

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun, Tiaret  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du  
**Diplôme de Master académique**

Domaine : **Sciences de la Nature et de la Vie**  
Filière : **Biotechnologie**  
Spécialité : **Biotechnologie microbienne**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> BENAHMED Farida

M<sup>elle</sup> BOULIFA Fatma zohra

M<sup>elle</sup> Si SAHLI Ahlem

## Thème

**Effet des amendements organiques sur l'évolution microbologique  
des sols pour des fins biotechnologiques**

Soutenu le ....., devant le jury composé de :

<b>Président</b>	:	M <sup>me</sup> BOUCHENAFI Nadia	Prof	Université de Tiaret
<b>Examineur</b>	:	M <sup>r</sup> OUADAH Sahraoui	M.A.A	Université de Tiaret
<b>Encadrant</b>	:	M <sup>me</sup> OULBACHIR Karima	Prof	Université de Tiaret
<b>Co-Encadrant</b>	:	M <sup>me</sup> BENOUADAH Salima	M.A.B	Université de Mostaganem

**Année Universitaire : 2021-2022**

## *Remerciements*

*On remercie DIEU, le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Tout d'abord ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de M<sup>me</sup> OULBACHIR.K et le Co-encadrement de M<sup>me</sup> BENOUDAH.S.*

*On les remercie pour les efforts fournis durant la réalisation de ce mémoire, la qualité humaine, l'encadrement exceptionnelle, la patience, la rigueur, la disponibilité, le soutien moral et les encouragements.*

*Nous tenons nos remerciements aux membres de jury, pour le grand honneur qu'ils nous font en acceptant de juger ce travail.*

*M<sup>me</sup> BOUCHENAFI .N. Pour le grand honneur qu'elle fait, d'accepter la présidence du jury.*

*M OUADAH .S. Pour avoir bien voulu faire partie du jury et pour l'importance qu'il accorde à l'examen de notre travail.*

*L'occasion m'est également accordée afin de remercier le chef de département des Sciences de la Nature et de la Vie M BENKHATOU*

*Et M ALI NEHARI, le chef de notre spécialité.*

*Nos remerciements s'adressent à M<sup>me</sup> SAMIRA, l'ingénieur de laboratoire « Sciences du sol » pour son aide pratique.*

*À tous nos professeurs pour leurs générosités et la patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.*

## *Dédicace*

*Au nom d'ALLAH, je dédie ce modeste travail de fin d'études :*

*A mes parents adorés Mr KADDOUR BENAHMED et M<sup>me</sup> FATIMA LABED, qui ont consacré leur vie pour la mienne .Et Qui m'ont aidé et soutenue durant tout ma vie et surtout pendant la préparation de mon mémoire qu'ALLAH les protège et les garde pour nous.*

*A mon seul et unique frère ISMAIL, qui a été la toujours à mes côtés.*

*A mon adorable cousine ASMAA, qui est une sœur pour moi et qui m'a soutenue moralement et qui n'a cessée en cas de m'encourager.*

*A mes grands-parents.*

*A toute la famille BENAHMED et LABED.*

*A mon trinôme et copine FATMA ZOHRA et AHLEM.*

*A mes cousins: WAFAA, AHLEM, KAOUTAR, et SIHAM.*

*A mes amis proches : SARA, FATIMA, HADJIRA, et ZINEB.*

*Je vous aime.....*

***BENAHMED Farida***

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail qui n'aura jamais pu voir*

*Le jour sans le soutien indéfectible et sans limite*

*De mes chers parents qui ne cessent de donner*

*Avec amour et fournir le nécessaire pour que je puisse arriver à ce que je suis aujourd'hui, que DIEU vous protège et que la réussite soit toujours à ma porte pour que je puisse vous combler de bonheur.*

*Je dédie aussi mes grands-mères Que DIEU prolonge leur vie*

*Merci aussi à mon frère YOUNESS, pour ces encouragements et son appui multidimensionnel et que ce travail soit pour lui une raison pour être fier de tout ce qu'il a fait pour moi.*

*Merci aussi à mes chères sœurs NAWAL et NAIMA, qu'ils trouvent dans ce travail le fruit de leurs soutiens et encouragements.*

*Je tiens aussi à dédier ce travail et remercier mes oncles MNAWAR, LHOUCIN, AMEUR, MOHAMED, BENYOUCEF, qu'ils m'ont encouragé sur cet objectif.*

*Je dédier aussi mes petits frères le bonheur de notre maison ABD ELBASSET SIRADJ ELDIN et mes petits sœurs AYA, NOUR ELYAKIN.*

*Je voudrais adresser mes remerciements à mes collègues FARIDA et AHLEM.*

*Sans oublier mes chères amies ASMAA, SARA, ZINEB, et NADIA, ceux avec qui j'ai passé le plus de temps.*

***BOULIFA Fatma Zohra***

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mon très cher PAPA*

*Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager, vous m'avez donné une éducation digne, ton amour a fait de moi ce que je suis aujourd'hui.*

*A ma Très chère MAMAN*

*Quoi que je fasse ou que je dise, tu es la femme la plus extraordinaire et la plus douce du monde, ton affection me couvre, et ta présence à mes côtés toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A ma très chère sœur HOUDA et sa petite famille et le petit DIRRAR, source de joie et de bonheur.*

*A ma chère sœur HANANE et mon cher frère, mon solitaire MOHAMED.*

*A mon Adorable FATHA : je ladies merci pour tous les moments qu'on passé ensemble et j'espère que notre amitié dure le plus longtemps possible.*

*A mes très chers amis proche spécialement : AMEL*

*Sans oublier mon trinôme Farida et Fatima pour le parcours que nous avons fait ensemble.*

*Qu' DIEU vous protège pour moi.*

*Je vous aime.....*

*SI SAHLI Ahlem*

## *Sommaire*

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Liste des photos**

**Liste des abréviations**

**Introduction** ..... 1

### *Etude expérimentale*

#### *Chapitre I : Matériel et Méthode.*

I.1. Objectif du travail.....	4
I.2. La région de prélèvement .....	4
I.2.1. Situation géographique.....	4
I.2.2. Le climat.....	4
I.2.3. Autres caractéristiques .....	5
I.3. Lieu du travail.....	5
I.4. Matériel et méthodes .....	6
I.4.1. Matériel .....	6
I.4.2. Méthodes .....	7
I.4.2.1.Echantillonnage.....	8
I.4.2.2.Analyses physique du sol .....	7
<u>a).</u> Détermination du taux d'humidité .....	7
<u>b).</u> Densité apparente .....	7
I.4.2.3. Préparation des échantillons du sol.....	10
I.4.2.4. Analyses chimique du sol.....	10
a).Mesure du pH.....	10
<u>b).</u> Mesure de la conductivité électrique.....	11
<u>c).</u> Dosage du calcaire total.....	12

d).Dosage du calcaire actif.....	14
e).Dosage du carbone organique .....	15
I.4.2.5. Les Analyses microbiologiques .....	17
a).Préparation des milieux de culture .....	17
b).Préparation des suspensions dilutions .....	18
c).Ensemencement.....	19
d).Incubation .....	19
e).Lecture des résultats .....	19

## ***Chapitre II: Résultats et Discussion***

II.1. Caractérisation physico-chimiques du sol amendé (T2) .....	20
II.2.Variations de la matière organique .....	21
II.3. Caractérisation microbiologique du sol.....	22
II.3.1. Evaluation du taux de bactéries aérobies .....	22
II.3.2. Evaluation du taux des actinomycètes .....	23
II.3.3.Evaluation du taux des champignons .....	23
II.3.4. Evaluation du taux des azotobacters.....	24
II.4. Etude évolutive de la biomasse microbienne totale du sol .....	24
Conclusion générale .....	27

Références bibliographiques

Résumé.

### ***Annexes***

Milieux de culture en microbiologie.....	Annexe I
Rappel sur la caractérisation physico-chimiques du sol témoin à T0 .....	Annexe II
Echelles d'interprétation des résultats.....	Annexe III

## *Liste des figures*

<b>Figure N°01</b> : Situation géographique de la zone d'étude .....	4
<b>Figure N°02</b> : Protocole expérimental.....	7
<b>Figure N°03</b> : Schéma de la préparation des suspensions dilutions .....	18
<b>Figure N°04</b> : Variations du taux de la matière organique du sol en fonction du temps.....	22
<b>Figure N°05</b> : Variation des champignons, actinomycètes et bactéries aérobies en fonction du temps .....	25
<b>Figure N°06</b> : Variation des azotobacters en fonction du temps.....	25

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau N°01</b> : Matériel et produits.....	6
<b>Tableau N°02</b> : Caractérisation physico chimiques du sol amendé à T2.....	20
<b>Tableau N°03</b> : Evaluation microbiologique de sol amendé en fonction du temps .....	24
<b>Tableau N°04</b> : Milieu de culture pour les actinomycètes.....	Annexe I
<b>Tableau N°05</b> : Milieu de culture pour les champignons.....	Annexe I
<b>Tableau N°06</b> :MilieudeculturepourlesAzotobacters.....	Annexe I
<b>Tableau N°07</b> : Milieu de culture pour les bactéries aérobies.....	Annexe I
<b>Tableau N°08</b> : Caractérisation physicochimiques du sol témoin à T0.....	Annexe II
<b>Tableau N°09</b> : Le pH du sol.....	Annexe III
<b>Tableau N°10</b> :La matière organique.....	Annexe III
<b>Tableau N°11</b> :Classes de la qualité des sols selon leur CE .....	Annexe III
<b>Tableau N°12</b> : Le calcaire total .....	Annexe III

## *Liste des photos*

<b>Photo N°01</b> : prélèvement des échantillons de sol.....	8
<b>Photo N°02</b> : Echantillons de sol pesés et séchés à l'étuve .....	9
<b>Photo N° 03</b> : Mesure de la densité apparente à l'aide de cylindre.....	9
<b>Photo N°04</b> : Séchage des échantillons de sol.....	10
<b>Photo N°05</b> : broyage et tamisage des échantillons .....	10
<b>Photo N°06</b> : Mesure du pH de sol à l'aide d'un pH mètre.....	11
<b>Photo N°07</b> : Mesure de la conductivité électrique du sol par le conductimètre.....	12
<b>Photo N°08</b> : Mesure du calcaire totale par le Calcimètre de Bernard .....	14
<b>Photo N°09</b> : Dosage du calcaire actif.....	15
<b>Photo N°10</b> : Dosage du carbone organique .....	17
<b>Photo N°11</b> : milieux de culture solides.....	18
<b>Photo N°12</b> : Aspect macroscopique des colonies des bactéries aérobies.....	22
<b>Photo N°13</b> : Aspect macroscopique des colonies d'actinomycètes.....	23
<b>Photo N°14</b> : Aspect macroscopique des colonies des champignons.....	23
<b>Photo N°15</b> : Aspect macroscopique des colonies des Azotobacters.....	24

## Liste des abréviations

**CE:** Conductivité Electrique.

**CO :** Carbone Organique.

**COS :** Carbone Organique du Sol.

**Da :** Densité Apparent.

**dS/m :** Décisimens par mètre.

**ITA :** Institut de Technologie Agricole de Mostaganem.

**ITGC :** Institut Technique de Grandes Cultures.

**MO:** Matière Organique.

**MOS :** Matière Organique du Sol.

**pH :** Potentiel d'hydrogène.

**T0 :** Mise en place de l'essai expérimental (30/11/2018).

**T1 :** Temps d'évaluation de la biomasse microbienne du sol (12/02/2019).

**T2 :** Temps d'évaluation de la biomasse microbienne du sol (09/02/2022).

**Eléments chimiques :**

**C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>**: Saccharose.

**C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>NaO<sub>4</sub>**: Glutamate de sodium.

**C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>**: Glucose.

**CaCO<sub>3</sub>**: Carbonate de Calcium.

**CO<sub>2</sub>**: dioxyde de Carbone.

**Hcl** : Acide chlorhydrique.

**K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>** : Hydrogénophosphate de potassium.

**K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**: Sulfate de potassium.

**Kcl**: Chlorure de potassium.

**MgSO<sub>4</sub>**: Sulfate de magnésium.

**NaNO<sub>3</sub>**: Nitrate de sodium.

# *Introduction*

### Contexte de l'étude

Le sol est un milieu fragile et très complexe, trop longtemps considéré comme un simple support de l'agriculture. C'est un milieu vivant, interface entre la biomasse, l'atmosphère et l'hydrosphère. Il joue un rôle prépondérant dans le déterminisme de la qualité des eaux, de l'air et de la chaîne alimentaire. C'est aussi un milieu de transit, de stockage et de transport de nombreuses substances, quelle que soit leur nature, organique ou inorganique, résultant de processus naturels ou d'activités domestiques (**Noumeur, 2008**).

A l'instar des sols méditerranéens, les sols d'Algérie sont généralement caractérisés par leur faible taux de matière organique, conséquence du type de climat qui règne dans nos régions et des systèmes culturaux pratiqués qui ne sont pas favorables à la constitution d'une réserve organique du sol (**Dridi et Toumi, 1999 ; Bernoux et Chevallier, 2013**).

La matière organique est centrale à l'état de fertilité d'un sol. Elle contrôle en grande partie les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et influence en conséquence les propriétés fonctionnelles du sol (**Leguillou, 2011**). La matière organique n'est pas un composant immuable du sol. Au contraire, elle est en perpétuelle transformation. Elle est produite et dégradée en permanence : on parle de cycle de la matière organique. Ce cycle est tributaire des apports de matière organique au sol et des vitesses de transformation, elles-mêmes dépendantes de la nature du sol, du climat et des modes de gestion des sols (**Gip, 2015**).

Les matières organiques exportées par les récoltes, dans des sols déjà pauvres, ne sont pas remplacées de manière adéquate (**Gosbollet, 2008**). Ces sols, compte tenu de leurs caractéristiques, présentent de mauvaises qualités (**Dridi et Toumi, 1999; Koull et Halilat, 2016**), pour les améliorer, il est important de maintenir les niveaux de la matière organique du sol ( $3\% \leq MO \leq 4\%$ ) (**Grosbollet, 2008**), qui affectent directement ces propriétés et sa perte est directement responsable de la dégradation de sa qualité et de sa fertilité (**Lampurlanes et al, 2001 ; Mohammad et al, 2003 ; Lal, 2004 ; Lal, 2006 ; Koull et Halilat ,2016**). Une solution possible pour amortir la dégradation de cette ressource naturelle consiste à appliquer des amendements organiques à ces sols, afin d'améliorer leurs propriétés (**Samreen et al, 2017; Benouadah, 2021**).

Selon **Siboukeur (2013)**, les amendements organiques sont des matières organiques exogènes qui améliorent l'état structural du sol. Cet apport est destiné à l'obtention d'un produit organique riche en humus. Il s'agit des matières fertilisantes destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de la matière organique du sol.

Le sol représente pour les organismes qui y vivent un milieu très complexe car, très hétérogène. Il est constitué d'une phase solide dominante, formée de particules de tailles et de nature variable d'une phase aqueuse et d'une phase gazeuse, renfermant de très nombreux êtres vivants (microflore, méso- et macrofaune) dont l'activité est en lien plus ou moins direct avec leur "fonctionnement" en général et certaines de leur propriétés agronomiques en particulier. Il est donc tout à fait légitime de chercher à utiliser des mesures biologiques pour mieux connaître les sols et les gérer (**Gael, 2002**).

L'interaction des microorganismes du sol avec la matière organique se fait par l'action de la microflore pour augmenter le potentiel enzymatique du sol en assurant des cycles biogéochimiques pour les éléments qui intéressent d'une manière ou d'une autre la production agricole.

La biomasse microbienne recouvre l'ensemble des micro-organismes du sol (bactéries, champignons, actinomycètes, algues et protozoaires) qui sont responsables des processus vitaux et qui déterminent eux-mêmes l'équilibre et l'évolution du sol (**Dommergues, 1977**in **Oulbachir, 2010**).

## 2. Objectif du travail

Notre étude consiste à suivre l'évolution de la biomasse microbienne du sol sous l'effet des amendements organiques à savoir le fumier de chevaux dans le but de comparer nos résultats avec ceux obtenus par **Benouadah.(2021)** pour ainsi dégager une évolution dans le temps d'une part, et d'autre part à fin de gérer notre agro-système dans une perspective agro-biotechnologique.

Le travail réalisé durant cette expérimentation se compose d'une partie expérimentale qui comprend : la présentation de la zone d'étude, et la méthodologie adaptée pour la réalisation des analyses physiques: (densité apparente, humidité), chimiques (potentiel d'hydrogène , conductivité électrique, calcaire actif , calcaire total et dosage du carbone organique) et microbiologique afin d'étudier les mécanismes biotiques qui correspondent aux effets de la matière organique apportée sur l'évolution des microorganismes ( bactéries aérobies, champignons, actinomycètes et azotobacters ) d'un sol cultivé et amendé (fumier de

chevaux),ensuit la présentation des résultats obtenus, les interprétations les discussions et enfin une conclusion.

*Etude*  
*expérimental*

# *Chapitre I*

## *Matériel et méthodes*

## I.1. Objectif du travail

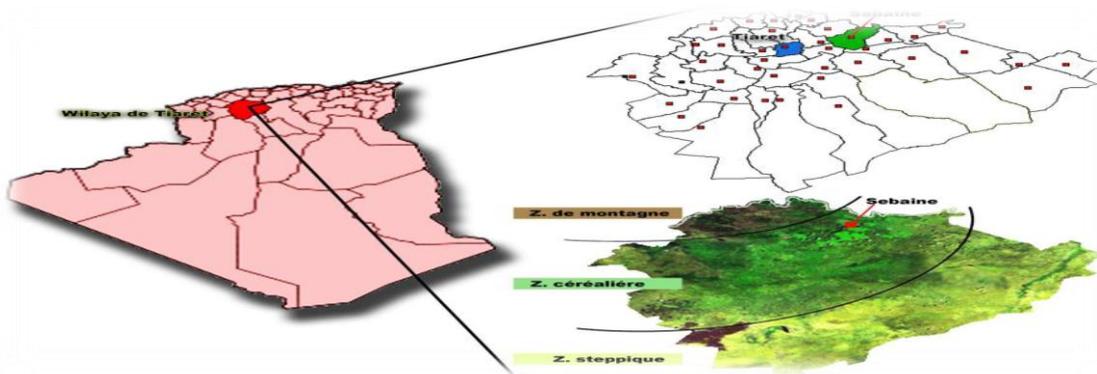
Cette étude a pour objectifs de suivre les variations de la biomasse microbienne d'un sol amendé afin de comparer nos résultats (**T2** : 09/02/2022) avec ceux trouvés par **Benouadah** (**T1** : 12/02/2019), sachant que l'essai expérimental a été mis en place le 30/11/2018 (**T0**).

## I.2. La région de prélèvement

### I.2.1. Situation géographique

La ville de Tiaret est localisée au Nord-Ouest de l'Algérie, sur les hauts plateaux Ouest entre la chaîne Tellienne au Nord et la chaîne Atlasique au Sud (*figure N°01*).

L'étude a été effectuée à la station expérimental ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures) de la région de Sebaine de la commune de Dahmouni (Wilaya de Tiaret), dont les coordonnées sont :  $x=1^{\circ}36'27''$ ,  $y = 35^{\circ}27'32.4''$ ,  $z= 96$



**Figure N°01:** Situation géographique de la zone d'étude (**Tahani, 2009**)

### I.2.2. Le climat

D'après les résultats météorologiques élaborés par la station d'Ain Bouchekif (2020), le climat de la région de Tiaret est caractérisé par deux périodes principales :

- Un hiver froid relativement humide marqué par des chutes de neige, la température moyenne enregistrée est de  $7,2^{\circ}\text{C}$
- Un été chaud et sec avec une température moyenne de  $29^{\circ}\text{C}$

### I.2.3. Autres caractéristiques

- **Texture du sol** : la texture du sol de la parcelle étudiée est argilo-limoneuse (Argile : 47%, Limons : 35%, Sables : 18%) (**Benouadah, 2021**).
- **Type de sol** : Vertisols selon la classification effectuée par Jones et al 2013 ; il s'avère que la classe la plus dominante dans la zone d'étude, est la classe des vertisols qui regroupe les vertisols proprement dit et/ou toutes les autres unités de sol à caractère vertique (isohumiques à caractère vertique, calcimagnésiens à caractère vertique).

Cette classe s'étend sur plus de 32% de la superficie totale

- **Végétation** : Céréale (végétation dominante)
  - Blé dur (*Triticum turgidum* subsp. dur): Variétés Simeto, Vitron (Hoggar), Bousalem, JETA dur, Ofanto.
  - Blé tendre (*Triticum aestivum*) : Variétés Ain Abid, HD1220.
  - Avoine (*Avenasativa*), variétés Gharbi, Lekhal.
  - Orge (*Hordeumvulgare*) : Variétés Saïda, Sougeur (**ITGC, 2021**).
- **Précédents culturaux** :
  - **2017/2018** : Jachère.
  - **2020/2021** : Blé dur (*Triticum turgidum* subsp. dur): Variété Vitron (Hoggar) (**ITGC, 2021**).

### I.3 Lieu du travail

L'expérimentation a été effectuée au sein des laboratoires de microbiologie et de science du sol au niveau de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun de Tiaret.

## I.4. Matériel et méthodes

## I.4.1. Matériel

Tout le matériel utilisé durant notre expérimentation est réuni dans le *tableau N°01*.

**Tableau N°01:**Matériel et produits

<i>Matériel et produits</i>	
<b>Appareillage</b>	Balance de précision - Etuves (105°C) - Agitateur magnétique - pH mètre - Conductimètre - Calcimètre de Bernard -Plaques chauffantes - Réfrigérant - Bec bunsen - Autoclave.
<b>Verrerie</b>	Verres à mesure - Bêchers - Entonnoirs - Eprovettes graduées – Erlenmeyer - erlen à col rodé - Tubes à essai - Pipettes graduées - Burette graduée - Fiole jaugée – Pipettes pasteur – Flacons.
<b>Produits</b>	Eau distillée - Kcl - Oxalate d'ammonium – Hcl – Diphénylamine baryum sulfonate - permanganate de potassium - Acide sulfurique – Acide phosphorique - Bichromate de Potassium - Sel de Mohr - Glucose - Agar-agar - Saccharose - Glutamate de Na - $K_2H_2PO_4$ - $Na_2HPO_4$ - $NaNO_3$ - $K_2HPO_4$ - $MgSO_4$ - $K_2SO_4$ - $CaCO_3$ .
<b>Autre matériel</b>	Tarière – Cylindres - Sachets - Etiquetage - Pilon et mortier - Tamis (2mm) - Boîtes de pétris - Spatules -Poire d'aspiration – Portoirs-Pissette – Papier Joseph - Barreau.

### I.4.2.2. Analyses physique du sol

#### a) Détermination du taux d'humidité

Cette analyse ne nécessite pas le broyage et le tamisage des échantillons. L'analyse du taux d'humidité des échantillons doit se faire le même jour que leur prélèvement, ceci est un renseignement important pour la connaissance de l'état hydrique du sol. Le protocole est simple et se fait comme suite :

- Peser à l'aide d'une balance de précision, une capsule en verre vide
- Faire le tarage du poids de la capsule et peser 20g d'échantillon de sol. (*Photo N°02*).
- Mettre à l'étuve à 105°C, pendant 24 heures.
- Peser la capsule contenant l'échantillon séché, après l'avoir laissée refroidir à la température ambiante dans un dessiccateur.

- **Calculs**

$$H = (P_{air} - P_{105^{\circ}C}) / P_{105^{\circ}C} \times 100$$

**H** : Taux d'humidité en %.

**P<sub>air</sub>** : Poids de la terre séchée à l'air.

**P<sub>105°C</sub>** : Poids de la terre après séchage à l'étuve.



**Photo N°02** : Echantillons de sol pesés et séchés à l'étuve

#### b)-Densité apparente

La détermination de la densité apparente elle-même revient à mesurer le volume apparent occupé par poids connu de matériau sec (**Grosbollet, 2008**).

La densité apparente est mesurée comme le montre (*photo N°03*) : on enfonce un cylindre de volume connu (252,2 cm<sup>3</sup>) dans notre sol, ensuite on le tire avec le sol y contenu,

$$D_a = \text{Poids sec} / 252,2$$

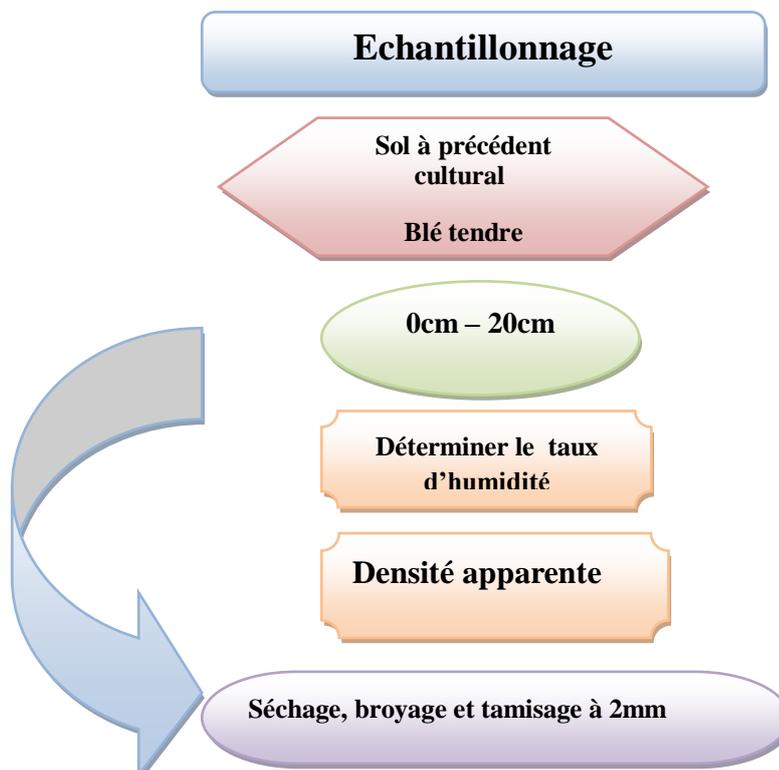
après séchage de la quantité du sol prélevée à l'aide du cylindre dans l'étuve pendant 24 heures à 105 °C, on détermine la densité apparente ( $D_a$ ).



**Photo N°03:** Mesure de la densité apparente à l'aide du cylindre

#### I.4.2. Méthodes

Le protocole expérimental est représenté dans la *figure N°02* comme suite :



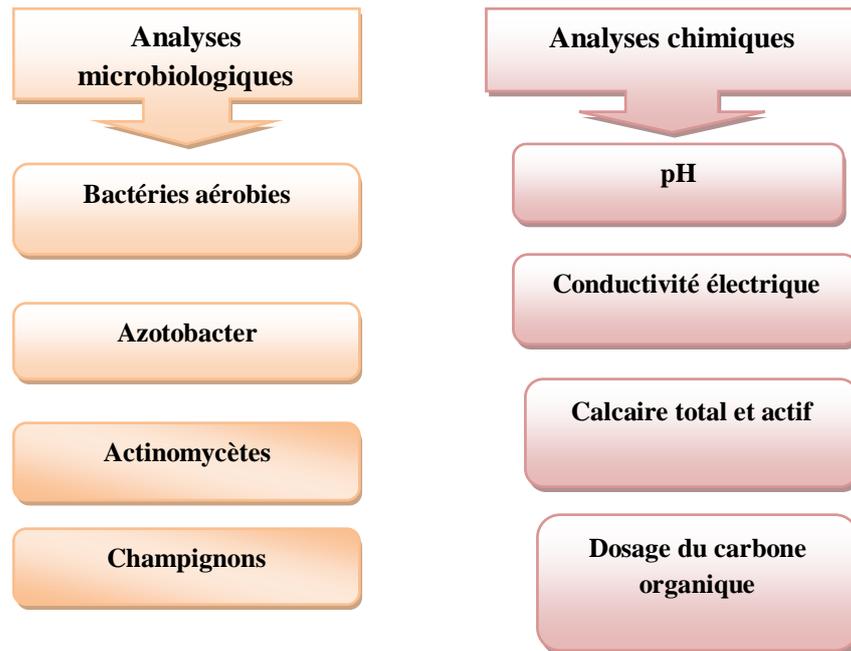


Figure N°02 : Protocole expérimental

#### I.4.2.1. Echantillonnage

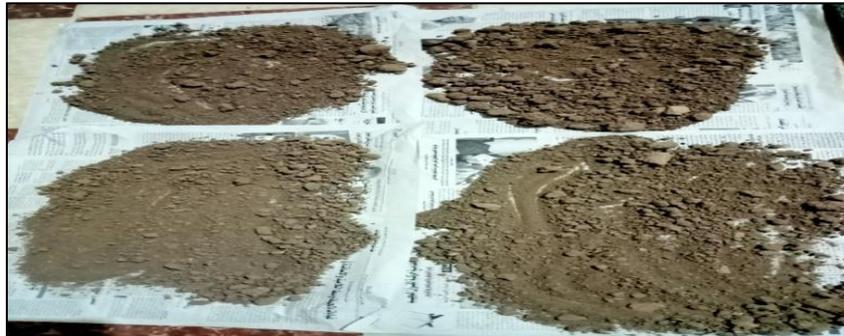
Les échantillons du sol ont été prélevés à l'aide d'une tarière (*photo N°01*), selon la méthode en diagonale dans la couche superficielle du sol (0-20 cm), étant donné que l'activité biologique est maximale dans l'horizon de surface et décroît plus ou moins rapidement avec la profondeur (**Bernoux et Chevallier, 2013**).



Photo N°01 : Prélèvement des échantillons de sol

### I.4.2.3. Préparation des échantillons du sol

Pour la caractérisation du sol, les échantillons sont séchés à l'air libre, broyés et tamisés à 2 mm *photos N°04&05*.



**Photo N°04:** Séchage des échantillons de sol



**Photo N°05:** Broyage et tamisage des échantillons

### I.4.2.4. Analyses chimiques du sol

#### a) Mesure du pH

Généralement, pour mesurer le pH (*photo N°06*), on ajoute de l'eau au substrat dans un rapport volumique donné ; on définit ainsi le pH (H<sub>2</sub>O). Dans la pratique des solutions de KCl ou de CaCl<sub>2</sub> peuvent aussi être utilisées pour l'extraction et la mesure de pH (KCl) ou pH (CaCl<sub>2</sub>). Comme des réactions d'échange ont lieu entre les cations K<sup>+</sup> ou Ca<sup>+</sup> apportés et les ions H<sup>+</sup> présents sur la capacité d'échange du substrat, il y'aura une quantité d'ions H<sup>+</sup> plus grande dans la solution à l'équilibre et ainsi le pH sera plus faible. La différence entre les valeurs de pH (H<sub>2</sub>O) et pH (KCl) est de l'ordre de 0,5 à 1 unité pH. Il est donc nécessaire de faire suivre l'indication pH par H<sub>2</sub>O ou KCl. La connaissance du pH est intéressante pour la conduite de la fertilisation et la satisfaction des exigences des plantes (**Lemaire et al, 2003**).

**• Mode opératoire****• pH eau**

- Peser 20g de terre fine dans un bécher de 250ml
- Ajouter 100ml d'eau distillée au sol.
- Agiter pendant 5min.
- Laisser reposer pendant 30 minutes.
- Allumer le pH mètre et faire l'étalonnage.
- Mettre l'électrode du pH mètre au contact du surnageant de la solution.
- Lire la valeur obtenue.

**• pH Kcl**

- Dans la même solution précédente, ajouter 50ml de Kcl (0,1g par litre d'eau distillée).
- Agiter pendant 5min.
- Laisser reposer pendant 30 minutes.
- Mettre l'électrode du pH mètre au contact du surnageant de la solution.
- Lire la valeur obtenue.
- Rincer l'électrode du pH mètre avec de l'eau distillée avant et après chaque utilisation et essuyer avec du papier Joseph.



**Photo N°06** : Mesure du pH de sol à l'aide d'un pH mètre.

**b)-Mesure de la conductivité électrique**

La détermination de la salinité d'un sol est fondée sur le principe de l'extraction d'un électrolyte dont on mesure la concentration en éléments dissous (*photo N°07*). Au laboratoire, l'électrolyte est extrait sous vide à partir d'un échantillon de sol préalablement séché à l'air, tamisé à 2 mm et porté à une teneur en eau donnée, celle-ci variant selon le mode de

préparation de l'extrait. Une des techniques d'extraction couramment utilisée est l'extrait dilué : le rapport entre la quantité de sol et la quantité d'eau peut varier selon les laboratoires, mais il est en général de 1/5 : la masse d'eau ajoutée est égale à 5 fois la masse de sol (10g), soit un volume d'eau d'environ 50ml (**Montoroi, 1997**).

• **Mode opératoire**

- Peser 10g de sol dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Agiter pendant 5min.
- Laisser reposer pendant 30 minutes.
- Allumer le conductimètre, et rincer l'électrode par l'eau distillée et essuyer par du papier joseph.
- Mettre l'électrode dans le surnageant de la solution, et lire la valeur affichée.

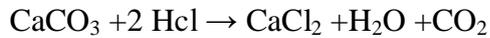


**Photo N°07** : Mesure de la conductivité électrique du sol par le conductimètre.

**c)-Dosage du calcaire total**

Le calcaire est du carbonate de calcium ; il se présente sous la forme de particules plus ou moins grosses ; du point de vue purement granulométrique ces particules sont analogues aux autres grains de sable mais du point de vue chimique elles sont différentes. En effet, les plus fines et les plus poreuses d'entre elles peuvent libérer du calcium qui tend à neutraliser les acides et donc à rendre les terres plus basiques (**Pousset, 2002**).

Le calcaire total a été déterminé par la méthode volumétrique à l'aide du Calcimètre de Bernard (*photo N°08*). L'échantillon est attaqué à l'HCl 37%, on mesure le volume de CO<sub>2</sub> dégagé ; un mol de CO<sub>2</sub> correspondant à un mol de CaCO<sub>3</sub>. Le CO<sub>2</sub> dégagé est comparé à celui obtenu par le poids connu de carbonate de calcium pur (**Bedjadj, 2011**).



#### • Mode opératoire

- Peser 1g de terre fine dans un erlen de 250ml.
- Tenir l'appendice latéral à l'aide d'une pince métallique, et la remplir par l'HCl à 37% au 3/4.
- Sécher les parois de l'eren avec du papier joseph pour éviter le contact HCl-terre.
- Ouvrir l'ampoule du calcimètre et ajuster le niveau du Calcimètre à zéro.
- Relier l'eren au Calcimètre, en prenant soin de bien fermer l'ouverture.
- Lire le volume du CO<sub>2</sub> dégagé (V<sub>0</sub>).
- Répandre l'acide sur la terre, et lire le niveau du volume de CO<sub>2</sub> dégagé sur le calcimètre. (V<sub>1</sub>).
- Pour le témoin, on remplace la terre par 0,3g de CaCO<sub>3</sub> et on lit le volume V<sub>0</sub> lorsqu'on relie l'eren avec le calcimètre, et le V<sub>1</sub> après le contact du HCl avec le CaCO<sub>3</sub>.

#### • Calculs

$$\text{CaCO}_3 \% = \frac{V_s \times m_{\text{CaCO}_3}}{V_t \times m_{\text{sol}}} \times 100$$

$$m_{\text{sol}} = 1 \text{ g}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = 0.3 \text{ g}$$

$$V_s = V_{1\text{sol}} - V_{0\text{sol}}$$

$$V_t = V_{1\text{témoin}} - V_{0\text{témoin}}$$

$$V_0 = \text{Volume initial}$$

$$V_1 = \text{Volume lu}$$



**Photo N°08 :** Mesure du calcaire totale par le Calcimètre de Bernard.

#### **d)-Dosage du calcaire actif**

Le  $\text{CaCO}_3$  actif (%) est déterminé par la méthode Drouineau (*photo N° 09*) en utilisant l'oxalate d'ammonium qui se combine au calcium du calcaire facile à dissoudre (calcaire actif) pour former des oxalates de calcium insolubles. L'excès d'oxalate d'ammonium est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique (**Benseghir, 2006**). Le dosage du calcaire actif ne s'effectue que pour les échantillons ayant 5% ou plus de calcaire total

##### **• Mode opératoire**

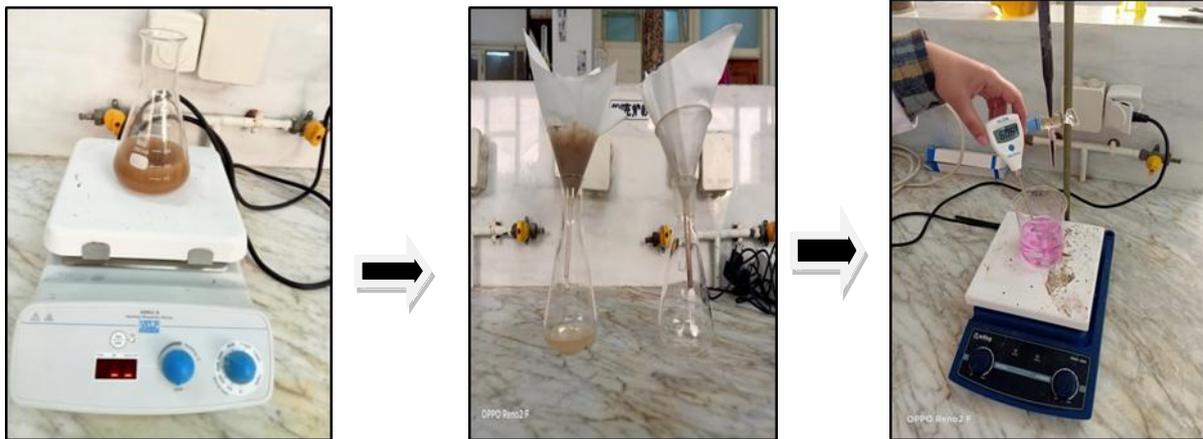
- Peser 1g de terre fine dans un erlen de 250ml.
- Ajouter 100ml de la solution d'oxalate d'ammonium (14,2g par litre d'eau distillée).
- Agitation mécanique pendant 2 heures.
- Filtrer 2 fois à l'aide de papiers filtres.
- Récupérer 20ml du filtré, et mettre dans un bécher de 250ml.
- Ajouter 100ml d'eau distillée.
- Ajouter 5ml d'acide sulfurique.
- Chauffer la solution à  $60^\circ\text{C}$ .
- Titrer par la solution de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  (6,32g par litre d'eau distillée), jusqu'à coloration rose persistante.
- Pour le témoin, on suit les mêmes étapes mais sans ajouter l'échantillon de terre.

- **Calculs**

$$CaCO_3 \text{ actif } \% = 5. (N - n)$$

**N** : nombre de ml de  $KMnO_4$  utilisés pour le témoin.

**n**: nombre de ml de  $KMnO_4$  Utilisés pour l'échantillon de terre fine.



**Photo N°09** : Dosage du calcaire actif

**e). Dosage du carbone organique**

Le carbone organique est dosé par la méthode ANNE (*photo N°10*). Dont une prise d'essai est oxydé par du bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique, l'excès de bichromate non réduit par le carbone organique est alors titré par une solution de sel de Mohr qui réduit le bichromate en présence de diphenylamine dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert (Dari, 2013).

- **Mode opératoire**

- Dans un erlen à col rodé, peser 1g de terre fine.
- Ajouter 10ml de solution de bichromate de potassium (8g par 100ml d'eau distillée).
- Ajouter 15ml d'acide sulfurique.
- Relier l'ouverture de l'erlen au réfrigérant, en s'assurant de bien la fermer.
- Allumer l'appareil.
- Chauffer grâce à un agitateur chauffant.

- Lorsque la solution commence à bouillir, on compte 5 minutes, ensuite on éteint l'appareil et l'agitateur chauffant et on laisse l'eren refroidir.
- Détacher l'eren du réfrigérant.
- Mettre la solution dans une fiole jaugée de 250ml, et compléter avec l'eau distillée jusqu'au trait de 250ml.
- Agiter la fiole 10 fois.
- Laisser reposer 30min.
- Avec une pipette graduée, prélever 50ml du surnageant, et mettre dans un bécher de 250ml.
- Ajouter 1,5 ml d'acide phosphorique  $H_3PO_4$ , et 3 gouttes de l'indicateur de couleur diphénylamine baryum sulfonates (0,5g dans 100ml acide sulfurique +20ml eau distillée et garder dans un flacon brun).
- Titrer par la solution de sel de mohr (78,4278g dans 20ml acide sulfurique  $H_2SO_4$  et compléter à 1 litre par l'eau distillée), la solution brune au départ, deviendra bleu foncée, puis il y'aura rapidement un virage de couleur au vert foncé.
- Lire le nombre de ml de la solution de sel de mohr utilisé.
- Pour le témoin, on suit les mêmes étapes, sans ajouter l'échantillon de terre fine.

- **Calculs**

Le calcul se fait par l'équation suivante :

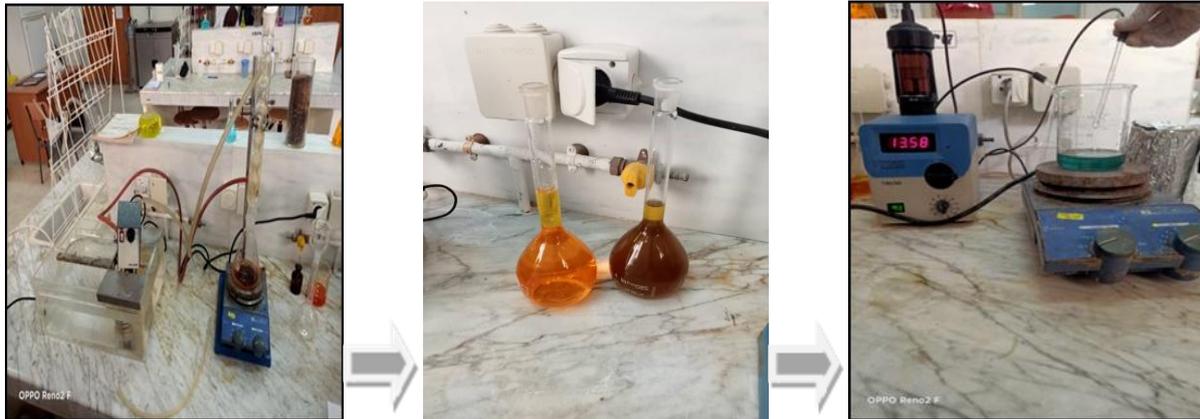
$$C\% = (V' - V) \times 0,3$$

$V'$ : quantité en ml de la solution de sel mohr utilisée pour le témoin.

$V$  : quantité en ml de la solution de sel mohr utilisée pour les échantillons de terre.

Pour calculer la teneur en matière organique du sol (MO %, ou g/100 g de sol sec), la teneur en carbone du sol (C %, ou g/100 g de sol sec) est multipliée par un coefficient de valeur 1,72 (Van de kerchoveet al, 2006).

$$\text{Matière organique \%} = C \% \times 1,72$$



**Photo N°10:** Dosage du carbone organique

#### I.4.2.5. Les Analyses microbiologiques

Afin d'évaluer la densité des microorganismes (actinomycètes, champignons azotobactères et bactéries aérobies), nous avons procédé à la méthode indirecte (**Pochon et Tardieux, 1962**) dont le principe s'appuyait sur des cultures solides après ensemencements avec des suspensions diluées de sol; les échantillons du sol étaient broyés et tamisés à 2 mm puis conservés à 4 °C. Différentes suspensions diluées et milieux de cultures étaient préparés pour favoriser le développement des germes, les incubations étaient menées dans les mêmes conditions de température et de pression (**Oulbachir, 2010**).

##### a).Préparation des milieux de culture

La plupart des milieux de culture se présentent sous forme déshydratée, ce qui assure une composition constante, un stockage facile et une préparation simplifiée, tandis que d'autres doivent être préparés à partir de produits chimiques à des quantités bien étudiées (**Ait Abderrahim, 2016**).

- **Mode opératoire**

Lors de la reconstitution des milieux (**photo N°11**), la poudre est mélangée au volume d'eau préconisé, homogénéisée, puis dissoute totalement par chauffage grâce à un agitateur chauffant, le milieu est ensuite distribué dans des flacons ou des tubes à essais en vue d'être stérilisé par autoclavage (20 minutes à 110°C).



Photo N°11: milieux de culture solides

### b).Préparation des suspensions dilutions

- **Mode opératoire**

Selon son origine, l'échantillon peut être utilisé directement ou nécessiter une dilution (**Renoufet al, 2010**). Dans le cas d'échantillons solides, comme le sol, on doit passer par une étape de préparation de l'échantillon, ici on a pesé 1g de sol séché et broyé à 2mm de diamètre, et on l'a dissout dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée stérile (**figure N° 03**), on a mélangé la solution pour l'homogénéiser, on a obtenu la dilution  $10^{-1}$  (qui est aussi considérée comme la solution mère). On a transféré par la suite grâce à une pipette graduée stérile, 1ml de la dilution  $10^{-1}$  dans un tube contenant 9 ml d'eau distillée stérile et on l'a bien agité pour l'homogénéiser, on a obtenu la dilution  $10^{-2}$ . La même opération a été répétée jusqu'à être arrivé à la dilution  $10^{-7}$ .

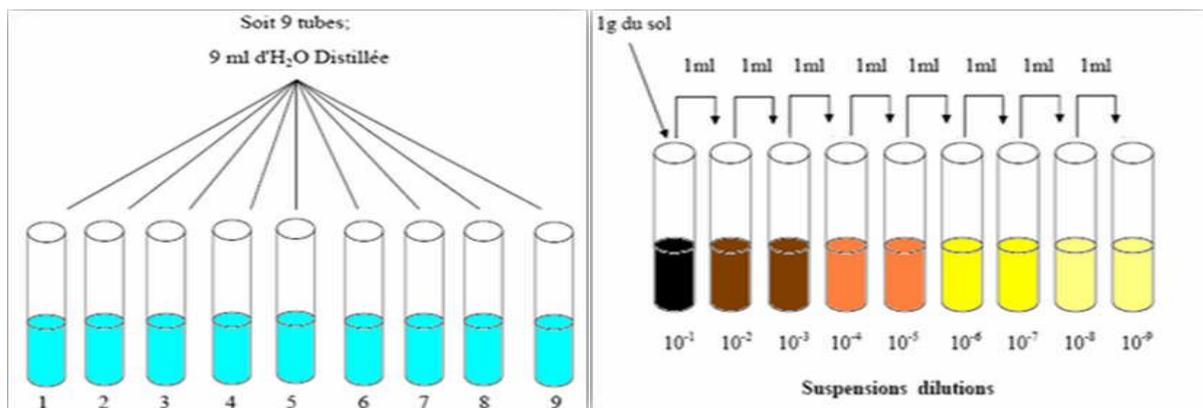


Figure N°03 : Schéma de la préparation des suspensions dilutions.

**c).Ensemencement**

Une série de dilutions de  $10^{-1}$  à  $10^{-7}$  est préparée. Pour la même dilution, on refait plusieurs essais, pour avoir un nombre moyen et augmenter la précision du dénombrement. La gélose nutritive est coulée dans la boîte de Pétri bien avant la manipulation afin que la surface soit bien sèche, et la gélose bien solidifiée. Puis 0,1ml de chaque dilution est étalée en surface, soit avec un étaleur en verre ou en plastique jetable (**Renouf *et al.* 2010**). Dans notre cas, on a ensemencé la dilution  $10^{-5}$  dans 03 boîtes de Pétri contenant le milieu gélosé destiné à la culture des bactéries aérobies, actinomycètes, champignons et azotobacters.

**d).Incubation**

Après ensemencement, on homogénéise puis on laisse les boîtes absorber l'inoculum de la solution nutritive préparée au paravent, En position retournée, on laisse incuber à 28°C. Pendant sept jours (**Oulbachir, 2010**).

**e).Lecture des résultats**

Après 7 jours, examiner successivement chaque boîte en lumière transmise et en lumière rasante à l'œil nu ou à l'aide d'une loupe, compter le nombre de colonies développées par boîte et déterminer pour chaque dilution la moyenne des 3 boîtes puis calculer le nombre de germes par gramme de sol (**Oulbachir, 2010**).

**Calcul du nombre de germes par gramme de sol (N)**

$N =$  La moyenne des colonies développées dans les trois boîtes  $\times$  inverse de la dilution  $\times$  coefficient de sécheresse  $\times 10/ 1$  g de sol.

Coefficient de sécheresse =  $1 / (1 - \text{Taux d'humidité})$ .

# ***CHAPITRE II***

***Résultats et discussions.***

### II.1. Caractérisation physico-chimiques du sol amendé (T2)

Les résultats dégagés de cette étude (*tableau N°02*), révèlent que :

- Le **pH (eau)** de nos sols est supérieur au **pH (Kcl)**, (**7,27**), et le **pH (eau)** s'avère neutre (**7,32**), donc il représente un milieu favorable pour l'activité des certains microorganismes (**Faugier, 2010**).
- Le résultat obtenu de l'analyse de la conductivité électrique du sol T2 enregistre une valeur de **0.1 dS. m<sup>-1</sup>**, donc c'est un sol non salé (**Durand, 1983**).
- Le calcaire total est de **19,4%**, le calcaire actif est de **10,5%** alors le sol étudié est moyennement calcaire (**ITA, 1977**).
- Le sol T2 à un taux d'humidité égal à **12,77 %**, cette faible valeur peut être due à la période de prélèvement coïncidant à une période de sécheresse (09/02 /2022), en général, la capacité de rétention d'eau d'un volume de sol augmente avec la quantité d'argile et de limon qu'il contient (**Brabant, 1991**).
- la densité apparente du T2 est de **1,35 g.cm<sup>-3</sup>**, cette faible valeur traduit que le sol étudié a une bonne structure (**Grosbollet, 2008**).

**Tableau N°02:** Caractéristiques physicochimiques du sol amendé (T2)

Caractéristiques	Valeurs
Profondeur	0 – 20 cm
pH (eau)	7,32
pH Kcl	7,27
CE (dS.m <sup>-1</sup> )	0,1
Calcaire Total (%)	19,4
Calcaire Actif(%)	10,5
Humidité (%)	12,77
Densité apparente (g.cm <sup>-3</sup> )	1,35
Matière organique (%)	2,203

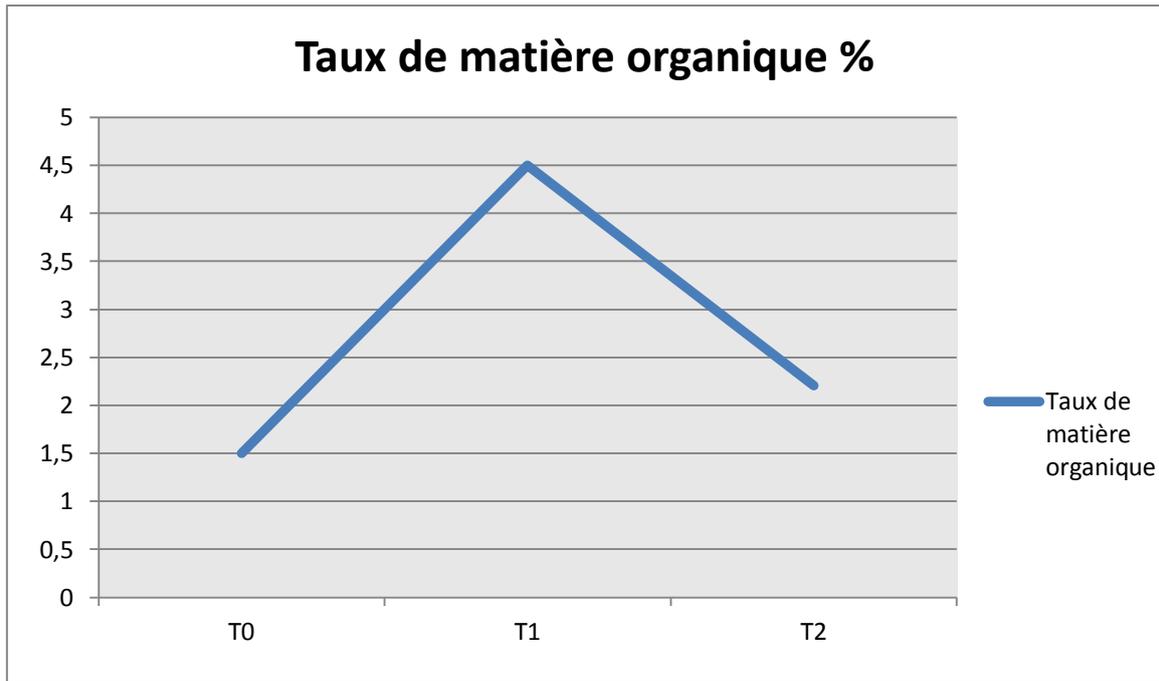
## II.2. Variations de la matière organique

Les résultats obtenus indiquent que l'application d'amendements organiques améliore considérablement la matière organique. Par conséquent, (Samreen et al, 2017) indique également que l'apport organique tel que le fumier de ferme a un effet significatif sur la teneur en carbone organique (COS) du sol. Cependant, la variation de ces paramètres modifie considérablement la densité de la population microbienne du sol (Koull et Halilat, 2016), ce qui, selon Bernoux et Chevallier, (2013), la MOS est essentielle à l'activité biologique: c'est la principale source d'énergie et de nutriments pour les organismes du sol. De plus, le taux de MOS est un indice important pour mesurer le niveau de fonctionnement et la qualité du sol, et une approche importante pour comprendre la fertilité du sol (Jingzhe et al, 2017).

D'après la *figure N°04*, on constate qu'au temps T0, le sol a une valeur inférieure à 2% de matière organique. Comme l'indique le *tableau N°10 (annexe III)*, c'est un sol pauvre en matière organique. Néanmoins, on constate que le sol amendé T1 qui a un stock de MO plus élevé que celui du sol témoin à T0, présente une valeur supérieure ou égale à 4% donc c'est un sol riche en matière organique et pour le T2 possède une valeur égale à 2,203% alors c'est un sol moyennement riche en matière organique. Qui provient probablement des apports ultérieurs qui consistent en des apports d'amendements organiques à base de fumiers.

D'après la *figure N°04*, on constate une légère diminution de la matière organique du sol amendé au temps T2 par rapport au T1, ce qui pourrait s'expliquer probablement par les conditions climatiques défavorables à savoir : la sécheresse, l'absence de la culture, et le processus de minéralisation qui est une sorte de perte organique.

IL s'avère que les pratiques d'amendement organique présentent un effet bénéfique pour le stockage du carbone et la teneur en matière organique du sol, elles ont également des avantages économiques et agronomiques (amélioration de la fertilité du sol) (Peltre et al, 2012 ; Cardinael et al, 2015 ; Derrien et al, 2016), nous déduisons que l'augmentation importante des stocks de carbone organique du sol résulte principalement de l'apport de la matière organique.

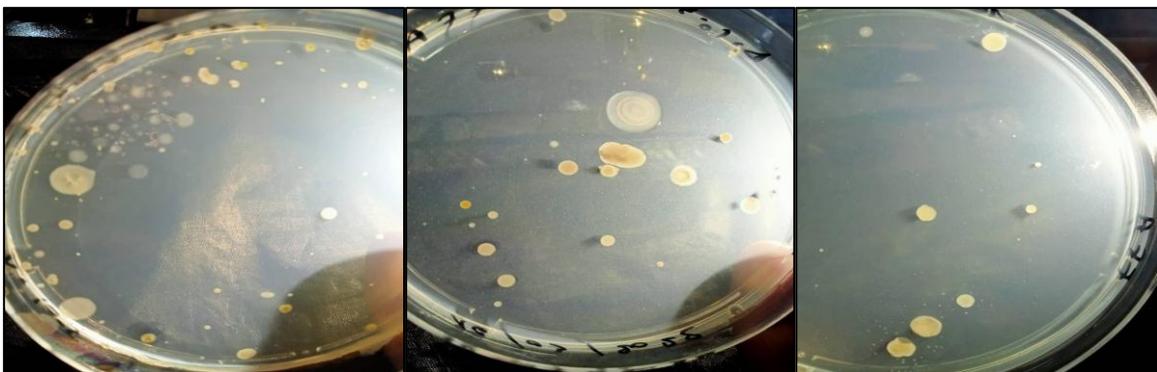


**Figure N°04:** Variations du taux de la matière organique du sol en fonction du temps.

### II.3. Caractérisation microbiologique du sol

#### II.3.1. Evaluation du taux des bactéries aérobies

D'après les résultats obtenus (*photo N°12*), on remarque que le taux des bactéries aérobies est relativement faible ( $4,83 \times 10^7$  germe/g de sol) par rapport aux azotobacters qui peut s'expliquer probablement par les conditions non favorables.

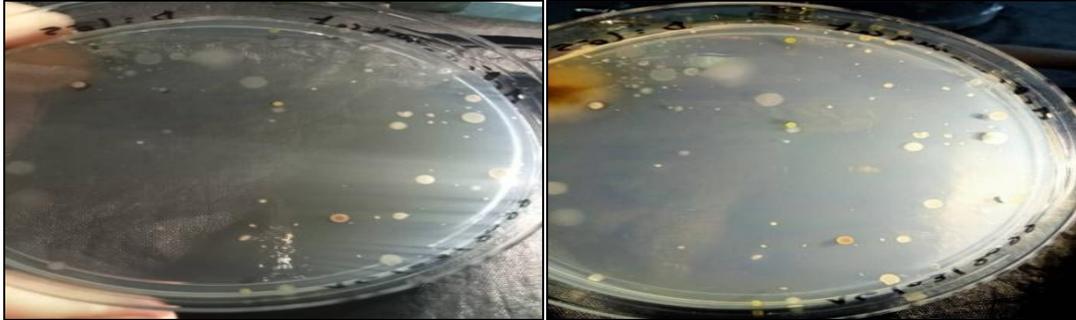


**Photo N°12 :** Aspect macroscopique des colonies des bactéries aérobies

### II.3.2. Evaluation du taux des actinomycètes

En ce qui concerne les valeurs relatives des actinomycètes (*photo N°13*), on remarque une baisse par rapport à celle des bactéries aérobies.

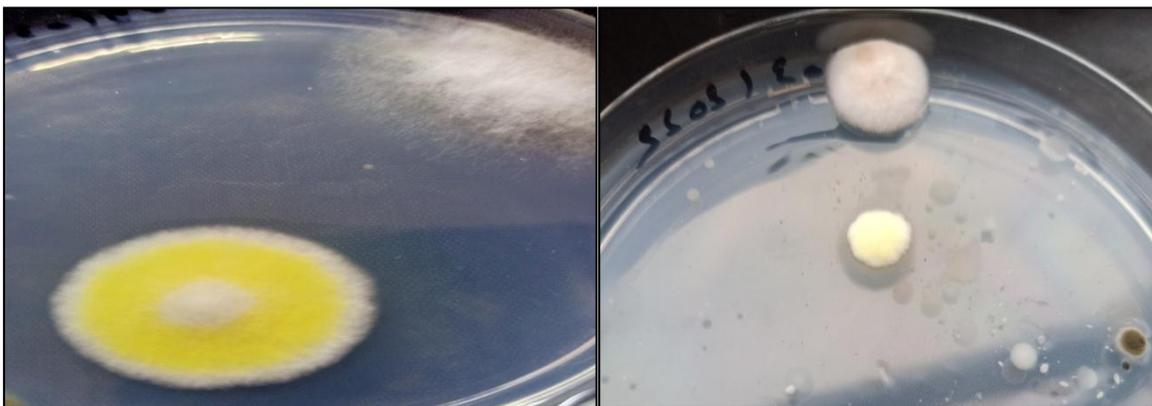
Le nombre des actinomycètes est ( $2,58 \times 10^7$  germe/g de sol) dans notre sol, le taux enregistré est faible ce peut être dû à leurs faibles pouvoir de multiplication (**Bedjadj, 2011**).



**Photo N°13:** Aspect macroscopique des colonies d'actinomycètes

### II.3.3. Evaluation du taux des champignons

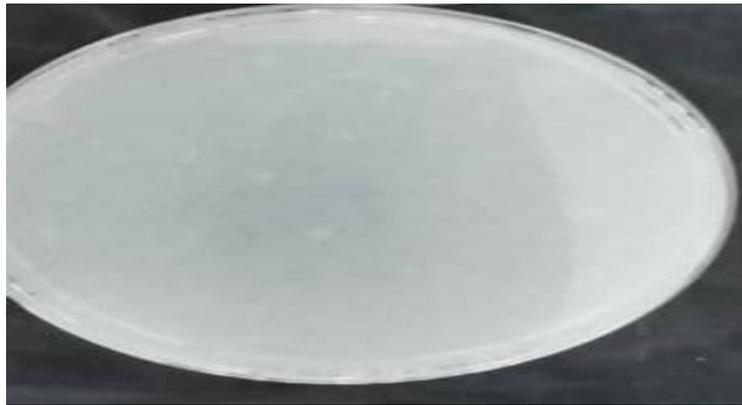
Les résultats enregistrés (*photo N°14*), montrent que le nombre de champignons est faible ( $1,79 \times 10^7$  germe/g de sol) et moins important que celui des bactéries et des actinomycètes dans le sol. Selon **Prescott et al. (2010)**, la majorité des bactéries et des protistes sont neutrophiles et la plupart des champignons préfèrent un milieu acide, aux environs de pH 4 à 6. Le pH de nos sols est neutre ce qui explique la faible densité des champignons par rapport aux autres microorganismes.



**Photo N°14:** Aspect macroscopique des colonies des champignons

### II.3.4. Evaluation du taux des azotobacters

En ce qui concerne les valeurs relatives des Azotobacters (*photo N°15*), leur taux est de l'ordre de ( $6680 \times 10^7$  germe /g de sol), une forte augmentation a été observée par rapport aux autres micro-organismes, et cela peut être dû à la présence des conditions écologiques et édaphiques appropriées pour leur prolifération dans le sol ce qui relève de l'écologie microbienne de ces germes (Oulbachir. 2010).



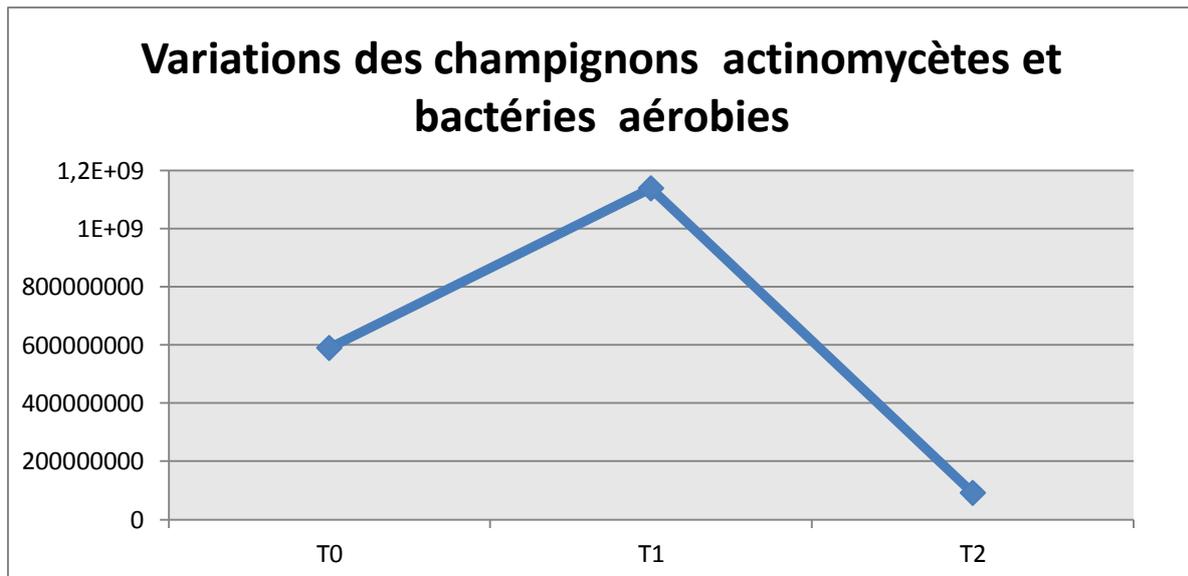
**Photo N°15:** Aspect macroscopique des colonies des azotobacters

### II.4. Etude évolutive de la biomasse microbienne totale du sol

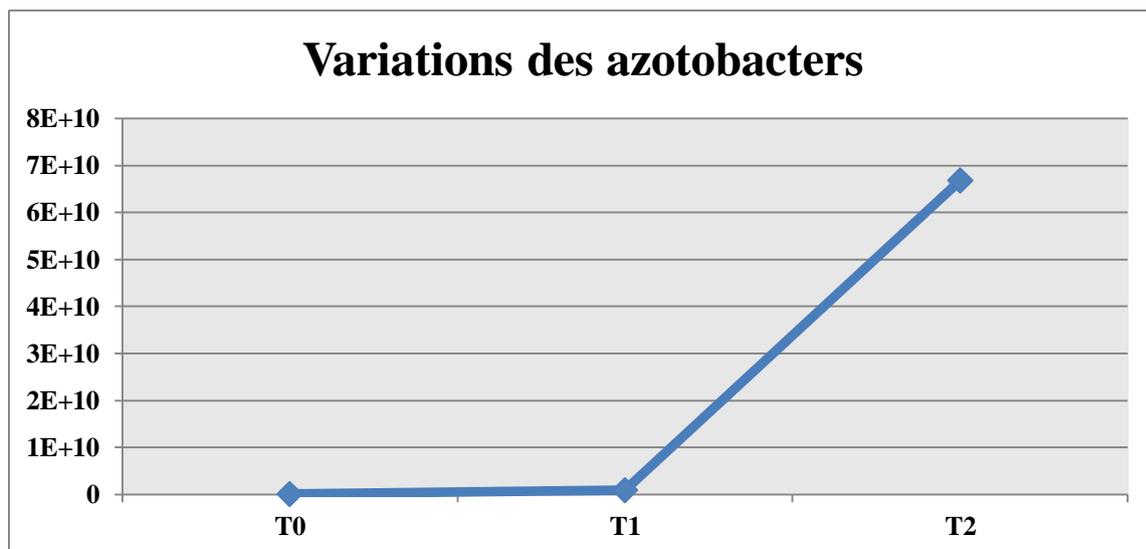
Pour mettre en relief nos résultats expérimentaux concernant l'évolution de la densité microbienne au cours du temps, nous avons élaboré des courbes évolutives présentées par les *figures N° 05 & 06* en nous basant sur les résultats illustrés dans le *tableau N°03*.

**Tableau N°03 :** Evaluation microbiologique du sol amendé en fonction du temps.

Germes Temps	Bactéries Aérobies/g de sol	Actinomycètes/g de sol	Azotobacters/g de sol	Champignons/g de sol
T0	$22,1 \times 10^7$	$11,2 \times 10^7$	$25,7 \times 10^7$	$11,1 \times 10^7$
T1	$50 \times 10^7$	$24 \times 10^7$	$40 \times 10^7$	$90 \times 10^7$
T2	$4,83 \times 10^7$	$2,58 \times 10^7$	$6680 \times 10^7$	$1,79 \times 10^7$



**Figure N° 05:** Variation des champignons, actinomycètes et bactéries aérobies en fonction du temps.



**Figure N°06:** Variation des azotobacters en fonction du temps

Selon la *figure N°05 & Tableau N°03*, on s'aperçoit que les résultats obtenus montrent que les fluctuations de la somme de la densité microbienne ; champignons , bactéries aérobies et actinomycètes prend la même allure décroissante dont , champignons (en T0 :  $11,1 \times 10^7$  germe /g de sol , T1 :  $90 \times 10^7$  germe /g de sol et T2 :  $1,79 \times 10^7$  germe /g de sol), actinomycètes (en T0 :  $11,2 \times 10^7$  germe /g de sol T1:  $24 \times 10^7$  germe /g de sol, T2 :

$2,58 \times 10^7$  germe /g de sol) et bactéries aérobies (en T0 :  $22,1 \times 10^7$  germe /g de sol, T1:  $50 \times 10^7$  germe /g de sol , T2:  $4,83 \times 10^7$  germe /g de sol).

En temps T2, cette baisse de la densité microbienne peut se traduire probablement par un phénomène de minéralisation de la matière organique, et par l'inhibition de l'activité microbienne dû peut être à une immobilisation de l'azote.

Contrairement aux azotobacters *figure N°06 & Tableau N°03*, les résultats enregistrés indiquent une augmentation drastique en temps T2 qui est très nette comparativement aux temps T0 et T1 ceci peut s'expliquer par des conditions favorables à leur développement ce qui ressort également de leur écologie microbienne et peut être même à des conditions extrinsèques à s'avoir l'histoire du sol entre T1 et T2.

*Conclusion*

*Générale*

## CONCLUSIONS.

---

Pour l'agriculture avenir en Algérie notamment en régions arides et semi-arides, la gestion des sols peut raisonnablement être considérée comme la base d'une stratégie gagnante qu'autorisent les modes de gestion des cultures dans la mesure où il a été démontré à grande échelle qu'ils assurent par ailleurs la viabilité et la durabilité de l'exploitation agricole en protégeant le sol de la dégradation physique, chimique et biologique.

Les résultats de cette investigation ont permis de préciser les interactions entre l'évolution de la matière organique apportée et ses impacts sur le fonctionnement biologique du sol pour cela, notre étude a permis de montrer l'incidence des amendements organiques sur les variations de la biomasse microbienne d'un sol amendé par le fumier de chevaux (T2) puis comparer nos résultats avec ceux trouvés par **Benouadah** 2019 et qui correspondent au T1 afin d'évaluer le comportement des microorganismes vis-à-vis des amendements organiques au cours du temps.

Les résultats comparatifs ont montré qu'au temps T1, le sol était riche en matière organique, ce qui a traduit une bonne prolifération de la biomasse microbienne. Quant au temps T2, on a constaté qu'il y a une forte diminution de la densité microbienne, et cela peut être dû à l'absence de la culture, d'une part, et l'épuisement de la matière organique et sa perte par minéralisation secondaire, d'autre part qui a engendré une inhibition de l'activité biologique par immobilisation d'azote. De même que l'interaction des facteurs climatiques qui ont coïncidé dans notre étude avec une période de sécheresse et de hautes températures qui peuvent être considéré comme facteur limitant.

On conclut donc ; que les amendements organiques ont un rôle très important dans la protection et le développement de nos ressources naturelles, étant donné qu'ils constituent le premier remède à la perte de fertilité du sol et la diminution de son capital organique dans les zones semi-arides.

Les modifications des propriétés biologiques du sol entraînent une diminution de la productivité et du rendement agricole. Par conséquent, il est recommandé d'utiliser des amendements organiques à des fins biotechnologiques pour améliorer et préserver l'état de fertilité biologique, physique, et chimique du sol, par les techniques de valorisation et de recyclage des déchets organiques en vue d'un développement durable et préservateur par voie biologique.

*Références*

*bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

---

- ❖ **Ait Abderrahim, S. (2016).** Effet de la qualité des résidus de récoltes sur le stock organique et la densité microbienne des sols Cas de la région de Sebaine. Mémoire de Mestre. Algérie : Université Ibn Khaldoun , Tiaret .P. 28-39.
- ❖ **Baize, D, (2000).** Guide des analyses en pédologie .2<sup>ème</sup> .Editions INRA. Paris .P.257.
- ❖ **Bedjadj, S. (2011).** Contribution à l'étude des caractéristiques microbiologiques des sols dans la région dz Ouargla (Cas de l'exploitation de l'université de Ouargla).Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques, option mise en valeur des sols sahariens. Université Kasdi Merbah Ouargla.P.06-07-14-37-59.
- ❖ **Benouadah, S. (2021).** Évolution et dynamique de la matière organique du sol sous conditions semi-arides « région de Tiaret ».Thèse de Doctorat LMD en Sciences agronomique Spécialité Protection de l'Agroenvironnement Sciences du sol. Université IbnKhaldoun.
- ❖ **Benseghir, A. (2006).** Contribution à l'étude de l'état nutritionnel par la méthode du diagnostic foliaire de trois variétés d'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) en zone aride (Commune de Doucen, W. Biskra). Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie, option cultures pérennes. Université de Biskra. P : 22- 43.
- ❖ **Bernoux, M .et chevallier, T. (2013) .**Le carbone dans les zones sèches .Des fonctions multiples indispensables .Les dossiers thématiques du **CSFD**. Agropolis international.P.1-44.
- ❖ **Brabant, P. (1991).** Le sol des forêts claires du Cameroun: exemple d'étude d'un site représentatif en vue de la cartographie des sols et de l'évaluation des terres. Tome1. Editions **ORSTOM**. Paris. P .533.
- ❖ **Cardinael, R., Chevallier, T., Barthès, B.J., Saby, N.P.A., Parent T., Dupraz, C. et Chenu, C(2015).**Impact of alley cropping agroforestry on stocks, forms and spatial. Distribution of soil organic carbon - a case study in a Mediterranean context. *Geoderma*. P.259–260, 288–299.
- ❖ **Dari. (2013).**Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides, exemple d'un sol salé sous deux types de cultures. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en sciences agronomiques, option mise en valeur des sols sahariens. Université Kasdi Merbah Ouargla. P. 03- 34-53- 53.
- ❖ **Derrien, D., Dignac, M.F., Basile-Doelsch, I., Barot, S., Cécillon, L., Chenu, C., Chevallier, T.,Freschet, G.T., Garnier, P., Guenet, B., Hedde, M., Klumpp, K.,**

## REFERENCESSBIBLIOGRAPHIQUES.

---

- Lashermes, G., Maron, P.A., Nunan, N., Roumet, C. et Barré, P. (2016). Stocker du C dans les sols : Quels mécanismes, quelles pratiques agricoles, quels indicateurs ? *Étude et Gestion des Sols.*, **23**, 193 – 223.
- ❖ **Dommergues ,Y.(1997).**La biologie des sols, Ed, Que sais-je ?, presse Universitaire France.
  - ❖ **Dridi, B. et Toumi, C. (1999).** Influence des amendements organiques et d'apports de boues sur les propriétés d'un sol cultivé (Influence of organic amendments and sludge inputs on the properties of a cultivated soil). *Etude et Gestion des sols.*P.6-7-14.
  - ❖ **Durand,J.H.(1983).**Les sols irrigables, Etude pédologique .presses Universitaire de France .Editions Agence de Coopération Culturelle et Technique .Paris .P.339.
  - ❖ **Faugiera. (2010) :** Diversité bactérienne des sols : accès aux populations à effectifs minoritaires «the rare biosphère». Mémoire présenté pour l'obtention du grade de docteur .Ecole doctorale électronique, automatique de Lyon. P : 54,173.
  - ❖ **Gael,A. (2002) :** Activités biologiques et fertilité des sols , première édition-octobre 2002.I.T.A.B.
  - ❖ **GIP (Groupement d'intérêt public), (2015).** La matière organique « L'or noir » des sols Bretons. Dossier N°10. Rennes. P .06-14.
  - ❖ **Grosbollet, C. (2008):** Evolution and effects on soil structure of organic matter brought in large quantities. *INRA*. Sagah Angers. Paris.
  - ❖ **ITA. (1977) :** ITA (institut de technologie agricole );(1977). Laboratoire du sol : méthodes d'analyses physiques et chimiques du sol 3<sup>eme</sup> et 4<sup>eme</sup> année. Mostaganem. P.78.
  - ❖ **Jingzhe, w., Tashpolat, t.,Jianli, d., Dong, z., Wei, l. et Fei, w. (2017).**Quantitative Estimation of Organic Matter Content in Arid Soil Using Vis-NIR Spectroscopy Preprocessed by Fractional Derivative. *Journal of Spectroscopy.* P. 1-9.
  - ❖ **Jones, A., Breuning-Madsen, H., Brossard, M., Dampha, A., Deckers, J., Dewitte, O., Gallali, T., Hallett, S., Jones, R., Kilasara, M., Le Roux, P., Micheli, E., Montanarella,L.,Spaargaren,O., Thiombiano,L., Van Ranst ,E.,Yemefack,M. et ZougmoreR., (eds ).(2013) .soil Atlas of Africa .European Commission , Publication Office of the European Union ,Luxembourg .P.141.**
  - ❖ **Koull, N. et Halilat, M.T. (2016).** Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). *Etude et Gestion des Sols* .**23**.P. 915-923.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

---

- ❖ **Lal, R. (2004).** Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. **123**. P. 1-22.
- ❖ **Lal, R. (2006).** Enhancing crop yields in the developing countries through restoration of the soil organic carbon pool in agricultural lands. *Land Degrad. Dev.*, **17**. P. 197-209.
- ❖ **Lampurlanes, J., Angas, P. et Cantero-Martinez, C. (2001).** Root growth, soil water content and yield of barley under different tillage systems on two soils in semiarid conditions. *Field Crops Res.*, **69**, P.27-40..
- ❖ **Leguillou C., 2011.** Effets combinés de la qualité des résidus de culture et de la disponibilité en azote minérale sur la stabilisation de la structure du sol par la science de l'environnement option sciences agronomiques , agroalimentaires horticoles et du paysage .Universités européenne de Bretagne P.03.125.
- ❖ **Lemaire, F., Dartigues A., Charpentier, S., Rivière L.M., Morel, P., (2003).** Cultures en pots et conteneurs : principes agronomiques et applications. 2<sup>ème</sup> édition INRA. Paris. P.232.
- ❖ **Mohammad, W., Shah, Z., Shah, S.M. et Iqbal, M.M. (2003).** Wheat yield, fertilizer N utilization and water use efficiency as influenced by tillage and P levels under rainfed conditions. *Pak. J. Soil Sci.*, **22**(1). P. 11-18.
- ❖ **Montoroi, J.P., (1997).** Etude et gestion des sols. Conductivité électrique de la solution du sol et d'extraits aqueux de sol : application à un sol sulfaté acide salé de Basse-Casamance (Sénégal). Article scientifique 4, (4). Editions AFES. Montpellier. P: 279-298.
- ❖ **Noumeur, S. R.(2008) .** Biodégradation du 2,4- dichlorophénol par le microbiote tellurique de la région de hamla (batna). magister en Microbiologie appliquée et biotechnologies microbiennes. université Mentouri CONSTANTINE Faculté des sciences de la nature et de la vie. P.03.
- ❖ **Oulbachir, K. (2010).**Écologie microbienne des sols sous différents compartiments granulométriques et différents stades bioclimatiques. Thèse de Doctorat. Algérie: Université d'Oran .P :40- 50-72.
- ❖ **Peltre, C., Christensen, B.T., Dragon, S., Icard, C., Kätterer, T. et Houot, S. (2012).** Roth C simulation of carbon accumulation in soil after repeated application of widely different organic amendments .*Soil Biology & Biochemistry* .**52**.P.49-60.
- ❖ **Pochon, J. et Tardieux, M. (1962).** Technique d'analyse en microbiologie du sol, Coll. Tech. de base, Paris, Ed de la tourelle. P .111.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

---

- ❖ **Pousset J. (2002).** Engrais verts et fertilité des sols. 2eme Edition. Agridécisions. Paris. P. 305.
- ❖ **Prescott, L. M., Sherwood L.M, Woolverton C.J, Harley J.P, Klein D.A. et Willey ,A. (2010).** Microbiologie. 3<sup>ème</sup> Ed De Boeck .Paris.P:120.
- ❖ **Renouf, V., Lonvaud, A. et Strehaiano , P. (2010).** Microbiologie du vin : Bases fondamentales et applications. Ed TEC & DOC, Lavoisier, Paris. P : 366.
- ❖ **Samreen, S., Zahir, S. et Wisal, M. (2017).** Impact of organic amendments on soil carbon sequestration, water use efficiency and yield of irrigated wheat. Biotechnol. Agron. Soc. Environ « BASE », **21**(1),P. 36- 49
- ❖ **Siboukeur, A. (2013).** Assessment of the fertilizing value of different types of manure. Mémoire de Master. Algérie: Université Kasdi Merbah, Ouargla. P. 15-45.
- ❖ **Tahani, A. (2009).** Regard sur des expériences en Algérie et en Egypte. Perspective des politiques agricoles en Afrique du Nord. Article scientifique. Options. Méditerranéennes. B.64. P144-172.
- ❖ **Van De Kerchove, V., Chabaliér ,P.F., Saint Macary, H. (2006).** Guide de la fertilisation organique à la Réunion .Edition CIRAD. La Réunion .P.302.

# **Annexes**

**I.1. Composition des milieux de cultures solides des différents germes microbiens****1. Actinomycètes :****Tableau N°04:** Milieu de culture pour les Actinomycètes.

Produits	Quantités
Saccharose	10 g
Glutamate de Na	10 g
$K_2HPO_4$ ou $Na_2HPO_4$	01 g
Gélose ou l'Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

**2. Champignons (milieu CZA pek)****Tableau N°05:** Milieu de culture pour les champignons.

Produits	Quantités
$NaNO_3$	03g
$K_2HPO_4$	01g
$MgSO_4$	0,5g
Kcl	0,5
Saccharose	30g
Gélose ou l'Agar	15g
Eau distillée	1000ml

**3. Azotobacters (milieu Ashby)****Tableau N°06:** Milieu de culture pour les Azotobacters.

Produits	Quantités
Glucose	10g
$K_2HPO_4$	0,2g
$MgSO_4$	0,2g
$K_2SO_4$	0,1g
$CaCO_3$	05g
Gélose ou l'Agar	15g
Eau distillée	1000ml

**4. Bactéries aérobies****Tableau N°07:** Milieu de culture pour les bactéries aérobies

<b>Produits</b>	<b>Quantités</b>
Glucose ou saccharose	10g
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> ou Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	0,5g
MgSO <sub>4</sub>	0,2g
Glutamate de Na	1,5g
CaCO <sub>3</sub>	0,2g
Gélose ou l'Agar	15g
Eau distillée	1000ml

## **ANNEXE II : Rappel sur la caractérisation physico-chimiques du sol témoin à T0.**

Les résultats obtenus (*tableau N°08*) par **Benouadah** le 30/11/2018, ont démontré que le sol témoin (T0) à un pH modérément neutre. Il est moyennement calcaire et non salé. Sa teneur en matière organique est relativement faible.

**Tableau N°08:** Caractérisation physicochimiques du sol témoin à T0

<b>Caractéristiques</b>	<b>Valeurs</b>
<b>Profondeur</b>	<b>0-20 cm</b>
<b>pH (1 :5)</b>	<b>7,25</b>
<b>CE (1 :5)</b>	<b>0,10 dS.m<sup>-1</sup></b>
<b>Matière Organique</b>	<b>1,5 %</b>
<b>Calcaire total (CaCO3)</b>	<b>24%</b>
<b>Calcaire actif</b>	<b>10%</b>

**Tableau N°09:** Le pH du sol.

<b>PH</b>	<3,5	3,5_4,2	4,2_5	5_6,5	6,5_7,5	7,5_8,7	>8,7
<b>Classe</b>	Hyper acide	Très acide	Acide	Faiblement acide	Neutre	Basique	Très basique

(Baize ,2000 )

**Tableau N° 10:** La matière organique.

<b>Taux de la matière organique (%)</b>	<b>Sol</b>
<1	Très pauvre
1à2	Pauvre
2à4	Moyenne
>4	Riche

(ITA,1977)

**Tableau N°11:** Classes de la qualité des sols selon leur CE.

<b>Classe</b>	<b>CE (dS/m) à 25°C</b>	<b>Qualité des sols</b>	<b>Effet sur le rendement</b>
<b>Classe I</b>	0 à 0,5	non salé	Négligeable
<b>Classe II</b>	0,5 à 1	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel
<b>Classe III</b>	1 à 2	salé	Diminution du rendement de la plupart des cultures
<b>Classe IV</b>	2 à 4	très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendement satisfaisant
<b>Classe V</b>	Plus de 4	extrêmement salé	Seules quelques cultures donnent des rendements satisfaisants

(Durand, 1983)

Tableau N°12: Le calcaire total.

CaCO <sub>3</sub> total (%)	Sol
< 5	Légèrement pourvu en CaCO <sub>3</sub>
5 à 10	Peu calcaire
10 à 25	Moyennement calcaire
25 à 50	Notablement calcaire
> 50	Fortement calcaire

(ITA, 1977)

## Résumé

Cette étude a pour objectifs de suivre les variations de la biomasse microbienne d'un sol sous matière organique apportée afin de comparer nos résultats (T2 : 09/02/2022) avec ceux trouvés antérieurement (T1 : 12/02/2019), sachant que l'essai expérimental a été mis en place le 30/11/2018 (T0) à l'institut technique des grandes cultures de la région de Sebaine, Wilaya de Tiaret. Les résultats des analyses microbiologiques (0 -20 cm) ont montré que le recensement total des groupes microbiens les plus importants, notamment (bactéries aérobies, champignons, actinomycètes), a enregistré une diminution significative au temps T2 par rapport au temps T1 ou la biomasse microbienne était très importante, cette baisse de la densité microbienne peut se traduire probablement par un phénomène de minéralisation de la matière organique, et par l'inhibition de l'activité microbienne dû peut être à une immobilisation de l'azote. Contrairement aux azotobacters, les résultats enregistrés indiquent une augmentation drastique au temps T2 très nette comparativement aux temps T0 et T1 ceci peut s'expliquer par des conditions favorables à leur développement ce qui ressort également de leur écologie microbienne et peut être même à des conditions extrinsèques à s'avoir l'histoire du sol entre T1 et T2. Nous pouvons conclure que les amendements organiques, les aléas climatiques, la présence ou l'absence de la culture peuvent influencer la biomasse microbienne du sol et, par conséquent sa fertilité et sa productivité.

**Mots clés :** Biomasse microbienne, amendements organiques, conditions climatique, culture.

## الملخص

تهدف هذه الدراسة إلى رصد اختلافات الكتلة الحيوية الميكروبية في ظل المادة العضوية المضافة للتربة فيالزمن 2 (09/02/2022) وإجراء مقارنة مع النتائج المحصل عليها في الزمن 1 (12/02/2019) مع العلم أن التجربة تم إنشاؤها في الزمن 0 بتاريخ (30/11/2018) في المعهد التقني للزراعات الواسعة منطقة سبعين ولاية تيارت. بينت التحليلات الميكروبيولوجية أن العدد الإجمالي لأهم الكائنات الحية على وجه الخصوص (البكتيريا الهوائية الفطريات والفطريات الشعاعية) سجلت انخفاضا كبيرا في الزمن 2 مقارنة بالزمن 1 حيث كانت الكتلة الميكروبية عالية جدا، يمكن ترجمة هذا الانخفاض إلى تمعدن المادة العضوية، وتثبيط النشاط الميكروبي نتيجة تجميد النيتروجين، على عكس الأزوتوبا كتر بحيث تشير النتائج المسجلة إلى زيادة كبيرة في الزمن 2 واضحة جدا مقارنة بالزمن 0 والزمين 1 وهذا يمكن تفسيره من خلال الظروف المواتية لتطورها والتي تكشف عن بيئتها الميكروبية أيضا للظروف الخارجية بتاريخ التربة بين الزمنين 1 و 2، يمكننا أن نستنتج أن التعديلات العضوية والمخاطر المناخية ووجود أو انعدام الزراعة يمكن أن تؤثر على الكثافة الميكروبية للتربة وبالتالي تؤثر على خصوبتها وإنتاجيتها .

**الكلمات المفتاحية :** الكتلة الحيوية الميكروبية، التعديلات العضوية، ظروف المناخ، الزراعة.