



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire Nsérie:.....  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي  
Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا

Département de Biologie

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Biodiversité et environnement

### THEME

**Contribution à l'étude de évolution d'un sol sableux  
améliore avec bio-charbon d'origine végétal dans la région  
d'El-oued**

Présenté Par :

M<sup>elle</sup>. CHEMSA Yousra

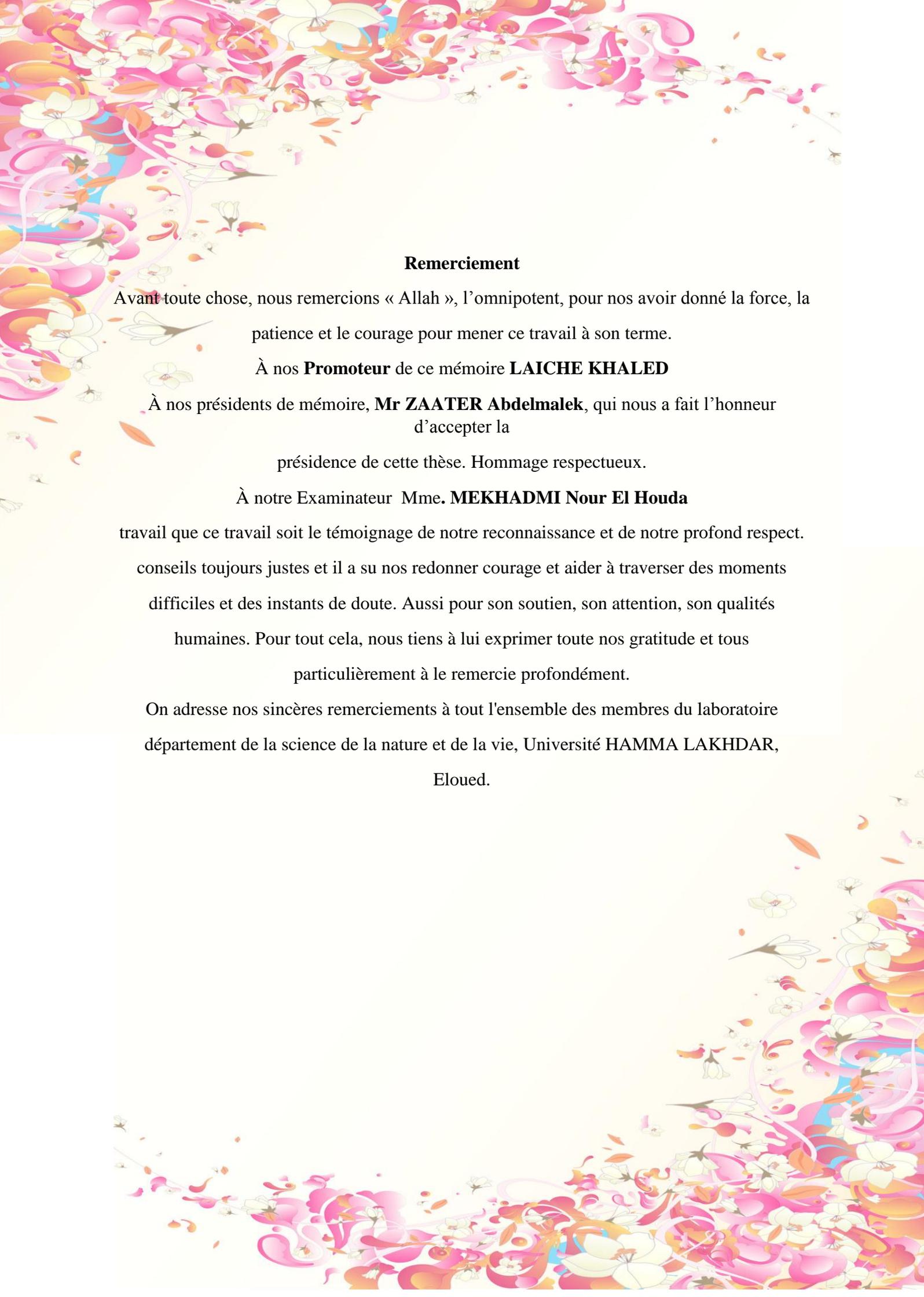
Devant le jury composé de :

Président : M<sup>r</sup>. ZAATER Abdelmalek M.A.A, Université d'El Oued

Examineur : M<sup>me</sup>.MEKHADMI Nour El Houda M.A.A, Université d'El Oued

Promoteur : M<sup>r</sup>. LAICHE Khaled M.A.A, Université d'El Oued

Année universitaire 2018/2019



## Remerciement

Avant toute chose, nous remercions « Allah », l'omnipotent, pour nos avoir donné la force, la patience et le courage pour mener ce travail à son terme.

À nos **Promoteur** de ce mémoire **LAICHE KHALED**

À nos présidents de mémoire, **Mr ZAATER Abdelmalek**, qui nous a fait l'honneur d'accepter la

présidence de cette thèse. Hommage respectueux.

À notre Examineur Mme. **MEKHADMI Nour El Houda**

travail que ce travail soit le témoignage de notre reconnaissance et de notre profond respect.

conseils toujours justes et il a su nos redonner courage et aider à traverser des moments

difficiles et des instants de doute. Aussi pour son soutien, son attention, son qualités

humaines. Pour tout cela, nous tiens à lui exprimer toute nos gratitude et tous

particulièrement à le remercie profondément.

On adresse nos sincères remerciements à tout l'ensemble des membres du laboratoire département de la science de la nature et de la vie, Université HAMMA LAKHDAR,

Eloued.

## Dédicace

Je m'incline devant Dieu Tout-Puissant qui avec m'a ouvert le savoir et aidé à la franchir

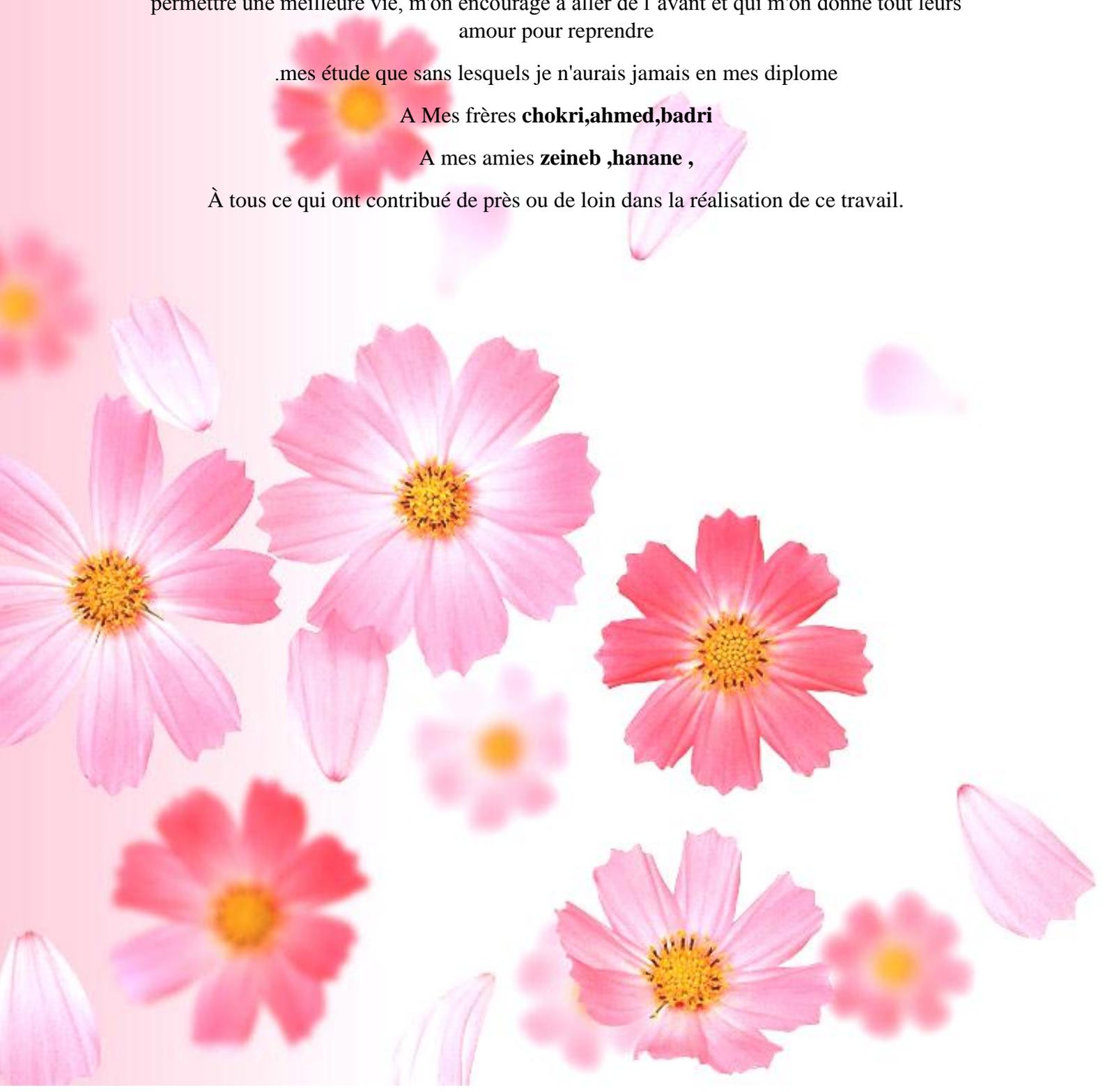
Je dédie ce mémoire à mon père et ma mère pour les efforts qu'ils ont fournis pour me permettre une meilleure vie, m'on encourage à aller de l'avant et qui m'on donné tout leurs amour pour reprendre

.mes étude que sans lesquels je n'aurais jamais en mes diplome

A Mes frères **chokri,ahmed,badri**

A mes amies **zeineb ,hanane ,**

À tous ce qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.





## Liste de figures

<b>Figure 01:</b> Situation Géographique de la Wilaya d 'El-Oued. ....	7
<b>Figure 02.</b> Coupe hydrogéologique des aquifères du Sahara septentrionale .....	9
<b>Figure 03.</b> Situation hydrogéologique de l'aquifère de la région du Souf.....	10
<b>Figure 04 :</b> la forme de texture du Sol sableux .....	19
<b>Figure 05 :</b> Terra Prêta .....	26
<b>Figure 06:</b> Bio-charbon vu au microscope.....	27
<b>Figure 07:</b> Résidus d'écorce Bio-charbon produit a 700 C° .....	28
<b>Figure 08 :</b> caractéristiques du Bio-charbon .....	29
<b>Figure09 :</b> Biomasse microbienne .....	32
<b>Figure 10 :</b> Effet du bio-charbon sur les émissions de gaz à effet de serre Dioxyde de carbone (CO2). ....	33
<b>Figure 11:</b> Localisation de Site Expérimental.....	40
<b>Figure 12 :</b> Production de Bio-Charbon.....	42
<b>Figure 13 :</b> Schéma du Protocole Expérimental .....	43
<b>Figure 14:</b> Grelinette .....	44
<b>Figure 15:</b> la Terre après la préparation du sol .....	45
<b>Figure 16 :</b> Appareil de mesure du pH du sol .....	46
<b>Figure 17:</b> boîte et Test de D'infiltration.....	45
<b>Figure 18:</b> Teste D'activité Biologique .....	49
<b>Figure 19:</b> Dilutions Décimales de Solution du Sol .....	50
<b>Figure 20 :</b> Histogramme Représentant les Résultats de Mesurer de l'humidité. ....	55
<b>Figure 21 :</b> Mesurer le pH du sol matin .....	56
<b>Figure 22 :</b> Mesurer le pH du sol le soir .....	56
<b>FIGURE 23 :</b> Dosage Ammoniums Après l'Expérience .....	57
<b>Figure 24 :</b> Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol Dosage des phosphates (PO4 3- ) .....	58

<b>Figure 25 :</b> Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol Dosage du potassium ( $K^+$ ) .....	59
<b>Figure 26:</b> Teste d'Activité Biologique .....	60
<b>Figure 27 :</b> Pourcentage de Germination .....	62
<b>Figure 28 :</b> teste de germination d'orge variété "Tichedreet" dans le pot pétré .....	63
<b>Figure 29:</b> Stade Tallage .....	64
<b>Figure 30 :</b> Stade Montaison .....	65
<b>Figure 31:</b> Stade de formation et maturation des l'épiaison.....	66

## Liste de tableaux

<b>Tableau 01:</b> Caractérisation au Champ de la Variété de Orge Expérimentée .....	41
<b>Tableau 02 :</b> Test de filtration.....	54
<b>Tableau 03 :</b> dénombrement des colonies des bactériennes.....	61
<b>Tableau 04 :</b> Dénombrement des Souches Fongiques .....	61
<b>Tableau 05:</b> Longueur des épis .....	66

## Liste d'abréviation

Biochar: Bio-charbon

C: Carbone

CEC : Capacité échange cationique.

DSA : Direction des Services Agricole.

FAO : Food and Agricultural Organisation (Organisation des Nations Unies Pour L'Alimentation et l'Agriculture).

G/g. s. s : germes par gramme du sol sec

GN : Gélose nutritive

cm : Centimètre

CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone

M : Mètre

m<sup>2</sup> : Mètre carré

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

MO : Matière organique

N : Azote

ONS : Office National de Statistique

PDA : Milieu d'extrait de pommes de terre, de dextrose et d'agar

S : Second

T : Traitement

UFC : Unité formant colonie.

PH : Potentiel hydrogène

PO<sub>4</sub><sup>-3</sup> :Phosphate.

NH<sub>4</sub><sup>+</sup> : Ammonium

NO<sub>3</sub><sup>-</sup> : Nitrate

K<sup>+</sup> :potassium

## Liste de matières

sommaire	
Remerciement	
Dédicace	
Liste de figures	
Liste de tableaux	
Liste d'abréviation	
Liste de matières	
Introduction Générale	1
<b>Partie I Synthèse bibliographique</b>	
<b>Chapitre I Etude de la Région d'El-Oued</b>	
I.1 Situation Géographique	7
I.2 Informations générales sur la Wilaya d'El-Oued Aspect générale	8
I.2.1 Situation démographique	8
I.2.2 Aspect Administratif	8
I.2.3 Situation économique	8
I.3 Le Relief	8
I.3.1 Caractéristiques du Relief du souf	8
I.4 Pédologie du Sol	9
I.5 Le Cadre hydrogéologique	9
I.6 Caractéristiques climatiques	10
I.7 L'Agriculture de la région d'el oued	11
I.7.1 La situation agricole actuelle	11
I.8 Principaux problèmes agricoles	12
Conclusion de Chapitre I	15
<b>Chapitre II Caractéristique Agro écologique du Sol Sableux</b>	
II.1. Les caractéristiques Physique du Sol	19
II.1.1. La texture du Sol sableux	19
II.1.2 .L'humidité du sol	20
II.1.3. Température	20
II.2. Les caractéristique chimiques	20
II.2.1 pH du sol	20
II.2.2 .Salinité du sol sableux	21
II.3 .Caractéristique biologique du sol sableux	21
II.3.1. Les microorganismes du sol sableux	21
II.3.1.1 Microflore du sol sableux	21
II.3.1.2 Bactéries	21
II.3.1.3. Champignons	22
II.3.1.4 Les algues	22
Conclusion de chapitre II	23
<b>Chapitre III Etude des caractéristiques agro-écologiques du bio-charbon</b>	
III.1 Histoire et Archéologie	26
III. 2. Définition et caractéristiques physico-chimiques du bio-charbon	27
III .2.1 . Définition du Bio-charbon	27
III .2.2 caractéristiques de Bio-charbon	29

III.3. Effet agro – écologique du bio-charbon	29
III.3.1 Effet agronomique, amendement au sols	29
III.3.1.1 Effet physique sur le sol	29
III.3.1.2 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Chimique du Sol	30
III.3.1.3 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol	31
III.2. L'Effet du Bio-Charbon sur l'écologie environnementale	32
III.2.1 Effet du bio-charbon sur les émissions de gaz à effet de serre Dioxyde de carbone (CO <sub>2</sub> )	32
Conclusion de chapitre III	34
<b>Partie II Expérimentale</b>	
<b>Chapitre IV Matériel et Méthodes</b>	
IV.1. Site Expérimental	40
IV.2. Matériel utilisé	40
IV.2.1. Culture Test	40
IV.2.2. Bio-Charbon	41
IV.2.4. Engrais appliqué de la dernière année	42
IV.3. Méthodes	42
IV.3.1. Dispositif et Protocole Expérimental	42
IV.3.2. Traitements	43
IV.2.3. Conduite Expérimentale	44
IV.3.4 Les Paramètres Etudiés	45
IV.3.4.1 Analyse Physique	45
IV.3.4.1.1. Test d'infiltration ou Test de Perméabilité	45
IV.3.4.1.2. Mesurer le l'humidité du sol	45
IV.3.5. Analyse Chimique	45
IV.3.6.1 Mesurer le pH du sol	45
IV.3.6.2 Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol	46
IV.3.5.1. Détermination de la nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>+</sup> )	47
IV.3.5.2 Détermination de l'ammonium (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	47
IV.3.5.3 Détermination du phosphate PO <sub>4</sub>	47
IV.3.5.4. Analyse du Potassium	47
IV.3.7 Analyse Biologique	48
IV.3.7.1 test D'activité Microbiologique	48
IV.3.7.2 Analyse Microbiologique	49
IV.3.7.2.1 Méthode de Numération des Microflores	49
IV.3.7.2.2 Préparation des Dilutions Décimales de Solution du Sol	49
IV.3.8 Les Paramètres de Développement et de Production de l'orge	50
IV.3.8.1 Le Pourcentage de Germination	50
IV.3.8.2 Paramètres Biométriques	51
Conclusion du Chapitre IV	52
<b>Chapitre V Résultat et Discussion</b>	
V.1 L'effet du Bio-charbon sur les Propriétés du Sol Sableux.	54
V.1.1 L'effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Physiques du Sol Sableux.	54
V.1.1.1 Test d'Infiltration.	54

V.1.1.2 Résultat Mesurer de l'humidité	55
V.1.2 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Chimique du Sol Sableux	55
V.1.2.1 Résulta de Mesurer le pH du sol.	55
V.1.2.2 Dosage des Nitrates et des Ammoniums Après l'Expérience	57
V.1.2.3 Dosage des phosphates (PO <sub>4</sub> 3- )	58
V.1.2.4 Dosage des potassium (K+ )	59
V.2 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol	60
V.2.1 Test d'Activité Microbiologique	60
V.2.2 L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes	60
V.3. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement et de Production de l'orge au Niveau l'Expérimentation	62
V.3.1 L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement	62
V.3.1.1 Pourcentage de Germination	62
V.3.1.2 Stade 2 à 3 Feuilles	63
V.3.1.3 StadeTallage	63
V.3.1.4. StadeMontaison	64
V.2.1.5 Stadel'épiaison	65
V.2.1.5.1 Formation et Maturation des épis	65
V.2.1.5.2 Longueur des épis	66
V.2.1.5.3 Récapitulatif des Résultats et interprétations	67
Conclusion du chapitre V	68
Conclusion générale	70
Référence bibliographique	72
Annexes	81

# **Introduction générale**

## Introduction Générale

À la lumière des changements climatiques globaux, la communauté scientifique recherche des solutions pour atténuer l'impact humain sur l'environnement. Une réduction des émissions de gaz à effet de serre est essentielle pour éviter la limite supérieure maximale d'une augmentation de 2 ° C convenue à la 21e Conférence des Parties (COP-21)(Burgeon, 2017) Les températures élevées entraînées par ce réchauffement diminueront les rendements des cultures utiles. C'est ainsi que le changement climatique devient une réelle menace pour la sécurité alimentaire au niveau mondial.(**CHABANE, 2012**)

Les sols jouent un rôle essentiel dans le cycle du carbone et représentent plus des deux tiers des stocks de carbone des écosystèmes terrestres (**Lal, 2004**).

De plus, le carbone organique est responsable de la qualité du sol et de la formation d'agrégats dans le sol (**An et al., 2010**).

Au cours des cent dernières années, un milliard d'hectares de terres fertiles, se sont littéralement volatilisés. Et l'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) s'inquiète de l'avenir des surfaces restantes. Dans un rapport de 650 pages, publié à l'occasion de la clôture de l'Année internationale des sols, elle constate qu'un tiers des terres arables de la planète sont plus ou moins menacées de disparaître.

Partout dans le monde, l'agriculture reste le secteur économique le plus sensible aux effets négatifs du changement climatique.

En Algérie, et selon les différents scénarios, le réchauffement climatique a engendré des effets négatifs plus importants qu'ailleurs. Si au niveau mondial la hausse des températures au XXème siècle a été de l'ordre de 0,74°C, celle sur l'Algérie s'est située entre 1,5° et 2°C, soit plus du double de la hausse moyenne planétaire.(**BENYOUCEF, 2015**).

Le secteur agricole sera toujours le plus durement affecté vu que des parts importantes des ressources hydriques lui sont consacrées.

En 2000, les ressources en eau prélevées ont été estimées à 6,074 km<sup>3</sup>, dont 3,938 km<sup>3</sup> destinés à l'irrigation (65 %), 1,335 km<sup>3</sup> aux usages domestiques (22 %) et 0,801km<sup>3</sup> à l'industrie (13 %). À l'horizon 2020, cette tendance ne devrait que peu fléchir et l'usage total dédié à l'agriculture sera aussi important que celui d'aujourd'hui, ce qui devrait accentuer les pressions sur la demande totale en eau dans le pays.(**CHABANE, 2012**)

Les conséquences du réchauffement planétaire, la dégradation des conditions physiques de l'agriculture, la baisse des ressources hydriques, les inégalités de développement sont des éléments qui indiquent que l'avenir de la sécurité alimentaire en Algérie semble plus que menacé.

L'agriculture algérienne évolue dans un cadre naturel avec des caractéristiques géographiques extrêmes. Même si les facteurs physiques et climatiques restent des causes majeures dans la médiocrité de l'activité agricole, les résultats décevants de l'agriculture depuis l'indépendance ne peuvent être justifiés, néanmoins, uniquement par la dureté de ces conditions naturelles. **(CHABANE, 2012)**

Ces conditions naturelles difficiles compliquent la tâche de l'activité agricole pour assurer sa mission et malgré l'amélioration relative des productions agricoles, la situation alimentaire du pays reste très vulnérable,.

A peine 30 % des terres algériennes sont arables. Le développement de l'agriculture algérienne ne passera donc que par une meilleure exploitation des terres arables disponibles et une meilleure économie de l'eau et ce pour augmenter les rendements. Produire plus sur les mêmes superficies est donc le défi qui reste à réaliser pour l'agriculture algérienne. **(BENYOUCEF, 2015)**

Le Sahara algérien, soit 80% du territoire national. présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux, sols peu évolués, **(Dubost 1991)**.

Ces terre semble prometteuse pour le développement agricole et la sécurité alimentaire du pays malgré leur limite écologique.

Les sols des régions arides . sont majoritairement sableux et pauvres en matière organique.

La fertilité des sols est très réduite et ils présentent une faible capacité de rétention en eau.

A ceci, s'ajoute une structure très meuble assez sensible à l'érosion éolienne. Tous ces inconvénients limitent d'une façon considérable la production.

Parmi les régions saharienne a vocation agricole La vallée de Souf constitue à l'heure actuelle le pole agricole le plus prometteur par son activité agricole en augmentation exponentielle. Mais vu les méthodes agricoles employées et la fragilité écologique du milieu nous assistant a l'émergence de problèmes d'ordre agro-techniques sérieux .

- une pollution liée à la dissémination des intrants agricoles que sont les produits phytosanitaires, les engrais minéraux azotés et phosphatés ou encore les effluents d'élevage (**Merhi, 2008**).

culture intensive des terres agricoles au niveau des périmètres irriguées a engendré, depuis quelques années, l'apparition du problème de la pollution des ressources en eau souterraine par l'ion nitrate.

- L'une des pratiques agricoles les plus courantes dans la vallée est l'utilisation permanente des sols pour l'agriculture sans tenir compte du cycle agricole,

l'utilisation croissante d'engrais organiques (résidus d'animaux ou de végétaux) et d'engrais chimiques (azote, phosphates, potasse), qui a eu des effets néfastes sur la santé publique.

tout ce problème d'ordre agro écologique

À cet égard, l'amendement en bio-charbon permettant d'améliorer les propriétés du sol pourrait être une solution afin de réduire ces impacts négatifs.

En effet, l'une des qualités les plus attrayantes du bio-charbon est sans doute son pouvoir de retenir les nutriments et donc d'augmenter la fertilité des sols (**Marchetti ,et al, 2012**), offrant ainsi une meilleure disponibilité des nutriments à la plante (**Xu et al, 2012**)

Une bonne option pour envisager la réduction du lessivage des nutriments du sol est sans contredit l'utilisation du bio-charbon au sein des cultures (**Yao et al, 2012**).

Selon la problématique exposée ci-haut, Ainsi, l'objectif principal de cette étude vise à déterminer l'évolution des sols sableux amendés en bio-charbon pour une culture de l'orge.

Les hypothèses est que l'addition du bio-charbon aux sols permet d'amélioré ces caractéristiques physique, chimiques, biologique et écologique

Pour tous ce qui a précédé nous pouvons émettre des problématiques traduits par les Questions suivantes :

Problématique principale :

Quelle sera l'évolution d'un bio-charbon dans sol sableux sur sous culture de l'orge dans la région d'el-Oued ?

Problématiques secondaires :

Quelles sont les principaux problèmes agro-écologiques dans la région d'El-Oued ?

Quelles sont les propriétés physique, chimique et biologique de sol sableux et dans quelle mesure le bio-charbon pourra améliorer la fertilité du sol sableux de la région étudiée ?

C'est quoi le bio- charbon, ces caractéristiques physico-chimiques et biologique et son effet sur la plante et sur l'environnement?

# **Partie I**

## **Synthèse bibliographique**

# **Chapitre I**

## **Etude de la Région d'El- Oued**

Dans ce chapitre nous allons présenter quelques informations générales sur la région d'El-Oued souf Alors quelle sont les problèmes d'ordre Agro écologiques de la région en question ?

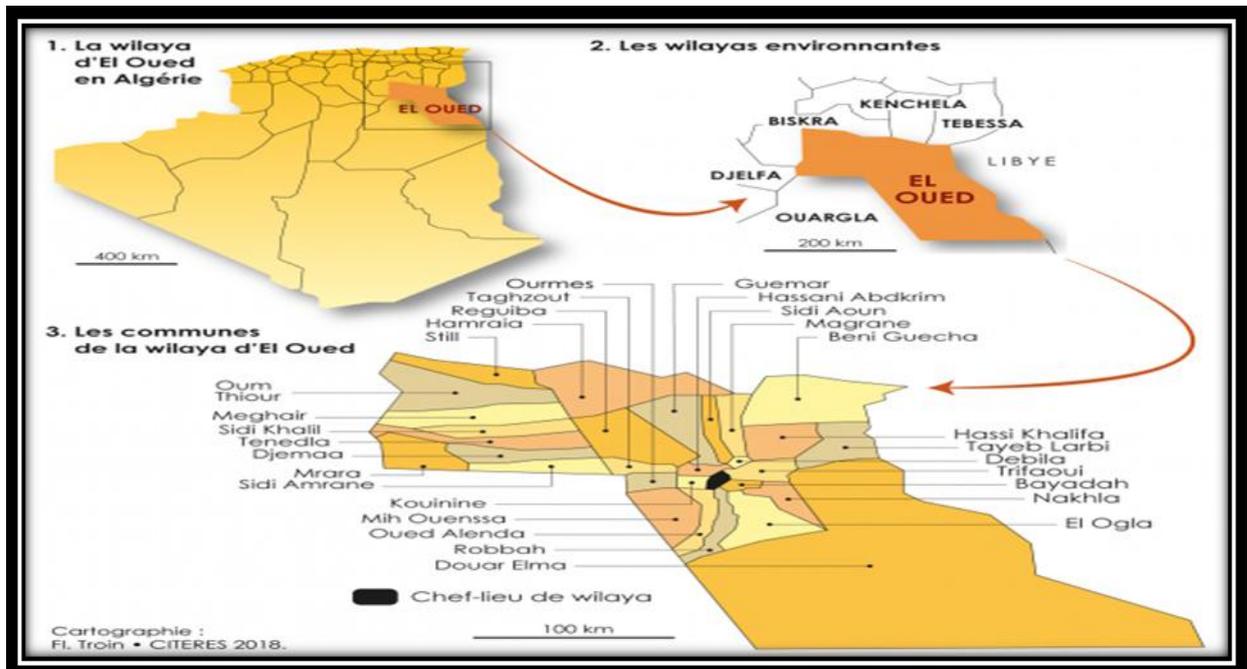
## I.1 Situation Géographique

La région d'Oued-Soufe et située dans le Sahara Algérien., (Salim, 2014) dans située au Sud- Est de L'Algérie, aux confins septentrionaux du Grand Erg Oriental, entre les 33° et 34° de latitude Nord, et les 6° et 8° de Longitude Est., touchant les frontalière tunisienne et libyenne. (Houari , 2009)

La Wilaya D'el Oued a une superficie de 44586.80Km2. ( Andi 2013)La longueur de sa frontalière avec la Tunisie est de 300 Kms environ.Cette immense étendue sablonneuse se trouve, d'une part, à mi-chemin entre la mer méditerranée au Nord et la limite méridionale du Grand-Erg Oriental au Sud.

### La wilaya d'El Oued est délimitée:

- au nord, par les wilayas de Tébessa et Khenchela
- au nord et au nord-ouest par la wilaya de Biskra;
- au sud et au sud-est. par la wilaya de Ouargla
- A l'Est par la Tunisie.Selon l'Agence Nationale de Développement de l'Investissement



**Figure 01:**Situation Géographique de la Wilaya d 'El-Oued.

## **I.2 Informations générales sur la Wilaya d'El-Oued Aspect générale**

### **I.2.1 Situation démographique:**

La Population totale de la wilaya est estimée à 694460 habitants, soit une densité de 12.5habitants par Km<sup>2</sup>. Population: 646 000 habitants. Densité: 14,48 habitant /km<sup>2</sup>. (A.N.D.I 2013)

### **I.2.2 Aspect Administratif :**

La wilaya d'El Oued est composée de 30 communes et 12 Daïras, réparties

### **I.2.3 Situation économique**

La région est caractérisée par une économie agricole liée intimement au palmier dattier. Secteurs porteurs: Agriculture, Industrie et Tourisme. (A.N.D.I 2013) L'agriculture et le commerce représentent les principales activités des habitants de la région. Pomme de terre et quelques cultures maraîchères.

## **I.3 Le Relief**

La configuration du relief de la Wilaya d'El-Oued se caractérise par l'existence de trois grands ensembles à savoir :

**Région du Souf:** Une région sablonneuse en plein Erg oriental qui occupe la totalité du Souf d'Est et du Sud.

**Erg :** Une région sableuse qui occupée 3/4 de la superficie de Souf.

**Oued Righ:** Une forme de plateaux rocheux qui longent à l'Ouest et s'étend vers le Sud. Le relief du site est homogène avec la présence de quelques dunes de sable et de hamada de faible hauteur.

### **I.3.1 Caractéristiques du Relief du souf**

Le relief du Souf, très simple dans sa disposition générale, est caractérisé par les massifs dunaires où prédominent les formes douces. Celles-ci, dont certaines atteignent par endroit 100 m de hauteur, forment des collines de sable en forme de cratères où subsistent, selon la direction des vents dominants, des couloirs propices à la circulation.

## I.4 Pédologie du Sol

Les sols de la région sont diversifiés et se répartissent selon **Halitim (1988)**, en 8 classe de sol, différents surtout par leur texture, leur morphologie et par le niveau et le mode de salinisation. Ils sont caractérisés par la présence d'une nappe phréatique proche de la surface et sont aussi soumis à une salinisation très importante qui hypothèque leur valorisation par l'irrigation (**Gallali, 2004**).

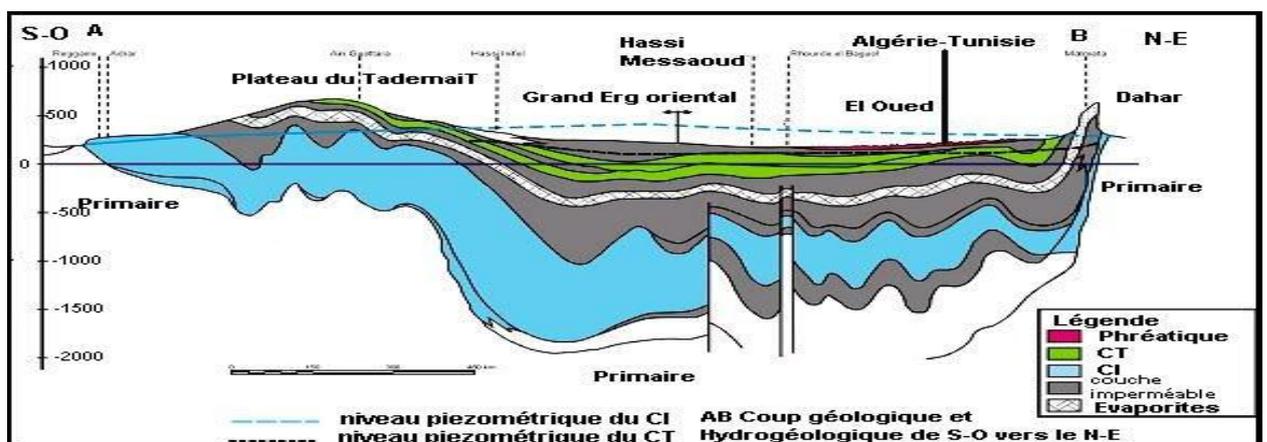
Le sol du Souf prend deux aspects. Le plus dominant est l'ensemble dunaire. Ce sont de grandes accumulations sableuses. La région de Oued Souf est caractérisée par des sols légers, à prédominance sablonneuse, à structure particulière. Ces sols sont connus par de faibles taux de matière organique, une forte salinité, un pH alcalin et une bonne aération (**E.N.A.G.E.O., 1993**).

## I.5 Le Cadre hydrogéologique

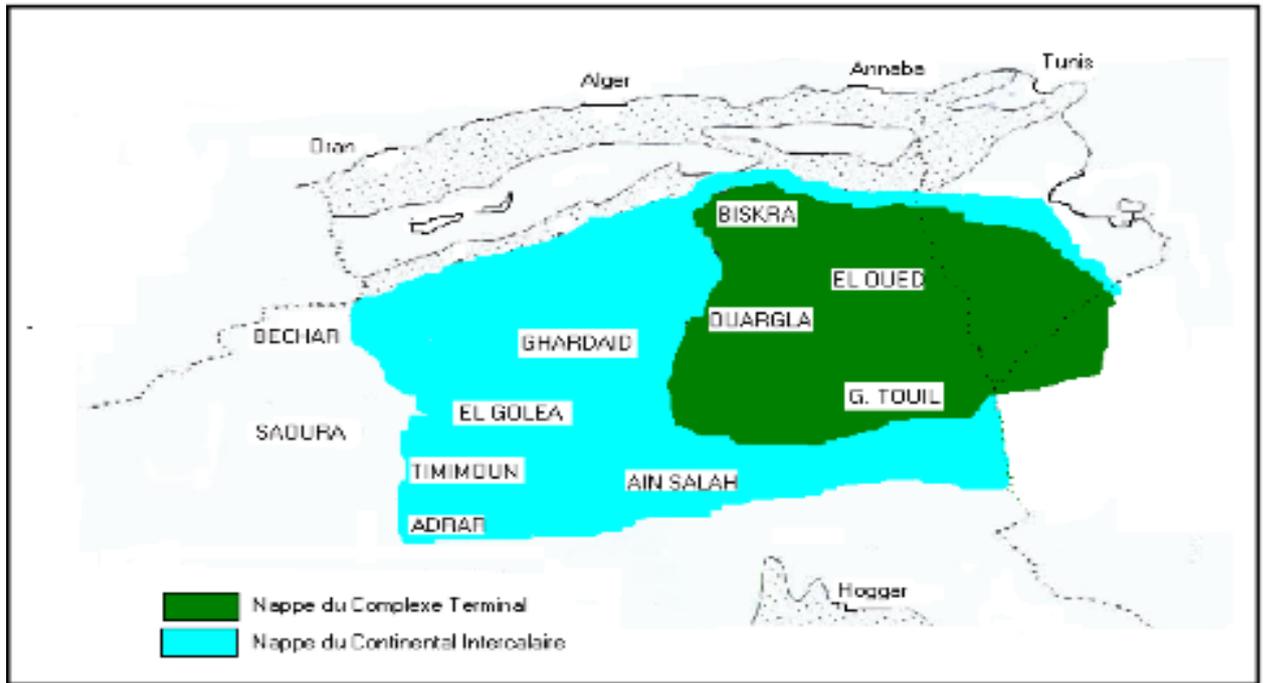
Le système aquifère d'El-Oued est constitué de trois aquifères (Figure 2) et (figure 03) un aquifère libre, et deux aquifères captifs (le complexe terminal (CT) et le continental intercalaire (CI)). L'aquifère libre est constituée de formations quaternaires représentées par les: sable, grès, sable argileux, et l'argile sableuse, alors que le substratum est constitué d'argile. La profondeur du substratum est comprise entre 50 et 90 mètres.

Du point de vue hydrogéologie, la région d'El Oued est représentée par deux systèmes aquifères, à savoir :

Le Complexe Terminal et le Continental Intercalaire. Ces deux systèmes sont surmontés par une nappe libre appelée nappe phréatique.



**Figure 02.** Coupe hydrogéologique des aquifères du Sahara septentrionale (UNESCO, 1972)



**Figure 03.** Situation hydrogéologique de l'aquifère de la région du Souf  
(A.N.R.H., 2008)

## I.6 Caractéristiques climatiques

Le climat joue un rôle essentiel dans la morphologie du relief, sur la végétation, la genèse et le type des sols et sur les activités agricoles.

La région d'El Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique, en hiver la température baisse Au-dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C ; la pluviométrie moyenne varie entre 80 et 100 mm/an (période d'Octobre à février) (A.N.D.I,2013). Le climat dans El-Oued ressemble à celui du Sahara avec la particularité que les nuits sont plus fraîches qu'ailleurs vu la différence de température sentie à travers les grandes étendues de sable.

Aridité, sécheresse de l'air, manque d'eau en surface, irrégularité des précipitations, pauvreté en végétation sont les signes d'un climat désertique partagé aussi par cette région. (Lebsir, 2016).L'aridité et la chaleur sont ses caractères essentiels. Les vents, par l'évaporation qu'ils provoquent, Ajoutent à son aridité.

L'agitation de l'air est souvent provoquée, localement, par les contrastes de températures, qu'aucune humidité n'atténue.(houari , 2009)Les mois d'été sont très chauds, et les températures atteignent 49°C à l'ombre et plus de 50°C .

La couche superficielle du sable frôle les 60°, mais la température diminue notablement avec la Profondeur.

Les variations diurnes sont considérables, et la température chute à la nuit tombante d'une vingtaine de degrés. En revanche, l'hiver est relativement froid tandis que le gel n'est pas rare ; et parfois la température peut descendre au-dessous de 0°, notamment la nuit. (Houari, 2009).

## **I.7 L'Agriculture de la région d'el oued**

### **I.7.1 La situation agricole actuelle**

Selon (DSA) à l'APS. la multiplication de périmètres agricoles a permis, entre 2000 et 2016, d'atteindre une superficie globale de 109 394 hectares (ha) Dès 2010, la mise en œuvre de loi 10-03 portant reconversion de l'exploitation des terres du droit de jouissance permanent en droit de concession a concerné 2 602 agriculteurs sur une surface de plus de 3 200 ha.

Ainsi, ces procédures ont permis l'émergence de 27 862 exploitations, regroupant 28 392 agriculteurs, ayant contribué à la relance et la promotion quantitative et Qualitative Selon la DSA en un an El Oued totalise une production agricole et animale de plus de 180 milliards de dinars réalisés durant la saison Agricole 2015-2016, avec en tête la culture de la pomme de terre avec une récolte de 11,18 millions de quintaux et un rendement de 329 q/ha, représentant 24% de la production nationale et 60% de la production agricole locale estimée à 18 millions de quintaux.

La culture de la pomme de terre occupe une surface de 34.000 ha, concentrée notamment à travers 6 des 18 communes productrices et se taillant 35% de la surface agricole de 95.000 ha exploités à travers la wilaya. Quant à la production de la datte, elle a été marquée par la cueillette de plus de 2,5 millions de quintaux, pour un effectif de 3,8 millions de palmiers productifs couvrant une superficie de 37 000 ha, dont 2,4 millions de palmiers de variété supérieure (Deglet Nour), faisant de la wilaya le deuxième producteur de ce fruit à l'échelle nationale, selon la même source.

La culture d'arachides, expérience en plein essor dans la wilaya, a gagné elle aussi du terrain avec l'intérêt croissant que lui accordent les agriculteurs, pour atteindre aujourd'hui une superficie de 1 670 ha, à travers six communes et une production de plus de 50 000 q, soit un taux de 47% de la production nationale. La wilaya d'El-Oued s'impose aussi en tête des régions productrices de tabac avec une production de 40 000 q, soit 41% de la production

nationale, récoltée sur une superficie globale de 1 680 ha situés principalement dans les régions de Guemmar et Reguiba (nord de la wilaya).

Selon la Chambre de l'agriculture d'El-Oued. La filière s'est si bien développée qu'en 2013 la wilaya est devenue la première région productrice de pommes de terre d'Algérie, avec 24 % des 5 millions de tonnes récoltées dans le pays.

## **I.8 Principaux problèmes agricoles**

Les principales contraintes rencontrées par la wilaya sont naturelles et peuvent être classées en deux types : physiques et climatiques.

**a-** Les contraintes physiques : ces contraintes peuvent intervenir sur le développement agricole

-La région du grand Erg oriental fortement ensablée pouvant atteindre 100 m de hauteur.

-La zone des chotts et des dépressions où les terres sont à très forte salinité, limite la pratique agricole.

-La remontée des eaux de la nappe phréatique et ses répercussions négatives sur les bâtis existants, sur les différents réseaux et même sur les palmiers qui meurent par asphyxie, due à l'excès d'eau.

**b-** Les contraintes climatiques : parmi les plus importantes, nous citerons :

-La faiblesse des précipitations (96.16mm/an) (**O.N.M El-Oued ,2007**)

-La fréquence des vents violents pendant presque toute l'année : Le Sirocco provoque des dégâts très importants (dessèchement, déshydratation). Les vents de sable freinent considérablement l'activité socio-économique et envahissent les cultures.

-Les fortes températures estivales accélèrent le processus d'évaporation (plus de 548.5mm/an) (**O.N.M El-Oued ,2007**) dépassant ainsi les quantités de précipitations reçues en une année, ce qui cause un important déficit en eau .La salinité est parmi les problèmes majeurs qui affectent les sols et les eaux.

Face à la multiplication des projets, les projections pour l'avenir sont alarmantes. » Les études révèlent que Biskra et El Oued sont les régions où la nappe est la plus vulnérable. Avec un doublement de la population entre 2000 et 2030 et en doublant les superficies, de 170 000 ha en 2000 à 340 000 ha en 2050, l'on pourra atteindre 5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau additionnelle prélevée sur la nappe, ce qui accentuera l'écart entre l'offre d'eau disponible et la demande.

Par ailleurs, les rabattements augmentent à la fois le risque de percolation des eaux salées du chott dans la nappe et la salinisation. D'après les données de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), au rythme de l'exploitation actuelle, la nappe risque de disparaître d'ici 50 à 100 ans et toute installation humaine sera ainsi compromise. En fait, une des conséquences environnementales majeures de l'agriculture intensive actuelle est la dégradation de la qualité des eaux.

Cette dernière se traduit, pour les eaux de surface comme pour les eaux souterraines, par une pollution liée à la dissémination des intrants agricoles que sont les produits phytosanitaires, les engrais minéraux azotés et phosphatés ou encore les effluents d'élevage (**Merhi, 2008**).

Dans ce cadre, la région d'Oued Souf qui est considérée actuellement comme l'un des principaux pôles agricole du Sud de l'Algérie, environ 25 tonnes/ha de fumier de volailles sont apportés par les agriculteurs durant la campagne agricole. Par ailleurs, 96016.5 quintaux des engrais chimiques (NPK) sont assurés par l'Etat pour le soutien des agriculteurs de la région dans l'année 2013 (**DSA, 2014**).

A cela s'ajoute, l'emploi exagéré des produits phytosanitaires surtout dans la culture sous serre. Par ailleurs, la mise en culture intensive des terres agricoles au niveau des périmètres irrigués a engendré, depuis quelques années, l'apparition du problème de la pollution des ressources en eau souterraine par l'ion nitrate.

Ce type de pollution se trouve favorisée par certaines caractéristiques écologiques de cette région, notamment la texture sableuse et le faible niveau de la nappe. (**Mehda, 2014** ◊)

L'une des pratiques agricoles les plus courantes dans la vallée est l'utilisation permanente des sols pour l'agriculture sans tenir compte du cycle agricole, qui est un système de séquence ment et de séquençage des cultures dans une zone donnée entre différentes cultures agricoles et est principalement destiné à enrichir le sol en sels minéraux.

Contribuer à réduire le stress de la terre et ensuite augmenter la proportion de la production dans le futur.

Ces dernières années, on savait que la région des SOF produisait des pommes de terre réputées pour leur production abondante par rapport à d'autres cultures saisonnières, mais sa production répétée dans la même parcelle agricole a eu des effets négatifs sur la productivité des terres et leur durabilité pour l'agriculture. Le risque d'engrais et de pesticides sur l'homme, les animaux et le sol.

L'agriculture moderne se caractérise par l'utilisation croissante d'engrais organiques (résidus d'animaux ou de végétaux) et d'engrais chimiques (azote, phosphates, potasse), qui a eu des effets néfastes sur la santé publique.

Lorsque le pesticide est ajouté au sol, des transformations environnementales et biologiques dues à des micro-organismes se produisent dans le sol, ce qui entraîne une modification de sa structure et de ses propriétés, ce qui peut causer des dommages à la santé humaine.

En ce qui concerne les engrais chimiques à usage intensif, les composés du phosphore utilisés dans les engrais sont considérés comme les contaminants les plus importants pour l'eau. L'utilisation intensive des engrais azotés entraîne une augmentation des nitrates dans les eaux souterraines et la contamination des produits à base de papier. Et les composés de nitrozone qui causent le cancer et les tumeurs malignes.**(Bouteraa.2016)**.

## Conclusion de Chapitre I

-La région d'Oued-Souf est située dans le Sahara Algérien présente des problèmes d'ordre agro écologique, comme le phénomène de la remontée des eaux ; la perte de la fertilité, la salinisation, l'acidification, la pollution des nappes

-Souterraines par les nitrates et la dégradation du sol par utilisation des herbicides et des produits phytosanitaires

-L'agriculture et le commerce représentent les principales activités des habitants de la région.

-La configuration du relief de la Wilaya d'El-Oued se caractérise par l'existence de trois grands ensembles à savoir : Région du Souf, Erg, Oued Righ.

-Caractéristiques le Relief du souf Le relief du Souf, est caractérisé par les massifs dunaires où prédominent les formes douces. Celles-ci, dont certaines atteignent par endroit 100 m de hauteur,

-La région d'Oued Souf est caractérisée par des sols légers, à prédominance sablonneuse, à structure particulière. Ces sols sont connus par de faibles taux de matière organique, une forte salinité, un pH alcalin et une bonne Aération

-La région d'El Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique, en hiver la température baisse Au-dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C.

- Les fortes températures estivales accélèrent le processus d'évaporation (plus de 548.5mm/an) dépassant ainsi les quantités de précipitations reçues en une année, ce qui cause un important déficit en eau.

- La salinité est parmi les problèmes majeurs qui affectent les sols et les eaux.

- Biskra et El Oued sont les régions où la nappe est la plus vulnérable. Avec un doublement de la population entre 2000 et 2030 et en doublant les superficies, de 170 000 ha en 2000 à 340 000 ha en 2050,

- augmentent à la fois le risque de percolation des eaux salées du chott dans la nappe et la salinisation. D'après les données de l'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), au rythme de l'exploitation actuelle, la nappe risque de disparaître d'ici 50 à 100 ans et toute installation humaine sera ainsi compromise

- En fait, une des conséquences environnementales majeures de l'agriculture intensive actuelle est la dégradation de la qualité des eaux.

- par une pollution liée à la dissémination des intrants agricoles que sont les produits phytosanitaires, les engrais minéraux azotés et phosphatés ou encore les effluents d'élevage

- l'emploi exagéré des produits phytosanitaires surtout dans la culture sous serre. Par ailleurs, la mise en culture intensive des terres agricoles au niveau des périmètres irriguées a engendré, depuis quelques années, l'apparition du problème de la pollution des ressources en eau souterraine par l'ion nitrate.

- L'une des pratiques agricoles les plus courantes dans la vallée est l'utilisation permanente des sols pour l'agriculture sans tenir compte du cycle agricole,

- L'agriculture moderne se caractérise par l'utilisation croissante d'engrais organiques (résidus d'animaux ou de végétaux) et d'engrais chimiques (azote, phosphates, potasse), qui a eu des effets néfastes sur la santé publique.

- le pesticide est ajouté au sol, des transformations environnementales et biologiques dues à des micro-organismes se produisent dans le sol, ce qui entraîne une modification de sa structure et de ses propriétés, ce qui peut causer des dommages à la santé humaine.

-L'utilisation intensive des engrais azotés entraîne une augmentation des nitrates dans les eaux souterraines et la contamination des produits à base de papier. Et les composés de nitrozone qui causent le cancer et les tumeurs malignes.

## **Chapitre II**

# **Caractéristique Agro écologique du Sol Sableux**

Dans ce chapitre nous allons présenter les caractéristiques les plus importantes des sols sableux ,Alors quelle sont les propriétés physicochimique et biologique des sols sableux ?

Le Sahara algérien, soit 80% du territoire national. Cette vaste étendue est constituée de reliefs sablonneux, de plaines rocailleuses et de deux massifs grands dunaires, le Grand La couverture pédologique au Sahara présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux, sols peu évolués, sols halomorphes et sols hydro morphes (**Dubost 1991**).

Le sol est caractérisé par une texture sableuse à sablo-limoneuse avec une forte perméabilité, structure particulière, un fort degré de salinité et un taux faible de matière organique. Il est caractérisé également par la présence de nappe phréatique proche de la surface (**Khadraoui ,2006**).

La fertilité des sols est très réduite et ils présentent une faible capacité de rétention en eau. A ceci, s'ajoute une structure très meuble assez sensible à l'érosion éolienne.

Tous ces inconvénients limitent d'une façon considérable la production La vallée de Souf est une region aride Les sols des régions arides sont légers, à dominance sableuse et à structure particulière

Ces sols sont pauvres en matières organiques (MOS), le pH est alcalin. On note une faible activité biologique ainsi qu'une assez forte salinité.

Le pourcentage d'argile est faible (souvent inférieur à 5%) ce qui concourt à une faible capacité d'échanges cationiques (**Belal, 2016**)

Les sols sableux sont souvent secs, pauvres en substances nutritives et très drainants. Ils sont peu (ou pas du tout) aptes à transporter l'eau jusqu'aux couches profondes par capillarités.

Par conséquent, le travail des sols sableux au printemps, doit être réduit au minimum pour conserver l'humidité dans le lit de semences.

La capacité des sols sableux à retenir les substances nutritives et l'eau peut être améliorée par un apport de matière organique.

## II.1. Les caractéristiques Physique du Sol

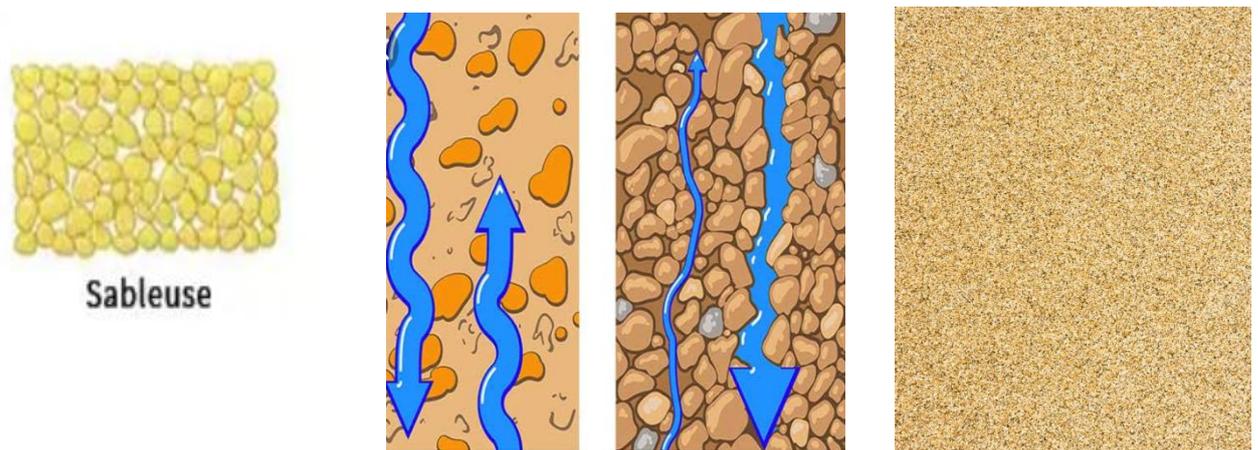
### II.1.1. La texture du Sol sableux

Contient surtout du sable sol très poreux qui ne retient pas l'eau; sèche et se réchauffe en peu de temps.

- Un sol sableux ne peut pas stocker beaucoup d'eau, mais l'absorption est facile et l'eau est évacuée rapidement vers le bas

- ceci peut être un problème car cela occasionne des pertes en nutriments

Structure: Glisse entre les doigts en raison de l'absence de cohésion entre les particules; très sensible à l'érosion par le vent et au lessivage. Les sols sableux sont durs à structurer. La structure se dégrade facilement (il faut de l'activité biologique et des racines)(CETAB).



**Figure 04** : la forme de texture du Sol sableux

Ce sont des sols granuleux, sans structure, qui ne s'agglomèrent pas. Ce sont des sols très perméables à l'eau et à l'air. Ils sont très poreux très faciles à travailler. L'eau ne stagne jamais.

Le sol sableux sèche et se réchauffe facilement. Ils sont très drainants. Ils ne retiennent donc pas l'eau, ni les éléments nutritifs, Il faut donc les amender régulièrement pour qu'ils restent fertiles, notamment parce qu'ils sont facilement lessivés lors des grandes pluies.

La qualité structurale du sol est fortement influencée par la valeur du pouvoir d'oxydoréduction de ce sol. Cette valeur oriente la nature et l'intensité de la population microbienne.

De la formation et de la rupture des agrégats résultant deux actions possible, opposées quant à leurs conséquences:

- L'inclusion des substances organiques à l'intérieur d'un agrégat, le rend temporairement inaccessible aux microorganismes
- La rupture des agrégats par broyage stimule la minéralisation rendue d'autant plus aisée que la dimension des Agrégats est plus grande (**Morel, 1989**).

### **II.1.2 .L'humidité du sol**

Les sols secs ne présentent aucune activité microbienne, mais lorsque l'humidité augmente l'activité des microorganismes Augmente progressivement jusqu' à un maximum puis décroît (**Morel, 1989**).

### **II.1.3.Température**

La température du sol représente, dans les zones arides, un facteur écologique très important qui régit la multiplication des microorganismes dans ces régions (**Sasson, 1967**).

Pour chaque espèce existe un seuil au-dessous du quel l'activité est nulle. Un optimum correspondant à une activité maxima et une limite supérieure au-delà de laquelle la cellule vivante est détruite (température létale).d'une manière générale la plupart des bactéries et actinomycètes ont un développement optimal entre 25 et 40C°, les champignons, leur température optimale se situant aux environs de 26C° (**Morel, 1989**).

## **II.2.Les caractéristique chimiques**

### **II.2.1 pH du sol**

Les sols sableux Contiennent un pH situé au-dessus de 7 ce qui joue considérablement sur la nutrition minérale de la plante.

Le pH est l'abréviation du potentiel Hydrogène. Sur une échelle de 1 à 14, il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité de la terre.

Un sol sableux est neutre lorsque le pH est égal à 7, est alcalin ou basique le pH est supérieur à 7 .

## II.2.2 .Salinité du sol sableux

Le taux de salinité à une grande influence sur l'évolution de la microflore du sol, l'augmentation de la quantité fait diminuer le nombre de microorganismes (**Maameri, 2007**), de tous les processus biologiques, la nitrification est la plus touchée, ainsi que la réduction de la respiration. (**Dellal et al, 1992**).

D'après (**Dommergues et Mangenot, 1970**) les sols salés constituent pour les micro-organismes telluriques, un milieu défavorable.

## II.3 .Caractéristique biologique du sol sableux

### II.3.1.Les microorganismes du sol sableux

Les organismes vivant du sol sont des bactéries, des champignons, des algues, les parties souterraines de la plante saine ainsi que des animaux très variés. Tous participants d'une manière ou d'une autre à la formation et à l'évolution de sol (**Gobat et al, 2003**).

#### II.3.1.1Microflore du sol sableux

Bactéries, actinomycètes, champignons et algues, sont les micro-organismes qui entrent dans la composition du micro biocénoses des sols arides (**Sasson, 1967**).

Les micro-organismes du sol, jouent un rôle fondamental dans les processus importants comme; la régulation des cycles biogéochimiques (azote, carbone, soufre) (**Sasson, 1967**).

#### II.3.1.2 Bactéries

Le degré d'acidité du sol constitue l'un des principaux facteurs limitant, pour les germes qui y sont généralement très sensibles, telles que les bactéries et actinomycètes qui sont plus favorisées par des milieux proches de la neutralité, alors que les champignons s'accommodent de pH bas, C'est-à-dire de sol acides (**Boullard et Moreau ,1962**).

Donc chaque espèce microbienne est active entre des limites qui lui sont propres, avec une valeur optimale.

L'importance de l'activité biologique se justifiée par le rôle de la vie, dans la définition et le maintien des équilibres pédologiques et des caractéristiques physicochimiques. Si l'activité biologique permet de suivre l'état de fertilité d'un sol, elle est en retour fonction des caractéristiques physico-chimiques de celui-ci et de tous les facteurs pouvant les modifier.

Le potentiel d'activité biologique du sol dépend de la matière organique avec laquelle elle est en étroite corrélation (**Thimbiano, Dianou, 1999 in Zombre, 2006**).

Les bactéries sont classées en bactéries autotrophe, utilisation de carbone sous forme minéral, et bactéries hétérotrophes utilisation de carbone sous forme organique (CLEMENT et LOZET, 2011). Elles prolifèrent dans les milieux les plus riches en N et peu acides, un milieu aéré à pH supérieur à 6. Elles sont surtout abondantes autour des racines de certaines plantes (graminées, légumineuses) au sein de la rhizosphère (**Duchaufour, 2001**).

### **II.3.1.3. Champignons**

De toute dimension, les champignons résistent mieux que les bactéries à la sécheresse et à l'acidité. Leur rôle est important dans la dégradation de substances résistantes comme la lignine.

Le champignon peut aussi contracter au niveau des racines des symbioses mycorhizienne, dont les actions peuvent se révéler bénéfiques pour les végétaux (**Morel, 1989**).

### **II.3.1.4 Les algues**

Leur chlorophylle les rend autotrophes (**Soliter, 2005**). Unicellulaire ou en colonies filamenteuses, les algues sont souvent abondantes dans le sol, mais restent localisées à la surface ou dans les larges fissures (**Gobat, 2003**).

Grâce à leur activité photosynthétique, les algues colonisent rapidement les surfaces minérales brutes, dont elles accélèrent l'altération par des substances dissolvantes.

Les algues participent aussi à la cohésion des particules solides à travers la production des polysaccharides extracellulaires (**Gobat, 2003**).

Elles protègent les environnements arides ou désertiques contre l'érosion en formant des croûtes à la surface du sol (**Dommergues et Mangenot, 1978 in Bedjadj 2011**).

Les sols secs ne présentent qu'une activité microbienne faible, mais lorsque l'humidité augmente l'activité de microorganismes. Augmente progressivement jusqu'à un maximum puis décroît (**Morel, 1989**).

## Conclusion de chapitre II

-Le Sahara algérien, soit 80% du territoire national. Présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux, sols peu évolués,

-Le sol est caractérisé par une texture sableuse à sablo-limoneuse avec une forte perméabilité, structure particulière, un fort degré de salinité et un taux faible de matière organique

-La fertilité des sols est très réduite et ils présentent une faible capacité de rétention en eau.

-A ceci, s'ajoute une structure très meuble assez sensible à l'érosion éolienne. Tous ces inconvénients limitent d'une façon considérable la production La vallée de Souf est.

- Les sols sableux sont souvent secs, pauvres en substances nutritives et très drainants.

- Un sol sableux ne peut pas stocker beaucoup d'eau, mais l'absorption est facile et l'eau est évacuée rapidement vers le bas

-Le sol sableux sèchent et réchauffent facilement. Ils sont très drainants. Ils ne retiennent donc pas l'eau, ni les éléments nutritifs, Il faut donc les amender régulièrement pour qu'ils restent fertiles, ceci peut être un problème car cela occasionne des pertes en nutriments

-La température du sol représente, dans les zones arides, un facteur écologique très important qui régit la multiplication des microorganismes dans ces régions.

- les sols salés constituent pour les micro-organismes telluriques, un milieu défavorable

- Le degré d'acidité du sol constitue l'un des principaux facteurs limitant, pour les germes qui y sont généralement très sensibles, telles que les bactéries et actinomycètes qui sont plus favorisées par des milieux proches de la neutralité, alors que les champignons s'accommodent de pH bas, C'est-à-dire de sol acides.

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

- Sil'activité biologique permet de suivre l' état de fertilité d' un sol, elle est en retour fonction des caractéristiques physico-chimiques de celui-ci et de tous les facteurs pouvant les modifier.

## Conclusion de chapitre II

---

- Le potentiel d'activité biologique du sol dépend de la matière organique avec laquelle elle est en étroite corrélation.

- Unicellulaire ou en colonies filamenteuses, les algues sont souvent abondantes dans le sol, mais restent localisées à la Surface ou dans les larges fissures.

- Les algues participent aussi à la cohésion des particules solides à travers la production des polysaccharides extracellulaires.

- les algues protègent les environnements arides ou désertiques contre l'érosion en formant des croûtes à la surface du sol.

Les sols secs ne présentent qu'une activité microbienne faible, mais lorsque l'humidité augmente l'activité de microorganismes. Augmente progressivement jusqu'à un maximum puis décroît .

Pour pallier à tout ce que connaît un tel problème connu sol sableux agro écologique on propose l'incorporation du bio-charbon pour améliorer ces caractéristiques physiques chimiques et biologiques.

**Chapitre III**  
**Etude des caractéristiques**  
**agro-écologiques du bio-**  
**charbon**

### III.1 Histoire et Archéologie

L'origine du bio-charbon proviendrait des pratiques agricoles des habitants d'Amazonie qui incorporaient de grandes quantités de charbon au sol ainsi que des fumiers et autres engrais biologiques pour améliorer les rendements de leurs cultures (Sohi, 2012).

Après plus de 500 années après la fin de ces pratiques agricoles qui ont mené à leur création, les sols noirs d'Amazonie ou *Terra Preta* sont les plus prisés des sols agricoles pour leur excellente fertilité, leur fort contenu en éléments nutritifs (C, N, P, K et Ca), leur bonne capacité d'échange cationique (CEC) et leur capacité à retenir et recycler les éléments nutritifs sur de longues périodes de culture (Laird et al, 2010; Lima et al, 2002; Steiner et al, 2008).

De plus, certains auteurs avancent que l'ajout de charbon de bois dans les sols tropicaux fortement fragilisés améliore les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ces sols (Glaser et al, 2002).

Au XIX<sup>e</sup> siècle la découverte d'un sol noir amazonien, la "terra prêta", très riche en carbone, qui coexiste avec des sols gris sédimentaires pauvres.

Ce sol parfois épais (1 m) est composé d'un mélange de sol en place, de petites particules de charbon de bois, de minéraux de bois et de matière organique humifiée.

Cette fertilité serait due à la présence de carbone en forte proportion (9% de carbone et plus vis-à-vis des sols gris locaux à 5% M.O. et moins). (Michel MUSTIN 2013)

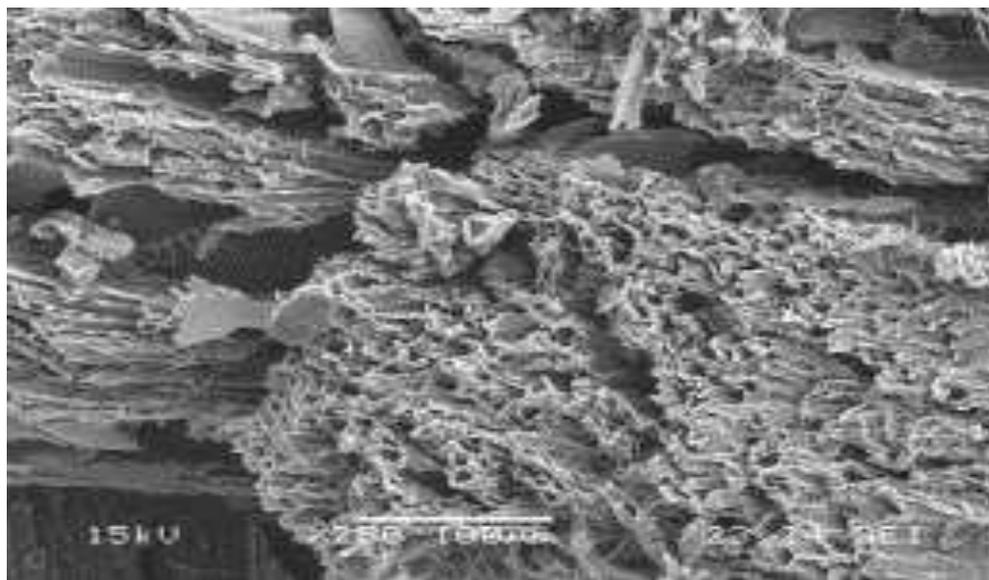


**Figure05 : Terra Prêta**

la terra prêta est surprenante : même les fertilisants chimiques ne peuvent produire trois récoltes successives, et ces terres noires ont conservé leur fertilité pendant des siècles. Une récolte plantée dans la terra prêta peut avoir un rendement jusqu'à quatre fois supérieur à celui de la même récolte plantée dans un sol normal.

De plus, comme l'a décrit Wim Sombroek en 1966, la biomasse semble augmenter dans le sol. Les agriculteurs locaux qui creusent le sol disent que si un carré de terre de 20 centimètres carré est laissé en jachère, il peut doubler sa taille en 20 ans environ. Il semble, sans en être certain, que ce phénomène soit dû à une activité combinée des bactéries et des champignons.

### III. 2. Définition et caractéristiques physico-chimiques du bio-charbon



**Figure 06:** Bio-charbon vu au microscope

#### III .2.1 . Définition du Bio-charbon

Le Bio-charbon est le produit de la pyrolyse de biomasse. La pyrolyse consiste à chauffer de la biomasse à hautes températures en l'absence (0%) d'oxygène. Peut être produit à partir d'une grande variété de matériaux (copeaux de bois, écorce, fumier, résidus organiques).

Le terme 'bio-charbon' est l'abréviation de 'bio-charbon Coal'. Il désigne un charbon d'origine végétale obtenu par pyrolyse de biomasse végétale d'origine diverse, généralement des déchets de scierie ou des résidus agricoles.

Il se présente sous forme de petits fragments noirs, légers et extrêmement poreux. Composé en majeure partie de carbone, sa composition n'est pas exactement définie car elle va dépendre de la nature de la biomasse utilisée et du processus de pyrolyse. Il peut aussi contenir diverses molécules organiques.



**Figure07:** Résidus d'écorce Bio-charbon produit a 700 C°

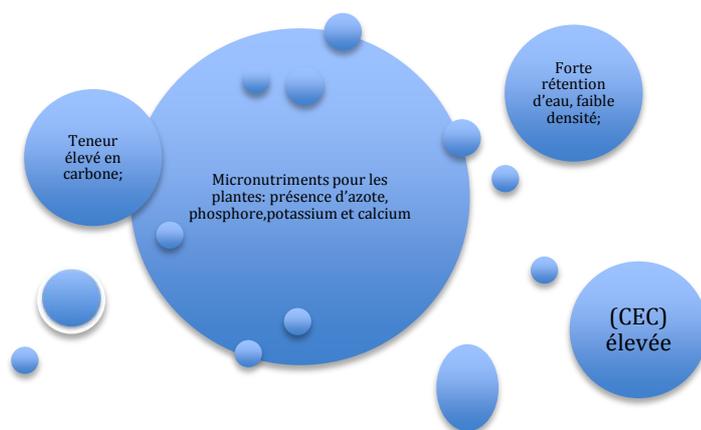
Le bio-charbon est. Le sous-produit de la pyrolyse, une décomposition thermochimique de la matière organique qui se réalise quand de la biomasse est exposée à des températures supérieures à 350°C en l'absence ou très basse concentration d'oxygène (O<sub>2</sub>) (**Lehmann and Joseph, 2009**).

Cependant, il se distingue du charbon et des matières analogues du fait que celui-ci est produit dans le but d'être appliqué dans le sol comme un moyen d'améliorer la fertilité du sol, d'augmenter le stockage de carbone, ou même de favoriser la filtration de l'eau de percolation du sol (**Lehmann et Joseph, 2009**).

La classification du bio-charbon se base sur son processus de production ainsi que l'utilisation qui en est prévue. La décomposition thermique est connue sous le nom de pyrolyse et se déroule sous un environnement pauvre ou nul en oxygène.

Le terme « pyrolyse » est employé d'une part pour un procédé servant à analyser chimiquement le contenu de diverses substances organiques telles la matière organique du sol (**Leinweber et Schulten, 1999**) et d'autre.

## III .2.2 caractéristiques de Bio-charbon



**Figure 08** : caractéristiques du Bio-charbon

## III.3. Effet agro – écologique du bio-charbon

### III.3.1 Effet agronomique, amendement au sols

#### III.3.1.1 Effet physique sur le sol

Le bio-charbon serait du carbone amorphe à structure poreuse, ce qui lui confèrerait des propriétés d'absorption des éléments et de rétention de l'eau.

L'augmentation de la capacité de rétention d'eau dans le sol (jusqu'à +18%)

Le bio-charbon influence profondément aussi les caractéristiques physiques d'un sol tel que : l'épaisseur, la texture, la granulométrie, la porosité, la densité et le niveau de tassement, facteurs qui influencent la disponibilité en eau et en air pour les plantes, l'ouvrabilité du sol, le niveau d'agrégation, la perméabilité, la capacité de rétention des cations, la provision d'habitat pour les microbes ainsi que sa réponse aux fluctuations des températures (Downie et al., 2009).

Grâce à sa nature poreuse le bio-charbon est capable d'améliorer l'aération et la capacité de rétention de l'eau des sols (Chan et al, 2007).leur bonne Capacité d'échange cationique (CEC) et leur capacité à retenir et recycler les éléments nutritifs sur de longues périodes de culture (Laird et al, 2010; Lima et al, 2002; Steiner et al, 2008).

La présence des bio-charbon peut aussi augmenter la Capacité d'Echange Cationique (CEC) du sol (Lehmann et al, 2003; Yuan and Xu, 2012).

### III.3.1.2 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Chimique du Sol

L'amélioration de la rétention des nutriments (+50% d'échanges cationiques) L'accroissement du pH du sol (+ 1 unité pH) utile contre l'acidification.

Le PH du bio-charbon peut varier de 4 à plus de 12 (**Lehmann, 2007**) le pH est bas (acide) pour de basses températures de production, avec une biomasse de départ à basse teneur d'une présence élevée de groupes fonctionnels (**Lopez-Ramon et al, 1999**) (**Lehmann, 2007**).

La teneur en alcalines (hydroxydes et oxydes de Ca, Mg, K and Na) des bio-charbon peut, après ajout aux sols acides, altérer le PH (**Chan and Xu, 2009**) et augmenter la teneur en nutriments.

Après apport aux sols le PH du bio-charbon peut diminuer (biomasse ligneuse) ou augmenter (biomasse herbacée) (**Nguyen and Lehmann, 2009**).

D'autre part, l'ajout de bio-charbon au sol affecte le PH et influence ainsi l'abondance microbienne. Généralement, sous des conditions environnementales similaires, la biomasse microbienne augmente avec une hausse du PH de 3,7 à 8,3 (**Thies et Rillig, 2009**).

Toutefois, les bactéries et les champignons répondent différemment à un changement de pH dans le sol : les bactéries répondent Positivement à une hausse du pH au-delà de 7 tandis que les champignons ne montrent aucun changement significatif dans leur biomasse totale (**Rousk et al, 2010**).

L'effet positif que le bio-charbon a sur les cycles biogéochimiques, augmentation des teneurs en éléments nutritifs disponibles (N, P, Mg, Ca ...)

En effet, une importante teneur en nutriments et le changement du pH ont été observés non seulement dans les sols récemment amendés avec des bio-charbon (**Yuan et al, 2011**) mais aussi dans les sols où le bio-charbon a été présent depuis des millénaires, comme la Terra Preta en Amazonie (**Lehmann et al, 2003**)

La présence des bio-charbon peut aussi augmenter la Capacité d'Echange Cationique (CEC) du sol (**Lehmann et al., 2003; Yuan and Xu, 201**

À cause de la création des groupements fonctionnels à la surface du bio-charbon pendant les processus d'oxydation la CEC continue à augmenter dans le temps (**Cheng et al, 2008a, 2006**).

La capacité d'échange anionique (AEC) est plus élevée, surtout à des PH bas (**Cheng et al, 2008a**).

Les propriétés d'échange ionique du bio-charbon changent une fois qu'il est amendé au sol : la CEC augmente avec le temps à cause de l'augmentation des groupes fonctionnelles

oxygénés sur la surface du bio-charbon tandis que la AEC tend à disparaître (**Cheng et al. 2008a, 2006, Lehmann et al. 2011**).

Au contraire des autres macroéléments, l'ajout des bio-charbon est en général associé avec une réduction de la lixiviation de nitrates et ammonium.

Les nitrates (NO<sub>3</sub>) sont moins lixiviés grâce à une réduction de l'activité de nitrification (**Yang et al, 2015**), et à l'immobilisation de l'azote dans la biomasse microbienne qui augmente grâce à la présence d'une grande quantité de carbone (**Clough et al, 2013, Clough and Condron, 2010**)

L'ammonium est moins lixivié parce qu'il est adsorbé sur la surface du bio-charbon (**Yang et al, 2015**).

L'apport de bio-charbon augmente aussi les stocks d'azote des sols. Même si cet élément est présent sous forme de composés Organiques **hétérocycliques** (**Chan and Xu, 2009**),

### **III .3.1.3 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol**

L'importance de la structure poreuse pour la rétention des microorganismes est suggérée par plusieurs études (Lehmann et al., 2011)

Les bactéries autant que les champignons seraient hypothétiquement protégés contre les prédateurs et les compétiteurs en présence de bio-charbon qui, par sa structure poreuse, permettrait aux microorganismes de se réfugier dans ces pores (**Thies et Rillig, 2009**).

Le bio-charbon serait-il constituerait aussi un support favorable pour les microorganismes du sol. Au Japon, où il existait traditionnellement une incorporation de charbon dans certains sols, des études ont également montré un effet favorable sur le développement des mycorhizes.

Ainsi, l'abondance microbienne serait influencée par l'adhésion bactérienne sur le bio-charbon. Ce phénomène permet d'augmenter l'abondance microbienne (**Lehmann et al, 2011**).

En effet, le bio-charbon peut stimuler l'activité des microorganismes, les mycorhizes et leurs symbioses dans le sol (**Warnock et al, 2007; Steinbeiss et al, 2009**).

Il favorise également l'activité enzymatique et la prolifération des microorganismes par sa grande surface spécifique et sa forte densité en macro et micropores (**Lehmann et al, 2011**).

Il constituerait aussi un support favorable pour les microorganismes du sol. Au Japon, où il existait traditionnellement une incorporation de charbon dans certains sols, des études ont également montré un effet favorable sur le développement des mycorhizes

La bio-charbon influence également l'abondance microbienne en assurant une protection contre la dessiccation.

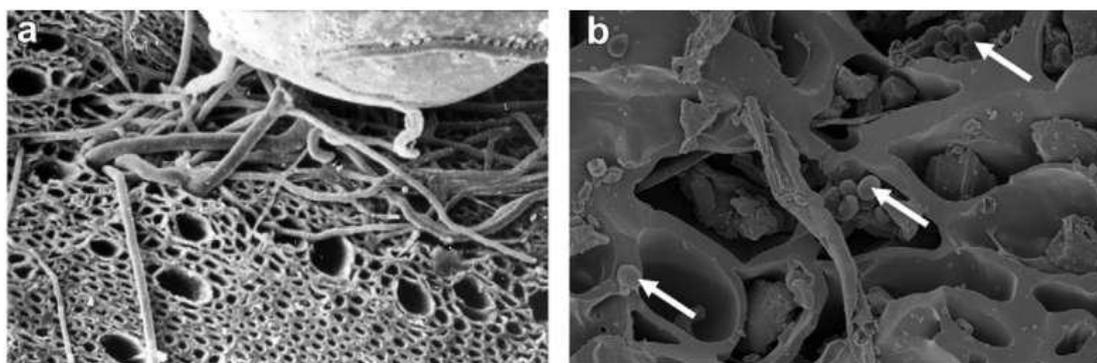
En fait, l'ajout de bio-charbon au sol augmente la capacité de rétention en eau grâce à sa surface poreuse offrant aux microorganismes une hydratation durant des périodes sèches ou à l'intérieur même de sols arides (**Glaser et al, 2002; Liang et al, 2006**).

En effet dans la plus grande partie d'études menées sur ce sujet on a observé une augmentation de la biomasse microbienne ainsi qu'un changement significatif de la composition des communautés et de l'activité enzymatique.

Les changements dans les propriétés physico-chimiques du sol et l'introduction de composés carbonés métaboliquement disponibles par l'addition de bio-charbon peuvent influencer la structure de la communauté microbienne et les fonctions biogéochimiques du sol (Anderson et al., 2011).

Il favorise également l'activité enzymatique et la prolifération des microorganismes par sa grande surface spécifique et sa forte densité en macro et micropores (**Lehmann et al, 2011**).

augmentation de la biomasse microbienne



**Figure09** : Biomasse microbienne

## **III.2. L'Effet du Bio-Charbon sur l'écologie environnementale**

### **III.2.1 Effet du bio-charbon sur les émissions de gaz à effet de serre Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)**

Le bio-charbon est une matière très riche en carbone organisé dans des formes chimiques stables (voir section précédente).

Une fois ajouté au sol il permet donc d'en augmenter le potentiel de stockage du carbone à des échelles de temps plus longues par rapport à d'autres amendements organiques.

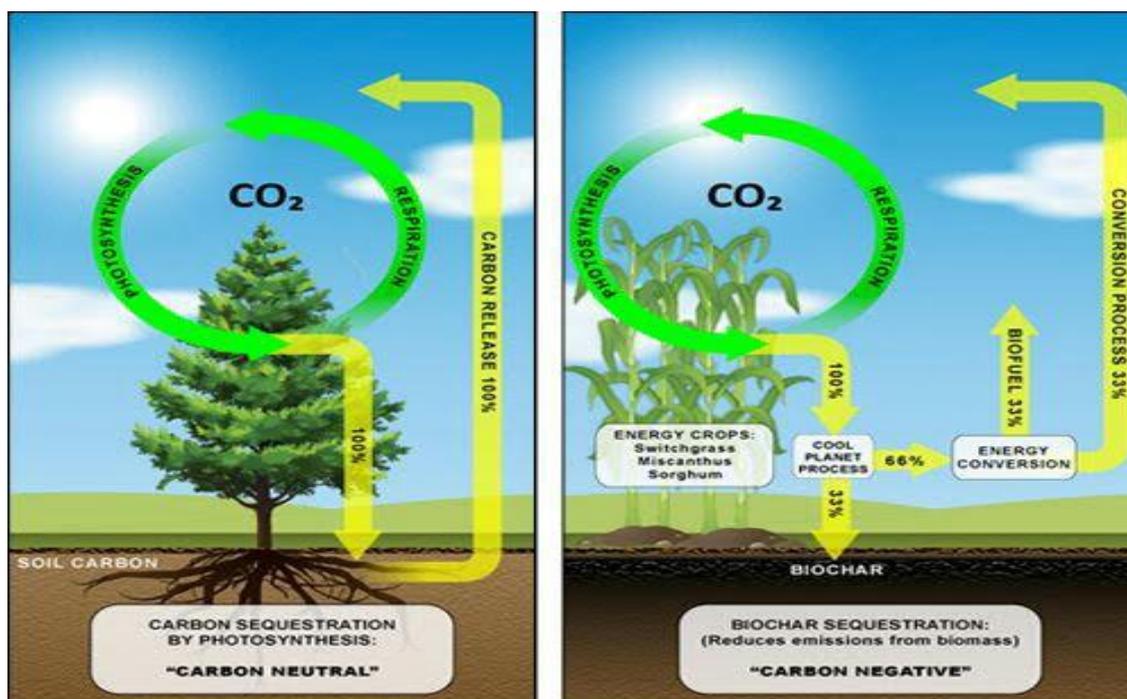
L'amendement avec le bio-charbon pourrait permettre de stocker le CO<sub>2</sub> atmosphérique.

La stabilité du bio-charbon récent est prouvée par analogie avec les résidus de feux de forêt trouvés dans les sols qui peuvent être âgés de plus de 10.000 ans (Lehmann et al, 2008; Preston and Schmidt, 2006) ou les résidus des feux de camp trouvés, par exemple, dans les sols amazoniens de "Terra Preta" âgés de 500-7000 ans (Neves et al, 2003) ou encore des expériences de terrains agricoles contenant du charbon, cultivés pour des longues périodes aux Etats Unis (Skjemstad et al, 2002) et en Allemagne (Schmidt et al, 2001).

Le potentiel maximal de séquestration du carbone au niveau global grâce à l'enfouissement du bio-charbon dans les sols agricoles a été quantifié en 1,8 Gt CO<sub>2</sub>-Céquivalent, ce qui correspond au 12% des émissions anthropiques de C (Woolf et al, 2010).

Pour ce scénario une application de 50 Mg C ha<sup>-1</sup> à une profondeur de 0,15 m a été considérée. Le potentiel de séquestration a été estimé en Prenant en compte la séquestration directe du C due à l'enfouissement de la matière organique stable (Joseph et al, 2007)

La réduction potentielle des émissions d'autres gaz à effet de serre (N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub>) de la part des sols suite à l'application du bio-charbon (Yanai et al, 2007)



**Figure 10 :** Effet du bio-charbon sur les émissions de gaz à effet de serre Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).

## Conclusion de chapitre III

-Au XIX ès. Découverte d'un sol noir amazonien, la "terra preta", très riche en carbone, qui coexiste avec des sols gris sédimentaires pauvres.

-Le bio-charbon est. Le sous-produit de la pyrolyse, une quand de la biomasse est exposée à des températures supérieures à 350°C en l'absence ou très basse concentration d'oxygène (02).

-Cependant, il se distingue du charbon et des matières analogues du fait que celui-ci est produit dans le but d'être appliqué dans le sol comme un moyen d'améliorer la fertilité du sol, d'augmenter le stockage de carbone,

- Les bio-charbon un Effet agronomique comme amendement des sols

- Le bio-charbon influence profondément aussi les caractéristiques physiques d'un sol tel que : l'épaisseur, la texture, la granulométrie, la porosité, la densité et le niveau de tassement, facteurs qui influencent la disponibilité en eau et en air pour les plantes, l'ouvrabilité du sol, le niveau d'agrégation, la perméabilité, la capacité de rétention des cations, la provision d'habitat pour les microbes ainsi que sa réponse aux fluctuations des températures.

-La présence des bio-charbon peut aussi augmenter la Capacité d'Echange Cationique (CEC) du sol.

-Bio-Charbon un effet sur Chimique du Sol L'amélioration de la rétention des nutriments (+50% d'échanges cationiques)

-L'accroissement du pH du sol (+ 1 unité pH) utile contre l'acidification

- Le pH du bio-charbon peut varier de 4 à plus de 12.

-la bio-charbon La teneur en alcalines (hydroxydes et oxydes de Ca, Mg, K and Na) des bio-charbon peut, après ajout aux sols acides, altérer le pH et augmenter la teneur en nutriments.

-L'effet positif que le biochar a sur les cycles biogéochimiques, augmentation des teneurs en éléments nutritifs

- À cause de la création des groupements fonctionnels à la surface du bio-charbon pendant les processus d'oxydation la CEC continue à augmenter dans le temps.

- Les changements dans les propriétés physico-chimiques du sol et l'introduction de composés carbonés métaboliquement disponibles par l'addition de bio-charbon peuvent influencer la structure de la communauté microbienne et les fonctions biogéochimiques du sol.

- la bio-charbon Il favorise l'activité enzymatique et la prolifération des microorganismes par sa grande surface spécifique et sa forte densité en macro et micropores.

### Conclusion de chapitre III

---

-Le bio-charbon est une matière très riche en carbone organisé dans des formes chimiques stables (voir section précédente).

- Une fois ajouté au sol il permet donc d'en augmenter le potentiel de stockage du carbone à des échelles de temps plus longues par rapport à d'autres amendements organiques.

-L'amendement avec le bio-charbon pourrait permettre de stocker le CO<sub>2</sub> atmosphérique.

Le bio- charbon a un potentiel d'amélioration des sols, surtout lorsque les sols sont Faibles et fragile comme dans la région d'El-oued.

Parmi les avantages qui nous intéresse concernant le bio charbon nous avant .la Capacité d'échange de cations, meilleure rétention des engrais et moins de ruissellement Aussi l'impact bénéfique du bio char sur les plantes et les microbes du sol (élément nutritive augmente la biomasse microbien

### **Conclusion de la synthèse bibliographique**

Notre synthèse bibliographique est l'expression de la justification de notre thème et la réponse au question déjà posé par nos problématiques secondaires établies au niveau de notre introduction comme suit :

Problématiques secondaires :

#### **Quelles sont les principaux problèmes agro-écologiques dans la région d'El-Oued ?**

- La région d'El Oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique, en hiver la température baisse Au-dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C

-Sahara algérien, soit 80% du territoire national. Cette vaste étendue est constituée de reliefs sablonneux.

- Les fortes températures estivales accablent le processus d'évaporation (plus de 548.5mm/an) (O.N.M El-Oued ,2007) dépassant ainsi les quantités de précipitations reçues en une année, ce qui cause un important déficit en eau.

- La région d'Oued Souf est caractérisée par des sols légers, à prédominance sablonneuse, à structure particulière.

La région d'el oud présente des problèmes d'ordre agro écologique, comme le phénomène ; la perte de la fertilité, la salinisation, l'acidification, la pollution des nappes souterraines par les nitrates et la dégradation du sol par utilisation des herbicides et des produits phytosanitaires

- Biskra et El Oued sont les régions où la nappe est la plus vulnérable. Avec un doublement de la population entre 2000 et 2030 et en doublant les superficies, de 170 000 ha en 2000 à 340 000 ha en 2050,

- L'une des pratiques agricoles les plus courantes dans la vallée est l'utilisation permanente des sols pour l'agriculture sans tenir compte du cycle agricole,

-L'utilisation intensive des engrais azotés entraîne une augmentation des nitrates dans les eaux souterraines et la contamination des produits à base de papier. Et les composés de nitrozone qui causent le cancer et les tumeurs malignes.

- le pesticide est ajouté au sol, des transformations environnementales et biologiques dues à des micro-organismes se produisent dans le sol, ce qui entraîne une modification de sa structure et de ses propriétés, ce qui peut causer des dommages à la santé humaine.

**Quelles sont les propriétés physique, chimique et biologique de sol sableux et dans quelle mesure le bio-charbon pourra améliorer la fertilité du sol sableux de la région étudiée ?**

Le sol est caractérisé par une texture sableuse à sablo-limoneuse avec une forte perméabilité, structure particulière, un fort degré de salinité et un taux faible de matière organique

-La fertilité des sols est très réduite et ils présentent une faible capacité de rétention en eau.

A ceci, s'ajoute une structure très meuble assez sensible à l'érosion éolienne. Tous ces inconvénients limitent d'une façon considérable la production La vallée de Souf

- ceci peut être un problème car cela occasionne des pertes en nutriments

-La température du sol représente, dans les zones arides, un facteur écologique très important qui régit la multiplication des microorganismes dans ces régions.

-les sols salés constituent pour les micro-organismes telluriques, un milieu défavorable.

- Donc chaque espèce microbienne est active entre des limites qui lui sont propres, avec une valeur optimale.

-Si l'activité biologique permet de suivre l'état de fertilité d'un sol, elle est en retour fonction des caractéristiques physico-chimiques de celui-ci et de tous les facteurs pouvant les modifier.

-Le potentiel d'activité biologique du sol dépend de la matière organique avec La quelle elle est en étroite corrélation.

**C'est quoi le bio- charbon, ces caractéristiques physico-chimiques et biologique et son effet sur la plante et sur l'environnement?**

-Terra Prêta Sont les plus prisés des sols agricoles pour leur excellente fertilité, leur fort contenu en éléments nutritifs (C, N, P, K et Ca), leur bonne Capacité d'échange cationique (CEC) et leur capacité à retenir et recycler les éléments nutritifs sur de longues périodes de culture

-L'origine du bio-charbon proviendrait des pratiques agricoles des habitants d'Amazonie

Le bio-charbon réfère à du bio-charbon obtenu d'une décomposition thermique de matériaux riches en carbone tels les herbes, le bois mou ou le bois dur et divers résidus agricoles et forestiers

Cependant, il se distingue du charbon et des matières analogues du fait que celui-ci est produit dans le but d'être appliqué dans le sol comme un moyen d'améliorer la fertilité du sol, d'augmenter le stockage de carbone, ou même de favoriser la filtration de l'eau de percolation du sol

- Le bio-charbon serait du carbone amorphe à structure poreuse, ce qui lui conférerait des propriétés d'absorption des éléments et de rétention de l'eau.

-Le bio-charbon influence profondément aussi les caractéristiques physiques d'un sol (CEC) ..

-Après apport aux sols le pH du bio-charbon peut diminuer (biomasse ligneuse) ou augmenter (biomasse herbacée)

-En effet, une importante teneur en nutriments et le changement du pH ont été observés non seulement dans les sols récemment amendés avec des bio-charbon

Mais aussi dans les sols où le bio-charbon a été présent depuis des millénaires, comme la Terra Prêta en Amazonie

-L'importance de la structure poreuse pour la rétention des microorganismes est suggérée par plusieurs études.

- la bio-charbon Une fois ajouté au sol il perm et donc d'en augmenter le potentiel de stockage du carbone à des échelles de temps plus longues par rapport à d'autres amendements organiques.

- le bio-charbon pourrait permettre de stocker le CO<sub>2</sub> atmosphérique.

- En effet, le bio-charbon peut stimuler l'activité des microorganismes, les mycorhizes et leurs symbioses dans le sol

-La bio-charbon influence également l'abondance microbienne en assurant une protection contre la dessiccation.

-En effet dans la plus grande partie d'études menées sur ce sujet on a observé une augmentation de la biomasse microbienne ainsi qu'un changement significatif de la composition des communautés et de l'activité enzymatique.

Tous ces points convergents vers une nécessité d'expérimentation pour répondre a la problématique principale qui est comme suit

**Problématique principale :**

**Quelle sera l'évolution d'un sol sableux amélioré avec un bio-charbon d'origine végétal sous culture de l'orge dans la région d'el-Oued ?**

# **Partie II**

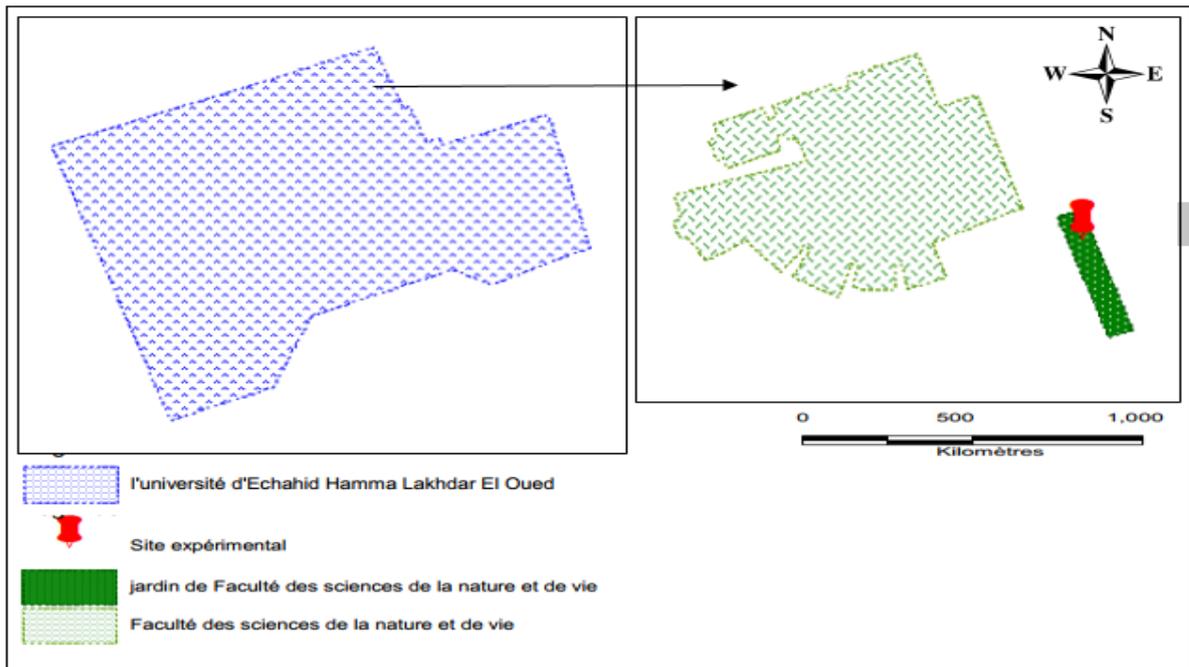
# **Expérimentale**

# **Chapitre IV Matériel et Méthodes**

Dans ce chapitre, nous allons présenter le protocole expérimental et méthodes utilisé Pour obtenir les réponses à notre problématique principale à savoir , est ce qu'il y'a une évolution positif du bio-charbon sur les propriétés du sol sableux et sur la croissance de la plante de l'orge ?

#### IV .1. Site Expérimental

Nos études ont été réalisées au niveau du jardin de la Faculté des sciences de la nature et de vie de l'université d'EchahidHamma Lakhdar d'El -Oued. Les coordonnées géographiques du site sont :33°23'51.95"latitude au nord et 6°51'36.10"de longitude Est.



**Figure 11:** Localisation de Site Expérimental

#### IV.2. Matériel utilisé

##### IV.2.1. Culture Test

Les plantes utilisées sont : Grains de l'orge d'Espèce: **Tichedrett** qui appartient à la famille des Graminées. Une variété locale appelle " Tchedrett /RebelleC5

**Origine:** Algérie

**Obtenteur :** ITGC Sétif

**Tableau 01:** Caractérisation au Champ de la Variété de Orge Expérimentée

<b>Plante :</b> Port au tallage Hauteur (tige, épi et barbes)	Demi-dressé à demi-étalé Très longue
<b>Feuille de la base :</b> Pilosité de la gaine	Présente
<b>Dernière feuille :</b> <b>Port</b> Pigmentation anthocyanique des oreillettes Intensité de la pigmentation anthocyanique des oreillettes Glaucescence de la gaine	Légèrement récurvé Absente Très faible Moyenne
<b>Barbes :</b> Pigmentation anthocyanique des pointes Intensité de la pigmentation anthocyanique des pointes Epoque d'épiaison (1 <sup>er</sup> épillet visible sur 50% des plantes )	Présente Nulle ou très faible Tardive
<b>Epi :</b> Glaucescence Port	Nulle ou très faible Droit

(ITGC , 2015)

### IV.2.2. Bio-Charbon

Produit carboné microporeux résultant de la thermo dégradation de la biomasse (matières organiques) en l'absence d'oxygène (pyrolyse).

Il est distingué d à usage énergétique par son orientation à être utilisé comme amendement du sol (Lehman J, Cornell University, 2009).

A été utilisé comme amendement pour améliorer du sol ; la qualité chimique, physique et biologique du sol.

Depuis la dernière expérience de l'année dernière (2017-2018) 5 kg de bio-charbon ont été utilisés sur 01 m<sup>2</sup>, cette quantité est égale à 120 kg

de bio-charbon par dose de 25 m<sup>2</sup> Recommandé pour les sols sableux. (Lille Niamey, 2016).

**Les étapes de fabrication de bio-charbon (Figure 05) ; De la dernière année (21/09/2017)**



**Figure 12 : Production de Bio-Charbon**

### **IV .2.3. Engrais appliqué de la dernière année**

L'Engrais organique ; utilisé a été les excréments d'animaux (vache).

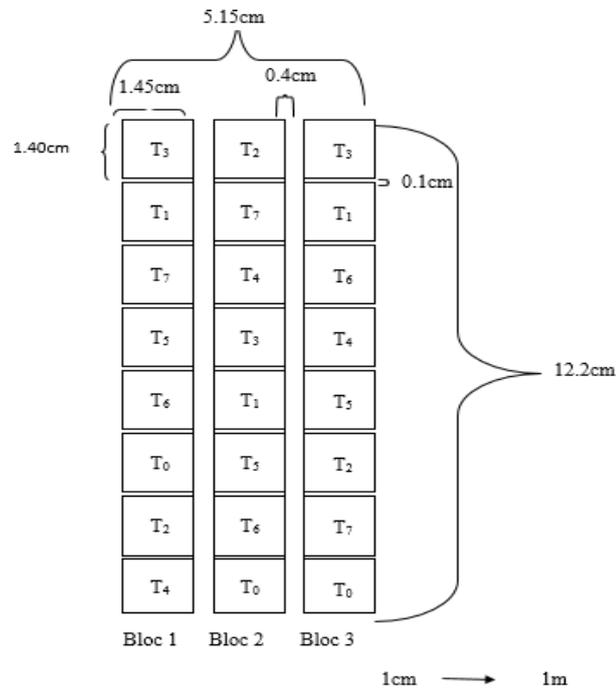
A été utilisé 07 kg de matière organique par 01 m<sup>2</sup>. dans l'expérience passée

L'Engrais minéral :Utilisé a été l'azote uréique 46%. La dose recommandée pour les céréales 1.5 à 2 Ox / ha. A été utilisé 30 g d'azote (N) sur 01 m<sup>2</sup>.

## **IV.3.Méthodes**

### **IV.3.1. Dispositif et Protocole Expérimental**

Le dispositif expérimental était constitué de blocs aléatoires complets (ou blocs de Fisher) avec des parcelles expérimentales de 1.40 m x 1.45 m, soit 2 m<sup>2</sup>. Comportant 08 traitements et 03 répétitions, soit 24 unités expérimentales. (Figure 13).



**Figure 13 : Schéma du Protocole Expérimental**

**Légende:** T0: témoin, sable, T1: sable et matière organique, T2 : sable et azote, T3 : sable et bio-charbon, T4 : sable, bio-charbon et matière organique T5: sable, bio-charbon et azote, T6: sable, bio-charbon, azote et matière organique, T7 : sable, matière organique et azote.

### IV.3.2. Traitements

Les traitements étaient comme suit

T0 : témoin, sable.

T1 : sable et matière organique.

T2 : sable et azote.

T3 : sable et bio-charbon.

T4 : sable, bio-charbon et matière organique.

T5 : sable, bio-charbon et azote.

T6 : sable, bio-charbon, matière organique et azote.

T7 : sable, matière organique et azote.

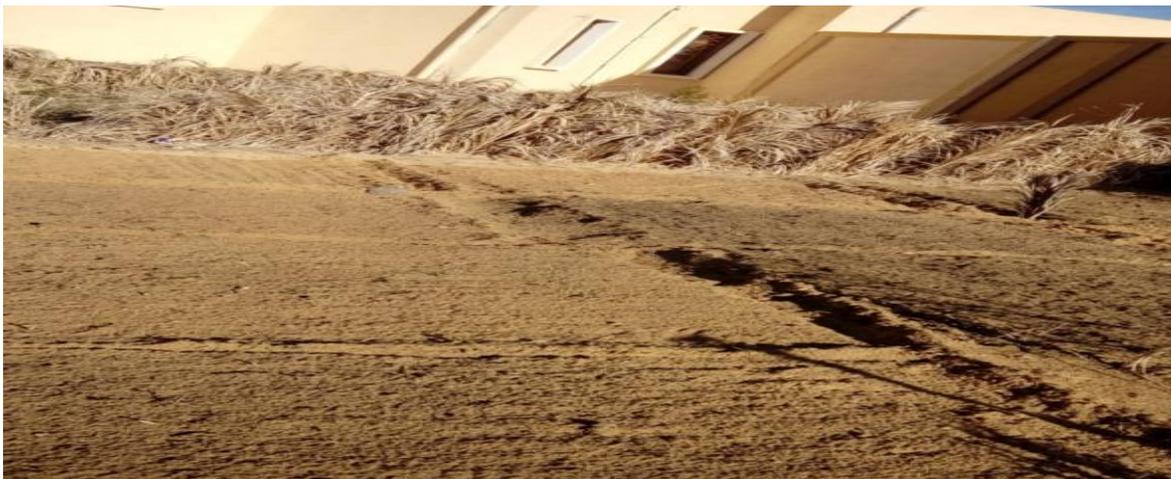
### IV.3.2. Conduite Expérimentale

Notre étude a été menée du 18/12/2018 au 12/05/2019. La préparation du terrain a commencé par un terrassement du sol et régler de brise-vent ; suivi le travail du sol par la grelinette (figure13) qui est un outil qui permet d'ameublir le sol Sans le retourner, préservant donc l'écosystème du sol. Cet outil permet d'aérer le sol à la profondeur de 30 cm. L'air Qui pénètre dans la terre permet la vie et le développement de tous les petits organismes et champignons nécessaires À la fertilité du sol et au développement de l'humus. Cela en fait un outil privilégié dans l'agriculture biologique.



**Figure 14:** Grelinette

**Remarque :** Nous avons constaté qu'après la préparation du sol, le niveau de sol contenant du bio-charbon s'élevait à environ 13cm de hauteur et présentent une certaine cohésion contrairement au témoin



**Figure 15:** la Terre après la préparation du sol

### IV.3.4 Les Paramètres Etudiés

#### IV.3.4.1 Analyse Physique

##### IV.3.4.1.1 Test d'infiltration ou Test de Perméabilité

L'infiltration est le phénomène de passage de l'eau de la surface du sol à l'intérieur de celui-ci.

L'infiltration revêt une grande importance car c'est elle qui contrôle plusieurs processus en hydrologie comme le ruissellement, l'humidification des sols et la percolation profonde.

Ce test de mesure est appliqué au niveau du terrain (Figure ), le matériel utilisé est un tuyau de diamètre  $D = 13\text{cm}$  et de longueur de 20 cm.

Le tuyau est posé à même le sol au centre de la parcelle expérimental puis une quantité d'eau de 1L est versé dans le tuyau et on mesure le temps de filtration.



Original 01/03/2019 Original ,01/03/2019

**Figure 17:** boîte et Test de D'infiltration

##### IV.3.4.1.2 Mesurer le l'humidité du sol

Pour mesurer l'humidité du sol nous avons , utilisez le même appareil que celui utilisé pour la mesure.

Appareil de mesure du sol 3-en-1, teste l'humidité, la lumière et le pH.

### IV.3.5. Analyse Chimique

#### IV.3.5 .1 Mesurer le pH du sol

Le pH traduit le degré d'acidité ou d'alcalinité (basicité) de l'eau en contact avec le sol pH eau. Par ses interactions avec de nombreux processus chimiques et biologiques, le pH conditionne et reflète la disponibilité des éléments dans le sol. Il constitue donc un indicateur utile, en combinaison avec d'autres, pour appréhender la fertilité chimique des sols.

Le degré d'acidité du sol constitue l'un des principaux facteurs limitant, pour les germes qui y sont généralement très sensibles, telles que les bactéries et actinomycètes qui sont plus favorisées par des milieux proches de la neutralité, alors que les champignons s'accommodent de pH bas, C'est-à-dire de sol acides (**BOULLARD et MOREAU, 1962**).

Donc chaque espèce microbienne est active entre des limites qui lui sont propres, avec une valeur optimale.

Nous avons utilisé Appareil de mesure du sol 3-en-1, teste l'humidité, la lumière et le pH.



**Figure 16** : Appareil de mesure du pH du sol Original , 15-02-2019

#### **IV.3.5.2. Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol**

Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol(09) échantillons des sols ont été prélevés sur chaque parcelle à des Profondeurs allant de 0 à 20 cm, selon la méthode des diagonales.

Ensuite, nous mélangeons Ces échantillons ont été analysés pour déterminer l'azote sous forme nitrate  $\text{NO}_3^-$  et ammonium  $\text{NH}_4$  et P-  $\text{PO}_4^{3-}$  Phosphate et potassium  $\text{K}^+$

#### IV.3.5.2.1 Détermination de la nitrate ( $\text{NO}_3^+$ )

Appareil

- Spectrophotomètre HACH
- Pipete

Réactifs

- Réactifs nitrate (LCK 339) gamme (1 à 60 mg/l)

Expression des résultants : Les résultats sont donnés directement en mg/l.

#### IV. 3.5. 2.2 Détermination de l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ )

Appareil

- Spectrophotomètre HACK
- Pipetes 2 ml

Réactifs

- Réactifs ammonium (LCK 302) gamme (60 à 167 mg/l) pour les faibles concentrations.
- Réactifs ammonium (LCK 303) gamme (2.5 à 60.0 mg/l) pour les fortes concentrations.

Expression des résultants : Les résultats sont donnés directement en mg/l.

#### IV. 3.5.2.3 Détermination du phosphate $\text{PO}_4$

Appareil

- Spectrophotomètre HACK
- Pipetes 2

Réactifs

- Réactifs phosphate (LCK 348) gamme (1.5 à 15.0 mg/l) pour les faibles concentrations.
- Réactifs phosphate (LCK 350) gamme (6 à 60 mg/l) pour les fortes concentrations.

Expression des résultants : Les résultats sont donnés directement en mg/l.

#### • Dosage Des Sels Soluble(Cations)

Lors d'une extraction à l'eau, la phase liquide est principalement alimentée par les espèces solubles non fixées par les différents constituants du sol. La composition finale de la

solution peut cependant être remaniée par des échanges possibles avec la phase solide, consécutivement aux nouvelles conditions créées par l'expérience mise en oeuvre.

#### IV. 3.5.2.4 Analyse du Potassium:

##### - Mode Opérateur:

Extraction du sol en présence d'eau dans un rapport 1/10, 1/5 ou 1/2 (m/v). La prise d'essai est de 10 g d'échantillon broyé à 2 mm.

Agiter pendant 60min, filtré la solution et récupérer le filtrat

Procéder à l'analyse du filtra comme pour l'eau.

Le dosage est réalisé par **Spectroscopie d'émission de Flammes (ISO 9964)** à partir de l'extrait d'eau.

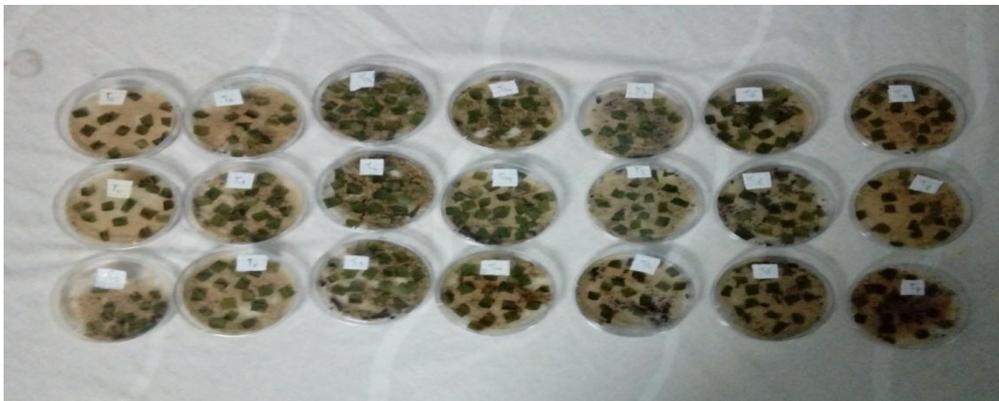
#### IV.3.6 Analyse Biologique

##### IV.3.6.1 test D'activité Microbiologique

Au niveau de cette analyse (Figure 22), nous avons préparé 21 boîtes de pétries, Regroupées en 7 blocs qui contiennent 3 échantillon comme suit :

- 50 mg de sable.
- 50 mg de matière organique.
- 50 mg de bio charbon.
- 50 mg de mélange sable, matière organique et bio charbon.
- 50 mg de sable et bio-charbon.
- 50 mg de sable et matière organique.
- 50 mg de bio-charbon et matière organique.

Couper les feuilles de la vigne en petits morceaux, 1 cm sur 1 cm. Dans chaque boîte Nous reversons 10 ml d'eau, Enfin ont posent les échantillons dans un site fermé et sombre.



Original, 20/03/2019

## Figure 18: Teste D'activité Biologique

**Légende** : T0 : témoin, sable. T1 : sable et matière organique. T2 : sable et azote.  
 T3 : sable et bio-charbon. T4 : sable, bio-charbon et matière organique.  
 T5 : sable, bio-charbon et azote. T6 : sable, bio-charbon, matière organique et azote.  
 T7 : sable, matière organique et azote.

### IV.3.6.2 Analyse Microbiologique

#### IV.3.6.2.1 Méthode de Numération des Microflores

Pour La numération des bactéries il y a deux types de techniques. La première méthode Consiste en un comptage indirect sur des milieux de culture solide. La seconde méthode Consiste en un comptage direct par observation au microscope. Dans notre étude, nous avons adopté la première méthode.

La technique utilisée pour la numération des germes tellurique comprend plusieurs Étapes allant de la préparation de la suspension dilutions jusqu'à l'interprétation des résultats **(Davet, 1996 in Dari, 2013)**.

La mesure des densités microbiennes par la technique des suspensions-dilutions de sol est un bon indicateur général. Cette mesure est facile à réaliser, économique, et elle donne des résultats fiables et reproductibles. **(Dari, 2013, Benticha et Tamma, 2017)**

#### IV.3.6.2.2 Préparation des Dilutions Décimales de Solution du Sol

La dilution en cascade consiste à passer la solution mère (SM), à une dilution beaucoup plus faible, qui peut être de  $10^{-8}$  selon les besoins.

En général, une dilution en cascade en microbiologie a pour but un dénombrement des bactéries présentes dans un échantillon donnée, le nombre de bactéries dans un échantillon pur étant trop important pour être compté, il convient donc de diluer les échantillons. **(ISO., non daté in Benticha et Tamma, 2017)**.

On réalise d'abord une suspension aussi homogène que possible de terre (1g de sol et 9 ml d'eau physiologique), à partir de cette suspension mère dont la concentration est de  $10^{-1}$ , on prépare une série de dilutions (de  $10^{-1}$  jusqu'à la dilution  $10^{-5}$ ).

Les dilutions ainsi préparées doivent être utilisées immédiatement pour les différents ensemencements.

Trois répétitions ont été réalisées pour chaque dilution en milieu solide et les valeurs exprimées sont la moyenne des trois répétitions. **(Souadkia et Souadkia, 2017)**.



Original, 27-04-2019

**Figure 19:** Dilutions Décimales de Solution du Sol

### Les Bactéries

Pour obtenir des bactéries du sol, il suffit de mettre quelques grammes de terre en suspension dans de l'eau.

Après agitation puis décantation, nous étalons deux (02) gouttes du surnageant à la surface d'un milieu de culture gélosé approprié.

La quantité de bactéries étant considérable, c'est toujours des dilutions de la suspension initiale que l'on met en culture.

On obtient alors des colonies séparées les unes des autres, chacune provenant en principe d'une seule bactérie (Davet, 1996 in Dari, 2013).

Pour le dénombrement des bactéries du sol, nous utilisons le milieu de culture de gélose nutritive (Annexe 2).

La lecture des résultats par le dénombrement des colonies Après les avoir placés dans l'étuve pendant quatre jours à 30 C°.

### - Les Champignons

Pour le dénombrement des champignons du sol, nous utilisons le milieu de culture de **PDA** : milieu d'extrait de pommes de terre, de dextrose et d'agar (Annexe 2). La lecture des résultats par le dénombrement des colonies Après les avoir placés dans l'étuve pendant quatre jours à 28C°.

Remarque : Pour éviter la contamination de milieu de culture ajoute la chloramphenicol dans le milieu

## IV.3.7 Les Paramètres de Développement et de Production de l'orge

### IV.3.7.1 Le Pourcentage de Germination

Le pourcentage de germination est une estimation de la viabilité d'une population de graines.

L'équation pour calculer le pourcentage de germination est :  $PG = \text{graines germées} / \text{graines totales} \times 100 \dots (1)$

Le taux de germination fournit une mesure de l'évolution dans le temps de la germination

Des graines. (Stephen, 2009).

### IV.3.7.2 Paramètres Biométriques

Il est important de recueillir des données sur divers paramètres de croissance et de rendement qui pourraient faciliter l'interprétation des résultats. En général, les paramètres de croissance.

La croissance et le rendement paramétrés peuvent être enregistrés à différents stades de croissance : tallage, initiation primordiale, floraison et récolte. (Mirza, 2008).

Le rendement des céréales à paille est la combinaison de plusieurs composantes : densité de plantes, tallage épi, fertilité épi, PMG (poids de mille grains). Chacune d'elles s'élabore au cours d'une phase différente du cycle de la culture ; elles interagissent donc en cascade, sous l'influence supplémentaire du milieu (climat, sol, conduite culturale).

#### - Hauteur de la Plante

A été déterminée en choisissant dans chaque bloc, dix plantes au hasard de chaque traitement sont mesurées de la base du collet jusqu'au bout de la barbe, ont servi pour la détermination de la hauteur moyenne par plante (Melki et al., 2015)

#### - Longueur de l'épi

La longueur moyenne des épis, y compris la barbe a été déterminée à partir de dix (10) plantes prises aléatoire. Cette mesure a été faite. (Melki et al., 2015).

## **Conclusion du Chapitre IV**

Le choix du site expérimental, le protocole expérimental et les méthodes utilisés sont simples, et dans les matériaux disponibles. Les diverses analyses physiques ; chimiques et biologique sont effectués pour vérifier l'évolution du sol sableux et la plante de l'orge sous l'effet du bio-charbon sur le sol.

# **Chapitre V**

## **Résultat et Discussion**

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats et discussions d'après les données obtenues par évolution de sol Sableux avec de bio-charbon pour agir sur ses propriétés physiques, chimique et biologique traduite par l'étude de son l'influence sur la croissance de l'orge.

Communauté microbien ; dosage de l'azote, phosphore et potassium dans le sol. Les résultats sont traités et analysés par le programme de Microsoft Office Excel 2016, avec interprétations.

## **V.1 L'effet du Bio-charbon sur les Propriétés du Sol Sableux.**

### **V.1.1 L'effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Physiques du Sol Sableux.**

#### **V.1.1.1 Test d'Infiltration.**

Les résultats sont présentés dans la **figure20**. On a appliqué ce test le 27/ 01/ 2018.

**Tableau 02 : Test de filtration**

<b>Substances</b>	<b>sable</b>	<b>sable et bio-charbon et MO</b>	<b>sable et bio-charbon</b>	<b>sable et matière organique</b>
<b>Temps</b>	<b>120s</b>	<b>300s</b>	<b>240s</b>	<b>180</b>
<b>L'eau</b>	<b>1.5L</b>	<b>1.5L</b>	<b>1.5L</b>	<b>1.5L</b>

Nous remarquons ici que le sable pur est plus filtrant que les autres substrats à cause de sa porosité importante puis vient le sable et matière organique à 180 secondes puis le sable et bio charbon 240 secondes et enfin le mélange matière organique et bio charbon à 300 secondes.

Ces résultats sont logiques par rapport au texte. Plusieurs études ont montré que la présence de bio-charbon permet d'améliorer la rétention en eau du sol.

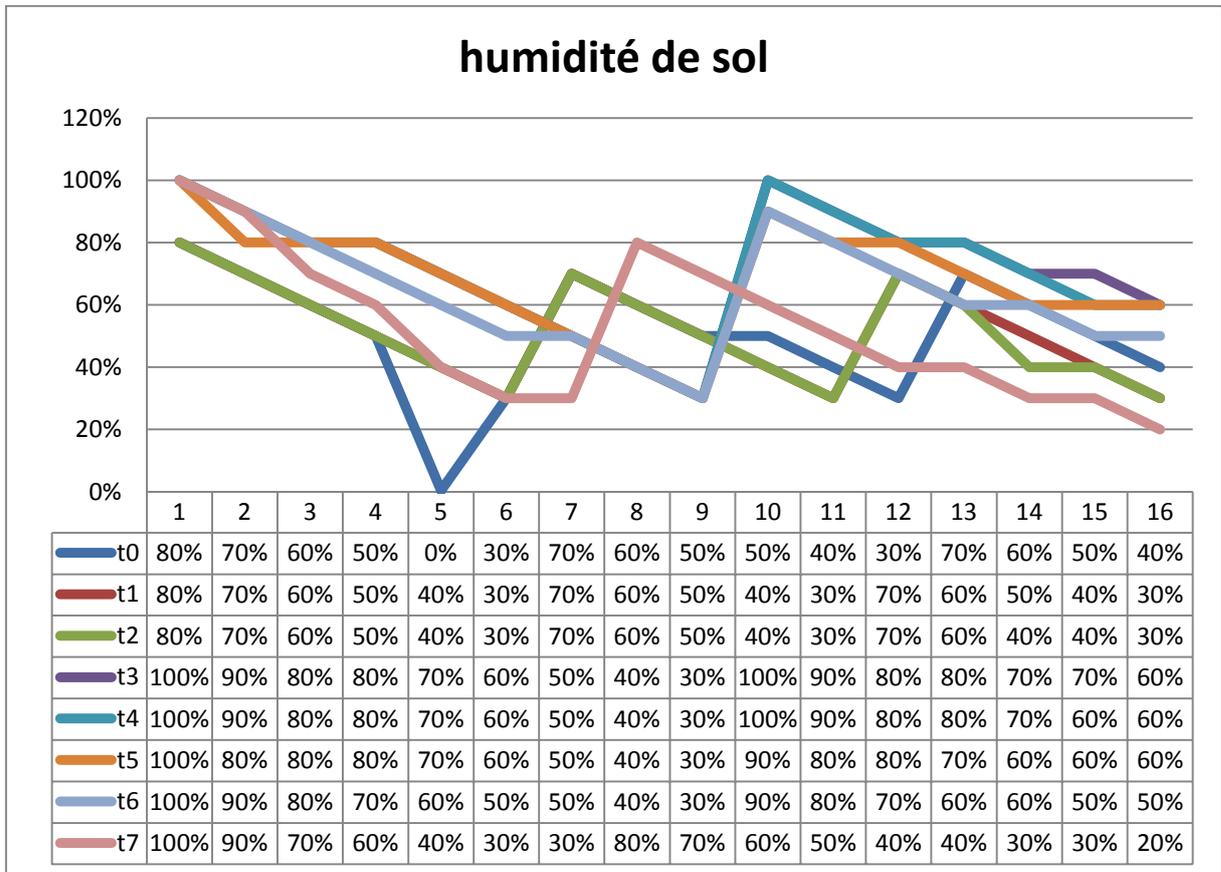
Le bio-charbon influence profondément aussi les caractéristiques physiques d'un sol tel que l'épaisseur, la texture, la granulométrie, La porosité, la densité et le niveau de tassement, facteurs qui influencent la disponibilité en eau et en air pour les plantes, l'ouvrabilité.

Du sol, le niveau d'agrégation, la perméabilité, la capacité de rétention des cations, la provision d'habitat pour les microbes ainsi que sa réponse aux fluctuations des températures (**Downie et al. 2009**).

Grâce à sa nature poreuse le bio-charbon est capable d'améliorer l'aération et la capacité de rétention de l'eau des sols (**Chan et al. 2007**).

### V.1.1.2 Résultat Mesurer de l'humidité

La figure 21 présentés Les résultats de mesurer de l'humidité



**Figure 20 :** Histogramme Représentant les Résultats de Mesurer de l'humidité.

D'après les résultats de la courbe, le rapport a diminué. Que son pourcentage a diminué dans T0 : (témoin, sable) et T1 : (sable et matière organique.) Et T2 : (sable et azote) et T7 : (sable, matière organique) Où il est tombé à 30% le quatrième jour mais que les paramètres T3 : (sable et bio-charbon) à T4 : (sable, bio-charbon et matière organique.) T5 : sable, bio-charbon et azote. T6 : (sable, bio-charbon, matière organique et azote)

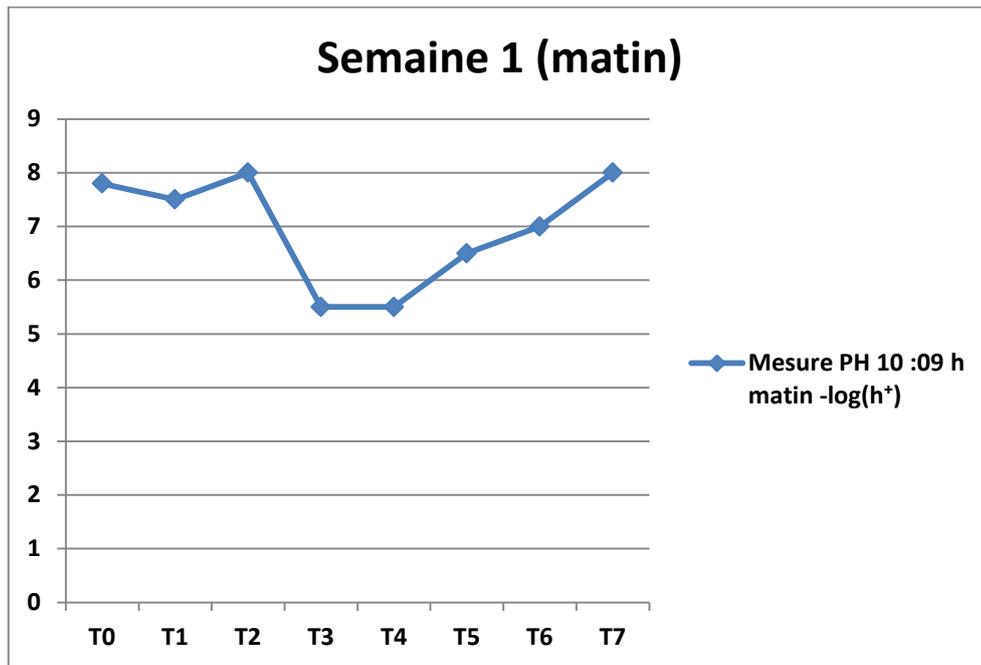
Maintenaient une teneur en humidité élevée pendant une durée de 7jour. les données de température dans (annexes 01)

Nous avons continue à arroser les paramètres dans lesquels l'humidité é a diminué.

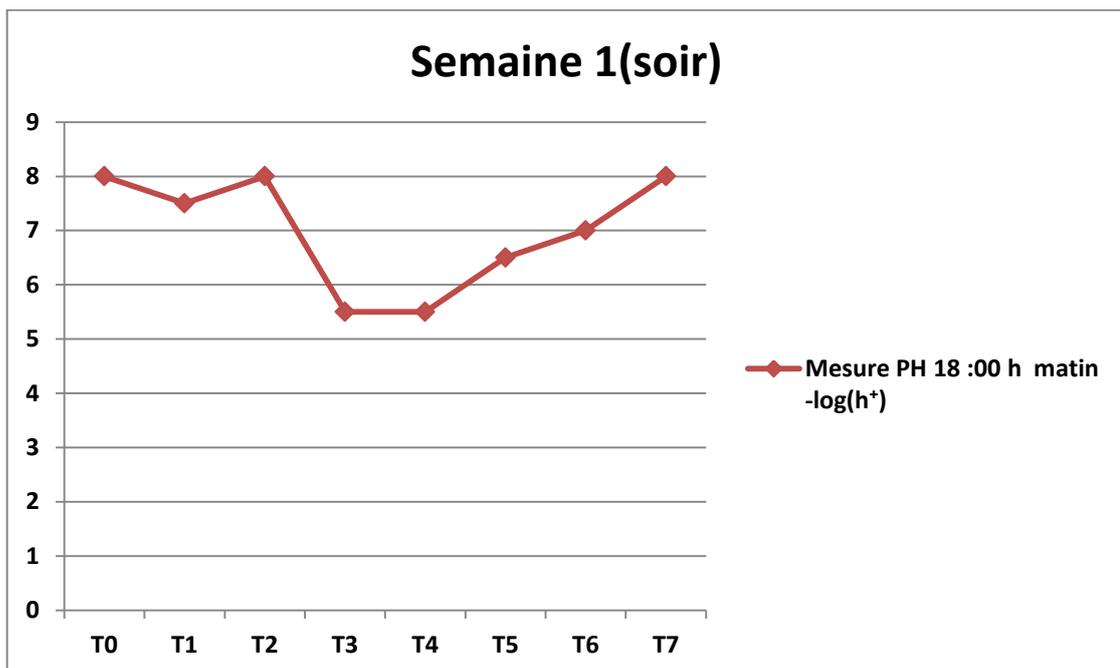
## V.1.2 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Chimique du Sol Sableux

### V.1.2.1 Résulta de Mesurer le pH du sol.

La figure 22 et 23 présentés Les résultats Mesurer le pH du sol matin et soir :



**Figure 21** : Mesurer le pH du sol matin



**Figure 22** : Mesurer le pH du sol le soir

Le rapport de pH entre (7.5-8) dans les paramètres T0 : témoin, sable. T1 : sable et matière organique. T2 : sable et azote. et T7 : (sable, matière organique et azote). Pendant que la monnaie change le derge de ph dans le paramètre T3 : (sable et bio-charbon.)T4 ( sable, bio-charbon et matière organique )et T5 :

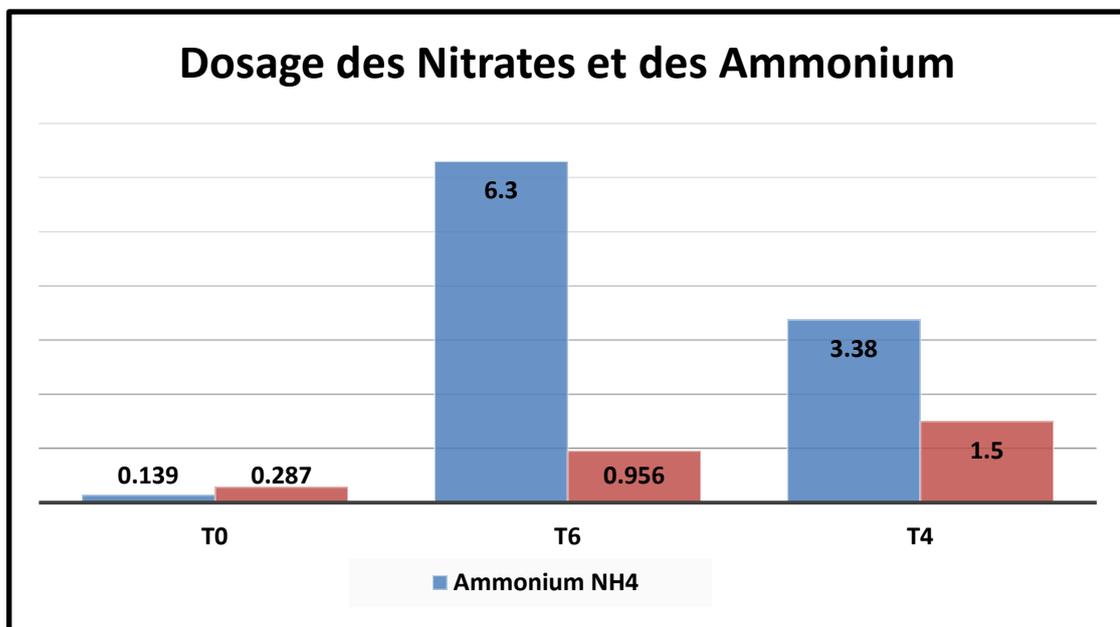
(sable, bio-charbon et azote). T6 : (sable, bio-charbon, matière organique et azote). Où il a enregistré une valeur (5.5 et 6) c'est la mesure optimale.

Le même résultat enregistré tout long durée de l'expérience.

Alors en effet positif de la bio-charbon sur la pH de sol Après apport aux sols le pH du bio-charbon peut diminuer (biomasse ligneuse) ou augmenter (Lehmann, 2009).

### V.1.2.2 Dosage des Nitrates et des Ammoniums Après l'Expérience

Les résultats de l'analyse chimique du sol à la fin de l'expérience sont présentés dans la figure 24.



**FIGURE 23** : Dosage Ammoniums Après l'Expérience

En examinant les valeurs relatives au dosage nitrate dans le sol après l'expérimentation, le plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique), T4 (sable, bio-charbon et matière organique), T5 (sable, bio-charbon et azote), T0 (témoin, sable), Elles sont résultats : 1.5, 0.956, 0.287 respectivement.

Et pour le dosage ammonium le plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T4 (sable, bio-charbon et matière organique) T0 (témoin, sable) ; Elles sont résultat 6.3, 3.38, 0.139 respectivement Toutefois, l'impact que le même bio-charbon a sur la lixiviation des nutriments à différentes échelles de temps n'a jamais été objet d'étude.

L'apport de bio-charbon augmente aussi les stocks d'azote des sols. Même si cet élément est présent sous forme de composés Organiques hétérocycliques (**Chan and Xu, 2009**),

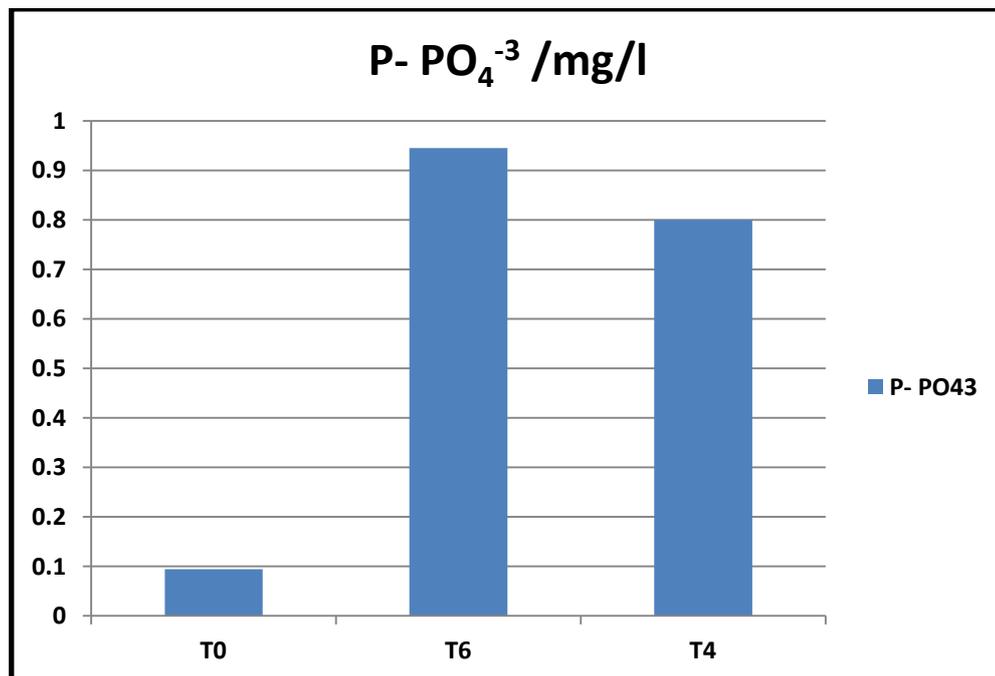
Au contraire des autres macroéléments, l'ajout des bio-charbon est en général associé avec une réduction de la lixiviation de nitrates et ammonium.

Les nitrates (NO<sub>3</sub>) sont moins lixiviés grâce à une réduction de l'activité de nitrification (**Yang et al. 2015**) et à l'immobilisation de l'azote dans la biomasse microbienne qui augmente grâce à la présence d'une grande quantité de carbone (**Clough et al. 2013 ; Clough and Condron, 2010**)

L'ammonium est moins lixivié parce qu'il est adsorbé sur la surface du bio-charbon (**Yang et al, 2015**).

### V.1.2.3 Dosage des phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)

La figure 25 présentés Résultats de Dosage des phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)



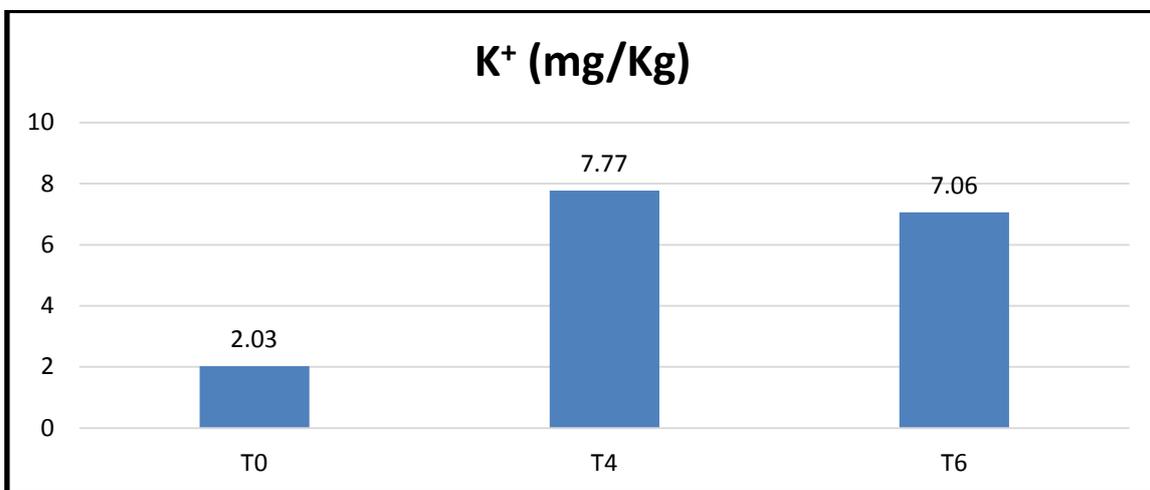
**Figure 24 :** Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol Dosage des phosphates (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)

En examinant les valeurs relatives au dosage des phosphates(PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>)

Dans le sol après l'expérimentation, la plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T6 (sable, bio-charbon, azote) et matière organique), T4 (sable, bio-charbon et matière organique), T0 (témoin, sable), Elles sont résultats : 0.945;0.800;0.1 respectivement.

#### V.1.2.4 Dosage des potassium ( $K^+$ ) :

La figure 26 présentés Résultats de Dosage du potassium ( $K^+$ )



**Figure 25 :** Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol Dosage du potassium ( $K^+$ )

**Légende ; T0 : témoin**, sable, T4 : sable, bio-charbon et matière organique ; T6 : sable, bio-charbon, azote et matière organique.

En examinant les valeurs relatives au dosage potassium ( $K^+$ ), dans le sol après l'expérimentation, la plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement T4 (sable, bio-charbon et matière organique), T6 : sable, bio-charbon, azote et matière organique ;

T0 (témoin, sable) ; Elles sont résultats : 7.77, 7.06, 2.03 respectivement.

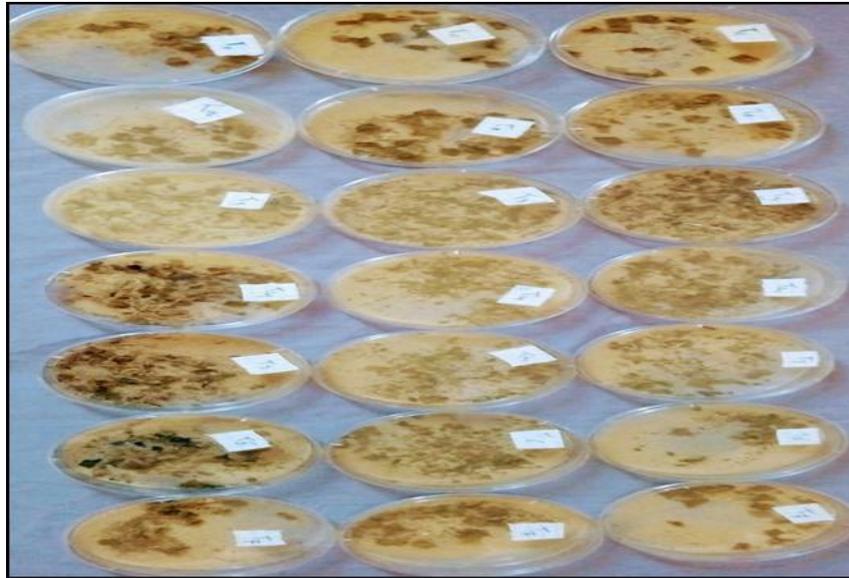
L'effet des bio-charbon sur ces paramètres physicochimiques peut être important, surtout s'il est issu d'une biomasse riche en nutriments tel que la litière de volaille (**Atkinson et al. 2010 ; Glaser et al. 2002**).

La présence des bio-charbon peut aussi augmenter la Capacité d'Echange Cationique (CEC) du sol (**Lehmann et al. 2003 ; Yuan and Xu, 2012**).

## V.2 L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol

### V.2.1 Test d'Activité Microbiologique

Les résultats obtenus sont illustrés au niveau de la figure 27 :



**Figure 26:** Teste d'Activité Biologique

Pour tous les types de substrats utilisés (figure 20). On observe après 45 jours, la présence de décomposition de la feuille de la vigne.

Nous remarquons que la boîte de pétri qui contient le mélange de bio-charbon et matière organique présente une décomposition plus Rapide que des autres substrats a cause de l'interaction qu'il y a entre la matière organique et le bio-charbon qui constitue des niches Écologiques pour les micro-organismes Tout les type des substrat sable, bio-charbon et matière organique , présentent une activité miro biologique.

En effet, le bio-charbon peut stimuler l'activité des microorganismes, (Steinbeiss et al, 2009).

Il favorise également l'activité enzymatique et la prolifération des microorganismes par sa grande surface spécifique et sa forte densité en macro et micropores (Lehmann et al, 2011).

### V.2.2 L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes

**Tableau 03 : dénombrement des colonies des bactériennes**

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Après d'expérimentation (UFC/g s.s)	$3 \times 10^2$	$4 \times 10^3$	$14 \times 10^2$	$21 \times 10^5$	$40 \times 10^4$	$27 \times 10^5$	$39 \times 10^5$	$10 \times 10^3$

**Légende :** T0 : témoin absolu, sable, T1 : sable et matière organique, T2 : sable et N, T3 : sable et bio-charbon, T4 : sable, bio-charbon et matière organique, T5 : sable, bio-charbon et N, T6 : sable, bio-charbon et matière organique, et azote, T7 : sable, matière organique et N.

À partir des résultats représentés dans le tableau 04 on observe qu'il y a une augmentation du nombre des colonies des bactéries, pour les substrats: T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique), T5 (sable, bio-charbon et azote), T3 (sable et bio-charbon) T4 (sable, bio-charbon et matière organique), les résultats sont,  $39 \times 10^5$ ,  $27 \times 10^5$ ;  $21 \times 10^5$ ,  $40 \times 10^4$  respectivement.

Mais dans le traitement T7 (sable, matière organique et azote), T2 (sable et azote) T1 (sable et matière organique), T0 (témoin, sable), on observe une diminution du nombre des colonies bactériennes  $10 \times 10^3$ ,  $14 \times 10^3$ ,  $4 \times 10^3$ ,  $3 \times 10^2$  respectivement.

Le bio-charbon influence également l'abondance microbienne en assurant une protection contre la dessiccation.

En effet dans la plus grande partie d'études menées sur ce sujet on a observé une augmentation de la biomasse microbienne ainsi qu'un changement significatif de la composition des communautés et de l'activité enzymatique.

-Les changements dans les propriétés physico-chimiques du sol et l'introduction de composés carbonés métaboliquement disponibles par l'addition de bio-charbon peuvent influencer la structure de la communauté microbienne et les fonctions biogéochimiques du sol (Anderson et al, 2011).

**Tableau 04 : Dénombrement des Souches Fongiques**

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
(g/g.s.s)	$4 \times 10^2$	$3 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$20 \times 10^4$	$40 \times 10^4$	$35 \times 10^4$	$38 \times 10^4$	$25 \times 10^3$

**Légende :** T0 : témoin, sable, T1 : sable et matière organique, T2 : sable et azote, T3 : sable et bio-charbon, T4 : sable, bio-charbon et matière organique, T5 : sable, bio-charbon et N,

T6 : sable, bio-charbon, azote et matière organique, T7 : sable, matière organique et azote.

À partir des résultats représentés dans le tableau on observe une augmentation du nombre des champignons dans le sol T4 (sable, bio-charbon et matière organique) ; azote et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T3 (sable et bio-charbon) ; T7 (sable, matière organique et azote), T1 (sable et matière organique) ; T0 (témoin sable), elles sont résultat.(annex02)

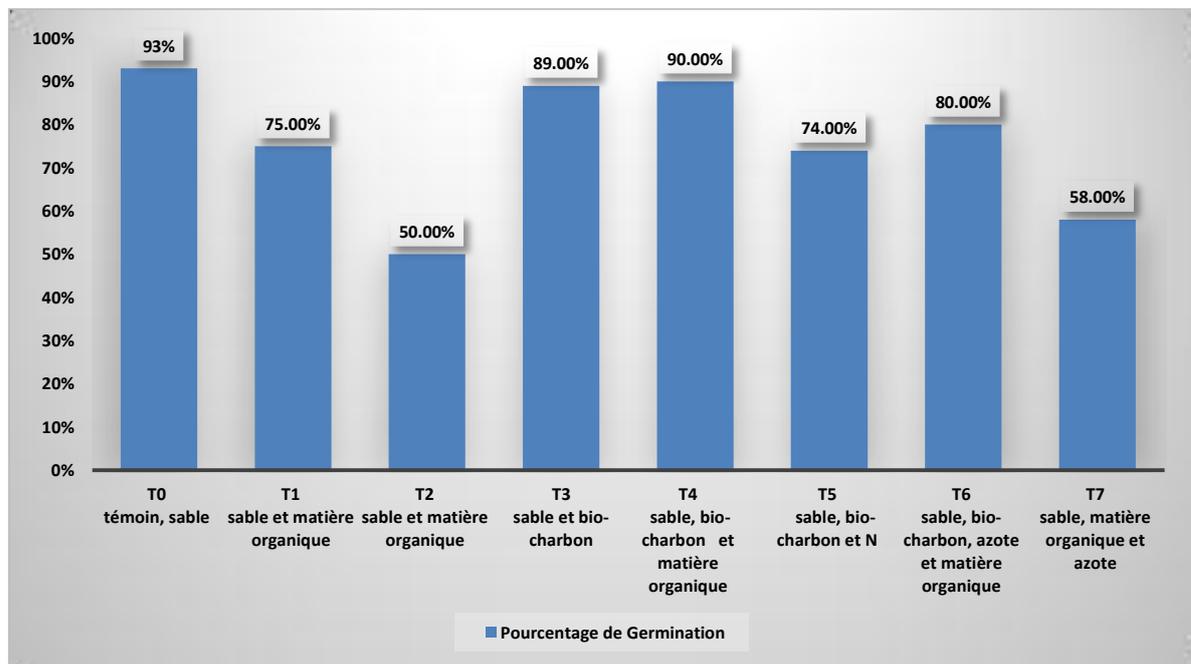
Les bactéries autant que les champignons seraient hypothétiquement protégés contre les prédateurs et les compétiteurs en présence de bio-charbon qui, par sa Structure poreuse, permettrait aux microorganismes de se réfugier dans ces pores (Thies et Rillig, 2009).

### V.3.L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement et de Production de l'orge au Niveau l'Expérimentation

#### V.3.1L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement

##### V.3.1.1Pourcentage de Germination

Nous présentons les pourcentages de germination au niveau parcelle expérimental figure28



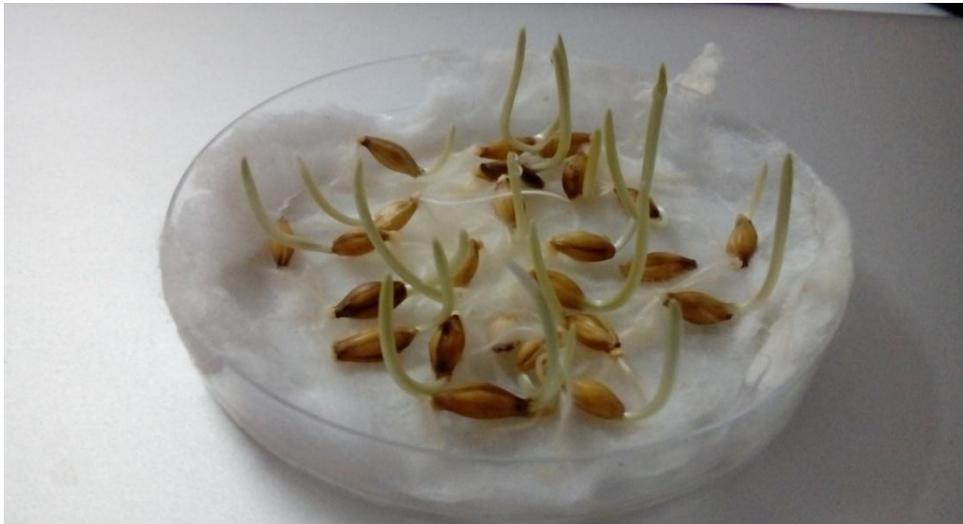
**Figure 27** : Pourcentage de Germination

**Légende** : T0 : témoin, sable, T1 : sable et matière organique, T2 sable et matière organique, T3 : sable et bio-charbon, T4 : sable, bio-charbon et matière organique, T5 : sable, bio-charbon et N, T6 : sable, bio-charbon, azote et matière organique, T7 : sable, matière organique et azote.

À partir des résultats représentés dans le figure (29), nous remarquons les pourcentages de germination de orge dans T0 (témoin, sable) >, T3 (sable et bio-charbon) >, T4 (sable, bio-charbon et matière organique), T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique)>, T1(sable et matière organique)>, T5 (sable, bio-charbon et N )>, T7 : sable, matière organique et azote >, T2 : (sable et azote)

Les résultats sont : 93%, 89%, 90%, 80%, 75%, 74%, 58 %, 50%.

**Remarque:** la première germination a été observé après 6 jours qui date des semis dans la parcelle de traitement T0 (témoin, sable), après 8 jours de date des semis dans parcelle de traitement, T1 (sable et matière organique), T3 (sable et bio-charbon), T4 (sable, bio-charbon et matière organique). T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique), T5 : (sable, bio-charbon et N) T7 : ( sable, matière organique et azote.) T2 : (sable et azote).



**Figure 28 :** teste de germination d'orge variété "Tichedreet" dans le pot pétré

### V.3.1.2 Stade 2 à 3 Feuilles

Stade 2 à 3 feuille dans la parcelle de traitement T0 (témoin absolu, sable). La croissance des plantes était naturelle dans le stade de 2 à 3 feuilles dans les parcelles de traitement T3 (sable et bio-charbon) et il y'a une bonne croissance des plantes dans le traitement T4 et T5 T6 dans la parcelle de traitement T3 (sable et bio-charbon) et T4: (sable, bio-charbon et matière organique) et T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) Qui sont caractérisés par La couleur feuilles ,vert foncé.

### V.3.1.3 Stade Tallage

A ce stade le premier tallage c'est manifeste au niveau du substrat T4 T3 (sable et bio-charbon), T4 : (sable, bio-charbon et matière organique) (sable, bio-charbon et matière

organique), T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique), T5 (sable, bio-charbon et azote), T1 (sable et matière organique), T7 (sable, matière organique et azote).

les nombres de tallage, il ressort que le nombre de tallage est très faible en traitement, T2 (sable et azote), Ont remarquent l'absence de ce stade au niveau en traitement témoin (100 % sable ) a cause de l'absence des éléments nutritifs, Longueurs des feuilles , tige et des racines des différentes substrat au stade de tallage .



**Figure 29:** Stade Tallage

#### **V.3.1.4. Stade Montaison**

Les principaux caractères de ce stade sont : La dernière feuille est encore enroulée sur elle-même ; le limbe la dernière feuille est entièrement étale, la ligule est visible.

A ce stade nous remarquons la supériorité de la parcelle de traitement T4 (sable, bio-charbon et matière T3 (sable et bio-charbon) ; T5 : (sable, bio-charbon et azote), T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique ),T7 (sable, matière organique et azote),T2 (sable et azote) en denier aux parcelles de traitement Formation et Maturation des épis La formation des épis se fait après 5 mois et demi de la date de semi (12/ 04 / 2019).



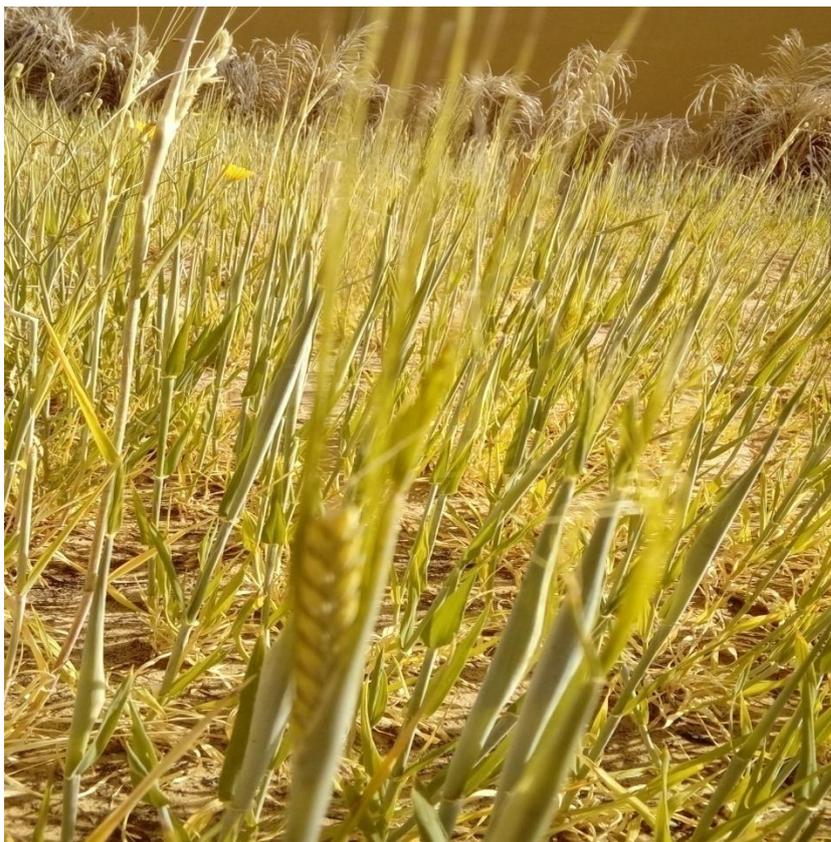
**Figure30** : Stade Montaison

### **V.2.1.5 Stade l'épiaison**

Le premier à Atteindre ce stade c'est la parcelle de traitement. En dernier là aux parcelles de traitement : T4 (sable, bio-charbon et matière T3 (sable et bio-charbon) T5 :(sable, bio-charbon et azote), T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique), T1 (sable et matière organique), T7 (sable, matière organique et azote) T2 (sable et azote).

#### **V.2.1.5.1 Formation et Maturation des épis**

La formation des épis se fait après 5 mois et demi de la date de semi (1/ 04 / 2019). Nous présentons la photo de la (figure 31) qui représente la maturation des épis.



**Figure 31:** Stade de formation et maturation des l'épiaison

#### V.2.1.5.2 Longueur des épis

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Longueur des épis en cm	12	14	13	16	19	17	18	13

**Tableau 05:**Longueur des épis

### **V.2.1.5.3 Récapitulatif des Résultats et interprétations**

Le bio-charbon non seulement agit sur la croissance des plantes en augmentant la disponibilité de nutriments mais aussi à cause de son et par son effet sur la capacité de rétention de l'eau qui est majeure dans les sols amendés par rapport aux sols non amendés.

L'effet positif que le bio-charbon a sur les récoltes dépend aussi d'autres facteurs tels qu'une augmentation de l'activité microbienne dans le sol (**Lehmann et al. 2011**) et de la température des surfaces des sols à cause d'un changement de l'albédo (**L Genesio et al. 2012**),

Les conclusions générales sur l'impact du bio-charbon sur la productivité des plantes sont similaires.

## **Conclusion du chapitre V**

L'incorporation de bio-charbon associé à la matière organique avait une incidence favorable sur les propriétés du sol sableux Par un pourcentage de 90%

Le bio-charbon influence sur le caractère physique du sol en augmentant la rétention en eau du sol et diminue l'infiltration du sol ; sur le caractère chimique, la retenu des éléments minéraux ; sur les propriétés biologiques de sol, l'augmentation le dénombrement des microorganismes qui dégradent la matière organique et donc amélioré la fertilité du sol sableux.

Aussiun effet positif de bio-charbon est l'amélioration des propriétés physiques, chimique et biologique de sol et de la productivité du sol conduit à l'augmentation de la croissance des plantes et leur rendement.

Donc vola la mesure d'évolution de sol sableux amélioré avec un bio-charbon d'origine végétale.

# **Conclusion Générale**

### **Conclusion Générale:**

-Le Sahara algérien, soit 80% du territoire national. Présente une grande hétérogénéité et elle se compose de sols minéraux, sols peu évolués,

-Le sol est caractérisé par une texture sableuse à sablo-limoneuse avec une forte perméabilité, structure particulière, un fort degré de salinité et un taux faible de matière organique

L'incorporation de bio-charbon associé à la matière organique avait une incidence favorable sur les propriétés du sol sableux Par un pourcentage de 90%

Le bio-charbon influence sur le caractère physique du sol en augmentant la rétention en eau du sol et diminue l'infiltration de sol

Le bio-charbon influence sur le caractère chimique, par l'augmentation de la retenu des éléments minéraux ,

Le bio-charbon considérer comme un autorégulateur pour le ph du sol effet tampon

L'incorporation de bio-charbon associé à la matière organique augmente la croissance des plantes et leur rendement.

A partir les résultats obtenus. l'évolution d'un bio-charbon est notablement positive sur les cratère chimique , physique et biologique dans un sol sableux.

# **Référencebibliographique**

**Référence bibliographique**

1. Ahmed. A, Jiby. K, et Vijaya, R,2016.Biochar influences on agricultural soils, crop production and the environment: A review. EnvironmentalReviews,<https://mc06.manuscriptcentral.com/er-pubs>.
2. An, S. et al., 2010. Soil aggregation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau, China. *Catena*, 81(3), pp.226–233.
3. .Badji, A.2011; EFFETS DU BIOCHAR SUR LES ACTIVITES MICROBIOLOGIQUES DU SOL SOUS FORTS INTRANTS AZOTES (MARAICHAGE). Dakar, Sénégal. UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, 48p.Mém MASTER II EN BIOTECHNOLOGIE VEGETALE ET MICROBIENNE.
4. Berkal.I,2006.Contribution à la connaissance des sols du Sahara d'Algérie. INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE (I. N. A ELHRRACH ALGERI), 112p. Mém magister en agronomie.
5. Benamor. K,Boukhessa. S, Dahdi. A, Hafri. M.2014. Les pratiques d'agricoles et risque de pollution aquifère dans la région d'Oued Souf. UNIVERSITE D'EL-OUED,55p. Mém Licence Académique en Ecologie et l'environnement.
6. BOULLARD. B, MOREAU. J, 1962 ,Sol, microflore et vegetation . Edition; Masson; paris,, 289p
7. Boulifa. K .2012. Synthèse hydrogéologique sur la region d'El-Oued Sahara nord oriental – Est Algérien. Constantine Algérie:Université Constantine 1, Mém magister en Géologie.
8. Bousessel. B, 2007. Etude hydrogéologique et hydrochimique de la nappe Aquifère libre d'El-Oued Souf. Annaba, Algérie: Université Annaba, p 108. Mém. Magister en géologie appliquée.
9. Cherif.O. Jean-Yves. M, Arlène. A,2012.« L'agriculture algérienne face aux défis alimentaires. Trajectoire historique et perspectives », *Revue Tiers Monde* 2012/2 (n°210), p. 123-141. DOI 10.3917/rtm.210.0123
10. Criscuoli.I .2016. Stabilité du charbon végétal (biochar) dans le sol et impactsurla productivité et les cycles des nutriments des prairiesalpines; Paris, France; Université Pierre et Marie Curie, p 96;Thèse de doctorat Sciences du sol et de l'environnement.

11. Dari R,2013.Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides exempled'un sol salé sous deux types de cultures; Ouargla, Algérie ; UniversiteKasdiMerbah-Ouargla, p53 ;mém.ing.agro.16.Derbal N,2015.Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie ;Annaba, Algérie ; Université Badji Mokhtar –Annaba, p76 ;Thèsede Doctorat sciences en Biologie.
12. DAVET.P, 1996.Vie microbienne des sols et production végétale,INRA, 385p.
13. DASSONVILLE. Fet RENAULT. . P, 2005. Interactions entremicrobiologie anaérobieet géochimie du sol. Description des dynamiques microbiennes.
14. .Debbar.Z, et Ammiré.E, 2017.Etude de la possibilité d'optimisation de la quantité d'eau d'irrigation et de la quantité de fertilisant administre a un sol sableux dans la région d'el-oued en utilisant un bio-charbon comme amendement au sol. El -Oued, Algérie : UniversiteEchahidHamma Lakhdar -El OUED, 71p.Mém Master Académique en sciences biologique.
15. Devd.E.2015.Biocharbon et technologies performantes de carbonisation et de torréfaction. [22/05/2015].<http://biocharbon.blogspot.com/.68>
16. DUBOST D. (1991) - Ecologie, aménagement des oasis Algériennes. Thèse Doctorat géographie.u.f. Rebellais
17. Djennane. A, 1990;Constat de situation dans des zones Sud des oasis algériennes. In : Dollé V. (ed.), Toutain G. (ed.). Les systèmes agricoles oasiens. Montpellier : CIHEAM, 1990. p. 29-40 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 11).
18. .Données climatiques: Algérie -Tutiempo.net.<https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>
19. .DSA El-oued,2017;Directeur service agricultureEl-oued.
20. FAO, non daté. Le sol ; 9. Perméabilitédu sol.[http://www.fao.org/fishery/static/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706f/x6706f09.htm](http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706f/x6706f09.htm)
21. FAO, 2005. L'irrigation en Afrique en chiffres –Enquête AQUASTAT 2005[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/aquastat/pdf\\_files/DZA\\_algeria\\_cp.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/aquastat/pdf_files/DZA_algeria_cp.pdf).
- 25.Gallichand Jacques et Brochu Yvon, 1983. IRRIGATION DOSAGE ET MOMENT D'APPLICATION. Annexe 2; Calendrier d'irrigation .
22. Gao, Lin, Wang, Rui, Shen, Guoming, Zhang, Jixu, Meng, Guixing, Zhang, Jiguang.Effects of biochar on nutrients and the microbial community structure of tobacco-planting soils. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 2017, 17 (4), 884-896.

23. Guillaume. P ,2013 ;ÉTUDE DE PRODUCTION ET DE CARACTÉRISATION DE BIOCHARBONS DE PANIC ÉRIGÉ (*Panicum virgatum* L.) OBTENUS PAR PYROLYSE ; Sherbrooke (Québec) Canada: UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE, 180p. Thèse de doctorat.
24. Halitim.A,2011 ; L'aridoculture et le développement durable, Algerian journal of aridenvironment ISSN-2170-1318 ;vol. 1, n° 1, Janvier 2011 : 3-9.
25. Héla. S,2016; Effet de l'ajout de biochar sur la symbiose tripartite *Ensifer meliloti*-*Rhizophagus irregularis*-luzerne (*Medicago sativa* L.), sur la production d'inocula bactériens et envers la lutte aux agents pathogènes ; Québec, Canada:
26. -Hillisse, 2007 : Encyclopédie des plantes de la région d'Oued Souf Ed. El-Walide ; El-Oued ; 302p.
27. UNIVERSITE DE LAVAL,p89. Mém.Maîtrise en Microbiologie agroalimentaire.
28. Houidi. HetAhmadi.I,2007: Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation azotée-potassique sur pomme de terre (*Solanum tuberosum* L. var CONDOR) dans la région du Souf; Ouargla, Algérie: UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA 141p. Mém Ingénieur d'Etat en Agronomie .
29. Igalavithana, A.D, Yong SikOk,KhanNiazim,N. , Rizwan,M , Al-Wabel,M.IUsman,A.R.A Hyun Moon,D and SooLee,S ,2017. Effect of Corn Residue Biochar on the Hydraulic Properties of Sandy Loam Soil.Sustainability2017, 9, 266 ; doi :10.3390/su9020266 ;www.mdpi.com/journal/sustainability.
30. Inconnu, 2017.Biochar France, un charbon végétal pour l'agriculture –biochar.[25/08/2017. 5 :40 AM.]. www.france-biochar-socopa.fr.
31. Inconnu,2012. Porosité équivalente de drainage,chapitre 08. www.grr.ulaval.ca/gae\_3001/Documents/Notes\_2012/CH\_08\_Porosite.pdf
32. .ITGC, 2015 ;Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants, Bulletin des variétés de Céréales autogames El Harrach-Alger,255p
33. . Jmvallee,2005;ACCES-EDUTERRE,Etude de la porosité et de la perméabilité.[24/03/2005] <http://eduterre.ens-lyon.fr/nappe/html/scenarii/TP>.
34. Jeffery, S. et al., 2011. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis Agriculture, Ecosystems and Environment, 144(1), pp.175– 187.
35. Kaboul. A,2016;Etude des croûtes biologiques des sols des zones arides (cas De la région d'Ouargla et la région de El-Oued). Ouargla, Algérie:UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, 67p.MémMASTER ACADEMIQUE d'état en Sciences de l'environnement.

36. Khechana. S;Derradji. F et Mega. N, 2011. Caractéristiques HydrochimiquesdesEaux De La Nappe Phréatique Du Vallée d'Oued-Souf (SE Algérien); European Journal of ScientificResearchISSN 1450-216X Vol.62 No.2 (2011), pp. 207-215.
37. .Khechana. S,2014 ;Perspective et méthode de la gestion intégrée des ressources en eau dans une zone hyper-aride. Application sur la vallée d'Oued-Souf (Sud-Est algérien),Annaba ;Algérie: UniversiteBADJI Mokhtar -Annaba ,123p.Thèse Doctorat en Sciences Hydrogéologie.70
38. Knowles. O.A, Robinson. B.H,Contangelo. A, Clucas.L,2011. Biochar for the mitigation of nitrate leaching from soil amended with biosolids.Science of the Total Environnement, 409 (2011) 3206–3210.
39. Koull.N,2007 ;Effets de la matière organique sur les propriétésphysiques et chimiques des sols sableux de la régionde Ouargla. Ouargla;Algérie, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA.mém MAGISTER.[13/01/2007][https://www.memoireonline.com/03/11/4331/m\\_Effet-de-la-matiere-organique-sur-les-proprietes-physiques-et-chimiques-des-sols-sableux-de-la-r0.html](https://www.memoireonline.com/03/11/4331/m_Effet-de-la-matiere-organique-sur-les-proprietes-physiques-et-chimiques-des-sols-sableux-de-la-r0.html).
40. .Laetitia F,2012.Intérêts du test Principe du test -Itab. [www.itab.asso.fr/downloads/solab/fiche-solab-beerkan.pdf](http://www.itab.asso.fr/downloads/solab/fiche-solab-beerkan.pdf).
41. Laird, D., Fleming, P., Wang, B., Horton, R. et Karlen, D. (2010). Biochar impact on nutrient leaching from a Midwestern agricultural soil. *Geoderma*. **158**: 436-442.
42. Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. **123**: 1-22.
43. Leinweber, P., et Schulten, H. R. (1999). Advances in analytical pyrolysis of soil organic matter. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. **49**: 359
44. Lebsir. A ,2016;Les Cultures Constructives Traditionnelles Cas des Aurès, L'Oued Mya et Le Souf. Biskra,Algérie: Université Mohamed Khider –Biskra, p292. Mém. Magister en Architecture.
45. Lehmann J, Rondon M, 2006. Bio-char soil management in highly weathered soils in the humid tropics. In Uphoff N (ed.), Biological approaches to sustainable soil systems. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 517-530
46. . Lehmann, J. 2007.Bio-Energy in the Black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 381-387.
47. Lehmann,J. 2007.International Biochar Initiative. <http://www.biochar-international.org/technology>.

48. Lehmann, J et Joseph, S, 2015. Biochar for Environmental Management : Science, Technology and Implementation. Routledge, 20 févr. 2015-944 pages. <https://books.google.dz/books?id=gWDABgAAQBAJ&pg=PA795&dq=biochar+systems+components&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwjh7uTby5HbAhVCJMAKHcRHDS8Q6AEIJTAA#v=onepage&q=biochar%20systems%20components&f=false>.
49. LeleNyami. B., 2016; Potentiel d'amélioration de la fertilité des sols sableux et acides de Kinshasa (RDC) par l'usage du charbon des bois (biochar), de la biomasse végétale et des engrais minéraux. Éraift, Congo. ÉCOLE RÉGIONALE POST-UNIVERSITAIRE D'AMÉNAGEMENT
50. Liang, B., Lehmann, J., Solomon, D., Kinyangi, J., Grossman, J., O'Neill, B., Skjemstad, J.O., Thies, J., Luizão, F.J., Petersen, J. et Neves, E.G. (2006). Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*. **70**: 1719-1730.
51. Lima, H.N., Schaefer, C.E.R., Mello, J.W., Gilkes, R.J. et Ker, J.C. (2002). Pedogenesis and pre-Colombian land use of «Terra Preta Anthrosols («Indian black earth») of Western Amazonia. *Geoderma*. **110**: 1-17.
52. ET DE GESTION INTEGRÉS DES FORÊTS ET TERRITOIRES TROPICAUX-ÉRAIFT. 196p. Thèse de doctorat en Aménagement et gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux.
53. Meissa, B, 2016. L'eau et l'espace agricole dans l'Oued Souf : cas de l'ancienne palmeraie; Ouargla, Algérie : UNIVERSITE KASDI MERBAH –OUARGLA, 94p. Mémoire de Magistère en Sciences Agronomiques
54. Mahtab, A, Anushka, U. R, Jung, E. L, Ming, Z., Nanthi, B., Dinesh, M., Meththika, V, Sang S.L, Yong, S. O. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. *Chemosphere* 99 (2014) 19–33.
55. Mehda. S, 2014. Evaluation du risque de la contamination physico-chimique et biologique des eaux souterraines par les polluants d'origine agricole dans la région d'El Oued. Ouargla, Algérie : UNIVERSITE KASDI MERBAH –OUARGLA, 81p. Mémoire de Magistère en Ecopédologie et environnement.
56. Merhi Maysaloun, 2008 : Etude de l'impact de l'exposition à des mélanges de pesticides à faibles doses : caractérisation des effets sur des lignées cellulaires humaines et sur le système hématopoïétique murin ; Thèse doctorat ; Université De Toulouse ; p139.
57. Melki et al. (2015)/ *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(6), 810-817

58. Mermoud. A, 2006; Cours de physique du sol, Propriétés de base du sol et de la phase liquide, école polytechnique. FEDERALE DE LAUSANNE.
59. Messar E.M, 2010; Le secteur phoenicicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010, (CIHEAM -Options Méditerranéennes).
60. Moctar.M ;2012; SCRIBD [2012] <https://ar.scribd.com/document/313228039/PEDO4-2012>.
61. Muriel.F; 2007; Gestion des matières organiques dans les sols cultivés en Région wallonne : avantages agronomiques, avantages environnementaux et séquestration du carbone. Université Libre de Bruxelles IGEAT, 93p. Mém Master en Sciences et Gestion de l'Environnement.
62. Mustin.M, 2013. Le biochar : Rôle agronomique et environnemental; XXIème Rencontres Professionnelles RITTMO Biomasses énergie: Biochar, [09/12/2013].
63. Mukherjee, A. et Zimmerman, A. R. (2013). Organic carbon and nutrient release from a range of laboratory-produced biochars and biochar–soil mixtures. *Geoderma*. **193-194**: 122-130.
64. MOREL, 1989. Les sols cultivés. Tech et Doc .Lavoisier, paris, 272p
65. Nait-si, H. et Ouafik, N. 2015; Slideshare, Settat Rapport de Microbiologie Encadré : Faculté des sciences et techniques [1/8/2015]. <https://fr.slideshare.net/naitsi777/rapport-de-microbiologie>.
66. Owen, G. 2013; natural buildingblog. More Details about Terra Preta [8/1/2013] <http://www.naturalbuildingblog.com/more-details-about-terra-pret/>
67. Peter Oei, avec la contribution de Bram Van Nieuwenhijzem, 2005 : La culture des champignons à petite échelle. <https://www.p.d.a.u.wilaya.d'el.oued.com/revue/921/img-3.jpg>.
68. Pro-Natura International. 2010. Lutter contre les changements climatiques et augmenter la productivité agricole avec le charbon vert. [02/2010]. [www.pronatura.org](http://www.pronatura.org).
69. Pro-Natura International. 2016. POUR UNE AGRICULTURE TRES PRODUCTIVE ET ECOLOGIQUE AVEC LE BIOCHAR. [02/2016]. <https://www.pronatura.org/wp-content/uploads/2016/.../FR32-Agriculture-biochar.pdf>. 73
70. Pro-Natura International. 2015. Une technologie agricole innovante grâce au biochar qui augmente les rendements agricoles de manière écologique. [https://www.pronatura.org/?page\\_id=521](https://www.pronatura.org/?page_id=521).
71. Remini. B, 2006; LA DISPARITION DES GHOUTS DANS LA REGION D'EL OUED (ALGERIE) Larhyss Journal, ISSN 1112-3680, N° 05, Juin 2006, pp.49-62 .

72. Roose Eric (ed.).(2017).Restauration de la productivité des sols tropicaux et méditerranéens : contribution à l'agroécologie. Marseille :IRD, 712 p. (Synthèses). ISBN 978-2-7099-2277-7<http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010069821>.
73. Rondon M, Lehmann J, Ramírez J, Hurtado M.,2007. Biological nitrogen fixation by common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) increases with bio-char additions. *Biology and Fertility in Soils* 43:699-708. ([Http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/BiolFertSoils\\_43,699-708,2007Rondon.pdf](http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/BiolFertSoils_43,699-708,2007Rondon.pdf)).
74. Samb.N ;2010 ; INFLUENCE D'ACACIA SENEGAL (L.) Willd SUR LES PROPRIETES PHYSIQUES, CHIMIQUES ET BIOLOGIQUES DES SOLS. Dakar,Sénégal;UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, 50p.MémDIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (D.E.A) DE BIOLOGIE VEGETALE.
75. .Samuel.A ; 2011.Le biochar : une nouvelle technique pour séquestrer du carbone et augmenter la fertilité du sol ? *Soil Science and Biogeography*, University of Zurich, Zurich, ISSN 1420-6773 ELVADATA AG Zolliko fen 2011;Bulletin BGS 31, 47-50 (2011).
76. SASSON. A, 1967.Recherches éco-physiologique sur la flore bactérienne de sol des régions du Maroc. Série botanique et biologie végétale.
77. Steiner C., Teixeira W.G., Lehmann J., Nehls T., Macêdo J.L.Vd., Blum W.E.H. & Zech W., 2007. Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil*. 291: 275-290.
78. Souadkia.C,Souadkia.H., 2017 ;Etude des croûtes biologiques des sols desécosystèmes arides (Cas de la Wilaya d'El Oued). El Oued,Algérie. Universitéd'El-Oued,56p. Mém de Master académiqueen Ecologie et environnement.
79. **Sohi**, S. P. (2012). Carbon storage with benefits. *Science* **338**: 1034-1035.
80. Spruyt.J.2018.Vasteplant.be.[https://www.vasteplant.be/index.cfm?fuseaction=art&art\\_id=2384.7](https://www.vasteplant.be/index.cfm?fuseaction=art&art_id=2384.7)
81. Srinivasagam,K. RameshKumar,S. Natarajan,M.Krishna,S; 2013.Biochar production. *AfricanJournalofAgriculturalResearch*Biochar-boontosoilhealthandcropproduction;
82. **Thies**, J.E. et Rillig, M. (2009). Characteristics of biochar: biological properties. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. Earthscan, London. pp. 85-105.

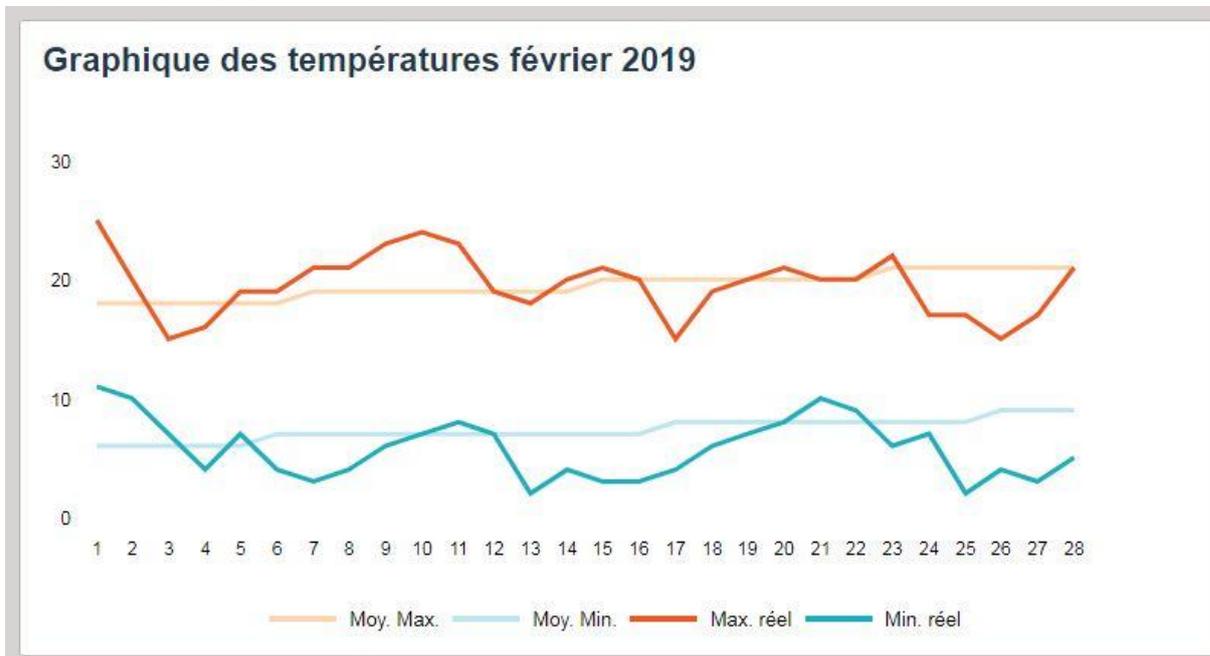
83. Yanai, Y., Toyota, K. et Okazaki, M. (2007). Effects of charcoal addition on N<sub>2</sub>O emissions from soil resulting from rewetting air-dried soil in short-term laboratory experiments. *Soil Science and Plant Nutrition*. **53**: 181-188
84. Warnock, D. D., Lehmann, J., Kuyper, T. W., et Rillig, M. C. (2007). Mycorrhizal responses to biochar in soil—concepts and mechanisms. *Plant and Soil*. **300**: 9-20.
85. Woolf, D. Lehmann, J., 2012. Modelling the long-term response to positive of soil organic carbon by black carbon. *Biogeochemistry* 111(1–3), pp.83–95.
86. Carrifr.A ;2003.QUE SE PASSE-T-IL DANS LE SOL ?. 02/04/2003.[https://www.agrireseau.net/.../QUE%20SE%20PASSEIL%20DANS%20SOL%20\(AC\)](https://www.agrireseau.net/.../QUE%20SE%20PASSEIL%20DANS%20SOL%20(AC)).
87. .Don. H, 2009.Biochar -A Multitude of Benefits. [12/2009].<https://www.agmrc.org/renewable-energy/biofuelsbiorefining-general/biochar-a-multitude-of-benefits/>.
88. Mameri.N,2009.Assural: le portail de l'Assurance en Algérie [31/12/2009].<http://www.cna.dz/Documentation/Travaux-du-CNA/Publications-du-CNA/Bulletin-des-assurances-n-09/Quelle-politique-pour-un-secteur-strategique>.
89. Antoine.C et Richard.E,2009 ;Le biochar est-il vert ?-SCFD. [08/2009]. <http://www.csf-desertification.org/combattre-la-desertification/item/le-biochar-est-il-vert>.
90. Mirza. H,2008.AGRO 516 L ectu re S h e e t # 06. 1. Data collection procedures of Agronomic crops. MirzaHasanuzzaman. Lecturer, Department of Agronomy. Sher-e-Bangla Agricultural.

# Annexes

## Annexe 01

**Tableau N° 1** – Températures mensuelles maximales et minimales et leurs moyennes

Durant l'année 2018



## Annexe 02

### Préparation de milieux de culture (PDA)

**PDA** : milieu d'extrait de pommes de terre, de dextrose et d'agar.

Selon Peter et Bram (2005), les ingrédients : 200 g de pommes de terre coupées en dés, 20 g de poudre d'agar, 20 g de dextrose ou de sucre de canne blanc ordinaire, 1 litre d'eau distillé.

1. Lavez et pesez les pommes de terre, puis coupez-les en petits morceaux.
2. Faites-les bouillir de 15 à 20 minutes, jusqu'à ce qu'elles soient tendres.
3. Retirez les pommes de terre et ajoutez de l'eau au bouillon jusqu'à l'obtention d'1 litre exactement.
4. Ajoutez le dextrose et l'agar. Veillez à mettre la quantité exacte de sucre et d'agar pour éviter que la préparation soit trop ramollie ou trop dure.
5. Remuez de temps en temps et chauffez doucement jusqu'à ce que l'agar ait fondu.  
L'agar doit être chaud quand on le verse dans les éprouvettes ou les flacons, sinon il fera des grumeaux.
6. Remplissez les récipients jusqu'au quart environ.
7. Puis fermez hermétiquement les éprouvettes ou les flacons avec un tampon de coton.

### Préparation La Gélose Nutritive (GN)

La Gélose Nutritive est un milieu largement utilisé pour la culture des micro-organismes

Préparation d'un milieu de culture (Gélose nutritive) :

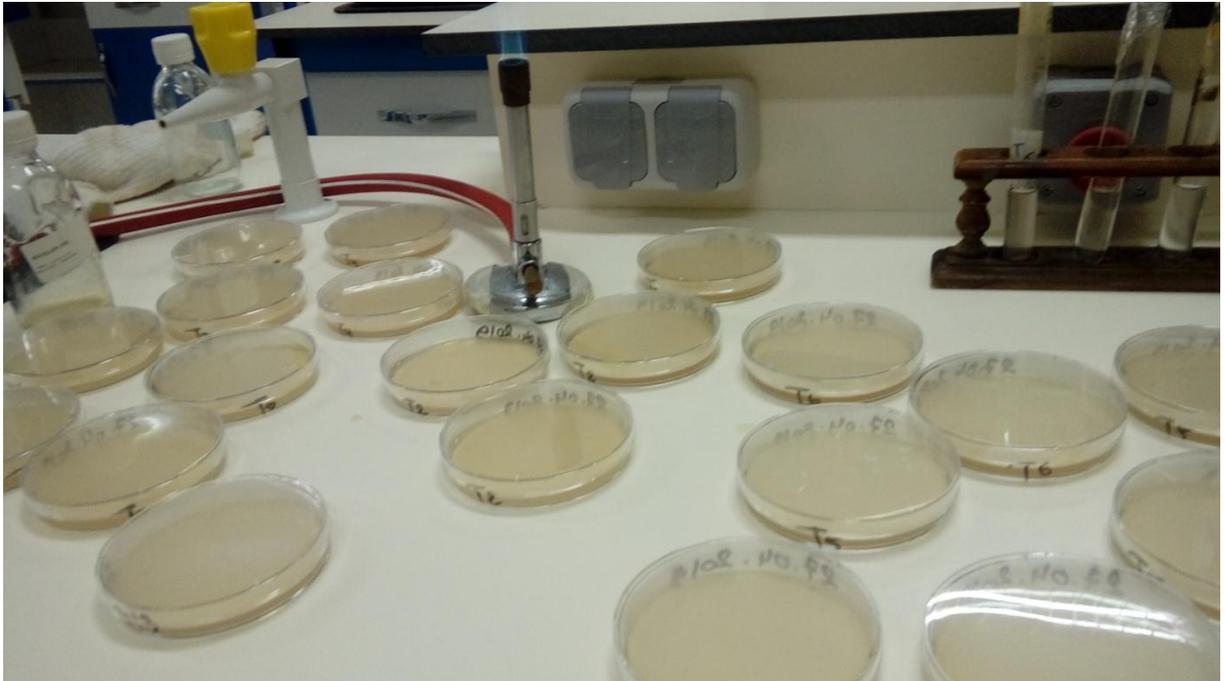
- 1- Tryptone : 5g
- 2- Extrait de levure : 2.5g
- 3- Glucose : 1g
- 4- Agar : 15g/l
- 5- Eau distillée : 250ml

On chauffe jusqu'à ébullition, ensuite on met les milieux de culture dans l'autoclave pour les stériliser.

On laisse les milieux dans l'autoclave 20min avec une température de 121°C. Quand l'autoclavage prend fin :

- 1- Ouvrir le flacon dans un périmètre stérile.
- 2- Passer l'ouverture du flacon à la flamme.
- 3- Verser le milieu dans la boîte pétri.
- 4- Passer l'ouverture du flacon à la flamme pour une 2ème fois.
- 5- Fermer le flacon

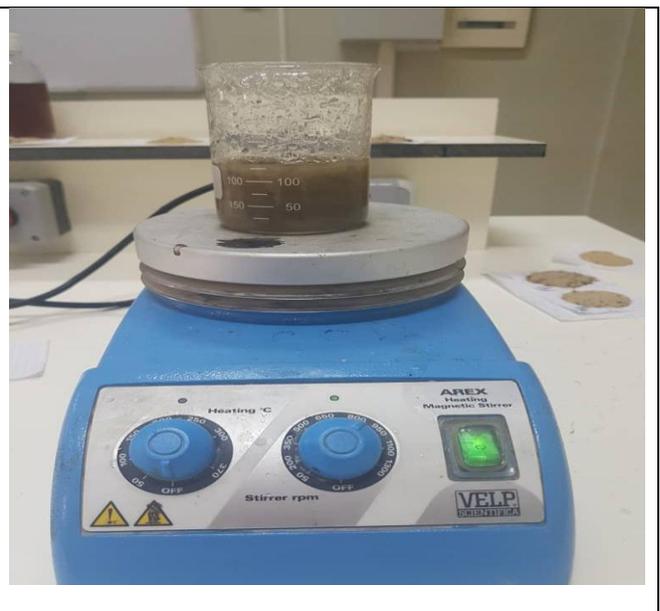
6- Laisser les boîtes refroidir à côté du bec bunsen. (Nait-si et Ouafik,2015)



Préparation de **Gélose Nutritive**



**Photo** :fongiques après 6 jours



**Photo** :Mélangeur de sol



Photo boîte pétri



Photo :Irrigation à central

### Résumé:

La présente étude est une Contribution à l'étude de évolution d'un sol sableux amélioré avec d'un bio-charbon d'origine végétal dans la région d'El-oued

Cette étude a été réalisée au niveau du jardin de Faculté des sciences de la nature et de vie de l'université d'Echahid Hama Lakhdar El-Oued.

Dans notre étude, nous avons fait sept traitements et un témoin T0 (sable) ; T1 (sable et matière organique) ; T2 (sable et azote) ; T3 (sable et bio-charbon) ; T4 (sable, bio-charbon et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T7 (sable, matière organique et azote) avec trois répétitions en bloc complet randomisé

Des analyses physiques, chimiques et biologiques du sol ont été effectuées avec des mesures de la biométrie des plantes de l'orge.

Les résultats obtenus de cette étude montrent qu'il y a une évolution positive du bio-charbon sur les propriétés physique chimique et biologique du sol et la croissance des plantes et leur rendement. Les meilleurs résultats ont été enregistrés au niveau du T4 (Sable ; bio-charbon et matière organique) et T6 (Sable ; bio-charbon, azote et matière organique).

Les résultats de cette étude ont confirmé la possibilité d'améliorer les propriétés du sol sableux de la région d'El-Oued et d'augmenter la croissance de la plante de l'orge

**Mot-clé :** Bio-charbon, évolution des propriétés du sol sableux, la culture de l'orge, croissance,

### Abstract:

The present study is a contribution to the study of the evolution of an improved sandy soil with a bio-charbon of vegetal origin in the region of El-oued

This study was carried out at the level of the Garden of Faculty of Natural Sciences and Life of the University of Echahid Hama Lakhdar El-Oued.

In our study, we did seven treatments and one control T0 (sand); T1 (sand and organic matter); T2 (sand and nitrogen); T3 (sand and bio-charbon); T4 (sand, bio-charbon and organic matter); T5 (sand, bio-charbon and nitrogen); T6 (sand, bio-charbon, nitrogen and organic matter); T7 (sand, organic matter and nitrogen) with three randomized full-block repeats

Physical, chemical and biological soil analyzes were performed with barley plant biometrics measurements.

The results obtained from this study show that there is a positive evolution of bio-charbon on the physical and chemical properties of soil and the growth of plants and their yield. The best results were in T4 (Sable, bio-charbon and organic matter) and T6 (Sable, bio-charbon, nitrogen and organic matter).

The results of this study confirmed the possibility of improving the properties of the sandy soil of the El-Oued region and increasing the growth of the barley plant.

**Keyword:** Bio-charbon, evolution of sandy soil properties, barley cultivation, growth.

### ملخص :

هذه الدراسة هي مساهمة في دراسة تطور التربة الرملية التي تتحسن مع الفحم الحيوي من أصل نباتي في منطقة الوادي أجريت هذه الدراسة على مستوى حديقة كلية العلوم الطبيعية والحياة بجامعة الشهيد حمه لخضر الوادي.

في دراستنا وضعنا سبعة حالات وشاهد في دراستنا ، أجرينا سبعة معالجات وتحكم واحد T0 رمل ؛ T1 الرمال والمواد العضوية ؛ T2 الرمال والنيتروجين ؛ T3 الرمال والفحم الحيوي ؛ T4 الرمال ، الفحم الحيوي والمواد العضوية ؛ T5 الرمال والفحم الحيوي والنيتروجين ؛ T6 الرمل ، الفحم الحيوي ، النيتروجين والمواد العضوية ؛ T7 الرمل ، المادة العضوية والنيتروجين مع ثلاث تكرارات كاملة العشوائية.

أجريت تحاليل التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية باستخدام قياسات القياسات الحيوية لنبات الشعير .

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن هناك تطورا إيجابيا للفحم الحيوي على الخواص الفيزيائية والكيميائية، للتربة ونمو النباتات وإنتاجيتها. كانت أفضل النتائج في T4 الرمل ، الفحم الحيوي والمواد العضوية و T6 الرمل الفحم الحيوي ، النيتروجين والمواد العضوية.

أكدت نتائج هذه الدراسة إمكانية تحسين خواص التربة الرملية لمنطقة الواد وزيادة نمو نبات الشعير

**الكلمة المفتاحية:** الفحم الحيوي ، تطور خصائص التربة الرملية ، زراعة الشعير ، النمو .