UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Gestion des Agro systèmes

Présenté par : ABDOUS Sara

Thème

Isolement et identification des espèces fongiques sous différents types de sols dans la région de Ouargla.

Soutenu publiquement

Le : 27/06/2018

Devant le jury :

Président	M. IDDER Mohamed Azzedine	Professeur UKM Ouargla
Examinateur	Mme LAALAM Hadda	M.C.B UKM Ouargla
Encadreur	M. KARABI Mokhtar	M.C.B UKM Ouargla
Co-encadreur	M. ZENKHRI Salah	M.C.B UKM Ouargla

Année Universitaire : 2017/2018

Dédicaces

Je dédie ce travail à mon cher père Mohamed Cherif

A la mémoire de ma très chère regrettée mère Messaouda Baghachi

Mon fiancé M. Brahimi Mustapha et sa famille

Ma chère sœur Djamila et son mari Kamel Nettari

Mes chères sœurs et mes chers frères

Mon encadreur M. Karabi Mokhtar

Mon amie Touahir Romaissa.

Abdous Sara

Remerciements

A la fin de ce travail, il m'est agréable de remercier de nombreuses personnes qui grâce à leur aide, ce travail a pu voir le jour.

Je remercie en premier lieu, M. Karabi Mokhtar pour avoir accepté de diriger ce travail, mais aussi pour ses conseils, son aide et ses encouragements durant toutes les étapes de réalisation de ce travail.

Un grand merci à membres des jury M.Idder Azzdine et Meme Laalam Hada.

Je tiens à remercier vivement mon co-encadreur M. Zenkhri Salah

Un grande merci à notre chef de spécialité gestion des agro systèmes M. saggai Mounir, Mme Yousef Fouzia.

Je tiens à remercier vivement M. Bouaka Adnan, Majate Nour El Houda, Hamida Belalam .

Mes remerciements vont également à l'ensemble de l'équipe des laboratoires pédagogiques de la faculté ; le responsable M Beggari Laiche, Mmekarima et Choaiba pour Leur aide précieuse.

Un grand merci à M. Eddoud Amor et M me Attab Sarah, et tous mes enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie.

Je remercie vivement mes amies et mes collègues Romaissa , ilham , warda , Amira ,ikram , et toute la promo de Master II gestion des agro systèmes

Liste des abréviations

FAO	**Food Agriculture Organization of United Nations**
P	**Précipitation**
MO	**Matière organique**
OGA	**Oxytetracycline-Glucose-Agar.**
UFC /g.s.s.	**Unité formant Colonie par gramme de sol sec**
ITAS	**Institut technologique d'Agronomie Saharienne**
CE	**Conductivité électrique**

Sommaire

INTRODUCTION 1

Chapitre I. Généralités sur les sols sahariens..... 5

I.1. Définition des zones arides 5

I.1.2. Définition des sols des zones arides 5

I.1.3. Caractéristiques générales des sols des zones arides..... 5

I.1.4.Principaux sols dans les régions arides 6

I.1.4.1.Les sols salés…….....6

I.1.4.2.Les sols calcaires…….....7

I.1.4.3.les sols gypseux……...7

Chapitre II. Généralités sur les champignons..... 9

II.1. Définition 9

II.2. Classification des champignons 10

II.3. Mode de reproduction 11

II.4.Importance dans le sol……11

Chapitre III. Matériel et méthodes 13

III.1.présentation de la région d'étude..... 13

III.1.1 Situation géographique 13

III.1.2.Le climat 14

III.1.3. Le sol……...……..……14

III.1.4. Le choix des stations d'étude ……..……..14

III.1.5. Description des stations d'étude ……...……..16

III.1.5.1. Première station sebkhate mellala …….……16

III.1.5.2. Deuxième station plateau des Gantra ……...…….……16

III.1.5.3. Troisième station : L'exploitation de l'ITAS ……..…...…16

III.1.6.Technique d'échantillonnage……...……...…17

III.2. Les analyses physico-chimiques du sol …...……...….18

III.2.1. Humidité…..……...…18
III.2.2.Granulométrie…….……...….……...…18
III.2.3. pH …….……...…….…...…18
III.2.4. Le calcaire total…….……...……..…...…18
III.2.5.Gypse…….…….……..…...…19
II.2.6.La conductivité électrique …….……...…..…...…19
III.2.7.Dosage du carbone organique…….…….……...…..…19
III.2.8. Dosage d'azote total…….…..…….……..…..…..…19
III.3. Les analyses microbiologiques ……..……..…20
III.3.1. La microflore fongique……..……..……..……*20*
III.3.2. Techniques d'étude et de dénombrement de la microflore fongique ……..20
III.3.3. Préparation des suspensions dilutions …….20
III.3.4. Biomasse microbienne par fumigation-extraction…….……..…….21
III.3.5. Dénombrement et ensemencement……21
III.3.6. Purifications ……..……..…21
III.4. Caractères morphologiques……..……..…21
III.4.1.Observation macroscopique …….…..……22
III.4.2.Identification……..……22
III.5. Résultats des analyses physico-chimiques des sols……...……..24
III.6. Résultats des analyses microbiologiques ……...…….28
III.6.1. La densité fongique……..…28
III.6.2. La biomasse microbienne ……..…....30
III.6.3. $C_{microbien}$ ……..……..……30
III.6.4. Identification macroscopique……..……31
III.6.5. Identification microscopique ……..…...…….34
Conclusion……...……39

Liste des figures

Figure 1 . (A1 et A2) Champignon du sol. 10
Figure 2 . (B1 et B2) Champignon du sol. 10
Figure 3. Présentation de la zone d'étude. 13
Figure 4. Image satellitaire des stations d'études. 15
Figure 5. image satellitaire de l'exploitation de l'université d'Ouargla. 17
Figure 6. Préparation des suspensions dilutions 20
Figure 7.Taux de calcaire des sols étudiés 25
Figure 8 . Taux du gypse des sols étudiés 26
Figure 9. Taux de carbone organique. 27
Figure 10. Représentation de la biomasse fongique dans trois sols étudiés. 28
Figure 11. $C_{microbien}$ des sols étudiés 31
Figure 12. Aspect macroscopique des colonies des champignons du sol salé 33
Figure 13. Aspect macroscopique des colonies des champignons du sol calcaire 33
Figure 14. Aspect macroscopique des colonies des champignons du sol gypseux. 33

Liste des photos

Photo 1.*Rhizoctonia* sous le microscope……35
Photo 2.*levure* sous microscope……35
Photo 3.*Penicillium* sous microscope……36
Photo 4.*Mycélia Stérilia* sous microscope. ……36
Photo5. *Aspergillus fumigatus* sous le microscope……...37

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques des trois sols. 24
Tableau 2. Valeurs du $C_{microbien}$ des sols étudiés. 30
Tableau 3. Caractères morphologique des microorganismes (champignons). 32

INTRODUCTION

INTRODUCTION

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

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

Les zones arides sont des milieux naturels fragiles menacés par la désertification et la dégradation des sols **(Yahia Cherif et *al.* 2007)**. Les sols arides sont l'un des ordres des sols les plus répandues au monde, les plus caractérisés par leurs carences aux éléments nutritifs **(Mathieu, 2009).**

Les faibles potentialités agronomiques des sols sahariens est un problème préoccupant depuis plusieurs décennies. De nombreuses techniques ont été étudiées pour faire face à ce fléau. Cependant les principales stratégies préconisées (fertilisation minérale ou organique) permettent de produire plus, mais pas suffisamment pour maintenir durablement la fertilité des sols oasiens. On assiste encore à une dégradation des terres, une dégradation physicochimique et biologique, qui se traduit souvent par une baisse des réserves de matière organique et des nutriments nécessaires à la croissance des plantes **(Karabi, 2017).**

Ces sols contiennent des quantités relativement importantes de sels solubles qui s'accumulent et présentent souvent des croûtes calcaires ou gypseuses ou les deux à la fois.

Un sol est gypseux, lorsqu'il contient des quantités suffisantes de gypse, qui interrompent le développement normal des plantes **(F.A.O, 1990).**

En Algérie où les sols gypseux occupent une superficie de 79.663 km^2 **(F.A.O, 1990).** soit 3,3% de la surface totale du pays ; les études sont beaucoup plus pédologiques que microbiologiques **(Halilat, 1998)**.

A Ouargla, les prospections de terrains ont montré le caractère dominant des sols gypseux (19 % de la surface totale de la cuvette), que ce soit dans le plateau de hamada ou dans la cuvette. **(Hamdi-Aissa et *al* .2004)**

Les études sur la microbiologie de ces sols ont montré que du point de vue de leur distribution verticale; les micro-organismes se trouvent en majorité dans la couche

superficielle du sol, mieux aérée et riche en substances nutritives (**Bazzine, 2002; Beggari *et al*.,2008 ;Ben Abderrahmane *et al*., 2008; Labouz, 2005)**

Les sols sont dits salés, lorsqu'ils contiennent une certaine quantité d'éléments minéraux, dont notamment le sodium, sous forme dissoute, échangeable ou précipitée **(Girard *et al*, 2005).**

Un sol calcaire est un sol qui contient surtout ou une partie de son épaisseur, du carbonate de calcium libre dans la terre fine ou pour le moins dans la fraction grossière, le calcaire (CaCO3) doit être en quantité suffisante pour présenter une effervescence visible, sous l'action de l'acide chlorhydrique à froid **(Lozet *et* Mathieu, 1990).**

Le Sahara, le plus vaste désert chaud, représente l'un des environnements terrestres les plus extrêmes à cause de deux principaux facteurs limitant : une teneur en eau très basse et une température environnementale très élevée. Ces deux facteurs font que le désert ne soit pas propice à la vie.

Contrairement aux idées reçues, de nombreux travaux ont démontré que le Sahara est loin d'être une étendue stérile, dénuée de vie. Une grande biodiversité (plantes, animaux et microorganismes) arrive à y survivre **(Rognon, 1994).**

La présence d'une telle grande diversité dans un écosystème aussi pauvre implique la capacité de ces organismes vivants à résister aux conditions extrêmes qui les entourent. L'exploration de la biodiversité des organismes vivants et de leurs divers mécanismes de résistance présente donc un intérêt de tout premier ordre notamment dans le sol : base de toute forme de vie **(Brown, 2013).**

Les microorganismes du sol n'ont que très rarement fait l'objet d'étude pour comprendre les interactions fonctionnement/biodiversité/stabilité du système sol. Pourtant deux caractéristiques, au moins, des microorganismes en font des modèles pertinents, d'une part leur très grande diversité taxonomique et métabolique et d'autre part leur rôle essentiel dans la régulation des cycles biogéochimiques et de la productivité végétale **(Nannipieri *et al*., 2003).**

Les microorganismes du sol jouent un rôle important dans les cycles biogéochimiques, en conditionnant l'efficacité et les mécanismes de l'utilisation de la matière organique du sol **(Bowles *et al*., 2015) .**

L'activité biologique reste une composante essentielle de la fertilité du sol. Elle y intervient en agissant d'une part sur le stock d'éléments minéraux assimilables, obtenus par minéralisation de la matière organique et d'autre part sur la structure du sol **(Karabi, 2017).**

Les champignons (fungi ou mycète) constituent un groupe d'organismes hétérotrophes eucaryotes et ubiquistes, présentant des structures et des caractéristiques biologiques extrêmement diversifiées. Ce groupe microbien n'a été que très rarement étudié particulièrement dans les sols des zones arides.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude. L'objectif de notre travail est de caractériser qualitativement et quantitativement la biomasse fongique à travers une comparaison entre trois sols de typologie différente. Il s'agit d'un sol salé situé dans l'exploitation de l'université de Ouargla, un sol calcaire situé dans plateau de calcaire de gantra Rague, et un sol gypseux situé dans sebkhate Mellala .

Ce choix est justifié par le fait que le désert algérien, vaste et riche n'a été que très peu étudié. Les études relatives aux microorganismes vivant dans les sols sahariens ont été assez périphériques jusqu'à présent.

Des travaux ont été réalisés sur l'études de la biomasse fongique dans la région de ouargla; on cite entre autre les travaux de ouastani,(2006); karabi, 2010; Guendafa,(2015).

Le présent travail de recherche est réparti en deux parties:

La première partie présente une revue bibliographique où seront présentées deux chapitres ;

Chapitre I : généralités sur les sols sahariens

Chapitre II : généralités sur les champignons.

La deuxième partie présente l'étude expérimentale comprenant deux chapitres : un chapitre : matériel et méthodes adoptées pour la réalisation des analyses physico-chimiques et microbiologiques.

Un chapitre qui se focalisera sur les résultats obtenus et leur interprétation.

Enfin une conclusion tirée à partir des résultats obtenus

Chapitre I
Généralités sur les sols sahariens

Chapitre I. Généralités sur les sols sahariens

1. Définition des zones arides :

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

- Le domaine hyperaride (P/ETP < 0,03)
- Le domaine aride (0,03<P/ETP < 0,2)
- Le domaine semi-aride (0,2<P/ETP < 05)
- Le domaine sub-humide (0,5<P/ETP < 0,75)

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

I.1.2. Définition des sols des zones arides

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

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

I.1.3. Caractéristiques générales des sols des zones arides

Dans les régions arides les sols, en général, présentent un certain nombre de caractères Constants :

- Les sols du Sahara sont essentiellement des sols minéraux dans le sens où, en dehors des oasis, la fraction organique y est très faible voire nulle. Sur les topographies élevées, les sols sont rocailleux ou sableux (Hamadas, regs, ergs). Dans les dépressions, la texture peut être fine, mais les sols sont salés (Sebkha et Chotts).
- Évolution lente, faible teneur en matière organique, souvent inférieure à 0,1 % **(Daoud et Halitim, 1994).**

Cette faible teneur résulte de la rareté de la végétation et du faible biomasse.

- structure faiblement définie et en général, présences des croûtes calcaires, gypseuses et d'autres salines **(Aubert, 1960).**
- La qualité physique, chimique et biologique des sols sahariens posent à la fois des problèmes d'ordre agronomiques (aptitude culturale faible) et environnementaux (érosion et ruissellement de surface).
- Les sols arides sont caractérisés par un lessivage significatif des nutriments et une érosion intensive des minéraux.
- Dans les zones arides et semi-arides, la productivité des sols dépend de la capacité de rétention d'eau qui tend à augmenter avec la profondeur et le contenu organique. La capacité de rétention d'eau des sols sableux est inférieure à celles des sols argileux. **(Karabi.2017).**

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

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

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

I.1.4.Principaux sols dans les régions arides

Dans les régions arides, les sols, d'une manière générale, posent d'énormes problèmes de mise en valeur. Ils présentent souvent des croûtes calcaires ou gypseuses et sont la plupart du temps salés et sujets à l'érosion et à une salinisation secondaire **(Aubert, 1960).** Parmi les principaux types des sols de ces régions (sols salés, sols calcaires, sols gypseux) :

I.1.4.1. Les sols salés

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles (plus solubles que le gypse) ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leur caractéristiques et leurs propriétés physiques, en particulier leur structure, qu'ils rendent diffuse **(Aubert, 1983).**

I.1.4.2. Les sols calcaires

Le terme «calcaire» est un terme général qui s'applique à un sol contenant du CaCO3 libre en quantité suffisante pour présenter une effervescence visible sous l'action d'HCl dilué et à froid **(Lozet et Mathieu, 2011 ; Baize et Girard, 1992; Baize et Djabiol, 2011).**

. Il est considéré également comme «calcaire» un sol non calcaire dans la terre fine mais qui contient des graviers et cailloux calcaires en grand nombre dans sa masse **(Baize et Girard, 1992).**

En outre le référentiel pédologique [1992] d'après les mêmes auteurs propose deux qualificatifs additionnels :

- une terre dite hypo calcaire : moins de 15% de CaCO3.
- une terre dite hyper calcaire : plus de 40% de CaCO3.

I.1.4.3. Les sols gypseux

Le terme "sol gypseux" est utilisé dans plusieurs sens selon la source consultée. La Légende révisée de la carte du sol du monde **(FAO, 1988).** Définit "sol gypseux" quand il contient 5 % ou plus du gypse. La présence du gypse dans les sols affecte la plupart de leurs propriétés, Causant des problèmes, chimiques et des problèmes de fertilité **(Mashali, 1996).**

Chapitre II

Généralités sur les champignons

Chapitre II. Généralités sur les champignons

II.1. Définition

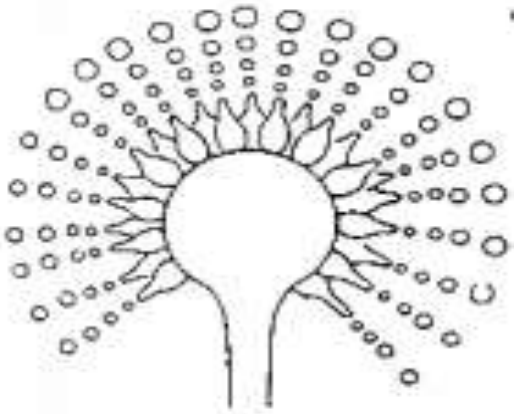
Les mycètes sont des organismes eucaryotes et hétérotrophes, unis ou pluricellulaires dont l'habitat est très étendu, se trouvent partout où il existe une source alimentaire (de la matière organique), de l'humidité et de l'air. Certaines espèces de champignons microscopiques sont pathogènes pour l'Homme, les animaux et les plantes alors que d'autres s'avèrent être utiles.

Les champignons du sol peuvent être des champignons supérieurs (basidiomycètes et ascomycètes), des levures ou des champignons inférieurs, souvent regroupés sous le vocable de moisissures (*Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Mucor*, etc.) **(Bouchet *et al.*, 2005 ; Figarella *et al.* 2007). (Figure 1 et 2).**

Les champignons appartiennent à l'embranchement des thallophytes, leur appareil végétatif ou thalle ne comporte pas de système conducteur différencié. L'appareil végétatif des champignons (thalle) est généralement constitué par un mycélium formé de filaments tubulaires cylindriques ramifiés, à croissance linéaire apicale, dont le diamètre varie selon les espèces de 1à 2 µm jusqu' à plus de 50µm **(Semal et *al*., 1993)**.Leur distribution dans le sol est liée à la présence de substrats convenables, en général constitués par des débris végétaux (**Dommergues, 1977**).

Les champignons sont des êtres hétérotrophes. Leurs populations sont donc conditionnées par la richesse du sol en matière organique. La grande majorité des champignons sont saprophytes, mais un bon nombre d'espèces sont des parasites redoutables.

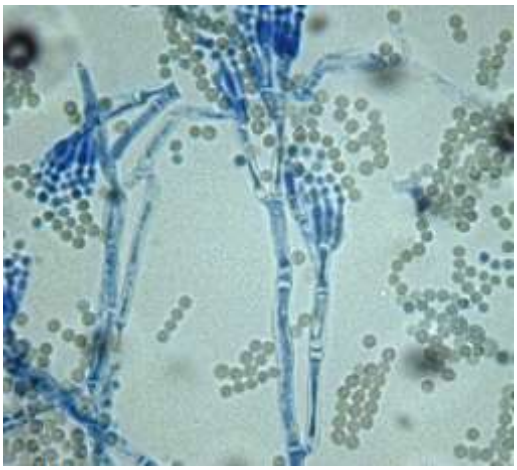
Enfin, certaines espèces vivent en symbiose avec les plantes supérieures (mycorhizes). La plupart des champignons s'accordent avec un pH acide et des conditions micro aérobies. Les champignons interviennent principalement dans la dégradation des sucres complexes (cellulose, lignine) et dans les processus d'ammonification (dégradation des matières azotées) (**Pichard *et al*, 2006).**

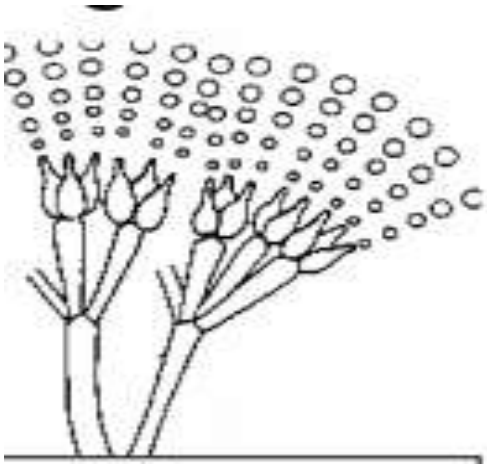


A1. Aspergillus (G : 40 ×10).

A2. Croquis d'aspergillus.

Figure 1 . (A1 et A2) Champignon du sol.





B1 : Penicillium(G : 40 ×10).

B2 : croquis de Penicillium.

Figure 2 . (B1 et B2) Champignon du sol.

II.2. Classification des champignons

La classification des espèces appartenant au règne de Fungi a connu de nombreuses modifications. A l'heure actuelle, la classification des champignons s'est considérablement simplifiée et le règne fongique est divisé en quatre phylum définies par le caractère cloisonné ou non du thalle, la présence ou l'absence de gamètes ou de spores mobiles et les caractères morphologiques des organes différenciés de la reproduction sexuée **(Sylvie, 2015).**

On reconnait quatre classes de champignons :

Phycomycètes : C'est un groupe tellement hétérogène que les taxonomistes le divisent en six sous classes séparées. Ils sont typiquement cénocytiques.

Ascomycètes : les mycètes parfaits dont le mycélium est bien développé et cloisonné qui porte des spores (ascospores).

Basidiomycètes : mycètes parfaits, qui se distinguent par la production de basidiospores externes à l'extrémité ou sur le côté d'une baside.

Deutéromycètes : regroupent temporairement les mycètes imparfaits jusqu'à ce qu'on découvre leur phase sexuée.

II.3. Mode de reproduction

Les champignons se reproduisent principalement par l'intermédiaire des spores qui sont des structures uni- ou multicellulaires avec diverses formes et tailles, capables de reproduire l'espèce parentale après germination. Les spores se forment à partir du mycélium selon des processus plus ou moins différenciés mais en tous très variés. Elles peuvent être solitaires, groupées en chaines ou en tètes, portées à la surface du mycélium ou contenues dans des enveloppes cellulaires **(Bousid, 2015).**

Les spores peuvent se former à travers une voie asexuée (ressemblant à des bourgeons qui se forment sur des branches de plantes) ou à travers une voie sexuée après fécondation. En outre, certains phénomènes par asexuels peuvent aussi être observés chez les champignons. La reproduction asexuée n'implique pas de caryogamie (fusion des noyaux) et de méiose. Par contre, la reproduction sexuée est caractérisée par l'union *de* deux noyaux suivie par la méiose. Cette reproduction sexuée mène à une très grande incidence de recombinaison génétique et une formation de nouveaux génotypes qui permettent aux champignons de s'adapter facilement à une multitude de conditions environnementales **(Bousid, 2015).**

II.4. Importance dans le sol

Leur rôle dans le sol est considérable et très varié ; il s'exerce surtout dans la phase de décomposition de la matière organique fraîche qui précède l'humification : la plupart sont aptes à décomposer le cellulose, certains sont susceptibles d'hydrolyser les composés de nature phénolique, plus résistants ; lignine, tannins **(Gobat *et al*., 2003)**.

Certains champignons sont associés aux racines des plantes supérieures (en particulier des arbres), en formant les mycorhizes, à vie symbiotique, qui facilitent la croissance et la nutrition des espèces contaminées **(Duchaufour, 2001 ; Bousseboua, 2005).**

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

Matériel et Méthodes

Chapitre III. Matériel et méthodes

III.1-présentation de la région d'étude

III.1.1. Situation géographique

La wilaya d'Ouargla, large territoire de 163 230 km^2, se positionne idéalement au centre de la région programme Sud/Est La wilaya est située dans la partie sud du pays. Elle constitue la plus grande Oasis du Sahara algérienne, Elle est limitée:

- Au Nord, par les wilayas de Djelfa, Biskra et El Oued

- Au Sud, par Illizi et Tamanrasset

- A l'Est, par la Tunisie

- A l'Ouest, par Ghardaïa

Les coordonnées géographiques : de 31°54'à 32°1' N, et de 5°15' à 5°27' E

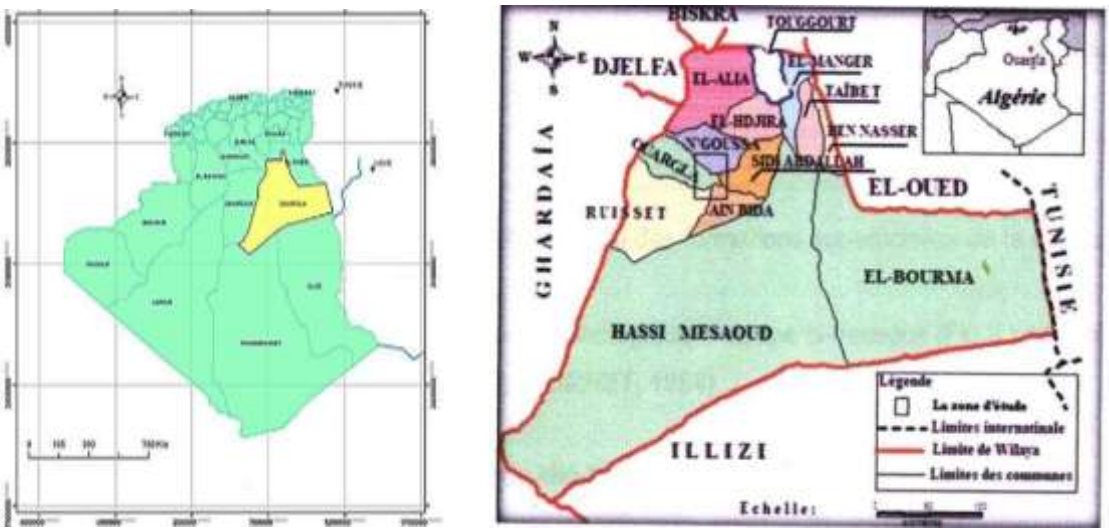


Figure 3. Présentation de la zone d'étude (Source : Google earth 2017).

Le relief de la wilaya est un sous ensemble de composants géographique dont les principaux sont les suivantes:

- Le grand erg oriental: véritable mer de sable ou les dunes pouvant atteindre une hauteur de 200m, il s'étend sur environ les 2/3 du territoire de la wilaya.

- La Hamada : qui est un plateau caillouteux, elle est située en grande partie à l'Ouest de la Willaya, et au sud.

- Les vallées: sont représentées par la vallée fossile d'Oued Mya et vallée de l'Oued Righ, assez prospérés.

- Les plaines: assez réduites, se rencontrent à la limite occidentale de la Wilaya, ces plaines s'étendent du Nord au Sud.

- Les dépressions: sont quant à elles peu nombreuses. Elles se trouvent essentiellement dans la région de l'Oued Righ.

III.1.2.Le climat

La wilaya de Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite, des températures élevées, une forte évaporation et par une faiblesse de la vie biologique de l'écosystème.

III.1.3. Sol

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

La 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.

III.1.4. Le choix des stations d'étude

Le choix des sites a été fait sur la base des critères suivants :

- leur situation en milieu saharien,

- la diversité des sols existant dans la zone étudiée (différents états de surface),

- Sols nu (milieu naturel) et sol anthropique (palmeraie)

Ainsi, il est choisi trois (03) stations à savoir :

- **Station A** par Sabkhate Mellala d'où nous avons prélevé le sol gypseux,

- **Station B** représentée par un reg à 15 km au bord de la route vers Ghardaïa (Plateau de Gantra) d'où nous avons prélevé le sol calcaire,

- **Station C** représentée par la palmeraie de l'université de Ouargla d'où nous avons prélevé le sol salé cultivé.

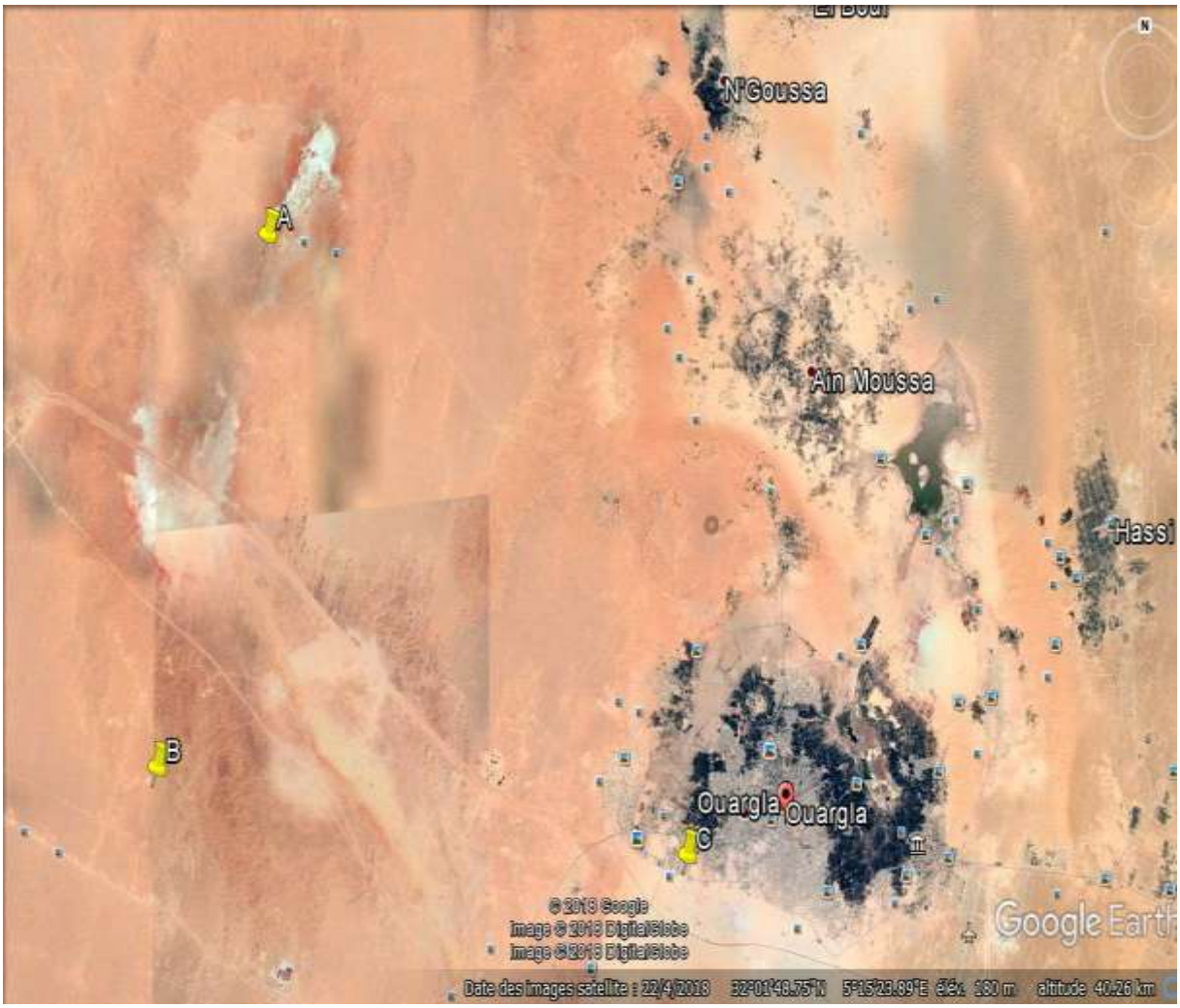


Figure 4. Image satellitaire des stations d'études. (Source : Google earth 2017).

III.1.5. Description des stations d'étude

III.1.5.1. Première station sebkhate mellala

Plusieurs niveaux fossilifères, témoignent d'une ancienne lagune dans les dépôts gypsifères de la sebkha Mellala, à wilaya d'Ouargla,. Ils permettent une reconstitution de l'histoire sédimentologique et de l'évolution climatique de la région à la fin du Quaternaire. La sebkha a fonctionné à deux reprises comme une lagune favorable à l'activité biologique, ce qui confirme l'instabilité climatique de la région au Quaternaire récent **(Wisniewski *et al*., 2017).**

III.1.5.2. Deuxième station plateau des Gantra

A l'Ouest de Ouargla la vallée est limitée par le plateau de la Hamada Pliocène de 200 à 250 m d'altitude, appelée localement « plateau de Gantra ». Il s'abaisse légèrement d'Ouest en Est. Il est interrompu par une vaste dépression ovale de la Sebkha Mellala (30 km de long, de 6 à 11 km de large, 80 à 90 m de profondeur), qui s'étend parallèlement à la vallée de l'Oued Mya **(Hamdi-Aissa, 2001).**

III.1.5.3. Troisième station : L'exploitation de l'ITAS

L'exploitation est située au sud-ouest d'Ouargla, à six kilomètres environ du centre ville. Elle se trouve dans une zone peu élevée, à la bordure d'un chott et se présente sous forme d'un glacis d'une grande homogénéité topographique. L'exploitation couvre une superficie de 11 hectares, dont les 9 hectares sont aménagées répartis en quatre secteurs à savoir : secteur A, secteur B, secteur C et secteur D (figure 4). Le dénivelé topographique entre le chott et l'exploitation est d'environ deux mètres. 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 irriguée par des techniques de submersion, l'apport régulier d'engrais organiques et d'engrais chimiques.

Figure 5. Image satellitaire de l'exploitation de l'université d'Ouargla source (Google earth 2017)**.**

III.1.6. Technique d'échantillonnage

Les échantillons de sol sont prélevés de manière à conserver au maximum la flore autochtone d'une contamination quelconque. La terre est creusée à l'endroit précis en utilisant une spatule stérile avec laquelle nous remplissons un flacon stérile le sol. La spatule est lavée à l'eau de javel et séchée à l'aide d'une compresse stérile avant de prélever le deuxième échantillon.

Nous avons effectué 3 prélèvements pour chaque sol étudié afin d'obtenir un échantillon moyen représentatif. Ainsi, des échantillons élémentaires équipondérales de sol ont été prélevés aseptiquement dans la couche superficielle du sol (0-30 cm). En effet, de point De vue de leur distribution verticale les microorganismes se trouvent en majorité dans la couche superficielle du sol, mieux aérée et plus riche en substances nutritives, et leur nombre diminue progressivement avec la profondeur.

Les prélèvements ont été faits le 06/02/2018.

Les analyses physicochimiques et microbiologiques ont été effectuées aux niveaux des laboratoires de pédologie et de microbiologie du département sciences da la nature et de la vie.

III.2. Les analyses physico-chimiques du sol

Les analyses ont concerné les paramètres suivants : l'humidité du sol, le ph, la conductivité électrique, la matière organique, le taux du gypse et le taux du calcaire.

III.2.1. 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.

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

II.2.2. Granulométrie

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

III.2.3. pH

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

III.2.4. Le calcaire total

Il a été déterminé par la méthode de calcimètre de Bernard, c'est-à-dire par mesure du volume de CO2 dégagé par l'échantillon et attaqué par l'acide chlorhydrique **(Baize, 2000).**

$$CaCO_3 + 2HCl \longrightarrow CaCl_2 + H_2O + CO_2$$

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 $CaCO_3$

III.2.5. Gypse

Le dosage du gypse a été effectué selon la méthode proposée par **Coutinet (1965),** et dont le principe est le dosage des ions SO_4^{2-} après un prétraitement aux carbonates d'ammonium et une précipitation par le chlorure de baryum.

II.2.6. La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique a été déterminée par un conductimètre à une température de 25°C avec un rapport sol/solution de 1/5. La conductivité est en fonction de la concentration de sels dissous dans la solution du sol. **(Nanypetra *et al*, 2013).**

III.2.7. 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.

III.2.8. Dosage d'azote total

Le dosage sera fait par la méthode de KJELDAHL **(Girmak *et al.*, 2013).**. L'azote des composés organiques est transformé en azote ammoniacal ; sous l'action de l'acide sulfurique concentré porté à l'ébullition, se comporte comme oxydant. Les substances organiques sont décomposées : le carbone se dégage sous forme de gaz carbonique, l'hydrogène donne de l'eau et l'azote est transformé en azote ammoniacal, ce dernier est fixé immédiatement par l'acide sulfurique sous forme de sulfate d'ammonium.

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

III.3. Les analyses microbiologiques

III.3.1. La microflore fongique

La méthode des suspensions dilutions, mise au point pour l'isolement des bactéries, est également utilisable pour les champignons **(Davet, 1996).**

III.3.2. Techniques d'étude et de dénombrement de la microflore fongique

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

La microflore du sol est caractérisée par le nombre des groupes séparés de la population microbienne du sol.

La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions dilutions de sol est un bon indicateur général. Cette mesure est facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles **(Figure 6).**

III.3.3. Préparation des suspensions dilutions

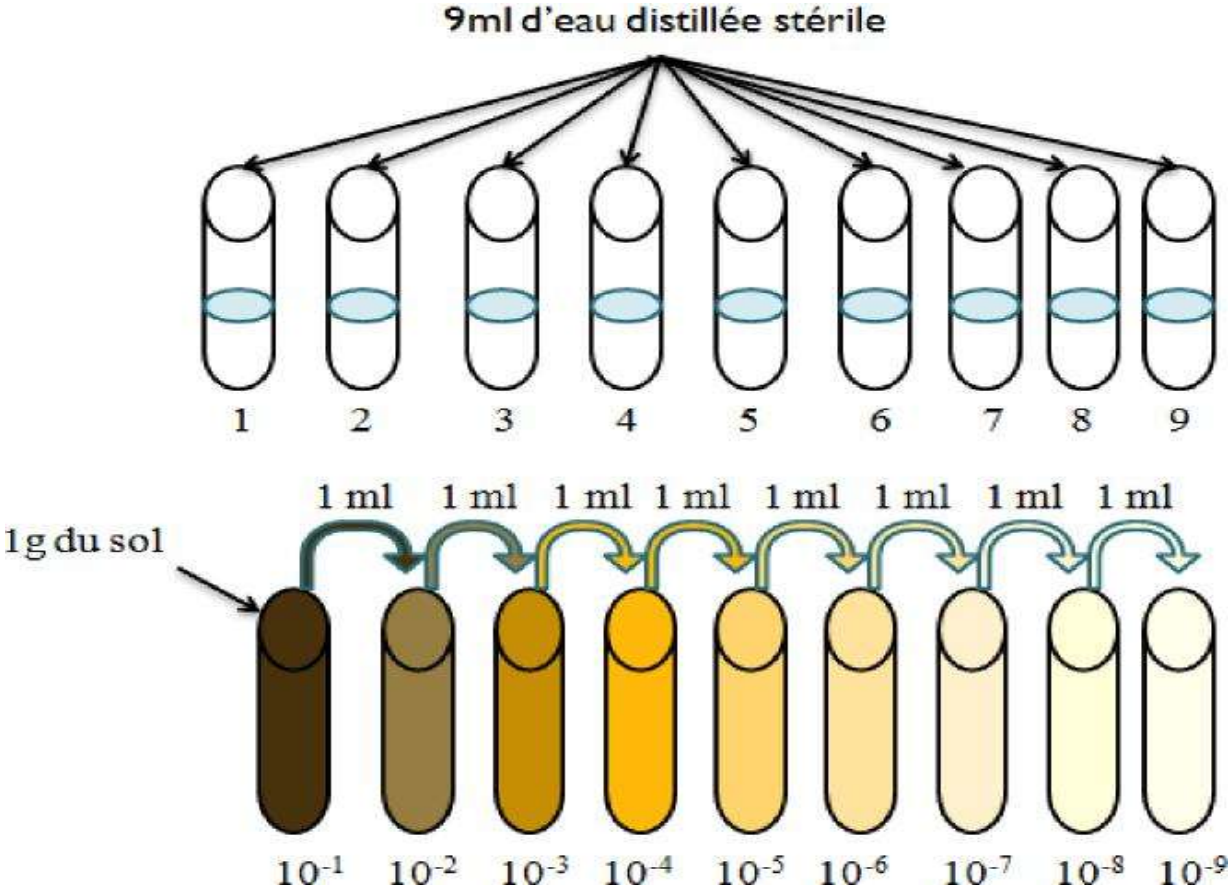


Figure 6. Préparation des suspensions dilutions

Les analyses microbiologiques sont réalisées à partir d'une suspension de 1 g de sol dans 9 ml d'eau distillée stérile. La suspension est par la suite agitée manuellement dans le but de libérer le maximum de la charge microbienne .Des dilutions en série sont ensuite réalisées à partir d'eau distillée stérile.

III.3.4. Biomasse microbienne par fumigation-extraction

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

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

Les extraits de sol sont filtrés et le carbone organique des extraits est analysé en utilisant un analyseur élémentaire de carbone. Le carbone microbien est déterminé par comparaison entre la quantité en carbone extraite d'un échantillon de sol fumigé et celle extraite du même échantillon de sol non fumigé.

III.3.5. Dénombrement et ensemencement

Pour le dénombrement de la microflore fongique sur des milieux gélosés les dilutions 10^{-2} ,10^{-3}, 10^{-4} ,10^{-5}, 10^{-6}, sont utilisées pour ensemencer des milieux (OGA) sur boîte de Pétri, On inoculera 3 boites pour chaque dilution, L'ensemble des boîtes est incubé à 28°C. La lecture des résultats se fait à partir du 6ème jour d'incubation.

III.3.6. Purifications

C'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 le reste de travail taxinomique.

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 OGA. Les tubes ensemencés seront incubés 6 jours à 28°C. La purification des souches se fait par des repiquages 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.

III.4. Caractères morphologiques

III.4.1. 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 à fin de les purifier.

II.4.2. Identification

Les cultures des champignons purifiés sur milieu OGA ont été identifiées en fonction de leurs caractéristiques morphologiques en utilisant la description de **Botton *et al*. (1990).** L'identification s'est basée sur des critères macroscopiques et microscopiques.

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, mycélium, conidies, éventuellement forme sexuée **(Bourgeois et Leveau, 1980 ; Mouria. B *et al* ., 2012).**

L'observation microscopique est réalisée comme la 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, et faire l'observation sur microscope optique, à plusieurs grossissement (G x 40, 100,400 et 1000). Nous avons utilisé cette méthode pour identifier les genres des champignons.

Résultats et discussion

III.5. Résultats des analyses physico-chimiques des sols

Les caractéristiques physico-chimiques des 03 types de sol de la couche superficielle (0-30 cm) sont représentées dans le Tableau 01:

Tableau 1. Caractéristiques physico-chimiques des trois sols.

		Sol salé	Sol gypse	Sol calcaire
Texture		**SL**	**S**	**S**
Humidité du sol (%)		11.3	4.4	5
Dosage du gypse (%)		9.54%	10.38%	9.76%
Calcaire total (%)		5.80	5	11.5
Salinité globale CE à 25° (dS/m) 1/5		4	0.5	0.47
Réaction du sol (pH eau : 1/5)		8,05	7,54	7,80
Caractéristiques biochimiques	**$C._{org}$ (%)**	0,67	0,12	0,36
	MO (%)	1.15	0.20	0.61
	N (%)	0.07	0.04	0.084
	C/N	9.57	3	4,285

SL: sablo-limoneuse

S: sableuse

La texture des sols étudiés nous montre que le sable est la fraction la plus dominante. Ceci nous a conduit à classer le sol salé parmi les sols à texture sablo-limoneuse et les deux autres sols parmi les sols à texture sableuse.

La fraction granulométrique joue un rôle de protection, En effet**, Oulbachir *et al*. (2010).** Ont démontré que le niveau de la biomasse microbienne est beaucoup plus important dans la fraction argileuse comparativement aux autres fractions texturales.

Un taux d'humidité relativement élevé (**11.3%)**pour le sol salé par rapport au sol gypse qui a enregistré un taux d'humidité de l'ordre de **4.4%,** et au sol calcaire **5%,** dû essentiellement à l'irrigation (fréquence ou dose).Tan disque la faible teneur en eau dans les

autres sols peut s'expliquer d'une part par : l'aridité du climat (le taux d'évaporation est supérieur à celui des précipitations), d'autre part, la capacité de rétention en eau de ce sol est faible, 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**.**

Par ailleurs, la conductivité électrique du sol salé est de l'ordre de **4 dS/m**, et celle du sol gypseux est de l'ordre de **0.5 dS/m**, et sol calcaire est de l'ordre de **0.47dS/m**. Cela nous a conduit de classer le sol salé parmi les sols très salés et les deux autres sols parmi les sols non salés selon **Aubert (1978).** La forte teneur en sels enregistrée en sol salé est justifiée, d'une part, par les fortes évaporations dues aux températures élevées de la région ce qui est bien reflété par les faibles taux d'humidité obtenus, et d'autre part, par les eaux d'irrigation .Il s'ajoute aussi le phénomène de la remontée des eaux de la nappe phréatique.

Le pH est supérieur à 8. Il est de l'ordre de 8.05 pour le sol salé et 7.54 pour le sol gypseux et 7.80 pour le sol calcaire. D'après les classes de pH de l'extrait 1/5 nos sols sont généralement alcalins **(Daoud *et* Halitim, 1994).**

Les teneurs en calcaire sont de l'ordre de **5.80%** pour le sol salé, **5%** pour sol gypse ,**11.5%** pour le sol calcaire (figure 7). Ces sols sont, donc, peu calcaires a modérément calcaires **(Baise, 2000).**

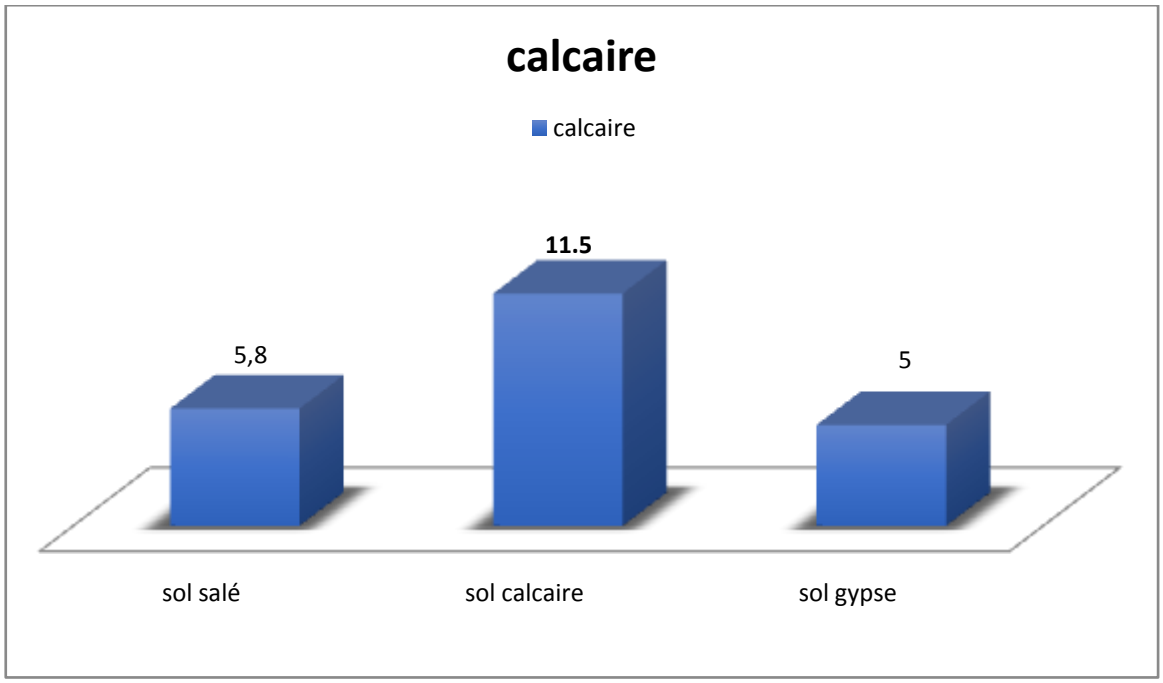


Figure 7.Taux de calcaire des sols étudiés

L'existence de gypse dans les trois sols est de l'ordre de **10.38%** pour le sol gypseux et de l'ordre de **9.76%** sol calcaire et **9.54%** sol salé (figure 8).

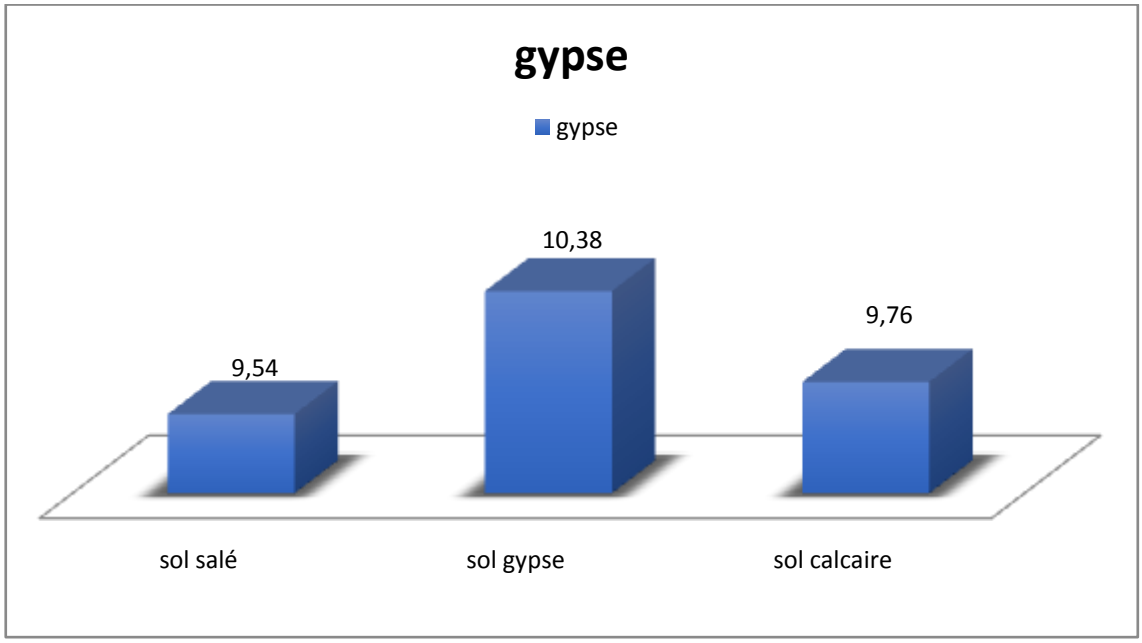


Figure 8 . Taux du gypse des sols étudiés.

La MO dépasse 1 % dans le sol salé **(1.15%).** ce sol est donc relativement riche en MO par rapport aux sols gypseux et calcaire qui ne dépasse pas 1%.

Ces résultats n'étaient pas surprenants. En effet, les sols désertiques, notamment les sables sont connus de leur faible teneur en matière organique **(Aubert, 1960).** Ceci est dû principalement à la fluctuation de certains facteurs physiques qui influencent significativement la distribution de la matière organique et par conséquent, la distribution microbienne dans ce type de sol **(Ruyin Liu *et al.*, 2014).** Dans les zones arides, la faible teneur en MO est due à la texture et la structure du sol.

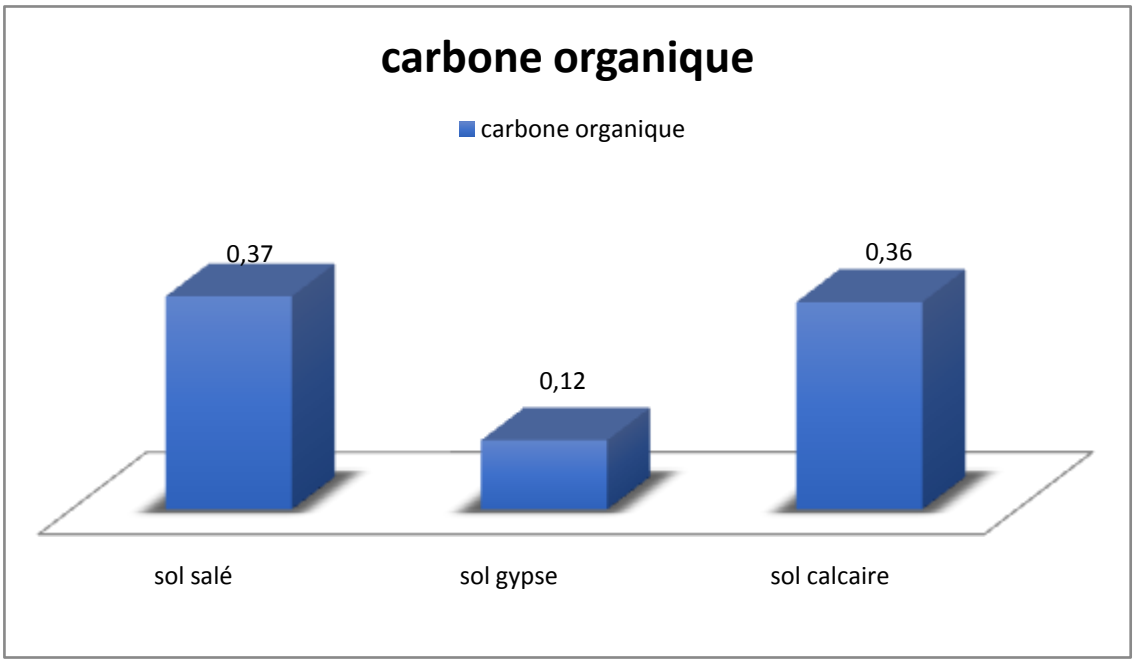


Figure 9. Taux de carbone organique.

Teneur en matière organique dans les zones arides ne dépasse pas **1%**. Selon **Benabadji (2002)**, la faible richesse en matière organique des sols des zones arides est également due à la faible couverture végétale dans ces zones.

La carence en azote dans les trois sols de l'ordre de 0.07% sol salé, 0.04 % sol gypseux 0.084 % sol calcaire respectivement (figure 9), ce qui indique que ces sols sont pauvres **(Henin, 1969).** Ceci est dû à la réduction de l'apport de matière organique et d'une dégradation rapide de celle-ci surtout en été.

Le rapport **C/N e**st un indicateur de qualité biochimique souvent utilisé comme variable environnementale dans les études écologiques. Dans le contexte sol, cet indice permet de caractériser le niveau de fertilité **(Soltner, 2000).** Le taux de rapport **C/N** qui nous renseigne, également, sur l'activité biologique, varie entre **9.57** pour sol salé et **3** pour sol gypse et **4,285** (tableau 1), pour sol calcaire respectivement. Ceci traduit selon **Henin (1969),** une bonne minéralisation des quantités réduites d'azote et de carbone existant au niveau de ces sols.

III.6. Résultats des analyses microbiologiques

III.6.1. La densité fongique

Pour la microflore fongique, nous avons enregistré dans le sol salé une densité de **17.14 x 10^4 propagules /g.s.s** plus importante à celle du sol gypse **13.88 x 10^4 propagules/g.s.s** et du sol **calcaire 12.50 x 10^4 propagules/g.s.s** respectivement (figure10).

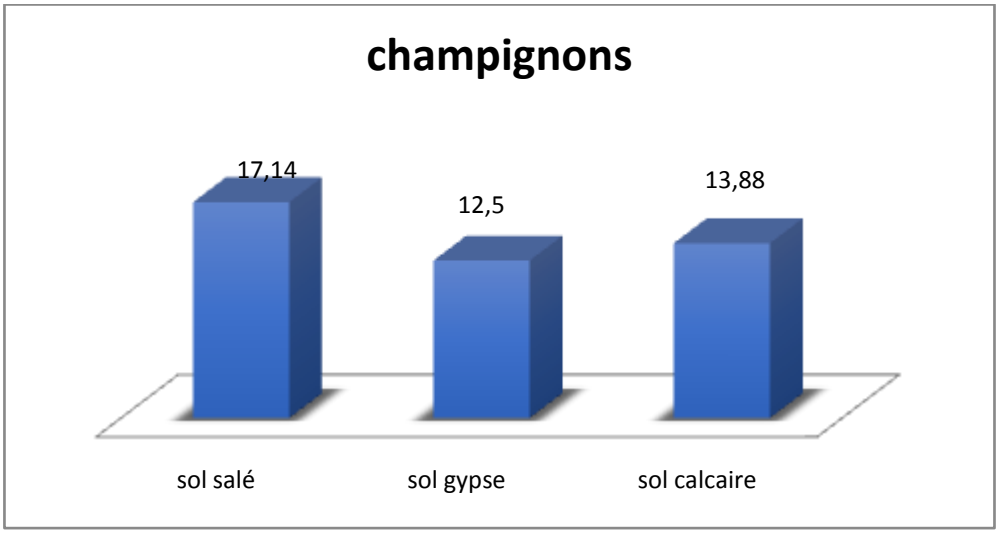


Figure 10. Représentation de la biomasse fongique dans trois sols étudiés exprimée en UFC.g.s.s-^{1}(10^4).(Unité Formant Colonies par Gramme de Sol Sec).

En effet, selon **Davet (1996),** la densité de la microflore fongique, varie de 8 x 10^3 à 10^6 unités par g de sol. 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).**

Toutefois, il faut signaler, que la densité des champignons dans le sol salé cultivé est supérieure à celle des sols gypseux et calcaires. En effet, la répartition et le nombre des champignons dans le sol sont affectés par nombreux facteurs du milieu, tels que : la teneur du sol en matière organique au dépend de laquelle vivent ces microorganismes hétérotrophes. Ainsi, la pauvreté de nos sol en matière organique explique la faible densité des champignons **(Pendleton et *al*., 2003).**

Cette faiblesse de la densité des champignons pourrait être liée non seulement à ses exigences élevées en facteurs de croissance et son faible pouvoir d'adaptation dans ces conditions défavorables du biotope mais aussi à l'élévation de l'alcalinité du milieu.

En effet, la majorité des champignons ont une préférence pour les milieux à pH acides. En général, leur pH optimum de croissance est compris entre 5 et 6 **(Dix et Webster, 1995).**

Quant à l'effet de l'humidité, en général, le développement des champignons requiert une Aw inférieure à celle des bactéries. La limite inférieure de Aw pour la croissance de *Penicillium martensii* et *Aspergillus nidulans* est de 0,8 ; celle de *Aspergillus candidus* est de 0,75 et celle de *Saccharomyces rouxii* est de 0,6 **(Carlile et Watkinson, 1996).** Toutefois, il faut signaler que la densité fongique la plus élevée a été enregistré dans le sol salé le plus humide par rapport aux autres sols.

Les microorganismes augmentent dans les sols forestiers, les tourbes et les sols des prairies et
diminuent légèrement dans les sols désertiques **(Brown, 2013).**

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).**

Cependant, il faut signaler que la croissance fongique dans un environnement naturel, est beaucoup plus lente que dans les conditions *in vitro* du laboratoire, car les conditions physico chimiques dans la nature ne sont pas toutes optimales en même temps. Normalement, les micro-organismes se développent dans la nature à moins de l % du maximum de croissance réussie dans le laboratoire. Cette faible croissance est due, principalement, à plusieurs facteurs tels que : (i) les substrats sont faiblement approvisionnés, (ii) la distribution de nutriments dans l'habitat microbien est hétérogène, (iii) les micro-organismes ne se développent pas en culture pure. En fait, dans une même niche écologique, les champignons doivent faire face aux autres micro-organismes, et se développer en harmonie et en bonne intelligence avec leurs voisins directs.

Quant à la sensibilité à la salinité, on n'admet que les microorganismes les plus sensibles sont les champignons. En effet, **Rasul et al. (2006)** ont démontré qu'en conditions salines, la population fongique reste minoritaire par rapport à la population microbienne totale. Toutefois, il faut signaler que cette règle souffre de très nombreuses exceptions ; on connait des champignons appartenant aux genres *Penicillium et Aspergillus* résistant bien à des teneurs élevées en NaCl (10 à 20%), de sorte que la salinité ne joue pas toujours un rôle

déterminant dans la distribution de la microflore fongique **(Dommergues Et Mangenot, 1970).**

C'est ce qui est confirmé par nos résultats où nous avons enregistré une densité fongique plus importante dans le sol salé que par rapport aux sol gypseux et calcaire **(Tableau 01).**

Nos résultats corroborent ceux d'Oustani **(2006)** sur sol salé et sol non salé qui a constaté une densité fongique plus importante en sol salé par rapport au sol non salé.

Dans ce cadre **Sabaou (1988)**, a prouvé, également, que la population fongique énumérée dans plusieurs palmeraies du Sud Algérien, à forte teneur en sels est plus importante par rapport à des sols non salés. D'après cet auteur la population fongique ne semble pas être inhibée par la salinité. Ainsi, **Muhammad et *al*. (2006)** ont constaté une plus grande fraction de la biomasse fongique dans des sols plus salés par rapport à des sols moins salés. Ces diverses constatations sont confirmées par **Karabi et *al*. (2016)** lors d'une étude comparative entre un sol salé sableux et un sol non salé argileux. Cette étude a montré que le sol salé sableux présente une biomasse fongique relativement plus importante que le sol non salé argileux.

III.6.2. La biomasse microbienne

La biomasse microbienne est un indicateur utile de l'amélioration ou de la dégradation des sols **(Ros *et al.*, 2003 ; Gil- Sotres *et al.*, 2005).**

Elle est aussi considérée comme une partie de la matière organique du sol **(Smith et *al.*, 1990).** Le paramètre les plus utilisé pour estimer la biomasse microbienne est le C microbien **(tableau 4) (Joergenson, 1995 ; Davet, 1996).**

Wardle (1992), ont démontré que la variation saisonnière de la température et de l'humidité du sol affectent d'une manière directe le niveau de la biomasse microbienne.

III.6.3. $C_{microbien}$

Tableau 2. Valeurs du $C_{microbien}$ des sols étudiés.

Sols	salé	gypse	Calcaire
C (microbien) (mg de C . Kg^{-1} de sol sec)	233.5	101.30	111.21

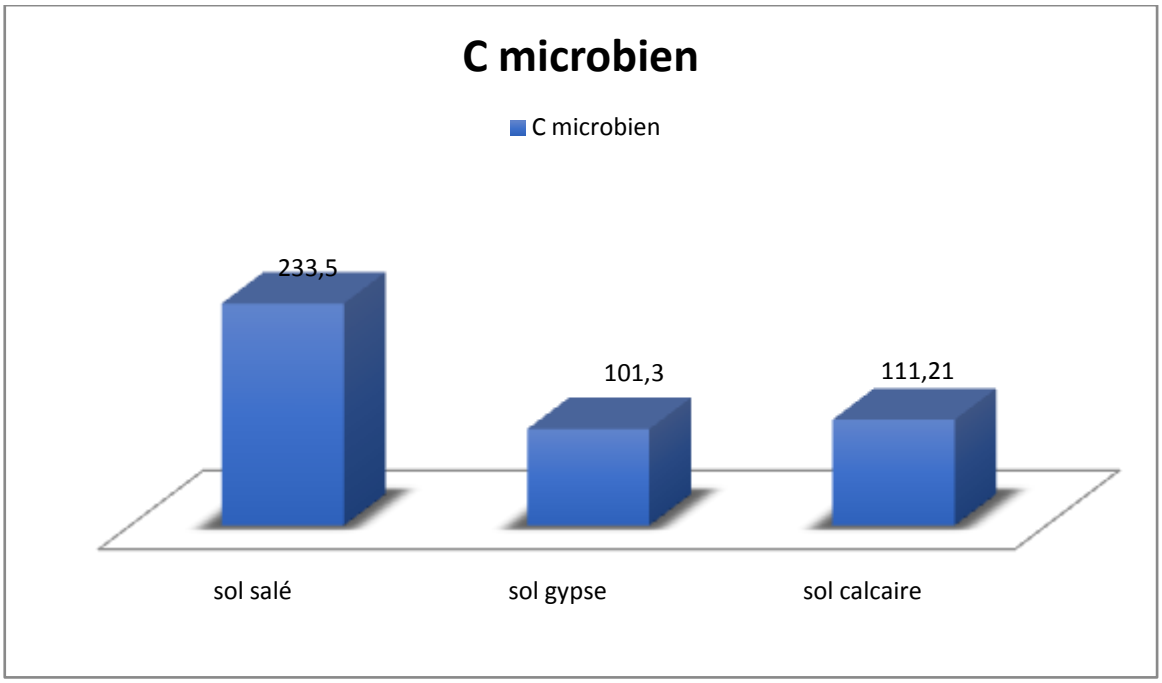


Figure 11. taux de carbone microbien des sols.

Les résultats obtenus pour le C microbien, ont montré que ces valeurs ont diversement varié selon les trois sols étudiés **(Tableau 02).**

Le faible niveau du $C_{microbien}$ enregistré dans le sol gypse et le sol calcaire par rapport au sol salé, est dû à la faible teneur en carbone organique **(Ilstedt et *al*., 2005).**

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

Quant à l'effet de l'humidité, **Gunapala et Scow (1998) ; Geisseler et Horwath (2009),** ont trouvé une corrélation positive et significative entre l'humidité du sol et de la taille de la biomasse microbienne. Cette constatation est en concordance parfaite avec nos résultats.

III.6.4. Identification macroscopique

Rarement, un environnement naturel contient uniquement un seul type de microorganisme. Dans la plupart des cas, une énorme variété de micro-organismes est simultanément présente.

Pour l'observation macroscopique des champignons, il est nécessaire de caractériser ces isolats sur milieu OGA par l'aspect des colonies, qui représente un critère clé d'identification. Les champignons filamenteux, forment des colonies duveteuses, laineuses, cotonneuses, veloutées, poudreuses ou granuleuses.

Ainsi, l'étude morphologiques des isolats des champignons à partir du sol salé, du sol gypseux et du sol calcaire a permis de distinguer les caractères indiquées dans le tableau n°3:

Tableau 3. Caractères morphologique des microorganismes (champignons).

Caractères de champignons / Sols	Couleur	Forme	Opacité	Taille	Aspect du Surface
Salé	Jaune Blanc Noire Marron	Arrondie Surélève	Opaque Transparent	Moyenne Petite Grande	Lisse rugueuse
Gypse	Blanc Noire Jaune	Bombée Arrondie Surélève	Opaque transparent	Moyenne Grande	Rugueuse Lisse
Calcaire	Jaune Blanc Marron Vert	Arrondie Plat Dentelée Bombée	Opaque Transparent	Moyenne Petite Grande	Rugueuse Lisse

La plupart des caractéristiques morphologiques se retrouvent dans la présente étude où nous avons remarqué une similarité dans ces caractères morphologiques des champignons (forme, taille, couleur, opacité, aspect du surface) pour les 03 sols étudiés.

La couleur des colonies un élément très important d'identification. Les couleurs les plus fréquentes sont le blanc, crème, jaune, orange, brun allant jusqu'au noir. les pigments peuvent être localisés au niveau du mycélium (*Aspergillus, Penicillium*) ou diffuser dans le milieu de culture (*Fusarium*) **(Botton et *al.*, 1990).**

Pour ce qui est de la couleur des colonies, il faut souligner que pendant les premiers jours de culture, quand le mycélium est jeune, la couleur de la colonie de tous les champignons est blanche, et au fur et à mesure que ces colonies vieillissent, elles commencent à prendre leurs colorations spécifiques dues aux corps fructifères.

Figure 12. Aspect macroscopique des colonies des champignons du sol salé

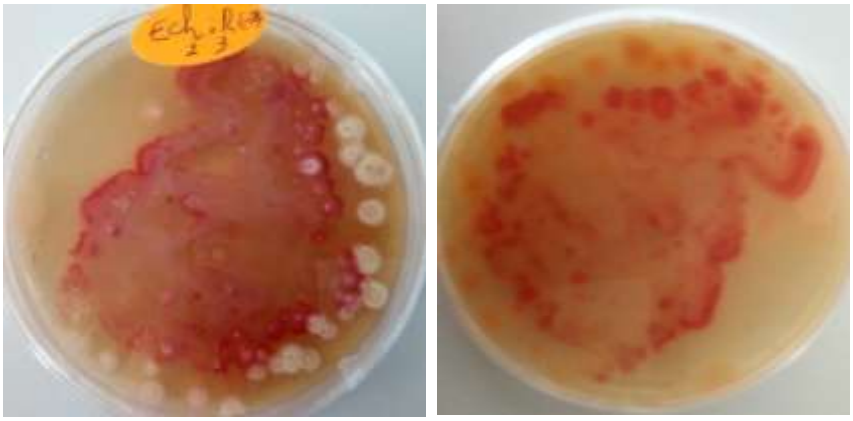


Figure 13. Aspect macroscopique des colonies des champignons du sol calcaire

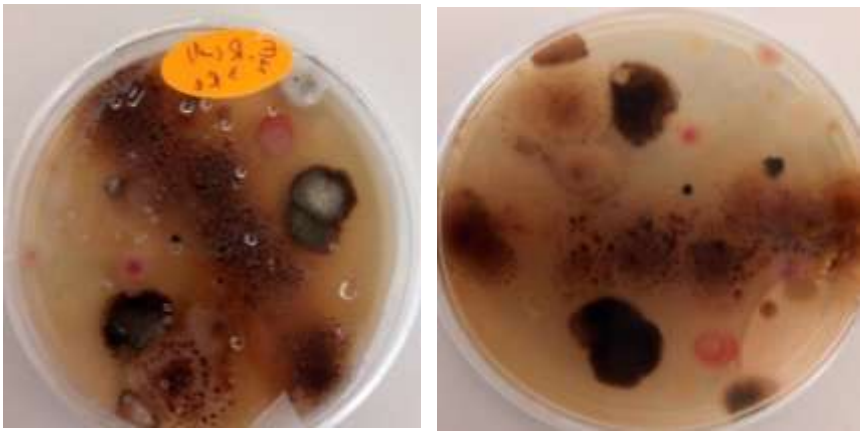


Figure 14. Aspect macroscopique des colonies des champignons du sol gypseux.

Par ailleurs, la pigmentation rouge de la gélose observée dans quelques boites est probablement due à l'activité métabolique des certaines souches.

III.6.5. Identification microscopique

Afin d'affiner l'identification des souches sauvages, les observations des caractères microscopiques des champignons doivent être comparées à celles rapportées dans la littérature et à celles des souches de référence.

Ainsi les souches ont été réparties dans cinq groupes par rapport à la couleur des colonies observée après une semaine de culture sur milieu OGA.

Selon **(Chabasse, 2002),** l'examen microscopique d'une colonie fongique se fait après réalisation d'un étalement entre lame, scotch et coloration. Généralement, un examen à l'objectif 40 est suffisant pour mettre en évidence la plupart des éléments importants.

L'identification des champignons selon Botton et *al*. (1985) fait essentiellement appel aux caractères culturaux et morphologiques tels que :

• Caractères culturaux : vitesse de la croissance apicale ; texture, marge, épaisseur et couleur de la colonie ; pigmentation de l'agar, production d'exsudat et odeur des colonies.
• Caractères morphologiques :

a - Du mycélium : absence ou présence de cloisons, couleur, dimensions, ornementation des parois, mode de ramification, différenciation des thallospores.

b - Des organes différenciés et de leur contenu : forme, couleur, dimensions, texture des parois et ornementations.

Groupe 1

L'observation microscopique nous a permis de détecter la présence d'un thalle septé, Ces espèces ne produisent pas de spores, mais sont constituées d'hyphes et de sclérotes (photo 4). Ce genre de champignon a été identifié dans le sol salé.

L'ensemble de caractéristiques microscopiques citées ci-dessus, suggèrent l'appartenance au genre *Rhizoctonia*.

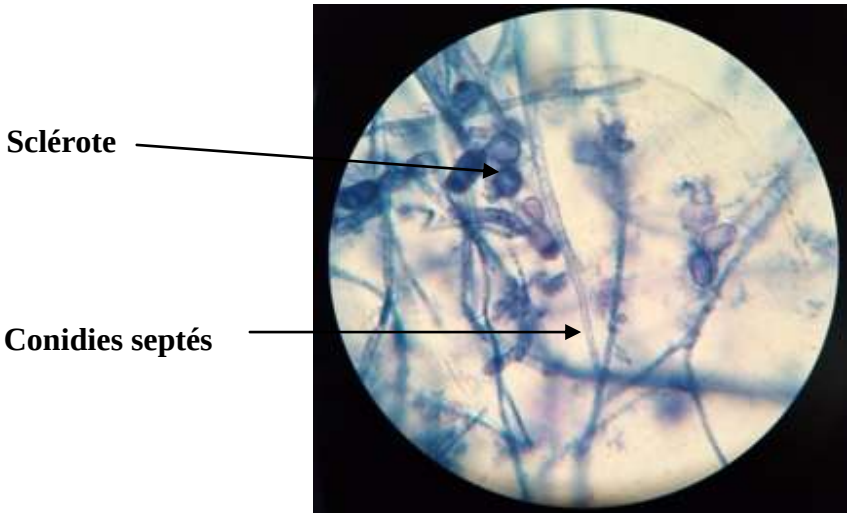


Photo 1. *Rhizoctonia sp* sous le microscope (Gx400)

Groupe 2

En ce qui concerne le groupe 2, après avoir réalisé les observations morphologiques des souches, la caractéristique principale commune est l'état unicellulaire (photo 5). Cette caractéristique permet de diagnostiquer l'appartenance de ce groupe de champignons aux levures. Ces levures ont été identifiées dans les 03 sols.

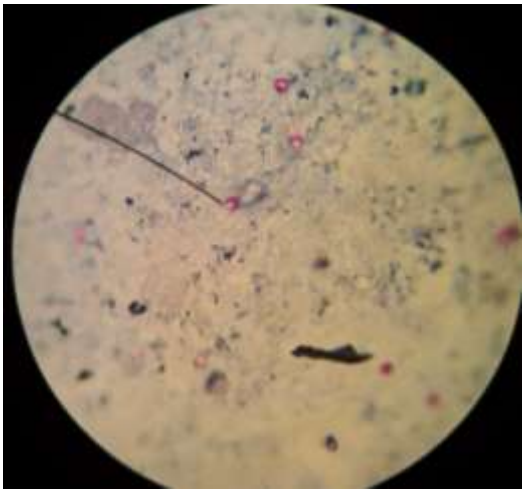


Photo 2.levure sous microscope (Gx400).

Groupe 3

En ce qui concerne le groupe 3, après avoir réalisé les observations morphologiques des souches, les caractéristiques globales suivantes ont été dégagé (photo 6) :

- présence d'un « pinceau » qui fait référence à l'apparence du conidiophore (l'organe qui porte les spores) du champignon.
- Présence des rameaux (branches)
- présence d'un stipe

Toutes ces caractéristiques morphologiques permettent de classer les souches de ce groupe dans le genre *Penicillium.*

Ce genre de champignon a été identifié dans tous les échantillons étudiés.

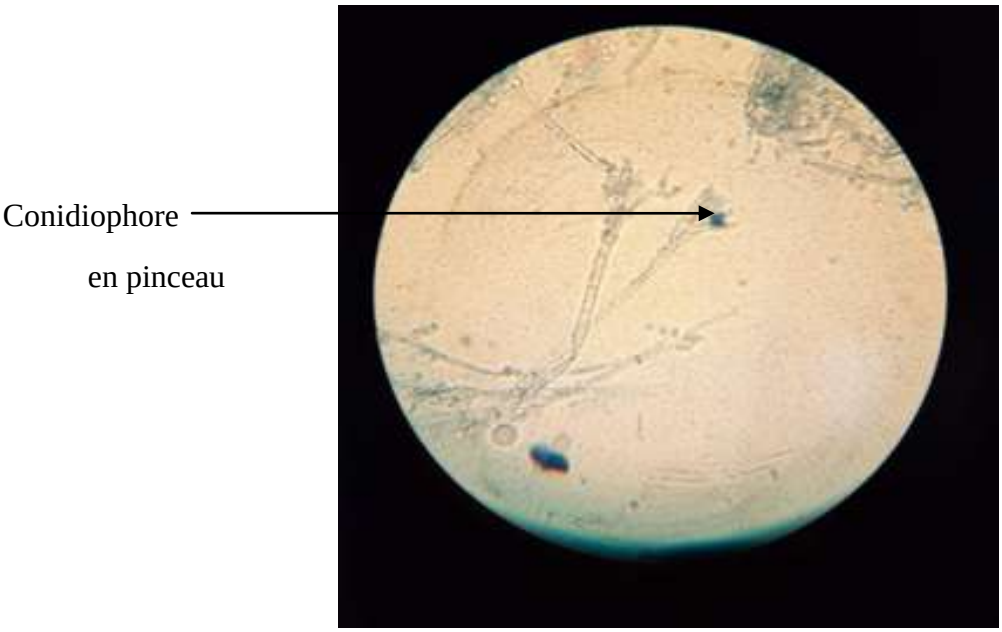


Photo 3. *Penicillium* sous le microscope (Gx400).

Groupe 4

En ce qui concerne le Groupe 4, nous avons trouvé les caractéristiques microscopiques suivantes (photo 7) :

- Les thalles sont dépourvus de pycnides ou d'acervules
- les conidiophores sont dispersés sur le mycélium.

Ces critères nous ont permis de rattacher ces souches à l'espèce *Mycelia sterilia*. Ce genre de champignon a été identifié uniquement dans le sol salé.

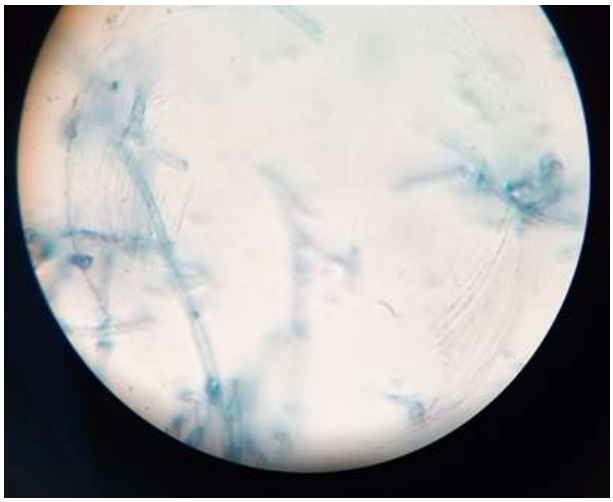


Photo 4. *Mycelia Sterilia* sous microscope (Gx400)

Groupe 5

En ce qui concerne le Groupe 5, nous avons constaté les caractéristiques microscopiques suivantes (photo 8) :

- Le mycélium présente des cloisons régulières
- Les spores asexuées ne sont pas formées dans des sporanges, ni dans des asques
- On n'a pas aperçu de forme de reproduction sexuée
- présence des philiades insérées, c'est à dire, en absence de métules (*Aspergillus* unisériés), en colonne compacte, assez grande (jusqu'à 100 µm de long)

Ces caractères morphologiques permettent de rattacher les souches du Groupe 5 à l'espèce d'*Aspergillus fumigatus*. En effet, l'identification de ce champignon est relativement aisée et catégorique **(Domsch et *al*., 1980).** Ce champignon a été identifié dans tous les sols étudiés.

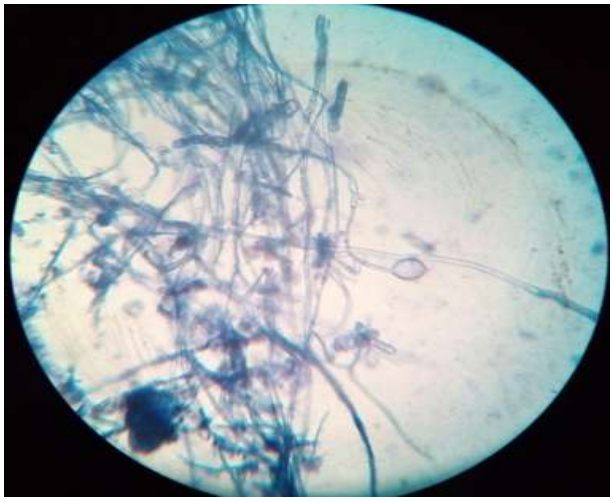


Photo 5. *Aspergillus fumigatus* sous le microscope (G×400)

En effet, la plupart des espèces microbiennes des sols étudiés reste mal connue de point de vue taxinomique et fonctionnel **(Ali-Haimoud *et al*.,1980; Bensoltane, 1999; Hethener, 1965 ; Sabaou *et al*. , 1998).**

Conclusion

Conclusion

L'objectif de notre travail est de caractériser qualitativement et quantitativement la biomasse fongique à travers une comparaison entre trois sols de typologie différente. IL s'agit d'un sol salé situé dans l'exploitation de l'université de Ouargla, Un sol calcaire situé dans le plateau de calcaire gantra et un sol gypseux situé dans sebkhate Mellala.

Les principaux résultats obtenus indiquent que:

- les trois sols étudiés ont une texture sablo-limoneuse.
- le taux d'humidité est variable d'un sol à un autre où il est important dans le sol salé que sols gypseux et calcaire.
- la salinité est relativement élevée dans les trois sols.
- le pH de ces sols est neutre a moyennement alcalin.
- Les teneurs en calcaire varient entre 5.80%, 5%, 11.50%.
- le taux de matière organique dépasse 1% , et très faible aux sols gypse et calcaire varie entre 0.20% à 0.61%.
- une faible richesse en azote, et un rapport C/N faible inférieur à 10.

Le dénombrement des germes par la méthode de suspensions-dilutions, montre que la biomasse fongique varie considérablement d'un sol à un autre ; le maximum est enregistré dans le sol salé de la palmeraie de l'université où les conditions du milieu sont les plus clémentes pour le développement des champignons, suivi par le sol calcaire et enfin le sol gypseux. Ces variations de densité peuvent être expliquées par le fait que les microorganismes sont soumis à quelques influences surtout celles des conditions physiques et physico-chimiques du sol (taux d'humidité, salinité…etc.), et aussi des variations notables au niveau des facteurs biochimiques (nutritionnels et énergétiques concernant la matière organique).

Du point de vue qualitatif, tous les sols étudiés contiennent des espèces fongiques diverses à savoir *: Rhizoctonia sp, Penicillium sp, Mycelia Sterilia, Aspergillus fumigatus* ainsi que des levures.

La présence d'une telle diversité dans des écosystèmes aussi pauvres et arides implique la capacité de ces organismes vivants à utiliser divers mécanismes de résistance afin de s'adapter aux conditions extrêmes qui les entourent.

Enfin, le compartiment microbien des sols sahariens, reste mal connu de point de vue composition spécifique et rôles écologiques, ce qui nécessite la multiplication des recherches dans ce domaine.

Références bibliographiques

Référence bibliographiques

Ali-Haimoud A., Amir H., Bounaga D., Chami M., et Djellali N.- 1980. Contribution a l'étude de l'activité microbiologique de quelques sols de la sebkha de boughzoul (hauts plateaux algérois). Physiol. Vég., 18: 19-33.

Aubert G., 1960. Les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll. Unesco de paris sur les problèmes de la zone aride, 127- 150.

Aubert G., 1983.observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sals sodiques. Cahier orstom. Série pédologie. Vol 30 (1), 73-78.

Baise D., 2000- Guide des analyses en pédologie. Inra, edit : paris, 257 p.

Baize D., Jabiol B., 2011. Guide pour la description des sols. 2e edition revue et augmentée, quae, Versailles.430 p.

Baize, D. et Girard, M., 1992.Référentiel pédologique. Principaux sols d'europe. Versailles, inra, éditions.222 p**.**

Bazzine M., 2002.- Etude de la biomasse microbienne dans les sols halomorphes d'une sebkha située au niveau de l'exploitation de l'université de ouargla (ex-Itas). Mémoire. Ing. Ecol, univ. De ouargla, 106 p.

Bedjadj S, 2011. Contribution a l'étude du fonctionnement microbiologique du sol dans la région de ouargla (ex : l'université de l'itas).mém mastre agro .univ kasdi merbah ouargla.

Beggari Z., Moulay Omar K., 2008.- Contribution a l'étude quantitative de la biomasse microbienne dans un sol gypseux de surface dans la région de ouargla. Mémoire d.e.s. Microbiol., univ. De ouargla, 69 p.

Ben Abderrahmane M., Ben Khedda N., et Hadef R., 2006.- contribution a l'étude de la biomasse microbienne dans un sol gypso-calcaire dans la région de ouargla. Mémoire de des. Microbiologie, université de ouargla, 51 p.

Bensultane A., Kihel M., Abd Elkadhem E., Moussa A., 1999.- microbiologie des sols. Maison de l'ouest pour l'édition et la distribution, oran, 287 p.

Botton B., Breton, Fevre, Guy, Larpent et Veau. 1985. Clés de détermination de groupes et genres traités. En Moisissures utiles et nuisibles. Importance Industrielle. Masson - Paris. 48-75

Botton B., Breton, A., Fevre M ., Gauthir S ., Guy P.H . Larpent J.P. Reymond P., Sanglier J.J .,Vayssier Y.,Veau P .(1990). Moissisures utiles et nuisible importance industrielle. 2éme edition .masson collection biotechnologies. P.34-42.

Bouchet. P., Guignard L., Pouchus Y., Villard J., 2005. Les champignons mycologie fondamentale et appliquée. 2eme edition.

Bousid N., 2015. Les champignons et pseudo-champignons pathogenes des plantes cultivées biologie, nouvelle systématique, interaction pathologique, publication de l'inat.p34

Bousseboua H., 2005. Eléments de microbiologie. Campus-club, algérie, (2ème edition), 179-199.

Bowles ., 2015. Soil microbiological and biochemical properties as affected by different long-term banana-based rotations in the tropics. December 2015, pages 868-877.

Brown, G. W. (2013), desert biology: special topics on the physical and biological aspects of arid regions. Elsevier.

Calvet R., 2000. Le sol propriétés et fonctions, constitution et structure phénomènes aux interfaces. Tome 1. Edition france agricole. Paris (france), 83-90.

Chabasse, D. (2002). Les moisissures d'intérêt médical. Cahier n°25 de formation de biologie médicale, pp. 25-27.

Chaussod R., Zuvia M., Breuil M., Hetier J., 1992. Biomasse microbienne et « statut organique » des sols tropicaux : exemple d'un sol vénézuélien des llanos sous différents systèmes de culture. Cahier. Orstom, série. Pédol., 17(1) 59-67.

Carlile M & Watkinson, S.C. 1996. Fungal Cells and V getative Growth. En: The Fungi. Academic Press. London. 121-139.

Coutinet S., 1965. méthodes d'analyses utilisables pour les sols salés, calcaires et gypseux. Analyse d'eau. Agronomie tropicale. I.r.a.t.c.v. Paris,1242-1253.

Daoud. Y & Halitim. A, 1994. Irrigation et salinisation au sahara algérien. Sécheresse .pages 151-160.

Davet P., 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. Editions INRA, paris, 383 pages. Isbn-10: 2738006485 - isbn-13: 978-2738006486.

Dix N & Webster J. 1995. Fungi of Extreme Environments. En 'Fungal Ecology'. Chapman & Hall. London. 322-332.

Dommergues Y., Mangenot F., 1970. Ecologie microbienne du sol ., soil biology - 796 p.

Domsch K., Gams W., Anderson T., (1980) .Compendium of soil fungi. Vol.l. Academic Press, London, New York, Toronto, Sydney, San Francisco.

Duchaufour P., 1984. Abrégé de pédologie. Masson-édition. 220 pages .

Duchaufour. P, 2001. Introduction a la science du sol. 6ème édition de l'abrégé de pédologie. Dunod. Ed. Masson. Paris. 314p.

Fao, 1988. Year book of fishery statistics, 1986. Catches and landings. Fao fish. Ser. 62, 479p.

Fao., 1990- Management of gypsiferous soils. Fa.o bull n° 62 rom- 81p.

Figarella J., Leyral G. et Terret M. Juillet 2007. Microbiologie générale et appliquée n° d'édition :3328-r2 .paris cedex 05.

Geisseler D., Horwath W.R., 2009. Short-term dynamics of soil carbon, microbial biomass, and soil enzyme activities as compared to longer-term effects of tillage in irrigated row crops. Biology and fertility of soils 46, 65–72.

Girard M., Walter C., Remy J., Berthel J, Morel J.L., 2005– sols et environnement, cours, exercice et étude de cas. Edi : du nord, paris 2005. 475p.

Girmak ., Martin L.K ., Freeman W.K., Mosali J ., Teal K., Raun R., Moges M., Amall B.,2013. Determination of optimum rate and growth for foliar applied phosphorus in corn. Comm. Soils ci. Plant anal. 38, 1137-1154.

Gobat J, Arango M, Mathey W., 2003. Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols ,568p.

Gunapala N., Scow K., 1998. Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems. Soil biology and biochemistry 30, 805–816.

Halilat M., 1998.- étude expérimentale de sable additionné d'argile. Thèse de doct., ina, paris, 228 p.

Halitim A., 1988. Sol des régions arides d'algérie. O.p.u., alger, 141p

Hamdi-Aissa B., Valles V., Aventurier A., Ribolzi O., 2004.- soils and brines geochemistry and mineralogy of hyper arid desert playa, ouargla basin, algerian sahara. Arid land research and management, 18: 103-126.

Hamdi-Aissa, B., 2001. Le fonctionnement actuel et passé des sols du nord Sahara (cuvette d'ouargla).approche micromorphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatial .ph.d dissertation, institut national agronomique, paris grignon ,307p**.**

Henin S., Gras R. et Monnier G., 1969. Le profil cultural. Masson, 28 eme édition.

Hethener P., 1965.- activité microbiologique des sols a cupressus dupreziana a. Camus au tassili n'ajjer (sahara central). Faculté des sciences d'alger, 100 p.

Huber. G & schaub. C, 2011. La fertilité des sols : l'importance de la matière organique ,46p .

Ilstedt U., et Singh S., 2005. Nitrogen and phosphorus limitations of microbial respiration in a tropical phosphorus-fixing acrisol (ultisol) compared with compost. Soil biol. Biochem., 37, 1407-1410.

Ita., 1975. laboratoire du sol : méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol. Institut technologique agricole. Mostaganem. 78p.

Joergenson R.G., 1995. The fumigation-extraction method for microbial biomass nitrogen in: alef k. & nannipieri p., eds. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. London: academic press limited,388-390.

Karabi. 2017. fonctionnement microbiologique des sols oasiens .cas de quelques sols de la région de ouargla . Thèse de doctorat .université kasdi merbah ouargla.

Karabi M., Hamdi Aissa B., Zenkhri S., 2016. Microbial diversity and organic matter fractions under two arid soils in Algerian Sahara. AIP Conference Proceedings 1758, 030006, doi: 10.1063/1.4959402

Killian Ch., Feher D., 1939.- Recherches Sur la microbiologie des sols désertiques. Paul le chevalier editeurs, paris. 127 p.

Labouz I., 2005.- contribution a l'étude de la biomasse microbienne dans un sol gypseux de la région de ouargla., mémoire. Ing. Ecol., université de ouargla, 50 p.

Lozet J., Mathieu C., 1990- Dictionnaire de science du sol. Ed technique de document. Lavoisier. 384p.

M'sadak Y., Elouaer M., 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.

Mashali A.M., 1996. Soil management practice for gypsiferous soils.in: poch, m. (ed.), proceedings of the international symposium on soil with gypsum. Catalonia, spain.

Mathieu C., Lozet J., 2011. Dictionnaire encyclopédique de science du sol, Lavoisier, 733 p.

Mathieu C & Pieltain. , 2009. Les principaux sols du monde. Voyage au centre de l'épiderme de la planète terre. Lavoisier, éditions tech et doc.233 p.

Middleton N & Thomas D., 1997. World atlas of désertification (second edition.). Unep 182pp.

Mouria B, Ouazzani-Touhami A, Douira A, 2012, Isolement Et Identification De La Mycoflore Du Compost Des Déchets Urbains Solides, Nature & Technologie, P13-P28.

Muhammad S., Muller T, Joergensen R., 2006. Decomposition of pea and maize straw in Pakistani soils along a gradient in salinity. Biology and Fertility of Soils 43,93–101.

Nanypetra M., 2013. Response of soil respiration and microbial biomass to changing ec in saline soils, soil biology & biochemistry 65 322 e 328.nicklin j., graene couk k., paget p et killington r., 2000. Microbiologie, 362 p.

Nannipieri P, Giagnoni L, Renella G, Puglisi E, Ceccanti B, Masciandarog, Fornasier F, Moscatelli M, Marinari S.,2012.soil enzymology: classicaland molecular approaches. Biology and fertility of soils 48,743–762.

Oulbachir k., 2010. Ecologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents etages bioclimatiques. Thèse de doctorat, université d'oran,114p .

Pendeleton R., Pendeleton B., Howard G., Warren S., 2003. Growd and nutriment content of herbaceaous seeding associated with biological soil crusts. Arid land research and management. Taylor et francis, 17(3), 217-281.

Pichard G. et Rolland B. (Octobre 2006). Les champignons, éléments essentiels dans l'écosystème forestier.

Quenea k., 2004. Etude structurale et dynamique des fractions lipidiques et organiques réfractaires de sols d'un chrono séquence foret/maïs (cestas, sud-ouest de la france). Thèse de doctorat. Université de paris 6 (france).

Rognon P. (1994).biographie d'un désert : le sahara. L'harmattan.

Ros M., Hernandez. M. & Garcia C., 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soilbiol. Biochem., 35, 463-469.

Ruyinliu L, ke L, Hongxun Z, Junge Z and Devraj J. (2014), spatial distribution of microbial communities associated with dune landform in the gurbantunggut desert, china. Journal of microbiology 52, no. 11 898–907

Sabaou N., 1988. Contribution à l'étude des Actinomycètes des sols des palmeraies algériennes : systématiques et écologie. Thèse Doctorat. Es, Sci, nat, Univ, Alger, 191p.

Sayed A; and Shah Z., (2011): changes in soil microbial characteristics with elevatedsalinity. Sarhad j. Agric. 2:233-244.

Schimann H., 2005.impacts de perturbations liées a l'orpaillage sur l'évolution des communautés et fonctionnalités microbiennes d'un sol. Thèse doct, engref, 96 p.

Semal et al., Fraselle J., Impens R., Kummert J., Lepoivre P., Meulimans M., Seilleur P., Vendrevenen J et Viseur J ., 1993: traite de pathologie végétale .presse agronomique de gembloux belgique. Pp178, 181,185, 186,194

Smith L., Paul E., 1990. The significance of soil biomass estimations. In: bollag j.m. & stotzky g.,eds. Soil biochemistry. Vol. 6. New york, usa: marcel dekker, 357-396.

Soltner D., 2005. Les bases de la production végétale. Le sol et son amélioration tome i, 24emè édition; collection sciences et techniques agricoles.

Sylvie, P .2015. La classification des champignons ; laboratoire de botanique, phytochimie et mycologie / umr - cnrs 5175 cefe, facultéde pharmacie, 15 avenue charles flahault, université montpellier i, bp 14491, 34093montpellier cedex 5, france.

Vance E., Brookers P., Jenkinson D., 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass c. Soil biology& biochemistry19, 703-707 .

Wardle D., 1992. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. Biol. Rev. 67, 321-358.

Wisniewski, E., et Karczewski A., 2017."orzezbie sandrow utworzonych na lodzie. (relief des sandr formés sur la glace), géoprodig portail d'information géographique.

Yahia Cherif ., Ouadah N., Benkheira A., 2007. Kit pédagogique sur l'environnement dans les zones arides. Edition et conception graphique altitude communication ,72p.

Annexes

Annexes

Annexe 1

Milieux de culture

-Milieu pour les champignons telluriques : (OGA)

OGA…….30g

Eau distillée……1000ml

La préparation de ces milieu et comme suite:

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

-ajuster le PH de milieu.

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

Annexe 2

-Préparation des suspensions dilutions

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

Annexe 3

Détermination du $C_{microbien}$ par la méthode fumigation - extraction

- Fumigation

Placer 50g de sol humide de chaque échantillon avec un bécher contenant 75ml de chloroforme pure dans un dessiccateur sus vide pendant 24h à l'obscurité. À l'issu de la fumigation, retiré le bécher contenant le chloroforme et le papier filtre de

dessiccateur. Eliminer les vapeurs de chloroforme du sol par mise sous vide répétée du dessiccateur (6 fois de 02 min chacune). Les échantillons sont prêts pour l'extraction.

- Extraction

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

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

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

- Biomasse à partir du carbone = (le taux de carbone organique extrait d'un sol fumigé –le taux de carbone organique extrait d'un sol non fumigé)/ K (K=0,38).

(ANDREAS et al., 2013).

Annexe 4

- Echelle d'interprétation des résultats.

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

Matière organique %	Nom de classe
≤ 1	Sol très pauvre
1 < M.O ≤ 2	Sol pauvre
2 < M.O ≤ 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	Sol très salé
CE >6	Sol extrêmement salé

Tableau 03. Azote total (HENIN, 1969)

N total %	Sol
≤ 0.5	Sol très pauvre
0.5 <N total ≤ 1.0	Sol pauvre
1.0<N total ≤1.5	Sol moyen
>1.5	Sol bien pourvue

Tableau 04.Le rapport C/N (HENIN, 1969)

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

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

pH	**<3,5**	**3,5-4,2**	**4,2-5**	**5-6,5**	**6,5-7,5**	**7,5-8,7**	**>8,7**
Class	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	basique	Très basique

Tableau06.Calcaire total (BAISE, 1988)

$CaCO_3$(%)	Horizon
$CaCO_3 \leq 1$	Non calcaire
$1 < CaCO_3 \leq 5$	Peu calcaire
$5 < CaCO_3 \leq 25$	Modérément calcaire
$25 < CaCO_3 \leq 50$	Fortement calcaire
$50 < CaCO_3 \leq 80$	Très calcaire
$CaCO_3 > 80$	Excessivement calcaire

Résumé

La présente étude a porté sur l'évaluation quantitative et qualitative de la biomasse fongique dans les sols de la région d'Ouargla. Ainsi nous avons comparé cette densité au niveau des trois types de sols; salé, gypseux et calcaire. Les échantillons de sol ont subi des analyses microbiologiques parallèlement aux analyses physico-chimiques selon les méthodes internationales appropriées.
Les résultats ont montré que la densité fongique est supérieure dans le sol salé par rapport aux sols gypseux et calcaire. Qualitativement, tous les sols étudiés contiennent des espèces fongiques diverses à savoir *: Rhizoctonia sp, Penicillium sp, Mycelia Sterilia, Aspergillus fumigatus* ainsi que des levures.
Le $C_{microbien}$ a diversement varié d'un sol à un autre en fonction des caractéristiques physico-chimiques des sols (taux d'humidité, salinité…etc.), et aussi des variations notables pour les facteurs biochimiques (nutritionnels et énergétiques concernant la matière organique).
Mots clés : densité fongique, biomasse microbienne, caractérisation, sol saharien, Ouargla.

Abstract

The present study focused on the quantitative and qualitative evaluation of fungal biomass in soils of the Ouargla region. So we compared this density at the three types of soils; salty, gypsum and limestone. Soil samples were subjected to microbiological analyzes alongside physicochemical analyzes according to the appropriate international methods.

The results showed that the fungal density is higher in salty soil compared to gypsum and limestone soils. Qualitatively, all the soils studied contain various fungal species namely*: Rhizoctonia* sp, *Penicillium* sp, *Mycelia Sterilia*, *Aspergillus fumigatus* as well as yeasts.

The Cmicrobien has varied from one soil to another depending on the physicochemical characteristics of the soil (moisture content, salinity, etc.), and also significant variations for biochemical factors (nutritional and energy concerning organic matter).

Key words: fungal density, microbial biomass, characterization, Saharan soil, Ouargla.

ملخص

ركزت الدراسة الحالية على التقييم الكمي والنوعي للكتلة الحيوية الفطرية في تربة منطقة ورقلة. لذلك قارنا هذه الكثافة في الأنواع الثلاثة للتربة. المالح والجبس والحجر الجيري. تعرضت عينات التربة لتحاليل ميكروبيولوجية إلى جانب التحاليل الفيزيائية الكيميائية وفقا للطرق الدولية المناسبة

أوضحت النتائج أن الكثافة الفطرية أعلى في التربة المالحة مقارنة بالجبس والتربة الكلسية. من الناحية النوعية ، تحتوي جميع الترب التي تمت دراستها على أنواع فطرية مختلفة وهي Rhizoctonia sp و Penicillium sp و Mycelia Sterilia و Aspergillus

وقد يختلف الكربون المكروبي من تربة إلى أخرى اعتمادًا على الخصائص الفيزيائية الكيميائية للتربة (محتوى الرطوبة والملوحة وما إلى ذلك) ، وكذلك الاختلافات الهامة للعوامل البيوكيميائية (التغذية والطاقة المتعلقة بالمواد العضوية .

الكلمات المفتاحية: الكثافة الفطرية ، الكتلة الحيوية الميكروبية ، التوصيف ، التربة الصحراوية ، ورقلة

.