLOW. M & WILLIAMS. S.T, 1983. Ecology of actinomycetes. *Ann. Rev. Microbiol*, 37: 189-216.

GOODFELLOW.M & HAYNES. J.A, 1984 Actinomycetes in marine sediments. *Biological, biochemical and biomedical aspects of actinomycetes*, 453-472.

GRAS R., 1990. Systèmes De Culture. Définitions Et Concepts Clés. *In* Les Systèmes De Culture. Coord. Combe L., Picard D., (Coords.). Paris, INRA, P. 7-14.

GREGORICH E.G., CARTER M.R., ANGERS D.A., MONREAL C.M., ELLERT B.H., 1994. Towards A Minimum Data Set To Assess Soil Organic Matter Quality in Agricultural Soils. *Can. J. Soils. 74*, 367–385.

GUNAPALA N., SCOW K.M., 1998. Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems. *Soil Biology and Biochemistry* 30, 805–816.

HALILAT M T., 1993. Etude De La Fertilisation Azotée Et Potassique Sur Le Blé Dur (Variété Aldura) En Zones Sahariennes (Région d’Ouargla). Mémoire De Magistère, Université De Batna. 130p.

HALITIM A., 1988. Sol des régions arides d’Algérie. O.P.U., Alger, 141p

HAMDI-AÏSSA. B & GIRARD. M.C, 2000. Utilisation De La Télédétection En Régions Sahariennes, Pour L’analyse Et L’extrapolation Spatiale Des Pédopaysages. *Sècheresse* 3: 179-188.

HOORMAN. J. J & R. ISLAM, 2010. Understanding soil microbes and nutrient recycling.

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

ILSTEDT. U & SINGH S, 2005. Nitrogen and phosphorus limitations of microbial respiration in a tropical phosphorus-fixing Acrisol (Ultisol) compared with compost. *Soil Biol. Biochem.*, 37, 1407-1410.

ITA, 1975. Laboratoire Du Sol : Méthodes D’analyses Physiques Et Chimiques Du Sol. Institut Technologique Agricole. Mostaganem. 78p.

ITAB, 2002. Activités Biologique Et Fertilité Du Sol, 23p.

JOERGENSON R.G., 1995. The Fumigation-Extraction method For Microbial Biomass Nitrogen *In: Alef K. & Nannipieri P., Eds. Methods In Applied Soil Microbiology and Biochemistry.* London: Academic press Limited,388-390.

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

KNIGHT. T R & DICK. R P, 2004. Differentiating microbial and stabilized β -glucosidase activity relative to soil quality. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 36, no 12, p. 2089-2096.

LECHEVALIER M.P., 1981. Ecological associations involving actinomycetes. In: *Actinomycetes*. Shaal and Pulverer (Eds.). Zbl. Bakt. suppl., 11: 159-166.

LEVEQUE C., MOUNOULOU J.C., 2001. Biodiversité, Dynamique biologique et conservation. Edition Dunod, Paris.

LIANG Y.C., JIN S., MICROSLAV N., YU P., CHEN W. AND JIANG Y., 2005. Organic Manure Stimulate Biological Activity And Barley Growthin Soil Subject To Secondary Salinization. *Soilbiology &Biochemistry***37**:1 185–95.

MASSE D., 2007. Changements D'usage Des Terres Dans Les Agro-Systèmes d'Afrique Sub- saharienne. Propriétés des sols et dynamique des matières organiques. Mémoire HDR, ENSA de Toulouse.

MATHIEU.C & PIELTAIN. , 2009. Les principaux sols du monde. Voyage au centre de l'épiderme de la planète Terre. Lavoisier, éditions Tech et Doc.233 p.

MBONIGABA M., JEAN J., INNOCENT N., BUCAGU C., CULOT M., 2009. Caractérisation physique, chimique et microbiologique de trois sols acides tropicaux du Rwanda sous jachères naturelles et contraintes à leur productivité ,*Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* **13**(4), 545-558.

MIDDLETON. N & THOMAS D., 1997. World atlas of desertification (second edition.). UNEP 182pp.

MONCHEVA., PENKA., ET AL., 2002. "Characteristics of soil actinomycetes from Antarctica."

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

NANNIPIERI P., KANDELER E., & RUGGIERO P., 2002. Enzyme activities and microbiological and biochemical processes in soil. *Enzymes in the environment. Marcel Dekker, New York*, 1-33. organisation d'un espace rural en milieu désertique .Ed département géographique. Univ, Sorbonne. Paris. Tome 2.316 P.

OKORO C. K., BROWN R., JONES A. L., ANDREWS B. A., ASENJO J. A., GOODFELLOW M., & BULL A. T., (2009). Diversity of culturable actinomycetes in hyper-arid soils of the Atacama Desert, Chile. *Antonie Van Leeuwenhoek*, 95(2), 121-133.

OUSTANI M., 2006. Contribution A L'étude De L'influence Des Amendements Organique (Fumier De Volailles Et Fumier De Bovins) Sur L'amélioration Des Propriétés Microbiologiques Des Sols Sableux Non Salés Et Salés Dans Les Régions Sahariennes (Cas d'Ouargla). Mémoire De Magistère, Université d'Ouargla, 187 P.

POCHON J., 1954. Manuel Technique D'analyse Microbiologique Du Sol. Edit, Masson, Paris.

ROGER., DEREK., DE LA BANDA., GLORIA GARCIA., LEE., HYUN SOO., 2001. A factor-analytic study of cross-cultural differences in emotional rumination and emotional inhibition. *Personality and Individual Differences*, vol. 31, no 2, p. 227-238.

ROGER. P & GARCIA J.L, 2001. Introduction à la Microbiologie du sol. Polycopié de cours. Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Luminy, France, 193p.

ROS M., HERNANDEZ. M.T & GARCIA C., 2003. Soil Microbial activity After Restoration Of A Semiarid Soil By Organic amendments. *Soilbiol. Biochem.*, 35, 463-469

ROUVILOIS BRIGOL M., 1975. Le pays d'Ouargla (Sahara Algérien). Variation et

SASSON A., 1967. Recherches Eco-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, 224p.

SCHINNER F., ÖHLINGER R., KANDELER. E & MARGESIN R., 1995. *Methods in soil biology.* Berlin; Heidelberg, Germany; New York, USA: Springer-Verlag.

- SEBILLOTTE M., 1990.** Le système de culture, un concept opératoire pour les agronomes. *In* Combe, L., Picard, D. (eds.), INRA éditions, Paris (France), pp. 165-196.
- SLAMA A., BEN SALEM M., BEN NACEUR. M & ZID. E D., 2005.** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3 :225-9.
- SMITH L.J., PAUL E.A., 1990.** The Significance Of Soil biomass Estimations. *In:* Bollag J.M. & Stotzky G.,eds. *Soil biochemistry. Vol. 6.* New York, USA: Marcel Dekker, 357-396.
- SOLTNER D., 2003.** Les bases de la production végétale, le sol et son amélioration. Tome I, Edit collection science technique agricole, 472 p.
- SOLTNER D., 2005.** Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration Tome I, 24emè édition; collection Sciences et techniques agricoles.
- TIDJANI H & TOUNSI S., 2005 .** "Effet des stades phénologiques de la luzerne sur certaines quantités du lait de chèvre (race alpine)" Thèse d'ingénieur en Agronomie saharienne, université de Ouargla, p2.p40.
- Trasar-Cepeda C., Gil-Sotres F., & Leirós M. C., 2007.** Thermodynamic parameters of enzymes in grassland soils from Galicia, NW Spain. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(1), 311-319.
- TU C. al., 2006.** Response Of Soil Microbial And Navailability To Transition Strategies From conventional to organic farming systems. *Agric. Ecosystems Environ.*113, 206-215.
- VANCE ED., BROOKERS PC., JENKINSON D.S., 1987.** An Extraction Method For Measuring Soil Microbial Biomass C. *soil biology & biochemistry*19, 703-707
- WALID H., SAMUEL D., NICOLAS CH P.B., CLAUDY J.,NICOLAS P.A., SABY D.A., ANTONIO B., PIERRE-ALAIN M.,LIONE L., 2016..** Predictive model of soil molecular microbial biomass. *Ecological Indicators* 64 (2016) 203–211.
- WILD, A. 1993.** Soils and environment. An introduction, pp. 281. In. Cambridge price editions. Campridge University press, Campridge. pp. 281.

YAHIA CHERIF T., OUADAH N., BENKHEIRA A., 2007. Kit Pédagogique sur l'environnement dans les zones arides. Edition et conception graphique Altitude communication ,72p.

Yan J., Pan G., Ding C., & Quan G., 2010. Kinetic and thermodynamic parameters of β -glucosidase immobilized on various colloidal particles from a paddy soil. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 79(1), 298-303.

ZOMBRE PN., 2006. Variation De La scivité 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).

Références électroniques

(1) <http://algerieterredafrique.blogspot.fr/2012/06/le-palmier-dattier-en-algerie.html> 21 juin 2012 vu le 22/04/2016 a 09 :00

(2)http://www.vitaminech.com/annuaire/palmeraie_aouergla/Photos_16886_49378_30_1.html, agence de communication interactive, vu le 29/04/2016 à 13 :13

(3) <https://www.pinterest.com/pin/183381016048357940/> .vu le 11/05/2016-22 :16

(4)<https://www.studyblue.com/notes/note/n/bio-112-study-guide-2012-13-reed-deck/9716760?blurry=e&ads=true> . vu le 11/05/2016-19 :16

(5)<https://www.emlab.com/app/fungi/Fungi.po?event=fungi&type=primary&species=5>. vu le 11/04/2016-20 :16

(6)<https://www.jic.ac.uk/SCIENCE/molmicro/Azot.html>. vu le 12/04/2016-07 :16

(7)<https://en.wikipedia.org/wiki/Clostridiumbotulinum>. vu le 12/04/2016-09:05

(8)<http://faculty.ksu.edu.sa/shoeib/Lectures/Mic%20221/Classification/Pic.rhizobium/27T-03a-Rhizobium.jpg> .vu le 22/04/2016-09:10

(9)<http://www.asissludge.com/Scripts/F12100000.htm> .vu le 22/04/2016-11:10

Annexe

Annexe 1

Milieux de culture

A- Milieu pour les bactéries telluriques : Gélose nutritive à l'extrait de terre (Biokar, 2014)

- Extrait de viande 01g
- Extrait de levure 02g
- Chlorure de sodium (Na Cl) 05g
- Peptone 10g
- Agar-agar 15g
- Extrait de terre 100 ml

Dissoudre les constituants dans un litre d'eau distillée, puis l'autoclaver à 121°C pendant 15 minutes. Ajuster le pH à 7.

B-Préparation de l'extrait de terre

L'extrait de terre est à base d'un sol 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 elle 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 130°C, laisser décanter et filtrer à chaud sur papier.

Vérifier le pH qui doit être voisin de la neutralité. Répartir en récipients (flacons) bouchés au coton, stériliser 20 minutes à 112°C.

C-Milieu pour les champignons : PDA (Biokar, 2014)

- Extrait de pomme de terre 4 g
- Glucose 20 g
- Agar –agar 15 g

pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : $5,6 \pm 0,2$

4 g d'extrait de pomme de terre correspond à 200 g de d'infusion de pomme de terre.

Annexe 2

A-Détermination du Cmicrobien et du Nmicrobien par la méthode fumigation - extraction

1- Fumigation

Placer 50g de sol humide de chaque échantillon avec un bécher contenant 75ml de chloroforme pure dans un dessiccateur sus vide pendant 24h à l'obscurité.

À l'issu de la fumigation, retiré le bécher contenant le chloroforme et le papier filtre de dessiccateur. Eliminer les vapeurs de chloroforme du sol par mise sous vide répétée du dessiccateur (6 fois de 02 min chacune). Les échantillons sont prêts pour l'extraction.

2- Extraction

Pour extraire le carbone, transférer quantitativement le sol dans des flacons ajouter 200ml de sulfate de potassium, agiter les flacons à l'aide d'un agitateur horizontal à 200tr/min pendant 30 min ou à l'aide d'un agitateur rotatif à 60tr/min pendant 45 min, puis filtre les extraits sur un papier filtre plié, extraire les témoins non fumigés et les filtrer de la même manière.

Si l'analyse n'est pas immédiate, conserver les extraits d'échantillons de sol fumigés et non fumigés au congélateur. Homogénéiser les extraits congelés avant utilisation, après décongélation à température ambiante.

Mesurer le taux d'azote et carbone à partir de l'extrait fumigé puis calculer la biomasse microbienne en suivant ces formules :

- ✓ Biomasse à partir du carbone = (le taux de carbone organique extrait d'un sol fumigé – le taux de carbone organique extrait d'un sol non fumigé) / K (K=0,38).
- ✓ Biomasse à partir de l'azote = (le taux d'azote extrait d'un sol fumigé – le taux d'azote organique extrait d'un sol non fumigé) / K (K=0,54) (ANDREAS *et al.*, 2013).

Annexe 3

A-Méthode d'évaluation de l'activité enzymatique de la β – glucosidase

Les différentes étapes sont (CHEVIRON, 2014) :

- ✓ Prélèvement de sols sur 0-20 cm d'un échantillon représentatif de la parcelle (3-5 points par parcelle).
- ✓ Homogénéisation, tamisage et pesée des sols.
- ✓ Préparation d'une solution de sol, et répartition en microplaques.
- ✓ Ajout d'un substrat spécifique et incubation.
- ✓ Arrêt de la réaction et lecture au spectrophotomètre.
- ✓ Sortie et analyse des résultats.

Annexe 4

➤ Echelle d'interprétation des résultats

Tableau 01. Matière organique (I.T.A. 1975)

Matière organique %	Nom de classe
≤ 1	Sol très pauvre
$1 < M.O \leq 2$	Sol pauvre
$2 < M.O \leq 4$	Sol moyennement riche
$M.O > 4$	Sol riche

Tableau 02. La salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 (LE CLECH, 2000)

CE (dS/m) à 25°C	Degré de salinité
≤ 0.6	Sol non salé
$0.6 < CE \leq 2$	Sol peu salé
$2 < CE \leq 2.4$	Sol salé
$2.4 < CE \leq 6$	Sol très salé
$CE > 6$	Sol extrêmement salé

Tableau 03. Azote total (HENIN, 1969)

N total %	Sol
≤ 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 04. Le rapport C/N (HENIN, 1969)

C/N	Minéralisation de la MO
C/N <8	Minéralisation trop rapide, perte d'éléments fertilisants.
C/N voisin de 10	Bonne minéralisation
C/N >15	Minéralisation lente, accumulation de Matière Organique

Tableau 05. Le pH, potentiel hydrogène, représente l'acidité du sol. Il est mesuré dans un rapport sol/solution de 1/5 (LE CLECH, 2000)

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 06. Calcaire total (BAISE, 1988)

CaCO ₃ (%)	Horizon
CaCO ₃ ≤ 1	Non calcaire
1 < CaCO ₃ ≤ 5	Peu calcaire
5 < CaCO ₃ ≤ 25	Modérément calcaire
25 < CaCO ₃ ≤ 50	Fortement calcaire
50 < CaCO ₃ ≤ 80	Très calcaire
CaCO ₃ > 80	Excessivement calcaire

Annexe 5

➤ **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.

Résumé : Cette étude a porté sur l'impact des systèmes de culture sur la biomasse et l'activité des micro-organismes dans les sols des oasis. Ainsi deux systèmes de culture les plus abondants dans la région de Ouargla ont été étudiés à savoir la culture d'une céréale (le blé) et la culture d'une légumineuse (la luzerne) comparé à un sol nu dans la région de Hassi Ben Abdellah.

Les résultats des analyses physico-chimiques de la couche superficielle (0-20 cm) obtenus pour les échantillons étudiés ont montré que le pH est supérieur à 8, le taux de matière organique est faible entre 0,24% et 0,58% et la salinité est comprise entre 3,1ds/m et 0,7ds/m.

La densité bactérienne est supérieure à la densité fongique dans tous les sols. Une supériorité numérique est enregistrée dans les sols cultivés par rapport au sol nu particulièrement dans le sol sous luzerne. Les résultats du C_{microbien} et de N_{microbien} sont apparus élevés dans les sols cultivés par rapport au sol nu, avec une prédominance pour le sol sous luzerne qui a la particularité de fixer l'azote atmosphérique. L'activité de la β -glucosidase suit la teneur en matière organique dans les trois sol dans l'ordre sol légumineuse > sol céréale > sol nu.

Mots clés: bactéries, champignons, β -glucosidase , biomasse microbienne, systèmes de culture, Oasis, Ouargla.

الكتلة الحيوية والنشاط الميكروبي في التربة تحت بعض النظم الزراعية في الواحة في منطقة ورقلة

ملخص: ركزت هذه الدراسة على تأثير النظم الزراعية على الكتلة الحيوية الميكروبية و الكائنات المجهرية في تربة الواحات, كما أجرينا دراستنا على اثنين من النظم الزراعية الأكثر تواجد في منطقة ورقلة: زراعة الحبوب (القمح) وزراعة الباقوليات (البرسيم) مقارنة مع التربة الجرداء في منطقة حاسي بن عبد الله. أظهرت التحاليل الفيزيوكيميائية للطبقة السطحية (0-20 سم) المتحصل عليها للعينات المدروسة أن درجة الحموضة أكثر من 8, ونسبة المادة العضوية منخفضة بين 0.24% و 0.58% ونسبة الملوحة بين 3,1 و 0,7.

الكثافة البكتيرية أكبر من الكثافة الفطرية في جميع أنواع الترب المدروسة. حيث تحصلنا على التفوق العددي في التربة المزروعة مقارنة مع التربة الجرداء وخاصة في التربة المزروعة بالبرسيم. نتائج الكربون والأزوت الميكروبي ظهرت أنها مرتفعة في الأراضي المزروعة مقارنة مع الأراضي الغير مزروعة ودائما نلاحظ أن التربة المزروعة بالبرسيم لها القيم الأكبر لامتلاكها خاصية تثبيت النيتروجين الموجود في الغلاف الجوي. نتائج النشاط الإنزيمي بيتا غليكوسيداز في التربة تتناسب طرذا مع المادة العضوية على التوالي تربة الباقوليات ثم الحبوب وفي الأخير التربة الجرداء.

الكلمات الدالة: البكتيريا, الفطريات, بيتا غليكوسيداز, الكتلة الحيوية, النظم الزراعية, واحة, ورقلة

Biomass and soil microbial activity under some oasis farming systems in the region of Ouargla

Summary: This study focused on the impact of cropping systems on biomass and activity of microorganisms in the soil of the oasis. Thus two most abundant crop systems in Ouargla region were studied to know the culture of a cereal (wheat) and growing a legume (alfalfa) compared to bare soil in Hassi Ben region Abdellah.

The results of the physicochemical analyzes of the surface layer (0-20 cm) obtained for the studied samples showed that the pH is greater than 8, the organic material is low between 0.24% and 0.58% and salinity is between 3,1ds / m and 0,7ds / m.

Bacterial density is greater than the fungal density in all soils. A numerical superiority is recorded in cultivated soils compared to bare soil particularly in the soil under alfalfa. The results of C_{microbien} and N_{microbien} appeared higher in cultivated soils compared to bare soil, with a predominance of the soil under alfalfa has the distinction of fixing atmospheric nitrogen. The activity of β -glucosidase follows the organic matter in the three ground floor in order legume> ground cereal> bare ground.

Keywords: bacteria, fungi, β -glucosidase, microbial biomass, crop systems, Oasis, Ouargla.