



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de  
la vie  
Département des sciences de la nature et de la vie  
Filière : Sciences biologiques

Référence ..... / 2018

# **MÉMOIRE DE MASTER**

Spécialité : Microbiologie Fondamentale et Appliquée

---

Présenté et soutenu par :  
**BELKACEMI Soumaya**  
**BENSALAH Amina**

Le: mardi 26 juin 2018

**Analyse physico-chimiques et mycologiques  
de deux types du sol (cultivé et non cultivé)  
de la région de Sidi Okba, wilaya de Biskra**

---

**Jury :**

<b>Mr. Derradji Yacine</b>	<b>MAA</b>	<b>Université de Biskra</b>	<b>Président</b>
<b>Mr. Beloucif Nasser</b>	<b>MAA</b>	<b>Université de Biskra</b>	<b>Rapporteur</b>
<b>Mlle. Bouguennoune Widad</b>	<b>MAB</b>	<b>Université de Biskra</b>	<b>Examineur</b>

Année universitaire : 2017 - 2018

## Remerciements

Nous tenons d'abord à remercier notre Dieu de nous avoir donné la force, la volonté, le courage et surtout la patience afin de réaliser ce travail.

Nous exprimons par ces quelques mots nos remerciements et gratitude envers tous ceux ont qui, par leur soutien, leur disponibilité et leurs conseils nous ont amené courage afin d'accomplir ce mémoire.

Nous tenons à exprimer toute notre connaissances à nos encadreur Mr. Beloucif Nasser, qui nous a aidé et guidé à retrouver le bon chemin par ses précieux conseils, ce qui nous a donné la force et le courage d'accomplir ce travail.

Nous remercions aussi Mr. Benmeddour tarek pour ses conseils, son soutien durant ce travail.

Nous remercions également Mr. Derradji Yacine et Mlle. Bouguennoune Widad d'avoir accepté de nous honoré par leur présence pour examiner notre travail.

Nous n'oublions pas de remercier vivement les membres de l'équipe du laboratoire du département de l'agronomie de Biskra pour leur aide matériel et soutien moral.

Nous remercions aussi tous nos collègues de la promotion 2017-2018, surtout Lamia, Hadjer, Karima, Soufien, Youness pour les sympathiques moments que nous avons passé ensemble.

Finalement, nous tenons à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire

## Dédicace

Nous dédions ce travail :

Aux personnes qui sont les plus chères à nos cœurs, nos mères Zoubida et Hadda et nos pères Mohamed et Djemoui pour tout ce qu'ils ont fait pour nous depuis nos premiers pas vers ce gloire. Nous prions dieu de les protéger et de prolonger leurs vies.

A nos frères et sœurs: Ahmed, Okba, Mohamed, Abd el rahmen ,Saber, Saif, Rabie, Abd el malek, Nour el houda, Amel, Hayat, Maria, Naima, Hakima, Hannan, Aridje Radja, Ikram, Asma, Imane. Que nous aimons beaucoup

Une spéciale dédicace à Yazid.

Aux familles : Belkacemi et Bensalah.

A nos amies : Lamia, Halima, Imen, Ibtissem, Saaida.

A toute la promotion de Biologie.

A tous ceux que nous aimons et qui nous aiment.

---

## Sommaire

### Liste des abréviations

### Liste des figures

### Liste des tableaux

### Introduction..... 1

## Première partie : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre 1. GENERALITE SUR LE SOL

#### 1.1. Définition du sol..... 3

#### 1.2. Les types de sol..... 3

#### 1.3. Structure du sol..... 4

#### 1.4. Les microorganismes de sol et leur rôle..... 4

##### 1.4.1. Les bactéries..... 4

###### 1.4.1.1 Rôle dans le sol..... 4

##### 1.4.2. Les actinomycètes..... 5

###### 1.4.2.1. Rôle dans le sol..... 5

##### 1.4.3. Les champignons..... 5

###### 1.4.3.1. Rôle dans le sol..... 5

##### 1.4.4. Les algues..... 6

###### 1.4.4.1. Rôle dans le sol..... 6

### Chapitre 2. LES MOISSISSURES

#### 2.1. Généralités..... 7

#### 2.2. Classification..... 7

#### 2.3. Mode de reproduction..... 7

#### 2.4. Facteurs nutritifs et environnementaux..... 8

##### 2.4.1. Aération..... 8

##### 2.4.2. pH..... 8

##### 2.4.3. Aw (activité d'eau)..... 8

##### 2.4.4. Nutriments..... 8

##### 2.4.5. Température..... 8

---

2.4.6. Humidité.....	9
<b>2.5. Les principaux genres fongiques.....</b>	<b>9</b>
2.5.1. Caractères culturaux.....	9
2.5.1.1. Le genre <i>Aspergillus</i> .....	9
2.5.1.2. Le genre <i>Penicillium</i> .....	9
2.5.1.3. Le genre <i>Fusarium</i> .....	10
2.5.1.4. <i>Cladosporium</i> .....	10

## **Deuxième partie : PARTIE EXPERIMENTALIE**

### **Chapitre 3. MATERILS ET METHODES**

<b>3.1. Situation géographique de la région de sidi okba.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2. Echantillonnage.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Analyse physico-chimique du sol.....</b>	<b>12</b>
3.3.1. Humidité.....	12
3.3.2. Granulométrie.....	13
3.3.3. Le pH de sol.....	13
3.3.4. La conductivité électrique.....	14
3.3.5. Le carbone organique.....	15
3.3.6. La matière organique.....	16
<b>3.4. Analyse mycologique du sol.....</b>	<b>17</b>
3.4.1. Préparation des suspensions.....	17
3.4.2. Isolement.....	17
3.4.3. Purification.....	17
3.4.4. Identification.....	17
3.4.4.1. Etude macroscopique.....	18
3.4.4.2. Etude microscopique.....	18

### **Chapitre 4. RESULTAS ET DISCUSSION**

<b>4.1. Analyse physico-chimique du sol.....</b>	<b>20</b>
4.1.1. L'humidité.....	20
4.1.2. Granulométrie.....	20

---

4.1.3. PH.....	22
4.1.4. La conductivité électrique.....	23
4.1.5. Le carbone organique.....	24
4.1.6. Matière organique.....	25
<b>4.2. Analyse mycologique du sol.....</b>	<b>26</b>
4.2.1. Identification des moisissures.....	26
4.2.2. Etude quantitative et qualitative des souches dans les sols étudiés sur les trois profondeurs.....	37
<b>Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>41</b>
<b>Annexes</b>	
<b>Résumé</b>	

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1.</b> Les classes de dimension les plus couramment utilisées pour classer granulométriquement un sol.....	13
<b>Tableau 2.</b> Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/2,5.....	14
<b>Tableau 3.</b> Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5.....	14
<b>Tableau 4.</b> Norme d'interprétation carbone organique.....	16
<b>Tableau 5.</b> Echelle d'interprétation de la Matière organique.....	16
<b>Tableau 6.</b> Pourcentage des constituants des sols étudiés.....	21

## Liste des figures

<b>Figure 1.</b> Carte des limites administratives de la zone d'étude.....	11
<b>Figure 2.</b> Site de prélèvement des échantillons.....	12
<b>Figure 3.</b> Caractérisation humidité des sols.....	20
<b>Figure 4.</b> Caractérisation pH des sols.....	22
<b>Figure 5.</b> Caractérisation CE des sols.....	23
<b>Figure 6.</b> Caractérisation de carbone organique des sols.....	24
<b>Figure 7.</b> Caractérisation matière organique des sols.....	25
<b>Figure 8.</b> <i>Aspergillus Niger</i> , A.SC, B. SNC .....	26
<b>Figure 9.</b> <i>Aspergillus flavus</i> , A.SC, B. SNC.....	27
<b>Figure 10.</b> <i>Rhizopus nigricans</i> , A.SC, B. SNC.....	27
<b>Figure 11.</b> <i>Cladosporium sp</i> , A.SC, B. SNC .....	28
<b>Figure 12.</b> <i>Penicillium sp</i> , A.SC, B. SNC.....	28
<b>Figure 13.</b> Observation microscopique d' <i>Aspergillus niger</i> .....	29
<b>Figure 14.</b> Observation microscopique d' <i>Aspergillus flavus</i> .....	30
<b>Figure 15.</b> Observation microscopique de <i>Rhizopus nigricans</i> .....	30
<b>Figure 16.</b> Observation microscopique de <i>Cladosporium sp</i> .....	31
<b>Figure 17.</b> Observation microscopique de <i>Penicillium sp</i> .....	32
<b>Figure 18.</b> <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	32
<b>Figure 19.</b> <i>Fusarium sp</i> .....	33
<b>Figure 20.</b> <i>Alternaria</i> .....	33
<b>Figure 21.</b> <i>Aspergillus steynii</i> .....	34
<b>Figure 22.</b> Observation microscopique d' <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	34
<b>Figure 23.</b> Observation microscopique de <i>fusarium sp</i> .....	35
<b>Figure 24.</b> Observation microscopique d' <i>Alternaria</i> .....	35
<b>Figure 25.</b> Observation microscopique d' <i>Aspergillus seteynii</i> .....	36

**Figure 26.** Etude quantitative et qualitative des souches dans les deux sols sur les trois profondeurs (2cm 20cm 40cm).....37

## Liste des abréviations

**AW:** Activité water

**C:** Carbone organique

**CE :** Conductivité électrique

**H:** Humidité

**LF+ A:** limon fin + Argile

**LG:** Limon grossier

**MO:** Matière organique

**PDA:** Potato Dextrose Agar

**pH:** Potentiel d'hydrogène

**SC:** Sol cultivée

**SF:** Sable fin

**SG:** Sable grossier

**SNC:** Sol non cultivée

## Introduction

Les sols des régions arides, à climat toujours peu pluvieux, sec et très irrégulier, présentent un certain nombre de caractères presque constants : évolution lente, structure faiblement définie avec, souvent, présence de croûtes calcaires, gypseuses ou salines (Aubert, 1960).

La lithosphère se subdivise en couches horizontales successives aux caractéristiques physiques, chimiques et biologiques spécifiques (Winegardner, 1995). Il assure différentes fonction, du point de vue de l'histoire et de l'utilisation des sols ainsi que d'une perspective écologique et environnementale, le concept de sols enlace également les roches poreuses sédimentaires, les autres matériaux perméables, en plus de l'eau qu'ils contiennent et des réserves d'eau souterraine (Camuzard, 2005).

Le sol est l'habitat naturel pour des myriades de microorganismes et d'autres formes vivantes, formant des populations de différents genres. Le nombre et l'activité de ces populations changent d'une région à une autre, influencé par le contenu de matières organiques du sol, la texture du sol, le pH, l'humidité, la température, l'aération et d'autres facteurs (Ruark and Zarnoch, 1992; Madigan et al., 1997; Subler and Kirsch, 1998; Peuk, 2000; Smith et al., 2000).

L'activité biologique de sol joue un rôle fondamentale dans la transformation, l'accumulation et le transfert de nombreux composés. Les champignons, bactéries et actinomycètes décomposent la matière organique. Les microorganismes contrôlent aussi les échanges de gaz carbonique avec l'atmosphère (Morel, 1996).

L'évaluation de la biomasse des microorganismes a montré que dans la plupart des sols, les mycètes sont le composant principale (Bååth et Söderström, 1980, Schnürer et al., 1985) Certaines espèces fongiques se retrouvent sur la plupart des terrains, comme les *Aspergillus*, *Penicillium*, *Epicoccum*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Mucor*, *Absidia*, *Rhizopus*, *Mortierella*, *Zygorhynchus*, *Chaetomium*, *Gymnoascus*, etc. On y retrouve aussi communément des Oomycetes et des Chytridiomycetes (Boiron, 1996).

Les mycètes du sol comportent les saprophytes, les symbiotiques (mycorhizes) et les parasites selon la façon dont ils obtiennent leur carbone et énergie (Christensen, 1989; Senal et al., 1993; Prescott et al., 1995).

L'objectif de notre travail est de faire étude caractéristique physicochimique et mycologique de deux types de sol (cultivé et non cultivé) dans une région agricole potentielle (sidi okba) pour connaître des éventuels besoins afin d'améliorer la qualité de ces sols.

Une partie du mémoire est consacrée à la recherche bibliographique qui est subdivisée en deux chapitres, le premier contient une généralité sur le sol et le deuxième sur les moisissures et leur classification.

L'autre partie est la partie expérimentale qui renferme les différentes étapes de l'étude : prélèvement des échantillons, analyse physicochimique, et isolement et identification des moisissures par une discussion.

### 1.1. Définition du sol

Les sols constituent l'élément essentiel des biotopes continentaux. Leur ensemble, dénommé pédosphère, résulte de l'interaction de deux compartiments biosphériques, l'atmosphère et les deux couches superficielles de la lithosphère. C'est l'altération des roches mères, due à des forces chimiques et biologiques, qui donne naissance au régolite (manteau superficiel de débris), lui-même transformé en ce que l'on appelle sol. Les cinq principaux facteurs impliqués dans la formation du sol sont la roche mère, le climat, la topographie, l'activité biologique et le temps (Atlas et *al.*, 1992).

### 1.2. Les types de sol

Les différents types de sol proviennent de la nature et de la taille des éléments minéraux qui les composent :

Le sol argileux : est formé de très petites particules qui empêchent la circulation de l'air et de l'eau et la pénétration des racines. Dure, sèche et fendillé en été, il se ramollit dès qu'il pleut mais se sature vite et devient collant. L'eau ne peut plus être absorbée et stagne à sa surface, formant des flaques. Les sols argileux sont froids, lourds, mal drainés, et se réchauffent lentement (Couplan et Marmy, 2009).

Le sol calcaire : de couleur clair, est facile à travailler, il est bien drainé, mais les substances nutritives risquent d'être lessivées. C'est un sol très alcalin, bêchez plutôt au printemps, avant de semer (Couplan et Marmy, 2009).

Le sol sableux : très léger, est formé d'assez grosses particules et ne retient pas l'eau ou sont dissoutes les substances nutritives. Il est facile à bêcher et se réchauffe rapidement au printemps (Couplan et Marmy, 2009).

Le sol siliceux : des régions de roches cristallines primaires se dessèche vite chauffe rapidement et se refroidit beaucoup en hiver (Couplan et Marmy, 2009).

Les sols tourbeux : des anciennes tourbières à une couleur sombre, souvent noire. Très acides, ils sont riches en matières organiques, mais pauvres en nutriments. Ils ne collent pas lorsqu'ils sont humides, mais se comportent comme une éponge en se gorgeant d'eau. D'importants apports de chaux sont nécessaires (Couplan et Marmy, 2009).

Le sol humifère ou limoneux : de couleur assez sombre et de structure grumeleuse, a tendance à se tasser quand il est humide. Doux et soyeux au toucher, pas très bien drainé, il est assez proche du sol argileux, bien que plus nutritif. (Couplan et Marmy, 2009).

Le sol franc: équilibré en argile, en silice, en calcaire et en humus, est le type de sol le plus souhaitable. En fait, la plupart des sols sont intermédiaires entre ces types, et l'on parle fréquemment de sols argilo-calcaires ou argilo-sableux, etc. Ou plus généralement de sols lourds (riches en argiles) ou légers (riche en sable) (Couplan et Marmy, 2009).

### **1.3. Structure du sol**

La structure d'un sol évolue continuellement, alternant les phases de formation, de stabilisation et de dégradation. La formation de la structure du sol résulte principalement de perturbations physiques d'origine anthropique ou climatique (Oades, 1993; El Titi, 2003). Les pores créés par ces perturbations sont généralement allongés ; ce sont les fissures. L'activité biologique des organismes du sol participe aussi à la formation de la structure mais joue surtout un rôle majeur dans sa stabilisation. La dégradation de la structure résulte quant à elle de l'action de l'homme ou du climat (Young et *al.*, 1998). Le travail du sol affecte les facteurs biotiques et abiotiques du sol, soit directement en modifiant les propriétés structurales du sol comme l'arrangement des vides, les agrégats, la connectivité des pores, soit indirectement en changeant les conditions d'aération, de température et de pénétrabilité du sol par les racines (Huwe, 2003).

### **1.4. Les microorganismes de sol et leur rôle**

Bactéries, actinomycètes, champignons et algues, sont les micro-organismes qui entrent dans la composition des micro-biocénoses des sols arides, ce qui montre la variabilité de la microflore dans ces biotopes (Sasson, 1967).

#### **1.4.1. Les bactéries**

Le sol constitue le milieu naturel de toute une série d'espèces aérobies (Verplancke, 1932). Dans l'ordre des *Pseudomonales* et *Eubactérialés*, on retrouve les principaux genres vivants dans le sol (Dommergues et Mangenot, 1970). Les bactéries du sol ont une grande variété de formes. Elles peuvent être mobiles ou immobiles, et posséder ou non des formes de résistance (spores, kystes) (Roger et Garcia, 2001).

##### **1.4.1.1. Rôle dans le sol**

Leur action sur la formation et l'évolution du sol est avant tout biogéochimique : minéralisation de la matière organique, solubilisation/précipitation des minéraux...etc. ; mais agissent également sur la structure du sol de part leur contribution à la formation de

microagrégat. Les bactéries sécrètent des composés organiques qu'on appelle humine bactérienne, constituant à part entière la matière organique humifiée (Gobat et *al.*, 2003).

### **1.4.2. Les actinomycètes**

Ce sont des bactéries filamenteuses hétérotrophes et la plupart sont des gram-positifs. Ces bactéries possèdent un mycélium ramifié dont le diamètre (0.5-5 $\mu$ m) est plus fin que celui des champignons.

Leur classification est basée sur la structure de l'appareil végétative (bâtonnets ou mycéliums), le mode de reproduction (fragmentation, formation de conidies végétative ou sporangiospores sexuel) (Djigal, 2003).

#### **1.4.2.1. Rôle dans le sol**

Leur rôle dans le sol est important, grâce à leur capacité de dégradé des molécules complexes non biodégradable par les champignons où les autres bactéries, telle que la chitine (Strub, 2008). En raison de leur aptitude à dégrader la chitine, de très nombreux Actinomycètes sont capables de décomposer les membranes des Champignons et peuvent ainsi poursuivre la dégradation de la matière organique entreprise par la microflore fongique (Roger et Garcia, 2001), contribuant ainsi à la fertilisation des sols (Avril, 2009)

### **1.4.3. Les champignons**

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

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

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

#### **1.4.3.1. Rôle dans le sol**

Les champignons constituent les agents principaux de la décomposition de la matière organique dans les sols exondés. Leur rôle dans le cycle de l'azote est peu spectaculaire. Leur rôle essentiel est la minéralisation du carbone organique (Roger et Garcia, 2001).

#### **1.4.4. Les algues :**

Les algues microscopique, unicellulaires ou en colonies filamenteuse, sont souvent abondantes dans le sol, mais restent généralement localisées en surface. Grâce à leur activité photosynthétique, elles colonisent rapidement les surface minérales brutes, dont elles accélèrent l'altération (Christion et *al.*, 2005).

##### **1.4.4.1. Rôle dans le sol**

Les algues, en raison de leur caractère photosynthétique, ont une signification différente des autres microorganismes du sol, elles constituent le producteur primaire principal.

Par les mucilages qu'elles produisent et par l'action mécanique des filaments, elles ont un rôle important dans l'amélioration de la structure des sols exondés dont elles augmentent l'agrégation. Elles protègent les environnements arides ou désertiques contre l'érosion en formant des croûtes à la surface du sol (Dommergues et Mangenot, 1970).

## 2.1. Généralités

Les moisissures peuvent être définies comme des microorganismes hétérotrophes filamenteux et immobiles, dont la structure cellulaire est celle d'une cellule eucaryote classique (Nicklin et *al.*, 2000). Certaines vivent en symbiose avec des végétaux, d'autres sont des parasites des végétaux ou des animaux, d'autres enfin sont des saprophytes se développant aux dépens de substrats inertes ou en voie de décomposition (Bourgeois et *al.*, 1989; Leveau et Bouix, 1993). Les moisissures possèdent un appareil végétatif constitué par un thalle filamenteux, le mycélium, dont les filaments s'appellent des hyphes. Le mycélium peut différencier des organes forts variés selon les groupes, spécialisés dans la multiplication et la dissémination, auxquels on accorde la dénomination globale de spores (Bourgeois et *al.*, 1989).

## 2.2. Classification

Les moisissures ne correspondent pas à un groupe systématique homogène, mais se situent en diverses familles de champignons microscopiques. Leur classification est basée sur des caractères morphologiques (structure du mycélium) et le mode de reproduction (Davet, 1996). Les Eumycètes (les vrais champignons) forment un groupe très vaste incluant les classes principales des moisissures (Bourgeois et *al.*, 1989), à savoir les Zygomycètes, les Ascomycètes, les Basidiomycètes et les Deutéromycètes (voir annexe 1).

Les Zygomycètes possèdent des spores contenues à l'extérieur d'une cellule renflée, les Ascomycètes ont des spores regroupées dans des sortes de sacs, les Basidiomycètes qui ont des spores portées par des basides, et les Deutéromycètes. Ces derniers sont un groupe hétérogène dont on ne connaît pas actuellement, pour la plupart, la forme de reproduction sexuée (Kiffer et Morelet, 1997; Cahagnier et *al.*, 1998).

## 2.3. Mode de reproduction

L'appareil végétatif des moisissures est un thalle composé de filaments (hyphes) ramifiés, dont l'ensemble constitue le mycélium. Ils se reproduisent grâce à des spores, qui sont issues soit d'une reproduction sexuée (champignon téléomorphe) ou d'une multiplication asexuée (champignon anamorphe). Certains champignons, chez lesquels, les deux formes coexistent sont appelés holomorphes (Guiraud, 1998; Dao, 2005).

## **2.4. Facteurs nutritifs et environnementaux**

Bien qu'ils soient relativement peu exigeants, les champignons filamenteux (les moisissures) ont besoin d'un certain nombre de facteurs nutritifs et environnementaux tels que l'aération, et le pH, la disponibilité d'eau, les nutriments et la température pour leur croissance (Brock et *al.*, 1994 ; Dix et Webster, 1995a).

### **2.4.1. Aération**

Les champignons sont des organismes aérobies. Cependant, certains tolèrent des quantités relativement faibles d'oxygène (anaérobies facultatifs) et peuvent même se développer en absence totale de ce gaz (anaérobies stricts) (Alexopoulos et *al.*, 1996).

### **2.4.2. pH**

La plupart des champignons préfèrent des milieux à pH acide. Généralement, ils se développent entre 4,5 et 8 avec un optimum entre 5 et 6. (Dix et Webster, 1995a).

### **2.4.3. Aw (activité d'eau)**

La quantité d'eau disponible dans le substrat et l'ambiance environnante sont très importantes pour la croissance des moisissures. Généralement, elles requièrent une activité d'eau (*aw*) faible par rapport aux bactéries (Carlile et Watkinson, 1996).

### **2.4.4. Nutriments**

Les plus importants sont le Carbone et l'Azote, utilisés sous forme de composés organiques, et des ions minéraux (potassium, phosphore, magnésium, calcium...) en quantités très faibles mais essentielles à la stimulation et l'orientation du développement fongique. Ces éléments nutritifs sont accessibles aux moisissures du fait qu'ils sont disponibles dans la nature (Roquebert, 1984).

### **2.4.5. Température**

La température joue un rôle prépondérant dans la croissance mycélienne, elle intervient également dans la sporulation et la germination des spores (Bourgeois et *al.*, 1989)

La majorité des moisissures sont mésophiles et se développent normalement à des températures comprises entre 5°C et 35°C. Elles arrêtent leur croissance et sont détruites à partir de 40 °C. Cependant, il existe une autre catégorie de champignons filamenteux qui se développent à des températures supérieures à 50°C. (Dix et Webster, 1995b).

### 2.4.6. Humidité

Les moisissures ont en général un besoin en eau faible par rapport aux autres microorganismes (Davet, 1996). Néanmoins, l'humidité a une grande influence sur le développement des moisissures non seulement sur la croissance mycélienne et la sporulation mais plus particulièrement sur la germination des spores (Bourgeois *et al.*, 1989).

## 2.5. Les principaux genres fongiques

### 2.5.1. Caractères culturels

#### 2.5.1.1. Le genre *Aspergillus*

C'est un genre appartenant à la classe des Ascomycètes. Le thalle, hyalin ou coloré, présente un mycélium cloisonné portant de nombreux conidiophores dressés, terminés en vésicule (Raper et Fennell, 1965).

Les *Aspergillus* présentent une croissance rapide sur les milieux de culture classiques (gélose au malt, Sabouraud). Après 48 heures d'incubation, on observe des colonies plates, formées de courts filaments aériens, blancs ; après 96 heures d'incubation, les colonies vont prendre leur teinte caractéristique, brune, verte, jaune ou noire selon les espèces. La majorité des *Aspergillus* poussent à 22-25°C ; les espèces thermophiles (*Aspergillus fumigatus*) se développent à 37-40°C est parfois jusqu'à 57°C (Badillet *et al.*, 1987 ; Morin, 1994). Les *Aspergillus* forment des colonies souvent poudreuses ou granuleuses. La couleur de colonies permet une orientation rapide dans l'identification d'espèces : gris-vert pour *Aspergillus fumigatus*, vert-jaune pour *Aspergillus flavus* et les espèces du groupe, jaune puis noir pour *Aspergillus niger*. Le revers de la colonie est incolore ou jaune, mais il peut brunir ou rougir avec l'âge (Chermette et Bussieras, 1993).

#### 2.5.1.2. Le genre *Penicillium*

Ce genre réunit des champignons filamenteux, appartenant au phylum des Ascomycètes. Ce genre comprend environ 227 espèces définies essentiellement d'après les caractères du thalle, des pénicilles et des spores (Pitt, 1988).

Les *Penicillium* se développent rapidement et facilement sur les milieux de culture utilisés en routine (géloses au malt, Sabouraud). Ils se développent à des températures modérées de l'ordre de 20-27°C. Après 2 jours d'incubation, on observe des petites colonies plates, formées de courts filaments aériens, habituellement blancs. Après 3-4 jours d'incubation, la sporulation va conférer aux colonies leur teinte, le plus souvent dans les tons

vert, vert bleu, vert-gris, vert-jaune, gris-bleu mais aussi, pour certaines espèces, jaune, orange, chamois, rose, ou rouge. (Chermette et Bussieras, 1993).

#### **2.5.1.3. Le genre *Fusarium***

Ce genre inclue des champignons imparfaits appartenant à la classe des *Deutéromycètes*. Les formes parfaites ou téléomorphes de quelques espèces de *Fusarium* sont connues, et appartiennent à la classe des Ascomycètes. Le genre comprend près de 40 espèces souvent largement répandues (Nelson *et al.*, 1983).

Les *Fusarium* poussent sur milieu Sabouraud, mais se développent mieux sur gélose au malt ou sur milieu PDA (potato-dextrose-agar). Leur température optimale de croissance est comprise entre 22 et 37°C. Sur les milieux de culture, les *Fusarium* forment des colonies duveteuses ou cotonneuses de couleur variable (blanche, crème, jaune, rose, rouge, violette ou lilas) selon les espèces. Le revers peut être crème, rouge à pourpre, lilas ou violet. Les pigments diffusent souvent dans la gélose (Chermette et Bussieras, 1993).

#### **2.5.1.4. *Cladosporium***

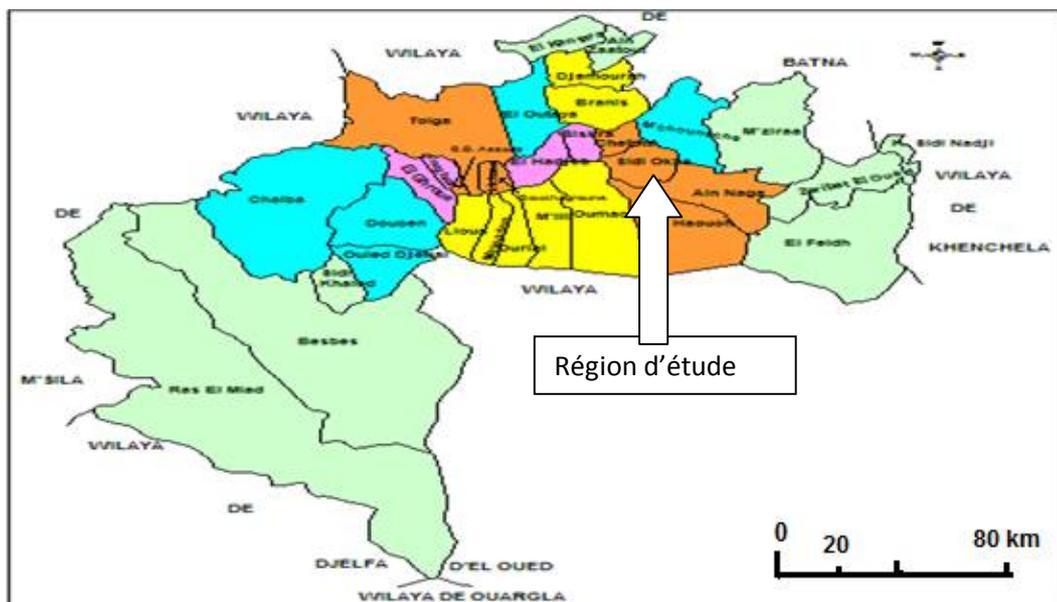
Le *Cladosporium* s'étend en colonies de couleur vert olive à brun ou noir. Ses conidies de couleur sombre sont simples ou branchues. Les champignons du genre *Cladosporium* sont communs dans de nombreuses régions du monde, ils sont des organismes cosmopolites. Leurs spores peuvent être trouvées dans l'air, le sol et l'eau (Domsch KH, 1980).

### 3.1. Situation géographique de la région de Sidi okba

Sidi okba est une daïra dans la wilaya de Biskra, qui est situé dans la zone Nord –Est du Sahara septentrional, qui appartient à la partie Nord du grand bassin sédimentaire des contres forts méridionaux de l’Atlas saharien et la bordure septentrionale saharienne. Ce qui la rend un emplacement stratégique important : Sidi okba distante de 18 km de la ville de Biskra chef lieu de la wilaya.

La commune de Sidi Okba est limitée comme suit :

- Au Nord par la commune de Chetma.
- Au Nord Est par la daïra de M’chounèche.
- Au Nord Ouest par la commune de Biskra.
- Au Sud par la commune d’El-houche.
- Au Sud Est par la commune d’Ain Naga.
- Et au Sud Ouest par la commune d’Oumache



**Figure 1.** Carte des limites administratives de la zone d'étude (source : Cadastre de Biskra in Sedrati, 2011, Modifiée)

### 3.2. Echantillonnage

Dans cette étude six échantillons de sol ont été prélevés à partir de deux sites dans la région de sidi okba. (Fig. 2)

Le premier site A : sol cultivé en légumes (sol traité par les engrais)

Le deuxième site B : sol non cultivé (sol non traité)

Nous avons fait les prélèvements du sol dans chaque site sur trois profondeurs (0-2cm, 2-20cm, 20-40cm) à l'aide d'une tarière, les échantillons ont été mis dans des boîtes stériles et étiquetées sur lesquelles sont transcrits : le nom du site, la date et la profondeur.



**Figure 2.** Site de prélèvement des échantillons(Originale)

### **3.3. Analyse physico-chimiques du sol**

#### **3.3.1. Humidité**

L'humidité du sol est généralement présentée par un pourcentage, elle consiste à dessécher l'échantillon du sol à 105 °C dans un dessiccateur pendant 24 à 48 h, la perte de poids après séchage est égale à la teneur d'eau du sol d'après la méthode gravimétrique (Agustin et Millar, 1985).

On a déterminé l'humidité pour chaque échantillon du sol de la manière suivante :

- Une capsule en silice a été pesée. Pour avoir le poids P1 de la capsule vide.
- 10 g de terre fine séchée à l'air ont été posés dans la capsule. Soit P2 poids de la capsule vide +10g de terre.
- La capsule a été introduite dans une étuve à dessiccation dont la température doit être constamment maintenue à 105 °C pendant 24 à 48 h.
- Après refroidissement, la capsule a été pesée. Soit P3 le poids obtenu (capsule vide + terre séchée à l'étuve à dessiccation) (Aubert, 1978).

Calcul de l'humidité :

$$H \% = [(P2-P3) / (P2-P1)] \times 100$$

### 3.3.2. Granulométrie (Texture)

La composition granulométrique est exprimée par des pourcentages d'argiles, limons et sables. Pour les déterminer on a utilisé une tamiseuse à vibration (voir annexe 2), existant au niveau du laboratoire de l'agronomie de l'université de Biskra. On a pesé 100g de sol après avoir éliminé les particules supérieures à 2 mm pour chaque échantillon du sol. L'échantillon a été posé dans le premier tamis d'une série constituée de tamis de diamètre (2mm, 500µm, 250µm, 50µm). Après une vibration de 10 min. la fraction de sol retenu dans chaque tamis a été pesé (Petard, 1993).

**Tableau 1.** Les classes de dimension les plus couramment utilisées pour classer granulométriquement un sol (Celerier.2008).

Classe granulométrique	Dimension (en µm)
Argile	<2
Limon fin	2-20
Limon grossier	20-50
Sable fin	50-200
Sable grossier	200-2000

### 3.3.3. Le pH de sol

Le pH de sol pour chaque échantillon a été déterminé au laboratoire à l'aide d'un pH mètre.

- ✓ On pèse 10g de sol à l'aide de balance.
- ✓ On ajoute 25 ml d'eau distillée dans un bécher de 100ml.
- ✓ Agitation de 15min avec agitateur magnétique.
- ✓ On laisse reposer 15min.
- ✓ On introduit une électrode lié un PH –mètre qui affiche la valeur du pH sans unité. (Aubert, 1978).

**Tableau 2.** Echelle d'interprétation des résultats du pH de l'extrait 1/2,5  
(Baize, 2000).

PH	Sol
pH < 3,5	Hyper acide
3,5 < pH < 5	Très acides
5 < pH < 6,5	Acide
6,5 < pH < 7,5	Neutre
7,5 < pH < 8,7	Basique
pH > 8,7	Très basique

### 3.3.4. La conductivité électrique

On a déterminé la conductivité électrique (salinité) pour chaque échantillon du sol par la même méthode utilisée pour la détermination du pH, mais par l'utilisation d'un conductimètre

On a procédé par la mise de 10g de terre fine dans un bécher de 100 ml, on ajoute 50ml d'eau distillée, et on met le bécher sous agitation pendant 15 min. Après un repos de 15 minutes, on mesure la conductivité électrique à l'aide du conductimètre qui est exprimé en millisiemens /cm (mS/cm) (Petard, 1993).

**Tableau 3.** Echelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait dilué 1/5 (Benzahi, 1994).

CE dS/m	Degré de salinité
0.6	Sols non salés
0.6 < C.E ≤ 1.2	Sols peu salé
1.2 < C.E ≤ 2.4	Sols salé
2.4 < C.E ≤ 6	Sols très salé
>6	Sols extrêmement salé

### 3.3.5. Le carbone organique (matière organique)

Les carbones organiques sont oxydés par un excès d'une solution de bichromate de potassium, en milieu acide. L'excès sera ensuite déterminé à l'aide d'une solution de sulfate ferreux. (Rabefiraisana, 2015).

On a déterminé le carbone organique pour chaque échantillon du sol de la manière suivante :

- Peser 1g de sol dans un bécher de 500ml.
- Ajouter 10 ml de bichromate de potassium 1N.
- Ajouter 20 ml de l'acide sulfurique concentré.
- Laisser 200 ml d'eau distillée.
- Ajouter 10-15 gouttes de l'indicateur coloré diphenylamine.
- Titrer avec le sulfate de fer d'ammonium jusqu'à l'apparition d'une couleur verte.
- Préparer un témoin avec la même méthode mais sans sol (voir annexe 3)

Calculs :

$$C\% = \frac{(n' - n)}{p} \times 1 \times (0.3/0.77)$$

**n'**: volume de témoin (volume de titrage).

**n** : volume de l'échantillon.

**P**: pois de sol.

**Tableau 4.** Norme d'interprétation carbone organique selon (Rabefiraaisana, 2015).

<b>Carbone organique C (%)</b>	<b>Quantification</b>
$C (\%) < 0.3$	Très pauvre
$0.3 < C (\%) < 0.6$	Pauvre
$0,6 < C (\%) < 1,7$	Moyen
$1,7 < C (\%) < 3,0$	Riche
$C (\%) > 3,0$	Très riche

### 3.3.6. La matière organique

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir de l'un de ses constituant ; le carbone organique comme on vient de le rappeler, le carbone organique (C.O) est estimé à 58% de la matière organique (M.O.) (Mathieu et Pieltanin, 2003).

Calculs :

$$MO\% = C \% \times 1,72$$

**Tableau 5.** Echelle d'interprétation de la Matière organique (I.T.A, 1975 in Hafouda, 2005).

<b>MO(%)</b>	<b>Sol</b>
$MO < 1$	Très pauvre
$1 < MO < 2$	Pauvre
$2 < MO < 4$	Moyen
$MO > 4$	Riche

### **3.4. Analyse mycologique du sol**

#### **3.4.1. Préparation des suspensions (dilutions)**

Pour les échantillons des sols, il convient de pratiquer des dilutions. On prend 1g de chaque échantillon des trois profondeurs et on ajoute dans un tube à essai contenant 9ml d'eau physiologie stérilisée. Le mélange est agité afin de mettre en suspension les particules de sol ainsi que les spores et le mycélium qui y sont attachés (le contenu du tube représente la solution mère). Dans un tube à essai contenant 9 ml d'eau physiologique stérilisée, est ajouté 1 ml de la solution mère. Le mélange bien agité représente la dilution à  $10^{-1}$ . 1 ml de cette dilution mélangé à 9 ml d'eau physiologique correspond à la dilution  $10^{-2}$ .

#### **3.4.2. Isolement**

Commençant par la préparation de deux milieux de cultures PDA et Sabouroud (voir annexe 4).

On fait l'ensemencement à partir de la solution mère et de la dilution  $10^{-2}$ .

L'ensemencement s'effectue en masse dans les des deux milieux sur des boites de Pétri par 1 ml de la suspension homogénéisés puis incubés pendant 7 jours à 28 °C.

#### **3.4.3. Purification**

Après un bon développement des colonies, on effectue des repiquages de chaque colonie pour purifier les champignons et minimiser les risques de contamination, jusqu'à arriver à isoler sur chaque boite de Pétri une seule colonie d'un champignon donné.

On prélève fragment de colonie à l'aide d'une anse stérilisée tout en évitant son contact avec les autres colonies avoisinantes de la même boite sur deux milieux PDA et Sabouraud.

Ce fragment est déposé au centre d'une nouvelle boite sur laquelle on indique la date de repiquage et les coordonnées de la boite de prélèvement. Les boites sont incubées à 28°C pendant 7 jours. Cette période permet l'obtention des souches pures.

#### **3.4.4. Identification**

L'identification d'une souche représentative est effectuée par deux techniques classiques : une observation macroscopique et une étude microscopique des souches (Botton *et al.*, 1999).

En utilisant les clés de détermination (Chabasse *et al.*, 2002), (Watanabe, 1937) et (Viviane, 2016)

#### 3.4.4.1. Etude Macroscopique

Cette étude est basée sur l'observation des colonies à l'œil nu et à la loupe binoculaire.

L'observation des caractères porte sur :

- l'aspect de la colonie : duveteux, laineux, cotonneux, velouté, poudreux, granuleux ou glabre.
- le relief : plat, plissé ou cérébriforme.
- la taille : petite, étendue ou envahissante.
- la couleur de la surface et du revers de la boîte : blanche, crème ou colorée (verte, brune, orangée, violette, grises...).
- Présence ou absence de gouttelettes sur le mycélium.
- Vitesse de croissance (diamètre de la colonie à 7 jours : rapide  $\geq 3$  cm ; modérée : entre 1 et 3 cm et lente  $\leq 1$  cm).
- La présence d'un pigment diffusant dans la gélose ainsi que certains paramètres tel que la vitesse de la pousse des colonies ou la température de développement peuvent être de bons indicateurs pour l'identification d'une moisissure.

#### 3.4.4.2. Etude Microscopique

L'identification microscopique des champignons repose sur plusieurs méthodes, les deux les plus utilisées sont celles du ruban adhésif et la méthode de lactophénole bleu de coton. Cette méthode est décrite ci- dessous.

➤ Ruban adhésif : un petit morceau du ruban adhésif est appliqué par la face collante sur la colonie puis déposé sur une lame.

L'observation microscopique est effectuée en microscope optique grossissement (x40).

L'observation des caractères porte sur :

- Hyphes : septés ou non, c'est-à-dire cloisonnés ou non
- Conidiophores : absents, simples, ramifiés
- Cellules conidiogènes : annellide, phialide...
- Conidies : uni- ou pluricellulaires, solitaires, en amas ou en chaînes, forme (ronde, ovale, en massue...)

- 
- Organes de fructification : périthèces, cléistothèces (sexué), pycnides (asexué)
  - Mycélium diffus, épais, coloré ou incolore,
  - Présence de types de spores sexuelles (oospores, zygosporés, ascospores, basidiospores) ou asexuées,
  - Type et apparence du système sporal,
  - Présence de type de structure particulière.

## 4.1. Analyse physico-chimique

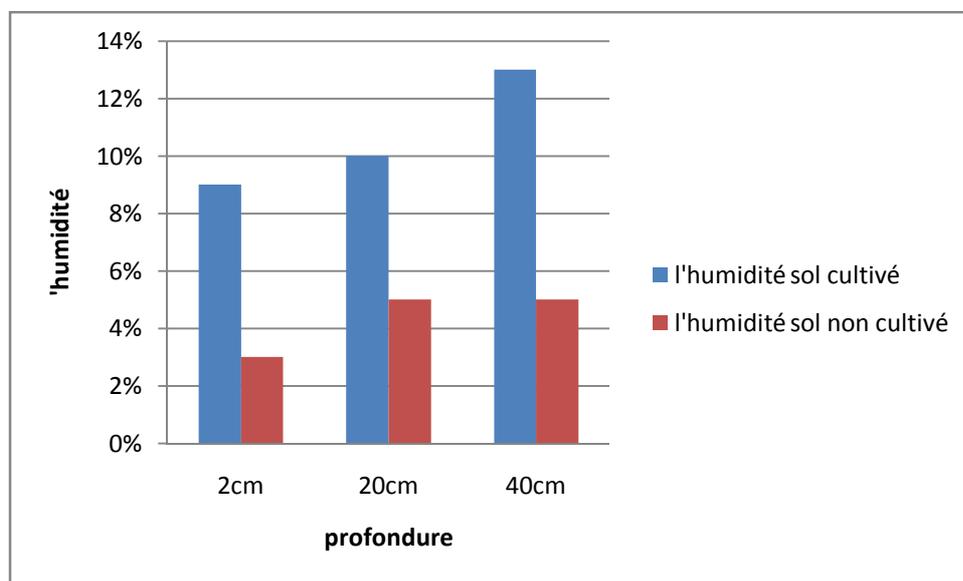
### 4.1.1. L'humidité

Les résultats des mesures de l'humidité obtenus pour les échantillons de sols étudiés des deux sites (sol cultivée (SC) et sol non cultivée (SNC)), présentés dans la figure 3. On observe qu'il y a une différence entre les valeurs des deux types du sol (sols cultivée et non cultivée) et cela au niveau de toutes les profondeurs ; (2cm, 20cm, 40cm).

Les valeurs successives de 9%, 10% et 13% pour le sol cultivé, s'explique l'eau apportée par irrigation et qu'une partie est encore retenue par le sol.

Pour le sol non cultivée, on obtient des pourcentages successifs de 3%, 5% et 5%. Cela est justifié par la spécificité du climat de la région d'étude, ainsi que par la capacité de rétention de l'eau par le sol, qui est en relation étroite avec la composition physico-chimique du sol et sa nature granulométrique.

Nos résultats à la profondeur 20 cm sont en concordance avec ceux de Bedjadj (2011) dans la région d'Ouargla et qui atteignent 10,30% pour le sol cultivé et 7,10% pour sol non cultivé.



**Figure 3.** Caractérisation humidité des sols.

### 4.1.2. Granulométrie :

Les résultats de l'analyse granulométrique obtenus pour les échantillons de sols dans les deux sites (sol cultivée (SC) et sol non cultivée (SNC)) sont montrés dans le tableau (tableau 6)

**Tableau 6.** Pourcentage des constituants des sols étudiés

Sites	SG%		SF%		LG%		LF+A%	
	Sol cultivé	Sol non cultivé						
2cm	35,88	32,18	19,10	23,41	42,98	41 ,32	2.03	3,09
20 cm	41,11	45,03	19,11	18,68	37,86	33,80	1.92	2 ,49
40 cm	59,91	39,05	17,47	19,99	20,24	38,38	2.38	2,58

Selon les résultats de l'analyse granulométrique (tab.6), nous remarquons qu'une abondance nette des LG et SG, alors qu'ils sont très pauvres en LF + A, pour les deux sols étudiés

D'après nos résultats on distingue que les échantillons des sols sont classées, en deux classes :

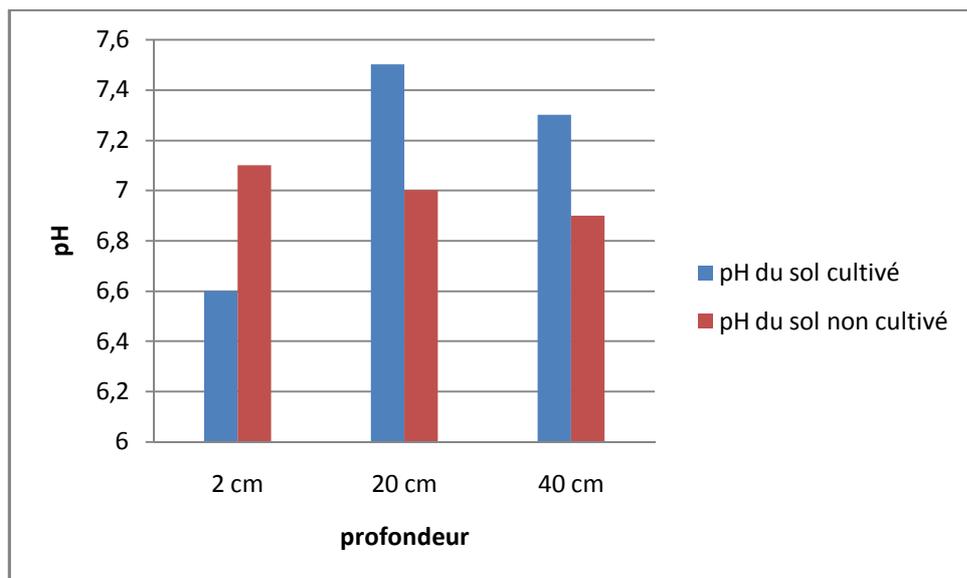
1. Classe des sols limoneux sableux : pour les échantillons des deux sites étudiés à la profondeur de 2 cm.

2. Classe des sols sablo-limoneuse : pour les échantillons des deux sites étudiés à la profondeur de 20 cm et 40cm.

Ces résultats s'expliquent par la forte perméabilité des sols sableux et l'augmentation du taux des fractions fines vers les horizons profonds par lessivage.

Nos résultats à la profondeur 20 cm sont en concordance à ceux trouvés par Bedjadj (2011) dans les sols étudiés à Ouargla et qui ont montré une texture sablo-limoneuse pour les deux sols

### 4.1.3. pH



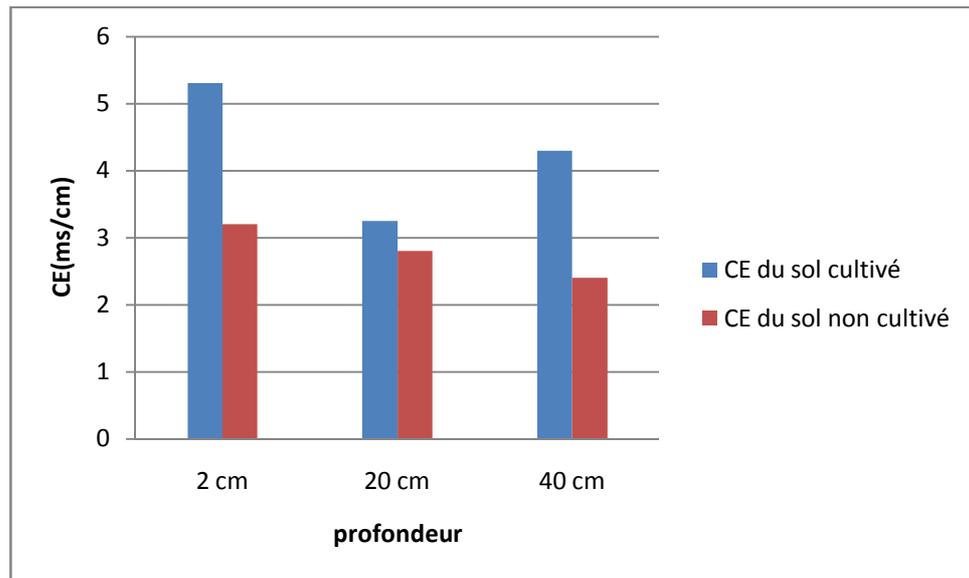
**Figure 4:** Caractérisation pH des sols.

Les valeurs du pH des échantillons analysés (fig. 4), sont comprises entre 6.6 et 7.5 pour les échantillons du sol cultivé et entre 6.9 et 7.1 pour les échantillons du sol non cultivée.

Selon Baize (2000), ces résultats permettent de classer ces sols, dans la catégorie des sols neutre, sauf à la profondeur de 20 cm dans le sol cultivée, ou il est basique.

La diminution ou l'augmentation du pH dans les sols, est souvent lié à la nature et le mode de dégradation de matière organique et à l'origine d'amendement apporté (Ait m'hamed ouehmed, 2016).

#### 4.1.4. La conductivité électrique (CE)



**Figure 5.** Caractérisation CE des sols.

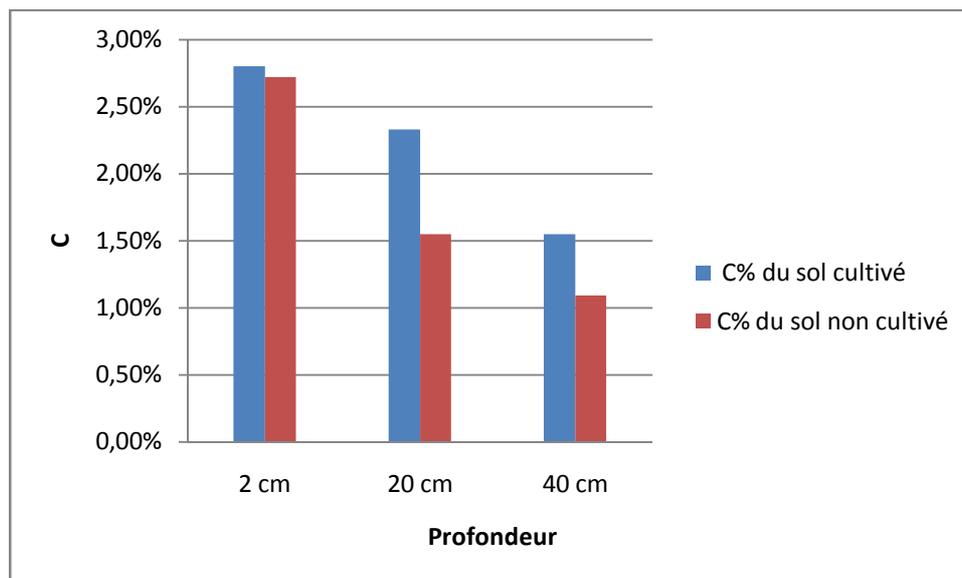
Selon nos résultats présentés dans la figure 5, on remarque que les résultats de l'analyse de la CE de sol cultivée est peu différente par rapport au sol non cultivée pour toutes les profondeurs (2cm, 20cm, 40cm).

D'après la classification de la CE fait par Benzahi (1994), les échantillons des sols étudiés sont classés en deux classes :

- Très salé pour toutes les profondeurs dans les deux sites, sauf à la profondeur de 40 cm du sol non cultivée, Où il est classé salé.

L'augmentation de la CE pour la majorité des échantillons du sol cultivée par rapport au sol non cultivée peut être expliqué par l'ajout par les agriculteurs des engrais et aux apports d'évapotranspirations qui induisent l'accumulation des sels dans la couche superficielle du sol. Les sels qui se trouvent à la profondeur de 40 cm sont justifiés par l'apport des eaux souterraines lors de leur mouvement.

#### 4.1.5. Le carbone organique



**Figure 6.** Caractérisation de carbone organique des sols.

D'après la figure 6, on remarque que les résultats de l'analyse du carbone organique du sol cultivé(SC) sont peu différents par rapport au sol non cultivée(SNC) pour toutes les profondeurs (2cm, 20cm, 40cm).

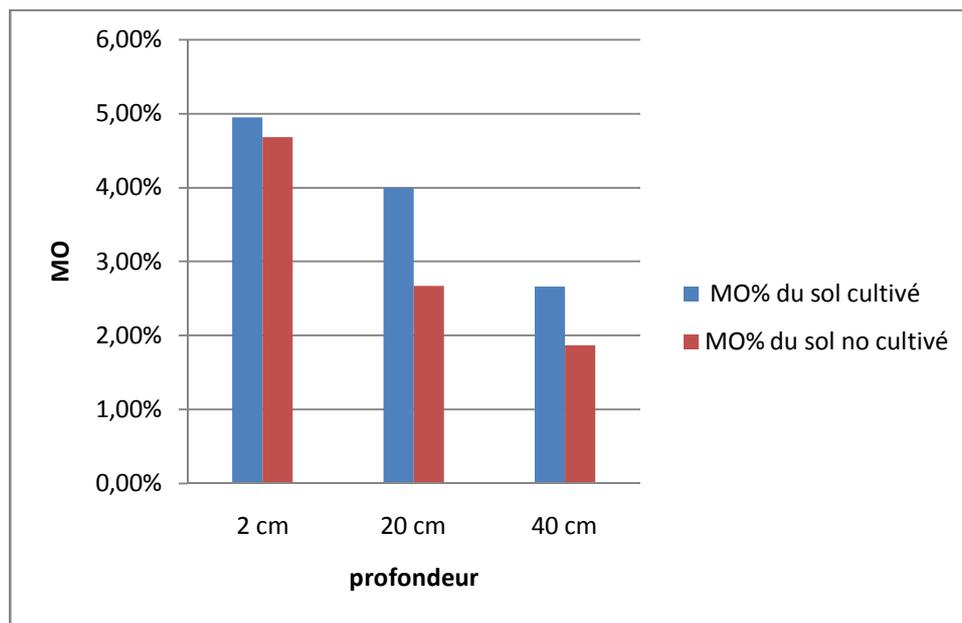
D'après la Caractérisation du carbone organique par Rabefiraaisana (2015), les échantillons des sols étudiés sont :

-Riches pour les deux sols au niveau des profondeurs 2cm et 20cm pour le sol cultivé et à 2cm de profondeur pour le sol non cultivé.

- Moyennement riche à 40cm de profondeur du sol cultivé et à 20cm et 40cm de profondeur du sol non cultivé.

Les teneurs en carbone organique sont maximales dans les surfaces supérieures du sol, elles diminuent avec la profondeur parce que les résidus végétaux ne sont pas enfouis et se décomposent en surface, que se trouve plus dans le sol cultivée (Couplan et Marmy, 2009).

#### 4.1.6. Matière organique



**Figure 7.** Caractérisation matière organique des sols.

Les résultats obtenus montrent que la teneur en matière organique du sol cultivé (SC) est aussi peu différente de celle du sol non cultivée (SNC) pour toutes les profondeurs (fig7).

D'après la Caractérisation de la matière organique par I.T.A ,1975 in Hafouda (2005), les échantillons des sols étudiés sont :

- Riches pour les deux sols au niveau des profondeurs 2cm et 20cm pour le sol cultivé et à 2cm de profondeur pour le sol non cultivé.
- Moyennes pour les deux sols à 40cm et 20cm de profondeur respectivement pour le sol cultivé et non cultivé).
- Pauvre pour le sol non cultivée à 40cm.

L'apport de la matière organique exogène au sol sous forme d'amendements ou d'engrais permet d'augmenter et de maintenir le stock organique du sol. Cette restauration de la teneur en matière organique est généralement associée à un changement des caractéristiques physicochimiques (agrégation, diminution de l'érosion, augmentation de la capacité d'échange cationique, apport d'éléments fertilisants.....) et une stimulation de l'activité biologique (Thuries, 1999; Annabi, 2002).

## 4.2. Analyse mycologique

### 4.2.1. Identification des moisissures

Les moisissures sont identifiées par un examen macroscopique et l'examen microscopique. L'échantillon de sol cultivé on a obtenu 9 souches : *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus nigricans*, *Cladosporium sp*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp*, *Alternaria sp* et *Aspergillus steynii*.

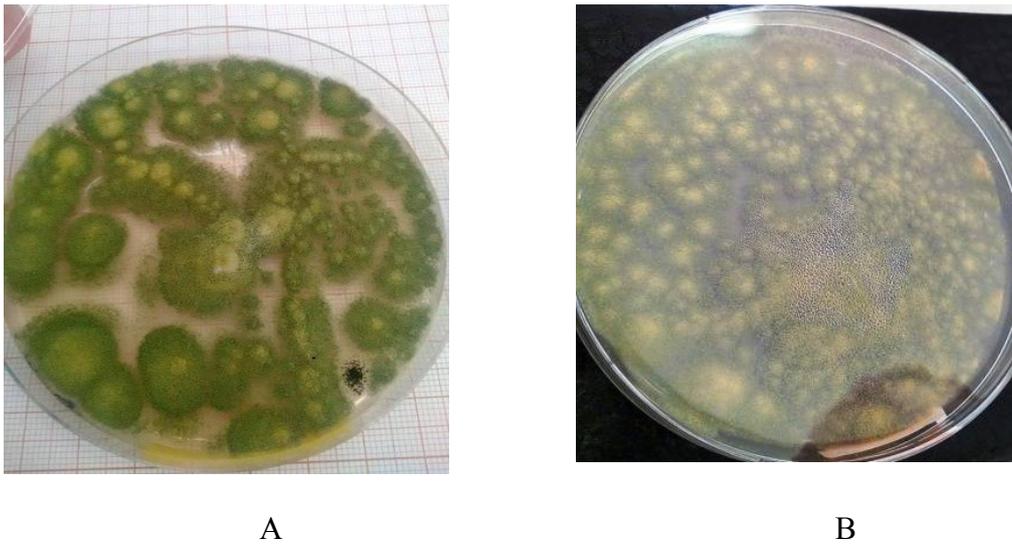
Par rapport à l'échantillon du sol non cultivé on a obtenu 05 souches : *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus nigricans*, *Cladosporium sp* et *Penicillium sp*.

Les figures (8-12) présentent l'identification macroscopique et microscopique pour les mêmes cinq souches trouvées dans les deux sols (SC, SNC).



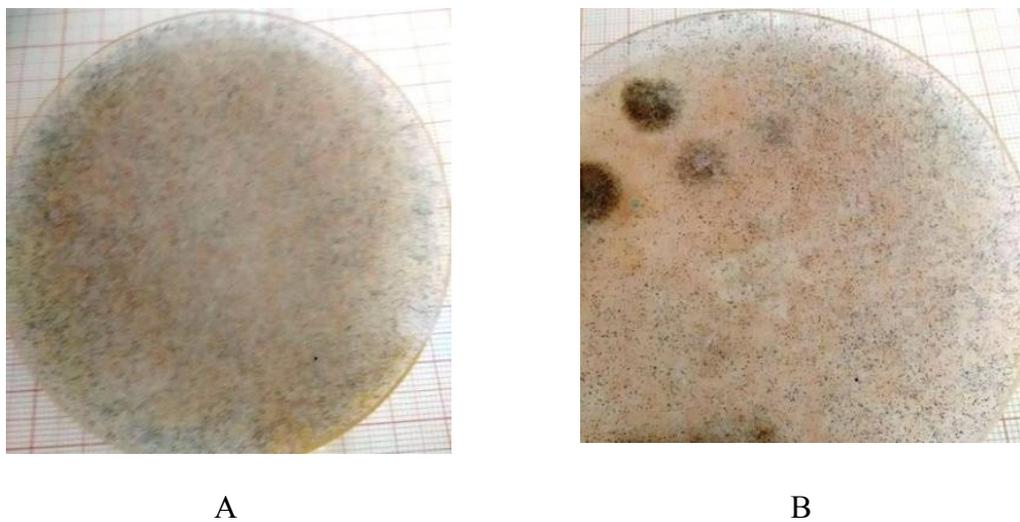
**Figure 8.** *Aspergillus Niger*, A.SC, B. SNC

On observe des colonies duveteuses (fig. 8) à poudreuses blanc puis jaune puis granuleux et noirâtre, croissance rapide, revers des colonies incolore à jaune pâle



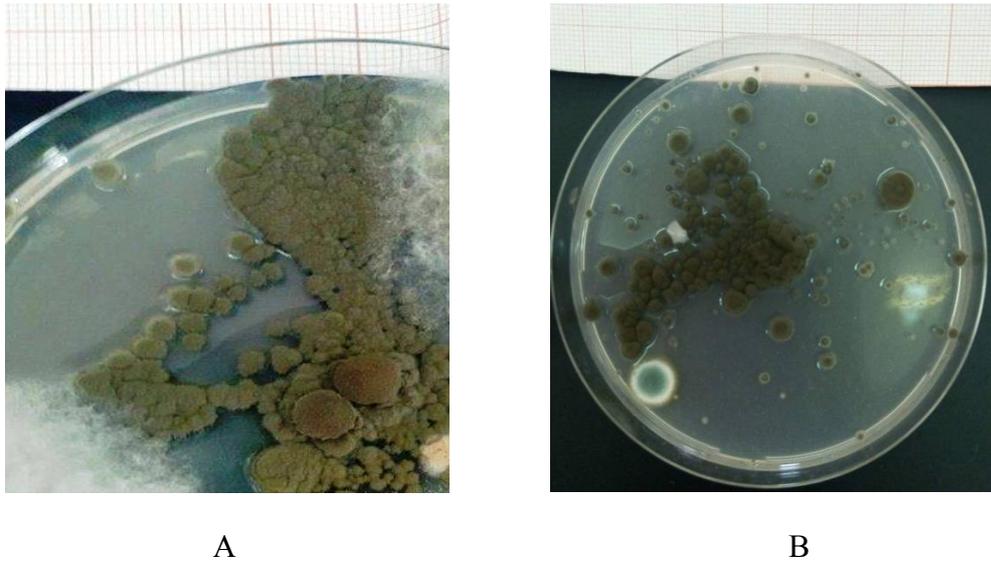
**Figure9.** *Aspergillus flavus*, A.SC, B. SNC.

On observe des colonies poudreuses (fig.9), blanches puis jaunes puis vert-jaunes, croissance rapide, revers des colonies incolores.



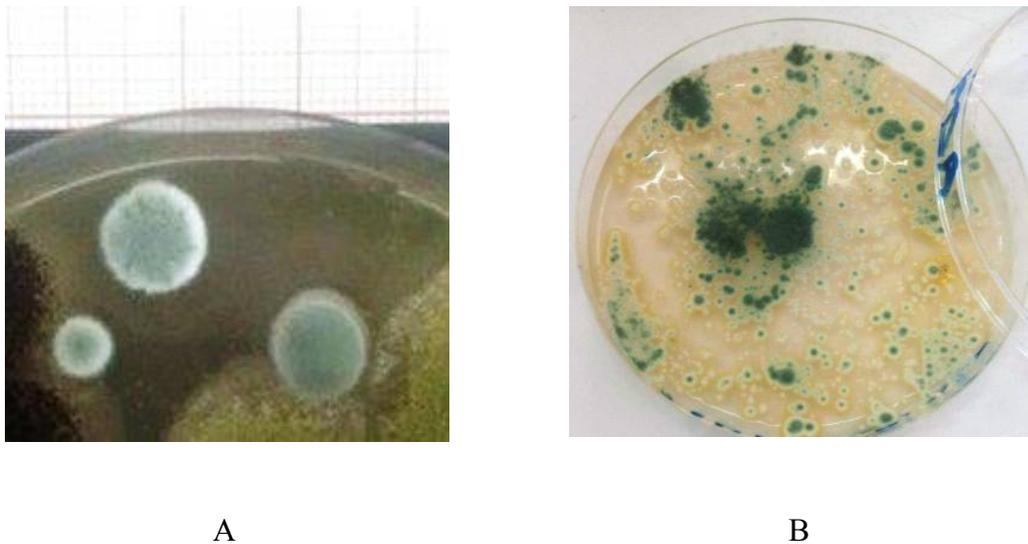
**Figure10.** *Rhizopus nigricans*, A.SC, B. SNC

On observe des colonies cotonneuses blanchâtres puis gris noirâtres et croissance rapide (fig.10), revers des colonies incolore.



**Figure 11.** *Cladosporium sp*, A.SC, B. SNC.

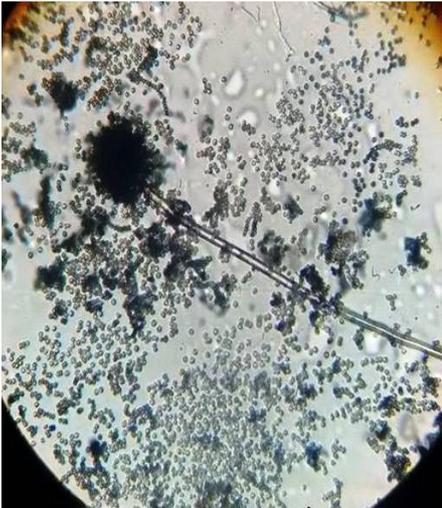
On observe des colonies veloutée ou poudreuses (fig.11), de couleur vert foncée brun à mycélium pigment, revers des colonies noire.



**Figure12.** *Penicillium sp*, A.SC, B. SNC.

On observe des colonies poudreuse bleu-vert entoure blanche (fig.12), croissance moyenne, revers des colonies incolore à jaunâtre.

L'identification microscopique a été facilitée par une comparaison avec d'autres figures sur les mêmes souches dans la littérature (fig. 13-17).



(Van Tieghen, 1867)

**Figure 13.** Observation microscopique d'*Aspergillus niger*.

On observe les caractéristiques suivantes (fig.13) :

- Hyphe : septés
- Conidiophore : très longs et non cloisonné
- Phialides : portées par des métules insérées sur la vésicule
- Conidies : globulaires
- Vésicule : globuleuses
- Tête aspergillaire : bisériée, radiée.



(Raper et Fennell, 1977)

**Figure 14.** Observation microscopique d'*Aspergillus flavus*.

On observe les caractéristiques suivantes (fig.14) :

- Hyphe : septés
- Conidiophore : longs et non cloisonné
- Phialides : directement insérées sur la vésicule
- Conidies : Grosses conidies, vert pale, globulaires
- Vésicule : sphérique
- Tête aspergillaire : bisériée, radiée

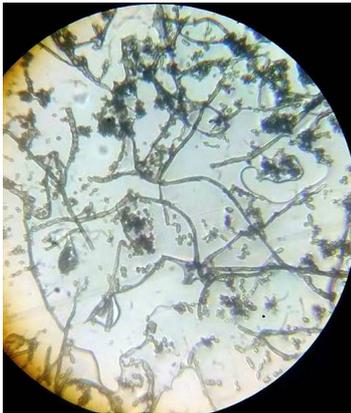


(Dendouga, 2006)

**Figure 15.** Observation microscopique de *Rhizopus nigricans*.

On observe les caractéristiques suivantes (fig.15) :

- Sporange : sphérique bruns.
- Un conidiophore séparé du conidiocyste par une membrane appelée columelle.
- Un conidiocyste renfermant des conidiospores.
- La présence de stolons et des rhizoïdes pigmentés.

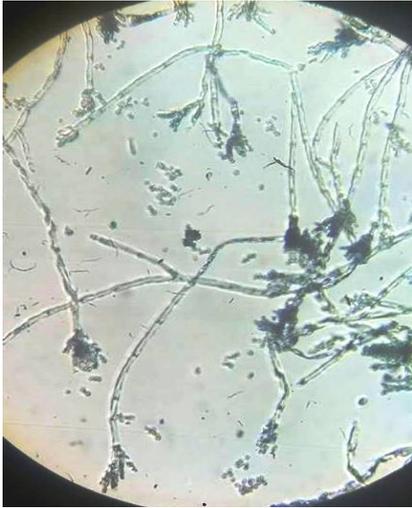


(Dendouga, 2006)

**Figure 16.** Observation microscopique de *Cladosporium sp.*

On observe les caractéristiques suivantes (fig.16) :

- Mycélium : septé
- Conidiophore : septés, brun, à parois épaisses.
- Conidies : blastospores foncées, uni ou bi-cellulaires, ovales ou, isolées ou en chaînettes acropétales ramifiées.



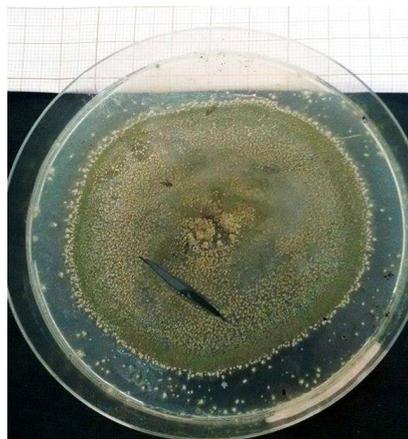
(Pitt, 1985)

**Figure 17.** Observation microscopique de *Penicillium sp.*

On observe les caractéristiques suivantes (fig.17) :

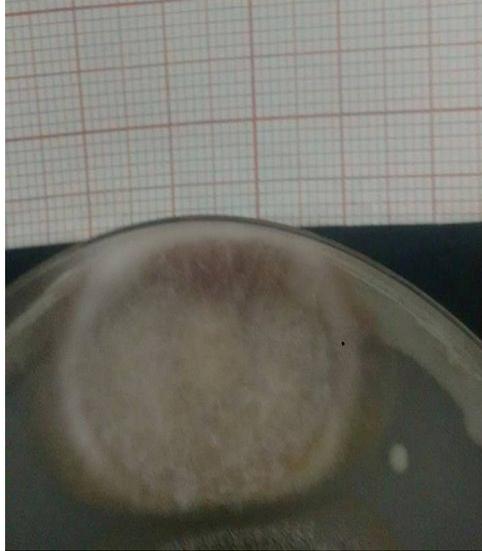
- Mycélium : septé.
- Conidiophore : en pinceau.
- Phialides : à l'extrémité des ramifications.
- Conidies rondes ou ovoïdes, lisses ou rugueuses, hyalines ou colorées, en longues chaînes.

Les figures (18-25) se présentent l'identification macroscopique et microscopique des souches trouvées dans le sol cultivées seulement.



**Figure 18.** *Aspergillus fumigatus.*

On observe des colonies velouté avec touffes blanche de mycélium vert foncé à gris noirâtres (fig.18), croissance moyenne, revers des colonies incolore à jaune puis rougeâtres.



**Figure 19.** *Fusarium* sp.

On observe des colonies cotonneux grisâtre entoure blanc (fig19), la croissance est moyenne, revers des colonies noire.



**Figure 20.** *Alternaria*.

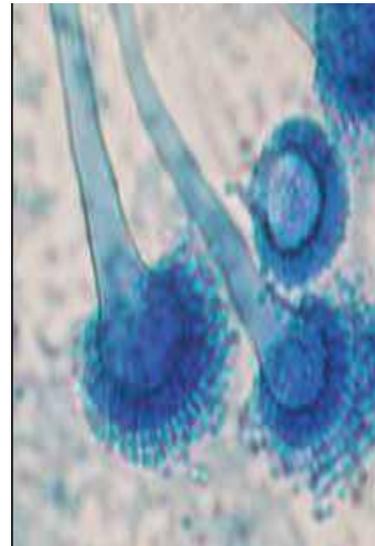
On observe des colonies duveteuses à cotonneuse grisâtre entoure blanc (fig.20), la croissance est moyenne, revers des colonies noire.



**Figure 21.** *Aspergillus steynii*.

On observe des colonies cotonneuses blanches jaune (fig.21), revers incolore, croissance moyenne, présent des gouttelettes sur mycélium

L'identification microscopique a été facilitée par une comparaison avec d'autres figures sur les mêmes souches dans la littérature (fig.22-25)



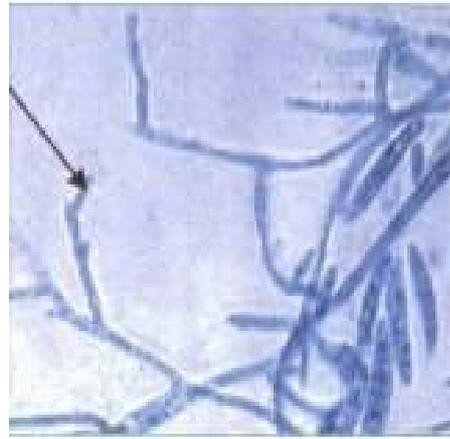
(Morin, 1994)

**Figure 22.** Observation microscopique d'*Aspergillus fumigatus*.

On observe les caractérisé suivant (fig.22):

- Conidiophore : court.
- Vésicule : hémisphérique.

- Phialides : Directement portée par la vésicule.
- Conidies : globuleuses.
- Tête aspergillaire : unisériée.



(Viviane, 2016)

**Figure 23.** Observation microscopique de *fusarium sp.*

On observe les caractérisé suivant (fig.23) :

- Hyphes : septé.
- Conidies : Macroconidies sont fusiformes, la cellule terminale est longue et pointue.



(Viviane, 2016)

**Figure 24.** Observation microscopique d'*Alternaria*.

On observe les caractérisé suivant (fig.24) :

- Mysélium : sombre.
- Conidiophore : court allongé.
- Conidies : porospores, terminales, en chaînes simples ou ramifiées, brunes, irrégulières, de forme variable.



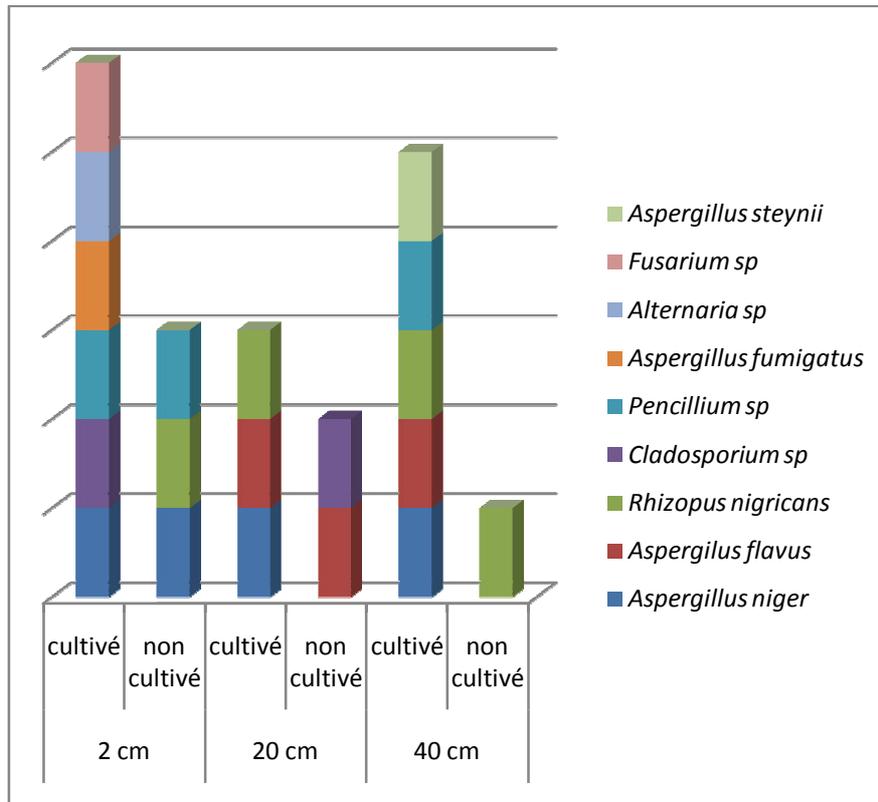
(site web 1)

**Figure 25.** Observation microscopique d'*Aspergillus seteynii*.

On observe les caractérisé suivant (fig.25) :

- Hyphe : septés.
- Conidiophore : très longs et non cloisonné.
- Phialides : portées par des métules insérées sur la vésicule.
- Conidies : globulaires.
- Vésicule : globuleuses.
- Tête aspergillaire : bisériée, radiée.

#### 4.2.2. Etude quantitative et qualitative des souches dans les sols étudiés sur les trois profondeurs



**Figure 26.** Etude quantitative et qualitative des souches dans les deux sols sur les trois profondeurs (2cm 20cm 40cm).

Selon la figure 26 nous remarquons que le nombre des souches qui se trouvent dans le sol cultivé est supérieure et différents types des souches isolées par rapport au nombre de souches qui se trouvent dans le sol non cultivée est inférieure et il n'y a pas beaucoup de différents type de souches.

Pour le sol cultivé :

2cm : *Aspergillus niger*, *Apergillus fumigatus*, *Penicillium sp*, *Altenaria sp*, *Cladosporium sp*, *Fusarium sp*.

20cm : *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus nigricans*.

40cm : *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus nigricans*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp*, *Aspergillus steynii*.

Pour le sol non cultivé :

2cm: *Aspergillus niger*, *Rhizopus nigricans*, *Penicillium sp*.

20cm: *Aspergillus flavus*, *Cladosporium sp.*

40cm: *Rhizopus nigricans*.

---

## Conclusion

La wilaya de Biskra est caractérisée par la phoeniciculture, la plasticulture introduite dans les années 1990 et le maraîchage qui font leur extension dans la cadre du développement agricole. Cette activité agricole exige aux agriculteurs d'appliqués tous les facteurs d'intensification de l'agriculture moderne notamment l'utilisation des produits phytosanitaires et les engrais pour augmenter les rendements.

L'utilisation abusive et non contrôlé des engrais et les produits phytosanitaires par la quasi-totalité des agriculteurs, et dans l'absence pratiquement totale des structures de suivi et de contrôle sur l'utilisation et l'effet secondaire des produits phytosanitaires et les engrais sur les caractéristiques physico-chimiques du sol et sur l'environnement en général.

Dans le cadre de cet étude, nous tentons à étudier la comparaison induite sur les caractéristiques physico-chimique des deux type de sol (cultivée et non cultivée) dans la région de Sidi Okba et les analyses mycologiques montrent que le sol est un réservoir de microorganisme. La plupart des souches isolées du sol sont des moisissures (*Penicillium*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*.....) L'identification de ses souches nécessite des observations macroscopiques et microscopiques des souches.

Les analyses physico-chimiques et mycologiques des échantillons des sols prélevés dont les résultats obtenus sont :

Pour l'humidité : Les valeurs successives de 9%, 10% et 13% pour le sol cultivé,

Pour le sol non cultivée, on obtient des pourcentages successifs de 3%, 5% et 5%.

Pour la texture :

1. Classe des sols limoneux sableux : pour les échantillons des deux sites étudiés à la profondeur de 2 cm.

2. Classe des sols sablo-limoneuse : pour les échantillons des deux sites étudiés à la profondeur de 20 cm et 40cm.

Pour le pH : de classer ces sols, dans la catégorie des sols neutre, sauf à la profondeur de 20 cm dans le sol cultivée, ou il est basique

Pour la CE : Très salé pour toutes les profondeurs dans les deux sites, sauf à la profondeur de 40 cm du sol non cultivée, Où il est classé salé.

Pour le carbone :

- Riches pour les deux sols au niveau des profondeurs 2cm et 20cm pour le sol cultivé et à 2cm de profondeur pour le sol non cultivé.

- Moyennement riche à 40cm de profondeur du sol cultivé et à 20cm et 40cm de profondeur du sol non cultivé

Pour matière organique :

- Riches pour les deux sols au niveau des profondeurs 2cm et 20cm pour le sol cultivé et à 2cm de profondeur pour le sol non cultivé.

- Moyennes pour les deux sols à 40cm et 20cm de profondeur respectivement pour le sol cultivé et non cultivé).

- Pauvre pour le sol non cultivée à 40cm.

Les moisissures sont identifiées par un examen macroscopique et l'examen microscopique. L'échantillon de sol cultivé on a obtenu 9 souches : *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus nigricans*, *Cladosporium sp*, *Fusarium sp*, *Penicillium sp*, *Alternaria sp*, *Aspergillus steynii*.

Par apport l'échantillon de sol non cultivée on a obtenu 05 souches : *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus nigricans*, *Cladosporium sp*, *Penicillium sp*.

## Références Bibliographiques

- Agustin et A.Millar. 1985. Détermination de L'humidité Du Sol Procédure Equipment Et Calcul, édition Humberto Pizarro, Haïti.
- Annbi M. 2005. Stabilisation de la structure d'un sol limoneux par des apports de composte d'origine urbain : relation avec les caractéristique de leur matière organique. Thèse doctorat. Ed. INRA, Paris, p.279.
- Alexopoulos C. J., Mims C. W., Blackwell M. 1996. Fungal systematics. In 'Introductory Mycology'. John Wiley & Sons, Inc. New York, pp.61-85.
- Atlas R. M. and Bartha R. 1992. Microbial ecology. Fundamentals and applications. 3rd édition. The Benjamin/Cummings Publishing Company. San Francisco, California (USA), p.563.
- Avir J. 1992. Bactériologie clinique. 2<sup>ème</sup> édition, Paris : ellipses, p.511.
- Bååthe E and Söderström B. E. 1980. Comparaisons of the agar-film and membrane filter methods for the estimation of the hyphal lengths in soil , with particular reference to the effect of magnification. *Soil Biol. Biochem.* 12 :385-387.
- Badillet G., de Briève C., Guého E. 1987. Champignons contaminants des cultures, champignons opportunistes, Atlas clinique et biologique, vol II, édition VARIA, Paris.
- Baize D. 2000. Guide des analyses en pédologie, 2<sup>ème</sup> édition, Paris : INRA. 257p.
- Bedjadj S. 2011. Contribution à l'étude des caractéristiques microbiologique des sols dans la région d'Ouargla (cas de l'exploitation de l'université d'Ouargla), Université d'Ouargla, Algérie, p 58.
- Berthelin J. 1999. Microbiologie. DEA National de Science du Sol. INA, Paris, p. 237.
- Boiron P. 1996. Organisation et biologie des champignons, *Nathan, Paris*.
- 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. 2<sup>ème</sup> édition. pp.93, 191, 139.
- Bourgeois C.M., Mesclé J.F., Zucca J. 1989. Microbiologie alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. pp. 216-244.

- Brock T. D., Madingan M. T., Martingo J. M., 1994. Metabolism, biosynthesis and nutrition. In "Biology of microorganisms". Prentice-Hall international Inc. New Jersey, pp. 89-124.
- Cahagnier B. 1998. Moisissure des aliments peu hydratés. Lavoisier-Tec &Doc, Paris., p. 96-135.
- Camuzard J. P. 2005. Le sol, un milieu complexe au pouvoir épurateur limité. ENGREF Paris.
- Carlile M. J. and Watkinson S. C. 1996. The fungi as a major group of organisms. In "The fungi". Academic Press. London. pp.1-7.
- Celier J. 2008. Caractérisation moléculaire et dynamique de la matière organique de compost (déchets verts/bio déchets) dans un sol. Thèse de doctorat d'état .Université de poitiers, p. 333.
- Chabasse D., Bouchara J.P., De Gentile L., Brun S., Cimon B., Penn P. 2002. Les moisissures d'intérêt médical. Cahier de formation n° 25, Bioforma. p.159.
- Chermette R. et Bussieras J. 1993. Parasitologie vétérinaire. Mycologie, Edité par le Service de Parasitologie de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Maisons-Alfort.
- Christensen M. 1989. A view of fungal ecology. Mycologia. 81 :1-19
- Christion S., Jacques D., Jean-Charles M. 2005. guide de la fertilisation raisonnée : grandes cultures et prairies, France agricole éditions .p.414.
- Couplan. F et Marm. F. 2009. Jardinez au naturel : jardin bio facile. Edition : Sang de la terre et groupe Eyrolles .p. 314.
- Dao H-P. 2005. Caractérisation de certains gènes polycétones synthases chez *Aspergillus ochraceus* NRRL 3174 producteur d'ochratoxine A et d'acide pénicillique. Thèse de doctorat d'état ; Option Microbiologie. Institut national polytechnique de Toulouse, p 126.
- Davet P. 1996. Vie microbienne du sol et production végétale. INRA. Paris. pp. 52-57.
- Dendouga.w. 2006. Isolement et identification des moisissures productrices de protéases à partir de milieux extrêmes. Extraction et étude des propriétés de la protéase produite. Thèse de magistère, Université Constantine, Algérie, 80 p.
- Djibril Djigal. 2003. Interaction entre la communauté microbienne du sol (bactéries et champignons mycohyziens) et les nématodes bactériovores : effet sur la nutrition minérale et la croissance de différentes plantes. Thèse doctorat; Université Cheikh Anta Diop de Dakar, p.157.

- Dix N. J. and Webster J. 1995a. Structure of Fungal Communities. In 'Fungal Ecology'. Chapman & Hall. London, pp: 39-84.
- Dix N J. and Webster J. 1995b. Fungi of Extreme Environments. In 'Fungal Ecology'. Chapman & Hall. London, p: 322-332.
- Dommergues Y et Mangenot F. 1970. Ecologie microbienne du sol. Masson et Cie éditeurs, Paris, p 796.
- Domsch, KH, W.Gams, T.H. Anderson. 1980. Compendium of soil fungi .Volume 1.Academie Press, London, UK.
- Gobat J., Arango M., Mathey W. 2003.Le sol vivant, base de pédologie, biologie des sols, p .568.
- Guiraud J. P. 1998. Microbiologie alimentaire. Dunod, Paris, pp.7-330.
- Huwe B. 2003. The role of soil tillage for soil structure, In A. El Titi, édition. Soil Tillage in Agroecosystems. CRC Press LLC, Boca Raton, pp. 27-50
- Kiffer E. et Morelet M. 1997. Les deutéromycètes. Institut National de la Recherche Agronomique.
- Leveau S. B. et Bouix M. 1993. Les microorganismes d'intérêt industriel. Lavoisier microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Lavoisier. Paris. pp. 216-244.
- Madigan M.T., Matinko J.M., Parker J. 1997. Brok biology of microorganisms, 8th *Edition*. USA.
- Morin O. 1994. *Aspergillus* et aspergilloses: biologie, Ed. Techniques Encyl. Med. Chir. (Elsevier, Paris), Maladies infectieuses 8-600-A-10.
- Mathieu C et pieltanin F. 2003. Analyse chimique des sols : Méthodes choisies, LAVOOISIER. Paris.41pp.89-91.
- Nelson P.E., Toussoun T.A., Marasas W.F.O. 1983. Fusarium species: an illustrated manual for identification. Pennsylvania state Univ. éditeur.
- Nicklin J., Graeme-Cook K., Paget T., Killington R. 2000. L'essentiel en microbiologie. Edition Berti, pp.210-216.
- Oades J.M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. Geoderma, 56, 377-400.
- Petrad J. 1993. LES METHODES D'ANALYSE, Tome 1 Analyses de sols. 5éme édition, ORSTOM, Nouméa, pp. 4-6

- Peuk A.D. 2000. The chemical composition of xylen sapin *Vitis vinifera* L.cv. Riesling during vegetative growth on three different francian vineyard soils and as influenced by nitrogen fertilizer. *Am. Enol. Viticult.* 51 :329-339.
- Pitt J. I. 1985. The genus *Penicillium*. Edition: AcademicPress. 634p.
- Pitt J. I. 1988. An appraisal of identification methods for *Penicillium* species. Novel taxonomic criteria based on temperature and water relations. *Mycology* 65, 1135-1157.
- Prescott., Harly., Klein.1995. Microbiologie. 2th édition. *Debroeck-wesmael. Bruxelles.*
- Rabefiraaisana H J. 2015. Analyse des paramètres physico-chimiques des sols de kianjasoa, d'ambohitsaina et d'ambatobe. Thèse de doctorant université d'antsiranana, madagascar, p.20.
- Raper K.B. and Fennell. 1965. The genus *Aspergillus*. *Food Microbiol* 5: 163-176.
- Roget P et Garcia J L. 2001. Introduction à la microbiologie du sol. Marseille : Université de Provence. p. 193.
- Roquebert M. F. 1984. Introduction à la mycologie morphologique des principales espèces de moisissures. In "Les mycotoxines : connaissances actuelles et risques pour la santé publique dans la chaîne alimentaire". Éditions. J.L. Multon et B. Cahagnier. Paris, pp. 3-18.
- Ruark G. H. and Zarnoch S. J. 1992. Soil carbon, nitrogen and fine root biomass sampling in a pine stand. *Soil Sc. Soc. Am.J.* 56 :1945-1950.
- Sasson A. 1967. Recherches écophysiological sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc. Série Botanique et Biologie Végétale. Travaux de l'Institut Scientifique Chérifien et de la Faculté des Sciences, Rabat, 30 : 27-55.
- Sedrati N. 2011. Origines et caractéristique physique chimique des eaux de la wilaya de Biskra-sud est Algérien. Thèse de magister Sciences hydrogéologie, université d'Annaba, Algérie, 153p
- Smith C.K., Coyea M.R., Munson A.D. 2000. Soil carbon, nitrogen and phosphorus stocks and dynamics under disturbed black spruce forest. *Ecol. App.* 10 :75-78.
- Soltner D. 2005. Les bases de la production végétale, le sol et son amélioration. Tome I, 24ème édition ; Collection Sciences et Techniques Agricoles.
- Subler S. and Kirsh K.S. 1998. Spring dynamic of soil carbon, nitrogen and microbial activity in earthworm middens in no-till cornfield. *Bio. Fert. Soils.* 26 :243-249.
- Viviane G. 2016. Fiche de mycology: Biologie médicale pratique. 56p

Watanabe T. 1937. Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species. 2nd édition.486p.

Sites webs :

Aspergillus steynii. <https://www.aspergillus.org.uk/content/aspergillus-steynii-19>

## Annexe1

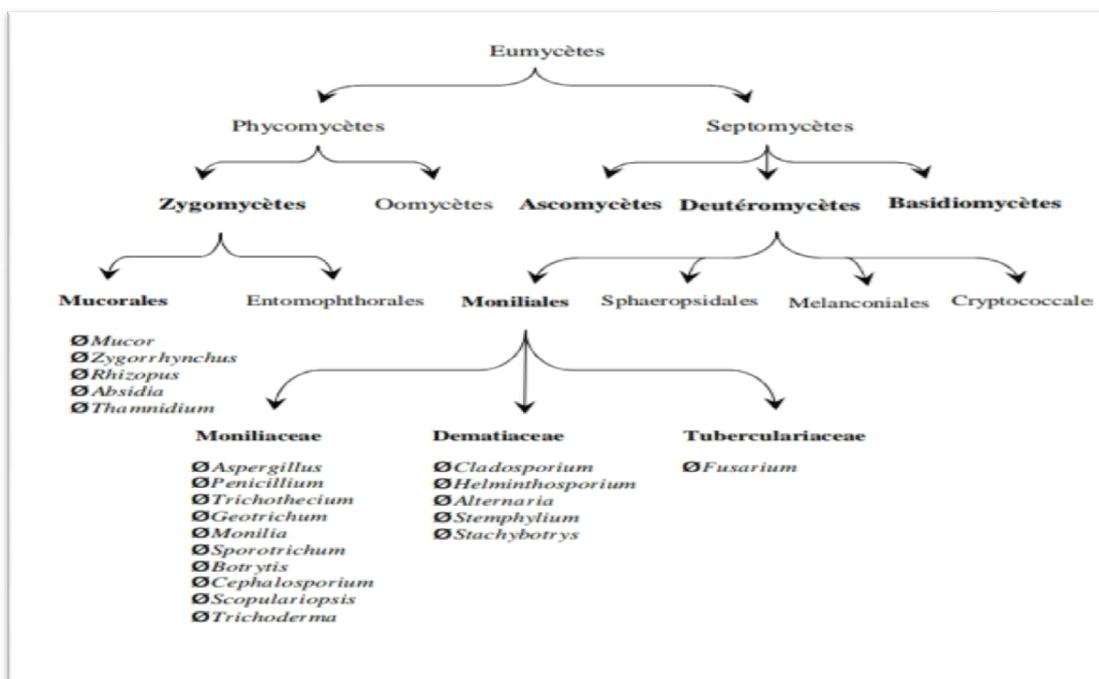


Figure. Principales classes des moisissures (Dendouga, 2006).

## Annexe 2

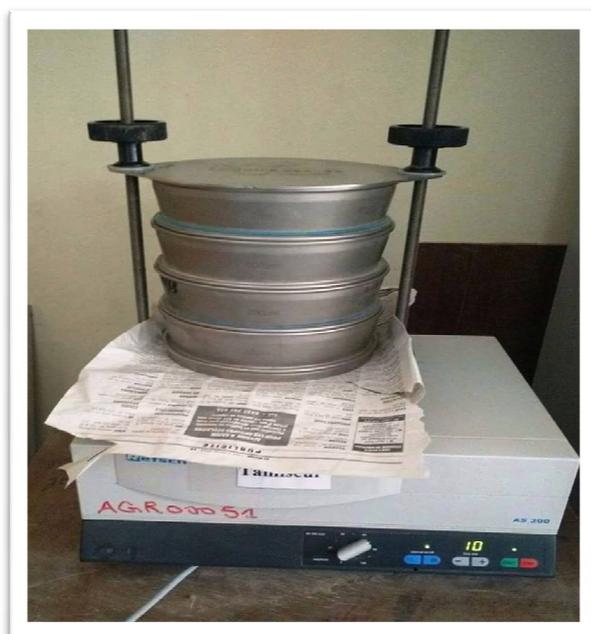


Figure 1. Tamiseur.

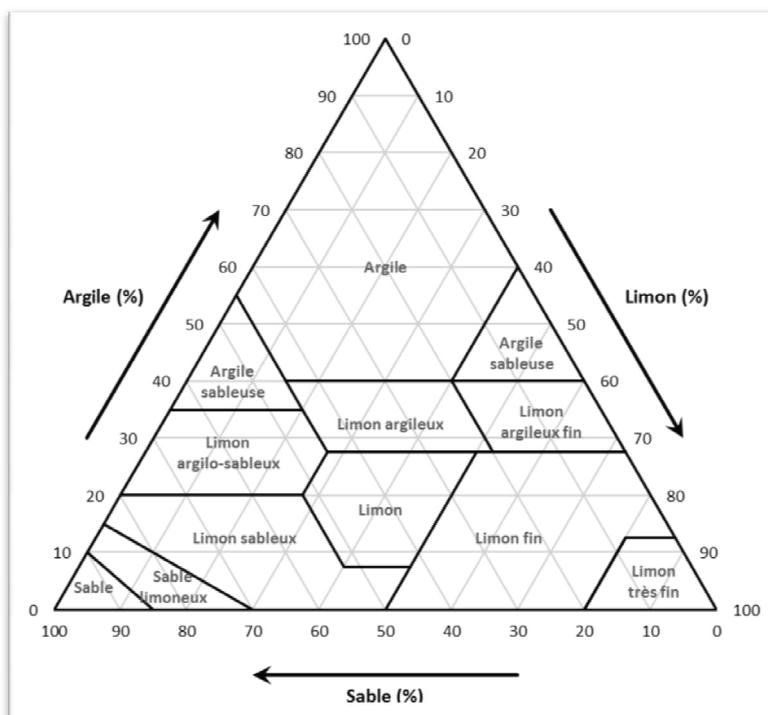


Figure 2. Triangle des classes fondamentales de texture du sol

### Annexe 3

#### Réactifs du carbone organique (matière organique)

➤ **Le bichromate de potassium ( $K_2Cr_2O_7$ ) 1N :**

Peser 49,04g de  $K_2Cr_2O_7$ , ajoute de l'eau distillée dans une fiole de 11 jusqu'à le trait de jauge.

➤ **Acide sulfurique concentré ( $H_2SO_4$ ).**

➤ **Acide orthophosphorique ou Acide phosphorique ( $H_3PO_4$ ) concentré.**

➤ **Sulfate de fer d'ammonium [ $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ ] 0,5M :**

Dissoudre 196g de Sulfate de fer d'ammonium dans une quantité d'eau distillée, ajouter 5ml  $H_2SO_4$ , ajouter l'eau distillée jusqu'à un litre (trait de jauge de la fiole d'11).

➤ **Diphénylamine (indicateur coloré  $(C_6H_5)_2NH$  :**

Dissoudre 1g diphénylamine dans d'acide sulfurique concentré.



**Figure :** Titration avec le sulfate de fer d'ammonium

#### **Annexe 4**

Préparation de deux milieux de cultures PDA et Sabouraud

- **Milieu PDA :** On fait cuire 200g de pommes de terre pelées, lavées et coupées en tranches fines dans 1L d'eau distillée pendant une heure. On filtre le liquide dans une bouteille en verre, ensuite on ajoute 15g de glucose puis 20g d'agar-agar et on complète jusqu'à 1L d'eau distillée. L'agitation et le chauffage se font sur un agitateur à plaque chauffante à 100°C jusqu'à ébullition ensuite on le met dans des flacons pour les introduire dans un autoclave pendant 15min à 121°C.
- **Milieu Sabouraud :** on met 65g de poudre de sabouraud dans 1L d'eau distillée. L'agitation et le chauffage se font de la même manière que précédemment (milieu PDA).

### Résumés

L'objectif de ce travail est de comparer les propriétés physiques et chimiques et d'isoler et d'identifier les différentes souches des moisissures de deux types de sols (sol agricole et non agricole) au niveau de trois profondeurs 2cm, 20cm, 40cm dans la zone de Sidi Okba.

L'étude réalisée consiste en l'analyse physico-chimique des échantillons prélevés dans les deux types de sols (sol cultivée et sol non cultivée) au niveau de trois profondeurs 2cm, 20cm, 40cm, telles que l'humidité, la granulométrie, la salinité, le pH et la matière organique. L'identification des moisissures se base sur l'observation macroscopique et les examens microscopiques des rubans adhésifs et la méthode de lactophénole bleu de coton.

Le sol cultivé présente une supériorité en moisissures par rapport au sol non cultivé. Malgré les conditions défavorables liées à la nature du sol et au climat, l'activité microbienne persiste.

En conclusion, on peut dire que pour l'amélioration du sol agricole et la connaissance de la quantité d'engrais à ajouter, il faut bien au préalable connaître les caractéristiques ; physiques, chimiques et microbiologiques du sol de la région.

**Mots-clés:** cultivé, non cultivé, physico-chimique, moisissures, granulométrie, pH, salinité.

### Abstract

The objective of this work is to compare the physical and chemical properties and isolate and identify the different mold strains of two types of soils (agricultural and non-agricultural soils) at the three depths 2cm, 20cm, 40cm in the area of Sidi Okba.

The study carried out consists of the physicochemical analysis of the samples taken in the two types of soils (cultivated soil and non-cultivated soil) at the three depths 2cm, 20cm, 40cm, such as humidity, granulometry, salinity, pH and organic matter. The identification of molds is based on macroscopic observation and microscopic examination of adhesive tapes and the method of lactophenol blue cotton.

The cultivated soil has superiority with regard to the mold richness compared to the uncultivated soil. Despite adverse conditions related to soil and climate, microbial activity persists.

In conclusion, it can be said that for the improvement of the agricultural soil is the knowledge of the quantity of fertilizer to be added, it is necessary to know in advance the characteristics; physical, chemical and microbiological aspects of soil in the region.

**Keywords:** cultivated, non-cultivated, physico-chemical, mold, granulometric, pH, salinity.

### الملخص

الهدف من هذا العمل هو مقارنة الخواص الفيزيائية والكيميائية وعزل وتحديد سلالات العفن المختلفة لنوعين من التربة (التربة الزراعية وغير الزراعية) على ثلاثة أبعاد هي 2 سم و 20 سم و 40 سم في منطقة سيدي عقبة.

تتكون الدراسة التي أجريت على التحليل الفيزيوكيميائي للعينات المأخوذة في نوعين من التربة (التربة المزروعة والتربة غير المزروعة) في الأعماق الثلاثة 2 سم، 20 سم، 40 سم، مثل الرطوبة، الحبيبية، الملوحة، ودرجة الحموضة والمواد العضوية. يعتمد تحديد القوالب على الملاحظة العيانية والفحص المجهرى للشرائط اللاصقة وطريقة القطن الأزرق اللاكتوفينول.

تتميز التربة المزروعة بالتفوق فيما يتعلق بغنى العفن مقارنة بالتربة غير المزروعة. على الرغم من الظروف المعاكسة المرتبطة بالتربة والمناخ، يستمر النشاط الميكروبي.

في الختام، يمكن القول أنه من أجل تحسين التربة الزراعية هي معرفة كمية الأسمدة المراد إضافتها، فمن الضروري معرفة مقدا الخصائص والجوانب الفيزيائية والكيميائية والميكروبيولوجية للتربة في المنطقة.

**الكلمات المفتاحية:** الزراعة، غير الزراعية، الفطريات الخيطية، الفيزيائية والكيميائية، الفطريات الخيطية، حجم، درجة الحموضة، الملوحة.