



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
*République Algérienne Démocratique et Populaire* N série: ...  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
جامعة الشهيد حمه 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

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : La Biodiversité et environnement

### ***THEME***

**Contribution à l'étude de l'effet de l'incorporation d'un  
bio-charbon sur les propriétés agroécologique d'un sol  
sableux et son impact sur la culture de blé dur dans la  
région d'El-Oued**

**Présentés Par :**

M<sup>elle</sup>. SADOUN Sirine

M.AOUINET Mohammed Ali

**Devant le jury composé de :**

**Président : M<sup>me</sup>. BOUKHTACHE. N**

**M.A.A, Université d'El-Oued**

**Examinatrice : Mr. MEHDA. I**

**M.A. A, Université d'El-Oued**

**Promoteur : Mr. LAICHE. K**

**M.A.A, Université d'El-Oued**

**Année universitaire : 2017/2018**



## DEDICACE

Je dédie ce modeste travail comme geste de reconnaissance et de remerciements à mes parents. Ma mère qui, lors de toutes mes années d'études, m'a encouragée et soutenue, mon père qui m'a donné la force de continuer sans jamais baisser les bras.

Tous mes remerciements à personne très cher qui m'a donné l'énergie, l'espoir et la patience pour continuer.  
A mes frères : Brahim, Abderrahim, Abdesselam, Ali et Mohammed Salah  
A ma sœur : Assia.  
A mon binôme.

Je ne pourrais oublier de dédier ce travail à mon encadreur le Professeur [Laiche.K](#) d'avoir accepté de travailler avec nous sur ce thème.

Je remercie infiniment le professeur [Ferate.F](#) et je lui souhaite une bonne santé et une belle vie.

*Sirine....*

# Remerciements

*Avant tout je remercie ALLAH tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné le courage et la Patience pour terminer ce modeste travail.*

*Je tiens à exprimer en premier, ma profonde gratitude et mes vifs remerciements à M<sup>em</sup>. BOUKHTACHE.N Maitre-assistante à l'université d'El Oued, pour l'honneur qu'il mes faits de présider le jury de ce mémoire.*

*Mes remerciements vont aussi à Mr. MEHDA.I Maitre-assistant à l'université d'El-Oued pour avoir accepté d'examiner ce Modest travail.*

*Je tiens également à remercier mes Promoteur Mr. LAICHE.K Maitre-assistant à l'université d'El-Oued, pour mes avoir fait confiance, sa disponibilité et pour avoir mes orienter avec justesse tout au long de mon cheminement, sa patience, ses encouragements et ses conseils. Nous soulignons particulièrement son sens de la pédagogie et son humanisme.*

*Nous tenant également à exprimer nos remerciements :*

*A tout le corps enseignant de l'Université d'El-Oued, particulièrement aux enseignants de faculté sciences de la nature et de la vie*

*Tous les amis et les étudiants en particulier les amis les plus proches de promotion.*

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

## Résumé

La présente étude est une contribution à l'étude de l'effet de l'incorporation d'un bio-charbon sur les propriétés agroécologique d'un sol sableux et son impact sur la culture de blé dur 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 T<sub>0</sub> (sable) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>2</sub> (sable et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) avec trois répétitions en bloc complet randomisé. Des analyses physiques, chimiques et biologiques du sol et mesure de la biométrie des plantes de blé.

Les résultats obtenus de cette étude montrent qu'il y a des effets positifs 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 T<sub>4</sub> (Sable ; bio-charbon et matière organique) et T<sub>6</sub> (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 et le rendement de la plante de blé dur.

**Mot-clé :** Bio-charbon, les propriétés du sol sableux, la culture de blé dur, croissance, rendement.

## ملخص

هذه الدراسة عبارة عن مساهمة لمعرفة ولتقييم تأثير دمج الفحم البيولوجي على الخصائص البيئية للتربة الرملية التي تؤثر في نظم الزراعية وتأثيرها على زراعة القمح الصلب في منطقة الوادي.

أجريت هذه الدراسة في حديقة كلية العلوم الطبيعية لجامعة الشهيد حمّ لخضر الواد.

في دراستنا وضعنا سبعة حالات وشاهد  $T_0$  (رمل)؛  $T_1$  (الرمل والمواد العضوية)؛  $T_2$  (الرمل وازوت)؛  $T_3$  (الرمل والفحم الحيوي)؛  $T_4$  (الرمل والفحم البيولوجي والمواد العضوية)؛  $T_5$  (الرمل والفحم البيولوجي وازوت)؛  $T_6$  (الرمل، الفحم الحيوي، ازوت والمواد العضوية)؛  $T_7$  (الرمل، المواد العضوية وازوت) مع تكرار ثلاث مرات. مع سبعة حالات موزعة عشوائية. مع قيام بالتحليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة وقياس نمو نبات ومردود القمح.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن هناك تأثير إيجابية للفحم البيولوجي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة ونمو النبات والمردود. تم تسجيل أفضل النتائج على مستوى  $T_4$  (الرمل، الفحم الحيوي والمواد العضوية)  $T_6$  (الرمل، الفحم الحيوي، ازوت والمواد العضوية).

نتائج هذه الدراسة تثبت إمكانية تحسين خصائص التربة الرملية لمنطقة الوادي وزيادة مردود محصول نبات القمح.

**الكلمة المفتاحية:** الفحم البيولوجي، خصائص التربة الرملية، زراعة القمح، النمو، مردود.

## **Abstract**

The present study is a contribution to obtain some knowledge to evaluate the effect of the incorporation of biochar in soil shown the effect on the agroecological properties of a sandy soil and its impact on the grown of wheat culture in El-Oued region.

This study was carried out in the garden of the Faculty of Science and Nature of University Echahid Hamma Lakhdar, El- Oued.

In our study we did Seven treatments and an absolute reference T<sub>0</sub>: (sand); T<sub>1</sub> (sand and organic matter); T<sub>2</sub> (sand and azote); T<sub>3</sub> (sand and biochar); T<sub>4</sub> (sand, biochar and organic matter); T<sub>5</sub> (sand, biochar and azote); T<sub>6</sub> (sand, biochar, azote and organic matter); T<sub>7</sub> (sand, organic matter and azote) repeated three times ad randomized in complete block. Physical, chemical and biological soil analysis and measurement of the growth and yields of durum wheat plants.

The results obtained from this study show that there are positive effects of biochar on the physical, chemical and biological property of the soil and plant growth and yield. The best results were obtained in T<sub>4</sub>(sand, biochar and organic matter) and T<sub>6</sub> (sand, biochar, azote and organic matter).

The results of this study demonstrate the possibility of improving the properties of the sandy soil in the El-Oued region and increasing the growth and yield of the durum wheat plant.

**Keyword:** Biochar, the properties of the sandy soil, wheat culture, growth, performance.

## Liste des abréviations

**Biochar:** Bio-charbon

**C:** Carbone

**CEC :** Capacité échange cationique

**DSA :** Direction des Services Agricole

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

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

**GN :** Gélose nutritive

**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 :** Unite formant colonie.

## Liste des figures

N°	Figure	Page
01	Situation Géographique de la Wilaya d'El-Oued	6
02	Coupe Hydrogéologique des Aquifères du Sahara Septentrionale	8
03	Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la Région l'El-Oued Durant l'année 2017	9
04	Etage bioclimatique d'El-Oued selon le Climagramme D'EMBERGER2007-2017	10
05	Production de blé dur dans la région d'El-Oued 2008-2017	11
06	Les Sols Sableux : Pas ou Peu de Structure	14
07	Le bio-charbon	18
08	Les profils typiques des sites Oxisol /'Terra Preta'	19
09	Avantages Environnementaux, Sociaux et Financiers	20
10	Evolution de la Minéralisation du Bio-Charbon et de la Biomasse Non Carbonisée dans le Sol au Cours du Temps	21
11	Le bio-charbon : système pour piéger le dioxyde de carbone dans le sol	22
12	Technologie de production de bio-charbon	27
13	Localisation de Site expérimental	29
14	Résidus Agricoles	31
15	Production de Bio-charbon	32
16	Schéma du Protocole Expérimental	34
17	Site Expérimentale	35
18	Grelinette	36
19	La Moyenne de Température Pendant les 6 Mois	37
20	La Moyenne de la Précipitation Pendant les 6 Mois	37
21	Tuyau et Test de D'infiltration	39
22	Teste D'activité Biologique	40
23	Préparation Des Suspensions Dilutions du Sol	42
24	Histogramme su test d'infiltration en moyenne du temp	45
25	Histogramme de Représentation de Différentes Moyennes de Temps et de Volume d'Eau	46
26	Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol Avant le Semis	47

## Liste des figures

27	Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol à la Fin de l'Expérience	48
28	Teste d'Activité Biologique	50
29	Histogramme Représentant les Pourcentages de Germination de Blé Dur de la Variété ' Cirta ' en Condition Expérimental	53
30	Stade 2 à 3 feuille dans la parcelle de traitement	54
31	Stade Tallage	55
32	Stade de Formation et Maturation des épis	56
33	Histogramme Représentant de Longueur des épis blé dur la Variété ' Cirta '	57
34	Histogramme Représentant de Nombre de Grains de Blé par épi	58
35	Histogramme Représentant de Poids des Mille Graines en g	59
36	Histogramme Représentant les Rendements en Grains g	60
37	Histogramme Représentant les Poids des Pailles de blé dur la Variété ' Cirta '	61
38	Histogramme Représentant Hauteur de la Plante	62

## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Tableau</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	Résumé de publications scientifiques majeures montrant les effets du biochar sur les principales cultures tempérées	24
<b>Tableau 02</b>	Résumé de publications scientifiques majeures montrant les effets du biochar sur les principales cultures tropicales	25
<b>Tableau 03</b>	Caractérisation au Champ de la Variété de Blé Dur Expérimentée	29
<b>Tableau 04</b>	Dénombrement des Colonies des Bactériennes	51
<b>Tableau 05</b>	Dénombrement des Souches Fongiques	51
<b>Tableau 06</b>	Les Rendement en grains de Blé Dur, la Variété ' Cirta '	60

## Table des matières

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Liste abréviation	
Liste des figure	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	3
<b>PREMAIRE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b>	
<b>Chapitre I Etude de la région d'El-Oued</b>	
1. Situation géographique .....	5
2. Aperçu sur la wilaya d'El-Oued .....	6
3. Le relief.....	6
4. Le sol.....	7
5. Hydrogéologie .....	7
6. Climat .....	8
6.1. Températures.....	8
6.2. Précipitations .....	8
6.3. Vent.....	9
6.4. Humidité de l'air.....	9
7.Synthèse climatique.....	9
7.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN.....	9

7.2. Climagramme d'EMBERGE.....	10
7. Agriculture de la région étudiée .....	11
8. Les problèmes environnementaux soulevés par la mauvaise application de la ressource en agriculture .....	12
Conclusion de Chapitre I.....	12
<b>Chapitre II. Caractéristique Agroécologique de Sol Sableux</b>	
1.La propriété physique de sol .....	13
1.1. La texture.....	13
1.1.1Intérêt de l'appréciation de la texture.....	13
1.2. La structure.....	13
1.3. La porosité.....	15
2.La propriété chimique de sol .....	15
2.1. Capacité d'échange cationique (CEC).....	15
2..2. Le pH de sol .....	16
2.3. Les éléments nutritifs.....	16
3.La propriété biologique .....	16
4.Contraintes édaphiques.....	16
Conclusion du chapitre II.....	17
<b>Chapitre III- Le Bio-charbon</b>	
1.Définition.....	18
2.Histoire du bio charbon .....	19
3.Principaux avantages du bio-charbon .....	19
4.Intérêt du biochar comme amendement.....	20
5.Propriétés physico-chimiques du biochar .....	21
6.Le bio-charbon et les émissions de gaz à effet de serre .....	21

<b>7.Effets du bio-charbon sur le sol .....</b>	<b>23</b>
<b>7.1. Effets du bio-charbon sur les propriétés physico-chimiques du sol.....</b>	<b>23</b>
<b>7.2. Effets du bio-charbon sur la biologie du sol .....</b>	<b>23</b>
<b>8.Effet de bio-charbon sur la productivité du sol .....</b>	<b>23</b>
<b>9.Impact du bio-charbon sur la croissance des plantes et les rendements des cultures.....</b>	<b>24</b>
<b>10.Production du bio-charbon.....</b>	<b>26</b>
<b>Conclusion du chapitre III.....</b>	<b>27</b>
<b>Partie Expérimentale</b>	
<b>Chapitre IV Matériel et Méthode</b>	
<b>1. Site expérimental.....</b>	<b>29</b>
<b>2.Matériel expérimental.....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Culture test.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2. Traitements.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3. Bio-charbon.....</b>	<b>31</b>
<b>2.3.1. Production de Bio-charbon.....</b>	<b>31</b>
<b>2.4. Engrais.....</b>	<b>33</b>
<b>3. Méthodes.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1. Dispositif et Protocole Expérimental.....</b>	<b>33</b>
<b>3.2. Conduite Expérimentale.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3 Relevé la Température et Précipitation Pendant la Période Expérimentale.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4 Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5 Les Paramètres Etudiés.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.1 Analyse Chimique.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.1.1 Dosage des Nitrates.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5.1.2 Dosage des Ammoniums.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.2 Analyse Physique.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.2.1 Test d'infiltration ou Test de Perméabilité.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6.2.2 Capacité au Champ.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6.3 Analyse Biologique.....</b>	<b>40</b>
<b>3.6.3.1 Test D'activité Microbiologique.....</b>	<b>41</b>
<b>3.5.3.2.1 Méthode de Numération des Microflores.....</b>	<b>41</b>

3.6.3.2.2 Préparation des Dilutions Décimales de Solution du Sol.....	41
3.6.4. Les Paramètres de Développement et de Production de Blé Dur.....	43
3.6.4.1 Le Pourcentage de Germination.....	43
3.6.4.2 Paramètres Biométriques.....	43
3.6.4.3 Analyses des Composantes du Rendement de Blé Dur.....	43
Conclusion du Chapitre IV.....	44
<b>Chapitre V Résultat et Discussion</b>	
1. L'effet du Bio-charbon sur les Propriétés du Sol Sableux.....	45
1.1. L'effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Physiques du Sol Sableux.....	45
1.1.1. Test d'Infiltration.....	45
1.1.2. Capacité au Champ.....	47
1.2. L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Chimique du Sol Sableux.....	47
1.2.1 Dosage des Nitrates et des Ammoniums Avant l'Expérience.....	47
1.2.2 Dosage des Nitrates et des Ammoniums Après l'Expérience.....	48
1.3. L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol.....	50
1.3.1 Test d'Activité Microbiologique.....	50
1.3.2 L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes.....	51
2. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement et de Production de Blé Dur au Niveau l'Expérimentation.....	52
2.1. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement.....	52
2.1.1. Pourcentage de Germination.....	52
2.1.2 Stade 2 à 3 feuilles.....	54
2.1.3 Stade Tallage.....	54
2.1.4 Stade montaison.....	55
2.1.5 Stade l'épiaison.....	56
2.1.6 Formation et maturation des épis.....	56
2.2 L'Effet du Bio-charbon sur le Rendement du Blé Dur.....	57
2.2.1 Longueur des épis.....	57
2.2.2 Nombre d'épillets par épi.....	58
2.2.3 Poids des Mille Graines.....	59
2.2.4 Les Rendements en Grains.....	60
2.2.5 Les Poids des Pailles.....	61
2.2.6 Hauteur de la Plante.....	62

<b>Conclusion du chapitre V.....</b>	<b>63</b>
<b>Conclusion générale et Perspectives</b>	
<b>Références bibliographiques</b>	
<b>Annexe</b>	

# Introduction générale

---

Depuis le milieu du XXe siècle, du fait de la forte croissance démographique, les sols et la végétation mondiale subissent d'importantes dégradations. Actuellement, plus de 75 % des terres sont considérablement dégradées (**Stephen, 2018**).

En effet, malgré la mise en œuvre de grands projets tels que la conservation de l'eau et des sols (CES), la production agricole ne peut être maintenue à un niveau suffisant pour nourrir une population qui double tous les vingt ans dans les pays du Sud. (**Eric, 2017**).

L'Algérie n'est pas en reste de cette réflexion et trouve les mêmes problèmes cités précédemment.

L'agriculture est souvent présentée comme une priorité en l'Algérie qui considère l'agriculture et le développement rural comme secteur stratégique et structurant de l'économie nationale. (**Cherif et al., 2012**).

L'Algérie ambitionne à travers le programme quinquennal 2015-2019 de réduire ses importations de céréales. L'objectif est de réaliser l'autosuffisance en blé dur (**Mohamed, 2017**), Plus grave encore, l'Algérie se classe parmi les dix plus grands importateurs de céréales et de lait en poudre, du monde.

Suite à l'accroissement continu de la population, les surfaces agricoles cultivables par habitant ne font que baisser. De façon vertigineuse même, passant de 0,70 ha en 1962 à 0,24 ha en 2008. Le secteur agricole est confronté à des plusieurs problèmes, Les changements climatiques sont retenus en tant que problématique mondiale et leurs conséquences sont de plus en plus alarmantes (**Mameri, 2009**).

D'après Omar Bessaoud : des milliers d'hectares sont affectés par des phénomènes de salinisation des sols ; les pertes de terres arables par incendies de forêt sont estimées à 59 000 ha/an ; l'élévation de la température au Maghreb s'est située entre 1 et 2°C sur la période 1970 à 2004 contre une moyenne Mondiale de 0,74°C ; ainsi que la désertification progressive des sols et la rareté des ressources en eau (**Mameri, 2009**).

Le Sahara Algérien, ensemble désertique aride occupe plus de 2 millions de km<sup>2</sup>, d'où 84 % de la superficie totale du pays. Les terres y sont pauvres. (**FAO, 2005**).

## Introduction générale

Les zones sahariennes sont constituées d'immenses étendues impropres à l'agriculture (**Djennane, 1990**). La qualité physique, chimique et biologique des sols sahariens posent à la fois des problèmes d'ordre agronomiques (aptitude culturale faible) et environnementaux (érosion et ruissellement de surface) (**Koull, 2007**).

Pour pallier ce problème d'ordre agroécologique nous proposons l'utilisation du bio-charbon comme amendement au sol.

Le bio-charbon est un matériau naturel qui a attiré l'attention en tant que conditionneur de sol durable (**Igalavithana et al., 2017**) a été découvert en Amazonie sous le nom de Terra Preta. Ce charbon végétal est issu de civilisations précolombiennes qui vivaient dans la forêt. Les terres étaient acides et pauvres. L'utilisation de la Terra Preta leur a permis de cultiver et de nourrir cette civilisation pendant des siècles. (**Inconnu, 2017**).

Aussi le bio-charbon diminue les contaminants et l'assainissement de divers contaminants organiques / inorganiques (**Mahtab, 2014**). Les études plus récentes sur le sujet recommandent le bio-charbon pour sa capacité d'améliorer l'état des sols, naturellement pauvres, voire même dégradés par une agriculture intensive (**Steiner et al., 2007**).

Le bio-charbon peut contribuer de manière significative à la restauration d'un environnement naturel propre et productif. L'utilisation répandue de bio-charbon de qualité réduira absolument la quantité de carbone entrant dans l'atmosphère, aidera à réduire considérablement la consommation d'eau, améliorera la qualité du sol et, par conséquent, améliorera également la qualité nutritive des aliments.

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

### **Problématique principale :**

- ✚ Quelle sera l'effet du bio-charbon sur la fertilité du sol sous culture de blé dans la région d'el-Oued ?

### **Problématiques secondaires :**

- ✚ Quelles sont les principaux problèmes agroécologiques dans la région d'El-Oued ?
- ✚ Quelles sont le propriété 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 ?

## **Introduction générale**

Pour répondre à toutes ces questions notre étude se scinde en deux parties qui sont ;

**Partie bibliographique** qui contient Trois chapitres,

Chapitre I, est une synthèse bibliographique sur la wilaya d'El-Oued, sa situation, son relief, son climat, son l'agriculture, et les problèmes Agroécologiques de la région d'El-Oued.

Chapitre II, nous allons présenter les caractéristiques et les propriétés des sol sableux. Dans le troisième Chapitre III, nous présentons des généralités sur le bio-charbon, et leurs effets sur la productivité du sol et sur la croissance de plante.

**Partie expérimentale**, se scinde en deux chapitres :

Chapitre IV, une partie expérimentale détaillant la méthodologie et le protocole utilisé.

Chapitre V, fait l'objet de la présentation des résultats obtenus dans ce travail et leurs discussions.

Enfin, les perspectives de ce travail sont présentées dans la conclusion générale.

---

*Partie I*

*Synthèse Bibliographique*

---

# Chapitre I

## Etude de la Région d'El-Oued

---

Dans ce chapitre nous allons présenter d'une manière générale la région d'El-Oued ; Alors quelle sont les problèmes Agroécologiques de la région en question ?

### I.1.Situation Géographique

La wilaya d'El-Oued, située au Nord-Est de Sahara septentrional, (**Bouselsal, 2007**), à 600Km de la capitale Alger (figure 01). Elle est dans les confins septentrionaux de l'Erg Oriental (33° à 34° N et 6° à 8° E). (**Berrah, 2009**).

Elle limité naturellement au Nord par les chotts Melghir et Mérouane (région de Biskra), Au Sud, par l'extension du Grand Erg Oriental, l'Ouest par la valle d'Oued Righ (région de Touggourt) et l'Est par la frontière algéro-tunisienne (chotts El-Djérid : région de Tozeur) (**Remini, 2006**).

L'altitude moyenne d'El-Oued est de 80 m, (**Boulifa, 2012**). Alors qu'au niveau des Chotts du Nord, moins de 25 m du niveau de la mer. Elle possède des dunes qui dépassent parfois les 100 m de hauteur (*A.N.R.H., in Maissa 2009*).

Elle est administrativement limitée par les wilayas suivantes :

- ✚ Biskra, Khenchela et Tébessa au Nord ;
- ✚ Djelfa au Nord-Ouest ;
- ✚ Ouargla au Sud et Sud- Ouest ;
- ✚ La Tunisie à L'Est. (**Bouselsal, 2007**).

Il s'agit d'un vaste ensemble de palmiers entourés par les dunes de sable. La wilaya d'El Oued occupe une superficie de 44585 km<sup>2</sup>. (*D.P.A.T, 2010*).



## Chapitre I Etude de la Région d'El-Oued

- ✚ Une zone de dépression : caractérisée par la présence d'une multitude de chotts qui plongent vers l'Est. Il est à signaler que l'altitude diminue du Sud vers le Nord et de l'Ouest vers l'Est pour devenir négative au niveau des chotts. **(Khechana, 2014)**.

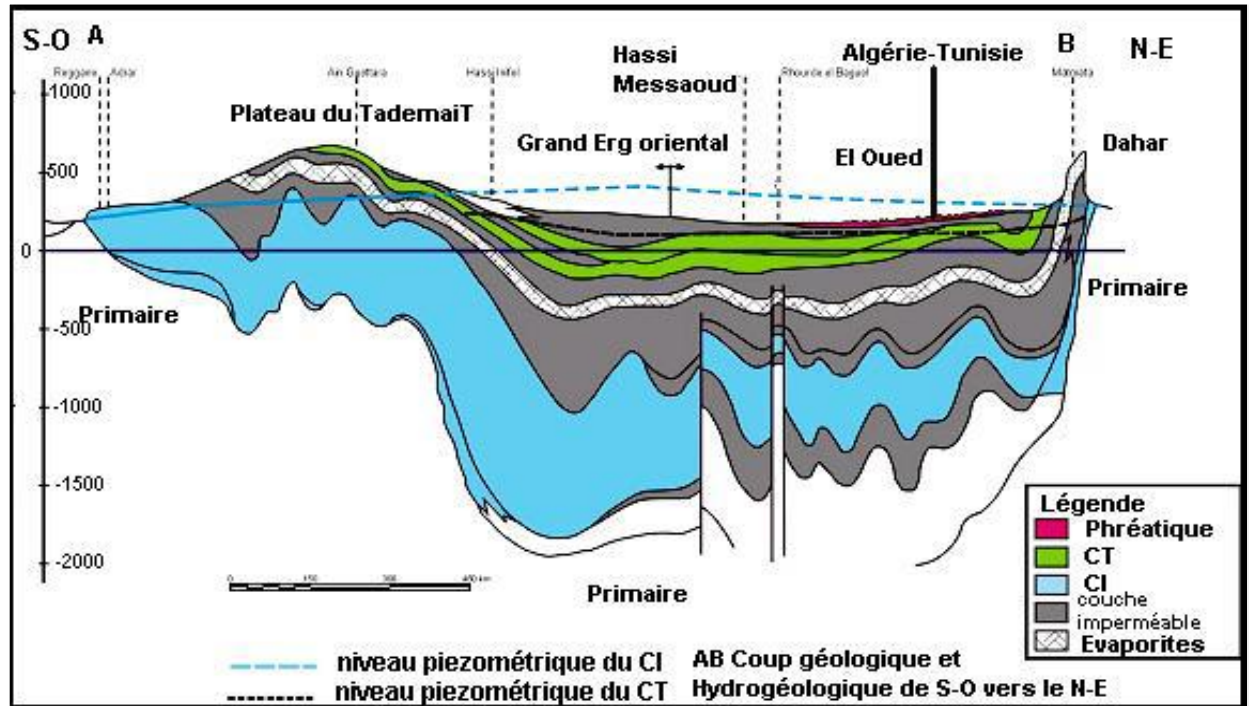
### I.4. Les Sols

Les sols de la région d'El-oued appartiennent à la classe des sols désertiques peu évolués **(Berkal, 2006)**. Les couches arables sont constituées d'un sol sablonneux de forte profondeur et ne constituent pas des couches rocheuses. Selon **Voisin (2004)** le sable du Souf se compose de Silice, Gypse, de Calcaire et parfois d'Argile.

Les sols de la région du Souf est un sol typique des régions sahariennes. C'est un sol pauvre en matière organique, à texture sableuse et à structure caractérisée par une perméabilité à l'eau très importante. **(Hlisse, 2007)**.

### I.5. Hydrogéologie

La région d'El-Oued Souf possède des ressources hydriques essentielles ; Malgré l'absence des ressources de surface, la vallée d'El-Oued dispose d'une réserve hydrique très importante, présente sous forme de trois nappes souterraines (Figure 02) : la nappe de l'Albien (ou Continental Intercalaire CI), la nappe du Complexe Terminal (CT) et la nappe phréatique **(Khechana, 2011)**. L'aquifère libre est constituée de formations détritiques d'âge Quaternaire et Miopliocène représentées par les : sable, grés, sableargileux, La profondeur du substratum est comprise entre 50 et 90 mètres **(Senoussi et Aouat, 1992 ; in Bouselsal et Kherici, 2014)**.



**Figure 02 :** Coupe Hydrogéologique des Aquifères du Sahara Septentrionale (UNESCO, 1972).

## I.6. Climat

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).

### I.6.1. Températures

Les températures moyenne mensuelle maximale enregistrée au mois le plus chaud (Juillet et Août) est de 40.7 C°, alors que, celle du mois le plus froid 3 C° (Janvier) pour la région d'El-Oued. (Annexe 02).

### I.6.2. Précipitations

Les précipitations sont rares et irrégulières pour la région d'étude. Toutefois, il est clair d'après les données météorologiques que la région d'El oued présente un cumul pluviométrique. Les cumuls enregistrés sont de 126.7 mm.

## Chapitre I Etude de la Région d'El-Oued

En effet à El-Oued la pluviométrie maximale a été enregistrée au mois de Avril avec 41.2 mm. (Annexe 02).

### I.6.3. Vent

Les vents dominants dans ces régions sont de NNE et SSE, avec une vitesse atteindre 23 Km/h en mois de Avril à l'Oued (Annexe 02).

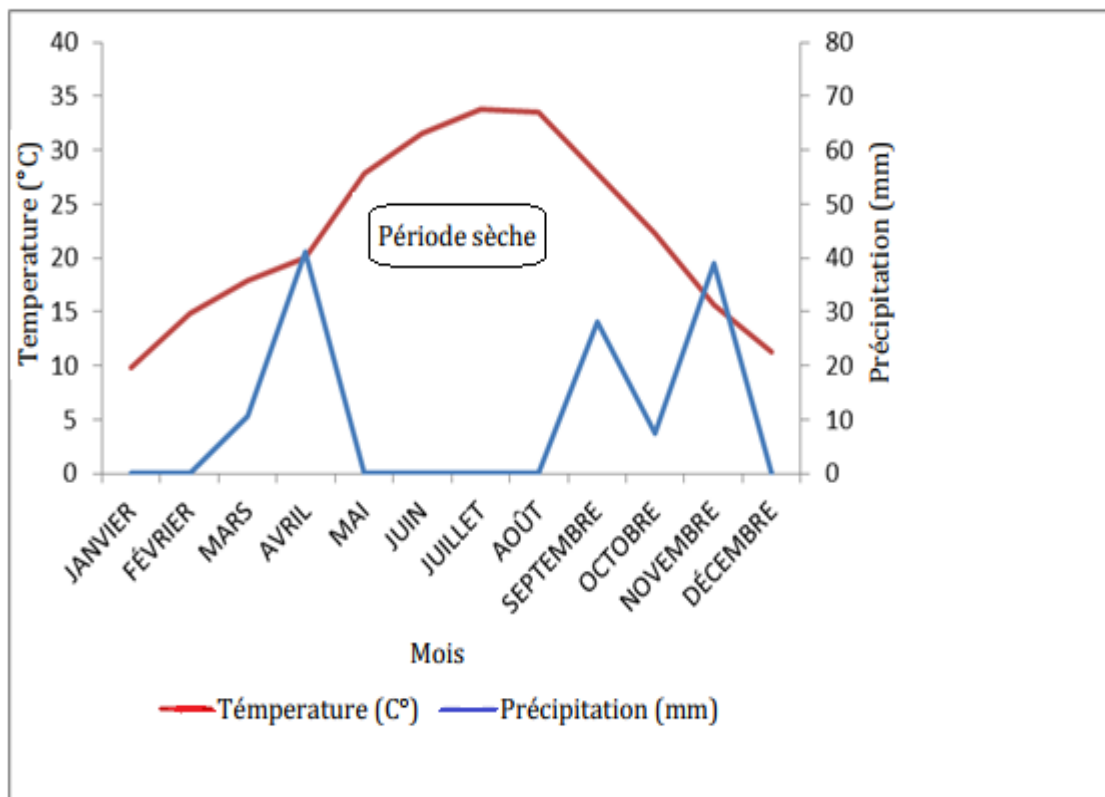
### I.6.4. Humidité de l'Air

L'humidité moyenne maximale enregistrée de 59.7 % au mois de Décembre et 30.2 % au mois de juillet à la région de l'Oued.

## I.7.Synthèse Climatique

### I.7.1. Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN

Le Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS (1953) permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique, il est présenté à travers une échelle où  $P=2T$ .



**Figure 03 :** Diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN pour la Région l'El-Oued Durant l'année 2017.

**I.7.2. Climagramme d'EMBERGE**

Le Climagramme d'Emberger permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude. Il est représenté en axe des abscisses par la moyenne des températures minimales du mois le plus froid et en axe des ordonnées par le quotient pluviothermique (Q<sub>2</sub>) d'EMBERGER (1955). Nous Avons utilisé la formule qui se présente comme suit :

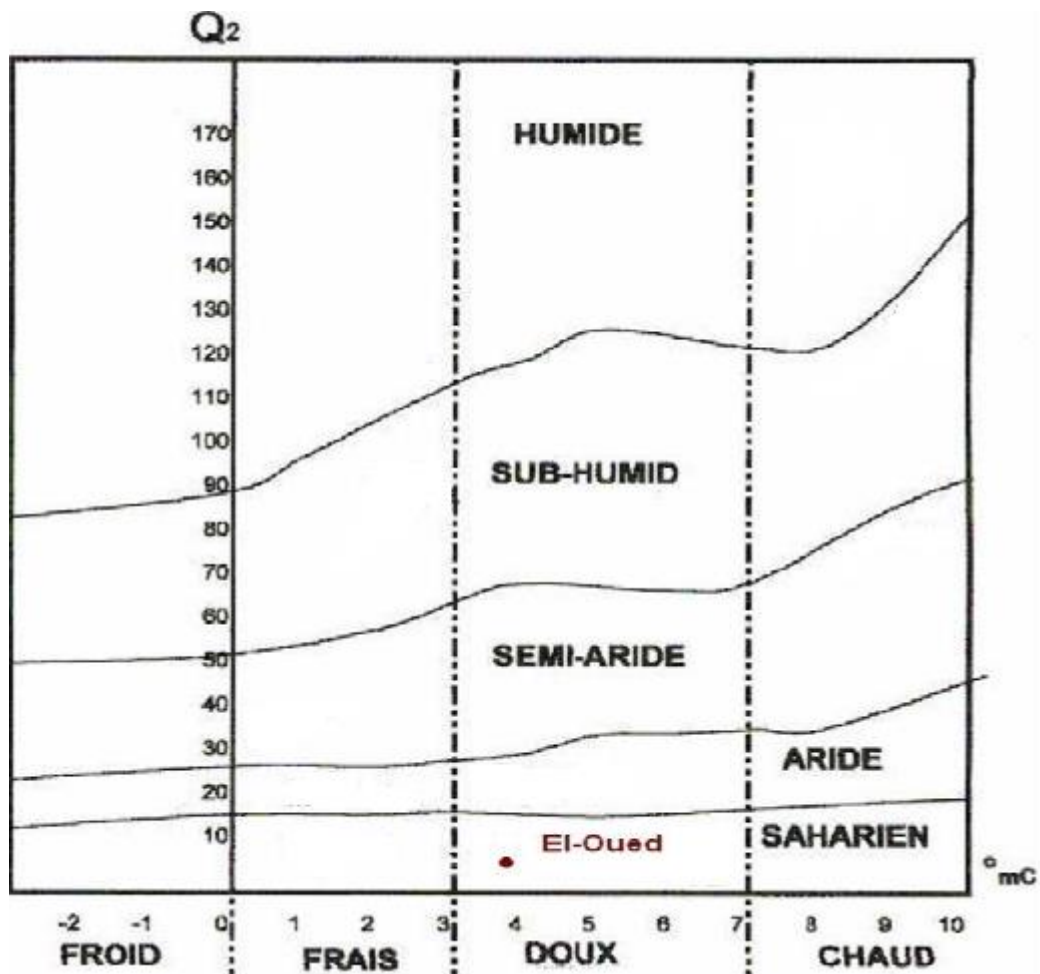
$$Q_2 = 3.43 p / (M - m) \dots\dots\dots (1)$$

P = Pluviométrie moyenne en (mm)

M = Moyenne des Maxima du mois le plus chaud en (°C)

m = Moyenne des minima du mois le plus froid en (°C)

Une lecture du Climagramme d'Emberger, situe la région d'El Oued dans l'étage bioclimatique Saharien, à hiver doux avec des quotients pluviothermique (Q<sub>2</sub>) de 4.78.



**Figure 04 :** Etage Bioclimatique d'El-Oued selon le Climagramme D'EMBERGER

(2007- 2017)

### I.8. Agriculture de la Région Etudiée

L'agriculture dans la Wilaya d'El-oued est un secteur stratégique très important dans l'économie et dans le domaine de l'alimentation. (DSA El-oued, 2017). La région qui est supposé être célèbre pour la production des dates, on assiste ces dernières années a une explosion dans la production de plusieurs types de cultures agricoles. (DSA El-oued, 2018).

Les nombres de périmètres agricoles augmente a permis, entre 2000 et 2016, d'atteindre une superficie globale de 109 394 hectares (ha) au profit de 21 600 exploitants de la wilaya (DSA El-oued, 2017).

Durant la saison agricole 2015-2016, la culture de la pomme de terre une récolte 24% de la production nationale. La culture d'arachides, expérience en plein essor dans la wilaya, a gagné elle aussi du terrain ; avec un taux de 47% de la production nationale.

La production de la Datte, la wilaya le deuxième producteur de ce fruit à l'échelle nationale, avec 2,4 millions de palmiers de variété supérieure Deglet Nour. Avec l'intérêt croissant que lui accordent les agriculteurs et une forte tendance à la production de céréale 79148 q à 528800 q entre 2007- 2015 (DSA El-oued, 2016).

Le blé dur est une céréale stratégique très importante pour l'alimentation humaine et pour l'économie du pays (Dabbar et Ammire, 2017). La culture des céréales dans la région d'El-oued peut être résumé dans la figure suivante.

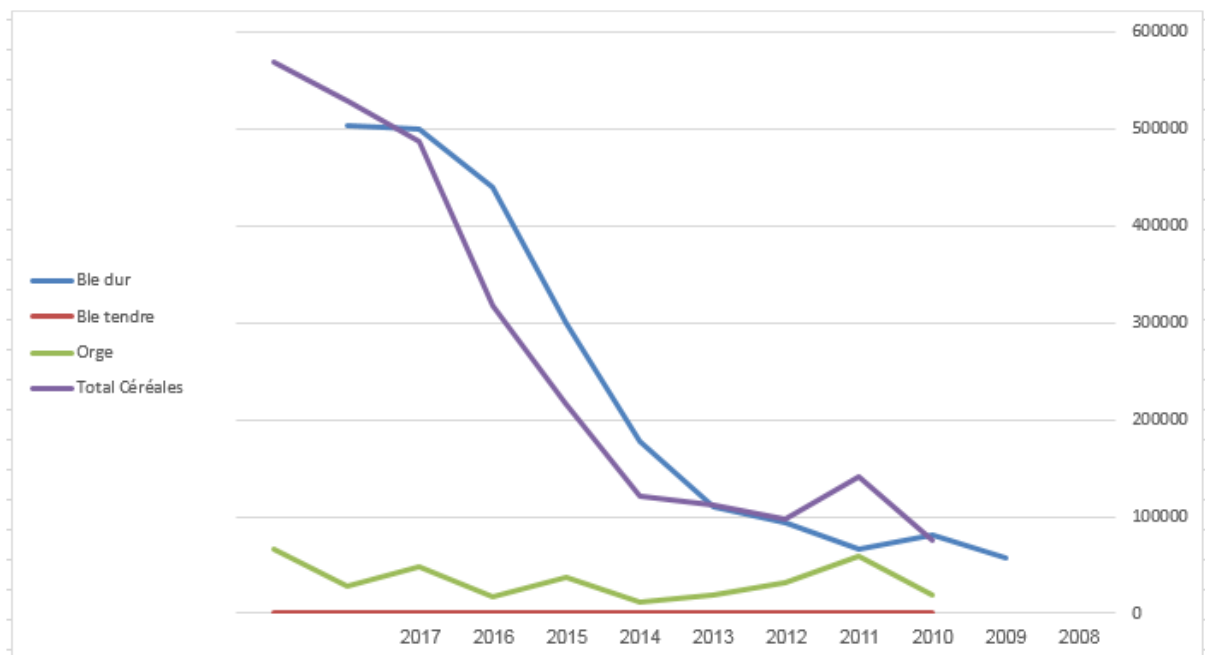


Figure 05 : Production de Blé Bur dans la Région d'El-Oued 2008-2017(D.S.A. d'El-Oued, 2018).

### I.9. Les Problèmes Environnementaux Soulevés par la Mauvaise Application de la Ressource en Agriculture

- ✚ L'agrandissement de la superficie des terres agricoles a engendré une augmentation du débit de pompage de la nappe profonde (**Remini, 2006**) a provoqué deux phénomènes ; une nappe qui souffre des venues et arrivées d'eaux à partir des nappes profondes et une nappe qui souffre des prélèvements intenses dépassants sa recharge (**Boulifa, 2012**).
- ✚ En fait, les apports excessifs en intrants agrochimiques et en fumier sont les causes de la contamination des eaux souterraines par les polluants d'origine agricole (nitrates et en germes pathogènes). (**Mehda, 2014**).
- ✚ L'utilisation des herbicides et des produits phytosanitaires se répercute, négativement, sur l'environnement naturel (**Belhadi et al., 2016**).

#### Conclusion de Chapitre I

La région d'El-Oued occupe les zones désertiques dans la répartition géographique et se caractérise par un climat aride de type saharien, le sol est sableux et favorable à l'agriculture saharienne. Avec une forte tendance à la production de céréale, néanmoins il présente des problèmes d'ordre agroécologique, 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.

# Chapitre II

## Caractéristique Agroécologique du Sol Sableux

---

Les zones sahariennes sont constituées d'immenses étendues. Le plus souvent dans ces régions, on appelle sol agricole, des zones constituées de couches sédimentaires superficielles dont la fertilité et le pouvoir de rétention en éléments fertilisants et en eau sont faibles ; dans la région d'El-Oued les horizons de surface sont le plus souvent recouverts d'apports sableux. (Djennane, 1990).

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

### II.1. La Propriété Physique du Sol

Les principales propriétés physiques des sols sont ; la texture, la structure, la masse volumique réel du sol " $\rho_s$ " ; la masse volumique sèche " $\rho_d$ " ; la porosité totale ; la porosité de drainage ; fractions volumiques ; surface spécifique ....

#### II.1.1. La Texture

La texture du sol est la proportion des particules minérales de différentes tailles qui composent le sol, (Mermoud, 2006) les sols sableux (sols légers, terres jaunes) sont principalement constitués de sables grossiers. Ces sols se travaillent bien et se réchauffent rapidement au printemps. Ils offrent une bonne aération et un bon drainage mais, ils sont sujets au lessivage (eau + minéraux). Ils sont généralement pauvres en éléments nutritifs.

Les sols sableux sont « perméables » et « filtrants » : la grosseur des particules de sable et les grands espaces qui les séparent favorisent la pénétration de l'eau et de l'air mais retiennent peu l'eau. Les sols sableux s'agglomèrent difficilement en motte ce qui les rend légers et faciles d'accès aux racines mais aussi sensibles à l'érosion. (Muriel, 2007).

## Chapitre II Caractéristique Agroécologique du Sol Sableux

### II.1.1.1. Intérêt de l'Appréciation de la Texture

La connaissance de la texture permet d'indiquer les tendances du sol quant à ses qualités physiques.

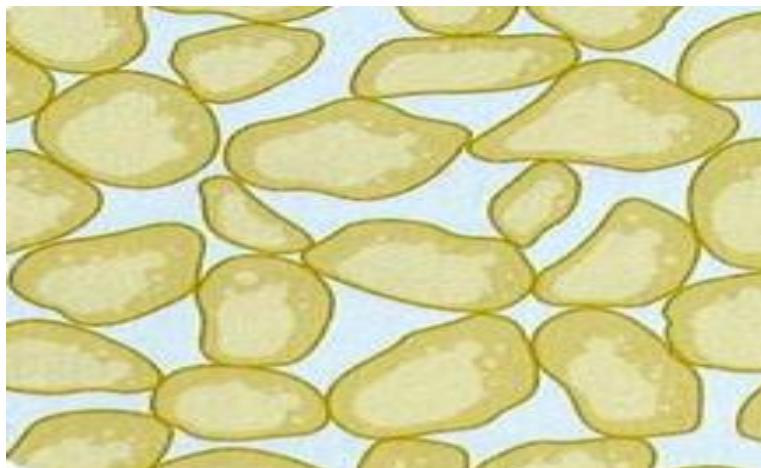
C'est ainsi que la texture a une influence primordiale sur le régime hydrique des sols :

- ✚ Sur la réserve utile maximale de chaque horizon, c'est-à-dire la quantité d'eau maximale dont la végétation peut disposer. Il est bien connu par exemple que les sols sableux ont de faibles réserves en eau.
- ✚ Sur la circulation de l'eau dans le sol : un sol riche en sable est perméable et filtrant, un horizon argileux peut former un obstacle à l'infiltration verticale de l'eau,
- ✚ De la richesse du sol : un sol sableux est pauvre en éléments nutritifs et possède une faible C.E.C. (capacité d'échange cationique). (Moctar, 2012). Ils sont peu fertiles, car ils contiennent des éléments grossiers. (Bourgeois et al, 2017).

### II.1.2. La Structure

La structure du sol correspond à la configuration physique du sol. Dans un sol sableux, les particules de sable ne se maintiennent pas entre-elles et ne forment donc pas d'agrégat (Mermoud, 2006), sols sablonneux, la plupart des particules de limon occupant les vides entre les grains de sable réduisant ainsi la porosité et par conséquent la perméabilité. La distribution granulométrique et la minéralogie des particules de limon et d'argile associées aux grains de sable sont également responsable des variations des propriétés physiques des sols sableux. (Bruand et al, 2006).

Les éléments de sol sableux sont taille variable sans liaison ; Ce qui signifie les sols sableux n'a aucune structure. (Figure 06).



**Figure 06** : Les Sols Sableux : Pas ou Peu de Structure (Mermoud, 2006)

## Chapitre II Caractéristique Agroécologique du Sol Sableux

### II.1.3. La porosité

Porosité du sol, c'est-à-dire, le volume non occupé par les constituants solides du sol

**La porosité totale** est la somme de la quantité d'eau mobile (porosité efficace) et la quantité d'eau liée aux particules (capacité de rétention). (**Jmvallee, 2005**). La valeur indicative de la porosité totale pour des sols meubles : sables fins 40-50%, sables moyens 35-40%, sables grossier 25%-30%. (**Mermoud, 2006**).

**La porosité de drainage** est la porosité du sol libérée de son eau suite au drainage et elle correspond à la différence entre la saturation et la capacité au champ. Elle est aussi appelée la macroporosité (**Inconnu, 2012**), les valeurs indicatives de la porosité de drainage : Sable grossier 25-30 %, sable moyen 20-25%, sable fin 15-20%. (**Mermoud, 2006**).

La porosité du sol est d'importance primordiale pour la circulation de l'eau et de l'air, influençant les possibilités d'activités biologiques (racines, microflore, faune).

### II.2. Les Propriétés Chimiques du Sol

Les propriétés chimiques du sol correspondent aux teneurs et disponibilités des éléments minéraux nutritifs pour les plantes et aux paramètres chimiques du sol en lien avec leur restitution ou disponibilité.

#### II.2.1. Capacité d'Echange Cationique (CEC)

La capacité d'échange de cations (CEC) est une propriété chimique du sol. C'est la capacité du sol à retenir ou stocker les cations. Lorsque les particules du sol sont chargées négativement, elles attirent et retiennent les cations (ions chargés positivement) les empêchant d'être lessivés dans le sol. Les cations retenus par les particules du sol sont appelés cations échangeables. D'autre part, les particules de sol chargées négativement repoussent les anions (ions chargés négativement). (**Efretuei et al, 2016**).

Le sol sableux n'a pas de capacité d'échanger des cations car il n'a pas de charge électrique. Une CEC des 6 meq/100g. (**Berkal, 2006**). Cela signifie que les sols sablonneux manquent totalement de CEC.

## Chapitre II Caractéristique Agroécologique du Sol Sableux

### II.2.2. Le pH du Sol

Le terme 'pH' signifie 'potentiel hydrogène ' et définit l'Acidité ou l'Alcalinité du sol (**Carrifr, 2003**) ; Les sols un pH alcalin :  $7.5 < \text{pH} < 8.5$  (**Berkal, 2006**). Les sols sableux contiennent un pH situé au-dessus de 7 ce qui joue considérablement sur la nutrition minérale de la plante.

### II.2.2.3. Les Eléments Nutritifs

Les sols sableux sont généralement peu fertiles, mais on dispose de peu d'information sur la dynamique des éléments nutritifs du sol et des plantes (**Yavaïet al, 2007**).

### II.3. Les Propriétés Biologiques

L'activités biologiques du sol par les microorganismes du sol (champignons et bactéries) représentent la communauté la plus importante tant en termes de fonctions (cycle des nutriments) ; des activités biologiques notamment la minéralisation du C et du N du sol. La respiration du sol, encore appelée minéralisation du C, est l'oxydation biologique de la matière organique en CO<sub>2</sub>. Cette analyse permet d'évaluer l'activité métabolique des microorganismes (**Samb, 2010**).

Les sols sableux ont généralement, une faible activité biologique (**Kaboul, 2016**).

### II.4. Contraintes Edaphique

Selon **Halitim (2011)**, Les sols des régions arides présentent plusieurs contraintes agrologiques :

- ✚ Sols de profondeur et texture variable (gestion et méthodes d'aménagement différentes, choix des cultures, techniques culturales, pollution).
- ✚ Sols basiques, calcaires et/ou gypseux et/ou salés (faible fertilité, stress salin, dégradation de la structure, biodisponibilité des nutriments, entrave au développement du système racinaire, techniques culturales appropriées, faible productivité des plantes).
- ✚ Tendance à l'extension de la salinisation.
- ✚ Sols pauvres en matière organique (faible fertilité, dégradation de la structure, érosion, diminution de la couche arable, baisse de la réserve en eau et de la productivité. Des sols à pellicule de surface (zones steppiques et irriguées, ruissellement, érosion en nappe, problème de régénération, désertification).

## Chapitre II Caractéristique Agroécologique du Sol Sableux

- ✚ Sols hydromorphes (Oasis, endoréisme, maîtrise de l'irrigation, drainage, choix des périmètres irrigués).

### Conclusion de chapitre II

Les sols sableux sont caractérisés en général par une faible fertilité du sol. Ce sont des sols pauvres en matières organiques (faible fertilité) et minérales. Ils sont caractérisés par des pH basiques et une faible teneur en éléments nutritifs et possède une faible C.E.C. (capacité d'échange cationique), peu d'activité biologique et par une forte sensibilité à érosion. Les sols sablonneux, contient le limon qui occupant les vides entre les grains de sable réduisant la perméabilité.

Alors comment peut-on améliorer le sol sablonneux pour qu'il soit propice aux cultures dans la région d'El-Oued ?

# Chapitre III

## Le Bio-Charbon

---

La communauté scientifique des dernières années a observé que l'usage du bio-charbon comme amendement au sol représentait un grand potentiel pour l'augmentation du rendement des cultures agricoles. (Guillaume, 2013), car il présente plusieurs effets bénéfiques sur la qualité et les rendements des cultures agricoles ainsi que sur les propriétés des sols (Héla, 2016).

Dans ce chapitre, nous allons étudier les caractéristiques agroécologiques générales du bio-charbon alors : Par conséquent, nous pouvons poser plusieurs questions c'est quoi le bio-charbon, ces caractéristiques physico-chimiques et biologique et son effet sur la plante et sur l'environnement ? et quel sera son effet sur un sol sableux ?

### III.1. Définition

Le bio-charbon, carbone stable issu de la pyrolyse (décomposition thermique). Le terme 'biochar' est l'abréviation de 'bio-charcoal'. 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. (Antoine et al, 2009) à usage énergétique ou par son orientation à être utilisé comme amendement du sol (Mustin, 2013). (Figure 07).



Figure 07 : Le Bio-Charbon

## Chapitre III Le Bio-Charbon

### III.2. Histoire du Bio-Charbon

On retrouve des traces de son utilisation dans divers textes anciens, notamment au Japon, sous le nom de « fumier de feu » (Miyazaki, 1697), en horticulture, ou dans divers contextes agricoles. Par exemple, Liebig (1878) décrit des pratiques de production de charbon à partir de déchets organiques puis de son enfouissement dans le sol en Chine. (Samuel, 2011).

Trace historique le plus spectaculaire ; Au XIX<sup>e</sup> s., découverte d'un sol noir amazonien, la "terra preta" « terres noires des indiens en portugais » très riche en carbone, qui coexiste avec des sols gris sédimentaires pauvres. (Figure 08). Ce sol parfois épais (1 m) est composé d'un mélange de sol en place, de petites particules de charbon de bois, de cendres de bois minérales et de matière organique humifiée (Mustin, 2013). L'origine du bio-charbon proviendrait des pratiques agricoles des habitants d'Amazonie (Laurin-Lancôt, 2015).

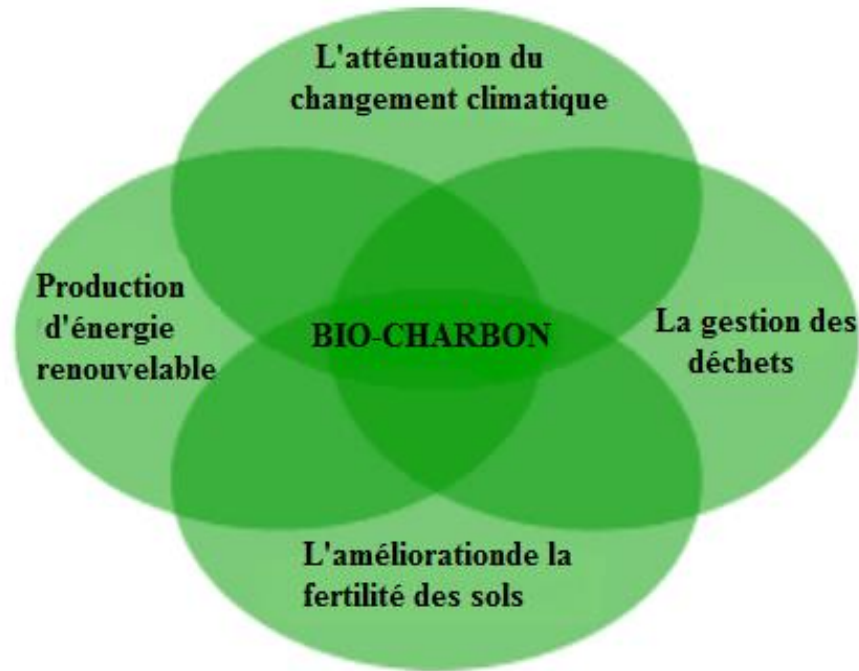


**Figure 08** : Les Profils Typiques des Sites Oxisol /'Terra Preta' (Owen, 2013)

### III.3. Principaux Avantages du Bio-charbon

La pyrolyse de la biomasse en bio-charbon et en énergie crée quatre avantages (Figure 09) principaux :

- ✚ Amélioration de la productivité du sol pour atteindre des rendements plus élevés ;
- ✚ Création d'une bioénergie en substitution des énergies fossiles ;
- ✚ Séquestration de carbone dans le sol qui réduira le dioxyde de carbone atmosphérique
- ✚ Gestion des déchets. (Don, 2009).



**Figure 09 :** Avantages Environnementaux, Sociaux et Financiers (Lehmann et Joseph, 2015) modifié.

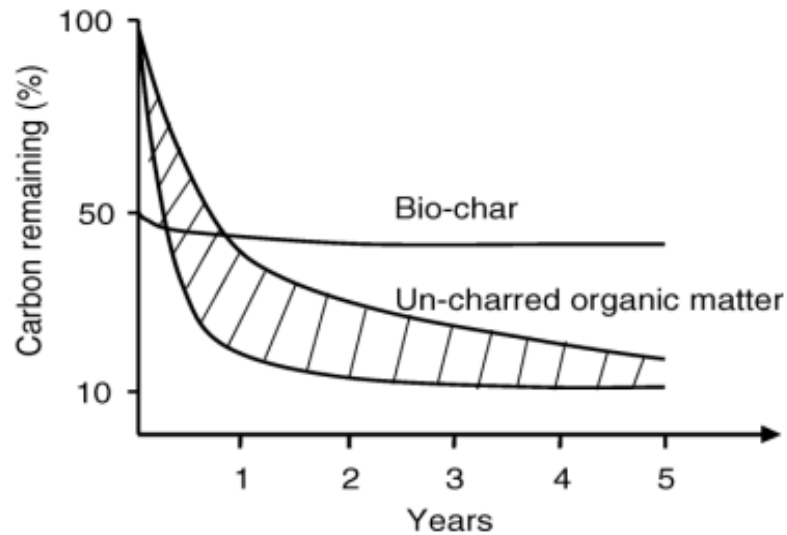
#### III.4. Intérêt du Bio-charbon Comme Amendement

Les bénéfices environnementaux du bio-charbon séquestrent du carbone dans le sol ; la stabilité du bio-charbon dans le sol est une question fondamentale puisque seule une longue période de résidence peut assurer une séquestration durable du carbone. (Badji, 2011).

Ses principaux avantages pour les sols sont :

- ✚ Augmentation significative et permanente de la capacité d'échange de cations (CEC) du sol - c'est-à-dire de la capacité du sol à retenir les nutriments
- ✚ En raison de sa grande porosité, il crée de nombreux habitats pour les microbes bénéfiques
- ✚ Rétention d'eau accrue. (Wojciech, 2014).

La conversion de la biomasse en bio-charbon change fondamentalement les dynamiques de transformation en ce qui concerne la séquestration du carbone (Figure10). En carbonisant la biomasse, 50% de son carbone est immédiatement libéré, laissant stable le reste du carbone dans le bio-charbon. (Badji, 2011).



**Figure 10 :** Evolution de la Minéralisation du Bio-Charbon et de la Biomasse Non Carbonisée dans le Sol au Cours du Temps (**Lehmann et al 2006 in Badji, 2011**).

### III.5. Propriétés Physico-Chimiques du Bio-charbon

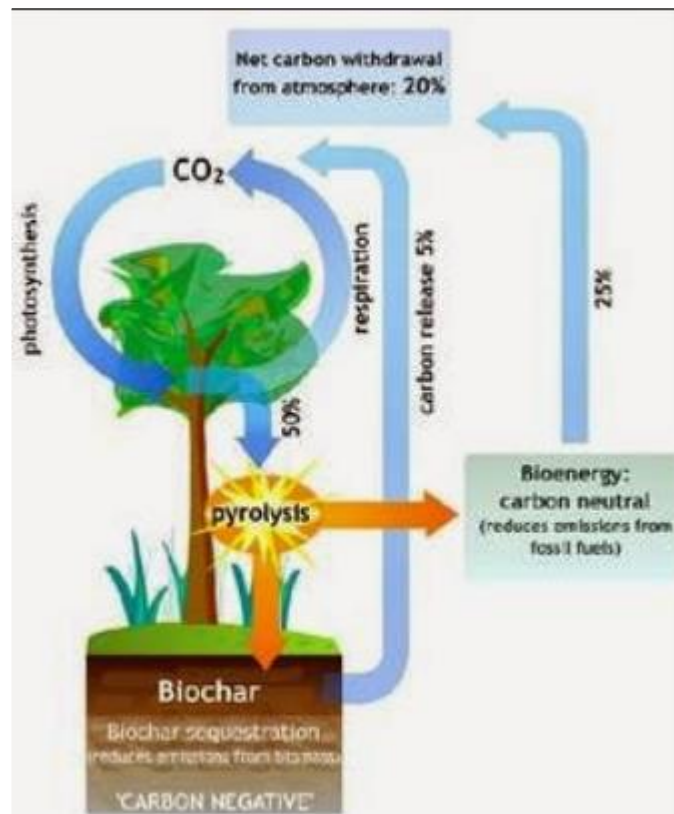
Selon la matière organique utilisée et la température appliquée, différents types de bio-charbon peuvent être obtenus. Ils possèdent ainsi des propriétés physico-chimiques telles que la porosité, la surface spécifique, la composition minérale et la capacité d'échange cationique, qui sont très variables.

Le bio-charbon se caractérise par sa composition importante en carbone aromatique. Il se caractérise aussi par un bon transport de gaz. C'est grâce à son contenu en micro et macro pores, qui retiennent l'air et l'eau, qu'il représente un bon habitat pour les microorganismes en leur garantissant les différents besoins métaboliques (**Lehmann et al., 2011 in Héla, 2016**).

### III.6. Le Bio-Charbon et les Emissions de Gaz à Effet de Serre

Le bio-charbon diminue les émissions du sol en CO<sub>2</sub> et méthane, mais aussi en protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O ou oxyde nitreux), trois gaz à effet de serre préoccupants pour le climat (**Rondon et al, 2007**).

Une étude récente estime qu'au moins 12% des émissions de gaz à effet de serre (Figure 11) émis par l'activité humaine pourraient être compensés par le développement du bio-charbon (**Devd, 2015**).



**Figure 11 :**Le Bio-Charbon : Système Pour Piéger le Dioxyde de Carbone dans le Sol (Devd, 2015).

Le réacteur fonctionne sans émissions de GES autre que le CO<sub>2</sub> recyclé dans le processus de régénération de la biomasse renouvelable Le charbon vert présente les avantages suivants :

- ✚ Evite la pression sur les forêts par la substitution d'autres biomasses renouvelables à la place du bois. Cette déforestation évitée représente une séquestration de carbone additionnelle par rapport au scénario de référence ;
- ✚ Evite la combustion en plein air de résidus agricoles traditionnellement pratiquée, ce qui permet de réduire les émissions de CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O ;
- ✚ Elimine les émissions de CH<sub>4</sub> dues à la production traditionnelle de charbon de bois. Cette technologie améliore considérablement l'efficacité de la carbonisation (30-45%) par rapport aux méthodes traditionnelles (10-15%). (Pro-Natura, 2010).

## Chapitre III Le Bio-Charbon

### III.7. Effets du Bio-charbon sur le Sol

L'ajout de bio-charbon mène à une modification des propriétés des sols (Héla, 2016).

#### III.7.1. Effets du Bio-Charbon sur les Propriétés Physico-Chimiques du Sol

Selon la littérature, l'amendement en bio-charbon peut améliorer les propriétés physiques du sol, telles que la masse volumique apparente, la porosité, la capacité de rétention en eau, la stabilité et la formation d'agrégats (Ding et al., 2016 ; Vicky, 2017). Toutefois, des effets divergents.

Pour ce qui est des propriétés chimiques, une méta-analyse de 371 études indépendantes rapporte que l'ajout de biochar dans le sol permet d'augmenter le contenu en azote, phosphore, potassium et celui du carbone total (Vicky, 2017).

#### III.7.2. Effets du Bio-Charbon sur la Biologie du Sol

Selon Anderson et al. (2011), l'ajout de bio-charbon pourrait potentiellement influencer la croissance de certains groupes de microorganismes impliqués dans le cycle de l'azote, du carbone et du phosphore dans le sol. De plus, le bio-charbon pourrait avoir un impact positif sur la composition des communautés microbiennes du sol et favoriser certaines espèces impliquées dans la dénitrification complète de l'azote (Vicky, 2017). En effet, un bio-charbon provenant de la décomposition thermo-chimique des résidus de culture (résidus de récolte, de feuilles) à des températures inférieures à 700 °C présente des effets positifs sur l'abondance, la diversité et l'activité des communautés microbiennes (Héla, 2016).

### III.8. Effet de Bio-Charbon sur la Productivité du Sol

Selon Pro-Natura (2016) ; Le bio-charbon est relativement plus efficace sur les sols pauvres. la recherche démontre les effets mesurables du bio-charbon sur la productivité du sol :

- ✚ Stimulation de l'activité biologique des sols (+40% de champignons de mycorhize) ;
- ✚ Amélioration de la rétention des nutriments (+50% d'échanges cationiques) ;
- ✚ Augmentation de la capacité de rétention d'eau dans les sols (jusqu'à +18%) ;
- ✚ Accroissement du pH des sols acides (1 point de plus) ;
- ✚ Augmentation de la matière organique dans le sol.

### Chapitre III Le Bio-Charbon

Les effets positifs observés sur la croissance des plantes à la suite de l'application de bio-charbon pourraient ne pas être liés à un apport nutritif, mais à l'amélioration d'autres propriétés du sol (Baril, 2013).

#### III. 9. Impact du Bio-Charbon sur la Croissance des Plantes et les Rendements des Cultures

L'amendement en bio-charbon peut avoir un effet bénéfique sur la croissance des plantes Biederman et Harpole (2012) à partir de 114 articles scientifiques concluent qu'en moyenne le biochar stimule la productivité de biomasse aérienne et les récoltes agricoles même s'ils n'y a pas de relation évidente entre la quantité de bio-charbon amendé au sol et la réponse des plantes en termes de productivité. (Criscuoli, 2016).

Le tableau présente la synthèse des publications scientifiques majeures montrant l'effet du bio-charbon sur les principales cultures tempérées.

**Tableau 01** : Résumé de Publications Scientifiques Majeures Montrant les Effets du Bio-Charbon sur les Principales Cultures Tempérées.

Type de culture	Auteurs	Localisation	Type de sols	Quantité de biochar (t/ha)	Augmentation de rendement (%)
Riz	Lugato et al.	Nord d'Italie	Aguichapludalf	40	36%
Riz	Zhang et al.	Shenyang, Chine	loam sableux	30	40%
Maïs	Uzoma et al.	Tottori, Japon	sol sableux	15	150%
Maïs	Peng et al.	Yingtian, Chine	Ultisol	2.4	64%
Soja	Tagoe et al.	Gifu, Japon	-	3.8	43%
Blé	Van Zwieten	NSW, Australie	Ferralsol	2	170%
Blé	Vaccari et al.	Postoia, Italy	loam limoneux	30	33%
Colza	Pervej-Ahmed et al.	Saskatchewan, Canada	loam brun	1	20%
Orge	Gathorne-Hardy et al.	Angleterre	sol léger	20	43%
Choux	Jia et al.	Nanjing, Chine	fimi-orthicanthrosol	30	96%
Radis	Chan et al.	NSW, Australie	Chromosol	10	42%

### Chapitre III Le Bio-Charbon

Poivron	Graber et al.	Israel	Mélange sans sol	1	79%
Oranger	Ishii et al	Matsuyama, Japon	-	83	57%
Quinoa	Kamman et al	Allemagne	Loam sableux terre brune	100	44%

Source : **Pro-Natura 2015**

**Tableau 02** : Résumé de Publications Scientifiques Majeures Montrant les Effets du Bio-Charbon sur les principales cultures tropicales.

Type de culture	Auteurs	Localisation	Types de sol	Quantité de biochar (t/ha)	Augmentation de rendement (%)
Riz	Asai et al	Houay-khot , Nord du Laos	Upland	8	70 %
Riz	Steiner et al	Manuas , Brésil	xanthicferralsol / laterite	11	73%
Riz	Masulili et al.	Sungai Kakap ,Indonesia	Acid sulphatesoil	10	93%
Riz	Zaitun et al.	Empertring, Indonesia	-	10	57%
Cane à sucre	Chen et al	Okinawa, Japan	Shimajirimaji (clay)	7,2	78%
Tomate	Effah et al	Kade, Ghana	Forest ochrosol	7	177%
Cotton	Reddy	Midjilmandal, andhra Pradesh, India	Alkaline	3,75	100%
Choux	Carter et al.	Siam Reap ,Colombia	Sandy acidic	100	750%
Mais	Major et al.	Llanos Orientales ,colombia	Savannaoxisol	8	71%
Mais	Major et al	Llanos	Savannaoxisol	20	140%

### Chapitre III Le Bio-Charbon

		Orientales,colomb ia			
Maïs	Kimetu et al.	Vihiga, western Kenya	Highlydegrade dultisol	6	71%
Arachide	Islami et al.	Malang, Indonesia	clay loam	15	54%
Niébé	Tagoe et al.	Gifu, Japan	sandy loam	-	146%
Manioc	Islami et al.	Malang, Indonesie	clay loam	15	32%
Oignon	Pro-Natura	Sénégal	-	10	50%

Source : **Pro-Natura 2016**

#### III.10. Production du Bio-Charbon

Il existe de nombreuses façons de fabriquer du bio-charbon, mais toutes impliquent de chauffer la biomasse avec peu ou pas d'oxygène pour chasser les gaz volatils, laissant le carbone derrière. Ce processus simple est appelé décomposition thermique, généralement par pyrolyse ou gazéification. (**Lehmann, 2007**).

Production du bio-charbon par le procédé de pyrolyse : La pyrolyse qui produit le biochar utilise une biomasse riche en cellulose comme matière première telle des copeaux de bois, des résidus de l'agriculture. La biomasse riche en carbone est brûlée dans un four industriel sous haute température et dans un environnement pauvre en oxygène. (**Laurin-Lanctôt, 2015**).

Cette pyrolyse génère 50% du carbone sous forme de bio-charbon qui est utilisé principalement comme amendement au sol et un autre 50% du carbone sous forme de bioénergie telle des gaz synthétiques ou des huiles pouvant être utilisées pour produire de la chaleur et/ou de l'énergie (**Laurin-Lanctôt, 2015**). (Figure 12).

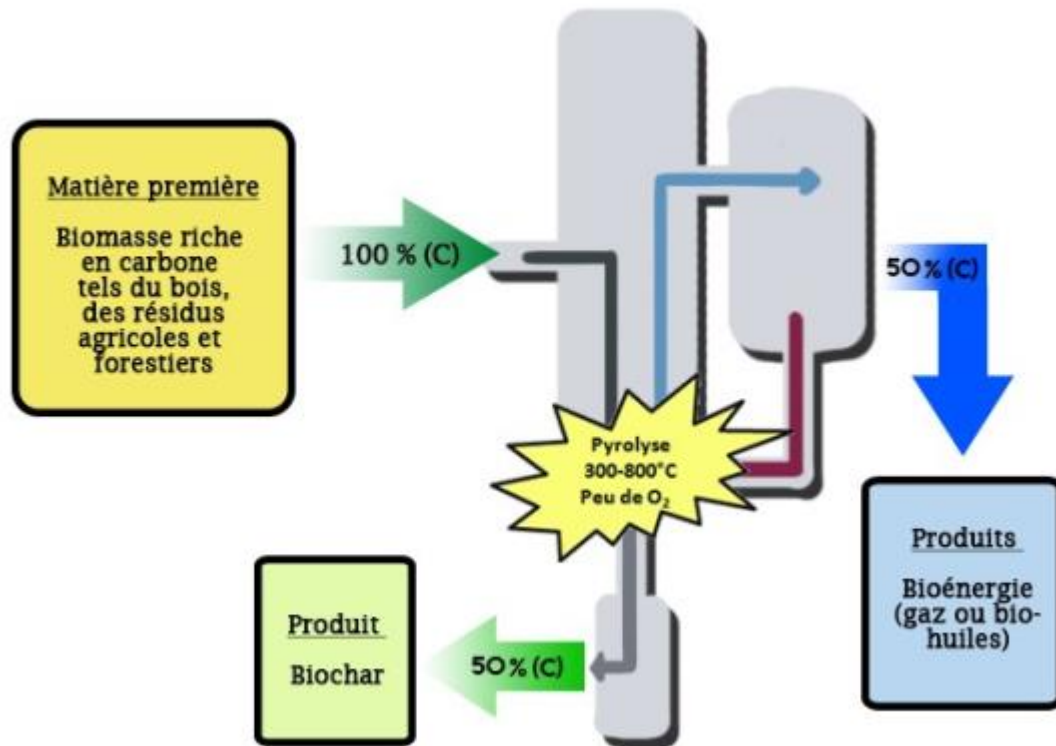


Figure 12 : Technologie de Production de Bio-Charbon (Srinivasagam et al., 2013)

### Conclusion du Chapitre III

Le bio-charbon issu de la décomposition thermique est un charbon d'origine végétale qui a été détecté sur d'un sol noir amazonien, il est utilisé comme amendement au sol. L'ajout du bio-charbon conduit vers à un ajustement des propriétés des sols, il peut améliorer leur caractéristique physique, chimique et biologique et a effet bénéfique sur la croissance des plantes et les rendements des cultures ; et diminue les émissions des gaz à effet et autres bénéfices environnementaux ; sociaux ; financiers.

Alors, quel sera l'effet de l'incorporation du bio-charbon dans le sol de la région d'El-Oued pour améliorer les rendements céréaliers et diminue le recours aux fertilisants ?

---

*Partie II*

*Expérimentale*

---

# Chapitre IV

## Matériel et Méthode

Dans ce chapitre, nous allons présenter les protocoles expérimentaux et méthodes utilisés Pour obtenir les réponses à notre problématique à savoir ; est à ce qu'il y'a un effet positif du bio-charbon sur les propriétés du sol et sur le rendement et la croissance de la plante de blé dur ?

### 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'Echahid Hamma Lakhdar d'El -Oued. Les coordonnées géographiques du site sont :  $33^{\circ}23'51.95''$  latitude au nord et  $6^{\circ}51'36.10''$  de longitude Est.

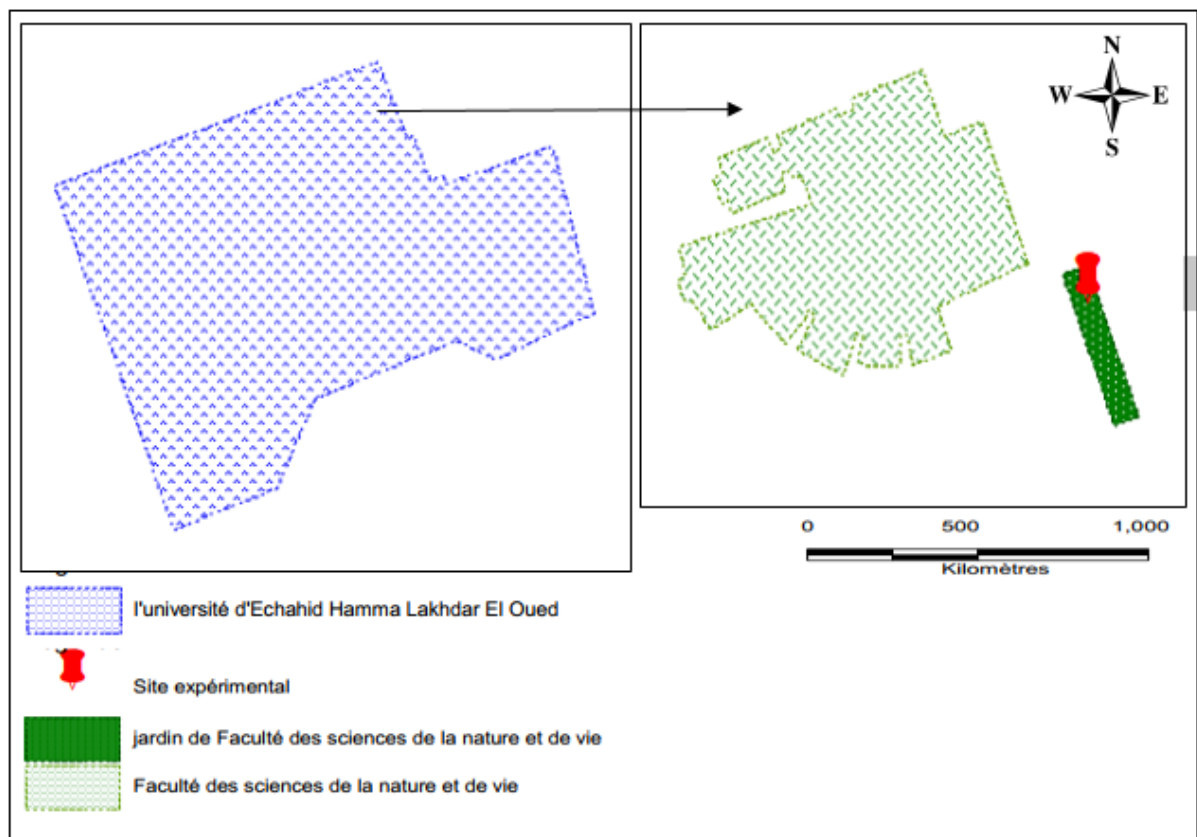


Figure 13 : Localisation de Site Expérimental

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### IV.2. Matériel Expérimental

#### IV.2.1. Culture Test

Les plantes utilisées sont : Grains de blé dure d'Espèce : *Triticum durum* Desf., qui appartient à la famille des Graminées. Une variété locale appelle " Cirta " (Hedba/Gd ovz 619).

**Origine :** Algérie

**Obtenteur :** ITGC Khroub

**Tableau 03 :** Caractérisation au Champ de la Variété de Blé Dur Expérimentée

<b>Coléoptile :</b> pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible
<b>Première feuille :</b> Pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible
<b>Plante :</b> Port au tallage Fréquence des plantes ayant la dernière feuille retombante Hauteur (tige, épi et barbes)	Demi-dressé à demi-étalé Nulle ou très faible Moyenne
<b>Dernière feuille :</b> Glaucescence de la graine Glaucescence du limbe	Forte Moyenne
Epoque d'épiaison (1 <sup>er</sup> visible sur 50 % des plante)	Tardive
<b>Barbes :</b> Pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible
<b>Tige :</b> Pilosité de dernier nœud Glaucescence du col de l'épi	Faible Faible
<b>Epi :</b> Glaucescence	Moyenne

(ITGC, 2015)

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### IV.2.2. Traitements

Les traitements étaient comme suit :

- ✚ T<sub>0</sub> : témoin, sable ;
- ✚ T<sub>1</sub> : sable et matière organique ;
- ✚ T<sub>2</sub> : sable et azote ;
- ✚ T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ;
- ✚ T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ;
- ✚ T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et azote ;
- ✚ T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, matière organique et azote ;
- ✚ T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

### IV.2.3. Bio-Charbon

Le bio-charbon issu des mauvaises herbes, a été utilisé comme amendement pour améliorer du sol ; la qualité chimique, physique et biologique du sol. Nous avons utilisé 05 kg de bio-charbon sur 01 m<sup>2</sup>, Cette quantité équivaut à 120Kg de bio-charbon par 25 m<sup>2</sup> qui est la dose optimale recommandée pour les sols sableux. (Lele Nyami, 2016).

#### IV.2.3.1. Production de Bio-Charbon

Le bio-charbon utilisé provenait de différentes fibres végétales à savoir résidus agricoles, mauvaises herbes, déchets végétaux..... (Figure 14)



**Figure 14 : Résidus Agricoles**

## Chapitre IV Matériel et Méthode

Les étapes de fabrication de bio-charbon (Figure 15) ;

**Etape 1**



**Etape 2**



**Etape 3**



**Etape 4**



**Figure 15:** Production de Bio-Charbon

## Chapitre IV Matériel et Méthode

Remplir le baril par des fibres végétales et laisser un espace vide aux centres de forme cyclique qui joue le rôle d'une cheminée pour faciliter la sortie de la vapeur d'eau et des huiles lors de la combustion.

Une fois l'allumage entamé, on observe la couleur de la fumée qui varie vers le transparent après (3 - 4 min), puis couvrir complètement le baril pour empêcher l'entrée d'O<sub>2</sub>, Laissez-le pendant 15-20 minutes pour la carbonisation .

Enfin mettre le bio-charbon dans un autre récipient, pour être broyé.

### IV.2.4. Engrais

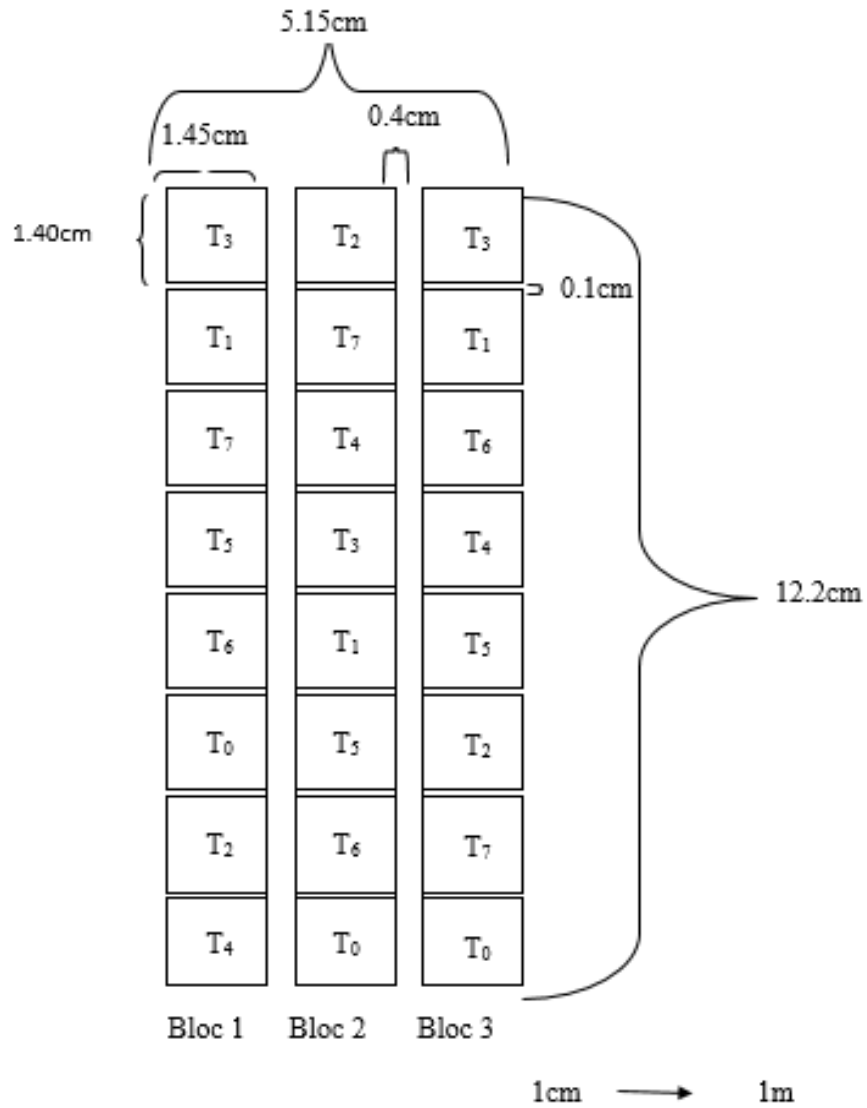
L'Engrais organique ; utilisé a été les excréments d'animaux (vache). Nous avons utilisé 07 kg de matière organique par 01 m<sup>2</sup>. C'est la dose recommandée utilisée par les agriculteurs de la région d'El-Oued.

L'Engrais minéral ; utilisé a été l'azote uréique 46%. La dose recommandée pour les céréales 1.5 à 2 Ox / ha. Nous avons 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 16).



**Figure 16 :** Schéma du Protocole Expérimental

**légende;** T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable ; bio-charbon et azote ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.



**Figure 17 : Site Expérimentale**

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### IV.3.2. Conduite Expérimentale

Notre étude a été menée de 12/09/2017 à 12/04/2018. La préparation du terrain a commencé par un terrassement du sol et régler de brise-vent ; suivi le travail du sol par *grelinette* (figure 18) 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.

Par la suite l'incorporation de la matière organique (T<sub>1</sub>, T<sub>7</sub>) et du bio-charbon (T<sub>3</sub>, T<sub>5</sub>), et l'incorporation matière organique avec le bio-charbon (T<sub>4</sub>, T<sub>6</sub>). Le blé dur a été semé a hauteur de 400 plants de blé dur par unité expérimentale.

L'engrais minéral (N 46%) a été épandu, sur la parcelle (T<sub>2</sub>, T<sub>5</sub>, T<sub>6</sub>, T<sub>7</sub>) en une seule fois dans 15-11-2017.



**Figure 18** : Grelinette

IV.3.3 Relevé la Température et Précipitation Pendant la Période Expérimentale

Nos représenté les conditions climatiques de 6 mois dans la période expérimentale (Figure 19 ,20).

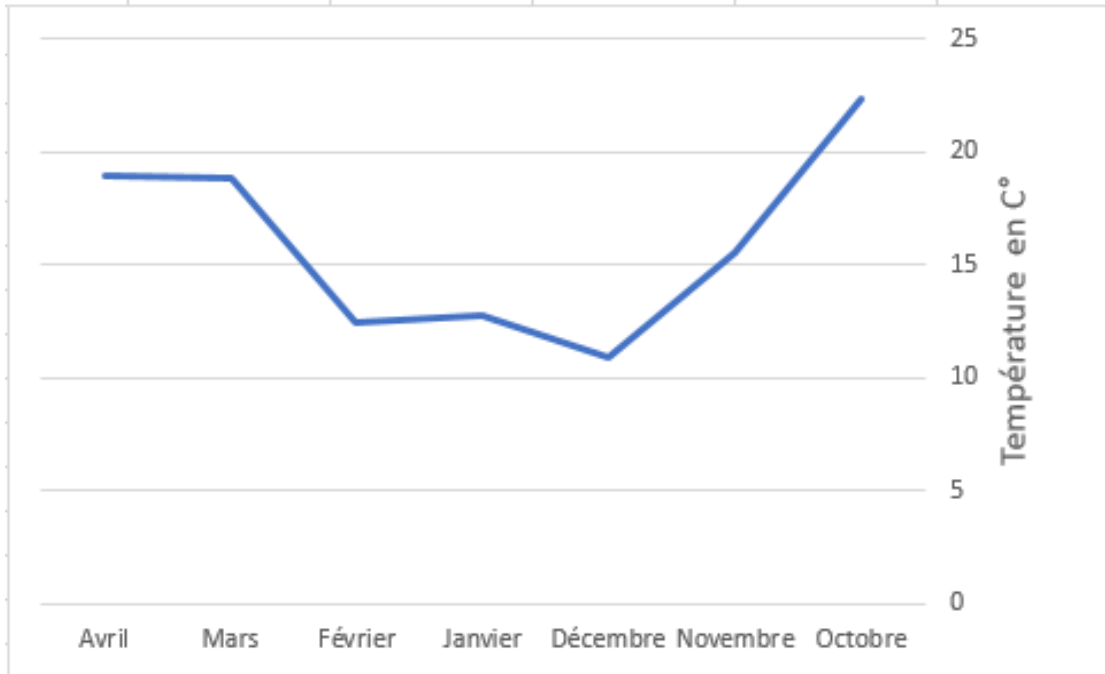


Figure 19 : La Moyenne de Température Pendant les 6 Mois

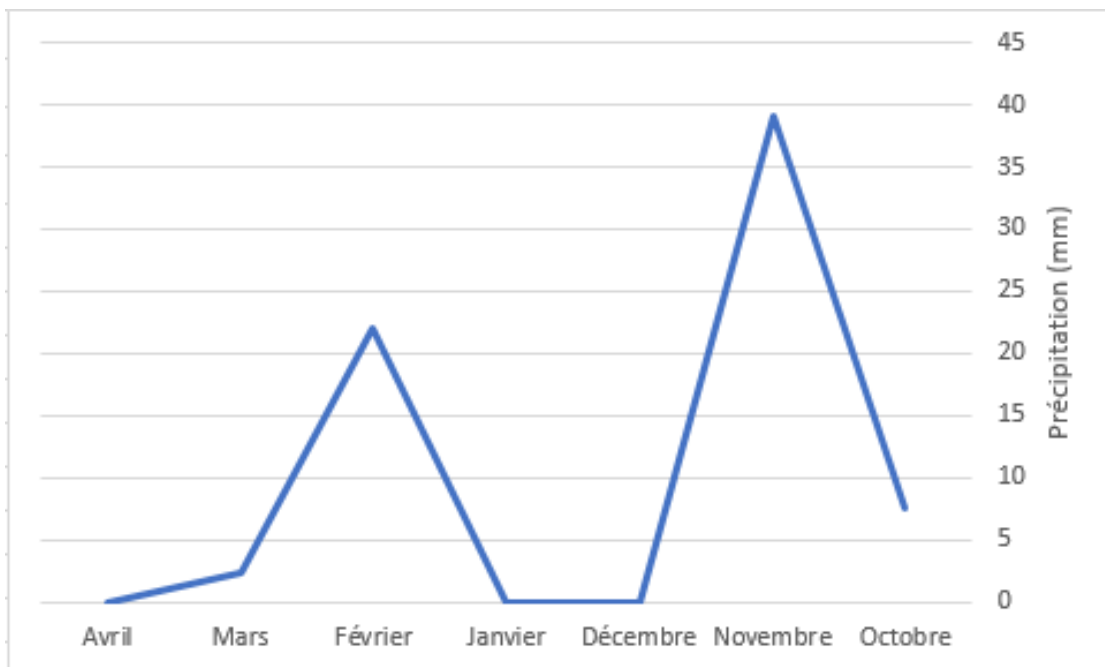


Figure 20 : La Moyenne de la Précipitation Pendant les 6 Mois

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### IV.3.4 Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol

Avant le semis, neuf (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 les échantillons pour former un seul échantillon

A la fin de l'expérience, nous avons prélevé des échantillons de sol dans chaque unité expérimentale selon la même méthode

Ces échantillons ont été analysés pour déterminer l'azote sous forme nitrate  $\text{NO}_3^-$  et ammonium  $\text{NH}_4$ .

### IV.3.5 Les Paramètres Etudiés

#### IV.3.5.1 Analyse Chimique

##### IV.3.5.1.1 Dosage des Nitrates

Le dosage des nitrates nécessite une mise en œuvre préliminaire d'une réaction colorée (Normes NFX 31 160). Ce dosage par spectrophotomètre est effectué à une longueur d'onde de 400nm pour les faibles concentrations et de 500nm pour les fortes concentrations. Le dosage s'effectue à l'aide d'un spectrophotomètre (DR2000) à une longueur d'onde de 500 nm. L'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration en nitrate (**Benamor, 2014**).

##### IV. 3.5.1.2 Dosage des Ammoniums

Peser 30 g de sol humide sur Mettler P. 120 dans une main en nickel. Verser dans une bouteille Pyrex de 500 ml b col large ajouter, au moyen d'un distributeur de fraction Hiron et Commartin, 150 ml de Cl K 0,5 N. Fermer et agiter pendant 30' a l'agitateur rotatif (40 t/mn). Eliminer les premières fractions.

Recueillir 10 ml environ de filtrat limpide dans un tube Pyrex. Le dosage s'effectue à l'aide d'un spectrophotomètre (DR2000) à une longueur d'onde de 630nm. (**Benamor, 2014**)

#### IV.3.5.2 Analyse Physique

##### IV.3.5.2.1 Test d'infiltration ou Test de Perméabilité

Le test d'infiltrométrie Beerkan simplifié consiste à mesurer la vitesse d'infiltration de l'eau dans le sol, en condition de sol humide et ressuyé. Un volume déterminé d'eau est versé dans un cylindre enfoncé à la surface du sol (**Laetitia, 2012**).

## Chapitre IV Matériel et Méthode

Il est d'usage de mesurer la perméabilité en calculant la quantité d'eau qui coule à travers le sol pendant un temps donné (**FAO, non daté**).

Ce test de mesure est appliqué au niveau du terrain (Figure 21), le matériel utilisé est un tuyau de diamètre  $D = 10$  cm et de longueur de 25 cm.

Le tuyau est posé à même le sol au centre de la parcelle expérimental puis une quantité d'eau de 1.5 L est versé dans le tuyau et on mesure le temps de filtration.



**Figure 21** : Tuyau et Test de D'infiltration

### IV.3.5.2.2 Capacité au Champ

C'est la quantité d'eau qui reste dans un sol égoutté normalement après saturation. A la capacité un champ, l'eau est retenue dans le sol à l'encontre des forces de gravité (**Gallichand et Brochu, 1983**).

Nous allons utiliser 70 pots regroupe en 07 groupes, avec 5 répétition chaque, qui contient 0.5 Kg du substrat. Sable ; bio-charbon ; matière organique ; sable et matière organique ; sable et bio-charbon ; sable ; bio-charbon et matière organique ; bio-charbon et matière organique.

### IV.3.5.3 Analyse Biologique

#### IV.3.5.3.1 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 échantillons 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 on pose les échantillons dans un site fermé et sombre.



**légende;** Bloc 1 : bio-charbon ; Bloc 2 : bio-charbon et sable ; Bloc 3 : sable et matière organique ; Bloc4 : sable, matière organique et bio-charbon ; Bloc 5 : sable et matière organique ; Bloc 6 : matière organique ; Bloc 7 : bio-charbon et matière organique.

**Figure 22 :** Teste D'activité Biologique

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### IV.3.5.3.2 Analyse Microbiologique

#### IV.3.5.3.2.1 Méthode de Numération des Microflores

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)**.

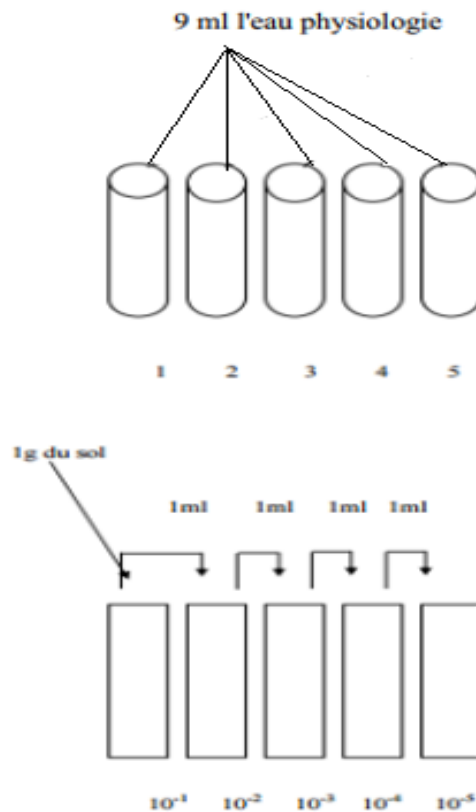
#### IV.3.5.3.2.2 Préparation des Dilutions Décimales de Solution du Sol

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)**.



**Figure 23 :** Préparation des Suspensions Dilutions 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 30 C°.

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### IV.3.5.4. Les Paramètres de Développement et de Production de Blé Dur

#### IV.3.5.4.1 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.3.5.4.2 Paramètres Biométriques

Observations biométriques dans les grandes cultures. 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 paramétrer peuvent être enregistrés à différents stades de croissance : tallage, initiation primordiale, floraison et récolte. (Mirza, 2008).

#### IV.3.5.4.3 Analyses des Composantes du Rendement de Blé Dur

##### - 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).

##### - Nombre d'épillets par épi

Ce paramètre a été mesuré sur 10 épis pris au hasard. Après battage manuel le nombre total de grains est compté pour déduire la moyenne par épi. (Melki et al., 2015). Le nombre de grains contenus dans chaque épi dépend du nombre d'épillets fertiles sur la tige centrale de l'épi.

## Chapitre IV Matériel et Méthode

### - Le Poids des Mille Grains

Trois échantillons de 1000 grains prélevés de la récolte de chaque parcelle élémentaire sont pesés séparément. (Melki et al., 2015).

### - Le Rendement

Les rendements en grains sont les quantités des grains obtenus de chaque parcelle et leur poids est reportée au m<sup>2</sup>. (Melki et al., 2015). Le rendement en « paille » est les pailles obtenus sont pesés de chaque unité expérimental. (Melki et al., 2015).

## Conclusion du Chapitre IV

Le choix du site expérimental a été d'après les disponibilités. Le protocole expérimental et méthodes utilisés sont simples ; et dans les matériaux disponibles. Les Bloc Fischer ont été choisis pour l'homogénéité du milieu.

Nous avons choisi l'utilisation de mauvaises herbes dans la production de *bio*-charbon pour augmenter sa capacité de rétention d'eau et élément cause à la réduction de la température de la pyrolyse peut augmenter la polarité sur la surface du *bio*-charbon et pour valoriser des déchets agricoles.

Les diverses analyses physiques ; chimiques et biologique sont effectués pour vérifier l'effet du *bio*-charbon sur le sol et la plante de blé et leur rendement.

# Chapitre V

## Résultat et Discussion

Dans ce chapitre, nous allons présenter les résultats et discussions d'après les données obtenues par l'incorporation de bio-charbon au sol sableux pour agir sur ses propriétés physiques ; chimique et biologique traduite par l'étude de son l'influence sur la croissance du blé dur et les rendements ; communauté microbienne ; dosage de l'azote dans sol.

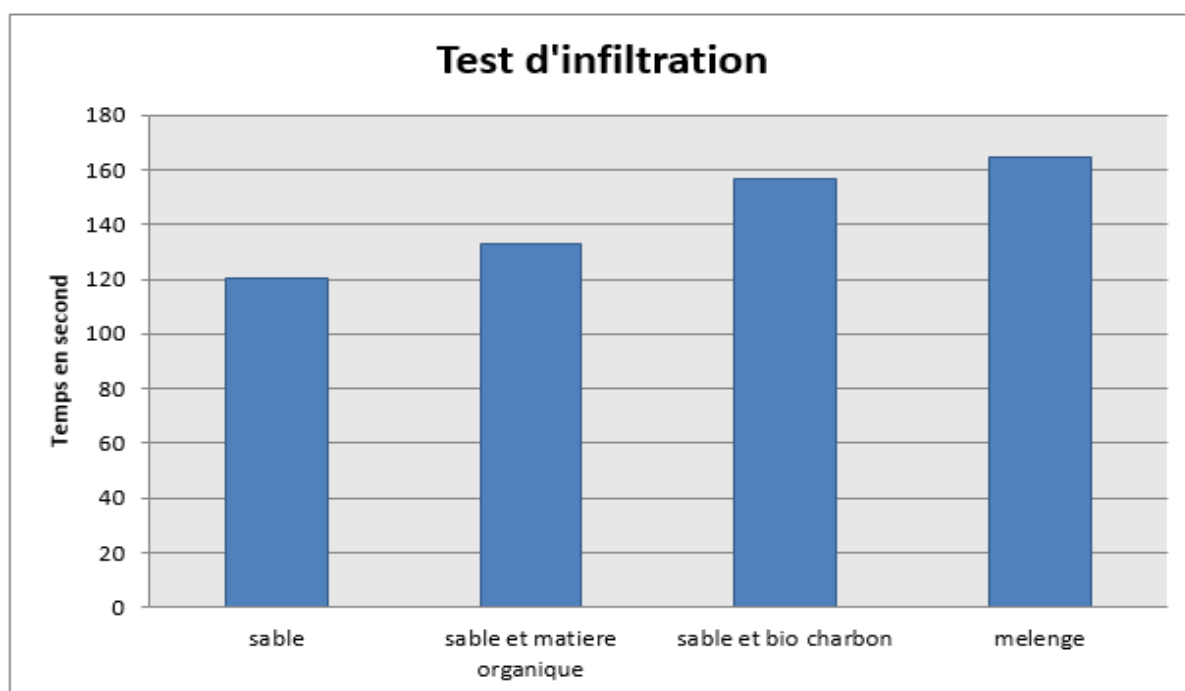
Les résultats sont traités et analysées par le programme de Microsoft Office Excel 2016, avec interprétations.

### 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 le figure 24. Ont a appliqué ce test le 28 / 10 / 2017.



**Légende :** Mélange : sable, bio-charbon et matière organique

**Figure 24 :** Histogramme su test d'infiltration en moyenne du temps

## Chapitre V Résultat et Discussion

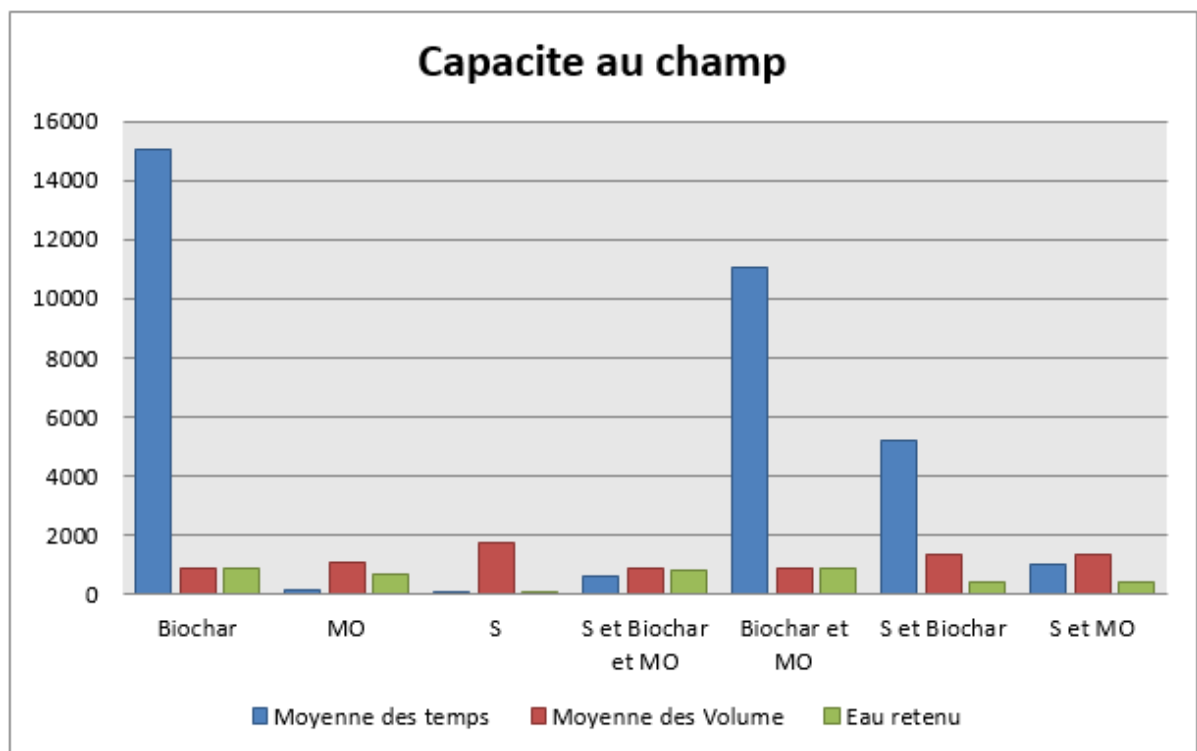
À partir de ces résultats nous remarquons que le sable pur est plus filtrant que les autres substrats puis vient le sable et la matière organique a 128.41 secondes puis sable et bio-charbon le bio- charbon 156.83 secondes et enfin le mélange ; sable, bio-charbon et matière organique 164.83 secondes.

Le bio-charbon a des capacités très importantes de conservation d'eau et s'avère moins infiltrant.

Plusieurs études ont montré que la présence de bio-charbon permet d'améliorer la rétention en eau du sol (Glaser et al., 2002 in Thi Phuong, 2015) et diminue le lessivage des sols (Lehmann et al., 2002 ; Steiner, 2007 in Thi Phuong, 2015).

### V.1.1.2. Capacité au Champ

Nous représentons ici les résultats obtenus pour ce test au niveau du la figure 27, nous avant appliqué ce test le 29 / 10 / 2017.



**Légende :** S ; sable, MO ; matière organique, Biochar ; bio-charbon.

**Figure 25 :** Histogramme de Représentation de Différentes Moyennes de Temps et de Volume d'Eau

## Chapitre V Résultat et Discussion

À partir de ces résultats nous remarquons que le substrat qui contient le bio-charbon a des capacités très importantes a conservé l'eau comparé avec les autres substrats, grâce à sa texture.

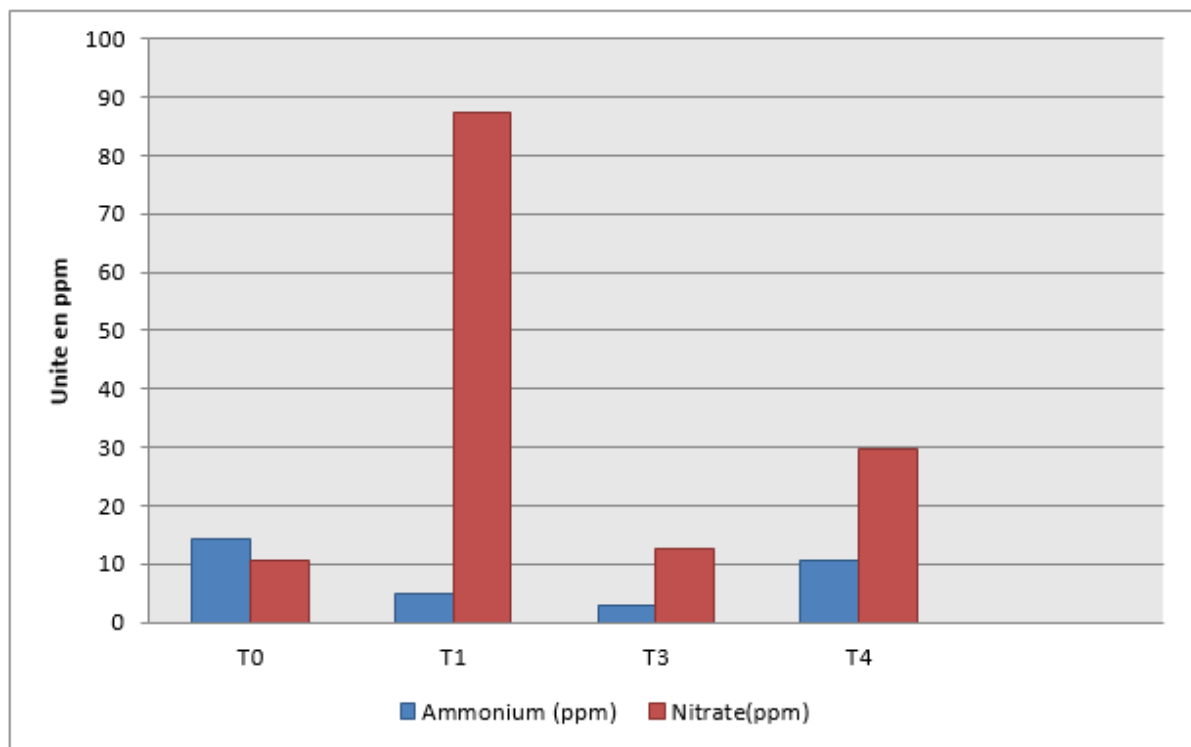
Le rapport C/O d'un bio-charbon est un indicateur qui détermine son caractère hydrophile et sa polarité. L'augmentation de la température de la pyrolyse peut diminuer la polarité sur la surface du bio-charbon résultant en une diminution de sa capacité de rétention en eau. (Kinney et al., 2012 in Vicky, 2017).

Plusieurs études ont montré que la présence de bio-charbon permet d'améliorer la rétention en eau du sol (Glaser et al., 2002 in Thi Phuong, 2015).

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

#### V.1.2.1 Dosage des Nitrates et des Ammoniums Avant l'Expérience

Les résultats sont présentés dans le figure 26



**légende;** T<sub>0</sub>: témoin absolu, sable ; T<sub>1</sub>: sable et matière organique ; T<sub>3</sub>: sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub>: sable ; bio-charbon et matière organique.

**Figure 26 :** Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol Avant le Semis.

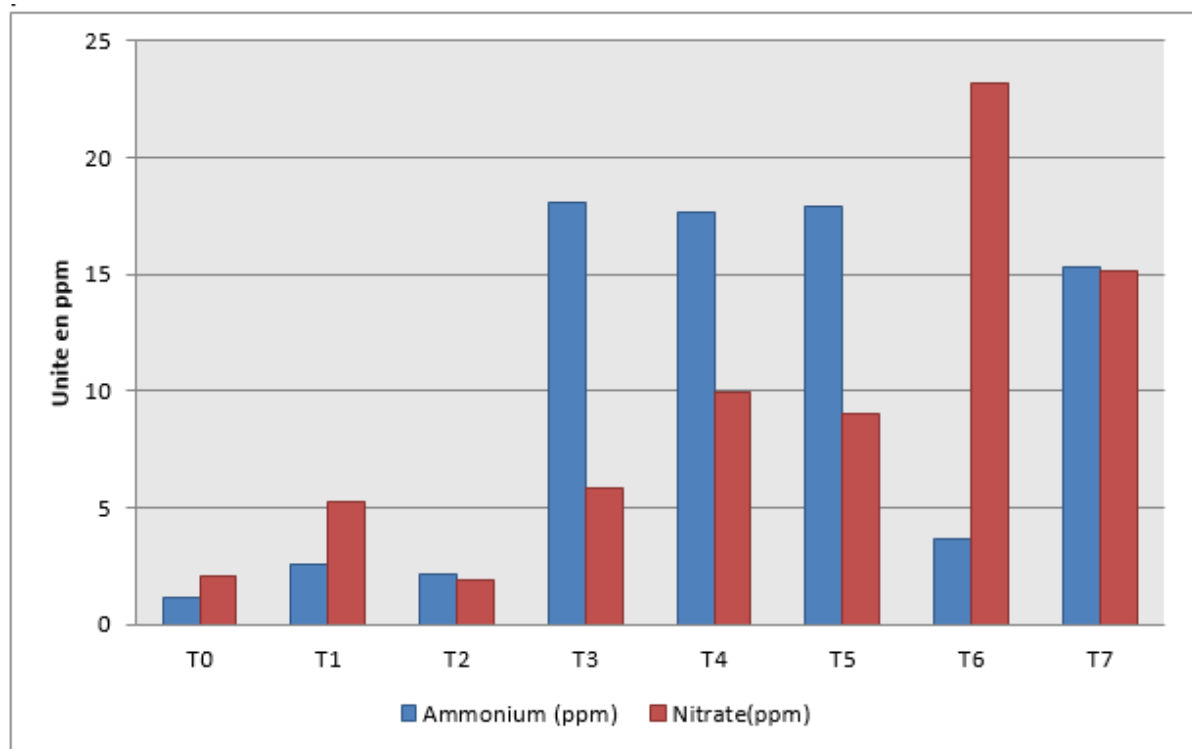
## Chapitre V Résultat et Discussion

En examinant les valeurs relatives au dosage nitrate dans le sol avant semis, la plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>0</sub> (témoin, sable). Elles sont résultat : 87.33 ; 29.59 ; 12.49 ; 10.72 respectivement.

Et pour le dosage ammonium le plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>0</sub> (témoin, sable) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon). Elles sont résultat : 10.44 ; 4.77 ; 4.17 ; 2.94 respectivement.

### 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 le figure 27.



**légende;** T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et N ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable ; bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable ; bio-charbon et N ; T<sub>6</sub> : sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable ; matière organique et N.

**Figure 27 :** Histogramme Représentant les Résultats de l'Analyse Chimique du Sol à la Fin de l'Expérience

## Chapitre V Résultat et Discussion

En examinant les valeurs relatives au dosage nitrate dans le sol après l'expérimentation, le plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>0</sub> (témoin, sable) ; T<sub>2</sub> (sable et azote). Elles sont résultats : 23.17 ; 15.12 ; 9.97 ; 8.55 ; 5.80 ; 5.27 ; 2.04 ; 1.87 respectivement.

Et pour le dosage d'ammonium le plus valeur enregistrée au niveau parcelle de traitement : T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>2</sub> (sable et azote) ; T<sub>0</sub> (témoin, sable). Elles sont résultats 18.11 ; 17.92 ; 17.65 ; 15.29 ; 3.63 ; 2.60 ; 2.16 ; 1.16 respectivement.

Le bio-charbon a une Capacité d'absorber l'humidité et de retenir les nutriments minéraux et organiques. La structure particulière du bio-charbon, qui améliorer sa capacité d'adsorption et de rétention des éléments nutritif et de l'eau du sol. (**Ahmed, 2016**).

L'ajout de bio-charbon dans les sols, diminue la lixiviation de nitrate à court terme, ce retard devait être bénéfique pour l'environnement ; qui reçoit moins de charges de nitrates, que pour les plantes qui ont maintenu azote dans la rhizosphère pendant de plus de plus longues périodes. (**Knowles et al., 2011**).

La réduction du lessivage de l'azote ainsi que l'augmentation de la rétention et de la biodisponibilité de l'azote (N) dans les sols peuvent potentiellement diminuer la demande en fertilisants azotés pour la croissance des cultures. (**Laurin-Lanctôt, 2015**).

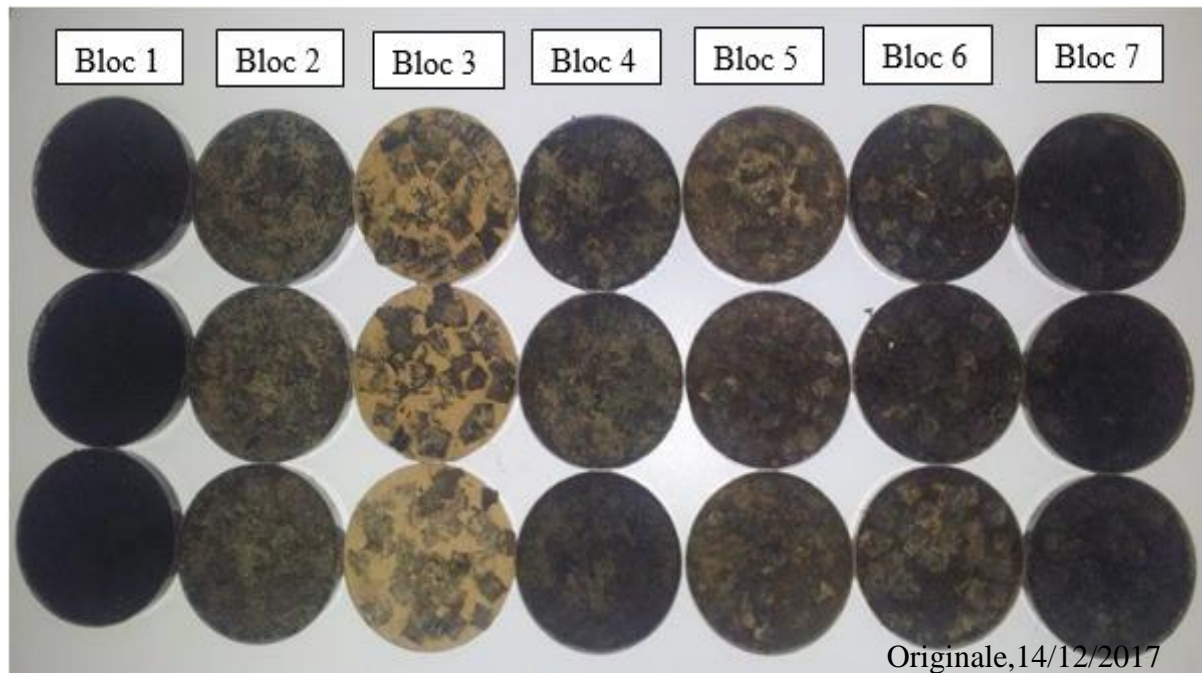
L'ajout de bio-charbon réduit la lixiviation de  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  et de  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  et l'incorporation de bio-charbon dans sols pourrait réduire la lixiviation de l'azote, augmenter la rétention d'azote et la biodisponibilité dans les sols agricoles, et ainsi diminuer la demande d'engrais azoté pour la croissance des cultures. (**Zheng, 2013**).

La réduction de l'azote lixivié de 30 % dans les sols amendés en bio-charbon peut être attribuée à une augmentation dans la capacité de rétention en eau dans le sol, à une adsorption du  $\text{NH}_4^+$  et à une hausse de l'immobilisation de l'azote (N) par l'ajout de bio-charbon au sol. (**Laurin-Lanctôt, 2015**).

### V.1.3. L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol

#### V.1.3.1 Test d'Activité Microbiologique

Les résultats obtenus sont illustrés au niveau de la figure 28



**légende;** Bloc 1 : bio-charbon ; Bloc 2 : bio-charbon et sable ; Bloc 3 : sable ; Bloc4 : sable, matière organique et bio-charbon ; Bloc 5 : sable et matière organique ; Bloc 6 : matière organique ; Bloc 7 : bio-charbon et matière organique.

**Figure 28 :** Teste d'Activité Biologique

Pour tous les types de substrats utilisé (figure 28). 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 des autres substrats présente une décomposition plus avancée que celle des autres substrats.

Et on observe aussi 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 case de l'interaction qu'il y a entre la matière organique et le bio-charbon qui constitue des niches écologiques pour les micro-organismes.

## Chapitre V Résultat et Discussion

### V.1.3.2 L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes

**Tableau 04** : Dénombrement des Colonies des Bactériennes

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Avant d'expérimentation (UFC/g s.s)	50×10 <sup>3</sup>	52×10 <sup>3</sup>	48×10 <sup>3</sup>	56×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>4</sup>	54×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>4</sup>	50×10 <sup>3</sup>
Après d'expérimentation (UFC/g s.s)	12×10 <sup>2</sup>	6×10 <sup>3</sup>	14×10 <sup>2</sup>	19×10 <sup>5</sup>	27×10 <sup>5</sup>	22×10 <sup>5</sup>	31×10 <sup>5</sup>	43×10 <sup>4</sup>

**légende** : T<sub>0</sub>: témoin absolu, sable ; T<sub>1</sub>: sable et matière organique ; T<sub>2</sub>: sable et N ; T<sub>3</sub>: sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub>: sable ; bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub>: sable ; bio-charbon et N ; T<sub>6</sub>: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T<sub>7</sub>: 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 : T<sub>6</sub>(sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>4</sub>(sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub>(sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>3</sub>(sable et bio-charbon) ; T<sub>7</sub>(sable, matière organique et azote) ; les résultats sont 31×10<sup>5</sup> ; ; 27×10<sup>5</sup> ; 22×10<sup>5</sup> ; 19×10<sup>5</sup> ; 43×10<sup>4</sup> respectivement.

Mais dans le traitement T<sub>0</sub>(témoin, sable) ; T<sub>1</sub>(sable et matière organique) on observe une diminution du nombre des clones bactériennes 12 ×10<sup>2</sup> ; 14×10<sup>2</sup> ; 6×10<sup>3</sup> respectivement.

**Tableau 05** : Dénombrement des Souches Fongiques

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Avant d'expérimentation (g/g.s.s)	2×10 <sup>2</sup>	5×10 <sup>2</sup>	2×10 <sup>2</sup>	4×10 <sup>4</sup>	7×10 <sup>4</sup>	3×10 <sup>4</sup>	9×10 <sup>4</sup>	5×10 <sup>2</sup>
Après d'expérimentation (g/g.s.s)	42×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>4</sup>	40×10 <sup>3</sup>	21×10 <sup>5</sup>	35×10 <sup>5</sup>	26×10 <sup>5</sup>	37×10 <sup>5</sup>	8×10 <sup>4</sup>

**légende** : T<sub>0</sub>: témoin, sable ; T<sub>1</sub>: sable et matière organique ; T<sub>2</sub>: sable et azote ; T<sub>3</sub>: sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub>: sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub>: sable, bio-charbon et N ; T<sub>6</sub>: sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub>: sable, matière organique et azote.

## Chapitre V Résultat et Discussion

À partir des résultats représentés dans le tableau 05 on observe une augmentation du nombre des champignons dans le sol par rapport aux premières mesures pour T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote), T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>0</sub> (témoin sable), elles sont résultat  $37 \times 10^5$  ;  $35 \times 10^5$  ;  $26 \times 10^5$  ;  $21 \times 10^5$  ;  $8 \times 10^4$  ;  $2 \times 10^4$  ;  $42 \times 10^3$  ;  $40 \times 10^3$  respectivement.

L'interaction qu'il y a entre la matière organique et le bio-charbon du sol traduit par la décomposition de la matière organique par micro-organisme, améliore la fertilité du sol puis que le bio-charbon constitue des niches écologiques pour les micro-organismes.

Le bio-charbon est un produit riche en carbone aromatique et caractérisé par sa récalcitrance à la décomposition par les micro-organismes (**Kuzyakov et al., 2009** ; **Zimmerman et al., 2011**). Plusieurs études ont montré que le bio-charbon peut augmenter l'activité microbienne de la matière organique additif au sol (**Bolan et al., 2013, Khan et al., 2014**).

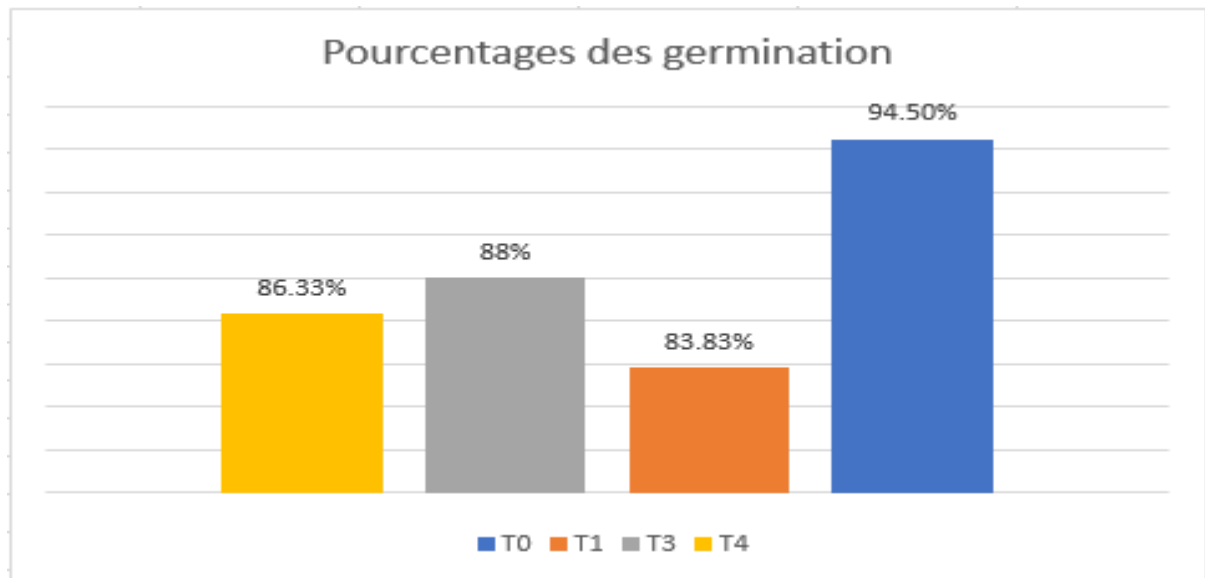
L'ajout de biochar peut modifier les propriétés physicochimiques du sol et changer la composition des communautés bactériennes en stimulant la croissance et l'activité bactériennes. Selon la nature de la biomasse du bio-charbon, celui-ci va influencer différemment les populations bactériennes du sol. (**Vicky, 2017**).

### **V.2. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement et de Production de Blé Dur au Niveau l'Expérimentation**

#### **V.2.1. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement**

##### **V.2.1.1. Pourcentage de Germination**

Nous présentons les pourcentages de germination au niveau parcelle expérimental figure (29).



**légende :** T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique.

**Figure 29 :** Histogramme Représentant les Pourcentages de Germination de Blé Dur de la Variété ' Cirta ' en Condition Expérimental

À partir des résultats représentés dans le figure (29), nous remarquons les pourcentages de germination de blé dur dans T<sub>0</sub> (témoin, sable) > ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) > ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) > ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) les résultats sont : 94.50%, 88% ,86.33% ,83.83% respectivement.

**Remarque ;** la première germination a été observé après 6 jours qui date des semis dans la parcelle de traitement T<sub>0</sub> (témoin, sable), après 8 jours de date des semis dans parcelle de traitement ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique).

Peu d'études ont signalé l'influence du bio-charbon sur les premiers stades de la croissance des plantes, comme la germination des graines et la croissance des semis. La stimulation ou l'inhibition de la germination des graines due à l'application du bio-charbon a été principalement étudiée pour les plantes forestières (Choi et al., 2010 ; Reyes 2006 in Rajalakshmi et al., 2015).

Le bio-charbon n'a pas d'effet négatif sur la germination taux et croissance des plantules. Par conséquent, le bio-charbon pourrait être utilisé comme amendement de sol précieux pour augmenter la santé du sol et la croissance des cultures (OH et al., 2012).

## Chapitre V Résultat et Discussion

### V.2.1.2 Stade 2 à 3 Feuilles

Dans la parcelle de traitement T<sub>0</sub> (témoin, sable). Se caractérise par une croissance des plants lente dans le stade de 2 à 3 feuilles (feuilles est étiolée, tige déclinant vers le rouge (Figure 30) et caractérise par longue de racine).



**Figure 30** : Stade 2 à 3 feuille dans la parcelle de traitement T<sub>0</sub> (témoin absolu, sable).

La croissance des plantes était naturelle dans le stade de 2 à 3 feuilles dans les parcelles de traitement T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) et il y'a une bonne croissance des plantes dans le traitement T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique).

### V.2.1.3 Stade Tallage

**Remarque** : au début ce stade la plante possède 3 à 4 feuilles, avec apparition de nouvelles tiges (Figure 31), nous avant ajout l'engrais minéral (N 46%) sur la parcelle (T<sub>2</sub>: sable et azote, T<sub>5</sub>: sable, bio-charbon et azote ; T<sub>6</sub>: sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub>: sable, matière organique et azote.) en une seule fois le 15/11/2017.

Le premier tallage c'est manifeste au niveau le parcelle de traitement T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote), puis dans le parcelle de traitement T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) et en dernier dans T<sub>1</sub> (sable et matière organique).

On observe l'absence de ce stade au niveau les parcelles traitement T<sub>0</sub> (témoin, sable) ; T<sub>2</sub> (sable et azote). A cause de l'absence des éléments nutritifs. (Annexe 3).

## Chapitre V Résultat et Discussion

En examinant les nombres de tallage, il ressort que le nombre de tallage est très faible en traitement T<sub>0</sub> (témoin, sable) ; T<sub>2</sub> (sable et azote). Qu'en les autres traitements : T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote). Elle est de l'ordre 1 ; 1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5 ; 6 ; 7 et 10 tallage respectivement.



**Figure 31** : Stade Tallage

### V.2.1.4 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 T<sub>2</sub> (sable et azote) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote)., en denier aux parcelles de traitement T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> : (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique).

## Chapitre V Résultat et Discussion

### V.2.1.5 Stade l'épiaison

Le premier à Atteindre ce stade c'est la parcelle de traitement T<sub>2</sub> (sable et azote) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote), en dernier là aux parcelles de traitement T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> : (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique).

### V.2.1.6 Formation et Maturation des épis

La formation des épis se fait après 5 mois et demi de la date de semi (12/ 10 / 2017)

Nous présentons la photo de la (figure 32) qui représente la maturation des épis.

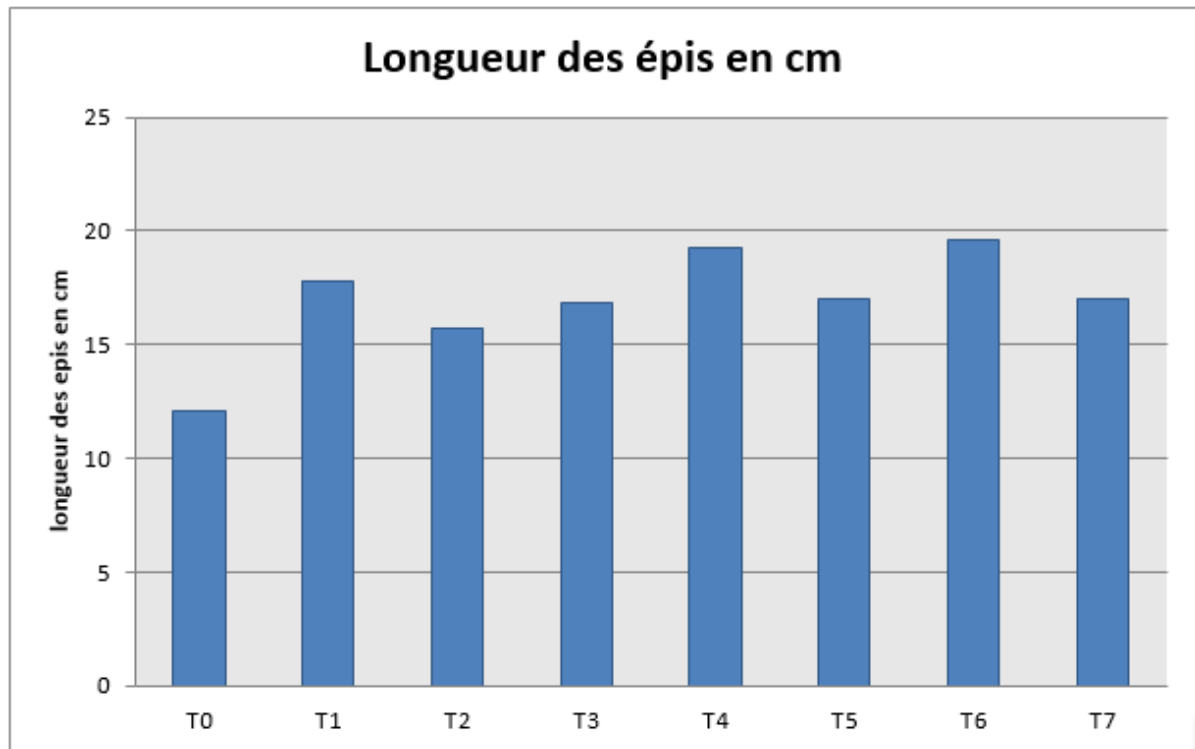


**Figure 32** : Stade de Formation et Maturation des épis

## V.2.2 L'Effet du Bio-charbon sur le Rendement du Blé Dur

Les résultats sont présentés dans les figures 33 ; 34 ; 35 ; 36 ; 37 ; 38 et le tableau 5.

### V.2.2.1 Longueur des épis



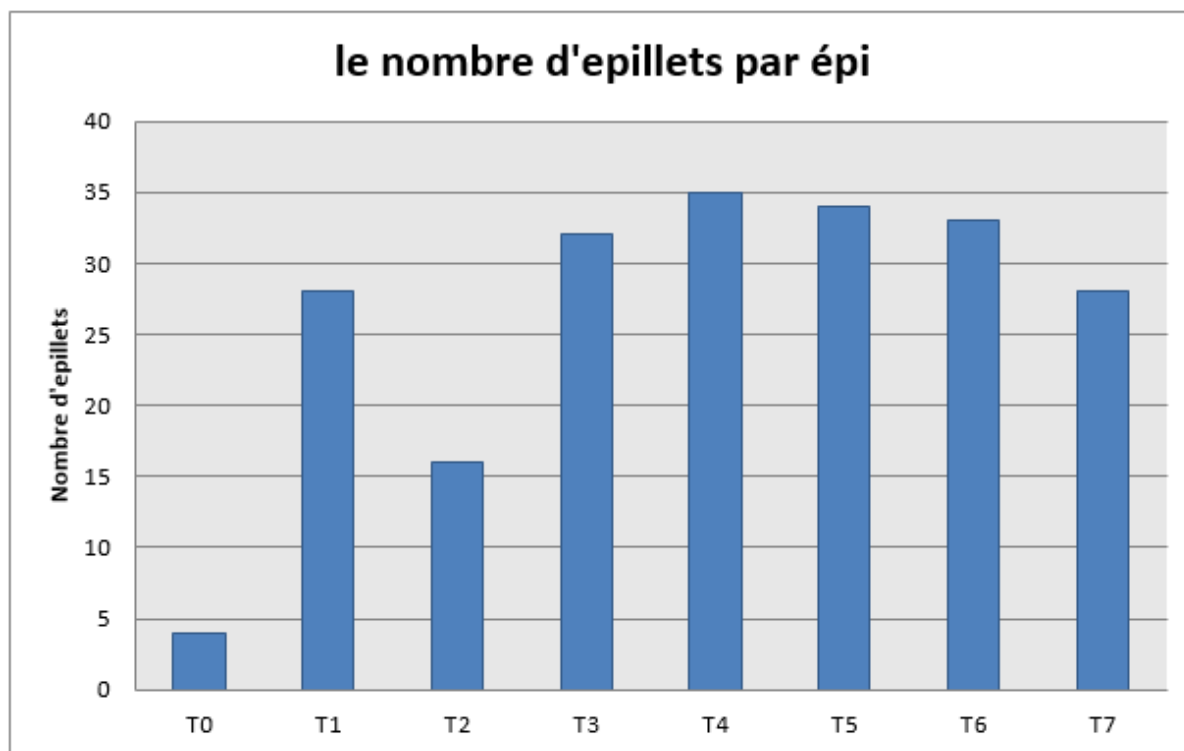
**légende** : T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et azote ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

**Figure 33** : Histogramme Représentant de Longueur des épis blé dur la Variété ' Cirta '

À partir de ces résultats Nous remarquons que la longueur des épis du traitement T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) est élève que les autres traitements T<sub>1</sub> (sable et matière organique) T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>2</sub> (sable et azote) ; T<sub>0</sub> (témoin, sable). Elle est de l'ordre de 19.6 ; 19.3 ; 17.8 ; 17 ; 17 ; 16.8 ; 15.7 ; 12.1 cm, respectivement.

V.2.2.2 Nombre d'épillets par épi

Au niveau de la figure 34 les résultats de nombre d'épillets par épi

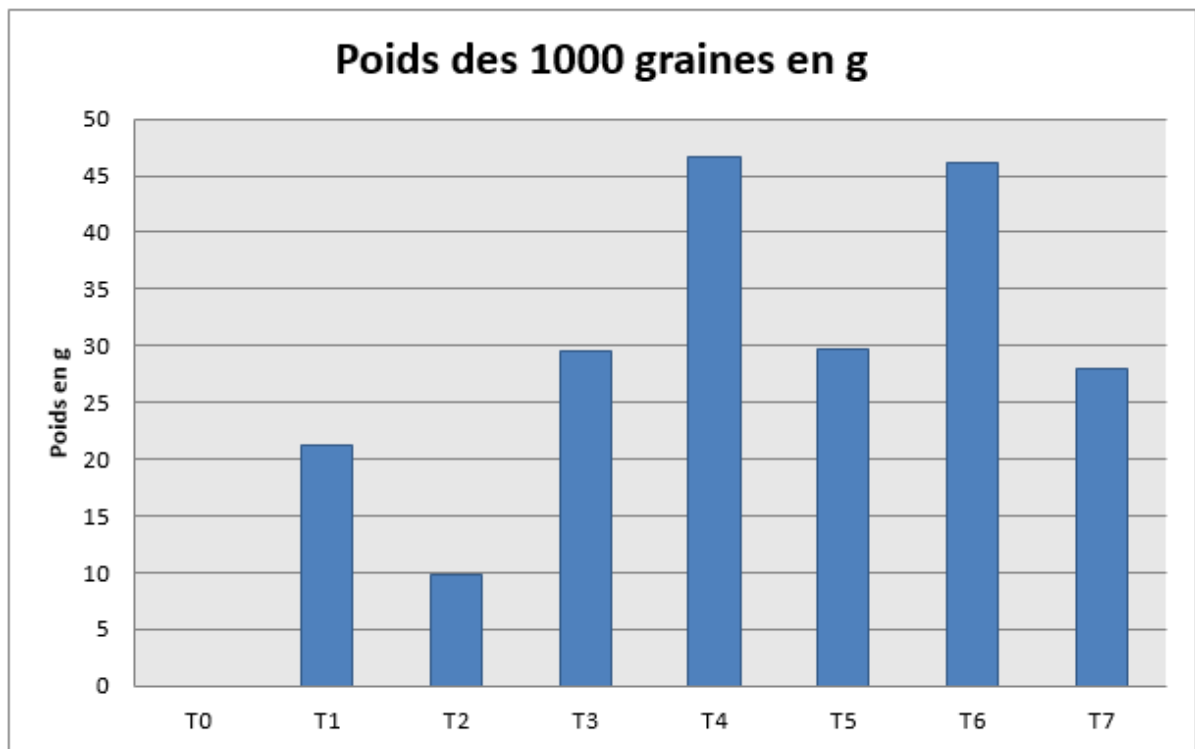


**légende** : T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et N ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

**Figure 34** : Histogramme Représentant de Nombre de Grains de Blé par épi

En examinant les nombre de grains de blé par épi nous remarquons qu'il est très faible en traitement T<sub>0</sub> (témoin, sable) et T<sub>2</sub> (sable et azote). Qu'en les autres traitements : T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique). Elles sont résultats 4 ; 16 ; 28 ; 32 ; 34 ; 35 ; 35 grains, respectivement.

V.2.2.3 Poids des Mille Graines



**légende** : T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et azote ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

**Figure 35** : Histogramme Représentant de Poids des Mille Graines en g

À partir ces résultats nous remarquons que les poids des mille graines du traitement T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) et T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) est plus élevé que les autres traitements T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) et T<sub>2</sub> (sable et azote). Elle est de l'ordre de 46.6 ; 46.2 ; 29.7 ; 29.5 ; 21.3 ; 17.8 ; 9.8 g respectivement.

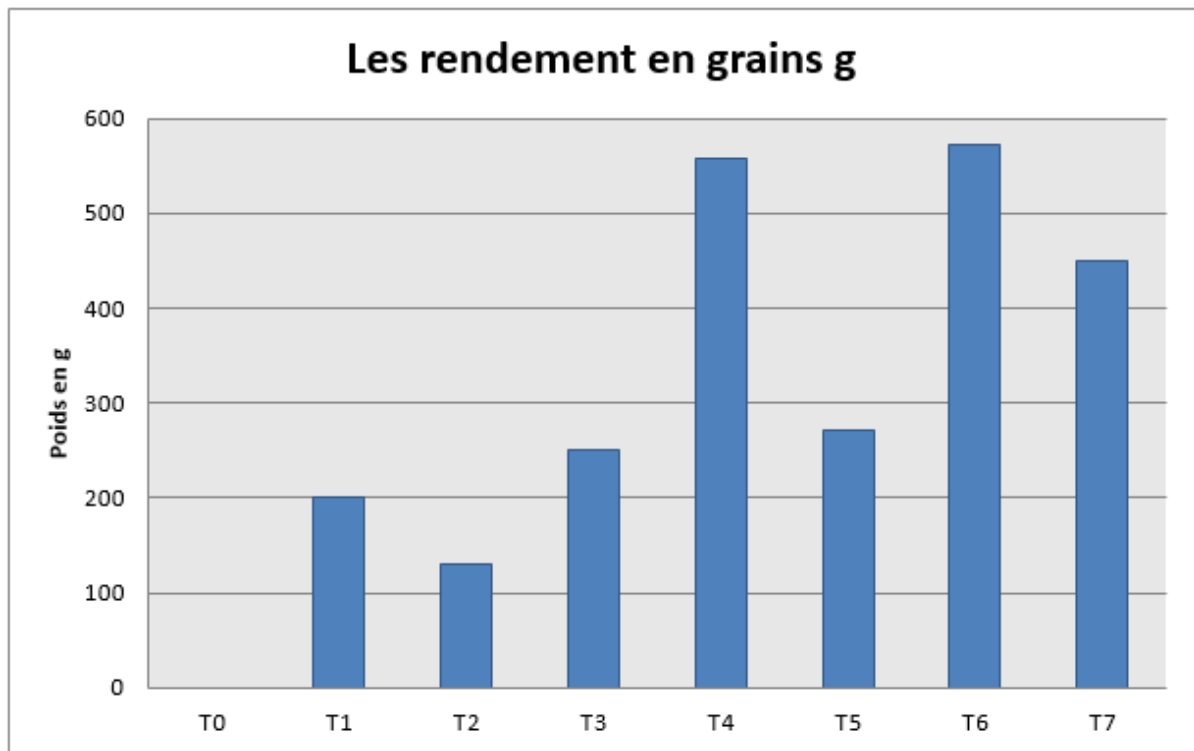
## Chapitre V Résultat et Discussion

### V.2.2.4 Les Rendements en Grains

**Tableau 6** : Les Rendement en grains de Blé Dur, la Variété ' Cirta '

	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Les rendements en grains Kg/h	/	2002	1304	2505	5586	2703	5713	4507

**légende** : T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et azote ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

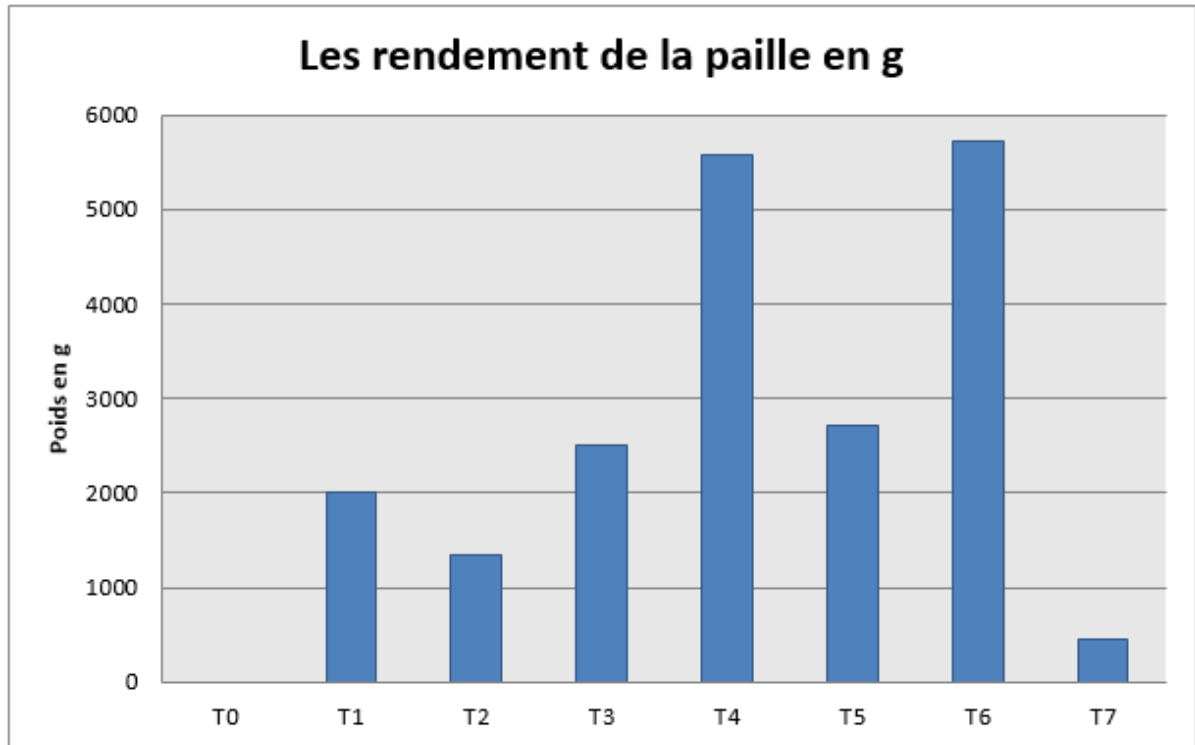


**légende** : T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et N ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

**Figure 36** : Histogramme Représentant les Rendements en Grains g

À partir ces résultats Nous remarquons que les rendements en grains du traitement T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) et T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) est plus élevé que les autres traitement T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>2</sub> (sable et azote). Elles sont résultat 571.3 ; 558.6 ; 450.7 ; 270.3 ; 250.5 ; 200.2 et 130.4 respectivement.

V.2.2.5 Les Poids des Pailles

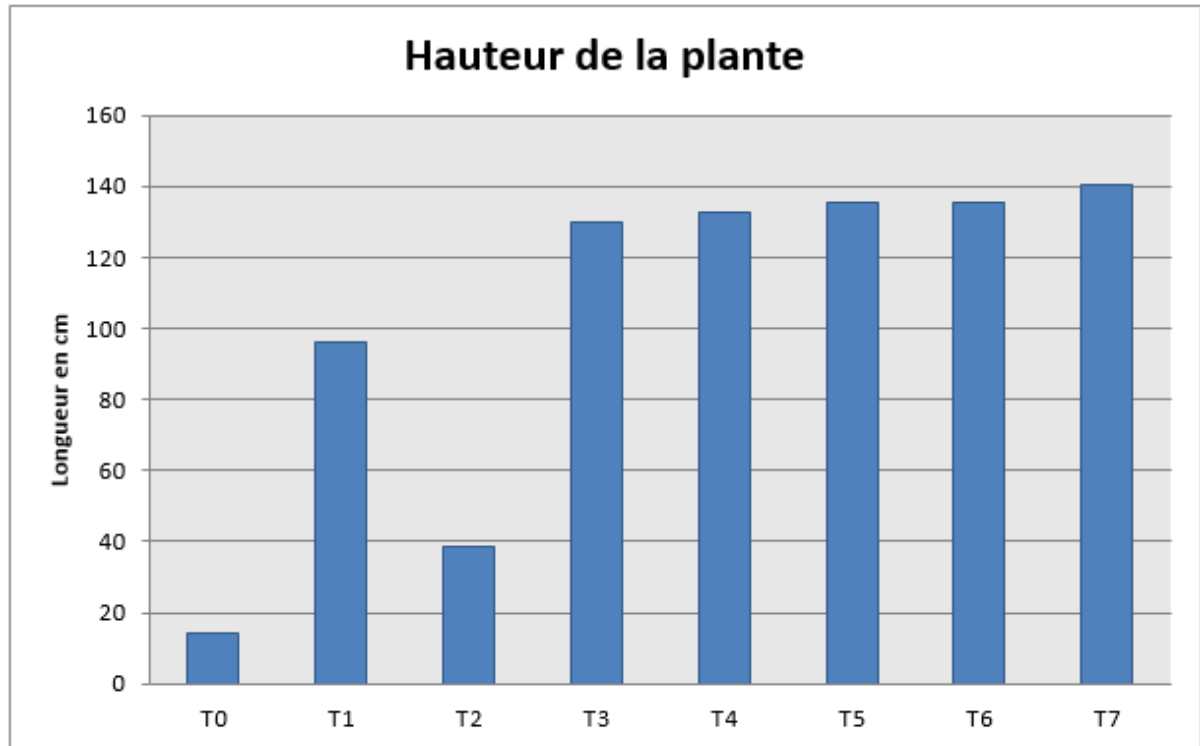


**légende** : T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et N ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

**Figure 37** : Histogramme Représentant les Poids des Pailles de blé dur la Variété ' Cirta '

À partir ces résultats nous remarquons que les rendements de la paille du traitement T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) est plus élève que les autres traitements T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) Et le plus bas enregistré dans traitement T<sub>2</sub> (sable et azote) et T<sub>0</sub> (témoin, sable). Elle est de l'ordre 830.27 ; 581.5 ; 570.23 ; 568.64 ; 520 ; 213.11 ; 441.66 et 90.58 respectivement.

V.2.2.6 Hauteur de la Plante



**légende :** T<sub>0</sub> : témoin, sable ; T<sub>1</sub> : sable et matière organique ; T<sub>2</sub> : sable et azote ; T<sub>3</sub> : sable et bio-charbon ; T<sub>4</sub> : sable, bio-charbon et matière organique ; T<sub>5</sub> : sable, bio-charbon et N ; T<sub>6</sub> : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T<sub>7</sub> : sable, matière organique et azote.

**Figure 38 :** Histogramme Représentant Hauteur de la Plante

À partir des résultats présentés dans figure 38 Nous remarquons que les plantes dans parcelle à traitement T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) plus long à les autres à traitement T<sub>2</sub> (sable et azote) et T<sub>0</sub> (témoin, sable). Les résultats sont : 140.33 ; 135.33 ; 135.33 ; 132.66 ; 129.66 ; 38.33 ; 96.33 ; 14.33, respectivement.

On interprète l'augmentation de rendement de la culture du blé dans la parcelle qui traité par le bio-charbon et matière organique est causé par la capacité de bio-charbon avec la matière organique, en d'amélioration des propriétés physique, chimique et biologique du sol sableux et donc l'augmentation de la productivité du sol pour atteindre des rendements plus élevés.

Le bio-charbon n'est pas un engrais et possède peu d'éléments nutritifs biodisponibles. De ce fait, il est nécessaire de l'associer avec des engrais pour assurer une productivité satisfaisante des cultures (Steiner et al., 2007 in Thi Phuong, 2015).

## Chapitre V Résultat et Discussion

La croissance des plantes tout en diminuant les apports d'engrais (rétention de nutriments) ; augmente la quantité des éléments nutritifs disponibles (**Lehmann et al., 2002 ; Steiner, 2007 in Thi Phuong, 2015**).

L'amendement du sol au bio-charbon améliore la productivité des cultures principalement en augmentant l'efficacité de l'utilisation des nutriments (**Mubshar, 2016**).

Dans la plupart des applications du bio-charbon, la productivité des cultures agricoles a augmenté de façon significative après que les sols agricoles soient amendés au moyen du bio-charbon. En plus d'augmenter la qualité du sol (**Ahmed et al., 2016**).

### Conclusion du chapitre V

L'incorporation de bio-charbon associé à la matière organique avait une incidence favorable sur les propriétés du sol sableux.

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

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

# Conclusion Générale et Perspectives

---

Les sols d'El-Oued et des régions sahariennes en général, sont des sols sableux, à perméabilité à l'eau très élevée et pauvre en matière organique.

Les agriculteurs ont tendance à incorporer de grandes quantités de matières organiques et d'engrais et d'irrigation intensive par des eaux souterraines. Ce qui cause des problèmes d'ordre agroécologiques ; le phénomène de la remontée des eaux, la pollution des nappes phréatiques par nitrates et la perte de la fertilité du sol par utilisation de produits phytosanitaires et des herbicides.

Avec l'incapacité des agroécosystèmes à restaurer naturellement leur équilibre, il était nécessaire de chercher des méthodes alternatives.

Dans notre contexte nous sommes intéressés à l'efficacité du bio-charbon pour améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols.

Ce travail avait pour objectif spécifique :

D'évaluer l'état des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et leur productivité.-

- D'évaluer l'effet du bio-charbon sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et sur les paramètres de croissance et de production du blé dur.

- D'évaluer l'effet du bio-charbon associé avec de la matière organique sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et sur les paramètres de croissance et de production du blé dur.

- D'évaluer l'effet du bio-charbon associé aux engrais chimiques sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et sur les paramètres de croissance et de rendement du blé dur.

Pour atteindre ces objectifs nous avons réalisé une expérimentation au niveau de jardin de Faculté des sciences de la nature et de vie de l'université d'Echahid Hamma Lakhdar d'El -Oued.

Les résultats ainsi obtenus après 6 mois sont comme suit :

Le bio-charbon associé avec de la matière organique a un effet positif sur les propriétés du sol et sur le blé dur ; le pourcentage de germination était augmenté de 86.33 % ; la hauteur de la plante a augmenté de 844.3 % et les rendements en grains ont augmenté de 571 300 %. Pour la propriété physique de sol ; le bio-charbon a un effet positif sur le degré d'infiltration de l'eau dans le sol en augmentant ces capacités à conserver l'eau et s'avère moins infiltrant d'eau a augmenté

## Conclusion Générale et Perspectives

de 36.6 % et sur la capacité au champ la capacité des rétentions en eau a augmenté de 1971.4 % avec moyenne de temps a augmenté de 18172.8 %.

Pour les propriétés chimiques du sol le bio-charbon augmente la rétention d'azote dans le sol.

Pour les propriétés biologiques et l'activités microbiennes du sol ; l'impact du bio-charbon est important sur l'activation de la vie microbienne du sol par l'augmentation des nombres de colonies de bactéries et souches fongique.

Nous recommandons de poursuivre l'étude de l'utilisation du bio-charbon comme amendement du sol pour comprendre son impact sur les propriétés du sol.

Étudier l'impact à long terme du bio-charbon sur les propriétés du sol sableux et des systèmes agroécologiques.

Faire ressortir l'impact du bio-charbon sur le comportement global du climat de la planète.

## *Références Bibliographiques*

1. **Ahmed. A, Jiby. K, et Vijaya, R,2016.** Biochar influences on agricultural soils, crop production, and the environment : A review. Environmental Reviews, <https://mc06.manuscriptcentral.com/er-pubs>.
2. **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>.
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. **Belhadi. A, Mehenni, M, Reguig, L. et Yakhlef , H. , 2016.** Pratiques phytosanitaires des serristes maraichers de trois localités de l'est des Ziban et leur impact potentiel sur la santé humaine et l'environnement. Université Ferhat Abbas Sétif 1 ; Revue Agriculture. Numéro spécial 1 (2016) 09–16.
5. **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.
6. **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.
7. **Berrah. S ,2009.** Contribution à l'étude spatiale de la remontée de la nappe phréatique : problèmes posés et conséquences sur le système agricole “ Ghout” à Oued Souf. *Ouargla, Algérie* : UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA, 80p. Mém Ingénieur d'État en sciences agronomiques.
8. **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.

9. **Bourgeois.M, Coquillart.E, Cournarie.M, Fassino.C ; 2017.** Supagro.  
[http://www.supagro.fr/ress-pepites/sol/co/2\\_1\\_TextureSol.html](http://www.supagro.fr/ress-pepites/sol/co/2_1_TextureSol.html).
10. **Bouselsel. 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.
11. **Bruand.A, Hartmann.C, Lesturgez.G; 2006,** Physical properties of tropical sandy soils: A large range of behaviours. HAL Id: hal-00079666  
<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/hal-00079666>.
12. **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)).
13. **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
14. **Criscuoli.I .2016.** Stabilité du charbon végétal (biochar) dans le sol et impact sur la productivité et les cycles des nutriments des prairies alpines ; Paris, France ; Université Pierre et Marie Curie, p 96 ; Thèse de doctorat Sciences du sol et de l'environnement.
15. **Dari R,2013.** Dénombrement de la biomasse microbienne des sols arides exemple d'un sol salé sous deux types de cultures ; Ouargla, Algérie ; Université Kasdi Merbah-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 ; Thèse de Doctorat sciences en Biologie.
17. **Debbar.Z, et Ammire.E, 2017.** Etude de la possibilité d'optimisation de la quantité d'eau d'irrigation et de la quantité de fertilisant administré à un sol sableux dans la région d'el-oued en utilisant un bio-charbon comme amendement au sol. El -Oued, Algérie : Université Echahid Hama Lakhdar -El OUED, 71p.Mém Master Académique en sciences biologique.
18. **Devd.E.2015.** Biocharbon et technologies performantes de carbonisation et de torréfaction. [22/05/2015]. <http://biocharbon.blogspot.com/>.

19. **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).
20. **Don. H, 2009**. Biochar - A Multitude of Benefits. [12/2009].  
<https://www.agmrc.org/renewable-energy/biofuelsbiorefining-general/biochar-a-multitude-of-benefits/>.
21. Données climatiques: Algérie - Tutiempo.net.  
<https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>.
22. **DSA El-oued, 2017** ; Directeur service agriculture El-oued.
23. FAO, non daté. Le sol ; 9. Perméabilité du 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)
24. **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 .
26. **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.
27. **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.
28. **Halitim.A,2011** ; L'aridoculture et le développement durable, *Algerian journal of arid environment* ISSN- 2170-1318 ; vol. 1, n° 1, Janvier 2011 : 3-9.
29. **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 :

UNIVERSITE DE LAVAL, p89. Mém.Maîtrise en Microbiologie agroalimentaire.

30. **Houidi. H etAhmadi.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 .
31. **Igalavithana, A.D, Yong Sik Ok, Khan Niazim,N. , Rizwan,M , Al-Wabel,M.I Usman,A.R.A Hyun Moon,D and Soo Lee,S ,2017**. Effect of Corn Residue Biochar on the Hydraulic Properties of Sandy Loam Soil. *Sustainability* 2017, 9, 266 ; doi :10.3390/su9020266 ; [www.mdpi.com/journal/sustainability](http://www.mdpi.com/journal/sustainability).
32. **Inconnu, 2017**.Biochar France, un charbon végétal pour l'agriculture – biochar. [25/08/2017. 5 :40 AM.]. [www.france-biochar-socopa.fr](http://www.france-biochar-socopa.fr).
33. **Inconnu,2012**. Porosité équivalente de drainage, chapitre 08. [www.grr.ulaval.ca/gae\\_3001/Documents/Notes\\_2012/CH\\_08\\_Porosite.pdf](http://www.grr.ulaval.ca/gae_3001/Documents/Notes_2012/CH_08_Porosite.pdf).
34. **ITGC, 2015** ; Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants, Bulletin des variétés de Céréales autogames El Harrach- Alger,255p.
35. **Jmvallee,2005** ; ACCES-EDUTERRE, Etude de la porosité et de la perméabilité. [24/03/2005] <http://eduterre.ens-lyon.fr/nappe/html/scenarii/TP>.
36. **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.Mém MASTER ACADEMIQUE d'état en Sciences de l'environnement.
37. **Khechana. S ; Derradji. F et Mega. N, 2011**. Caractéristiques Hydrochimiques des Eaux De La Nappe Phréatique Du Vallée d'Oued-Souf (SE Algérien) ; *European Journal of Scientific Research* ISSN 1450-216X Vol.62 No.2 (2011), pp. 207-215.
38. **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 : Universite BADJI Mokhtar -Annaba* ,123p. Thèse Doctorat en Sciences Hydrogéologie.

39. **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.
40. **Koull.N,2007** ; Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de 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).
41. **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).
42. **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.
43. **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.
44. **Lehmann, J. 2007.** Bio-Energy in the Black. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5, 381-387.
45. **Lehmann, J. 2007.** International Biochar Initiative. <http://www.biochar-international.org/technology>.
46. **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>.
47. **Lele Nyami. 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

ET DE GESTION INTEGRÉS DES FORÊTS ET TERRITOIRES  
TROPICAUX -ÉRAIFT. 196p. Thèse de doctorat en Aménagement et  
gestion intégrés des forêts et territoires tropicaux.

48. **Meissa, B, 2016.** L'eau et l'espace agraire dans l'Oued Souf : cas de l'ancienne palmeraie ; *Ouargla, Algérie* : UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA,94p. Mém magistère en Sciences Agronomiques
49. **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.
50. **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>.
51. **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. Mém magistère en Eco-pédologie et environnement.
52. **Melki et al. (2015)** / *Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology*, 20(6), 810-817
53. **Mermoud. A, 2006** ; Cours de physique du sol, Propriétés de base du sol et de la phase liquide, école polytechnique. FEDERALE DE LAUSANNE.
54. **Messar E.M,2010** ; Le secteur phoenicole algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010, (CIHEAM - Options Méditerranéennes).
55. **Mirza. H,2008.** AGRO 516 Lecture Sheet # 06. 1. Data collection procedures of Agronomic crops. Mirza *Hasanuzzaman*. Lecturer, Department of Agronomy. Sher-e-Bangla Agricultural University. [https://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/05\\_data\\_collection\\_for\\_crop.pdf](https://hasanuzzaman.weebly.com/uploads/9/3/4/0/934025/05_data_collection_for_crop.pdf)
56. **Mohamed.A,2017.** Le Temps d'ALGERIE. Production de blé dur : L'Algérie vise l'autosuffisance. [10/04/2017]. <https://www.letempsdz.com/index.php/181991>.

57. **Moctar.M ;2012** ; SCRIBD [2012]  
<https://ar.scribd.com/document/313228039/PEDO4-2012>.
58. **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.
59. **Mustin.M,2013**. Le biochar : Rôle agronomique et environnemental ; XXIème Rencontres Professionnelles RITTMO Biomasses énergie : Biochar, [09/12/2013].
60. **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>.
61. **Owen, G. 2013**; natural buildingblog. More Details about Terra Preta [8/1/2013]  
<http://www.naturalbuildingblog.com/more-details-about-terra-pret/>.
62. **Peter Oei**, avec la contribution de **Bram Van Nieuwenhijzem,2005** : La culture des champignons à petite échelle.  
<https://books.google.dz/books?id=nVxlitM7BN4C&pg=PA27&lpg=PA27&dq=milieu+d%E2%80%99extrait+de+pommes+de+terre,+de+dextrose+et+d'agar&source=bl&ots=YUOtkuntX4&sig=JN-5edDIS-D4CJVbjGVOMFhMrrw&hl=fr&sa=X&ved=0ahUKEwi1subv6MHZAhVP7FMKHbR6BzcQ6AEILjAC#v=onepage&q=milieu%20d%E2%80%99extrait%20de%20pommes%20de%20terre%2C%20de%20dextrose%20et%20d'agar&f=false>
63. **P.D.A. U. WILAYA D'El Oued** ,1997, **URL**,  
<http://eue.revues.org/docannexe/image/921/img-3.jpg>.
64. **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).
65. **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>.

66. **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).
67. **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 .
68. **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>.
69. **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, 2007 Rondon.pdf](http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/BiolFertSoils_43_699-708_2007_Rondon.pdf)).
70. **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.Mém DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (D.E.A) DE BIOLOGIE VEGETALE.
71. **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 Zollikofen 2011; *Bulletin BGS* 31, 47-50 (2011).
72. **Souadkia. C, Souadkia. H., 2017 ;** Etude des croûtes biologiques des sols des écosystèmes arides (Cas de la Wilaya d'El Oued). El Oued, Algérie. Université d'El-Oued,56p. Mém de Master académique en Ecologie et environnement.
73. **Spruyt.J.2018.Vasteplant.be.**[https://www.vasteplant.be/index.cfm?fuseaction=art&art\\_id=2384](https://www.vasteplant.be/index.cfm?fuseaction=art&art_id=2384).
74. **Srinivasagam,K. Ramesh Kumar, S. Natarajan, M. Krishna, S ; 2013.** Biochar production. *African Journal of Agricultural Research* Biochar-boon to soil health and crop production ;

[https://www.researchgate.net/figure/Biomass-to-biochar-production-generation-of-bio-energy-and-sequestration-of\\_fig1\\_277667665](https://www.researchgate.net/figure/Biomass-to-biochar-production-generation-of-bio-energy-and-sequestration-of_fig1_277667665).

75. **Stephen, L.2018** ; national geographic. Plus de 75 % des terres de la planète sont dégradées.27/3/2018  
<https://www.nationalgeographic.fr/environnement/2018/03/plus-de-75-des-terres-de-la-planete-sont-degradees>.
76. **Stephen G, 2009**. Saupe ; College of St. Benedict/ St. John's University; Biology Department; Colledgeville, MN 56321. **01/07/2009**.  
[https://employees.csbsju.edu/ssaupe/biol327/Lab/Seeds/germination\\_percantage.htm](https://employees.csbsju.edu/ssaupe/biol327/Lab/Seeds/germination_percantage.htm).
77. **Thi Phuong N., 2015** ; Effets des amendements organiques exogènes sur la composition de la matière organiques et le stockage du carbone d'un sol dégradé par l'érosion dans le Nord du Vietnam. Université Pierre et Marie Curie - Paris VI, Français. 115p. Thèse de doctorat Sciences du sol et de l'environnement.
78. **Vicky. L ,2017** ; Amendement en biochars : Effets sur l'activité et la structure des microorganismes et sur les rendements de la tomate et du poivron de serre ; Québec, Canada : UNIVERSITE DE LAVAL ,232p. Thèse de doctorat en microbiologie agroalimentaire.
79. **Voisin P., 2004** : Le Souf ; Ed. El-Walide; El-Oued ;319p.
80. **Wojciech.M, Ficed.U**. How to Permanently Improve Your Sandy Soil - Permaculture Research ...26/08/2014.  
<https://permaculturenews.org/.../permanently-improve-sandy-soil/>.
81. **Yanai.J et Nakata.S ; 2007**. Evaluation of Nutrient Availability of Sandy Soil in Northeast Thailand  
...[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/51/4/51\\_4.../ pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsta1957/51/4/51_4.../ pdf).
82. **Zheng, H., Wang, Z., Deng, X., Herbert, S., et Xing, B. (2013)**. Impacts of adding biochar on nitrogen retention and bioavailability in agricultural soil. Geoderma. 206 : 32-39.

83. **يوسف حليس. 2007** سوف لمنطقة الموسوعة النباتية<sup>2</sup> 2007. ص 252 , الوادي<sup>3</sup> للطباعة الوليد إنتاج

## Annexe 01

Fichier Edition Affichage Historique Marque-pages Outils ?

Google Traduction x Igalavithana: The effects of l... x Dictionnaire Trilingue x Google Traduction x Igalavithana: The effects of l... x Tout savoir sur le biochar et... x

www.france-biochar-socopa.fr/content/category/2-qu-est-ce-que-le-biochar

Rechercher

Les plus visités How to Install TeX Liv... Google Index of /ctan/tex-arc... Detexify LaTeX handw... VTEM Banners إحصائيات الحساب... أسئلة العلوم الطبيعية... Nouvel onglet Google Scholar

Tout savoir sur le biochar et ses utilisations

## Tout savoir sur le biochar et ses utilisations

Le Biochar en Bref !

### D'où vient-il ?

Le Biochar a été découvert en Amazonie sous le nom de Terra Preta. Ce charbon végétal est issu de civilisations précolombiennes qui vivaient dans la forêt. Les terres étaient acides et pauvres. L'utilisation de la Terra Preta leur a permis de cultiver et de nourrir cette civilisation pendant des siècles.

### Comment est-ce fabriqué ?

Aujourd'hui, le Biochar est issu de la pyrolyse de la biomasse. La pyrolyse est la combustion sans oxygène, c'est-à-dire sans rejets de CO<sub>2</sub>, à très forte température (entre 400 et 800°C suivant les fabricants). Plusieurs types de biomasse sont utilisés : bois, déchets végétaux, résidus de cultures agricoles...

### A quoi sert-il ?

En poursuivant votre navigation, vous acceptez l'utilisation de cookies pour vous proposer des services et offres adaptés à vos centres d'intérêts et mesurer la fréquentation de nos services. Fermer

Établissement d'une liaison TLS avec www.google-analytics.com... Pour en savoir plus et paramétrer les cookies, cliquez ici.

FR 13:21 2017-11-27

http://www.cna.dz/Documentation/Travaux-du-CNA/Publications-du-CNA/Bulletin-des-assurances-n-09/Quelle-politique-pour-un-secteur-strategiq...

Rechercher...

Google Quelle politique pour un se... Production de blé dur : L'Algérie... Google Traduction

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

MOBI... Google OPAL... Get... Le c... watch Cour... A To s... L... dsp...

Ces tentatives de réorganisation et de développement confirment l'instabilité et la fragilité du secteur agricole, lequel n'arrive pas encore à trouver la croissance souhaitée d'une part, et l'autosuffisance alimentaire tant désirée, d'autre part.

Hélas, la dépendance de notre pays en biens alimentaires vis-à-vis des marchés internationaux, constitue un véritable danger pour la balance commerciale. La facture des importations en biens alimentaires l'atteste. Son montant est colossal et son règlement ne s'effectue que grâce aux recettes des hydrocarbures. Plus grave encore, l'Algérie se classe parmi les dix plus grands importateurs de céréales et de lait en poudre, du monde. De surcroît, notre pays dispose de terres cultivables pouvant répondre à la demande locale, voire même exporter une production nationale agricole variée.

Suite à l'accroissement continu de la population, les surfaces agricoles cultivables par habitant ne font que baisser. De façon vertigineuse même, passant de 0,70 ha en 1962 à 0,24 ha en 2008. Le secteur agricole est confronté à d'inextricables problèmes, parmi lesquels les changements climatiques qui risquent de nuire fortement à celui-ci, tel que le souligne Omar Bessaoud, chercheur à l'Institut agronomique méditerranéen de Montpellier, d'autant que les rendements agricoles nationaux sont fortement corrélés à la bonne clémence du ciel.

Les changements climatiques sont retenus en tant que problématique mondiale et leurs conséquences sont de plus en plus alarmantes. Le chercheur (Omar Bessaoud) en cite quelques uns pour le secteur agricole algérien : des milliers d'hectares sont affectés par des phénomènes de salinisation des sols (faute de drainage) ; des pertes de terres arables par incendies de forêt sont estimées à 59 000 ha/an ; l'élévation de la température au Maghreb s'est située entre 1 et 2°C sur la période 1970 à 2004 contre une moyenne mondiale de 0,74°C ; ainsi que la désertification progressive des sols et la rareté des ressources en eau.

Le secteur agricole algérien n'a jamais enregistré une croissance aussi négative depuis plusieurs années, comparativement à celle de 2008 telle que rapportée dans le rapport annuel de la Banque d'Algérie, dont la cause principale est due essentiellement aux conditions climatiques. Pour illustration, nous dressons un tableau détaillé des pertes du secteur agricole suite aux pluies torrentielles, accompagnées de vents violents qui ont touché plusieurs régions l'an dernier ( ).

Le volume des dégâts en 2008

**Mot du jour / Appel à contribution**

**Tierce collision (garantie)**  
Désigne en général les garanties dommages par collision, mais ce terme s'utilise de moins en moins car les assureurs proposent toutes sortes de garanties dont les noms et les clauses diffèrent d'une société à une autre.  
[Glossaire trilingue >>](#)

**Publications Périodiques**

Bulletin des assurances n°37

Revue de l'Assurance n°18

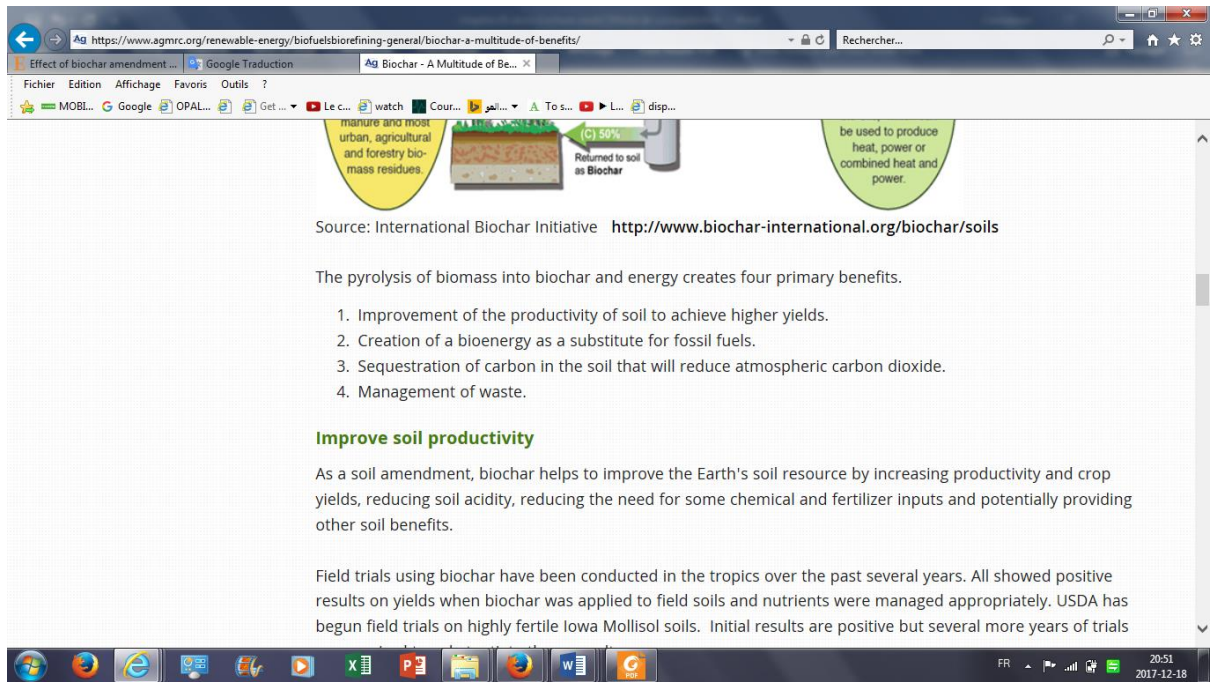
Note de conjoncture du 2ème trimestre 2017

**Evènements**

FR 11:50 2017-12-16

The screenshot shows a web browser window with the URL <https://www.letempsdz.com/index.php/181901>. The page title is "Production de blé dur : L'Algérie vise l'autosuffisance" and the date is "10 AVRIL 2017". The article is categorized under "ECONOMIE". The main text reads: "L'Algérie ambitionne à travers le programme quinquennal 2015-2019 de réduire ses importations de céréales. L'objectif est de réaliser l'autosuffisance en blé dur." Below this, a sub-headline states: "C'est ce qu'a annoncé jeudi le nouveau ministre de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche lors d'une séance de questions orales à l'APN. Abdeslam Chelghoum a soutenu que la moyenne de production de blé dur avait augmenté de 61% au cours des six années 2008-2013." The browser's taskbar at the bottom shows various application icons and the system clock indicating 12:41 on 2017-12-16.

The screenshot displays the website [www.biochar-international.org/technology](http://www.biochar-international.org/technology). The header features a navigation menu with items like "About IBI", "IBI Programs", "Connect", "Learn", "Resources", "News", "Contact Us", "Donate", and "Join". A prominent banner reads "Help Put the Earth Back in the Black: Become an IBI Member find out more >>". Below the banner, the "BIOCHAR TECHNOLOGY" section includes a list of links: "Biochar Feedstocks", "Biochar Production Technologies", "Biochar Stoves", and "Open Source Biochar Technologies". A paragraph explains the process: "There are many different ways to make biochar, but all of them involve heating biomass with little or no oxygen to drive off volatile gasses, leaving carbon behind. This simple process is called thermal decomposition usually from pyrolysis or gasification. These methods can produce clean energy in the form of gas or oil along with the biochar. This energy may be recoverable for another use, or it may simply be burned and released as heat. It's one of the few technologies that is relatively inexpensive, widely applicable and quickly scalable." Below this text, it states: "But biochar technology is more than just the equipment needed to produce biochar. Biochar technology necessarily includes entire". On the right side of the page, there is a "Sign Up For Email Updates" form with a "Sign Up" button, and a "Biochar Certification" logo. A small image of a man speaking is visible in the bottom right corner. The browser's taskbar at the bottom shows the system clock at 19:40 on 2017-12-18.



Source: International Biochar Initiative <http://www.biochar-international.org/biochar/soils>

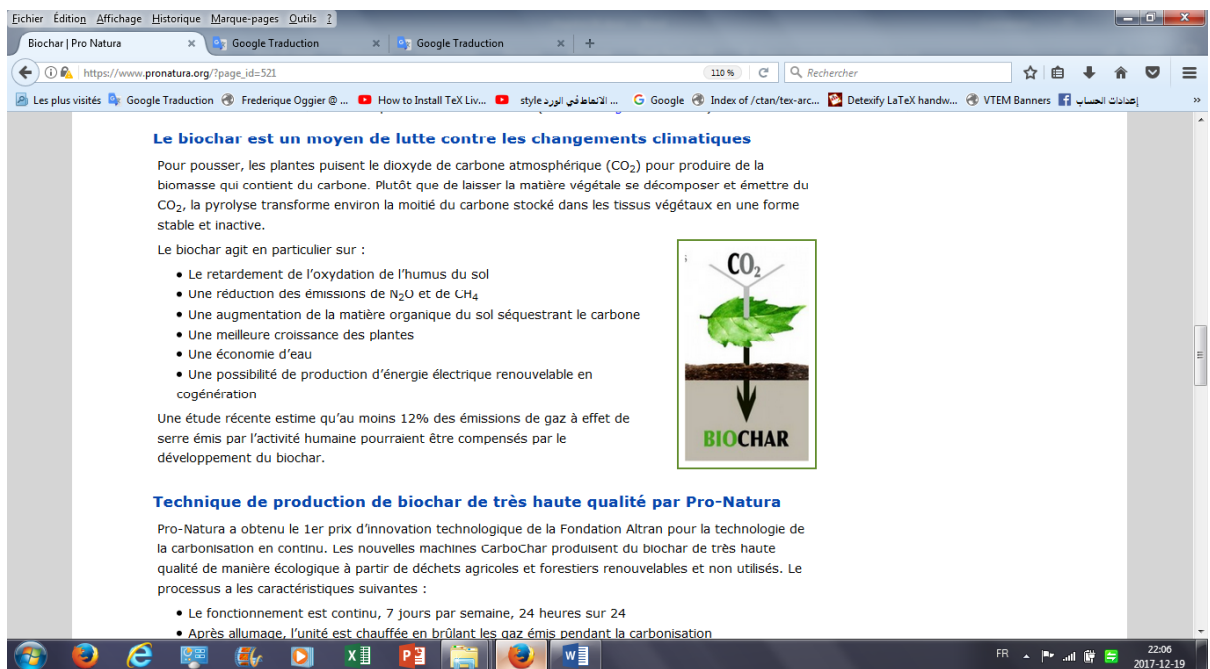
The pyrolysis of biomass into biochar and energy creates four primary benefits.

1. Improvement of the productivity of soil to achieve higher yields.
2. Creation of a bioenergy as a substitute for fossil fuels.
3. Sequestration of carbon in the soil that will reduce atmospheric carbon dioxide.
4. Management of waste.

**Improve soil productivity**

As a soil amendment, biochar helps to improve the Earth's soil resource by increasing productivity and crop yields, reducing soil acidity, reducing the need for some chemical and fertilizer inputs and potentially providing other soil benefits.

Field trials using biochar have been conducted in the tropics over the past several years. All showed positive results on yields when biochar was applied to field soils and nutrients were managed appropriately. USDA has begun field trials on highly fertile Iowa Mollisol soils. Initial results are positive but several more years of trials




**Le biochar est un moyen de lutte contre les changements climatiques**

Pour pousser, les plantes puisent le dioxyde de carbone atmosphérique (CO<sub>2</sub>) pour produire de la biomasse qui contient du carbone. Plutôt que de laisser la matière végétale se décomposer et émettre du CO<sub>2</sub>, la pyrolyse transforme environ la moitié du carbone stocké dans les tissus végétaux en une forme stable et inactive.

Le biochar agit en particulier sur :

- Le retardement de l'oxydation de l'humus du sol
- Une réduction des émissions de N<sub>2</sub>O et de CH<sub>4</sub>
- Une augmentation de la matière organique du sol séquestrant le carbone
- Une meilleure croissance des plantes
- Une économie d'eau
- Une possibilité de production d'énergie électrique renouvelable en cogénération

Une étude récente estime qu'au moins 12% des émissions de gaz à effet de serre émis par l'activité humaine pourraient être compensés par le développement du biochar.



**Technique de production de biochar de très haute qualité par Pro-Natura**

Pro-Natura a obtenu le 1er prix d'innovation technologique de la Fondation Altran pour la technologie de la carbonisation en continu. Les nouvelles machines CarboChar produisent du biochar de très haute qualité de manière écologique à partir de déchets agricoles et forestiers renouvelables et non utilisés. Le processus a les caractéristiques suivantes :

- Le fonctionnement est continu, 7 jours par semaine, 24 heures sur 24
- Après allumage, l'unité est chauffée en brûlant les gaz émis pendant la carbonisation

http://www.supagro.fr/ress-pepites/sol/co/2\_1\_TextureSol.html

Rechercher...

Sol - Texture et travail du sol

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

MAST... MOBI... Google OPAL... Get... Le c... watch Cour... A To s... L... disp... II.

SCENARI

## Sol

bien que la présence d'argiles soit bénéfique pour la rétention d'eau - un sol argileux stocke beaucoup plus qu'un sol sableux : 1.85 mm/cm contre 0.7 mm/cm de terre fine <sup>source</sup> - elle demande une attention particulière quant au travail du sol. Les conditions de passage doivent être optimales : sol ni trop sec, ni trop humide. Sinon, on risque de "lisser" le sol et donc de créer une barrière à l'infiltration de l'eau. Il faut donc bien anticiper le passage, avec par exemple un labour d'hiver pour un semis de printemps. A l'inverse le travail des argiles en conditions sèches déstructure les feuillets et conduit à des prises en masse du sol.

**Les limons ont bonne mémoire !**

Un sol limoneux garde la mémoire du travail qu'il a subi : il n'y a pas de possibilité de restructuration naturelle. Une fois sa structure dégradée, par exemple par une compaction causée par des engins trop lourds, un sol limoneux mettra des années à se réparer. Il faudra donc envisager une intervention mécanique : le "décompactage". A l'inverse, un sol composé de plus de 25% d'argiles se restructurera naturellement.

**Les sables n'ont pas de structure naturelle**

Un sol sableux présente certaines caractéristiques à prendre en compte dans la gestion du travail :

- ils conservent peu l'eau, mais sont naturellement poreux (enracinement facile) et sont peu sensibles au trafic
- ils sont usant pour les outils
- ils sont peu fertiles, car ils contiennent des éléments grossiers.

Il ne faut tout de même pas négliger le risque de compaction sur un sol sableux, car il y a toujours un peu de limon ou d'argile !

Auteurs : Maëva BOURGEOIS, Elise COQUILLART, Morgane COURNARIE, Claire FASSINO  
Superviseurs : Matthieu ARCHAMBEAUX et Stéphane DE TOURDONNET  
Source : Jamagne et Bétremieux, in Lemonnier, 1992. Estimation de la réserve utile à partir de la texture

FR 20:59 2018-01-17

https://www.vasteplant.be/index.cfm?fuseaction=art&art\_id=2384

Rechercher...

Google Traduction propriétés électro ioniques du ... pH (acidité) op vasteplant.be

Fichier Edition Affichage Favoris Outils ?

MAST... MOBI... Google OPAL... Get... Le c... watch Cour... A To s... L... disp... II.

Un terrain ayant un pH inférieur à 5,5 est acide, tandis qu'un terrain ayant un pH supérieur à 6,5 est basique. De manière générale, on peut dire d'une bonne terre de jardin a un pH situé entre 5,5 et 6,5. Toutefois, le degré d'acidité idéal n'est pas tout à fait identique pour chaque jardin. En premier lieu, tout dépend du type de sol. Les sols sablonneux légers sont déjà fertiles avec un pH situé entre 5,5 et 6,5. Les sols argileux lourds nécessitent un pH plus élevé, à savoir entre 6,0 et 7,0.

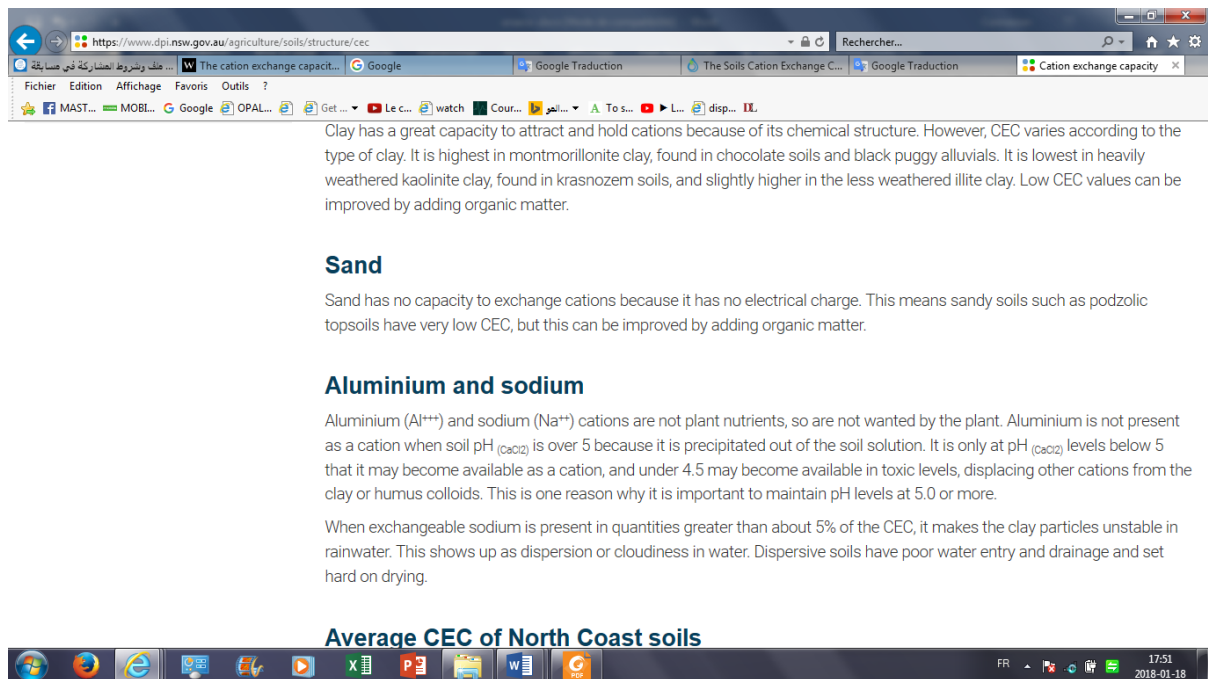
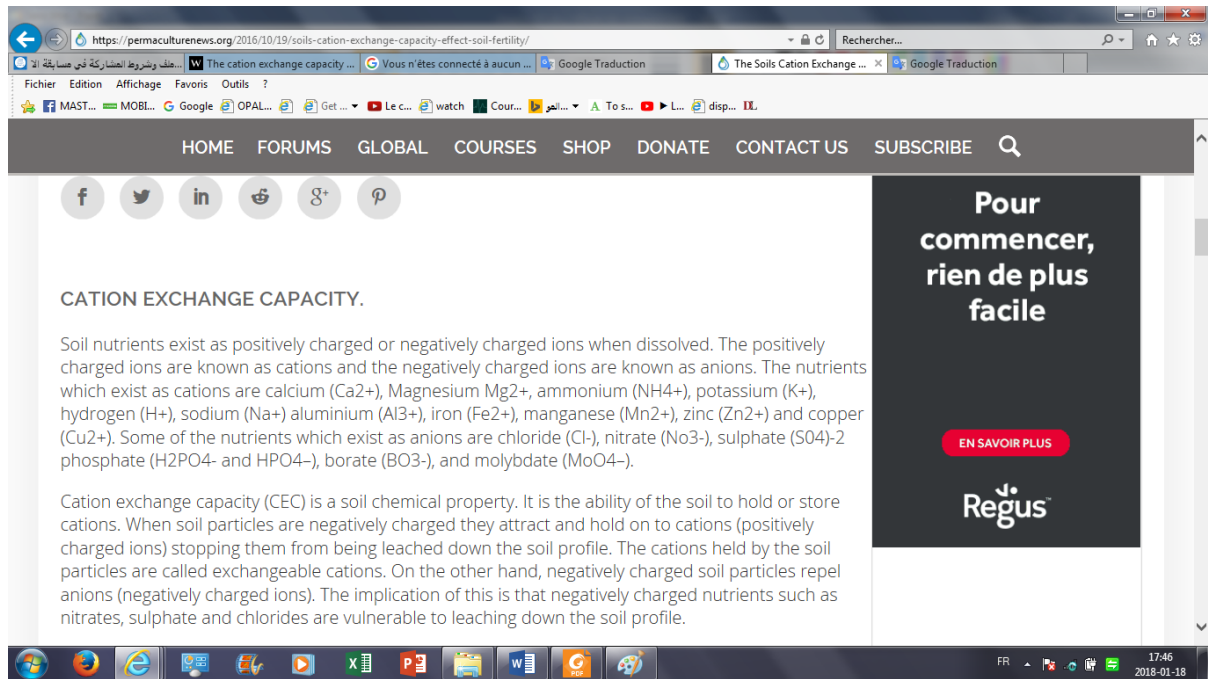
**L'importance du degré d'acidité (pH) pour les plantes vivaces.**

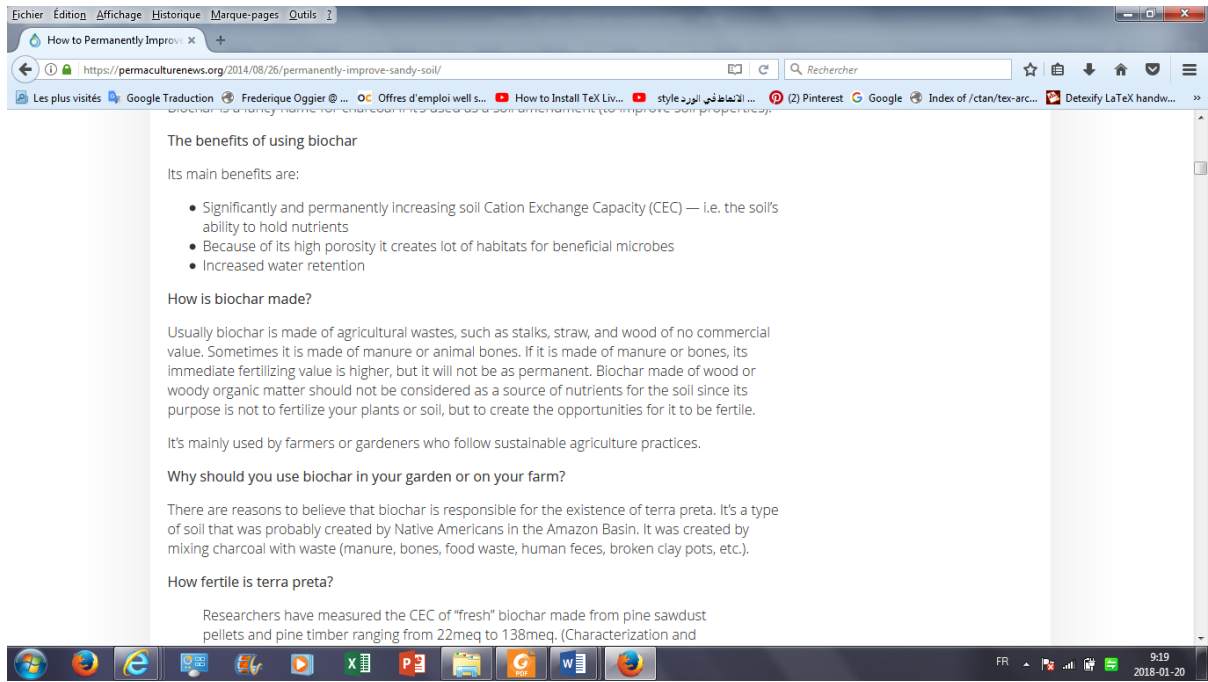
La plupart des plantes vivaces poussent bien lorsque le pH du sol est situé entre 5,5 et 6,5. Comment se fait-il que les plantes ne veulent pas pousser lorsque le pH ne leur convient pas? La réponse est liée à l'alimentation de la plante. En effet, le pH détermine comment les éléments nutritifs se comportent dans le sol. A un pH défini, certains éléments nutritifs forment des liaisons différentes que les racines des plantes sont incapables d'absorber. Des symptômes carenciels apparaissent alors.

En cas de pH trop bas, d'autres éléments, comme le manganèse

X by Counterfix

FR 12:14 2018-01-18





## Annexe

### Annexe 02

#### La température

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

Mois Paramètres	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
M en °C.	16.1	21.2	24.6	27.2	34.6	38.3	40.7	40.7	34.5	28.4	21.5	17.1
m en °C.	3.7	8.7	11.3	14.8	21.2	24.6	27	26.4	21.3	16.1	9.9	5.5
(M+m)/ 2	9.9	14.9	17.9	20	27.9	31.5	33.8	33.5	27.9	22.3	15.7	11.3

Durant l'année 2017

([tutitempo.net](http://tutitempo.net))

- M : la moyenne mensuelle de températures maxima en (° C) Remplacé par (;
- m : la moyenne mensuelle de températures minima en (° C) ;
- (M+m) /2 : la moyenne mensuelle de températures en (° C). En écrit par 10 pas 12

#### La précipitation

**Tableau N° 2** – Précipitations mensuelles exprimées en (mm) durant l'année 2017

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Cumul
RR (mm)	0	0	10.6	41.2	0	0	0	0	28.2	7.6	39.1	0	126.7

RR : précipitation mensuelle exprimée en mm.

([tutitempo.net](http://tutitempo.net))

## Annexe

### Humidité relative

**Tableau N° 3** : Humidité relative moyenne mensuelle de la région d'étude durant l'année 2017

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
HR (%)	56.4	50.3	45.7	46	36.8	34.4	30.2	32.1	46.6	53.8	57.7	59.7

HR% : Humidité relative en pourcentage

([tutitempo.net](http://tutitempo.net))

### Synthèse Climatique

Les périodes humides et sèche sont mises en évidence grâce au diagramme ombrothermique de Gaussen alors que l'étage bioclimatique est déterminé par le climagramme pluviométrique d'Emberger.

### Préparation de milieux de culture (PDA) Annexe 02 ;

**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.

## Annexe

### Préparation La Gélose Nutritive (GN) Annexe 02

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)**

## Annexe

### Annexe 03

**Légende :** **F** : Feuille, **T** : Tige, **R** : Racine, **N° F** : Nombre de feuilles, **N°T** : Nombre de tallage.

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 26/10/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	7.03	11.86	16	11.76	11.03	11.76	12.16	10.33
	T	2.63	2.9	2.63	4	3.33	3.93	1.9	5.56
	R	6.36	7.3	5.13	4.56	4.83	4.66	4.26	5.33
	N° de F	2	3	2	3	3	3	3	3
	N° de T	1	1	1	1	1	1	1	1

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 31/10/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	9.56	15	15.16	13	14.5	15.5	12.66	16.33
	T	2.86	2	2.46	4.5	4.66	2.66	3.5	4
	R	8	6.66	8.03	4.16	4.66	5.16	4	5.16
	N° de F	2	3	5	4	5	5	4	5
	N° de T	1	1	1	1	1	1	1	1

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 7/11/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	13.33	23.33	15	18.66	25.16	16.5	14.33	17.33
	T	1.66	2.66	2.83	3.16	4.43	3	3	3.33
	R	7.66	7.56	7.16	5	5.73	4.66	4.16	5.16
	N° de F	3	8	4	5	6	5	7	6
	N° de T	1	2	1	3	2	3	2	2

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 14/11/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	10.5	24.16	19	18.33	19.66	25.88	19.5	19.5
	T	2.16	2.5	2.16	5.66	5	5.35	6.33	4.66
	R	8	5.33	7.16	5.16	4.66	4.83	5	5.66
	N° de F	3	10	8	18	19	20	20	22
	N° de T	1	2	1	3	4	4	3	4

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 21/11/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	12.33	51.66	14.33	24	27.16	21.66	19.5	23
	T	1.83	1.46	1.33	1.5	1.63	1.66	1.36	2.83
	R	9.66	10.66	11.16	5	5.33	6.33	5.33	8.83
	N° de F	3	8	4	19	20	21	30	31
	N° de T	1	2	1	4	3	3	4	4

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 28/11/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	7.7	13.66	13	21.66	27	19.33	22.33	21.76
	T	3.1	9.16	4.5	7.1	8.1	7.87	7.66	7.83
	R	8.66	8.83	7	7.9	7.33	6.5	5.83	8.5
	N° de F	4	16	7	9	12	11	13	15
	N° de T	1	5	2	3	3	3	3	5

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 5/12/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	12.66	24.33	32.16	24	22.16	23.5	17.33	30.33
	T	4	7.83	8.33	10.5	9.33	9.83	9.66	10.5
	R	4.83	7	7.16	8	7.66	8	7	6.33
	N° de F	4	8	8	17	19	20	21	25
	N° de T	1	2	1	3	4	3	3	4

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 12/12/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	13.13	23.1	16.36	18.03	24.16	15.94	24.3	23.66
	T	5.36	11.36	6.4	9.56	11.46	9.46	10.16	11.23
	R	5.99	8.56	7.33	10.73	9.1	8.66	8.33	10.16
	N° de F	4	10	8	18	21	22	28	22
	N° de T	1	2	1	4	3	3	3	4

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 19/12/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	10.16	24.16	23.5	22.16	27.5	25.66	21.66	21.03
	T	5.66	16.5	11.66	12.16	12.83	14.66	13	12.16
	R	6	7.16	10.33	7.33	7.66	9.33	9.5	10
	N° de F	4	25	10	19	20	15	24	30
	N° de T	1	4	2	3	5	3	6	7

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 26/12/2017

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	19	28.02	25.76	21.66	27.2	29.33	18.33	22.66
	T	5.66	15.43	10.33	10.5	13.5	10.33	16.16	12.33
	R	6.43	7.1	8.9	7.6	8.1	9.66	9	9
	N° de F	4	20	6	22	25	29	31	30
	N° de T	1	2	1	4	4	5	6	6

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 2/1/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	12.33	31	27.56	27.43	30.33	31	22.33	20.7
	T	9.66	18.33	14	12	14.66	13.6	12.6	13
	R	6	8.33	9.5	6.66	7.76	9.33	7.66	13
	N° de F	4	14	10	15	22	25	30	29
	N° de T	1	3	2	4	3	5	5	7

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 9/1/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	20.33	24.33	18.33	16	12.63	24.16	23	19.66
	T	5.33	21.16	11.83	14.83	20.7	18.5	17.83	29.16
	R	8.33	9	7.33	7.5	10.66	9.5	7.66	11.33
	N° de F	4	12	6	21	23	26	31	28
	N° de T	1	2	1	4	4	4	4	6

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 16/1/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	13.5	23.83	18.66	16.66	24.16	24.33	23.16	21.66
	T	4.5	20.66	11.5	16.5	19.16	21.83	18.83	30.16
	R	8.83	9.5	9.5	8	6	9.5	8.83	11
	N° de F	4	18	6	22	25	24	30	31
	N° de T	1	4	1	4	3	5	5	5

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 23/1/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	15.66	25	18.16	19.33	25.66	25.33	23	22.66
	T	4.33	21.06	16	14.5	18.66	23	19.66	31.33
	R	10	9.66	12.23	7.33	7.66	9.83	8.66	12
	N° de F	4	8	6	14	16	18	20	21
	N° de T	1	2	1	4	4	4	4	4

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 30/01/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	16.56	21	17.16	23.03	26.5	33.16	22.66	25.16
	T	15.33	29.66	17.33	32.7	34	32.16	30.83	30.83
	R	10	12.66	9.5	710.33	6	9.76	8.9	9.66
	N° de F	4	12	10	14	18	20	16	31
	N° de T	1	3	2	4	4	5	3	9

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 7/2/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	18.33	21.5	17.33	24	24.33	29.66	23.16	25.63
	T	16.33	28.33	20	33.16	31.83	32.33	31.5	27.76
	R	6.66	12.66	6.33	10	10.66	9.33	9	11
	N° de F	4	10	6	16	17	18	20	22
	N° de T	1	2	1	3	3	3	4	4

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 15/02/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	12.5	47.86	37.66	36.16	22	49	33	49.33
	T	10	16.33	16.33	14.16	13.33	18.76	20.67	23.66
	R	12.33	9.33	10.66	8.33	6.33	7.06	6.33	10.16
	N° de F	4	15	5	18	19	20	22	21
	N° de T	1	2	1	4	4	3	4	5

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 22/02/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	14	26.66	17.66	22.66	20.5	22	28.66	33
	T	12.5	53	30	40	42.66	27	34.66	44.33
	R	11.33	9.5	10.83	6	6.33	6.16	7.16	9.5
	N° de F	4	9	5	10	14	16	12	19
	N° de T	1	2	1	3	4	3	3	5

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 1/3/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	19.33	21	16.66	19	20.66	23.66	23	20.16
	T	34.66	100.33	66.66	76.66	74	88.33	82.33	90.66
	R	12.66	9.33	12.66	8.34	6.66	7	6.33	11
	N° de F	4	10	5	14	21	22	19	40
	N° de T	1	3	1	3	8	6	4	12

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 8/3/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	9.33	19	12.66	16.66	11	12.33	20.33	15
	T	13.33	104	66.33	103.66	88.33	94.33	84	97
	R	3.33	10	6	8	7.33	13.66	13	12.66
	N° de F	3	8	4	10	14	10	16	18
	N° de T	1	2	1	4	4	3	5	7

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 15/3/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	11.33	19	9	15	10.33	14.33	18	21
	T	16	112.66	75.66	107.66	103	102.66	102.66	102.66
	R	13.33	9.33	11.66	7.33	7	7.33	8	10.66
	N° de F	4	6	5	12	13	11	12	18
	N° de T	1	2	1	4	4	3	5	9

## Annexe

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 22/3/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	12.66	18.03	10.33	17.33	11.33	17.43	19.33	19.6+
	T	14.66	122.46	83.16	127	112.46	84.33	127.33	127.98
	R	13.33	12.33	11	7	6.33	7.33	7.83	12.66
	N° de F	4	9	5	10	9	11	10	17
	N° de T	1	2	1	3	4	4	5	7

Biométrie des plants de blé dur en cm, date : 29/03/2018

		T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>
Moyenne	F	13.66	20.16	11.33	8.23	11.5	17.83	20	22.33
	T	24.33	130	95.33	137.66	86.66	182	137.16	141.33
	R	12.33	11.66	10.83	6.83	6.56	8.16	8.33	12
	N° de F	4	7	5	12	13	15	17	20
	N° de T	1	2	1	3	4	6	5	10

## Remarque

Parfois, les racines s'égouttent pendant retire une plante.



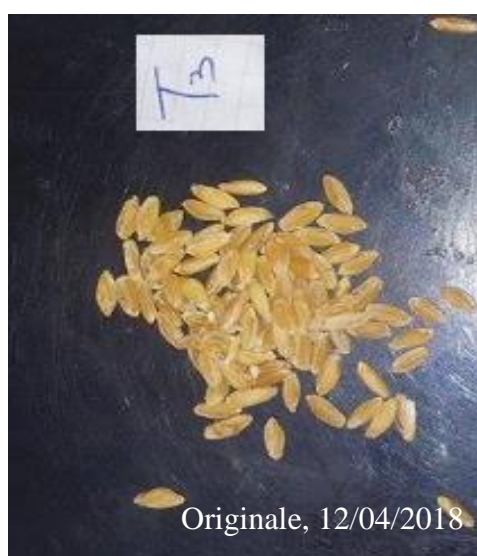
**Figure (A) :** Échantillon de blé obtenu à partir du traitement T7



**Figure (B) :** Échantillon de blé obtenu à partir du traitement T6



**Figure (C) :** Échantillon de blé obtenu à partir du traitement T4



**Figure (D) :** Échantillon de blé obtenu à partir du traitement T3



**Figure (E) :** Échantillon de blé obtenu à partir du traitement T1



**Figure (F) :** Aspects macroscopique des colonies des bactéries



**Figure (G) :** Aspects macroscopique des souches fongite



**Figure (H) :** Aspects macroscopique des colonies des bactéries



**Figure (I) :** Biométrie des plants de blé dur



**Figure (k) :** Biométrie des plants de blé dur

## Annexe



Originale, 02/12/2017

**Figure (L) :** Teste d'Activité Biologique dans Bio-charbon



Originale, 12/04/2018

**Figure (M) :** Les rendements de la paille

## Résumé

La présente étude est une contribution à l'étude de l'effet de l'incorporation d'un bio-charbon sur les propriétés agroécologique d'un sol sableux et son impact sur la culture de blé dur 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 T<sub>0</sub> (sable) ; T<sub>1</sub> (sable et matière organique) ; T<sub>2</sub> (sable et azote) ; T<sub>3</sub> (sable et bio-charbon) ; T<sub>4</sub> (sable, bio-charbon et matière organique) ; T<sub>5</sub> (sable, bio-charbon et azote) ; T<sub>6</sub> (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T<sub>7</sub> (sable, matière organique et azote) avec trois répétitions en bloc complet randomisé. Des analyses physiques, chimiques et biologiques du sol et mesure de la biométrie des plantes de blé.

Les résultats obtenus de cette étude montrent qu'il y a des effets positifs 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 T<sub>4</sub> (Sable ; bio-charbon et matière organique) et T<sub>6</sub> (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 et le rendement de la plante de blé dur.

**Mot-clé :** Bio-charbon, les propriétés du sol sableux, culture de blé, croissance, rendement.

## ملخص

هذه الدراسة عبارة عن مساهمة لمعرفة ولتقييم تأثير دمج الفحم البيولوجي على الخصائص البيئية للتربة الرملية التي تؤثر في نظم الزراعية وتأثيرها على زراعة القمح الصلب في منطقة الوادي، أجريت هذه الدراسة في حديقة كلية العلوم الطبيعية لجامعة الشهيد حمّة لخضر الواد.

في دراستنا وضعنا سبعة حالات وشاهد T<sub>0</sub> (رمل)؛ T<sub>1</sub> (الرمل والمواد العضوية)؛ T<sub>2</sub> (الرمل وازوت)؛ T<sub>3</sub> (الرمل والفحم الحيوي)؛ T<sub>4</sub> (الرمل والفحم البيولوجي والمواد العضوية)؛ T<sub>5</sub> (الرمل والفحم البيولوجي وازوت)؛ T<sub>6</sub> (الرمل، الفحم الحيوي، ازوت والمواد العضوية)؛ T<sub>7</sub> (الرمل، المواد العضوية وازوت) مع تكرار ثلاث مرات. مع سبعة حالات موزعة عشوائية. مع قيام بالتحليل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة وقياس نمو نبات ومردود القمح.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن هناك تأثير إيجابية للفحم البيولوجي على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة ونمو النبات والمردود. تم تسجيل أفضل النتائج على مستوى T<sub>4</sub> (الرمل، الفحم الحيوي والمواد العضوية) T<sub>6</sub> (الرمل، الفحم الحيوي، ازوت والمواد العضوية).

نتائج هذه الدراسة تثبت إمكانية تحسين خصائص التربة الرملية لمنطقة الوادي وزيادة مردود محصول نبات القمح.

**الكلمة المفتاحية:** الفحم البيولوجي، خصائص التربة الرملية، زراعة القمح، النمو، مردود.

## Abstract

The present study is a contribution to obtain some knowledge to evaluate the effect of the incorporation of biochar in soil shown the effect on the agroecological properties of a sandy soil and its impact on the grown of wheat culture in El-Oued region, this study was carried out in the garden of the Faculty of Science and Nature of University Echahid Hamma Lakhdar, El- Oued.

In our study we did Seven treatments and an absolute reference T<sub>0</sub>: (sand); T<sub>1</sub> (sand and organic matter); T<sub>2</sub> (sand and azote); T<sub>3</sub> (sand and biochar); T<sub>4</sub> (sand, biochar and organic matter); T<sub>5</sub> (sand, biochar and azote); T<sub>6</sub> (sand, biochar, azote and organic matter); T<sub>7</sub> (sand, organic matter and azote) repeated three times ad randomized in complete block. Physical, chemical and biological soil analysis and measurement of the growth and yields of durum wheat plants.

The results obtained from this study show that there are positive effects of biochar on the physical, chemical and biological property of the soil and plant growth and yield. The best results were obtained in T<sub>4</sub>(sand, biochar and organic matter) and T<sub>6</sub> (sand, biochar, azote and organic matter).

The results of this study demonstrate the possibility of improving the properties of the sandy soil in the El-Oued region and increasing the growth and yield of the durum wheat plant.

**Keyword:** Biochar, the properties of the sandy soil, wheat culture, growth, performance.

