UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER ACADEMIQUE
DOMAINE : Sciences de la nature et de la vie
FILIERE : Sciences Agronomiques
SPECIALITE : Protection de la Ressource Sol-Eau et Environnement

Présenté par : AMIRA Salma
DEBBABI Bouthaina

Thème

Essai de caractérisation de la biomasse microbienne au niveau de la rhizosphère du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. (cas de l'exploitation de l'université de Ouargla)

Soutenu publiquement
Le : 01-07-2019

Devant le jury :

Mme OUSTANI Mabrouka	M.C.B. (U. K.M.Ouargla)	**Président**
Mme BOUDERHEM Amel	M.C.B. (U. K.M.Ouargla)	**Examinateur**
M. KARABI Mokhtar	M.C.B. (U. K.M.Ouargla)	**Promoteur**
M. HAMDI AISSA BAELHADJ	Pr. (U. K.M.Ouargla)	**Co-promoteur**

Année universitaire : 2018/2019

Remerciement

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

Nous tenons à exprimer nos remerciements et notre profonde gratitude à notre encadreur M. KARABI M. qui accepter de nous encadrer, de diriger ce travail, et pour son aide très précieuse.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à notre Co-promoteur: M. HAMDI ISSA B. pour sa contribution concrète, son aide et ses conseils afin de terminer ce travail.

Mme OUSTANI M Maitre de conférence à l'université de Ouargla qui nous a fait l'honneur de présider ce jury

Mme BOUDERHEM A. Maitre de conférence qui nous a fait le grand honneur d'accepter de faire partie du jury

Nous remercions tous les enseignants qui ont contribué à notre formation universitaire.

Nous remercions ***BENSACI MESSAOUD BACHAGHA*** *: pour son aide et ses conseils.*

Nous remercions ***MOUAD ATMANI****: pour son aide et ses conseils.*

Nos sincères remerciements vont également à toute l'équipe du service du laboratoire de pédologie et microbiologie du la faculté Sciences de la Nature et de la Vie, pour leur précieuse aide et collaboration.

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

Nos remerciements s'adressent aussi à tous nos amis.

Dédicaces

Au nom de Dieu clément et miséricordieux

Je dédie ce mémoire

A mes chers parents, ma mère Aida et mon père Yousef

Pour leurs soutiens, patiences et leurs sacrifices durant l'étude et durant ce projet.

A mes frères Abdelkader et Mohammed.

A mes sœurs Ahlam, Imane, Zineb, hadjer

et Karima

A mes neveux et mes nièces Ali, Mariem,

Nada, Yousef, Amine, Aida, Ikhlasse et Jaidda.

A mes amies Rabiaa, Maroua, Rym et Ameni et

Mokar meriem

À ma chère binôme bouthaina

Tous ceux qui ont contribué de près ou

de loin à

la réalisation de ce mémoire, qu'ils trouvent ici

la traduction de ma gratitude et de ma reconnaissance

Salma

Dédicaces

…A mon cher père « AHMED », que Dieu Lui offre le paradis…

….A ma chère mère « AICHA CHETIBBA », que Dieu Lui donne une Longue vie et santé…

...A ma chère grande mère « FROUHET KHADRA »

…A mes chers frères, Moad, Abdalraouf ,Abdalhak…

…A mes chères sœurs, Akila ,Chaima, Oumaima….

…A ma chère la femme de mon oncle «Sara» Et mes oncles et mes tantes

…À toutes la famille : Debbabi et Chetibba

...À celles qui partage ma vie, qui ont émie un rayon de soleil dans mon chemin, à mes très chères amies ma belle Aicha Degha.

…A mes amis proches ….

….Je dédie ce travail …

À ma chère binôme SALMA

Bouthaina

Liste des Abbreviations

FAO Food and Agriculture Organization

USDA United State Department of Agronomy (soil taxonomy)

ITA Institut technologique d'Agronomie.

CE Conductivité Electrique.

MO Matière Organique.

OGA Oxytétracycline gélose agar

UFC.g.s.s^{-1} Unité Formant Colonie par gramme de sol sec.

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques 29
Tableau 2 : Résultats du dénombrement des principaux groupes microbiens..... 32
Tableau 3 : Caractères morphologiques des microorganismes. 35

Liste des photos

Photo 1 : Prélèvement des échantillons 20
Photo 2 : Préparation des suspensions dilutions. 24
Photo 3 : Aspect macroscopique et purification des colonies des bactéries..... 36
Photo 4: Microphotographie observée au microscope optique présentant des bactérie (Gross x 100)..... 45

Liste des figures

Figure 1: Bactérie du sol (source : MBL, 2013). 5
Figure 2: (A et B) Champignon du sol (source : MBL, 2013). 5
Figure 3: Morphologie du palmier dattier (Munier, 1973). 14
Figure 4: Localisation géographique de la région d'étude (D.P.A.T, 2010) 17
Figure 5: Image satellitaire du site expérimental (image Google Earth 2019). 18
Figure 6: Schéma d'échantillonnage du sol 19
Figure 7: Méthode de préparation des suspensions dilutions 24
Figure 8: Représentation graphique de la biomasse bactérienne dans les sols étudiés exprimée en UFC.g.s. 32
Figure 9: Représentation graphique de la biomasse fongique dans les sols étudiés exprimée en UFC/g.s.s-1 34
Figure 10: Aspect macroscopique des colonies des champignons (dans le profil) 37
Figure 11: Observations macroscopique 37
Figure 12: Observationmacro et microscopique *d'Aspergillus tubingensis* 38
Figure 13: Observation macroet microscopique*d'Aspergillus niger* 39
Figure 14: Observation macro et microscopique *Aspergillus sp* 40
Figure 15: Observation macro et microscopique*d'Aspergillus awamori* 41
Figure 16: Observation macro et microscopique *penicillium sp* 42
Figure 17: Observation macro et microscopique*de Trichoderma viride* 43
Figure 18: Observation macro et microscopique*Muccor sp* 44

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des photos

Liste des figures

Sommaire

Introduction générale 1

Première partie: Synthèse bibliographique

Chapitre I. Les microorganismes du sol

I.1.Diversité des micro-organismes du sol 4

I. 2.Bactéries..... 4

I.3.Champignons 5

I.4.Rôle des microorganismes telluriques dans les sols arides 6

I.5.Indicateurs de l'activité biologique d'un sol 7

I.5.1.Biomasse Microbienne..... 7

I.6.Facteurs influençant les caractéristiques de la biomasse microbienne dans le sol..... 7

I.6.1.Facteurs physiques 7

I.6.2.Facteurs biologiques 8

I.6.3.Facteurs climatiques..... 10

I.6.4. Facteurs chimiques..... 10

I.7.Influence des techniques de travail du sol sur la biomasse microbienne du sol 11

Chapitre II. Généralités sur le palmier dattier

II.1.Taxonomie 12

II.2.Morphologie 12

II.2.1.Racines 12

III.3.Exigences du palmier dattier 14

III.3.1.Exigences climatiques 14

III.3.2. Exigences édaphiques 14

Deuxième partie: Matériel et méthodes

I.1.Localisation géographique 16
I.1.1.Présentation du site expérimental 17
I.1.2.Climat : 18
I.2.Technique d'échantillonnage 19
I.2.1Période d'échantillonnage 19
I.2.2.Prélèvements des échantillons. 19
I.2.2.1.Horizon de prélèvement 19
I.2.2.2.Conservation et transport des échantillons 20
I.3.Analyses physico-chimiques 21
I.3.1.Humidité 21
I.3.2Granulométrie 21
I.3.3.pH 21
I.3.4.Conductivité électrique(CE) 21
I.3.5.Calcaire total 21
I.3.6. Dosage du carbone organique 22
I.4. Analyses microbiologiques 22
I.4.1. Microflore tellurique 22
I.4.2.Dénombrement de la microflore tellurique 23
I.4.3.Préparation des suspensions dilutions 23
I.4.4.Microflore bactérienne mésophile aérobie 24
I.4.5.Observation microscopique 26
I.4.6.Coloration de Gram 27

Troisième partie: Résultats et discussion

Chapitre I: Résultats et discussion des analyses bio-physico-chimiques

I.1.Résultats des analyses physico-chimiques des sols 29

Chapitre II. Résultats et discussion des analyses microbiologiques

II-2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques 32
II.2.1.Dénombrement des microorganismes telluriques 32

II.2.1.1. Densité microbienne 32
II.2.3. Purification et identification 36
Conclusion..... 47
Références bibliographies 50

Introduction

Introduction générale

Le sol se définit comme étant la couche superficielle meuble de l'écorce terrestre. Il est issu d'interactions entre une matrice physico-chimique de composition extrêmement variable et une grande diversité d'organismes. Il n'est donc pas qu'un simple support des êtres

vivants ; il constitue aussi un important stock de matière organique et minérale, abritant une grande diversité d'êtres vivants. En conséquence, il s'y déroule de nombreux processus biogéochimiques dont les acteurs sont variés.

Le sol est un compartiment extrêmement hétérogène. Ses caractéristiques varient à petite échelle, selon la répartition des pores, des agrégats, des racines, des nutriments et de l'eau **(Young et Crawford, 2004)**, mais aussi à plus grande échelle, en fonction de la roche mère, du climat et de la couverture végétale **(Hooper et *al.*, 2000**).

De la même manière, les caractéristiques du sol peuvent changer dans l'heure ou dans la journée, d'une saison à l'autre, et évoluent au cours des successions **(Bardgett et *al.*, 2005).**

C'est donc un compartiment diversifié et dynamique ; en 4 dimensions : surface, profondeur et temps, biomasse microbienne. De par sa complexité, il constitue une réelle « boîte noire »des sciences Environnementales.

La microbiologie du sol peut être définie comme l'étude des microorganismes du sol ,ces derniers jouent des processus vitaux déterminé par les réactions du sol ; aussi qui déterminent eux-mêmes l'équilibre et l'évolution de celui-ci, le tout formant une entité indissociable.

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

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

Cependant, les interactions positives entre les plantes et les microorganismes de la rhizosphère peuvent améliorer la nutrition des plantes, en augmentant en particulier la fixation

biologique de l'azote, en augmentant la tolérance de la plante au stress environnemental et aux pathogènes telluriques réduisant ainsi les besoins d'application d'engrais et de pesticides.

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

la biomasse microbienne recouvre l'ensemble des microorganismes du sol (bactérie, champignon, actinomycète, algues et protozoaire qui sont responsables de processus vitaux et qui déterminé eux même l'équilibre et l'évaluation de sol en intervenant dans les transformations : biologiques, chimiques et physiques du milieu. En microbiologie environnementale plusieurs composantes sont définies :

-biomasse formée de toutes les cellules vivantes et mortes indépendamment de leur activité

- biomasse active consommatrice de substrat La taille de biomasse est l'un des paramètres biologiques les plus sensibles mesurés dans les sols ,qui change dès que son environnement change où chaque changement dans la gestion agronomique aura un impact sur le compartiment ;en d'autre termes mesurer la biomasse microbienne des sols permet de vérifier l'influence des pratiques agricoles sur le fonctionnement biologique du sols (**OULBACHIR ,2010)**

Depuis le début des années 1990, le souci de gérer durablement les écosystèmes accentue la nécessité d'attacher encore plus d'importance aux interactions entre les racines, le sol et ses composantes biologiques, ce qui explique probablement que les travaux incluant le terme rhizosphère dans les mots-clés augmentent exponentiellement **(Stéphane, 2005).**

Très peu de travaux ont été consacrés à l'étude de la biomasse microbienne tellurique sous palmier dattier dans la région de Ouargla. On cite entre autres les travaux de **Oustani(2006)** ; **Karabi** (2010) ; **Aloui** (2014) ; **Guendafa**, (2015) et **Lemkedem** et **Hamlaoui** (2016).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.),* monocotylédone pérenne, est une espèce

essentielle dans l'écosystème oasien **(Zougari-Elwedi et *al.*, 2012)**. Il permet une pérennité de la vie dans les régions désertiques où, sans lui, elle serait impossible, même en présence d'eau.

Il protège l'oasis contre les influences du désert et crée un microclimat pour l'installation d'autres cultures sous-jacentes **(Ben Hamida, 2011**).L'oasis par son microclimat est un milieu favorable à l'agriculture saharienne, à la flore et à la faune **(Daddi Bouhoun, 2010).**

Encore très peu ceux qui se sont intéressés à l'étude de la biomasse microbienne rhizosphérique sous palmier dattier en l'occurrence les travaux de **Ben Hamida** et El **Khelili** (2016) et **Karabi** (2017) sur la variabilité spatiale à petite échelle (10 m) de la densité et l'activité microbienne sous palmier dattier.

Notre travail est une suite des travaux en matière de microbiologie des sols oasiens. Ila trait à l'étude quantitative (densité) et qualitative (identification des espèces) des principaux

groupes microbiens à savoir les bactéries, les champignons, et leur distribution verticale en fonction de la profondeur du sol sous palmier dattier. L'étude a lieu au niveau de l'exploitation de l'université de Ouargla (ex-ITAS).

Ce mémoire s'articule en trois parties

- La première partie présente une synthèse bibliographique
- La deuxième partie est consacrée aux matériel et méthodes adoptés.
- La troisième partie de ce mémoire est consacrée aux résultats et discussions

Première partie

Synthèse bibliographique

Chapitre I.

Les microorganismes du sol

Chapitre I. Les microorganismes du sol

I.1.Diversité des micro-organismes du sol

Les microorganismes du sol sont représentés par quelques protozoaires, des algues microscopiques, des champignons, des bactéries dont des actinomycètes, des cyanobactéries et des virus **(Maier *et al*., 2000)**. Une présentation des microorganismes telluriques fondée sur des classifications traditionnelles et qui privilégie les caractéristiques trophiques des organismes et leurs activités est proposée par **(Roger et *al*., 2001)**.

La biologie des micro-organismes détermine leurs rôles dans les sols, soit directement ou associée avec d'autres organisations de sol **(Lavelle et Alister., 2003).**

Les micro-organismes présents dans la rhizosphère réagissent positivement, négativement ou indifféremment avec les nombreux métabolites libérés par les racines des plantes .Ces interactions peuvent influencer la croissance et le développement des plantes. La racine produit des signaux chimiques qui attirent les bactéries et d'autres microbes vers elle **(Akhtar et *al*., 2015)**.

I. 2.Bactéries

Les bactéries sont classées en bactéries autotrophes et bactéries hétérotrophes. Elles présentent une population très abondante dans le sol, mais leur activité est principalement concentrée dans les premiers cm du sol. Elles constituent avec les champignons la biomasse dominante du sol. Elles jouent un rôle fondamental dans les cycles de l'azote (ammonification, nitrification, dénitrification, fixation symbiotique de N_2), du carbone (décomposition et minéralisation) du phosphore, du soufre.

Elles interviennent également dans le maintien de la structure du sol, par la formation d'agrégats **(Lavelle et Spain., 2001)**.Les bactéries sont le groupe le plus nombreux et le plus varié, puisque leur densité peut s'élever de dix millions à un milliard par gramme de sol. Du fait de leur petite taille, leur poids reste inférieur à une tonne par hectare de sol. Ce qui donne aux bactéries une place importante dans le sol, c'est leur extraordinaire variabilité biochimique qui leur permet de transformer toutes les substances du sol et de les faire entrer dans le monde vivant **(Claude et al., 2008)**.

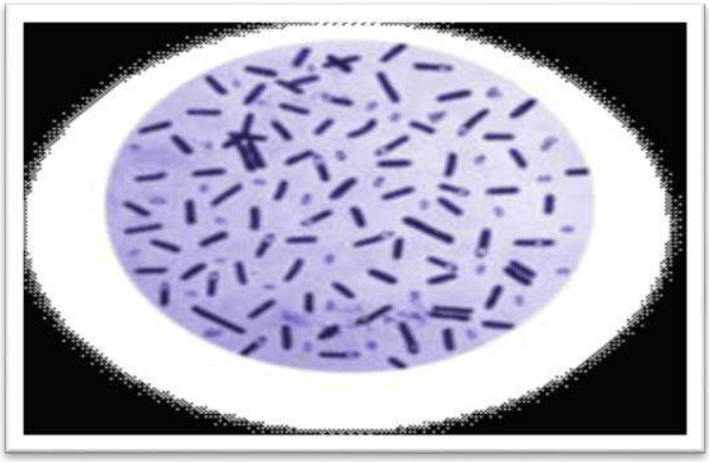
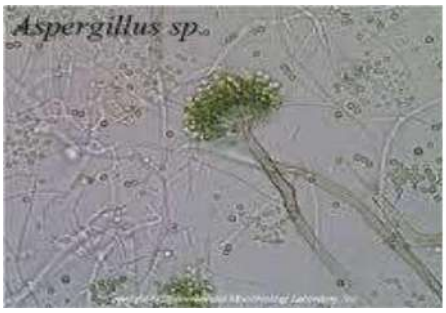
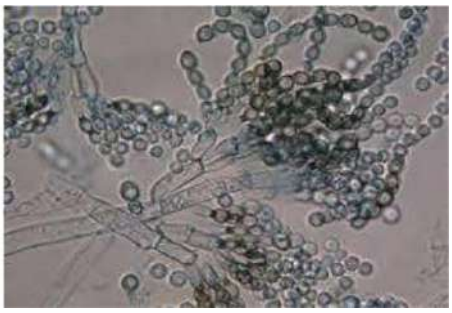


Figure 1: Bactérie du sol (source : MBL, 2013).

I.3.Champignons

Ils sont hétérotrophes, certains d'entre eux sont saprophytes. La grande majorité des champignons isolés sont ceux formant un grand nombre de spores, particulièrement les mucorales (*Mucor*, *Mortierella*, *Rhizous*) et les deutéromycètes (*Penicillium*, *Aspergillus,cladosporium*, *Fusarium*, *Alternaria et Botrytis*). Leur rôle dans la décomposition de lamatière organique est très important, Ils dégradent la cellulose et la lignine des végétaux (**Maier *et al*., 2000**).





A. Aspergillus (G : 40×10) **B. Penicillium (G : 40×10)**

Figure 2: (A et B) Champignon du sol (source : MBL, 2013).

I.4.Rôle des microorganismes telluriques dans les sols arides

Les microorganismes jouent un rôle important à la fois dans la formation du sol et dans son fonctionnement **(Robert et Chenu ,1992).** Parmi les rôles de la microflore dans les sols arides on peut citer les suivant :

L'activité biologique est un facteur important de la genèse et la formation des sols **(Berthelin ,1999).**

-les micro-organismes sont omniprésents et participent à un rôle inimitable à maintenir le dynamisme et la durabilité de la biosphère .Ils assurent les transformation, la dégradation et le recyclage de la matière organique qui assure l'existence durable de la vie d'une manière respectueuse de l'environnement (**Sharma et *al*., 2015**).

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

Les champignons sont efficaces dans la stabilisation des agrégats de sol, car ils ont la capacité de lier les particules du sol via plusieurs mécanismes (rétention mécanique, adhésion par les glues fongiques, …).

En effet, de nombreux champignons secrètent des substances agrégeant à fort pouvoir collant comme les polysaccharides et les gommes **(Annabi, 2005)**. Les mycéliums des champignons consolident également directement la structure du sol par enchevêtrement mécanique des particules minérales entre les hyphes et/ou par la résistance mécanique des filaments fongiques aux contraintes physiques. L'action des bactéries et des actinomycètes dans le processus d'agrégation et la stabilisation des agrégats est nettement moins importante que celle des champignons (**Molope., 1987**).

Les bactéries interviennent plutôt dans la stabilisation des particules de la taille des argiles et des limons (**Fleetcher et *al,* 1980 ; Tisdall., 1994).**

La fixation d'éléments minéraux directement assimilables par les plantes ont un rôle essentiel dans son fonctionnement, ce qui concerne les flux de fixation d'azote dans le sol et le carbone atmosphérique (**Djibril, 2003**).

I.5.Indicateurs de l'activité biologique d'un sol

I.5.1.Biomasse Microbienne

Le concept de la biomasse microbienne fait référence à la fraction vivante de la matière organique considérant l'ensemble des micro-organismes comme un tout (bactéries, les champignons...) (**Baise ,2000).**

Le carbone microbien($C_{microbien}$) et l'azote microbien ($N_{microbien}$) sont les composant élémentaires primaires de la biomasse microbienne(**Cleveland et Liptzin , 2007 ; Sterner et Elser,2002 ; Yange et *al* .,2014)**.bien que le $C_{microbien}$ et le $N_{microbien}$ ne représentent que des petites quantités de matière organique du sol , ils jouent un rôle clé dans la décomposition de la litière dans les sols (**Flakowski et *al*.,2008 ;Fierer et *al*.,2011 ;Xu et *al*.,2014).**

Bien que le carbone est la source énergétique principale des microorganismes du sol **(Bacyé, 1993 ; Thiombiano *et al.*, 1999; Sawamoto *et al.*, 2000; Gobat et *al.*, 2010).**

Les micro-organismes du sol constituent eux-mêmes un "pool" labile de la matière organique Totale du sol (**Jenkinson et Ladd, 1981**). La part de la biomasse microbienne dans la matière Organique est diversement appréciée par des auteurs. Elle représente en moyenne 2 à 4% du carbone organique et 4 à 8% de l'azote total du sol (**Girard *et al.*,2011**). **Duchaufour (1991**) l'avait mesuré entre 2 et 5% du carbone organique, et 2 à 10 % de l'azote total.

La corrélation est positive entre l'activité microbienne du sol et sa teneur en matière organique dans les états de surfaces **(Bacyé, 1993 ; Thiombiano *et al.*, 1999**)

I.6.Facteurs influençant les caractéristiques de la biomasse microbienne dans le sol

I.6.1.Facteurs physiques

A. Structure

La qualité structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydoréduction de ce sol. Cette valeur oriente la nature et l'intensité de la population microbienne. De la formation et de la rupture des agrégats résultent deux actions possibles, opposées quant à leurs conséquences :

-L'inclusion des substances organiques à l'intérieur d'un agrégat, le rend temporairement inaccessible aux microorganismes.

-La rupture des agrégats par broyage stimule la minéralisation rendue d'autant plus aisée que la dimension des agrégats est plus grande **(MOREL, 1989**).

B. Texture

La texture du sol intervient de deux façons :

- Façon directe, par l'action de différentes fractions minérales ;
- Façon indirecte, par son rôle majeur dans la genèse de la structure du sol (**Maameri, 2007**).La texture fine du sol (< 50 µm) aurait un effet de protection sur la biomasse microbienne totale, due à la plus forte proportion de micropores par rapport à un sol sableux et par la limitation du développement des prédateurs de microorganismes (**ITAB, 2002**).

La texture du sol a un rôle réglementaire dans les processus biologique du sol et donc affecte la structure de la communauté microbienne du sol (**Sessitsch et *al*.,2001**)

I.6.2.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**).

A. Végétation

A.1.Rhizosphère

La rhizosphère est un environnement créé par des interactions entre les exsudats racinaires et les microorganismes (**Bell-Perkins et Lynch, 2002**). Le terme "rhizosphère" tire son origine du grec “*rhizo*” ou “*rhiza*” signifiant “racine” et “sphère”, le champ d'action ou d'influence. La rhizosphère comme le lieu d’activités microbiennes autour des racines des légumineuses. Par la suite, cette définition a été étendue à toutes les plantes. Cette zone d’interaction s’étend de quelques micromètres à plus de 2 mm en dehors de la surface racinaire (**Kennedy et Luna, 2004**). De même, la densité des bactéries est plus élevée dans la rhizosphère que dans le sol

distant des racines, il s'agit de «l'effet rhizosphère» (**Lemanceau, 1992 ; Lugtenberg et Kamilova, 2009**). Dans la rhizosphère *sensu stricto* il faut distinguer :

l'endorhizosphère (intérieur de la racine), le rhizoplan (surface racinaire) et l'exorhizosphère ou le sol rhizosphérique (sol lié à la racine par opposition au sol distant) (**Gray et Smith, 2005** ; **Bryant *et al*., 2008**).

Son volume est variable selon le développement racinaire : il représente entre 0,1 et 1% du sol global des écosystèmes forestiers et près de 100% des premiers centimètres des sols prairiaux. C'est un milieu complexe et hétérogène qui présente des caractéristiques très particulières**. (Stéphane, 2005).**

Les microorganismes sont fréquemment impliqués 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 (**Trévorset Van Elsas., 1997**). Le développement de la communauté rhizosphérique a une variété d'impact direct ou indirect sur la production de biomasse de la plante (**Tate, 1995**). Beaucoup de micro-organisme qui colonisent la rhizosphère produisent des composés organiques qui permettent le développement du système racinaire des plantes. Elles sont responsables du recyclage et de la solubilisation des éléments minéraux (azote, phosphore, calcium) ; lesquels stimulent la croissance des plantes (**Focht et Martin, 1979 ; Tate/ 1995; Lavelle et Spain,2001**). Les effets indirects résultent de l'effet de la communauté microbienne rhizosphérique sur la structure du sol **(Djibril, 2003**).

Effets bénéfiques des rhizobactéries sur les plantes

Certains microorganismes, principalement des bactéries telles *Arthrobacter*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, **(Gray et Smith,2005)** et *Streptomyces* (**Tokala *et al*., 2002)** sont capables de coloniser efficacement les systèmes racinaires. Elles influencent de manière bénéfique la plante en stimulant sa croissance (voie directe) et/ou en la protégeant contre des infections par des agents phytopathogènes (voie indirecte). Ces bactéries de la rhizosphère sont alors reprises sous le terme PGPR (*Plant Growth – Promoting Rhizobacteria*).

A.2.Interactions entre populations microbiennes

Les microorganismes, en particulier, 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 (**Vandesasteele 2003).**

Dans d'autres cas, un microorganisme peut exercer un effet nuisible sur les autres microorganismes, par exemple par la production d'antibiotiques ou de composés toxiques. Les interactions entre populations microbiennes peuvent être reconnues comme des interactions négatives (compétition, amensalisme), positives (commensalisme, synergique et mutualisme), ou positives pour l'un et négatives pour l'autre population (parasitisme ou prédation) **(Djibril, 2003).**

I.6.3.Facteurs climatiques

A. Humidité du sol et température

L'humidité et la température sont deux facteurs essentiels dont la combinaison oriente l'intensité saisonnière de l'activité microbienne. La densité des microorganismes dans les zones arides montre que le maximum est enregistré en automne. Les conditions climatiques influencent grandement la composition et les proportions des différents groupes microbiens. Le groupe microbiens le plus touché par l'effet des variations saisonnières est celui des champignons, suivi par les algues et enfin les bactéries el les actinomycètes. Ces dernières s'adaptent bien aux variations climatiques **(Karabi *et al*., 2015).**

I.6.4. Facteurs chimiques

A. Réaction du sol

Le développement des bactéries est meilleur entre pH 6 et pH 7.5. 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)**

B. Pouvoir d'oxydoréduction

La nature et l'intensité de l'activité microbienne du sol relèvent largement de la valeur de son pouvoir oxydoréduction 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**).

C. Salinité 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 **(Maameri, 2007**).

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 poly condensés.

I.7.Influence des techniques de travail du sol sur la biomasse microbienne du sol

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 densité.

Chapitre II.

Généralités sur le palmier dattier

Chapitre II. Généralités sur le palmier dattier

II.1.Taxonomie

Le palmier dattier a été dénommé *«Phœnix dactylifera L.* » par Linné en 1734 est un Angiosperme monocotylédone, appartenant à l'ordre des *Palmales*, famille des *Arécacees* et sous-famille des *Coryphoïdeae* (**Moore, 1973 ; Deleuze, 1995).**

II.2.Morphologie

II.2.1.Racines

Le système racinaire du palmier dattier est de type fasciculé **(Djerbi, 1994**). Les racines ne se ramifient pas et n'ont relativement que peu de radicelle. Le bulbe ou plateau racinal est volumineux et émerge en partie au-dessus du niveau du sol. D'après **Munier (1973**), le système racinaire du palmier dattier se développe entre12 et 20 m de profondeur. Il présente en fonction de la profondeur quatre zones d'enracinement (Fig. 3) :

I. Zone respiratoire

II. Zone de nutrition,

III. Zone d'absorption,

VI. Zone d'absorption profonde.

Racines de respiration (I)

Elles sont localisées au pied du dattier, dans une couche qui ne dépasse pas 20 à 25 cm de profondeur. Ces racines ont un rôle important dans les échanges gazeux avec l'air de l'atmosphère du sol (**Munier, 1973 ; Peyron, 2000**).

Racines de nutrition (II)

Ces racines constituent la plus forte proportion du système racinaire et sont plus étendues, surtout en culture unique. Elles se développent entre 40 cm jusqu'à 1 m de profondeur **(Munier, 1973 ; Djerbi, 1994).**

Racines d'absorption (III)

Cette zone est plus ou moins importante, selon la profondeur de la nappe phréatique.

Ces racines se développent entre 1 m et 1,8 m de profondeur (**Djerbi, 1994**).

Racines de profondeur (IV)

Les racines d'absorption de profondeur sont quasi inexistantes si la conduite de la culture permet une absorption suffisante au niveau des racines de nutrition et d'absorption (**Peyron, 2000).**

II.2.2. Tronc

Est un stipe généralement cylindrique au-dessus de sa région basale. L'élongation du tronc s'effectue dans sa partie coronaire par le bourgeon terminal ou phyllophore **(Djerbi, 1994).**

II.2.3.Palmes

Sont des feuilles composées, pennées. Les folioles sont régulièrement disposées oblique le long du rachis, isolées ou groupées, pliées longitudinalement en gouttière. Les segments inférieurs sont transformés en épines, plus ou moins nombreuses, plus ou moins longues.

Les inflorescences du dattier naissent du développement de bourgeons axillaires situés à l'aisselle des palmes dans la région coronaire du tronc.

Le fruit du dattier, la datte, est une baie contenant une seule graine appelée noyau.

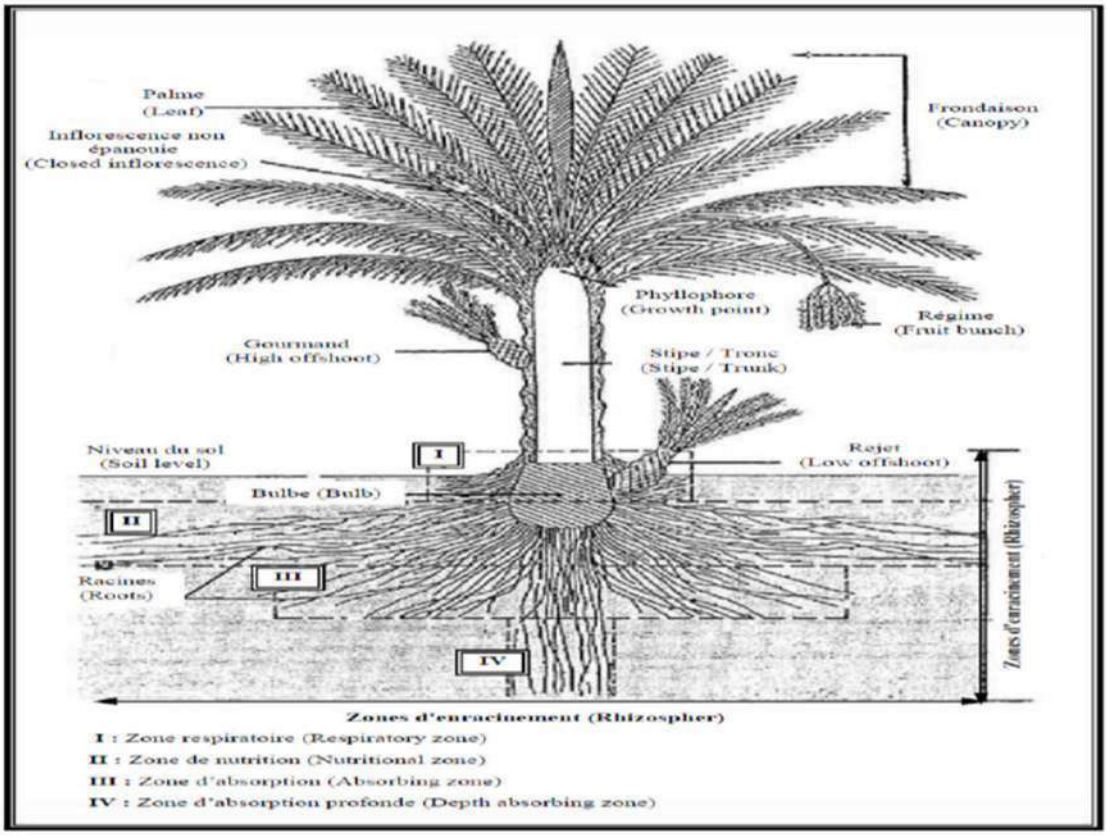


Figure 3: Morphologie du palmier dattier (Munier, 1973).

La datte est constituée d'un mésocarpe charnu, protégé par un fin péricarpe ; le noyau est entouré d'un endocarpe parcheminé, il est de forme allongée, plus ou moins volumineux, avec un sillon ventral ; l'embryon est dorsal, sa consistance est dure et cornée.

III.3.Exigences du palmier dattier

III.3.1.Exigences climatiques

Le palmier dattier est cultivé dans les régions arides et semi-arides chaudes du globe. Ces régions sont caractérisées par des été chauds et longs, une pluviosité faible ou nulle et un degré hygrométrique faible **(Djerbi, 1994**). C'est une espèce thermophile (**Babahani et Eddoud, 2012)**

III.3.2. Exigences édaphiques

Le palmier dattier est une espèce des régions arides et semi-arides, **(Babahani et Eddoud, 2012).** Les sols des palmeraies varient selon les régions. Les qualités physico-

chimiques recherchées pour les sols de palmeraies sont (**Monciero, 1954 ; Monciero, 1961** ; **Munier, 1973 ; Djerbi, 1994).**

La topographie : pour une meilleure association irrigation drainage, le sol doit avoir une pente de 2 à 6 ‰,

La profondeur : le sol doit avoir une profondeur minimale de 1,5 à 2 m,

La perméabilité : le sol doit permettre la pénétration de l'eau à une profondeur de 2 à 2,5m,

La texture variable : argileuse, limoneuse, sableuse, calcaire ou gypseuse avec une bonne rétention en eau. Les croûtes gypso-calcaires et caillouteuses doivent être percées avant la mise en valeur. Il faut éviter les sols argileux, compacts et non drainés,

La salinité : le palmier dattier est résistant à la salinité et les problèmes de croissance sont signalés quand la concentration de sels dans la solution des sols dépasse 15 $g.l^{-1}$,

Le pH : il doit être neutre ou faiblement alcalin.

La tolérance à la salinité varie en fonction des composantes de celle-ci, des cultivars et de la constitution physique du sol (**Munier, 1973**) :

Les carbonates sont plus nocifs que les chlorures.

Les cultivars "Ghars" et "Degla-Beïda" sont plus tolérants que la "Deglet-Nour".

Les sols lourds, d'une manière générale, accusent plus fortement les effets de la salure. Les renseignements sur la résistance des dattiers aux sels sont peu nombreux et contradictoires (**Abakoumov et Vaxman, 1965**). Ils sont orientés sur la tolérance du palmier dattier à la salinité des eaux d'irrigation et à la salinité des sols.

Deuxième partie

Matériel et méthodes

I.1.Localisation géographique

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

la wilaya d'Ouargla se trouve limitée au Nord-est par les wilayates d'El-Oued et de Djelfa; à l'Est par les frontières tunisiennes et la wilaya d'El-Oued; à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa et au Sud-est par la wilaya de Tamanrasset. D'une superficie d'environ 163.230 Km^2,(fig ;01).

Le climat est caractérisé par une saison sèche qui dure tout l'année (Climat méditerranéen hyperaride).Il pleut rarement, une luminosité intense, les températures sont très élevées, pouvant déposer 50°C et une forte évaporation (**Rouvilois Brigol, 1975**). 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)** .Les sols de la cuvette d'Ouargla à l'exception de certains sols qui se situent dans la périphérie nord de la région d'Ain Moussa - Bour El Haicha présentent un caractère fortement salin à très fortement salin, dominé par le chlorure de sodium **(Halilat, 1993).**

L'étude de (**Hamdi-Aissa, 2001**) réalisée avec la télédétection et la prospection sur terrain a montré que les sols dans la cuvette de Ouargla sont à prédominance salsodique, hydro-halomorphe et minéraux bruts. Selon (**Hamdi-Aissa et *al*., 2004**), Les sols de la région de Ouargla sont de classe Hypogypsic / Gypsiric Solonchak..

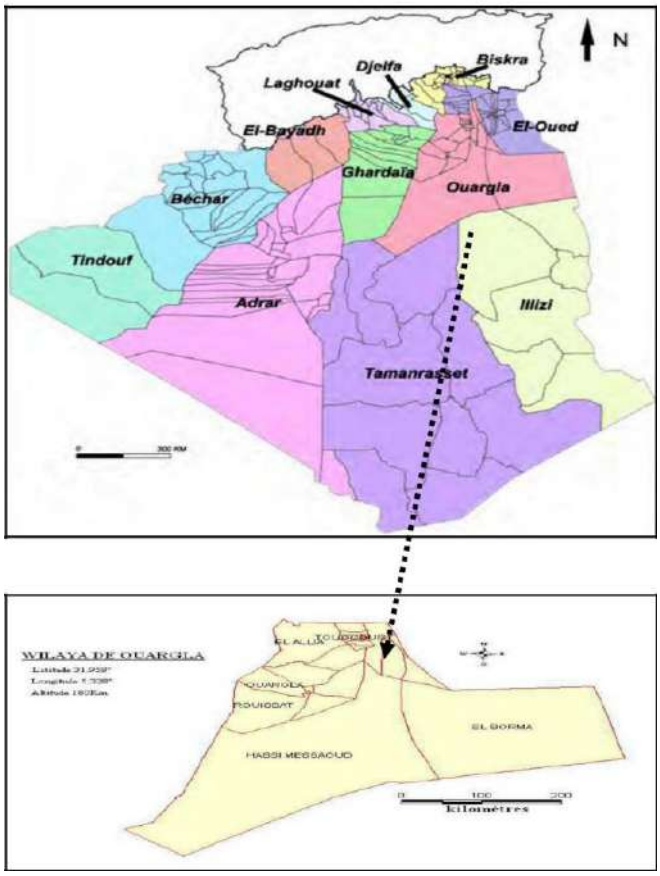


Figure 04.Localisation géographique de la région d'étude (D.P.A.T, 2010)

I.1.1.Présentation du site expérimental

L'exploitation de l'université de Ouargla fut créé 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. L'étude a été mené dans l'exploitation agricole de l'université de Ouargla (ex : I.T.A.S), située au sud-ouest de la ville d'Ouargla, à six kilomètres environ du centre-ville. Elle se présente sous forme d'un glacis d'une grande homogénéité topographique. Elle se trouve dans une zone peu élevée, à la bordure d'un chott. Le dénivelé topographique entre le chott et l'exploitation est d'environ deux mètres. Ses coordonnées sont les suivantes (**UKMO, 2013).**

- Latitude : 31°,57' Nord.
- Longitude : 5°,20' Est.

Les altitudes sont comprises entre 132.5 et 134.0 m

Le périmètre couvre une superficie de 16 hectares, dont les 8 hectares sont aménagés répartis en deux secteurs à savoir : secteur A, secteur C. Le réseau de drainage est constitué de drains à ciel ouvert, débouchant sur un collecteur principal.

Du point de vue agronomique, le jardin, dans l'ensemble, est bien entretenu. Les techniques culturales appliquées sont relativement simples. Le sol est meuble et irrigué par des techniques de submersion, l'apport régulier d'engrais organiques et d'engrais chimiques**.**

Figure 4. Image satellitaire du site expérimental (image Google Earth 2019).

I.1.2.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.

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.

I.2.Technique d'échantillonnage

I.2.1Période d'échantillonnage

Les prélèvements ont été effectués le 05 février 2019 (T°=19).

I.2.2.Prélèvements des échantillons.

Nous avons prélevé aseptiquement à l'aide d'une grande spatule des échantillons sur 4 profils sous palmier dattier. Deux profils sous pied de palmier dattier dans le secteur C1 à une profondeur de 1m, et deux profils sous palmier dattier dans les secteurs A1 et A2 a une profondeur de 1 m. Chaque profil est divisé en 3 horizons bien distincts.

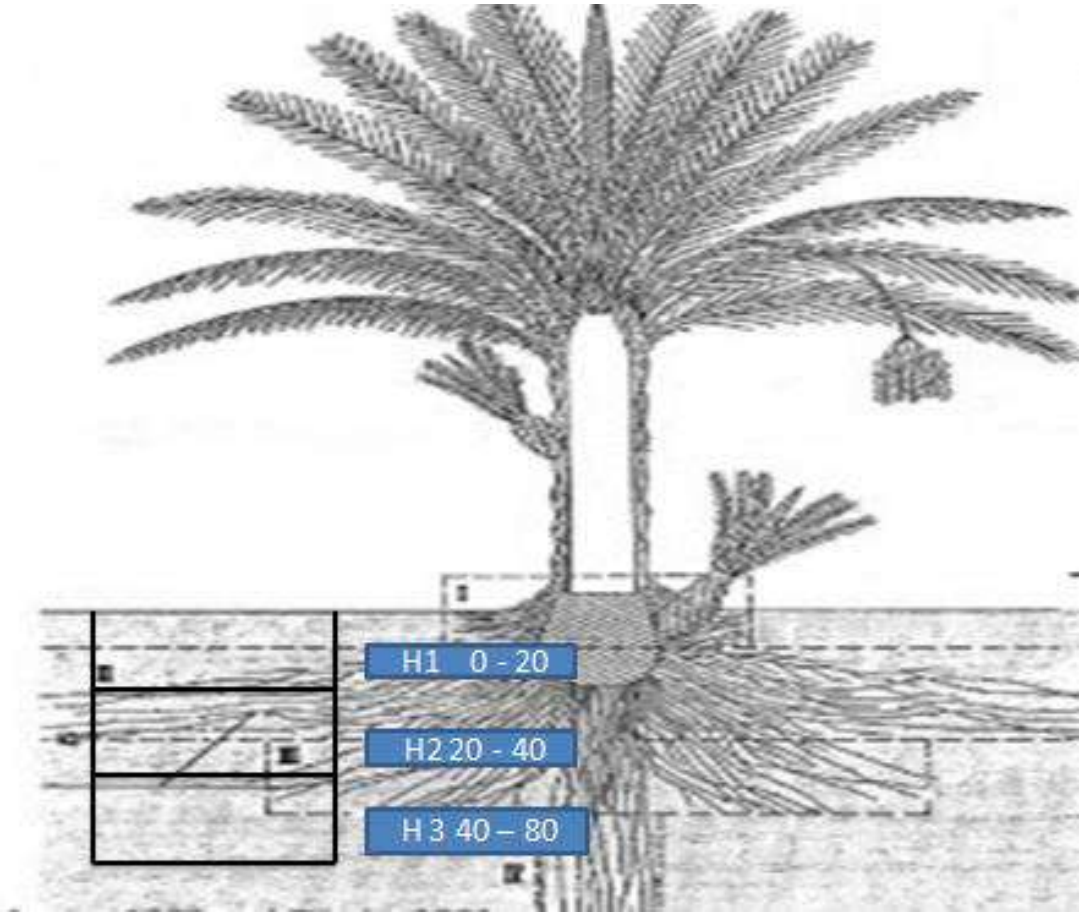


Figure 5 : Schéma d'échantillonnage du sol

I.2.2.1.Horizon de prélèvement

En matière d'échantillonnage pour des fins microbiologiques dans le sol, la norme NF X31-100 fait référence. L'horizon 0-15 cm est habituellement utilisé. Cependant, en sol

agricole limoneux ce qui est notre cas, la biomasse fongique est sensible jusqu'à 30cm (Legras, SD).

L'activité biologique est maximale dans l'horizon de surface et décroit plus ou moins avec la profondeur (**Kombate, 2013**).

I.2.2.2.Conservation et transport des échantillons

Les échantillons sont transportés avec soin dans des délais rapides (-1h) au laboratoire. L'idéal est de travailler sur sol frais ou conservé au réfrigérateur (4°C). Le séchage des échantillons tue une partie de la microflore et rend impossible la détermination de la biomasse microbienne et aussi qu'un stress hydrique peut perturber les mesures biologiques **(Chaussod *et al,* 1992 ; Fardoux *et al.,* 2000).**

Photo 1 Prélèvement des échantillons

I.3.Analyses physico-chimiques

I.3.1.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**).

% Humidité du sol = (masse humide – masse sec) /masse sec ×100

I.3.2Granulométrie

La texture d'un sol est révélée par son analyse granulométrique. Son principe est basé sur la vitesse de sédimentation des particules séparées et dispersées par destruction de la matière organique par une attaque à l'eau oxygénée. Le fractionnement de ces particules se fait par l'intermédiaire de la pipette de Robinson qui permet la détermination des fractions argileuses et limoneuses fines. Ensuite les sables fins et grossiers sont mesurés par tamisage **(Urbanski *et al.*, 2011**).

I.3.3.pH

La mesure du pH a été effectuée sur un extrait 1/2.5 par la méthode électro métrique à l'aide d'un pH-mètre de laboratoire (**Mathieu *et* Pieltain, 2009**).

I.3.4.Conductivité électrique(CE)

La conductivité électrique a été déterminée par un conductimètre à une température de 25°C avec un rapport sol/solution de1/5. La conductivité est en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol **(Nanypetra *et al*, 2013).**

I.3.5.Calcaire total

Le calcaire total a été déterminé par la méthode volumétrique à l'aide du Calcimètre de Bernard **(Mathieu *et* Pieltain, 2009)**. L'échantillon est attaqué par l'HCl (6 N), on mesure le volume de CO_2 dégagé ; une mol de CO_2 correspondant à un mol de $CaCO_3$.

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl + H_2O + CO_2$$

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

Taux de $CaCO_3$en % = (P'.v) / (P.V) ×100

P: poids de l'échantillon (en gramme). P' : poids de $CaCO_3$.
V: volume de CO_2 dégagé par l'échantillon.
v : volume de CO_2 dégagé par $CaCO_3$

I.3.6. Dosage du carbone organique

Le carbone organique a été dosé par la méthode Anne, qui consiste à oxyder la matière par un oxydant puisant (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 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 (**M'sadak *et al.*, 2013**).

% Matière organique = % carbone organique x 1.72

I.4. Analyses microbiologiques

I.4.1. Microflore tellurique

Le domaine scientifique dénommé « écologie microbienne » est très récent (environ 50 ans), dans les années 1960 les études ont été accordée aux interactions entre micro-organismes et leur habitat, et on 1980 ils ont commencé à s'intéresser à la densité, la diversité et l'activité microbienne des sols par l'isolement dans des milieux de culture spécifiques (**Tortora *et al.*, 2012).**

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

Cependant ; il s'avère que les méthodes de dénombrement sont les plus anciennes, mais leurs bases solides et les perfectionnements techniques importants qu'elles ont connus font qu'elles sont les plus utilisées.

L'évaluation quantitative de la microflore dans un sol donné peut s'effectuer directement par observation microscopique en fluorescence ou indirectement par inoculation dans des milieux de cultures convenables de suspension de sol à différentes dilutions.

Le mode direct permet, à la fois, une évaluation quantitative et qualitative de la microflore. Elle est facilement applicable. D'autre part ; cette méthode ne permet pas un isolement rapide de microorganismes que si l'on dispose d'un micromanipulateur pour cela, afin d'estimer la taille de ce compartiment vivant et d'évaluer les fluctuations de ces populations selon des conditions diverses. Nous avons envisagé la méthode indirecte qui nous permet d'accéder le mieux à ce paramètre.

I.4.2. Ddénombrement de la microflore tellurique

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

I.4.3.Préparation des suspensions dilutions

Les préparations des suspensions dilutions consistent à disposer sur un portoir une série de6 tubes stérilisés, numérotés de 1 à6, 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}(Figure n°7).

Les suspensions dilutions doivent être utilisées aussitôt après leur préparation. Sachant que la suspension mère présente 10^{-1}et la première dilution 10^{-2} et ainsi de suite.

Remarque : La valeur analysée dépend en grande partie, du soin apporté et à la condition de stérilisation.

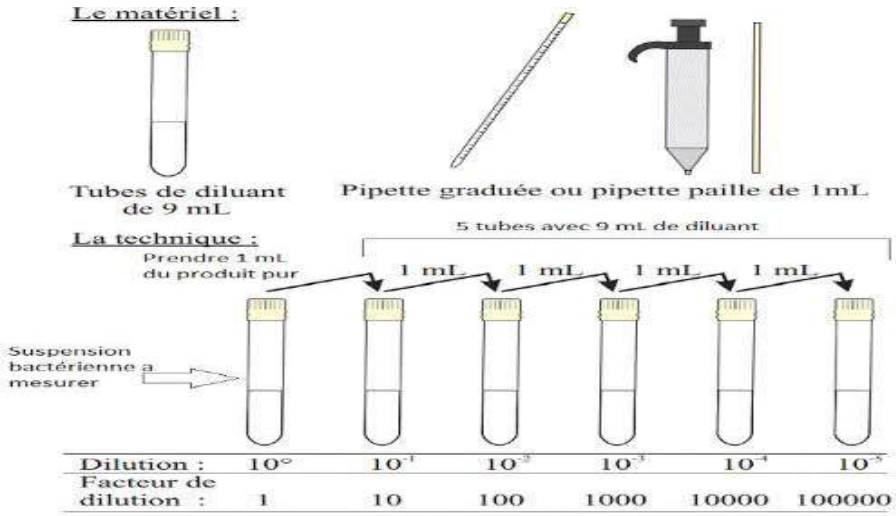


Figure 6. Méthode de préparation des suspensions dilutions

Photo 2. Préparation des suspensions dilutions.

I.4.4.Microflore tellurique

A. Microflore bactérienne mésophile aérobie

Le milieu de culture utilisé pour le dénombrement de la microflore bactérienne du sol est un milieu de gélose nutritive. Il présente l'avantage d'être pas trop riche en éléments nutritifs et n'entraine pas un développement exagéré des colonies **(Oustani, 2006).** Ainsi, les bactéries sont ensemencées avec des suspensions dilutions du sol, allant de 10^{-2} jusqu'au 10^{-6}. La lecture des résultats par le dénombrement des colonies apparues se fait après incubation pendant 24 heures à 37°C.

B. Champignons

Le milieu de culture utilisé pour la quantification des champignons est le milieu (OGA) Annexe 1.L'ensemencement avec des suspensions dilutions de terre préparées selon la technique habituelle ; On inoculera 3 boites pour chaque dilution. Les dilutions vont de 10^{-2} à 10^{-6}. L'incubation se fait à 28°C en position retournée. La lecture des résultats se fait à compter de sept jours d'incubation, le nombre de colonies des champignons développées sur chaque boite de Pétri.

I.4.3Purification et identification

La purification est une étape très importante et très délicate, qui demande beaucoup de temps, puisqu'il s'agit d'un prélèvement qui abrite des milliers de microorganismes, et c'est de la pureté des cultures que va dépendre l'identification des espèces.

A partir de l'enrichissement il est possible d'isoler des espèces pures. Pour ce faire on dispose de techniques classiques qui sont : l'isolement sur boite, la dilution successive en milieu solide(**Botton et *al*., 1990**).

Avant d'entamer l'identification, on procède à la purification des souches isolées à l'aide d'une série de repiquage des souches isolées qui consiste à transférer aseptiquement un microorganisme dans un milieu neuf et stérile pour s'assurer de la pureté de l'isolat **(Botton et *al*.,1990).**

Après le premier ensemencement sur boite de Pétri, différentes colonies sont obtenues. Chaque colonie d'aspect différent est ensemencée à part dans un milieu solide. Les boites ensemencés seront incubés 24h à 37°C pour les bactéries, et 7 jours pour les champignons.

La purification dessouches se fait par des passages successifs en milieu solide jusqu'à l'obtention au sein d'une boite de Pétri de colonies identiques par l'aspect et la couleur.

Après plusieurs passages sur milieu gélosé, la souche est en général purifiée et nous procédons à l'identification des espèces.

L'identification a pour but de classer les souches microbiennes par genres et espèces selon les critères d'identification. Elle est basée sur les deux aspects : microscopiques et macroscopiques **(Botton et *al*, 1990).**

I.4.4.Caractères morphologiques

Observation macroscopique

L'observation des colonies peut être d'un grand intérêt taxonomique lorsque la culture est faite sur des milieux spécifiques faisant apparaitre certains caractères propres aux espèces ex: la production de pigment. Or, ici, c'est une description directe faite sur boites d'isolement, permettant au moins une distinction des souches les unes des autres afin de les purifier.

D'après (**Rebbouh, 2016**), l'examen macroscopique est l'un des critères essentiels d'identification, permettent respectivement la détermination de la colonie elle précède l'étude leur aspect macroscopique des boites s'effectue à l'œil nu dans un endroit bien éclairé, en vérifiant que toutes les colonies soient identiques, il faut noter :

- La couleur
- la taille : petite, grande, moyenne.
- la forme du contour : lobé, plat, bombé, dentelé, ronde,….etc.
- l'aspect de la surface : lisse, rugueuse.
- opacité : opaque ou transparent.

I.4.5.Observation microscopique

Bactéries

Nous faisons une observation microscopique des bactéries à l'état frais, pour voir leur mobilité. La taille, la forme et le type de regroupement des cellules bactériennes sont appréciés après coloration au bleu de méthylène.

Pour vérifier la pureté des isolats et s'orienter dans le diagnostic, nous utilisons la coloration de Gram.

Champignons

Pour les champignons, l'examen microscopique est basé sur les caractères morphologiques. On note les organes de fructifications, types de spores, aspect du thalle, aspect, taille, couleur et disposition des spores **(Bourgeois et Leveau, 1980**). L'observation microscopique est réalisée par la méthode :

Préparation des lames

Dans des conditions d'hygiène et d'asepsie, la préparation du matériel fongique pour l'observation microscopique à l'état frais est réalisée comme suit :

Prélever un fragment du thalle de la colonie à l'aide d'une anse de platine, flambée à la flamme du bec bunsen, puis le déposer dans une goutte d'eau physiologique sur une lame stérile.

Dilacérer le fragment mycélien avec l'anse de platine pour le rendre moins dense et mieux observable, sans autant l'abîmer complètement.

On a utilisé des colorants spécifiques tels que le bleu de méthylène pour une observation meilleure.

La préparation à l'aide d'une lamelle et la faire passer légèrement par-dessus la flamme pour éliminer les bulles d'air formées.

A partir d'un microscope binoculaire on observe directement les champignons en grattant de chaque boites de pétri une colonie on met le gratis sur une lame contenant une goutte d'eau distillée et on la pose sur une lamelle. Nous avons utilisé cette méthode pour identifier les genres des champignons.

I.4.6.Coloration de Gram

La coloration de Gram est l'étape clé dans notre travail, cette étape de l'examen directe est essentiel pour apprécier la présence et la morphologie des germes et permet de classer les bactéries en deux grandes catégories (Gram + et Gram -).

Troisième partie

Résultats et discussion

Chapitre I.

Résultats et discussion des analyses bio-physico-chimiques

Chapitre I. Résultats et discussion des analyses bio-physico-chimiques

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

Les caractéristiques physico-chimiques des échantillons moyens de sol des différents horizons issus des (4) profils déterminées au laboratoire, sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques

		Horizon-1-	Horizon-2-	Horizon-3-
Granulométrie	**L.F(%)+A (%)**	**1.8%**	**2.8%**	**9.5%**
	L.G (%)	**10.4%**	**12%**	**18.6%**
	S.F (%)	**10.7%**	**15.3%**	**18.7%**
	S.M (%)	**24.1%**	**37.3%**	**32.2%**
	S.G (%)	**27.2%**	**21%**	**13.6%**
	S.T.G (%)	**25.8%**	**11.6%**	**7.4%**
Humidité du sol (%)		**13.37**	**17.02**	**18.76**
Calcaire total(%)		**1.69**	**1.58**	**2.46**
Salinité globale CE à 25° (dS/m) 1/5		**13.60**	**12.42**	**13.15**
Réaction du sol (pH eau :1/2.5)		**7.59**	**7.53**	**7.58**
Caractéristiques biochimiques	**C.org (%)**	**0.48**	**1.05**	**0.53**
	MO (%)	**0.82**	**1.81**	**0.92**

L'analyse granulométrique du sol sur les trois horizons montre que le sable est la fraction la plus dominante, en deuxième lieu vient le limon, tandis que le taux d'argile et limon fin sont très faibles. Ceci nous a conduit à classer nos sols selon le diagramme texturale américain parmi les sols à texture sablo-limoneuse.

En général, les sols qui compte un pourcentage élevé de sable ont une bonne porosité, mais leur capacité de rétention en eau est faible **(Vandecasteele, 2003).**

Nous avons enregistré un taux d'humidité de l'ordre de 18.67% dans le troisième horizon comme la plus grande valeur suivi par le deuxième horizon (17.02 %) et enfin le premier horizon (13.37%).

Cette faible teneur en eau en surface peut s'expliquer, d'une part, par l'aridité du climat (le taux d'évaporation est supérieur à celui des précipitations), d'autre part, par la capacité de rétention en eau de ce sol qui est faible, faute de texture qui contient du sable, celui-ci peut stocker qu'une petite quantité d'eau, le reste s'infiltre rapidement vers le sous-sol **(Bedjadj, 2011).**

Les teneurs en calcaire total sont de l'ordre de 2.46%pour la troisième horizon, et 1.69%et 1.58% pour le premier et le deuxième horizon respectivement. En comparant les valeurs obtenues à celles signalées par **(Baise, 1988)**, **(annexe02),**nous constatons que le sol étudié est peu à modérément calcaire.

Les résultats obtenus concernant la conductivité électrique >6 dS/cm montrent que le sol étudié est un sol extrêmement salé selon (**Le Clech, 2000)**.En effet, la salinité affecte un milliard d'hectares de terre dans le monde majoritairement localisés dans les régions arides et semi-arides. La conductivité électrique définie la quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol, elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol **(Guessoum, 2001).**Les espèces microbiennes sont affectée à des degrés variable par la salinité **(Dellal et Halitim ,1992).**

Dans les régions arides, les sols sont généralemen t alcalins (7,5<pH<8,7) **(Le Clech, 2000).**

Un pH alcalin pour les 03 horizons : 7.59 pour le premier horizon et 7.53 pour le deuxième horizon et 7.58 pour le troisième horizon est dû à la présence d'une quantité adéquate des sels alcalins **(Gharbi, 2008).** Cette augmentation de pH due à la précipitation de CaCo3 qui consomme des ions H+ et provoque, par voie de conséquence, une alcalinité du milieu **(Hatimi, 2007)**. Ce qui explique pourquoi nos échantillons ont un pH alcalin aux alentours de 7 à 8 et c'est ce qui a été confirmé par Ben Hamida et El Khelili (2016) dans le même site et sur le même sol. Le pH dans le premier horizon est sensiblement plus élevé par rapport à celui du deuxième horizon et le troisième horizon ce qui nous semble dû probablement à l'accumulation des sels alcalins nos lessivés à cet endroit faute d'irrigation.

En ce qui concerne les caractéristiques biochimiques, la teneur en matière organique est faible pour le deuxième horizon l'ordre 1,81% voire très faible pour le premier horizon de l'ordre 0,82% et 0.92% pour le troisième horizon. D'après **Duchaufour (1984),** la teneur en matière organique dans les zones arides ne dépasse pas 1%. la faible richesse en matière organique des sols des zones arides est due à la faible couverture végétale dans ces zones.

Chapitre II.

Résultats et discussion des analyses microbiologiques

Chapitre II. Résultats et discussion des analyses microbiologiques

II-2. Résultats et discussion des analyses microbiologiques

II.2.1.Dénombrement des microorganismes telluriques

Les résultats des dénombrements microbiologiques laissent apparaitre des variations entre les trois horizons en nombre de germes.

Tableau 2.Résultats du dénombrement des principaux groupes microbiens

UFC.g.s.s^{-1}	Horizon -1-	Horizon-2-	Horizon-3-
Bactéries (x10^5)	48.33	60	4.66
Champignons (x10^4)	2.33	9	5

On remarque que la densité des Bactérie dans le deuxième horizon est plus importante que les autres horizons. D'autre part, nous constatons que les champignons sont plus nombreux dans le deuxième horizon. Il y a aussi une variation dans la présence des microorganismes où on trouve que la densité des bactéries est la plus élevée par apport aux champignons.

II.2.1.1. Densité microbienne

Les résultats des dénombrements microbiologiques laissent apparaitre des variations entre les trois horizons en nombre de germes.

II.2.1.1.1. La microflore bactérienne mésophile aérobie

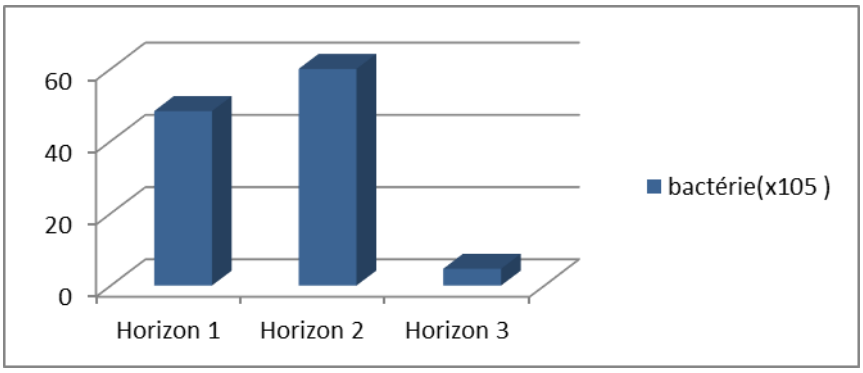


Figure 7. Représentation graphique de la biomasse bactérienne dans les sols étudiés exprimée en UFC.g.s.s^{-1}

D'après les résultats représentés dans le tableau et l'histogramme, le nombre des bactéries varie selon la profondeur. Ainsi nous avons enregistré dans le deuxième horizon 9 UFC.g.s.s^{-1} et suivie le premier horizon d'ordre de 2.33 UFC.g.s.s^{-1} et enfin les la troisième horizon d'ordre 5 UFC.g.s.s^{-1}.

La distribution verticale des bactéries reflète assez fidèlement la distribution de la matière organique dans le profil, ce que se conçoit facilement puisque l'on sait que les bactéries du sol sont en majorité des hétérotrophe, c'est –à-dire des organismes tirant leur de la dégradation de la matière organique du sol.

A la surface des racines les densités bactériennes sont souvent plus élevées que dans le sol loin des racines.

L'effet rhizosphérique est nettement positif puisque la densité des bactéries obtenues au niveau du sol racinaire du palmier dattier est plus élevée.

Comparativement aux champignons, il ressort que la densité bactérienne est la plus importante. 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 10^6et 10^9de Bactéries **(Soltner, 2003).**

De nombreuses enquêtes ont démontré que la structure de la communauté microbienne du sol est entraîné principalement par le pH du sol et le rapports C / N**(Bryant *et al*., 2008 ;Wu *et al*., 2009 ; Fierer *et al*., 2011; Shen*et al*., 2014; Zhang *et al*., 2013).**

Un pH entraîne une augmentation de la diversité bactérienne **(Wu *et al*., 2009 ; Shen *et al*., 2012).**

II.2.1.1.2. Microflore fongique

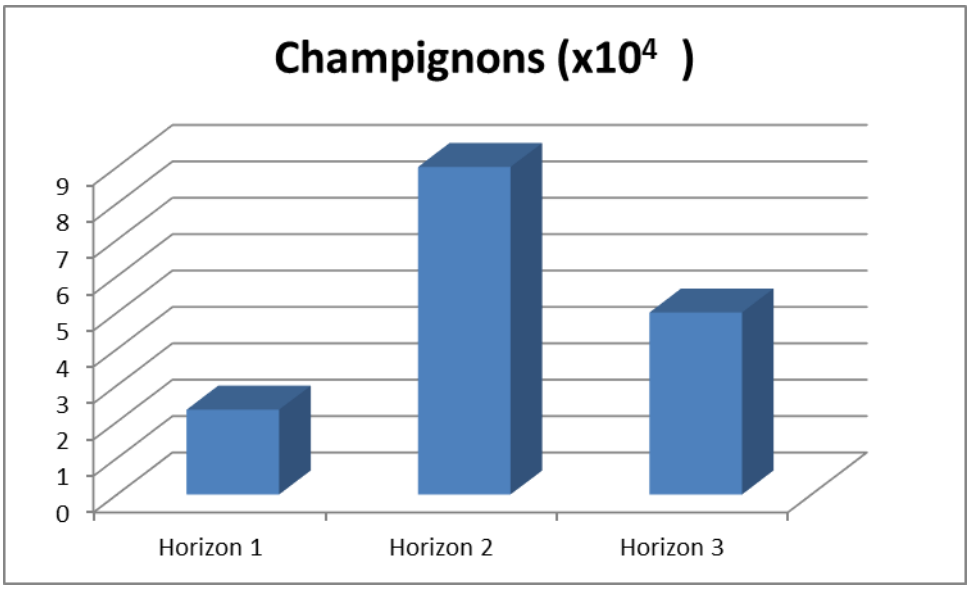


Figure 8. Représentation graphique de la biomasse fongique dans les sols étudiés exprimée en UFC/g.s.s-1

Pour la microflore fongique, on constate que la densité des champignons dans la deuxième horizon plus importante d'ordre de $9x10^4$UFC/g.s.s^{-1} à celle du premier horizon de l'ordre de$2.33x10^4$et la troisième horizon d'ordre de $5x10^4$UFC/g.s.s^{-1}

En effet, la croissance des champignons est aussi stimulée, mais dans une moindre mesure, par les exsudats racinaires. Tout comme pour les bactéries, ces exsudats exercent un chimiotactisme vis-à-vis des spores mobiles fongiques (zoospores). Même si la densité fongique est plus faible que celle des bactéries dans la rhizosphère, compte tenu de la grande taille des champignons, la biomasse fongique est probablement au moins aussi importante que celle les bactéries **(Stengel et Gelin, 1998).**

D'après les résultats obtenus dans la figure, on constate que les espèces fongiques sont distribuées d'une manière hétérogène sous les trois horizons étudiés.

Selon **(Rebbouh, 2016)**, la fréquence d'apparition des espèces fongique dépend de certains facteurs, tels que l'humidité relative qui est un paramètre d'une très grande importance qui conditionne le démarrage de manifestation des champignons et le pH **(Amrouche, 2007).**

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

Cette diminution peut être expliquée par la particularité que possèdent les champignons vis-à-vis de l'acidité. En effet les champignons préfèrent des milieux acides où ils ne rencontrent pas la concurrence des bactéries **(Morel, 1989).**Les mycètes ont tendance, donc, à coloniser des environnements acides et par leur activité métabolique acidifient encore plus les milieux, leur croissance optimale se fait à des pH entre 4 et 6 **(Nicklin et al., 2000).**

Le pH alcalin de nos trois horizons explique la faible densité des champignons par rapport aux taux bactéries.

II.2.Caractères morphologiques macroscopiques

L'étude morphologique des isolats des différents groupes microbiens étudiés à partir du trois horizon a permis de distinguer les caractères indiquées dans **le tableau3** .

Tableau 3 : Caractères morphologiques des microorganismes.

Caractères / Germes	Couleur	Forme	Opacité	Taille	Aspect du Surface
Bactéries	Vert Noire Gris Blanchâtre Marron	Plat Arrondie Bombée Dentelée	Opaque Transparent	Moyenne Grande Petite	Lisse Rugueuse
Champignons	Vert Noire Gris Blanchâtre Marron	Plat Arrondie Bombée Dentelée	Opaque Transparent	Moyenne Grande Petite	Rugueuse Lisse

La plupart des caractéristiques morphologiques observées (forme, taille, couleur, opacité, aspect de surface) chez les bactéries présentent des similarités dans les trois horizons de sol. Les champignons présentent, également des similitudes morphologiques dans le profil. Ainsi, nous avons trouvé dans les trois horizons des colonies de couleur noire, verte et grise de différentes tailles.

II.2.3. Purification et identification

Plusieurs travaux ont été réalisé pour isoler et purifier ainsi que caractériser des microorganismes les plus spécifiques (Faghire et *al*., 2012). Vu que la plupart des microorganismes isolées dans cette étude, ressemblent dans leurs caractéristiques morphologiques aux cellules souches, on peut déduire que les espèces existantes sont identiques. Dans les résultats obtenus nous avons classé les souches microbiennes par genre selon les clés d'identification. Ainsi, nous avons trouvé 1 colonies bactériennes, et 7 espèces fongiques.

Bactéries

L'observation de la morphologie coloniale décrit quatre types majeurs de colonies :des colonies de forme ovale, ayant un contour régulier et d'aspect très visqueux, des colonies ondulées à contour irrégulier et d'aspect rugueux et sec et des colonies circulaires ayant un contour régulier et un aspect lisse .

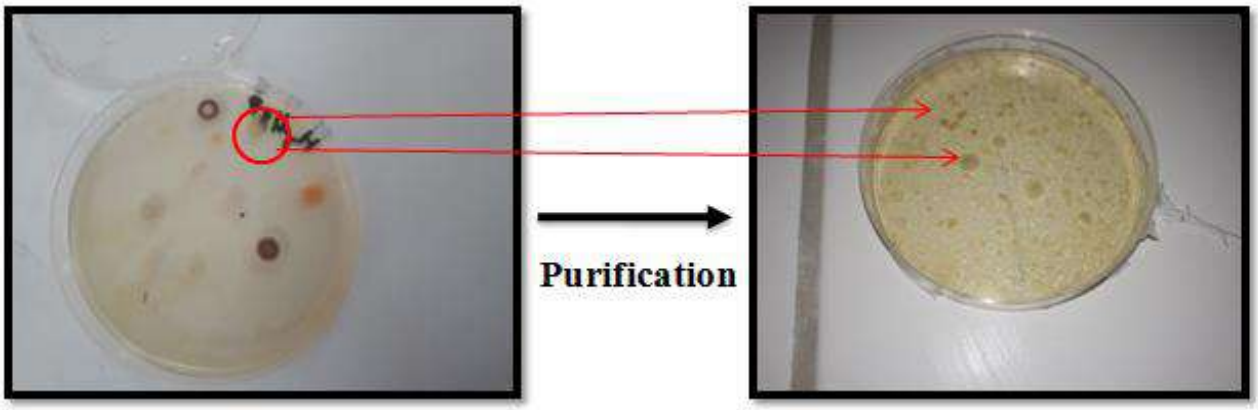


Photo 3 : Aspect macroscopique et purification des colonies des bactéries

Champignons

Après l'identification des champignons par l'utilisation des clés spécifiques de détermination de **(BOTTON et *al*., 1990),** les résultats obtenus montre que des similitude des morphologiques dans le profil . selon la forme, la taille, la couleur et l'aspect de surface, ainsi il est même dans l'aspect microscopique selon la disposition des spores, type de spore, couleur , taille, aspect du thalle..). Les résultats obtenus sont présentés dans les photos suivantes :

Figure 9. Aspect macroscopique des colonies des champignons dans les trois horizons

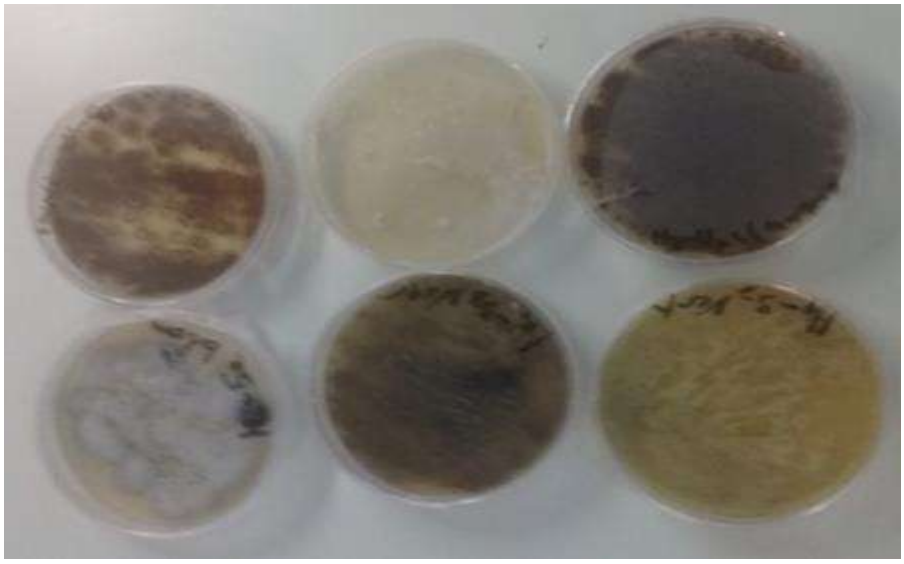
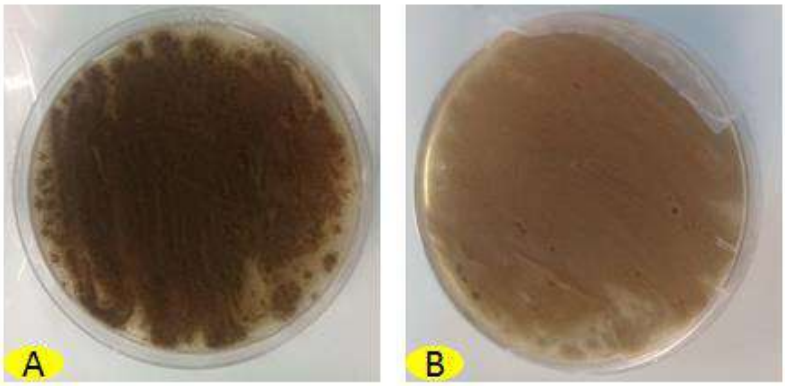
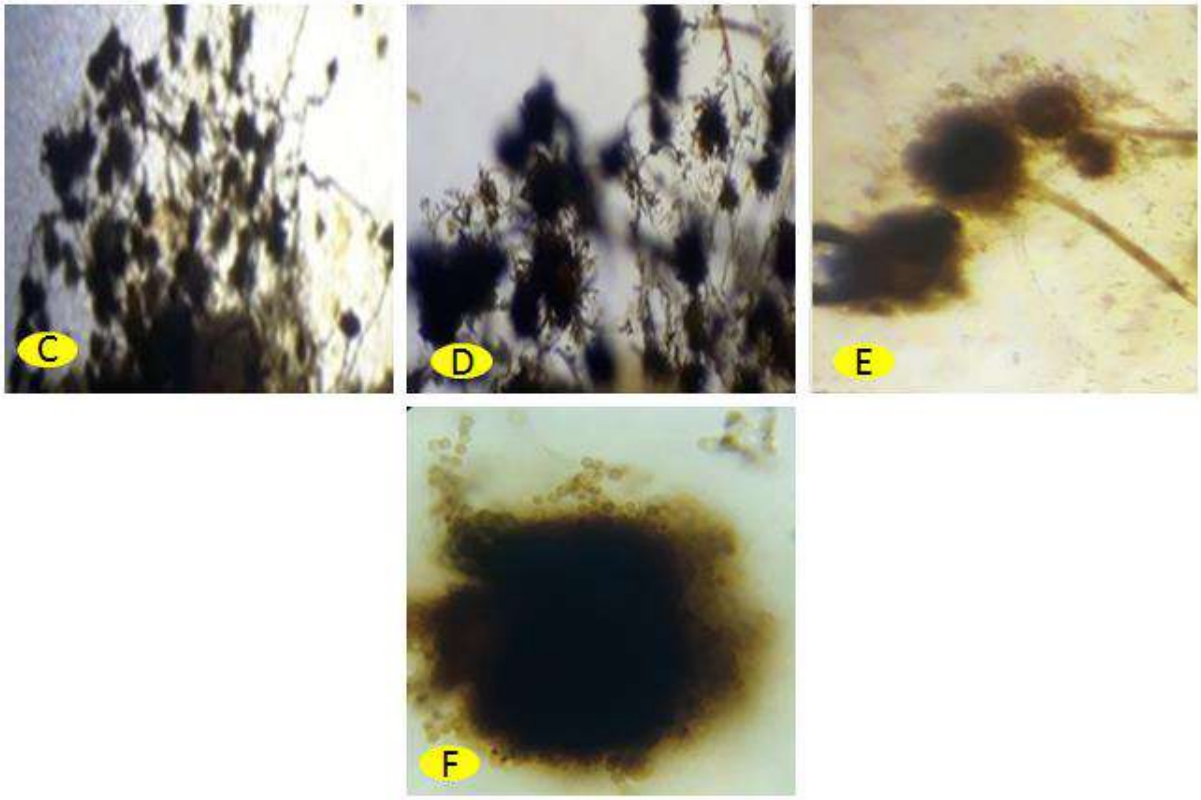


Figure 10 . Observation macroscopique des champignons



Observation macroscopique



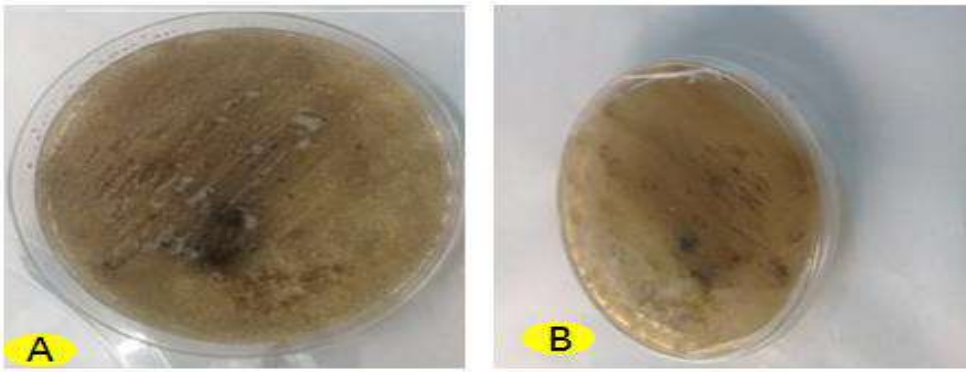
Observation microscopique

A B Culture surface (Recto)/Verso

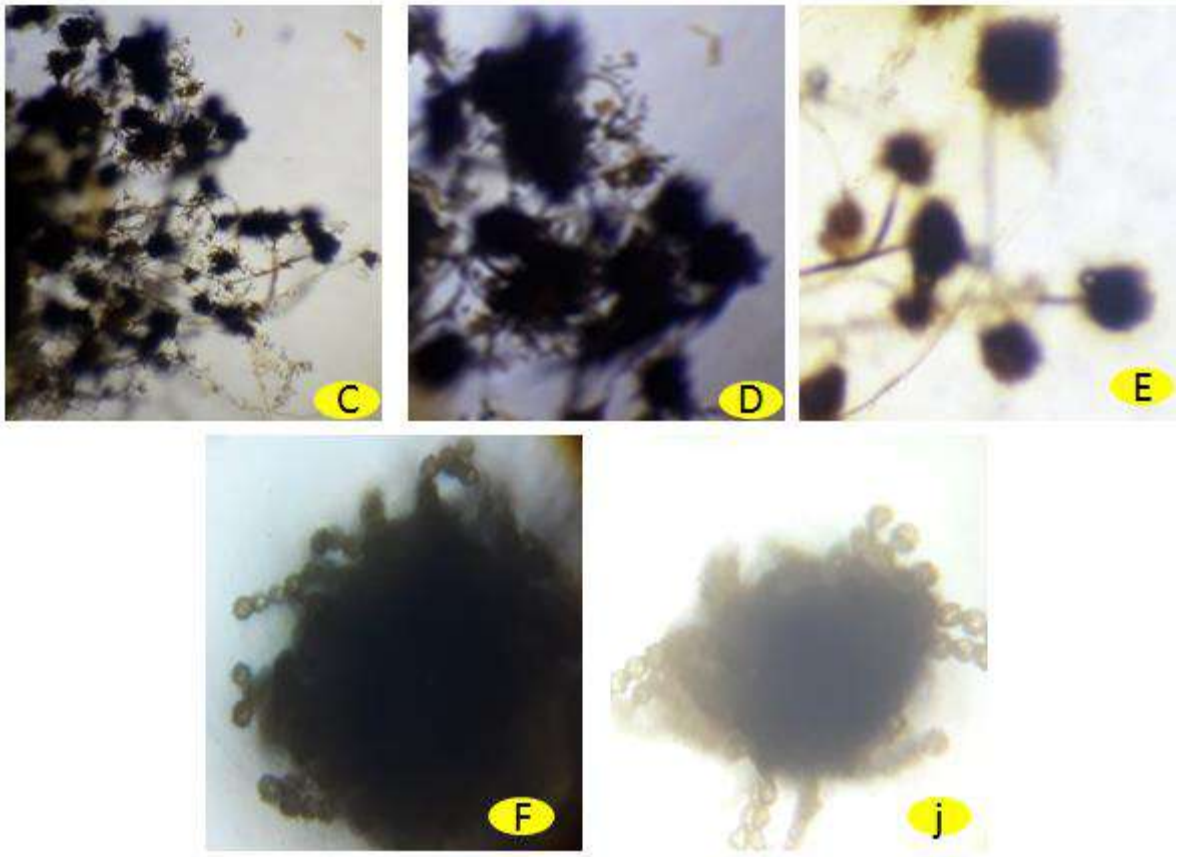
C Conidie (X100)

D E Conidie (X250)

Figure 11. Observation macro et microscopique *d'Aspergillus tubingensis*



Observation macroscopique



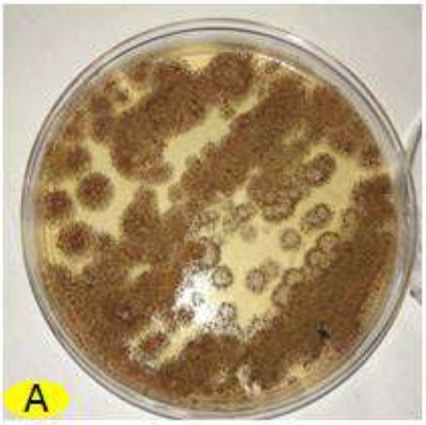
Observation microscopique

A B Culture surface (Recto)/Verso

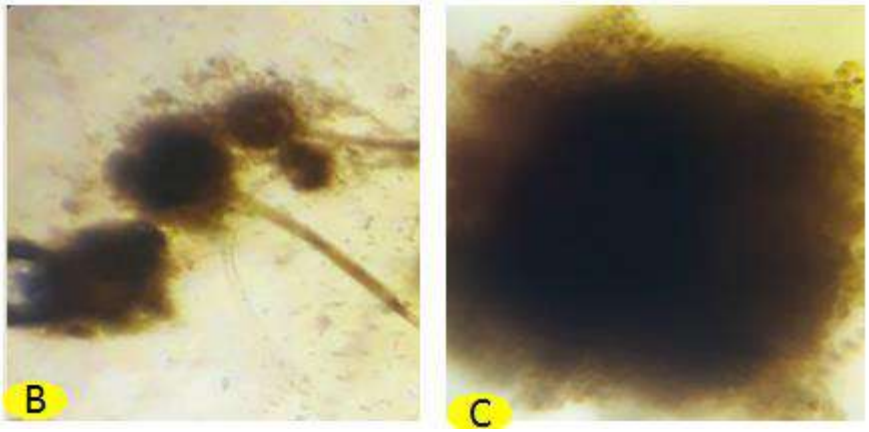
C Conidie (X100)

D Conidie (X250)

Figure 12. Observation macro et microscopique *d'Aspergillus niger*



Observation macroscopique

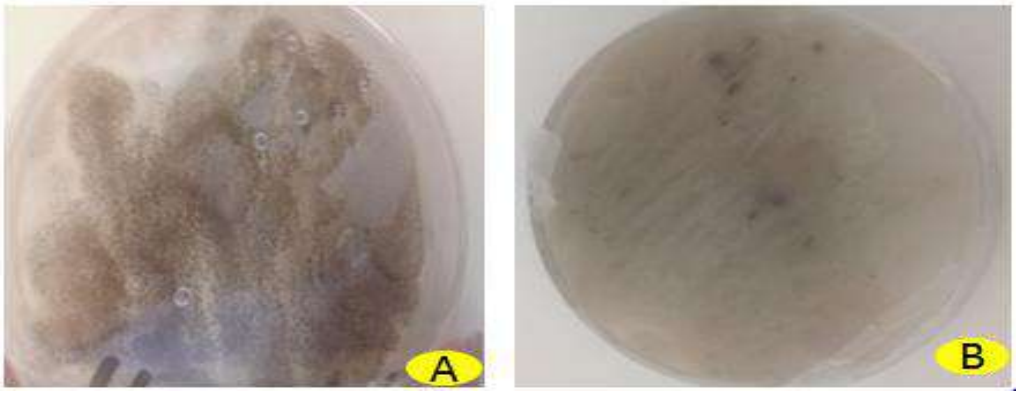


Observation microscopique

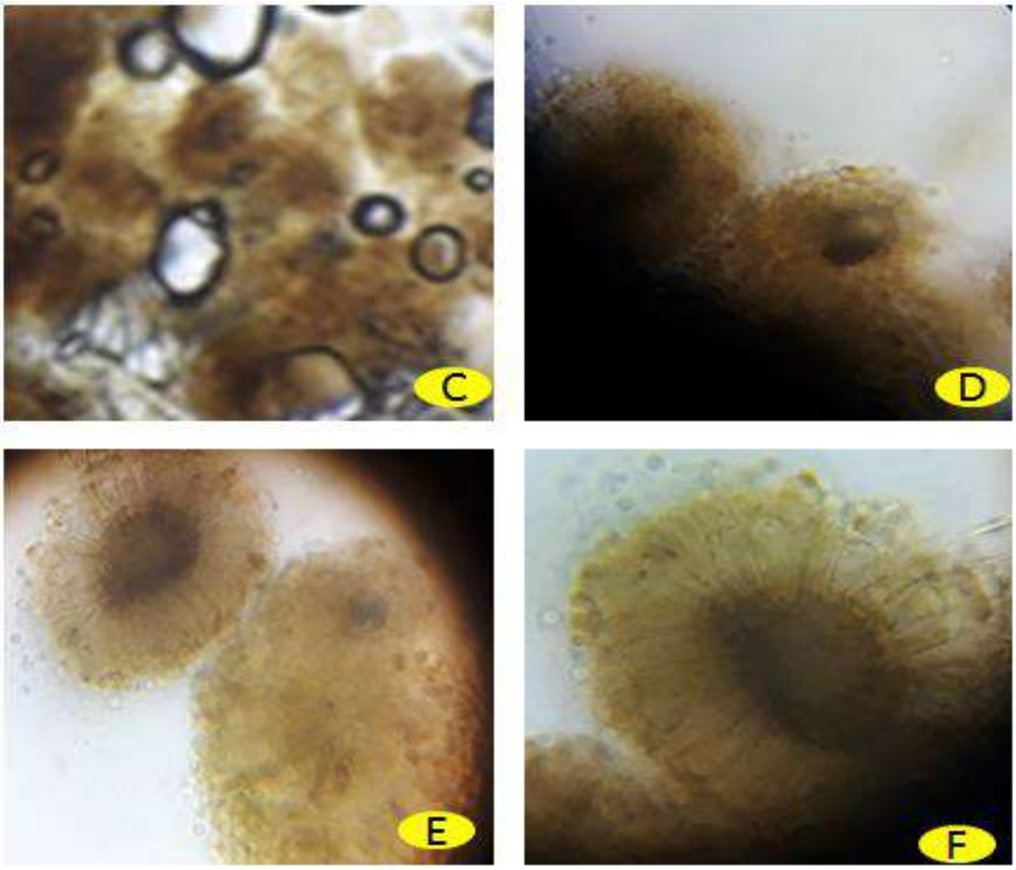
A Culture surface (Recto)

B C Conidie (X250)

Figure 13. Observation macro et microscopique *d'Aspergillus Sp*



Observation macroscopique



Observation microscopique

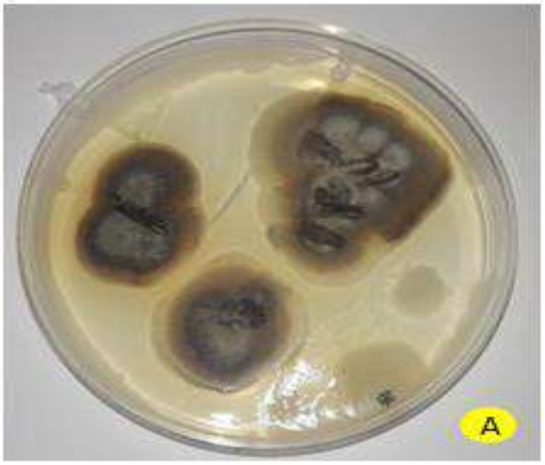
A Culture surface (Recto)

B Culture verso

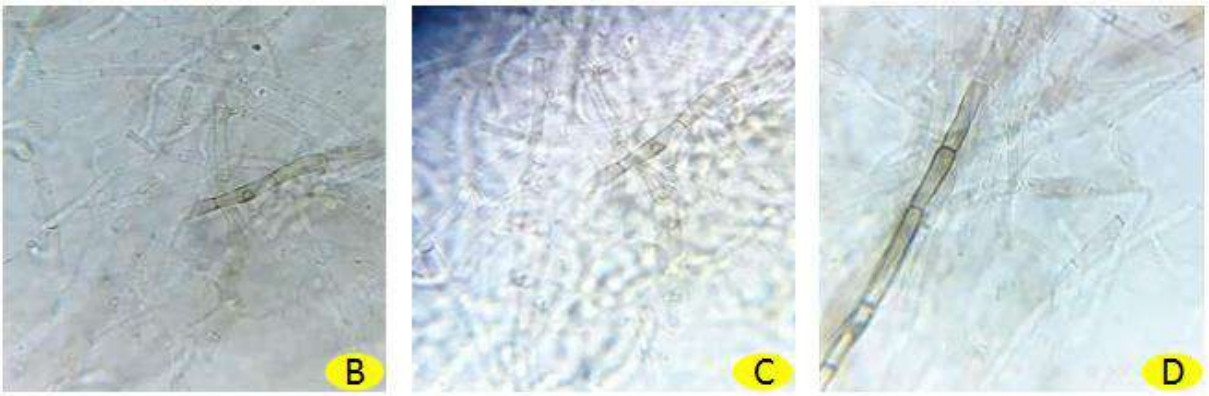
C Conidie (X100)

D Conidie (X250)

Figure 14. Observation macro et microscopique *d'Aspergillus awamori*



Observation macroscopique

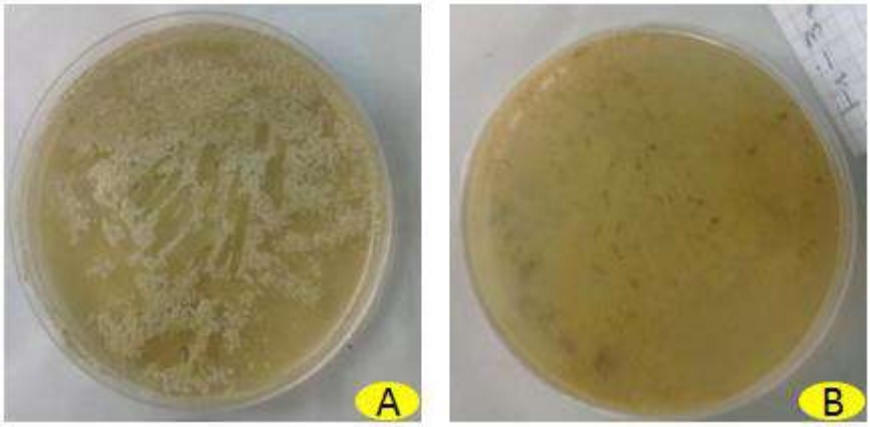


Observation microscopique

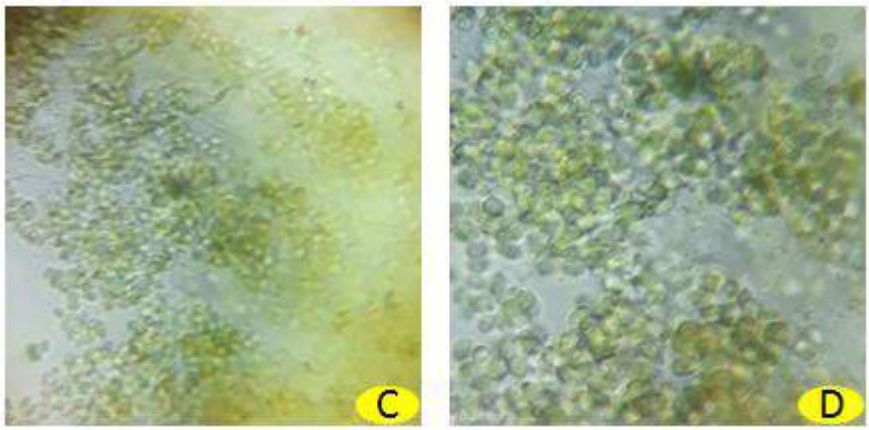
A Culture surface (Recto)

B Conidie (X250)

Figure 15. Observation macro et microscopique *Penicillium Sp*



Observation macroscopique



Observation microscopique

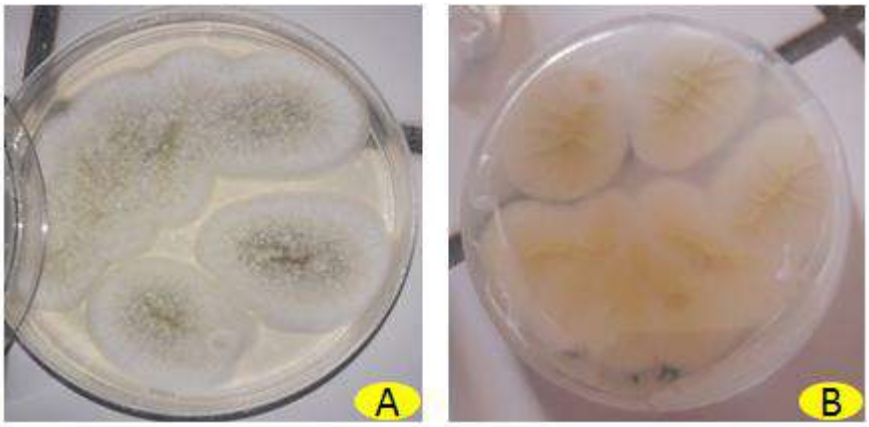
A Culture surface (Recto)

B Culture verso

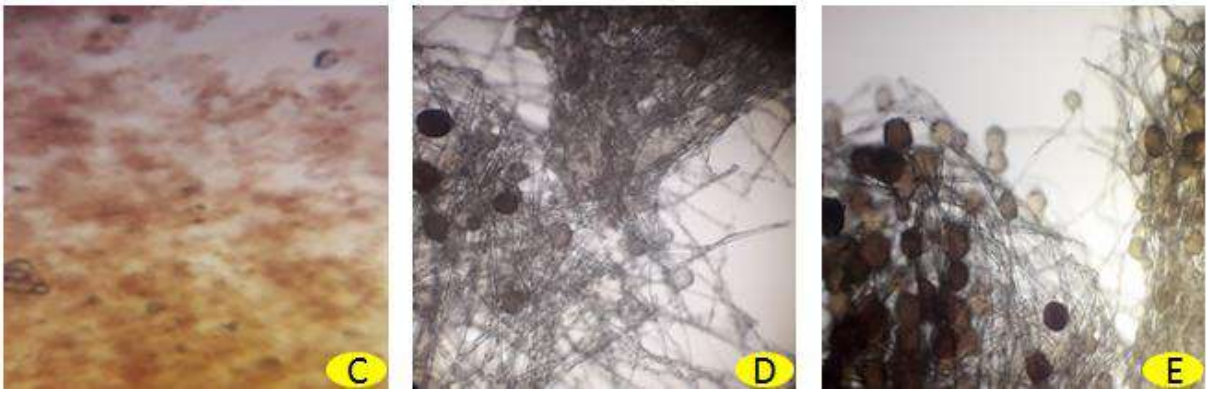
C Conidie (X100)

D Conidie (X250)

Figure 16. Observation macro et microscopique *de Trichoderma viride*



Observation macroscopique



Observation microscopique

A Culture surface (Recto

B Culture verso

C Conidie (X100)

D Conidie (X250)

Figure 17. Observation macro et microscopique *Muccor sp*

II.2.4. Coloration Gram

L'observation des frottis colorés sous microscope optique nous a permis de distinguer les formes cellulaires bactériennes de nos isolats. La coloration Gram révèle la présence de bactéries Gram - dans les échantillons du sol au contact des racines dans le profil,

Les bactéries à Gram- sont surtout des diplo-coccobacilles très fins (Photo 4).Ces résultats sont identiques à d'autres auteurs qui ont observé essentiellement des Bactéries Gram - à croissance rapide à la surface des racines,

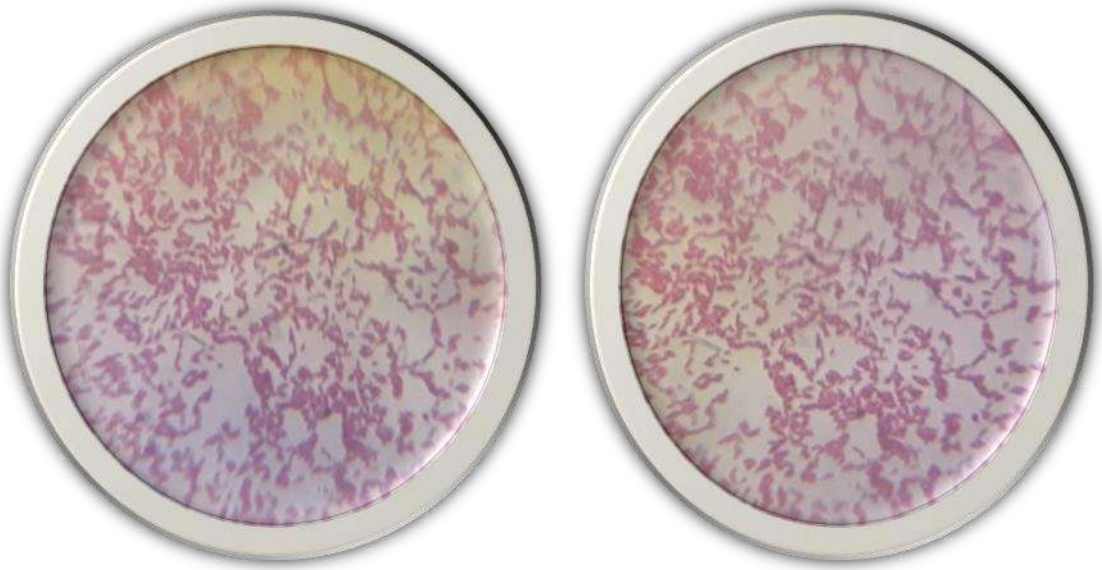


Photo 4: Microphotographie observée au microscope optique présentant des bactéries (Gross x 100)

Conclusion

Conclusion

Cette étude menée au niveau de l'exploitation agricole à l'université de Ouargla, nous a permis de mettre en évidence l'aspect quantitatif et qualitatif des principaux groupes microbiens de la rhizosphère du palmier dattier en fonction de la profondeur.

Les résultats des analyses physico-chimiques des trois horizons du sol montrent que :

Le sol est de texture sablo-limoneuse.

Le taux d'humidité est variable dans les trois horizons où il est important dans le troisième horizon car il est proche de la nappe phréatique.

Le taux de calcaire est faible.

Le pH de ces sols est alcalin.

La salinité est élevée dans les trois horizons de sol.

Le taux de matière organique est faible

Les résultats des analyses des différents groupes microbiens montrent que la densité des microorganismes sous palmier dattier est à son maximum au niveau de la zone rhizosphérique qui correspond au deuxième horizon comparativement aux autres horizons.

Le groupe microbien le plus favorisé par l'effet rhizosphérique est celui des bactéries par rapport aux champignons. Même si la densité fongique est plus faible que celle des bactéries dans la rhizosphère, compte tenu de la grande taille des champignons, la biomasse fongique est probablement au moins aussi importante que celle des bactéries. La présence de racines modifie de façon qualitative et quantitative la population microbienne du sol.

Cette variabilité de la population microbienne est également justifiée par l'effet rhizosphérique, et aussi très dépendante des caractéristiques physico-chimiques du sol, les principaux paramètres sont la texture, la salinité, le pH et la teneur en matière organique.

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

En ce qui concerne l'examen macroscopique il y a une similarité dans ces caractères morphologiques selon la forme, taille, couleur, opacité, aspect du surface pour les bactéries et pour les champignons.

Les souches isolées présentent une grande diversité morphologique.

L'observation microscopique a montré uniquement la présence des bactéries Gram négatives dans les échantillons du sol au contact des racines.

L'identification des espèces fongiques selon les clés de détermination nous ont permis d'identifier les espèces suivantes **:** ***Aspergillus awamori ; Aspergillus sp ; Aspergillus niger Aspergillus tubingensis ; Muccor sp ; Penicillium sp ;Trichoderma viride***

D'une manière générale l'effet rhizosphère agit sur l'environnement biotique des microorganismes du sol (aération, humidité, répartition des résidus de culture) et modifie en retour la quantité, l'activité et la répartition de la biomasse microbienne sous palmier dattier

Références bibliographiques

Références bibliographies

ABAKOUMOV I .A ., 1965. Influence Des Combinaisons D'engrais Sur La Croissance Des Jeunes Palmiers. Rapport Annuel Sur L'activité De La Mission Soviétique De La Station Expérimentale De Sidi Mahdi, Touggourt, P. 24-27.

AKHTAR S., 2015. Economics and dependence of wheat productivity on farm size in Southern Punjab. Journal of Environmental and Agricultural Sciences. 2:4.(ISSN: 2313-8629).

AMROUCHE N., ZACCOUR G.,(2007). Shelf-space allocation of national and private brands .European journal of Operational Research ,180(2),643-667p. Doi:10.1016/j.ejor.2006.05.008.

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

AUBERT G., 1978. Méthodes D'analyses Des Sols. Edit : C.R.D.P., Marseille, 191p.

BABAHANI S., EDDOUD A., 2012 Effet de la température sur l'évolution des fruits chez quelques variétés du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Algerian journal of arid environment 2, n°1,36-41p

BACYE B., 1993. Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des sols ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano- sahélienne (Province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Droit, d'Economie et des Sciences d'Ex Marseille, France, 243 p.

BAISE D., 1988. Guide des analyses courantes en pédologie. Ed. INRA, Paris., 171 P.

BAISE D., 2000- Guide Des Analyses En Pédologie. INRA, Edit : Paris, 257 P.

BARDGETT R.D., BOWMAN, W.D., KAUFMANN, R., AND SCHMIDT, S.K.(2005b) .A temporal approach to linking aboveground and belowground ecology. TRENDS in Ecology and Evolution 20: 634-641P.

BEDJADJ S., 2011.Contribution à l'étude du fonctionnement microbiologique du sol dans la région de Ouargla (Ex : l'université de l'ITAS)., mém Master, agro, univ kasdi merbah ouargla.,12-68p.

BELL-PERKINS L. J., J.M. Lynch. 2002. Rhizosphere microbiology, *In* G. Bitton (ed.), Encyclopedia of environmental microbiology, A Wiley-Interscience Publication, Canada.,p2713-2728.

BEN HAMIDA F., 2011. La filière des dattes communes dans les oasis de Gabés dans le contexte des aléas climatiques et économiques: fonctionnement, atouts et contraintes. Institut national agronomique de Tunisie-Master BERTHELIN J., 1999. Microbiologie. DEA National de Science du Sol. INA, Paris, 237P.

BOTTON B.; BRETON A. FEVRE M., GAUTHIER S GUX PH., LARPENT J P., REYMOND P., SANGLIER JJ., VAYSSIER Y, VEAU P., (1990). Moisissures utiles et nuisibles importance industrielle. Paris Milan Barcelone Mexico. Deuxième édition. PP .93, 139- 191.

BOURGEOIS C.M. ET LEVERAU J.Y., 1980. Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaire. Tome 3. Contrôle microbiologique. Edition technique et documentation. Lavoisier . Paris. 15. DOMMERGUES

BRYANT J.A., LAMANNA C., MORLON H., KERKHOFF A.J., ENQUIST B.J., GREEN J.L., 2008. Microbes on mountainsides, contrasting elevational patterns of bacterial and plant diversity. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 105, 11505–11511p.

CHAUSSOD R., ZUVIA M., BREUIL M.C., HETIER J.M., 1992. Biomasse microbienne et statut organique des sols tropicaux : exemple d'un sol vénézuélien des llanos sous différents systèmes de culture. cahiers. Orstompédologie, 28, 1., 59-67p.

CLAUDE , LYDIA B., 2008. Le sol, la terre et les champignons pour retrouver une agriculture saine., P68-83.

CLEVELAND C ., LIPTZIN D., 2007. CNP Stoichiometry In Soil: is there a "Redfield ratio" for the microbial biomass. Biogeochemistry 85., 235–252p.

DADDI BOUHOUN M., 2010. Contribution A L'étude De L'impact De La Nappe Phréatique Et Des Accumulations Gypso-Salines Sur L'enracinement Et La Nutrition Du Palmier Dattier Dans La Cuvette De Ouargla (sud est algérien).thèse doc. Univ Annaba. ,386p.

DELEUZE J.,1995 . Palmiers Pour Le Climat Méditerranéen. Champ flour, Paris, 144 p

DELLAL A., HALITIM A., 1992. Activités microbiologiques en conditions salines : cas de quelques sols salés de la région de Relizane (Algérie). Cahiers Agricultures, 1, pp : 335-340.

DJERBI M.,1994 . Précis De Phœniciculture. F.A.O., Rome, 192 p.

DJIBRIL D .,2003. Interactions entre la communauté microbienne du sol(bactéries et champignons mycorhiziens) et les nématodes bactérivores: effet sur la nutrition minérale et la croissance de différentes plantes. thèse doc., univ cheikh anta diop de dakar.18-24p.

DUCHAUFOUR P., 1984. Abrégé de pédologie. masson-edition. 220 P.

FAGHIRE M, MANDRI B, OUFDOU K, BARGAZ A, GHOULAM C, RAMÍREZ-BAHENA MH, VELÁZQUEZ E, PEIX A., 2012. Identification at species and symbiovar levels of strains nodulating Phaseolus vulgaris in saline soils of the Marrakech (Morocco) and analysis of otsA gene putatively involved in osmotolérance. Systematic and Applied Microbiology Journal, 35:156-164p

FARDOUX J., FERNANDES P., NIANE-BADIANE A., CHOTTE J L., 2000. Effet Du Séchage D'échantillons D'un Sol Ferrugineux Tropical Sur La Détermination De La Biomasse Microbienne Comparaison De Deux Méthodes Biocidales De Référence. Étude Et Gestion Des Sols, 7, 4, 2000., 385-394p.

FIERER N., MCCAIN C M., MEIR P., ZIMMERMANN M., RAPP J M., SILMAN M R., KNIGHT R., 2011. Microbes Do Not Follow The Elevational Diversity Patterns Of Plants And Animals. Ecology 92., 797–804p.

FLAKOWSKI P G., FENCHEL T., DELONG E F., 2008. The Microbial Engines That Drive Earth's Biogeochemical Cycles. Science 320, 1034–1039p.

FLEETCHER M M., LATHAM M J., LYNCH J M., RUTTER P R., 1980. The characteristics of interfaces and their role in microbial attachment. In Microbial adhesion to surfaces., 67-78p.

FOCHT D. D., MARTIN J. P., 1979. Microbiological and Biochemical Aspects of Semi-arid agricultural soils. In: Hall A. E., Canne., G. H. &*Lawton* H. *W. Agriculture in Semiarid Environment.* Springer-Verlag, Berl ., 9-147p

GHARBI T ., 2008. Rôle de la matière organique sur le devenir des polluants métalliques. Cas de la fertirrigation d'un sol en climat méditerranéen .thèse doc., univ Sud Toulon-Var,157 p.

GIRARD M .C ., WALTER C ., REMY J .C., BERTHELIN J. & MOREL J.I., 2011. Sol et environnement, 2ème edition, DUNOD: pp. 61-864

GOBAT J ,ARAGNO M , MATTHY W ., 2010. .Le sol vivant: Base de pedologie – Biologie des sols. Presse polytechniques et universitaires Romanes, 3e edition : p.] 1- 46p.

GOBAT J ,ARAGNO M , MATTHY W ,R ., 2003 –le sol vivant 2émé Edition, presses polytechnique universitaires romandes, p568.

Goltapeh E.M. Younes Rezaee Danesh Y. R. Varma A,() Fungi as Bioremediators. Soil Biology. V32.481 P.

GRAY , E. J., et D.L.SMITH . 2005. Intracellular and extracellular PGPR: commonalities and distinctions in the plant–bacterium signalling processes. SoilBiol. Biochem. 37: 395-412p.

GUESSOUM A., 2001.L'effet de l'irrigation sur la salinité du sol dans la région de Saada - Biskra., Thèse ing, Agro,Univ Batna., 50 P. Institut Technologique Agricole, Mostaganem,78 p.

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

HAMDI AISSA B, 2001,. La fonction actuelle et passé des sols du Nord Sahara (cuvette de Ouargla). Thèse, Doc, Agro, Paris Grignon, 307p.

HAMDIAISSA B., VALLES V., AVENTURIER A., RIBOLZI O., 2004. Soils and Brine Geochemistry and Mineralogy of Hyper arid Desert Playa, Ouargla Basin, Algerian Sahara. - Arid Land Research and Management. 18: 103-126.

HATIMI A., TAHROUCH S.2007 . Caractérisations chimique, botanique et microbiologique du soldes dunes littorales du Souss- Massa..88-89 p.

HOOPER, D.U., BIGNELL, D.E., BROWN, V.K., BRUSSAARD, L., DANGERFIELD, J.M., WALL, D.H., 2000. Interactions between aboveground and belowground biodiversity in terrestrial ecosystems: Patterns, mechanisms, and feedbacks. *Bioscience*50: 1049-1061p.

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

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, 27p

JENKINSON D.S. & LADD J. N., 1981. Microbial biomass in soi1: measurement and turnover. In: Soil Biocbemistry. Paul E. A. et Ladd 1. N. (Ed), New York, 5: p. 415-471.

Junzhong ZHANG , Baiying MAN, Benzhong FU , Li LIU , Changzhi HAN(2013). The diversity of soil culturable fungi in the three alpine shrub grasslands of Eastern Qilian Mountains. Front. Earth Sci. 7(1): 76-84.

KARABI M., HAMDI AISSA B., ZENKHRI S, KEMASSI A., BOURAS N., 2015.Seasonal variations affect microbiocenose arid soils in the Ouargla basin (Algerian Sahara). Ciência e técnica vitivinicola, Vol. 30 ,n. 8, 176-187p.

KENNEDY ,A.C ., L.Z .de LUNA., 2004. Rhizosphere,.*In* D. Hillel, C. Rosenzweig, D.PowlsonK.Scow,M.Singer,D. Sparks (ed.),Encyclopedia of soil in the environment.Vol03. Columbia University, USA., 399-409p.

KOMBATE A .,2013 .évaluation de la qualité des sols de la fort guyanaise en vue d'un changement d'usage :étude cartographique des terres du pas de nancibo, ECDEST DU PAS

LAVELLE P., ALISTER M., MARTIN S.,BLANCHART E., GILOT C.,2003. Conservation de la fertilité des sols de savane par la gestion de l'activité de la faune du sol. In *Savanes d'Afrique, terres fertiles.* Ministre de la coopération et du développement-Cirad, Montpellier., 370-398p.

LAVELLE P., SPAIN A.V., 2001. Soil ecology. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. 654 p.

Le clech B ., 2000. Agronomie (des bases aux nouvelles orientations).Edition Synthéses Agricole .Bordeaux .260p.le gall J .,Xavier A.V .,1996.Anaerobes.

LEMANCEAU P., 1992. Effets bénéfiques de rhizobactéries sur les plantes : exemple des *Pseudomonas* spp. fluorescents. Agronomie., 12: 413-437p.

LUGTENBERG B. , F.KAMILOVA., 2009. Plant-growth-promoting rhizobacteria. Annu. Rev. Microbiol. 63: 541-56 p.

M'SADAK Y., ELOUAER M.A., ELKAMEL R., 2013 .Evaluation Du Comportement Chimique Des Composts Sylvicoles, Des Tamisas Et Des Mélanges Pour La Conception Des Substrats De Culture, Revue « Nature Et Technologie ».C-Sciences De l'Environnement, N°08/01/2013.

MAAMERI M., 2007. Caractérisation microbiologique des sols sous conditions semi-arides. (KsarChellala) mém. ing. agro. université IBN KHALDOUN, Tiaret.24-34p.

MAIER , R. M., I. L. Pepper et C. P. GERBA. 2000. Environmental microbiology, Microorganisms in surface soils. *In*. Acadimic press. A Harcourt sciencead technology company. Canada.,. p. 79-82.

MATHIEU C., PIELTAIN., 2009. Les principaux sols du monde. voyage au centre de l'épiderme de la planète terre. Lavoisier, Editions Tech et Doc.,233 p.

MOLOPE M .B., GRIEVE I C., 1987.Contribution by fungi and bacteria to aggregate stability of cultivated soils. J. Soil. Sci, 38: 71-77 p.

MONCIERO A., 1954 . Notes sur Le Palmier Dattier. Ann. Inst. Agr. Alger, t. IX, fasc.8:48 p.

MONCIERO A.,1961 . Le Palmier Dattier En Algérie Et Au Sahara. Les Journées Du Dattier (3-4 mai 1961, Aurès). Direction Départementale Des Services Agricoles, Aurès: 11-24 p.

MOORE H E., 1973 . The Major Groups Of Palms And Their Distribution. Gents Herbarium 11 : 27-141 p.

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

MUNIER P.,1973. Le Palmier Dattier. Techniques Agricoles Et Productions Tropicales. G. P. Maisonneuve & Larousse, Paris, 221 P. N°1 :19-33 p.

NAN Y PETRA M., 2013. Response Of Soil Respiration And Microbial Biomass To Changing EC In Saline Soils, Soil Biology & Biochemistry 65 ., 322 e 328 p.

NICKLIN J., GRAENE COUK K., PAGET P et KILLINGTON R., 2000.Microbiologie,362 p.

OULBACHIR K., 2010.Ecologie de microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différente étages bioclimatiques).thèse doc. Univ D'oran. ,1p.

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.

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

PEYRON G., 2000.cultiver le palmier dattier .G.R.I.D.A.O. , Montpellier ,109 p.

PITT J.I. ET HOCKING A.D. (1997). Fungi and food spoilage. First edition 1985 published by Academic Press, Sydney. blackie academic & professional,

R.A. Samson1*, C.M. Visagie1 , J. Houbraken1 , S.-B. Hong2 , V. Hubka3 , C.H.W. Klaassen4 , G. Perrone5 , K.A. Seifert6 , A. Susca5 , J.B. Tanney6 , J. Varga7 , S. Kocsube7 , G. Szigeti7 , T. Yaguchi8 , and J.C. Frisvad (2014). Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus* studies in mycology 78: 141–173

RABBOUH S , 2016.isolement et identification des champignons associés à la cochenille blanche *Paralatoria blanchardi Targ .1892* (homoptera , Diaspididae) sur quelques variétés de dattes, mém master, univ Oaurgla .54-65 P.

Rachana Jain. JyotiSaxena. Vinay Sharma, 2010. The evaluation of free and encapsulated *Aspergillus awamori* for phosphate solubilization in fermentation and soil–plant system. Applied Soil Ecology. PP : 90-94

ROBERT M., CHENU C., 1992.Interactions Between Soil Minerals And Microorganisms. In Soil Biochemistry. Ed Dekker, Inc, 7: 307-393p.

ROGET P et GARCIA J.L. 2001.Introduction à La Microbiologie Du Sol. Marseille : Université de Provence. PP 193.

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

SAWAMOTO T., HATANO R., YAJIMA T., TAKAHASHI K. & ISAEY A. P., 2000. Soil respiration in Siberian Taiga Ecosystems with different histories of forest fire. *Soil Sc.PlantNutr.*, 46(1) : pp. 31-42.

SESSITSCH A., WEILHARTER A., GERZABEK M H., KIRCHMANN H.,KANDELER E., 2001. Microbial Population Structures In Soil Particle Size Fractions Of a Long-Term Fertilizer Field Experiment. Appl. Environ. Microbiol. 67, 4215–4224 p.

SHARMA R, AND KARTHIKEYAN N., 2015 . Role of Microorganisms in Plant Nutrition and Health ,DOI 10.1007 /978-81-2.9 ,c Springer India., 322-2169 p.

SHEN Z., ZHANG X., ZHOU Y., 2012. Response of soil microbial biomass to short-term experimental warming in alpine meadow on the Tibetan Plateau. Appl. Soil Ecol. 61, 158–160 p.

SOLTNER D., 2003. Les Bases De La Production Végétale, Le Sol Et Son Amélioration. Tome I, Edit Collection Science Technique Agricole, 472 p.

STENGEL P., GELIN S., 1998. Sol : interface fragile. Editions Quae, 213p.

STEPHANE B .,2005 .Contribution à l'étude de l'allocation des photoassimilats récents dans la plante et la rhizosphère chez une graminée pérenne (*Loliumperenne* L.) .,thèse doc,.Unité Mixte de Recherche INRA-INPL Agronomie Environnement Nancy Colmar.11-23p.

STERNER R W., ELSER J J., 2002. Ecological Stoichiometry: The Biology of Elements from Molecules to the Biosphere. Princeton University Press, Princeton.

TATE R. L., 1995. *Soil microbiology*. John W ., Sons.,Inc. New Jersey. USA. 398 p.

THIOMBIANO L., DIANOU D., 1999. Activité biologique globale dans trois états de surface des sols sahéliens. *A. U.* 0, *série B* VTT: pp. 179-187.

TISDALL J.M., 1994. Possible role of soil microorganisms in aggregation in soils. Plant et Soil, 159: 115-121 P.

TOKALA, R. K., J.L. STRAP, C.M. JUNG, D.L. CRAWFORD., H. SALOVE, L.A. DEOBALD, F.J. BAILEY, et M.J. MORRA. 2002. Novel plant microbe rhizosphere

interaction involving *S. lydicus*WYEC108 and the pea plant (*Pisumsativum*). Appl. Environ. Microbiol. 68: 2161-2171 p.

TORTORA G.J., FUNKE.,CASE.,2012.introduction a la microbiologie 2éme édition .ISBN : 9782761341394 .

TREVORS J. T., VAN ElSAS J. D. ,1997. Microbial Interactions in soil. In: Van Elsas J.D, Trevors 1. T., Wellington E. M. H. (eds) *Modem soil microbiology*. Marcel Dekker, INC.New York. 215-243 p.

UKMO, 2013.

URBANSKI J. A., WOCHNA A., HERMAN A., 2011. Automated granulometric analysis and grain-shape estimation of beach sediments using object-based image analysis. Journal of coastal research, SI 64 (Proceedings Of The 11thinternational Coastal Symposium), Szczecin, Poland, ISSN 07490208.

VANDECASTEELE., 2003. Saturated hydraulic conductivity reduction caused by aerobic bactéria in sand columns. *Soil Science Society of America Journal*, 56, pp. 1-13.

WATANABE T. (2010). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Taylor and Francis Group. P363.

WU M.,WARD N.L., CHALLACOMBE J.F., JANSSEN P.H., HENRISSAT B., COUTINHO P.M., 2009., Three Genomes from the Phylum Acid bacteria Provide Insight into the Lifestyles of These Microorganisms in Soils. *Appl. Environ. Microbial.* 75: 2046-2056p

XU X F.,SCHIMEL J P.,THORNTON P E.,SONG X.,YUAN F M.,GOSWAMI S.,2014. Substrate And Environmental Controls On Microbial Assimilation Of Soil Organic Carbon: a framework for Earth system models. Ecol. Lett. 17, 547–555 P.

YOUNG et CRAWFORD -Young, I.M., ET CRAWFORD, J.W. (2004) Interactions and Self-Organization in the Soil- Microbe Complex. Science304: 1634-1637.

YUAN Q., WU S., ZHAO D., DAI E., CHEN L., ZHANG L., 2014. Modeling Net Primary Productivity Of The Terrestrial Ecosystem in China From 1961 to 2005. J. Geogr. Sci. 24, 3–17 p.

ZHANG B., LIANG C., HE H., ZHANG X., 2013. Variations in soil microbial communities and residues along an altitude gradient on the northern slope of Changai Mountain, China. PLoS One 8, 1–9 p.

ZOMBRE P.N., 2006. Variation De Lascivité 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).

ZOUGARI-ELWEDI B., SANAA M., LABIDI S. ET LOUNES-HAJ SAHRAOUI A., 2012. Evaluation de l'impact de la mycorhization arbusculaire sur la nutrition minérale des plantules de palmier dattier. Etude et Gestion des Sols,19(3): 193-202 P.

Annexes

Annexe 1: Milieux de culture

A-Milieu pour les bactéries telluriques : Gélose nutritive (Biokar,2014)

GN……..46g

Eau distillée……1000ml

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

B-Milieu pour les champignons (O.G.A), (Biokar, 2014)

OGA……30g

Eau distillée……1000ml

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

-ajuster le pH de milieu.

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

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

Annexe 2: 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 ≤ 2	Sol peu salé
2 <CE ≤ 2.4	Sol salé
2.4 <CE ≤ 6 CE	Sol très salé
>6	Sol extrêmement salé

Tableau 03. Le pH, représente l'acidité du sol. Il est mesuré dans un rapport sol/solution de 2/5 (**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 04. Calcaire total (**BAISE, 1988**)

CaCO3(%)	Horizon
CaCO3≤ 1	Non calcaire
1<CaCO3≤5	Peu calcaire
5< CaCO3≤25	Modérément calcaire
25<CaCO3≤50	Fortement calcaire
50<CaCO3 ≤80	Très calcaire
CaCO3>80	Excessivement calcaire

Caractérisation de la biomasse microbienne rhizosphérique sous culture de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) dans la région de Ouargla.

Résumé

La présente étude porte sur la caractérisation de la biomasse microbienne rhizosphérique sous palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*)au niveau de l'exploitation agricole de l'université de Ouargla. Des échantillons de sol ont été prélevés à partir de 4 profil d'un 1m a trois horizons .

Le dénombrement des principaux groupes microbiens révèle que l'effet rhizosphérique est nettement positif puisque les densités obtenues au niveau du deuxième horizon sont plus élevé.

L'étude a montré également la prédominance de la microflore bactérienne par rapport aux champignons.

L'observation microscopique a montré la présence des bactéries Gram négatives à croissance rapide dans les échantillons du sol au contact des racines .

L'identification des espèces fongiques selon les clés de détermination nous ont permis d'identifier les espèces suivantes : ***Aspergillus awamori Aspergillus sp Aspergillus niger Aspergillus tubingensis Muccor sp Penicillium Sp Trichoderma viride***

Mots clés : Biomasse microbienne, Rhizosphère, Palmier dattier, Caractérisation, Ouargla-Algérie.

The characterization of the rhizospheric microbial biomass near date palm in Ouargla area

Abstract:

This study based on the characterization of the rhizospheric microbial biomass near date palm (*Phoenix dactylifera L.*) on the farm of the university of Ouargla. Soil samples were taken from 4 profils of a 1m three horizon.

The counting of the main microbial groups reveals that the rhizospheric effect is clearly positive since the densities obtained at the level of the root soil of the date palm are higher than those of the control.

The study also showed the predominance of bacterial microflora followed by fungi.

Microscopic observation showed the presence of rapidly growing gram negative bacteria in soil samples in contact with roots.

Identification of the fungal species according to the identification keys allowed us to identify the following species: ***Aspergillus awamori Aspergillus sp Aspergillus niger Aspergillus tubingensis Muccor sp Penicillium Sp Trichoderma viride***

Key words: Microbial biomass, Rhizosphere , Date palm, Characterization, Ouargla-Algeria

مميزات الكتلة الحية الميكروبية لمنطقة الجذر في النخيل في منطقة ورقلة

ملخص

يركز هذا العمل على دراسة خصائص الكمية و النوعية لاهم المجموعات المكروبية الرئيسية :البكتريا و الفطريات , و توزيعهم على مستوى منطقة التجذير.(*Phoenix dactylifera* L) و قد اجريت هذه الدراسة على مستوى المستثمرة الفلاحية بجامعة ورقلة, تم اخد العينات من مقطع عمودي على مستوى منطقة التجدير بطول 1 متر.

يكشف تعداد المجموعات البكترية الرئيسة عن تاثير منطقة التجدير بشكل واضح و ايجابي , و ان الكثافة المتحصل عليها في الطبقة الثانية من منطقة التجدير جد مترفعة

كما اضهرت الملاحة المجهرية للبكتريا $Gram^-$ سريعة النمو في عينات التربة المحتكة بالجذور ,تحديد الانواع الفطرية حسب مفاتيح التعريف سمح لنا بالتعريف على الانواع التالية : ***Aspergillus awamori Aspergillus sp Aspergillus niger Aspergillus tubingensis Muccor sp Penicillium Sp Trichoderma viride***

الكلمات المفتاحية الكتلة الحية الميكروبية ،منطقة التجذير النخيل تخصيص ورقلة –الجزائر