



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة البحث العلمي والتعليم العالي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر الوادي

Université Echahid Hamma Lakhdar El-Oued

كلية علوم طبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم الفلاحة

Département de Agronomie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Filière : Sciences Agronomique

Spécialité : Production Végétale

THEME

***Etude du pouvoir tampon (équilibre pH) d'un sol
sablonneux traité avec un bio-charbon d'origine
végétale dans la région d'El-Oued***

Présentés Par :

M^{elle}. SADOON Assia.

M^{elle}. MESSIOUGHI Maroua.

Devant le jury composé de :

Président : Mr. ZAATER Abdelmalek

M.C.B, Université d'El Oued.

Examinatrice: Mr. ALLALI Ahmed

M.C.B, Université d'El Oued.

Promoteur: Mr. LAICHE. K

M.A.A, Université d'El-Oued

Année universitaire : 2020/2021

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail:

A mes très chers parents sources de tendresse et de force

Je vous remercie d'être toujours à mes côtés, de me soutenir, de m'aimer et de me protéger.

A ma soeur et A mes frères.

A mes ami (es).

Assia.

Remerciements

Nous remercions tout d'abord, le bon ALLAH qui nous 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 Mr. **ALLALI Ahmed** à l'université d'El Oued, pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury de ce mémoire. Mes remerciements vont aussi Mr. **ZAATER Abdelmalek** à l'université d'El-Oued pour avoir accepté d'examiner ce Modest travail.*

*Je tiens également à remercier mes Promoteur Mr. **LAICHE.K** Maître-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.*

Résumé:

L'un des principaux problèmes agro-écologique de la région d'El-Oued Souf lié à sol sableux ce qui faible fertilité et perméable faible a activité microbienne. Ces derniers imposent de sérieuses menaces en affectant développement agricole .

La présente étude est une Etude du pouvoir tampon (équilibre pH) d'un sol sablonneux traité avec un bio-charbon d'origine végétale dans la région d'El-Oued.

Dans notre étude, nous avons fait sept traitements et un témoin T0 (sable) ; T1 (sable et matière organique) ; T2 (sable et azote) ; T3 (sable et bio-charbon) ; T4 (sable, bio-charbon et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T7 (sable, matière organique et azote) avec trois répétitions en bloc complet randomisé. Des analyses physiques, chimiques et biologiques du sol et mesure de la biométrie des plantes de blé.

L'analyse physicochimiques du sol et le dénombrement de la microflore du sol, montrent que le T3 (sable et bio-charbon) ; T4 (sable, bio-charbon et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) provoque une augmentation du rendement végétal et en ce qui concerne la microflore, une augmentation de la biomasse.,

Les résultats de cette étude ont confirmé la possibilité de Le biochar augmente le pH des sols contaminés acides ou neutres , mais a aussi la capacité de diminuer celui de sols très alcalins.

La réussite de la traitement de biocharbon à un aptitude qui s'opposer aux variation du pH.

Mot-clé : Bio-charbon, pouvoir tampon , pH , croissance, rendement, une augmentation de la biomasse.,

الملخص :

من أهم المشاكل الزراعية البيئية في منطقة الواد سوف تتعلق بالتربة الرملية ذات الخصوبة المنخفضة النفاذية لها وقلة نشاط جرثومي . و هذه المشاكل تشكل تهديدات خطيرة من خلال التأثير على التنمية الزراعية .

الدراسة الحالية هي دراسة قدرة التخزين المؤقت (توازن الأس الهيدروجيني) للتربة الرملية المعالجة بالفحم الحيوي من أصل نباتي في منطقة الواد

في دراستنا وضعنا سبعة حالات وشاهد T₀ (رمل) ؛ T₁ (الرمل والمواد العضوية)؛ T₂ (الرمل وازوت) ؛ T₃ (الرمل والفحم الحيوي) ؛ T₄ (الرمل والفحم البيولوجي والمواد العضوي) ؛ T₅ (الرمل والفحم البيولوجي وازوت) ؛ T₆ (الرمل، الفحم الحيوي، ازوت والمواد العضوية)؛ T₇ (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.

يوضح التحليل الفيزيائي الكيميائي للتربة وتعداد النباتات الدقيقة أن T₃ (الرمل والكربون الحيوي) T₄ (الرمل والفحم الحيوي والمواد العضوية) T₅ (الرمل والفحم الحيوي والنيتروجين) T₆ (الرمل والفحم الحيوي والنيتروجين والمواد العضوية) يسبب في زيادة محصول النبات وفيما يتعلق بالنباتات الدقيقة ، وزيادة الكتلة الحيوية.

أكدت نتائج هذه الدراسة أن الكربون الحيوي يزيد من درجة الحموضة في التربة الملوثة الحمضية أو المحايدة ، ولكن لديه أيضاً القدرة على تقليل التربة شديدة القلوية .

نجاح العلاج الكربون الحيوي لديه الكفاءة التي تعارض تباين الأس الهيدروجيني.

الكلمة الرئيسية: الفحم الحيوي ، سعة التخزين المؤقت ، الرقم الهيدروجيني ، النمو ، المحصول ، زيادة الكتلة الحيوية.

Abstract

One of the main agro-ecological problems of the region of El-Oued Souf related to sandy soil which has low fertility and low permeability has microbial activity. These pose serious threats by affecting agricultural development.

The present study is a study of the buffering capacity (pH balance) of a treated sandy soil with bio-charcoal of plant origin in the region of El-Oued.

In our study, we made seven treatments and a control T0 (sand); T1 (sand and material organic) ; T2 (sand and nitrogen); T3 (sand and bio-charcoal); T4 (sand, bio-carbon and material organic) ; T5 (sand, bio-charcoal and nitrogen); T6 (sand, bio-carbon, nitrogen and material organic) ; T7 (sand, organic matter and nitrogen) with three full block repeats randomized. Physical, chemical and biological analyzes of the soil and measurement of the biometrics of wheat plants.

The physicochemical analysis of the soil and the enumeration of the soil microflora, show that T3 (sand and bio-carbon); T4 (sand, bio-charcoal and organic matter); T5 (sand, bio-charcoal and nitrogen); T6 (sand, bio-charcoal, nitrogen and organic matter) causes an increase in plant yield and with regard to microflora, an increase in biomass., The results of this study confirmed the possibility of Biochar increases the pH of acidic or neutral contaminated soils, but also has the ability to decrease that of very alkaline soils.

The success of the biochar treatment has an aptitude which opposes the variation of the pH.

Keyword: Bio-charcoal, buffering capacity, pH, growth, yield, increased biomass.,

Liste des abréviations

Biochar: Bio-charbon.

CE : Conductivité Electrique

CEC : Capacité d'échange cationique

CI : Continental Intercalaire

CT : Complexe Terminal

pH : potentiel hydrogène

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.

T : Traitement

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

Liste des figures

Figure		
01	Situation Géographique de la Wilaya d'El-Oued	5
02	Coupe hydrogéologique à travers le Sahara	8
03	Texture du sol sableux	14
04	Mécanismes de neutralisation de l'acidité de la solution du sol par le bio-charbon.	20
05	Le pouvoir tampon	23
06	Localisation de Site Expérimental (SADOUN et al 2018).	28
07	Schéma du Protocole Expérimental (SADOUN et al,2018)	31
08	Site Expérimentale.	32
09	La Moyenne de Température Pendant les 3 Mois	33
10	La Moyenne de la Précipitation Pendant les 3 Mois.	34
11	Appareil de mesure du sol 3-en-1	35
12	Appareil multiparamétrique.	36
13	Préparation des Suspensions Dilutions du Sol.	38
14	Histogramme Représentant conductivité électrique.	41
15	Histogramme Représentant humidité à profondeur 5 cm après irrigation 10 minutes.	43
16	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 5 cm après irrigation 10 minutes.	44
17	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 10 minutes.	45
18	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 10 minutes.	46
19	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 10 minutes.	47
20	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 10 minutes.	48
21	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 20 cm après	49

	irrigation 10 minutes.	
22	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 10 minutes.	50
23	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 5 cm après irrigation 1H30 minutes.	51
24	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 5 cm après irrigation 1H30 minutes	52
25	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 1H30minutes.	53
26	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 1H30 minutes	54
27	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 1H30 minutes.	55
28	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 1H30 minutes.	56
29	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 1H 30minutes	57
30	Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 1H 30minutes.	58
31	Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 1H30 minutes.	60
32	Nombre de colonies bactérienne.	61
33	Dénombrement des Souches Fongiques..	61
34	Histogramme Représentant Taux de Germination de Blé Dur de la Variété ' Hedba ' en Condition Expérimental.	62
35	Stade Tallage	64
36	. Stade de Formation et Maturation des épi	66
37	Histogramme Représentant de Longueur des épis blé dur .	67
38	Histogramme Représentant de Nombre de Grains de Blé par épi	68

Liste des tableaux

N°	Tableau	Page
Tableau 01	Relevé des données climatiques de la région de Oued Souf durant la période (2020)	05
Tableau 02	Caractérisation au Champ de la Variété de Blé Dur Expérimentée	29
Tableau 03	Classe de la qualité des sols selon l'échelle de Durand J.H. (1983)	41
Tableau 04	Le statut acido-basique des sols selon le projet PNUD/FAO.	59
Tableaux 05	effet de pH sur la nutrition des plantes.	59
:		

Table des matières

Dédicace	
Remerciement	
Résumé	
ملخص	
Abstract	
Liste abbreviation	
Liste des figure	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	2
PREMAIRE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I Etude de la région d'El-Oued	
I.1. Présentation géographique.....	4
I.2. Caractéristiques climatiques	5
I.2.1. Facteurs climatiques.....	5
I.1.2.1. Température:.....	6
I.1.2.2. Précipitations:.....	6
I.1.2.3. Vents:.....	6
I.1.2.4. L'humidité de l'air.....	6
I.2. Caractéristiques pédologiques	7
I.3. Caractéristique Hydrogéologie.....	7
I.4. Caractéristique géologie	8
I.5. Caractéristique agricole :.....	9
I.5.1. Problème agro-technique :.....	9
I.5.1.2. Autre problème :.....	10
Synthèse du chapitre I :.....	12
Chapitre II. Caractéristique Agroécologique de Sol Sableux	
II.1. Les Propriétés physique du Sol.....	13
II.1.1. La Structure.....	13

II.1.2. La Texture.....	13
II.1.2. Porosités	14
II.2. Les Propriétés Chimiques du Sol.....	14
II.2.1. Capacité d'Echange Cationique (CEC).....	14
II.2.2. Pouvoir tampon des sols.....	15
II.2.3. pH du sol sableux.....	15
II.2.4. Les Eléments Nutritifs :.....	15
II.2.5. La conductivité électrique CE(ds/cm)	15
II.3. Les Propriétés biologique du Sol :.....	16
II.3.1. Les bactéries :.....	16
II.3.2. Les champignons :.....	16
II.3.3. Les algues.....	16
Synthèse de chapitre II:.....	17
Chapitre III. Bio-charbon	
III.1. Qu'est-ce que le biochar?.....	18
III.2. Propriété physique	18
III.2.1. Surface spécifique.....	18
III.2.2.Capacité de rétention en eau.....	18
III.3. Propriété chimique.....	19
III.3.1.Capacité d'échange cationique.....	19
III.3.2. pH de bio-charbon.....	19
III.3.3. Pouvoir tampon du biochar.....	19
III.3.3.1. Effet de biochar sur le pH du sol.....	20
III.3.3.2. Mécanismes d'évolution du pH au contact du biochar.....	20
Synthèse de chapitre III.....	21
Chapitre IV:Pouvoir tampon du sol	
V.1. Effet du pouvoir sur pH du sol :.....	22
V.2. Effet du pouvoir tampon sur la fertilité des sols.....	23
Synthèse de chapitre IV	24
Synthèse bibliographie	
Partie Expérimentale	
V.1. Localisation du site expérimentation :.....	28

V.2. Matériel Expérimental:	28
V.2.1. Culture Test	28
V.2.2. Traitements	29
V.2.3. Amendement utilisé :	30
V.2.3.1. Bio-charbon :	30
V.3. Méthode :	30
V.3.1. Dispositif expérimental	33
V.3.2. Déroulement de l'essai	33
V.3.3. Relevé la Température et Précipitation Pendant la Période Expérimentale	33
V.3.4. Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol	34
V.3.5 . Les Paramètres Etudiés:	34
V.3.5.1. Analyse physico-chimique du sol:	34
V.3.5.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH) et Humidité :	35
V.3.5.1.2. Conductivité électrique(CE)	35
V.3.5.2. Analyse microbiologique du sol :	36
V.3.5.2.1. Préparation de la solution mère :	36
V.3.5.2.2. Préparation des suspensions dilutions :	36
V.3.5.3. Les Paramètres de Développement et de Production de Blé Dur:	39
V.3.5.3.1 Le Pourcentage de Germination:	39
V.3.5.3.1.1. Paramètres Biométriques :	39
V.3.5.3.1.2. Analyses des Composantes du Rendement de Blé Dur:	39
V.4. Analyse statistiques :	39
Chapitre VI Résultat et Discussion	
VI.1. L'effet du Bio-charbon sur les Propriétés du Sol Sableux	40
VI.1.1. L'effet du Bio-Charbon sur Physico-chimique du Sol Sableux	40
VI.1.1.1. Conductivité électrique :	40
VI.1.1.2. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol:	42
V.1.1.2.1. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol après irrigation 10 minutes à différents profondeurs :	42
VI.1.1.2.2. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol après irrigation 1 H 30 minutes à différents profondeurs :	51
VI.1.2. L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol	59

VI.1.2.1 L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes.....	59
VI.2. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement de Blé Dur au Niveau l'Expérimentation:.....	62
VI.2.1. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement.....	62
VI.2.1.1. Taux de Germination :.....	62
VI.2.1.2 Stade 2 à 3 Feuilles.....	63
VI.2.1.3 Stade Tallage.....	63
VI.2.1.4 Stade Montaison :	65
V.2.1.5 Stade l'épiaison:.....	65
VI.2.1.6 Formation et Maturation des épis.....	65
VI.2.2. L'Effet du Bio-charbon sur le Rendement du Blé Dur.....	66
VI.2.2.1 Longueur des épis :.....	66
VI.2.2.2 Nombre d'épillets par épi.....	68
Conclusion générale et Perspectives.....	70
Références Bibliographiques	
Annexe	

...

INTRODUCTION GENERALE

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. (SADOUN et al 2018)

(SADOUN et al 2018), a fait une étude " Contribution à l'étude de l'effet de l'incorporation d'un bio-charbon sur les propriétés agroécologiques d'un sol sableux et son impact sur la culture de blé dur dans la région d'El-Oued" et il a été obtenu les résultats suivants :

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 du sol ; le bio-charbon a un effet positif sur le degré d'infiltration de l'eau dans le sol en augmentant ces capacités a conservé l'eau et s'avère moins infiltrant d'eau a augmenté 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 fongiques.

Après un an à la même site d'expérimentation (CHEMSA Y,2019) à étudier "Evolution d'un sol sableux amélioré avec bio-charbon d'origine végétale dans la région d'El-oued" , et les résultats sont les suivants :

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

Le bio-charbon considéré comme un autorégulateur pour le pH du sol effet tampon

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

À partir des résultats obtenus, l'évolution d'un bio-charbon est notablement positive sur les caractéristiques chimiques, physiques et biologiques dans un sol sableux.

En effet, le temps de résidence du biochar dans les sols est probablement de l'ordre de plusieurs centaines d'années (**J. Wang et al., 2015**). Ainsi, l'amendement modifie les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des sols à long terme. Toutefois, jusqu'à présent ces impacts et les mécanismes sous-jacents sont peu connus et mal compris.

L'objectif général de cette mémoire a été donc de comprendre le pouvoir tampon d'un sol sableux traité avec un bio-charbon d'origine végétale dans la région d'El Oued l'effet des
Pour tous ce qui a précédé nous pouvons émettre des problématiques traduites par les
Questions suivantes:

Problématique principale :

- ✚ Dans quelle mesure le biochar peut-il jouer un rôle dans le pouvoir tampon d'un sol sableux ?

Problématiques secondaires :

- ✚ Quelle est le problème agro-technique dans la région d'El Oued ?
- ✚ Quelles sont les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols sableux ?
- ✚ Quel est l'effet du bio-charbon sur le pouvoir tampon ?
- ✚ Quel est l'effet du pouvoir tampon sur le sol ?

Partie I
Synthèse Bibliographique

Chapitre I : PRESENTATION DE L'OUED SOUF

Dans ce chapitre on présente d'une manière générale la région d'El-Oued (géographie, géomorphologique et géologique, climat, pédologie, pédo-climat et hydrogéologie). Puis on va présenter les problèmes agro-technique région d'El-Oued.

Quelle sont les problèmes agro-technique dans la région d'El Oued ?

I- Présentation région d'El-Oued-Souf :

I.1. Présentation géographique

La région d'Oued-Souf est située dans le Sahara algérien, elle forme une Wilaya depuis 1984 et couvre une superficie totale de 4458600 ha. Oued-Souf se trouve à environ 700 km au Sud-Est d'Alger (Figure I.1) et 350 km à l'Ouest de Gabes (Tunisie).

Elle est limitée :

- Au Nord par les wilayas de Biskra, Khenchela et Tébessa
- Au l'Est par la Tunisie.
- A l'Ouest par les wilayas Biskra, Djelfa et Ouargla.
- Au Sud par la Wilaya d'Ouargla.

L'aire d'étude représente la vallée du Souf, par 7°E et 33°5N.

La vallée de Souf ce n'est pas un bassin versant mais une unité de ressource en eau qui est délimitée :

- Au Sud par la mer de dunes du grand erg oriental.
- Au l'Est par une série de chotts.
- Au l'Ouest par l'Oued Righ et par la ligne de palmeraie qui court de Biskra à Touggourt.



Figure 1. Situation géographique de la région du Souf
(<https://www.earth.google.com/>)

I.2. Caractéristiques climatiques

I.2.1. Facteurs climatiques

Les données relatives aux différentes composantes qui caractérisent le climat de la région du Souf (températures, pluviométrie et humidité relative de l'air) ont été recueillies auprès de site tutiempo , comme indiqué dans le **tableau I.1.**

Tableau I.1. Relevé des données climatiques de la région de Oued Souf durant (2020)

Paramètres	Températures			Humidité (%)	Vent (Km/h)	Précipitation (mm)
	Tmax. (°C)	Tmin (°C)	Tmoy			
Janvier	18.2	4.6	11.1	0.25	9.3	0.25
Février	22.7	7.3	15	43	7.6	0
Mars	23.2	11.1	17.3	47	16.5	3.05
Avril	28.7	15.6	22.5	41.7	13.5	6.61
Mai	35.3	20.8	28.5	30.2	13.9	0
Juin	38.7	24.5	32.1	27.9	13.5	0
Juillet	40.5	26.4	34	0.51	12.4	0.51
Aout	41.9	27	34.9	25.5	11.2	0
Septembre	34.4	22.4	28.8	41.9	10.9	18.03
Octobre	28	15.7	22	40.7	9.4	0
Novembre	23.5	11.9	17.7	51.1	7.6	0.5
Décembre	18.4	7.5	12.9	52.5	12.2	0
Moy Ann	29.4	16.2	23.1	-	11.4	28.95

T; température

tutiempo.net

I.1.2.1. Température:

Le Souf présente de forts maxima de températures en été, alors qu'en hiver, elles peuvent être très basses (Voisin, 2004). Une variation importante de températures entre le jour et la nuit, car le sable se refroidit beaucoup plus vite que la pierre ou l'argile (Nadjah, 1970).

L'analyse des valeurs de tableau ci-dessus montre que les températures maximales moyennes sont enregistrées au cours de la période estivale, avec un maximum en août, qui est de **41.9°C** dans la région, tandis que les valeurs de la température minimale moyenne atteignent les faibles valeurs au cours de la période hivernale où le minimum est enregistré en janvier qui est de 4,6 °C.

I.1.2.2. Précipitations:

L'origine des précipitations dans les régions sahariennes est différente selon les saisons.

Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées au niveau de cette site sont très variables d'un mois à un autre. Le mois septembre la quantité la plus élevée des précipitations (18.04 mm) par rapport au mois est les plus faible 0mm (Février, mai ,juin, Aout, Octobre, Décembre).

I.1.2.3. Vents:

Le vent est un élément caractéristique du climat, il est caractérisé par sa direction, sa vitesse et sa fréquence (**Dubief, 1963**). Les vents sont fréquents et cycliques, leur direction dominante est variable suivant les saisons. Le vent du Nord-ouest vers le Sud-est (Dahraoui), sévit surtout au printemps. Le vent d'orientation Est-Nord (El-Bahri), se manifeste de fin août à mi-octobre, le plus fréquemment. En outre, les vents chauds (Chehili) sont moins fréquents, ils soufflent du Sud vers le Nord pendant l'été (**Nadjah, 1970**).

Les valeurs obtenues montre que la région de El oued souf est caractérisée par une période des vents s'étalant le mois Mars .

I.1.2.4. L'humidité de l'air :

C'est la vapeur d'eau qui maintient dans l'atmosphère une certaine humidité relative. Elle dépend de plusieurs facteurs, notamment la quantité d'eau tombée, le nombre de jours de pluie, la forme de ces précipitations, telles que les orages de pluie fine (**Dajoz, 1982**).

I.2. Caractéristiques pédologiques :

Les sols La région du Souf bénéficie de sols alluviaux à texture grossière à structure particulaire à fondue, ils sont très faiblement consistants et leur cohésion est faible à très faible enracinées et peuvent présenter des tâches d'hydromorphie en profondeur; La salinité des sols est faible à négligeable, cette faible teneur en salinité s'explique par l'absence d'un plan d'eau (nappe phréatique) proche de la surface du sol qui empêche les sels de remonter en surface et aussi par des apports d'irrigation. La matière organique est généralement faible à très faible, *le pH est* relativement alcalin. En outre, le sable de la région de Souf est constitué essentiellement de silice, de gypse, de calcaire et parfois d'argile. Les proportions des matériaux sont extrêmement variables d'un kilomètre à l'autre, comme suivant: silice (40 à 60 %), gypse (10 à 40 %), calcaire (2 à 20 %) et d'argile (0 à 5 %) (**Voisin, 2004**).

Les sols sableux, caractérisés par une faible capacité de fixation des éléments chimiques, ce qui les rend particulièrement sensibles à l'acidification, d'autre part, des propriétés d'infiltration rapide qui les rendent peu propices à jouer le rôle de tampon, avec en conséquence des risques de pollution des nappes en profondeur (**Stengel et Gelin, 1998**).

Le système de culture dans cette région doit se baser sur l'utilisation énorme des amendements organiques et des engrais chimiques(**ZAATER Abdelmalek 2020**).

Du point de vue classification pédologique, tous les sols du Souf se regroupent dans la classe des peu évolués d'apport éolien, modal, faiblement salé (**Khadraoui, 2005**)

I.3. Caractéristique Hydrogéologie

Du point de vue ressources en eaux souterraines, le Souf se caractérise par trois nappes à savoir: la nappes phréatique, la nappes du complexe terminal et la nappe du continental intercalaire Le meilleur niveau aquifère est contenu dans les sables du Pontien inférieur: ceux-ci sont séparés des calcaires éocènes par les argiles sableuses et les marnes de la bases du continental Terminal (Fig.01)

En allant vers le nord de cette région, le toit de la nappe principale s'enfonce rapidement en passant de -150 mètres à El Oued pour atteindre -450 mètres en bordures des Chotts. L'eau

est ascendante dans le sud (EL Ougla) et nettement jaillissante au nord. (FAO, inconnu)

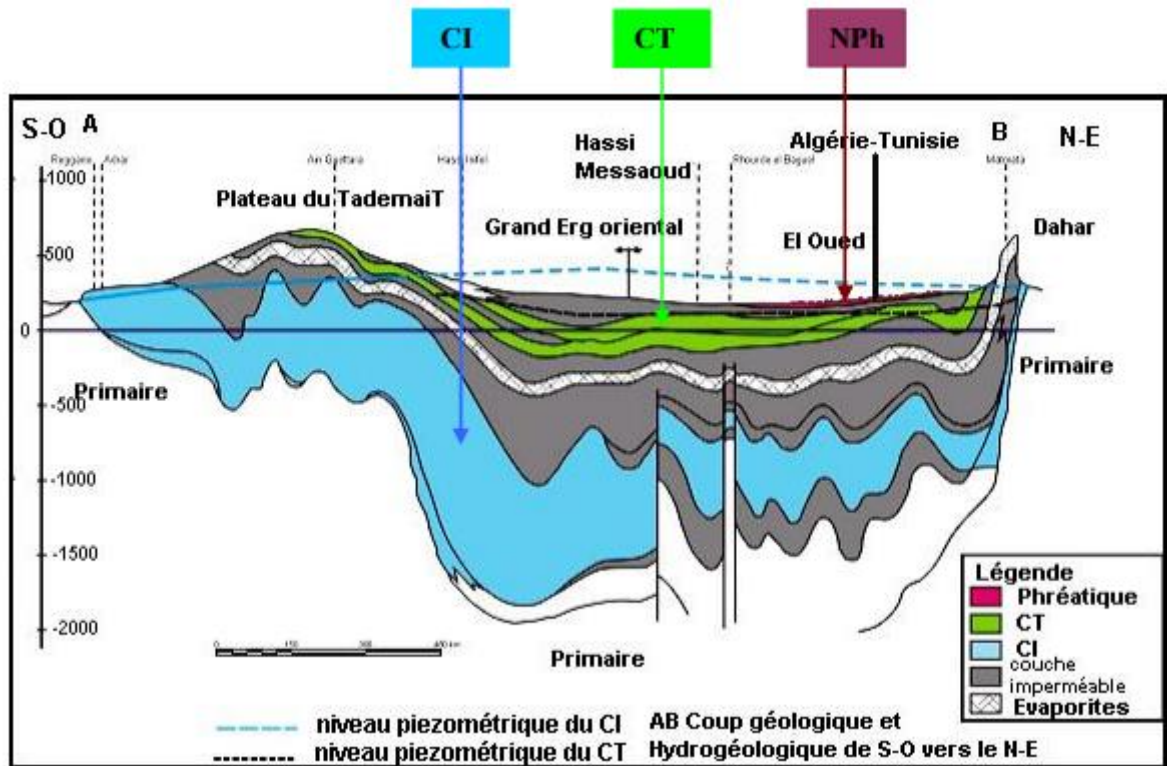


Figure 2: Coupe hydrogéologique à travers le Sahara (d'après UNESCO, 1972)

I.4. Caractéristique géologie

📍 Relief

La région d'El-oued est une région sablonneuse avec des dunes de plus de 100 mètre de hauteur, ce relief est assez accentué et se présente sous trois aspects:

- **Erg** : région où le sable s'accumule en dunes;
- **Sahara** : région plate qui forme des dépressions entourées des dunes;
- **Oued Righ** : une forme de plateaux rocheux qui longe la route nationale n° 03 à l'ouest de la Wilaya et s'étend vers le sud.

I.5. Caractéristique agricole :

D'après **A.N.D.I (2013)**, Le secteur de l'agriculture est actuellement en plein développement dans la wilaya d'El Oued à la faveur des résultats enregistrés,

L'activité agricole dans la région d'El-Oued se caractérise par différentes cultures, les plus importantes sont :

✚ Les cultures maraîchères principalement, de la pomme de terre, La phoéniculture, La céréaliculture. On y cultive également, de l'arachide.

✚ L'élevage : des moutons, des chèvres, des chameaux et volaille...ect.

I.5.1. Problème agro-technique :

I.5.1.1. Techniques de culture et d'arrosage :

I.5.1.1.1. Irrigation :

- Par goutte a goutte :

1- Le problème de la sédimentation de sable fin à l'intérieur des minces tubes d'arrosage, bloquant les sorties d'eau, ce qui gêne Mécanisme d'arrosage, de fertilisation et d'accès aux pesticide donc nécessitent la filtration de l'eau d'irrigation,

2- Vent :Le vent sabote les conduites d'eau, parfois les déchirant et les enterrant donc nécessitent une maintenance rigoureuse

3- Usage unique : ce technique caractérisée par Utilisation du réseau d'eau du réseau d'eau Et renouvelé avec la prochaine récolte.

4- Ce technique ne conduit pas à une protection contre le gel. (**DJABER,2015**)

- Par pivot :

1- Consommation excessive d'eau ; Là où les agriculteurs sont obligés d'approfondir les puits après un an ou deux à les creuser en raison du faible niveau des eaux souterraines, ce qui menace un danger futur si la situation persiste.

2- Les contraintes climatiques: La culture en pulvérisation axiale est des cultures

ouvertes exposées à toutes les fluctuations météorologiques, notamment: vent, gel, chaleur ... qui causent des dommages totaux ou partiels à la culture.

3- Animaux: les chameaux représentent le plus grand danger car leurs troupeaux font paître les cultures, causant des pertes aux agriculteurs.(**DJABER,2015**)

I.5.1.1.2. Fertilisation :

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**).

I.5.1.1.3. Pesticide:

Les matières actives peuvent se volatiliser, ruisseler ou être lessivées et atteindre les eaux de surface ou souterraines, Les sols sableux, où l'infiltration rapide des eaux de pluie rend la nappe d'eau souterraine vulnérable à la contamination.

I.5.1.1.4. Systèmes des cultures

Le système monoculture la principale vocation pour ce système dans la region d'el oeud est la culture de pomme de terre seule (l'arrière-saison et saison).

🚩 Problèmes liés à ce système :

- 1-** il est *plus facile pour les maladies et les ravageurs de se propager*.
- 2-** les aliments de la monoculture peuvent contenir un excès de produits chimiques toxiques

I.5.1.2. Autre problème :

1. Stockage faible:

Malgré la force et la diversité de la production, la capacité de stockage est très faible 3 chambres froides: 60 chambres de 83 000 m². Pour couvrir un produit de plus de 16 millions de quintaux de réfrigération et que Il ne couvre pas le volume de production, ce qui entraîne une perte de récoltes si la vente est retardée. (**DJABER,2015**).

2. Main-d'œuvre ;

Bien que le secteur agricole soit le plus gros employeur de main-d'œuvre, il reste insuffisant, car les agriculteurs souffrent toujours d'une pénurie de main-d'œuvre, en particulier aux heures de pointe (plantation et récolte), et le cas échéant, du prix élevé de celle-ci est devenue une préoccupation financière pour les agriculteurs. (**DJABER,2015**)

3. Faible investissement industriel des cultures agricoles:

La région d'El-oued caractérisé par Suffisance agricole mais Vendre la récolte sans aucun développement pour utiliser la production comme matière première pour l'industrie alimentaire.. (**DJABER,2015**)

3. Manque d'expertise technique:

L'agriculture d'El-oued a traversé de nombreuses étapes évolution et diversité .Cependant, cela ne se fait pas selon des normes scientifiques et techniques ou selon des spécialistes et des ingénieurs, mais plutôt selon Expériences locales dans la gestion des problèmes, en particulier ceux liés aux maladies et au choix du type de semences ... (**DJABER,2015**)

4.L'ampleur des coûts :

Sol sableux caractérisée par la perméabilité et un manque de matière organique cela nécessite une remise en état des efforts et de l'argent. (**DJABER,2015**)

5. L'absence de marchés spécialisés dans la vente de produits agricoles locaux:

Malgré la vitalité de l'activité commerciale dans le domaine agricole, la vente et l'achat se font directement à la ferme, où les camions en provenance d'autres états entrent directement dans la ferme et la négociation se fait puis l'accord est conclu entre l'agriculteur et le commerçant. (**DJABER,2015**)

6. L'agriculture est un métier secondaire:

la majorité des agriculteurs et des producteurs occupent l'agriculture en tant que second métier en plus de leur profession primaire . en raison de la tentation du retour économique de l'agriculture à tous les groupes. (**DJABER,2015**)

Synthèse du chapitre I :

La région d'El-Oued occupe les zones désertiques dans la répartition géographique et se caractérise par un climat rigoureux, ses longues périodes de chaleur et de sécheresse, en plus des vents tout au long de l'année.

Le région d'El-Oued à des problème agro-technique lié au technique d'irrigation (contraints climatique le vents), fertilisation et pesticide (la pollution de nappe phréatique) , Main-d'œuvre ...

le sol est sableux pauvre en matière organique et élément nutritive Il n'est pas adapté à l'activité agricole. Ceci sera discuté dans les chapitres suivants.

Chapitre II

Caractéristique Agroécologique du Sol Sableux

Sol caractérisée par une structure physique et chimique, l'activité biologique du sol sont des éléments fondamentaux pour assurer la durabilité de la productivité agricole et déterminent, dans leur complexité, la fertilité du sol. (SLIMANI et al 2019)

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. Les Propriétés physique du Sol

II.1.1. La Structure

FAO définit la structure du sol comme le mode d'organisation des différentes particules de sable, de limon et d'argile entre elles. Les particules isolées, une fois assemblées, apparaissent comme des particules plus grosses. (**FAO**)

Le sol sableux possède un structure fragmentaire . Cela signifie qu'ils ont une faible cohésion entre les particules et sont mal structurés. La stabilité structurale de ces sols est généralement faible. **N'DAYGAMIYE et al.**

II.1.2. La Texture

Selon **FAO** La texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées: sable, limon ou argile. De la texture dépendent la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient, et la vitesse à laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol.(**FAO**)

La région de Oued Souf est caractérisée par une texture sableuse et légère à une bonne aération, De ce fait, ces sols possèdent une faible capacité de rétention en eau et présentent ressuyage rapide (**REGUIEG YSSAAD,2017**)

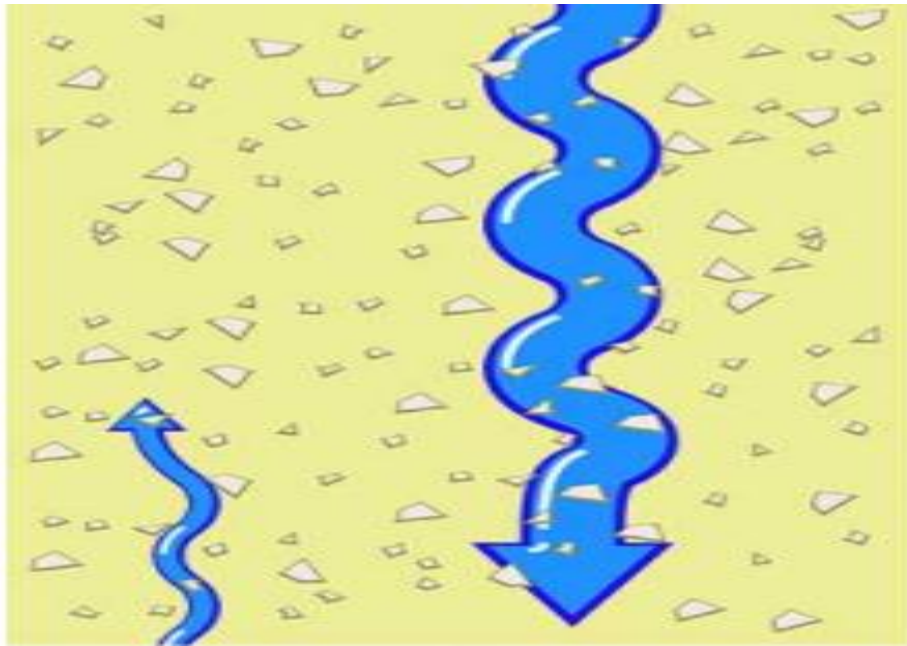


Figure 03: texture du sol sableux

II.1.2. Porosités

La porosité correspond à la mesure des vides d'un substrat. Le sol est d'abord un espace vide occupé par les phases liquides (la solution du sol) et gazeuses.

Dans les sols sableux, la porosité varie entre 50 % et 35 % : sables fins 40-50%, sables moyens 35-40%, sables grossier 25%-30%. (**Mermoud, 2006**).

II.2. Les Propriétés Chimiques du Sol

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

La capacité d'échange de cations d'un sol est la somme de cations qu'il est capable de fixe . (**A. COMBEAU, et al 1970**). Autrement dit, c'est en somme l'ensemble des des places disponibles sur le sites négatifs des colloïdes du sol surtout argile et humus et un peu sur les limons fins. (**SOLTNER 2014°**).

Les sables et les limons n'ont donc qu'une capacité d'échange très réduite. car il n'a pas de charge électrique. Une CEC des 6 meq/100g. (**Berkal, 2006**) .

Les sols sahariens sont aussi pauvres en matière organique, en général < 1% et ils manquent d'azote .

II.2.2. Pouvoir tampon des sols.

Ce pouvoir tampon est la capacité que présente le sol de résister aux variations du pH. C'est une propriété liée à la capacité d'échange du complexe absorbant, qui est due à la matière organique et à l'argile. Un sol très sableux dépourvu de matière organique et d'argile est donc pratiquement sans pouvoir tampon. La mesure du pH revient alors en fait à mesurer celle de l'eau. (**A. COMBEAU, et al 1970**).

II.2.3. pH du sol sableux :

Le terme 'pH' signifie 'potentiel hydrogène ' et définit l'Acidité ou l'Alcalinité du sol (**Carrifr, 2003**)

- ✓ Le pH d'un sol est la mesure de la concentration d'ions H^+ libres dans sa solution .

On le définit comme l'acidité actuelle .

- ✓ Les ions H^+ adsorbés sur le complexe argilo-humique représentent l'acidité potentielle . (**SOLTNER 2014°**).

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

II.2.4. Les Eléments Nutritifs :

Le sol sableux sont très pauvres et ne disposent pas de réserves remarquables en éléments nutritifs (**Houcine A,2007**). Elle sont aussi pauvres en matière organique, en général < 1% et ils manquent d'azote (**TOUTAIN, 1977**).

II.2.5. La conductivité électrique CE(ds/cm)

La conductivité électrique d'une solution du sol est un indice des teneurs en sels solubles dans ce sol.

II.3. Les Propriétés biologique du Sol :

Le sol dans les régions arides est caractérisé par l'absence ou l'extrême réduction de toute activité microbienne. Par la suite, Killian et Feher (**Killian et Fehér, 1939**), ont constaté que malgré l'humidité extrêmement basse, les sols désertiques, autrefois considérés comme stériles, renferment des microorganismes à l'état de vie active. Ces sols sahariens représentent des écosystèmes assez particuliers, pouvant abriter une microflore adaptée aux conditions difficiles qui sévissent dans les régions arides (**Sabaou et al., 1998; Zitouni, 1995**).

II.3.1. Les bactéries :

En fait les sols sahariens, bien que soumis à un climat aride, sont révélés être riches en actinomycètes y compris des genres peu fréquemment ou rarement isolés dans le monde (**Zitouni, 1995**). Les genres : Nocardiosis ,Actinomadura , Microtetraspora ,Saccharothrix , Streptosporangium , Spirillospora et surtout ; Planomnospora (rare dans le monde), sont présents en quantité appréciable dans les sols sahariens.

Les Bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique aérobies (Azotobacter) et anaérobies (Clostridium), sont relativement rares en milieu désertique et ne se prolifèrent que dans les biotopes les plus favorisés tant sur le plan de l'humidité que sur celui de l'offre de matière organique.

II.3.2. Les champignons :

Les champignons sont résistance à la sécheresse . Les champignons semblent plus résistants que les bactéries aux conditions de faibles humidités. Les genres Pénicillium et Aspergillus représentent un pourcentage important de la microflore fongique désertique.

II.3.3. Les algues

La présence des algues est caractéristique des faibles évolution pédologique des milieux colonisés. Ils constituent ainsi, le stade initial de la végétation des roches et des sols minéraux infertiles : terrains salés, déserts, sols dégradés. Leur abondance a été mise en évidence, même pendant la sécheresse estivale et dans des échantillons prélevés entre 10 à 15 centimètres de profondeur (les chlorophycées prédominent en raison de leurs facultés de produire des spores (**Sasson, 1967**).

Synthèse de chapitre II:

En générale , Sol sableux caractérisé par un structure particulière et texture légère . Ils sont caractérisés par une perméabilité excessive à l'eau, pauvre en matière organique, à une forte salinité et un pH alcalin (ENAGEO, 1993). et une faible teneur en éléments nutritifs et possède une faible C.E.C. (capacité d'échange cationique) et sans pouvoir tampon .

Ces caractéristiques physiques et chimiques défavorables influencent directement les propriétés biologique de ces sol . De ces fait , ces sols possèdent un faible activité biologique .

ces sols un faible potentiel agricole font l'objet de travaux de recherche en vue de leur amélioration .

Chapitre III

Bio-charbon

L'incorporation de bio-charbon dans sol sablonneux à un effet sur leur le caractère physique du sol en augmentant la rétention en eau du sol et diminue l'infiltration de sol et sur leur caractère chimique, par l'augmentation de la rétention des éléments minéraux , Dans ce chapitre on parle comment Le bio-charbon considéré comme un autorégulateur pour le pH du sol effet tampon. (CHEMSA,2019)

Quelle sont les caractéristique du bio charbon par rapport a l'amélioration des capacités du sol sableux ?

III.1. Qu'est-ce que le biochar?

Le biochar se définit comme le produit de la thermo-dégradation de la matière organique en milieu pauvre en oxygène, destiné à un usage agricole (Lehmann & Joseph 2009). Ce processus de transformation est dénommé pyrolyse. . Parmi les propriétés physicochimiques qui distinguent un biochar, il y a la porosité, la surface spécifique, la capacité de rétention en eau, le contenu en éléments minéraux et organiques, la capacité d'échange cationique (CEC) et le pH.

III.2. Propriété physique :

III.2.1. Surface spécifique:

La surface spécifique d'un adsorbant. Cette surface est créée essentiellement par les micro- et mésopores. Plus la surface spécifique est grande plus la surface de contact est élevée et plus la quantité de matières adsorbées est importante.

la surface spécifique des biochars varie beaucoup selon la température et les conditions de la pyrolyse.

III.2.2. Capacité de rétention en eau :

Le bio charbon a une Capacité d'absorber l'humidité et de retenir les nutriments minéraux et organiques.(**DEBAR et al 2017**)

l'augmentation de la température de la pyrolyse peut diminuer la polarité sur la surface du biochar résultant en une diminution de sa capacité de rétention en eau.

III.3. Propriété chimique:

III.3.1. Capacité d'échange cationique:

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

meilleure rétention des engrais et moins de ruissellement aussi l'impacte bénéfique du biochar sur les plantes et les microbes du sol (élément nutritive augment biomasse microbien)

III.3.2. pH de bio-charbon:

Le pH du bio-charbon peut varier de 4 à plus de 12. la bio-charbon La teneur en alcalines (hydroxydes et oxydes de Ca, Mg, K and Na) des bio-charbon peut, après ajout aux sols acides, altérer le pH et augmenter la teneur en nutriments. (**CHEMSA Y,2019**).

Dans ce travail, nous avons étudiés la fonction de pouvoir tampon qui caractérisée le biocharbon

III.3.3. Pouvoir tampon du biochar :

L'alcalinité du biochar est un facteur clé pour contrôler son effet sur le pH du sol, et qu'en plus il peut manifester un **grand pouvoir tampon** à cause du déplacement de l'acidité échangeable (**J.-H. Yuan & Xu, 2011; L. Wang et al., 2014**). Ce pouvoir est associé surtout aux **groupements fonctionnels oxygénés du biochar**.

Pouvoir tampon donne une bonne idée du comportement du biochar dans un milieu ayant un pH différent.

III.3.3.1. Effet de biochar sur le pH du sol :

Les effets du biochar sur le pH du sol sont variables selon les études. Le pH du biochar influence, en l'augmentant ou le diminuant, celui du sol dans lequel il est incorporé (Lehmann, 2007 ; Chan & Xu, 2009).

La surface organique du biochar pourrait aussi permettre de neutraliser l'acidité de la solution via une protonation des anions organiques ou un échange cationique avec H^+ (Joseph et al. 2010; Yuan et al. 2011a; Qian et al. 2013). La chimie de surface des biochars peut être très complexe, c'est la résultante des groupements fonctionnels, il s'agit d'espèces chimiques très variées qui apparaissent principalement à la surface externe des feuillets de graphène et aux surfaces internes des pores des biochars pendant la pyrolyse : hydroxy -OH, aldéhyde - $(C=O)H$, carboxyle - $(C=O)OH$, cétone -OR, ester - $(C=O)OR$, amine- NH_2 , nitro- NO_2 etc.. Certains de ces groupes agissent comme des donateurs d'électrons, tandis que d'autres se comportent comme des accepteurs d'électrons, d'où la coexistence de zones aux propriétés variables, acides et basiques, hydrophiles et hydrophobes (F. Verheijen et al., 2010).

III.3.3.2. Mécanismes d'évolution du pH au contact du biochar :

Le biochar est capable de réguler les variations du pH. La compréhension des mécanismes expliquant le pouvoir tampon est de première importance, car il permet notamment d'expliquer l'augmentation du pH des sols observé suite aux amendements de biochar.

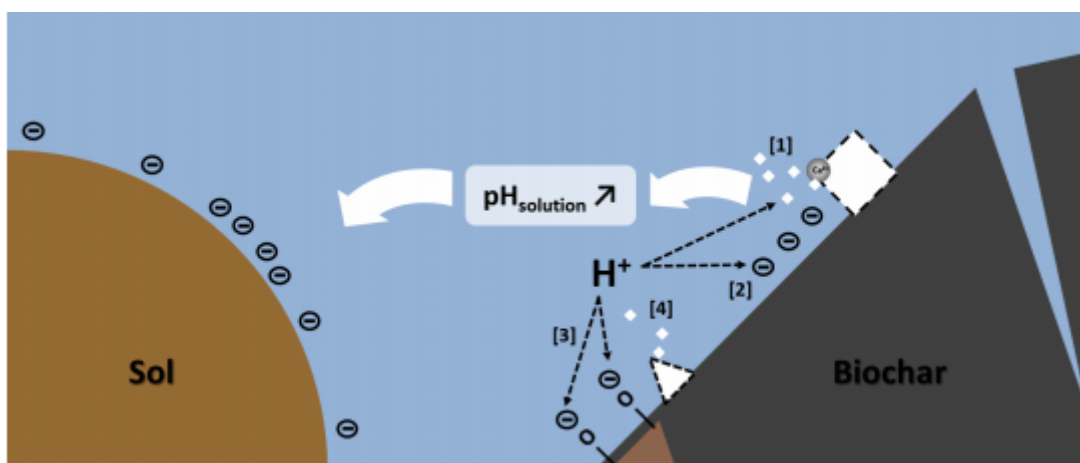


Figure 04 : Mécanismes de neutralisation de l'acidité de la solution du sol par le bio-charbon.

Les phases minérales et les groupes fonctionnels à la surface du biochar contribuent à neutraliser l'acidité du sol.

La **dissolution de phases carbonatées** du biochar provoque une augmentation du pH de la solution du sol .

Les charges négatives en surface du biochar permettent aussi un **échange cationique** avec les protons H⁺ présents en solution . La **protonation de certains groupes fonctionnels** participe aussi au pouvoir tampon du biochar .

Si le pH du milieu reste acide, la **dissolution d'autres phases minérales du biochar** composées de Al, Si, Fe et P permet également de neutraliser une partie de l'acidité.

(Frédéric Rees , 2014)

le biochar ajouté au sol modifie son environnement physique et chimique et influence les caractéristiques et le comportement du biote du sol. D'une part, le biochar constitue un environnement propice à la multiplication microbienne, puisque la flore microbienne peut y coloniser les pores **(Thies et Rillig, 2009)**. Les études sur le sujet indiquent que les variations dans la disponibilité des nutriments et du carbone peuvent augmenter ou diminuer la biomasse microbienne dépendamment de la réserve minérale et du carbone disponibles au départ dans le sol, et des groupes de microorganismes impliqués **(Lehmann et al., 2011)**.

Synthèse de chapitre III :

Pouvoir tampon est un fonction importante caractérisé biocharbon grâce à leur groupe fonctionnelle qui Existant sur surface spécifique du biocharbon .

La présence de cette propriété est très importante dans le sol sablonneux

De ce fait amendement du biocharbon très avantageuse pour assuré un bonne fertilisation de sol sablonneux.

Chapitre IV

Pouvoir tampon sur le sol

La solution du sol en est un carrefour fonctionnel important, grâce à sa capacité de transporter les substances entre, par exemple la fraction solide et les racines des plantes. Pour assurer une meilleure nutrition de la plante, on peut incorporer le biochar au sol, puisque il possède l'aptitude de s'opposer aux variations de pH du sol (pouvoir tampon).

Quelle est l'effet du pouvoir tampon du sol ?

V.1. Effet du pouvoir sur pH du sol :

On dit que le sol a un POUVOIR TAMPON qui le rend apte à résister aux variations de pH .

Ce pouvoir est lié à la présence des colloïdes adsorbants. Il s'explique ainsi (figure)

- **Si la concentration d'ions H^+ augmente** dans la solution du sol, une partie de ces ions se fixe sur le complexe adsorbant, prenant la place par exemple d'ions Ca^{2+} remis en solution.

En définitive, l'acidité effective (responsable du pH) et l'acidité potentielle ont d'autant moins varié que le complexe adsorbant est important, donc que le sol est plus argileux et / ou plus humifère.

- **Si la concentration en ions H^+ diminue** dans la solution du sol, ions H^+ neutralisés par les ions HO^- apportés par exemple par la chaux, ils sont remplacés par des ions H^+ du complexe adsorbant dont le site ainsi libéré est pris par les ions Ca^{2+} de la chaux : l'acidité effective et l'acidité d'échange ont baissé.

- **Connaitre le pouvoir tampon d'un sol** est donc indispensable pour déterminer la quantité d'amendement basique calcique capable de faire varier le pH d'une unité.

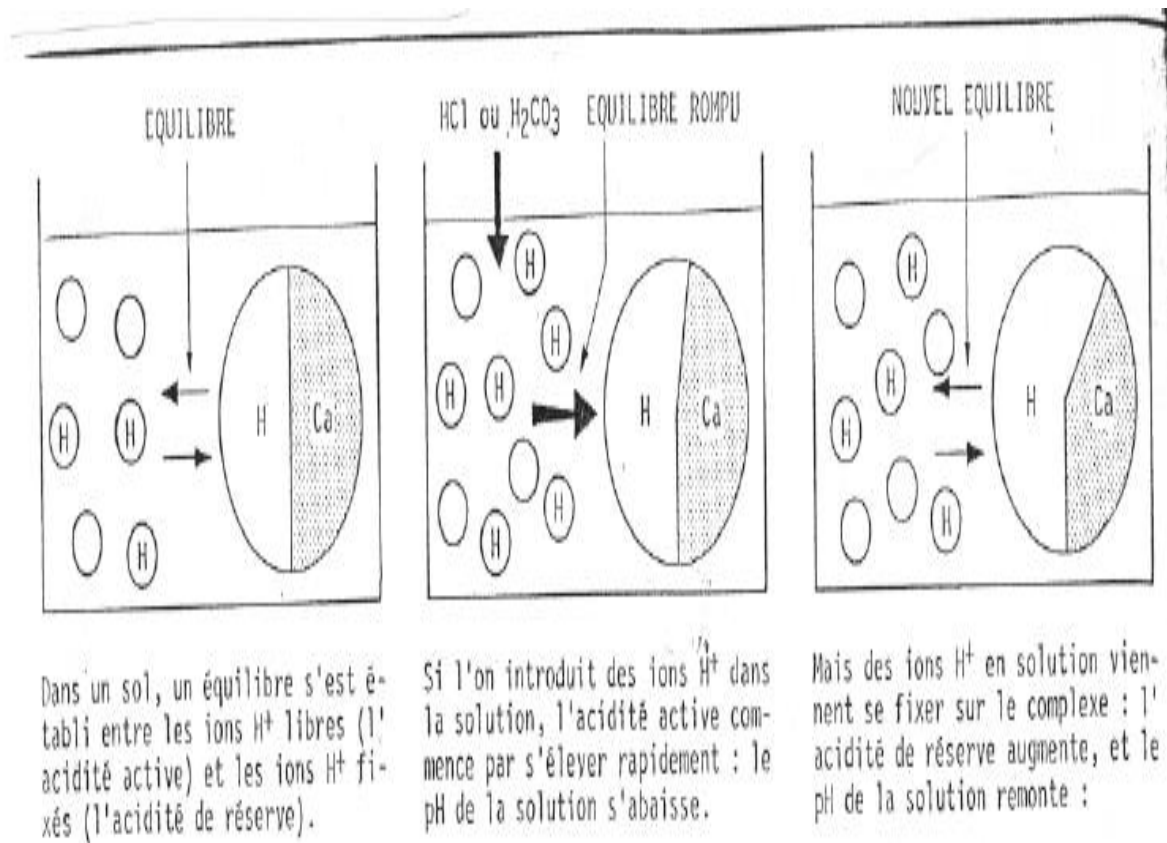


Figure 05: le pouvoir tampon (tiré de Soltner D, 1992)

V.2. Effet du pouvoir tampon sur la fertilité des sols

La disponibilité des éléments nutritifs aux plantes est affectée par le pH. Le pH optimal varie selon que l'on est en sols organiques ou en sols minéraux (**Wolf 1999**). Dans les sols minéraux, un équilibre global de disponibilité des éléments nutritifs semble être atteint à un pH plus ou moins neutre (**Whalen et al. 2000**). Les conditions acides entraînent une diminution de la disponibilité du Ca, du Mg, et du Mo, tandis qu'elles causent une augmentation de la disponibilité de l'Al, du Mn et de la plupart des oligoéléments (Porter et al. 1980).

L'intervalle de pH pour une adsorption minimale du P en sols minéraux est très mince, elle varie de 6,0 à 6,5 (**Havlin et al. 1999**) ou de 6,5 à 7,0 (**Busman et al. 1998**).

Un pH faible peut causer la réduction de la minéralisation de la matière organique nouvellement incorporée au sol et ainsi induire l'immobilisation des éléments comme N, P, S

(**Bolan et al. 2003**) . Un pH inférieur à 5 produit un excès d'absorption d'aluminium qui est toxique pour les plantes.

En revanche, un pH élevé pourrait entraîner l'augmentation de la solubilité de la matière organique et la détérioration de la structure du sol (**Chan et Heenan 1999; Andersson et al. 2000**). Dans des conditions très acides, la nitrification et la fixation de l'azote par les légumineuses peuvent être aussi réduites suite à l'inhibition de l'activité de certains microorganismes du sol comme les bactéries, les actinomycètes, les champignons, les rhizobiums, etc. (**Kennedy 1992**).

Le pH du sol est un facteur important dans la fixation de l'azote chez les légumineuses. La survie et l'activité de la bactérie *Rhizobium* (responsable de la fixation de l'azote en association avec des légumineuses) diminuent quand l'acidité du sol augmente. Ceci est à prendre en considération lorsque l'on tente de cultiver des légumineuses (haricots, petits pois...) sur des sols dont le pH est inférieur à 6.

Synthèse du chapitre IV :

L'absorption de certains éléments nutritifs par les plantes dépend de deux facteurs liés au pH du sol .La plupart des éléments nutritifs sont absorbés de façon optimale par les plantes dans cette plage de pH qui est aussi compatible avec la croissance de leurs racines. .

Le pouvoir tampon résister le variation du pH du sol pour assurer Le pH d'absorption optimale des éléments nutritifs pour chaque plante .

Incorporation de biocharbon sur le sol sablonneux pour Afin d'ajouter une fonction de pouvoir tampon .

Synthèse de partie bibliographie:

Au niveau du jardin de Faculté des sciences de la nature et de vie de l'université d'Echahid Hama Lakhdar El-Oued a été étudié l'effet de l'incorporation d'un bio-charbon sur les propriétés agroécologiques d'un sol sableux et son impact sur la culture de blé. 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.

Il a également été étudié l'évolution d'un sol sableux amélioré avec d'un bio-charbon d'origine végétal dans la région d'El-oued.

La région d'El-Oued occupe les zones désertiques dans la répartition géographique et se caractérise par un climat rigoureux, ses longues périodes de chaleur et de sécheresse, en plus des vents tout au long de l'année.

La région d'El-Oued a des problèmes agro-techniques liés à la technique d'irrigation, fertilisation et pesticide (la pollution de la nappe phréatique), Main-d'œuvre ...

Le sol est sableux pauvre en matière organique et éléments nutritifs. Il n'est pas adapté à l'activité agricole.

En général, les sols sableux sont caractérisés par une structure particulière et une texture légère. Ils sont caractérisés par une perméabilité excessive à l'eau, pauvre en matière organique, à une forte salinité et un pH alcalin (ENAGEO, 1993). et une faible teneur en éléments nutritifs et possèdent une faible C.E.C. (capacité d'échange cationique) et sans pouvoir tampon. Ces caractéristiques physiques et chimiques défavorables influencent directement les propriétés biologiques de ces sols. De ce fait, ces sols possèdent une faible activité biologique.

Ces sols à faible potentiel agricole font l'objet de travaux de recherche en vue de leur amélioration.

Le pouvoir tampon est une propriété importante caractérisée par le biocharbon grâce à leur groupe fonctionnel qui existe sur la surface spécifique du biocharbon.

La présence de cette propriété est très importante dans les sols sablonneux.

De ce fait amendement du biocharbon très avantageuse pour assuré un bonne fertilisation de sol sablonneux.

L'absorption de certains éléments nutritifs par les plantes dépend de deux facteurs liés au pH du sol .La plupart des éléments nutritifs sont absorbés de façon optimale par les plantes dans cette plage de pH qui est aussi compatible avec la croissance de leurs racines. .

Le pouvoir tampon résister le variation du pH du sol pour assurer Le pH d'absorption optimale des éléments nutritifs pour chaque plante .

Incorporation de biocharbon sur le sol sablonneux pour Afin d'ajouter une fonction de pouvoir tampon .

- ✚ Dans quelle mesure le biochar peut-il jouer un rôle dans pouvoir tampon d'un sol sablonneux ?

DEUXIEME PARTIE:
ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre V

Matériel et Méthode

V.1. Localisation du site expérimentation :

L'expérimentation a été réalisée 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. 33°23'51.95" latitude au nord et 6°51'36.10" de longitude Est. (SADOUN et al 2018).

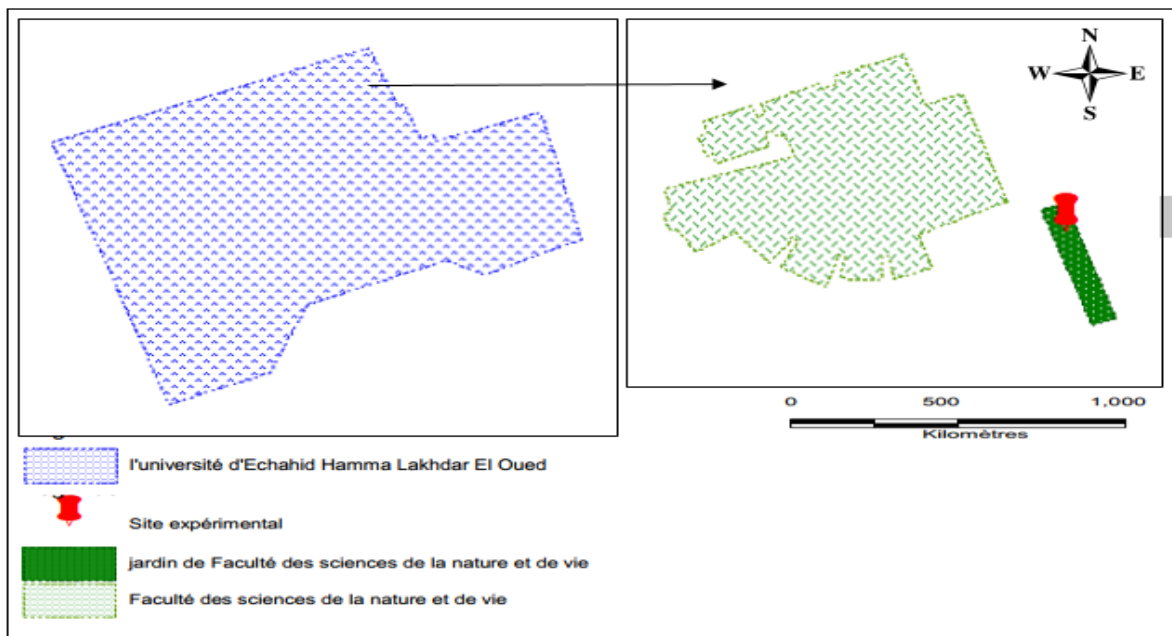


Figure 06 : Localisation de Site Expérimental (SADOUN et al 2018)

V.2. Matériel Expérimental

V.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 Hedba/Gd ovz 619).

Origine : Algérie

Obtenteur : ITGC Khroub

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

Coléoptile : pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible
Première feuille : Pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible
Plante : 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
Dernière feuille : Glaucescence de la graine Glaucescence du limbe	Forte Moyenne
Epoque d'épiaison (1er visible sur 50 % des plante)	Tardive
Barbes : Pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible
Tige : Pilosité de dernier noeud Glaucescence du col de l'épi	Faible Faible
Epi : Glaucescence	Moyenne

(ITGC, 2015)

V.2.2. Traitements

Les traitements étaient comme suit :

- ✓ T0 : témoin, sable ;
- ✓ T1 : sable et matière organique ;
- ✓ T2 : sable et azote ;
- ✓ T3 : sable et bio-charbon ;
- ✓ T4 : sable, bio-charbon et matière organique ;
- ✓ T5 : sable, bio-charbon et azote ;
- ✓ T6 : sable, bio-charbon, matière organique et azote ;
- ✓ T7 : sable, matière organique et azote. **(SADOUN et al, 2018).**

V.2.3. Amendement utilisé :

V.2.3.1. Bio-charbon :

Au cours de cette étude des amendements en biochar issu des mauvaises herbes, ont été apportés les sols sableux. A été utilisé 05 kg de biocharbon sur 01m², Cette quantité équivaut à 120Kg de bio-charbon par 25 m² qui est la dose optimale recommandée pour les sols sableux. **(Lele Nyami, 2016).**

✚ Remarque :

Par la suite l'incorporation bio charbon à la date 12/09/2017

V2.3.2. Engrais

L'Engrais organique ;Nous avons utilisé 04 kg de matière organique (fumier de vache) par 01 m²

L'Engrais minéral ; utilisé a été l'azote uréique 46%. La dose recommandée

pour les céréales 1.5 à2 Ox / ha. Nous avons utilisé 30 g d'azote (N) sur 01 m². **(SADOUVN et al 2018).**

V.3. Méthode :

V.3.1. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en bloc complètement randomisé, subdivisé en petit parcelles de 2 m² (1.40 m x1.45 m).

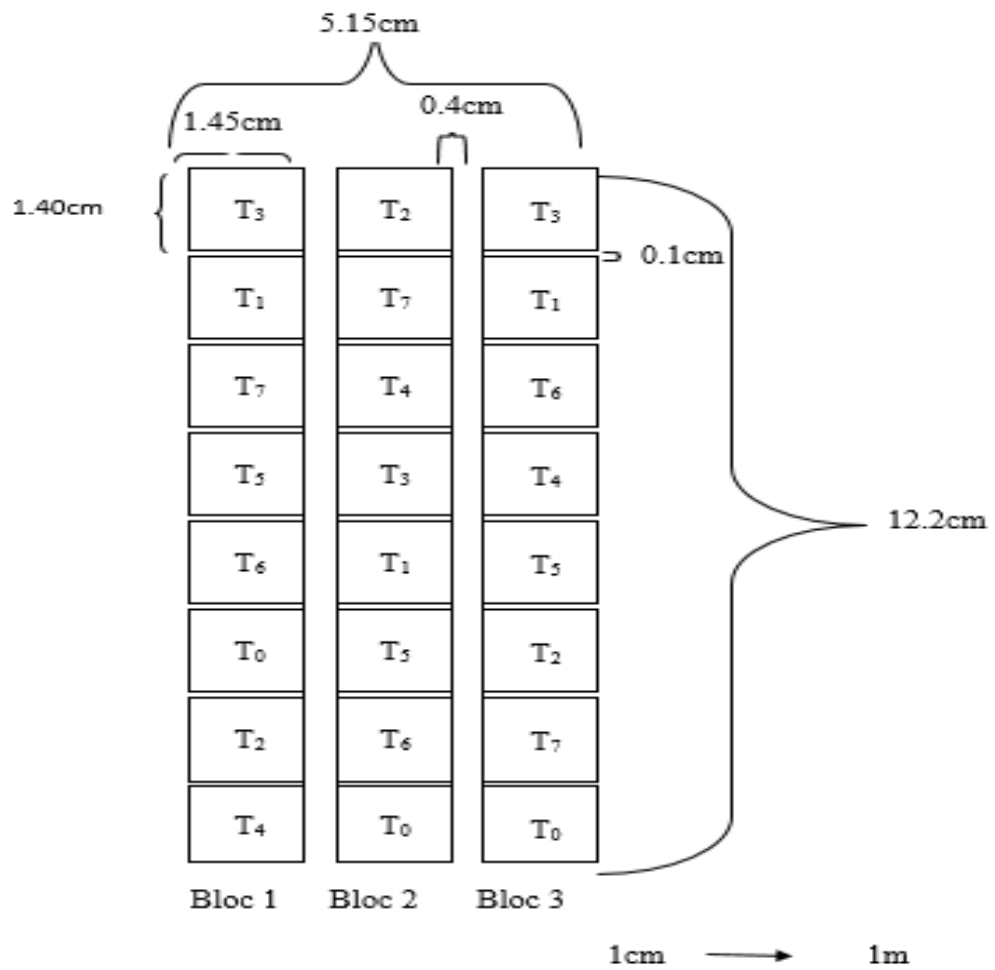


Figure 7 : Schéma du Protocole Expérimental (SADOUN et al,2018)

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



Figure 8 : Site Expérimentale.

V.3.2. Déroulement de l'essai

L'étude a été menée dans la ferme expérimentale de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université d'El Oued. L'opération s'est déroulée du 1 février 2021 jusqu'à 1 mai 2021. La préparation du terrain commencé par entretien de brise-vent ; suivi le travail du sol par houe.

Le blé dur a été semé a 100 plants de blé dur par unité expérimentale.

Par la suite l'incorporation de la matière organique (T1,T2,T4,T6)

L'engrais minéral (N 46%) a été épandu, sur la parcelle (T2, T5, T6, T7) en une seule fois dans 4-04-2018.

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

Nos représenté les conditions climatiques de 3 mois dans la période expérimentale

(Figure09) .

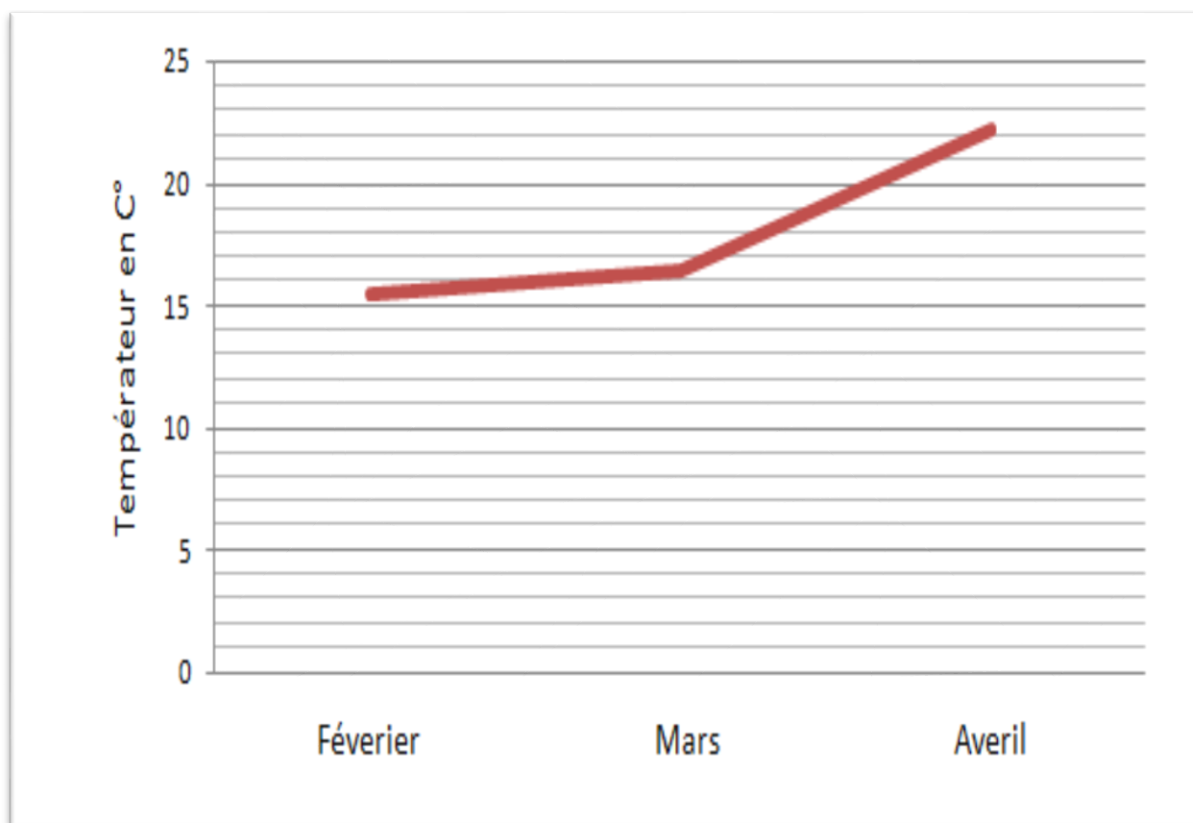


Figure09 : La Moyenne de Température Pendant les 3 Mois

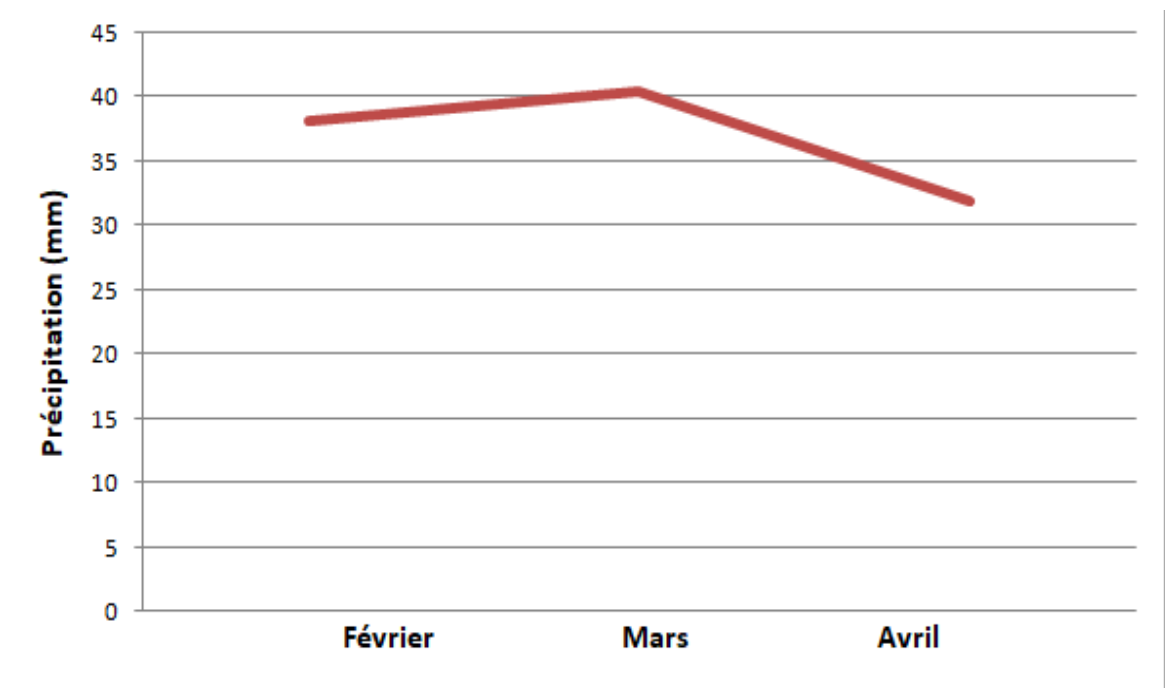


Figure10 : La Moyenne de la Précipitation Pendant les 3 Mois.

V.3.4. Echantillonnage de Surface et Analyse du Sol

A la fin de l'expérience, nous avons prélevé neuf (08) 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 (**SADOUN et al,2018**).

V.3.5 . Les Paramètres Etudiés:

V.3.5.1. Analyse physico-chimique du sol:

Les analyses du sol que nous avons réalisées concernent les paramètres physico-chimiques suivants : potentiel d'hydrogène (pH), conductivité électrique, humidité . Les analyses sont faites pour les différents types de sols (sol témoin et sol traité).

V.3.5.1.1. Potentiel d'hydrogène (pH) et Humidité :

Pour mesuré **pH su sol** , nous avons utilisé Appareil de mesure du sol 3-en-1, teste l'humidité, la lumière et le pH.



Figure 11:Appareil de mesure du sol 3-en-1.

V.3.5.1.2. Conductivité électrique(CE)

Nous avons pesé 10 g de sol, que nous avons placé dans un bécher ; auxquels nous avons ajouté 50 ml d'eau distillée. Après une agitation de 15 min par agitateur magnétique , nous avons laissé la solution au repos pendant 15 min puis nous l'avons filtré. La conductivité électrique est mesurée à l'aide à l'aide d'un appareil multiparamétrique.



Figure12 : Appareil multiparamétrique.

V.3.5.2. Analyse microbiologique du sol :

Pour isoler et dénombrer la microflore bactérienne et les champignons à partir des sols (T0 , T1, T2 , T3, T4, T5 , T6 , T7), nous avons utilisé la méthode de suspension –dilution (**Bouderhem, 2011**).

V.3.5.2.1. Préparation de la solution mère :

Dans un tube , nous avons préparé la solution mère en mélangeant 1 g de sol sec tamisé homogénéisé avec 9 millilitres d'eau physiologique stérile. Cette solution est, ensuite, agiter vigoureusement .

V.3.5.2.2. Préparation des suspensions dilutions :

Les préparations des suspensions-dilutions consistent à disposer sur un portoir une série de 5tubes stérilisés, numérotés de 1 à 5, et contenant chacun 9 ml d'eau physiologique stérile.

Pipeter 1 ml de la solution mère et le verser dans le tube 1, agiter vigoureusement, c'est la dilution 10^1 . Transférer 1 ml de cette dernière dans le tube 2 contenant de l'eau physiologique stérile (9ml), il s'agit de la dilution 10^2 , agiter vigoureusement.

L'opération est répétée pour le restant des tubes en transférant 1ml de solution d'un tube à l'autre, afin de préparer les dilutions 10^3 , 10^4 , 10^5 , . Les suspensions dilutions doivent être utilisées aussitôt après leurs préparations (figure 13).

❖ **Microflore bactérienne :**

Pour isoler les bactéries du sol, il suffit de prendre 2 goutte de chaque dilution et l'étaler à la surface d'un milieu de culture gélosé puisensemencer sur boîte de Pétri contenant la gélose nutritive GN (**annexe**) et incuber pendant 4 jours à 30°C dans étuve . Le dénombrement après culture concerne, évidemment les cellules viables de l'échantillon autrement dit, les cellules capables de croître, Il est basé sur l'aptitude de chaque bactérie, fixée par la solidification du milieu gélosé, à former une colonie visible à l'aide d'un compteur de colonies (**Austin ,1988 in Boudershem ,2011**).

❖ **Champignons**

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

Les champignons sont cultivés sur un milieu de culture PDA (**annexe**), etensemencés avec des suspensions dilutions du sol. 2 goutte de chaque dilution (10^{-1} à 10^{-5}) est disposé sur des boîtes de Pétri comprenant le milieu PDA et étalé sur toutes la surface de la boîte. Les boîtes sont incubées à l'étuve pendant 4 jours à 30°C. Le dénombrement est réalisé à l'oeil nu.

Le schéma explicatif de la méthode de suspension-dilution est illustré par **la figure13**

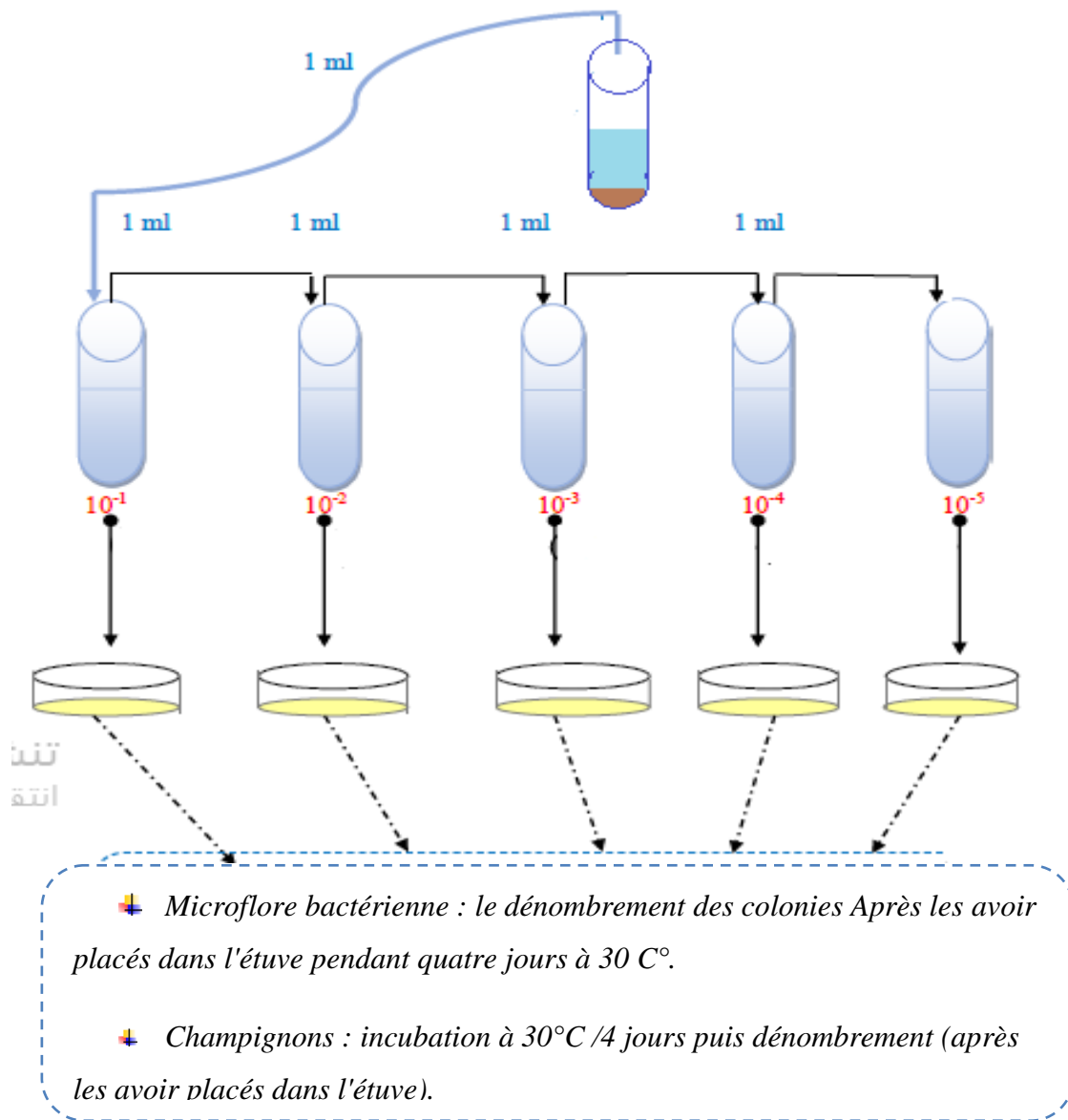


Figure13 : Préparation des Suspensions Dilutions du Sol.

V.3.5.3. Les Paramètres de Développement et de Production de Blé Dur:

V.3.5.3.1 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 :

$$PG = \text{graines germées} / \text{graines totales} \times 100 \dots (1)$$

V.3.5.3.1.1. 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 paramétré peuvent être enregistrés à différents stades de croissance : tallage, initiation primordiale, floraison et récolte. (Mirza, 2008).

V.3.5.3.1.2. Analyses des Composantes du Rendement de Blé Dur:

A- 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).

B- 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).

V.4. Analyse statistiques :

Les analyses statistiques ont été effectuées programme de Microsoft Office Excel 2007.

Les résultats concernant **Analyses des Composantes du Rendement de Blé Dur** pour les sols non traités et traités cultivés avec blé ont fait l'objet d'analyse de la variance (ANOVA) à une facteur pour identifier la présence ou non de différences significatives (au seuil de 5%) entre les moyennes des traitements .

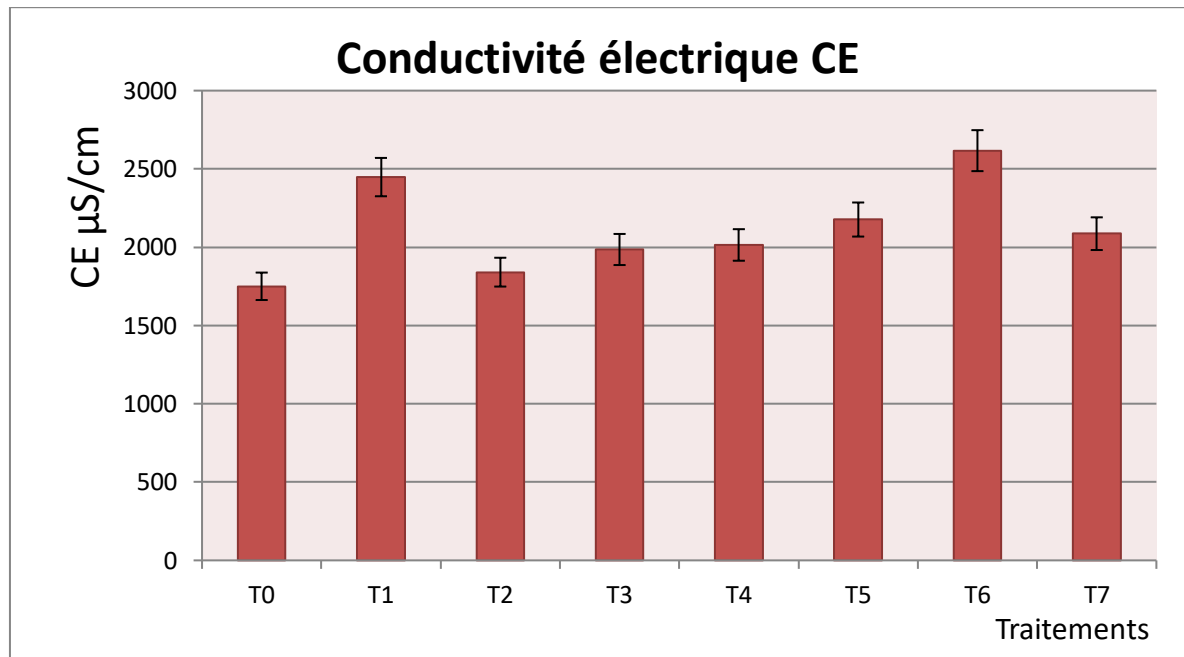
Chapitre V

Résultat et Discussion

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

V.1.1. L'effet du Bio-Charbon sur Physico-chimique du Sol Sableux

I.1.1. Conductivité électrique :



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure14 : Histogramme Représentant Conductivité Electrique.

Tableau 03 : Classe de la qualité des sols selon l'échelle de **Durand J.H. (1983)**

Classe	CE en $\mu\text{S}/\text{cm}$	Qualité des sol	Effet sur rendement
Classe I	0 à 500	Non salé	Négligeable
Classe II	500 à 1000	Légèrement salé	Diminution du rendement des cultures très sensibles au sel.
Classe III	1000 à 2000	Salé	Diminution du rendement de la plus partie des culture.
Classe IV	2000 à 4000	Très salé	Seules les cultures résistantes donnent un rendements .
Classe V	Plus de 4000	Excréments salé	Seules quelques culture donnent des rendement satisfaisants .

Les résultats de la conductivité électrique des sols avec le blé sont illustrés par la figure 06 :

Pour les traitements T3 , T4 , T5 , T6 cultivés avec le blé les valeurs de la conductivité électrique sont respectivement de 1985.33 , 2014.33 et 2175.66 et 2616.66 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Les valeurs de la conductivité électrique sont traitements T1= 2447.667 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et T7= 2086.333 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Le résultat de témoin T0= 1750.333 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et T2 = 1840.667 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

D'après les résultats traités par l'ANOVA pour conductivité électrique , n'a décelé aucun effet significatif ($p = 0.634 > 0.05$) pour le facteur traitement .

Les résultats de la conductivité électrique obtenus : il n'y'a pas une différence significative entre les différents traitements .

D'après les tableaux 03 , T3 : sable et biocharbon T0 : témoin, sable ; T2 : sable et N sont de qualité des sols salée et T1 : sable et matière organique ;T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N de qualité des sols très salés .

L'augmentation de la conductivité électrique est due à la minéralisation de ce substrat organique dans le sol. (**A. Zaater et al.2018**)

La CE des biochars dans l'étude de **Rajkovich et al. (2012)** est généralement plus élevée dans les biochars d'origine animale (200 à 500 mS m⁻¹) que ceux d'origine végétale (3,8 à 203 mS m⁻¹). **Sing et al. (2015)** mentionnent que le contenu en sels du matériel original influence la CE du biochar.

Peu étude suggèrent que l'augmentation du pH pourrait dépendre de dissolution des sels présents dans le biochar (**Joseph et al. 2010; Yuan et al. 2011b; a**).

L'étude de la relation entre ces deux paramètres, montre une corrélation négative de l'ordre de $r = -0,49$, où nos analyses montrent que la conductivité électrique du sol tend à augmenter, chose qui est opposée au pH qui décroît avec l'apport organique. (**Naima KOULL, 2007**).

V.1.2. Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol:

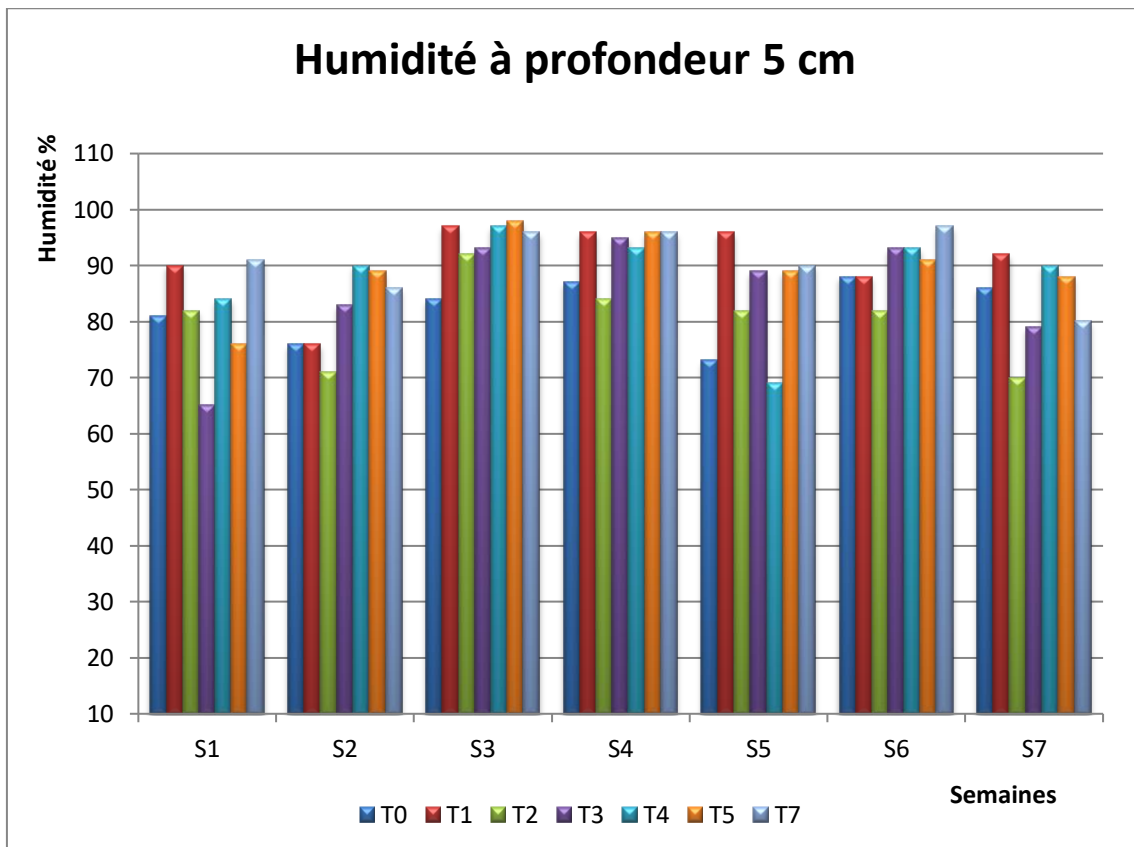
V.1.2.1. Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol après irrigation 10 minutes à différents profondeurs :

Les résultats de nos analyses montrent que les pH de différent traitement et témoins à profondeur 5 cm et 10 cm , 15 cm et 20 cm.

V.1.2.1.1. Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 5 cm :

Les figures ci-dessous, représentent les résultats mesurer le pH et humidité des sols .

Remarque : S0 représente le semaines avant levé de blé .

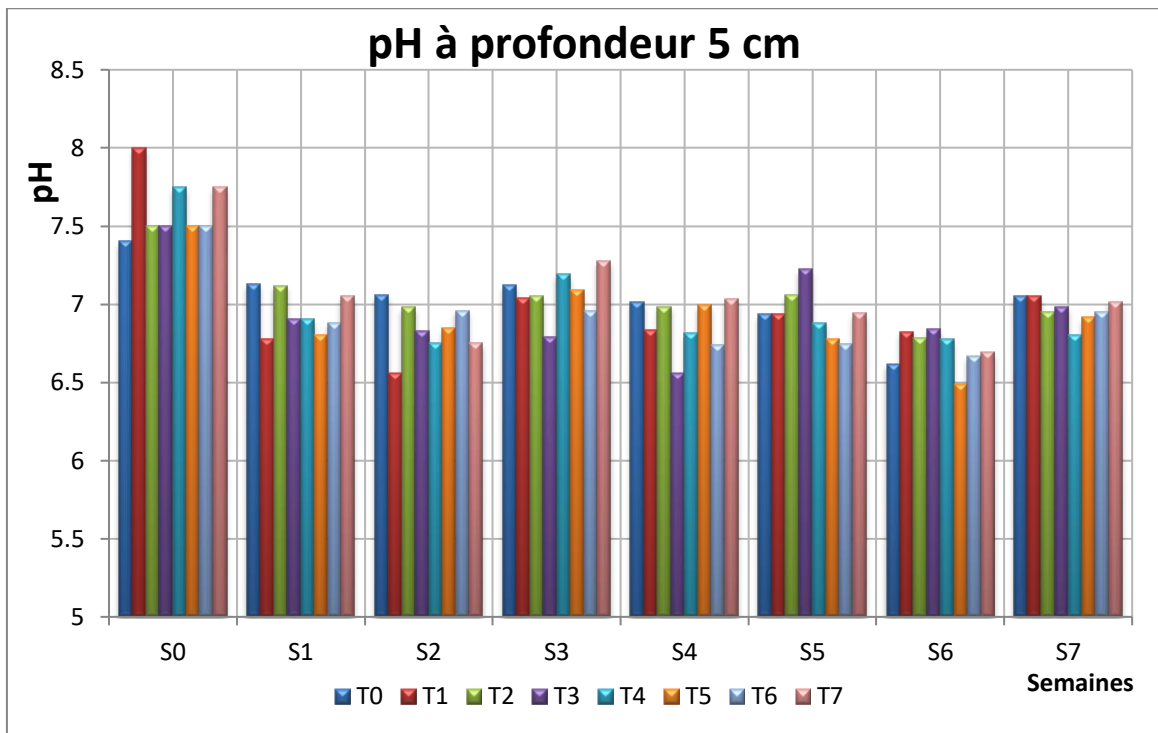


légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 15: Histogramme Représentant humidité à profondeur 5 cm après irrigation 10 minutes.

Pour T3 nous avons enregistré la valeur la plus élevée de humidité 95% et valeur plus diminue de pH est 6.5 au cours de la S4 et même remarque dans T6 on humidité 90 % le pH 6.5 .

Pour T0 ; pendant les semaines, moins de valeur pH 6.6 et plus valeur de humidité 88 % .



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6 :sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 16: Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 5 cm après irrigation 10 minutes.

la semaines 0 : Pour les sol témoins, ils sont alcalins présente une valeur de pH de 7.4. Pour les sols traité par Bio-charbon T3 et T4 ,T5 ,T6 le pH est alcalins Le rapport entre (7 – 7.7) , et sol incorporé par matière organique T1 et T7 pH = 8 à 7.75. Résultats similaires enregistre à différents profondeur .

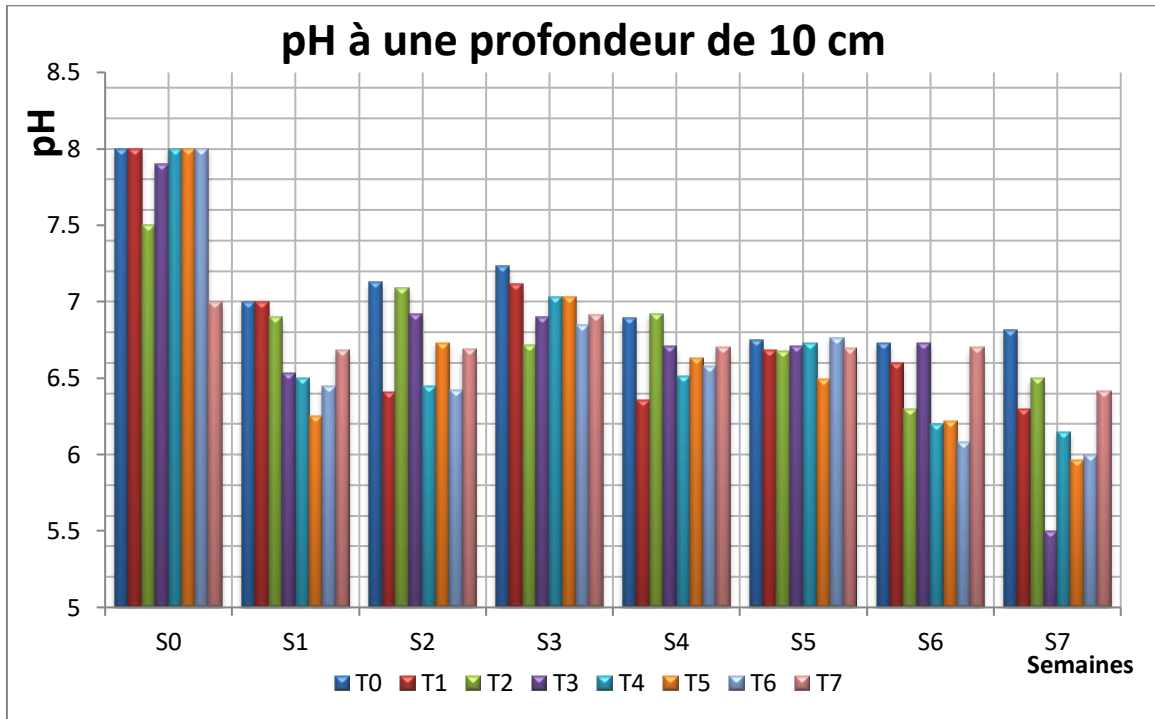
Pour T0 valeur de pH est 7 et mais T3 et T4, T5 ,T6 Les valeurs sont comprises entre 6.5 à 7 En semaines 1 .2.3.4 et 7. Nous avons remarqué une baisse des valeurs de pH dans le T1 et T7 avec des valeurs respectives 6.5 et 6.6.

Nous avons également remarqué un faible variation des valeur de pH à profondeur 5 cm .

Selon **Samira Melki and Moncef Gueddari** ,2015 quand ils étudier des eaux du barrage la variation du pH dans les eaux de surface est faible b). En effet, les valeurs de ce paramètre sont comprises entre 7,52 et 8,26. Cette faible variation est en rapport essentiellement avec la faible variation de la température des eaux de surface, et du taux de CO2 dissous.

V.1.2.1.2. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 10 cm :

Les figures 17 et 18 les résultats de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 10 cm :



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 17: Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 10 minutes.

Dans les premières semaines S1 et S2 , S3 : T0 pH mesuré est 7 mais les valeur dans T3 , T4 est 6.5 , T5 = 6.2 et T6 = 6.4 en semaines 1

La semaine dernière résultat enregistre dans T0 est 6.8 il n'y a pas un grande différence entre les première semaines .

T3 et T5 une baisse des valeurs de pH 5.5 et 5.9 . Cela indique un différence entre résultat de les primaires semaines .

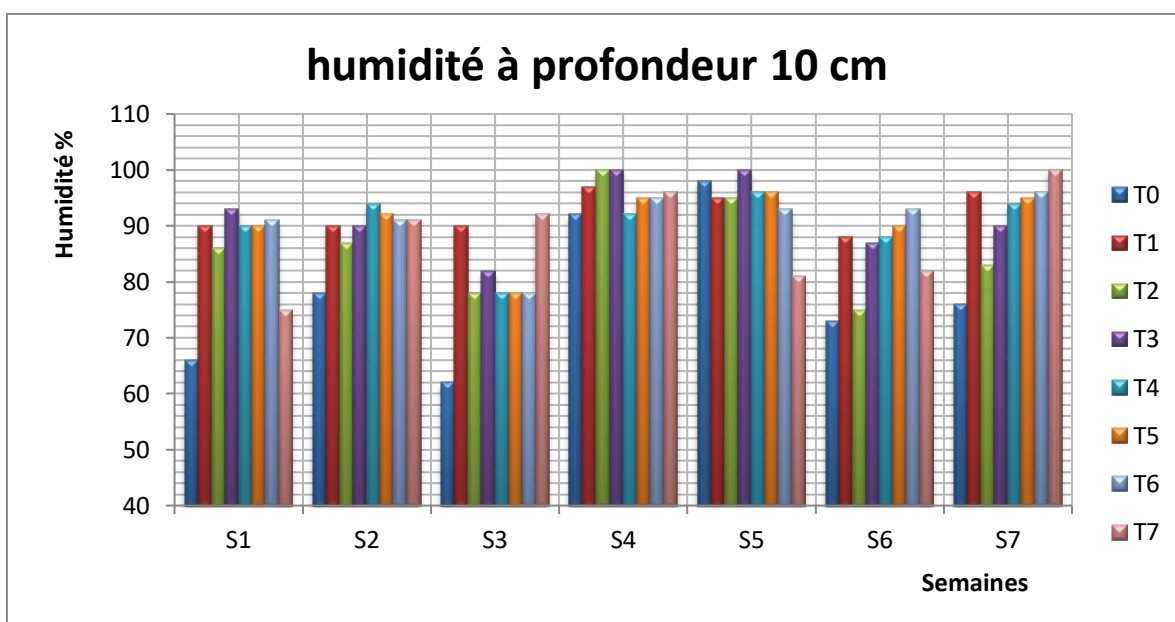
Martisen et al. (2014) ont aussi observé que l'ajout de biochar à des sols sableux, loam et loam sablonneux a favorisé le rendement de la culture de maïs. Les auteurs ont rapporté qu'une addition de 10 % de biochar a augmenté significativement la CEC et le pH, la

saturation en bases et a augmenté l'eau disponible à la plante tout en diminuant la disponibilité de l'Al³⁺ favorisant ainsi un meilleur rendement de la culture..

Le biocharbon à un aptitude qui s'opposer aux variation du pH (J.-H. Yuan & Xu, 2011; L. Wang et al., 2014).

Selon (Bolan et al. 2003), faible pH entraîner la réduction de la minéralisation de la matière organique.

Un pH élevé pourrait entraîner l'augmentation de la solubilité de la matière organique(Chan et Heenan 1999; Andersson et al. 2000).



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 18: Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 10 minutes.

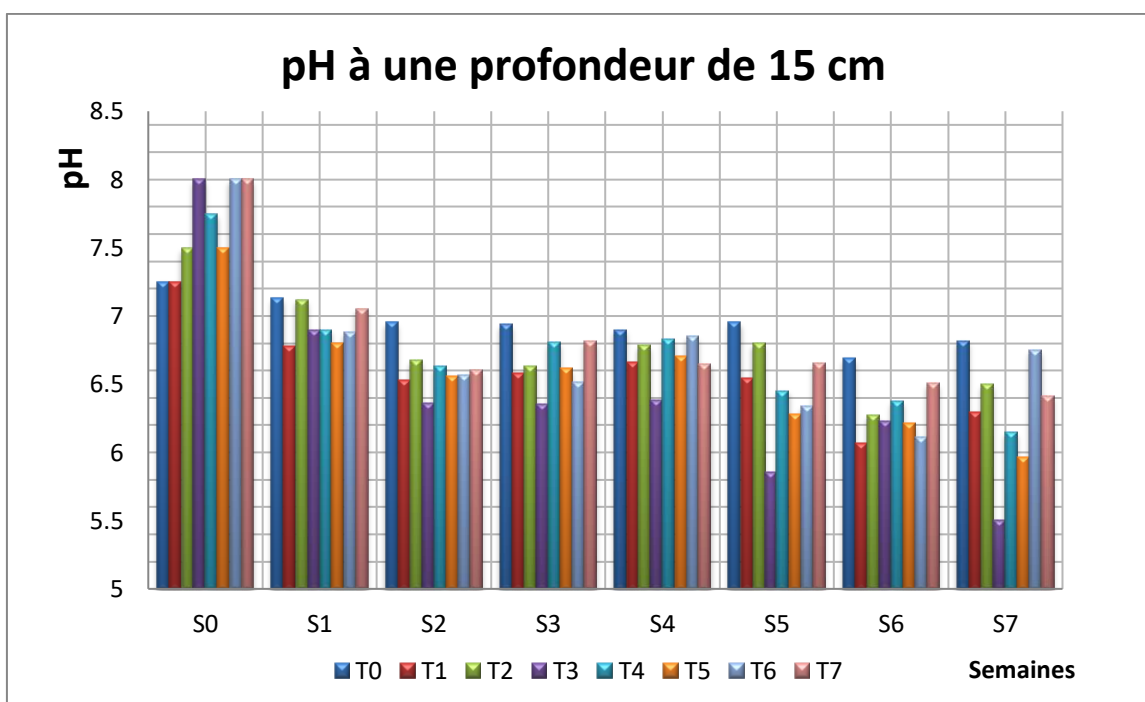
Dans T3 humidité 100% en S4 et S5 et même valeur de pH 6.7 mais en S7 on humidité 90% et le pH 5.5 .

On constate que l'humidité est faible dans T0 : témoin, sable et T2 : sable et N par rapport à celui-ci T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

La relation entre le pH et la capacité de rétention en eau du sol pour les différents traitements est inversement proportionnelle avec une bonne corrélation négative de l'ordre de $r = -0,63$. Chaque fois que la teneur en eau retenue par le sol augmente, nous avons une diminution du pH. (**Naima KOULL,2015**)

V.1.2.1.3. Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 15 cm :

Les résultats obtenus (figure 19) montrent les Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 15 cm



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6 :sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

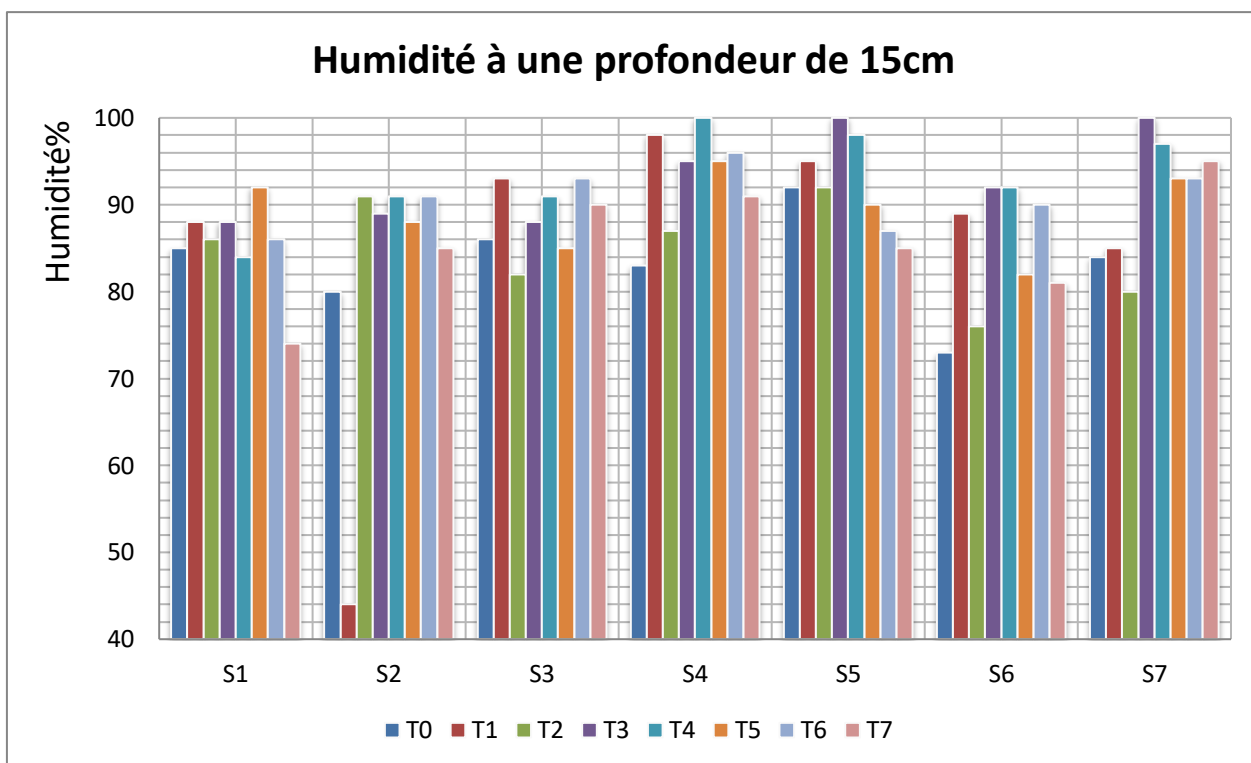
Figure 19: Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 10 minutes.

Pour les sols incorporé T1 et T7 par le matière organique valeur de pH à intervalle 6.3 à 6.8 .

Selon (**Naima KOULL,2007**) remarqué que le pH tend à diminuer chaque fois qu'on augmente la dose d'apport de la matière organique.

Pour les sol témoins et sol traité par bio-charbon on fait le même remarque à profondeur 10 cm.

Dans T3 : sable et biocharbon enregistré pH 5.5 en S₇.



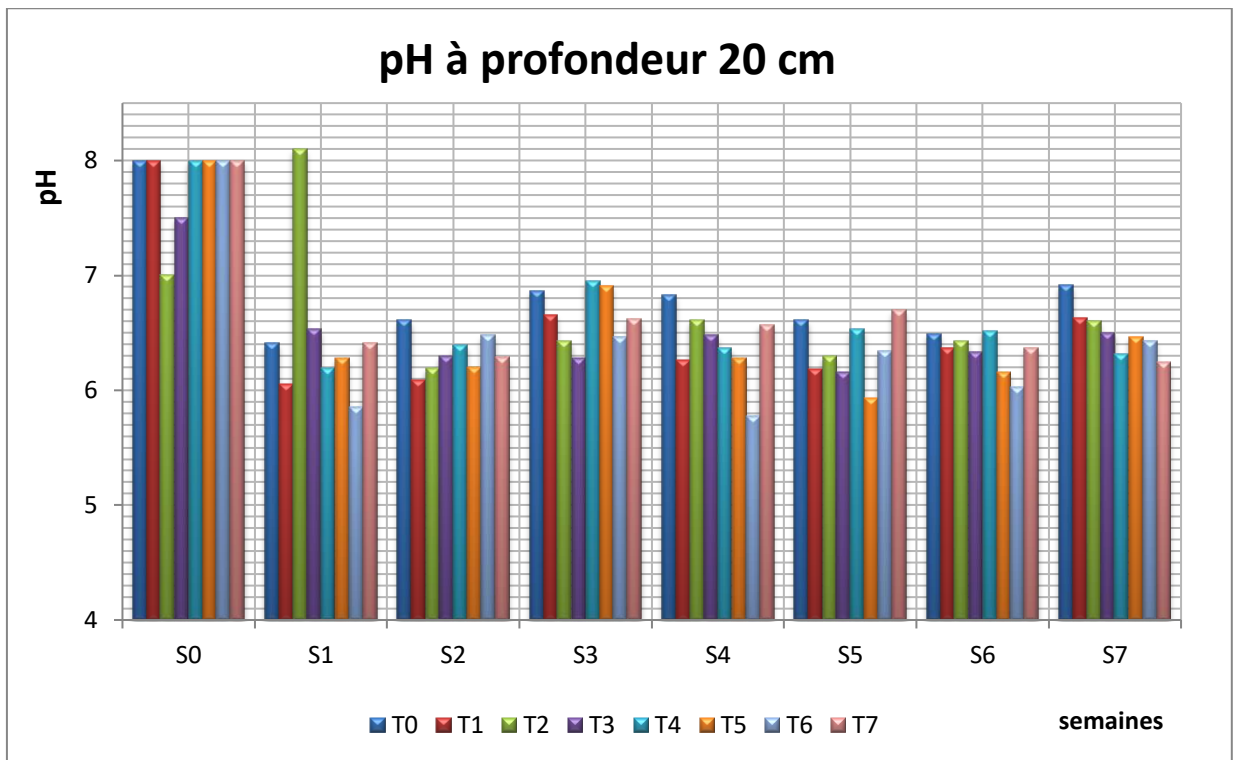
légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6;sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 20 : Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 10 minutes.

Pour le traitement 3 en S5 ET S7 avec des valeurs respectives 5.8 et 5.5 à même valeur d'humidité 100 %.

V.1.2.1.3. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 20 cm :

Les résultats de la Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 20 cm sont illustrés par la figure 21 et 22 :



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 21 :Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 10 minutes.

Dans T2 Valeur de pH enregistrée 8 en S1 mais S2 il y'a chute en valeur de pH 6 mais que les paramètres T3 T4 T5 T6 Il y a un équilibre entre valeur .

On remarque dans T0 :

Le pH à mesuré à profondeur 20 cm , variés de 6.4 à 6.9 . mais les valeurs de pH à profondeur 5 cm

Nous enregistrons consécutivement les semaines 1 et 2 , 3, 4,5 et 7 même valeur 7.

Pour T5 et T6 les valeurs plus basse enregistrée respectives de 5.9 et 5.7 en S5 et S4.

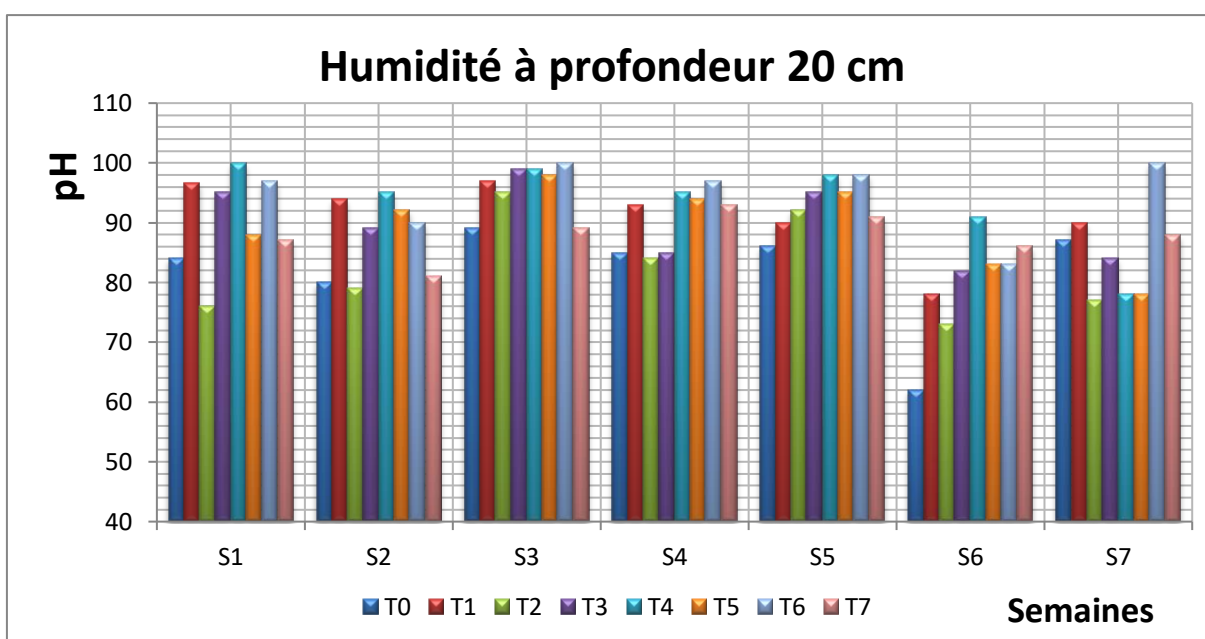
Le même remarque à les autre traitement .

Le résultat est également en accord avec l'étude sur des eaux du **barrage Bezirk dans le Cap Bon, Tunisie** on observe une diminution du pH quand la profondeur augmente, en particulier pendant le mois de Juillet. Cette diminution, serait en rapport essentiellement avec le bilan photosynthese(P)-respiration(R) et avec l'augmentation de la pression partielle du CO2 .(**Samira Melki et Moncef Gueddari , 2015**)

Le biochar peut être transporté en profondeur dans les sols par l'action de l'eau (percolation) (Czimczik et al., 2005; Preston and Schmidt, 2006)

On remarque le pH est variés au cours de temps par exemple on prélevée T5 : sable ; bio-charbon et N les résultats enregistrés sont S1=6.2 , S2=6.2 , S3= 6.9 , S4= 6.2 , S5= 5.9 , S6= 6.15, S7= 6.9 .

Le biochar augmente le pH des sols contaminés acides ou neutres , mais a aussi la capacité de diminuer celui de sols très alcalins. Les phases minérales et les groupes fonctionnels à la surface du biochar contribuent à neutraliser l'acidité du sol. (Frédéric Rees, 2015).



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6 : sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 22 : Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 10 minutes.

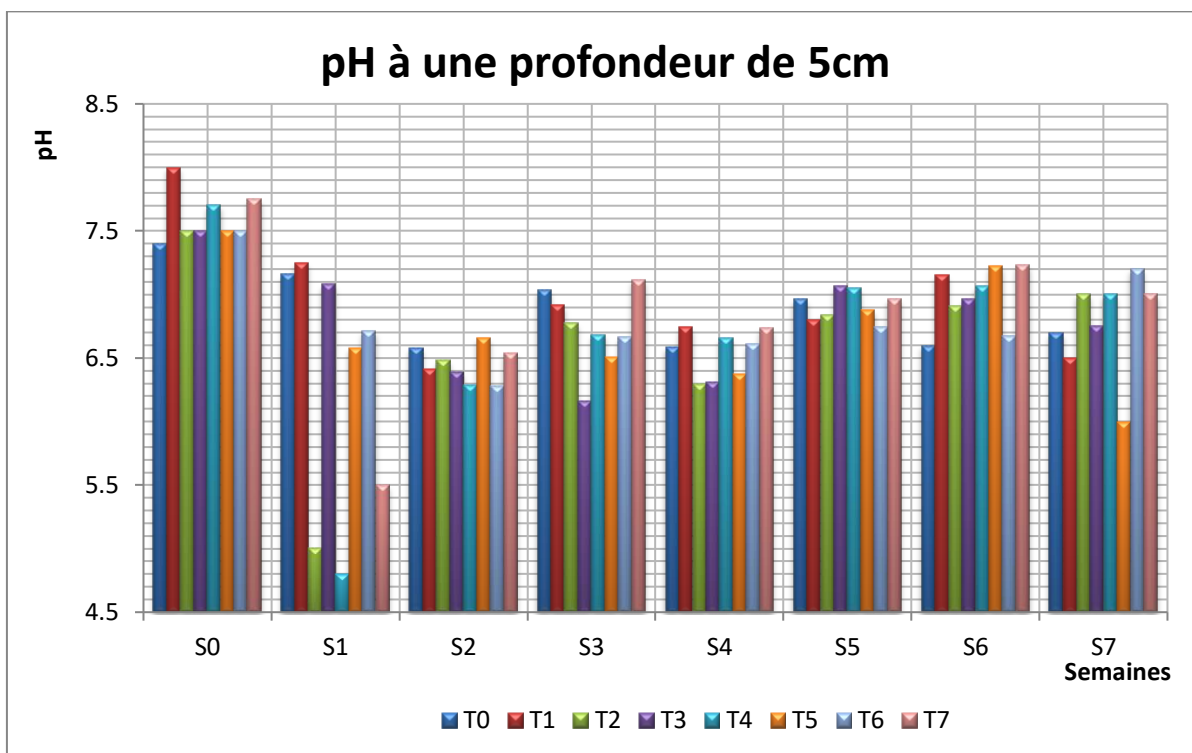
Généralement on observe une diminution du pH quand l'humidité et profondeur augmente , dans la plupart des traitements (T3 T4 T5 T6) et sol témoin.

De plus, Akhtar et al. (2014) ont montré que l'ajout de biochar au sol a augmenté l'humidité du sol sous un régime de déficit d'irrigation et d'irrigation partielle qui a engendré une amélioration dans la physiologie, le rendement et la qualité des fruits comparativement aux sols non amendés.

V.1.2.2. Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol après irrigation 1 H 30 minutes à différents profondeurs :

V.1.2.2.1. Résultats de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 5 cm après irrigation 1 H 30 minutes :

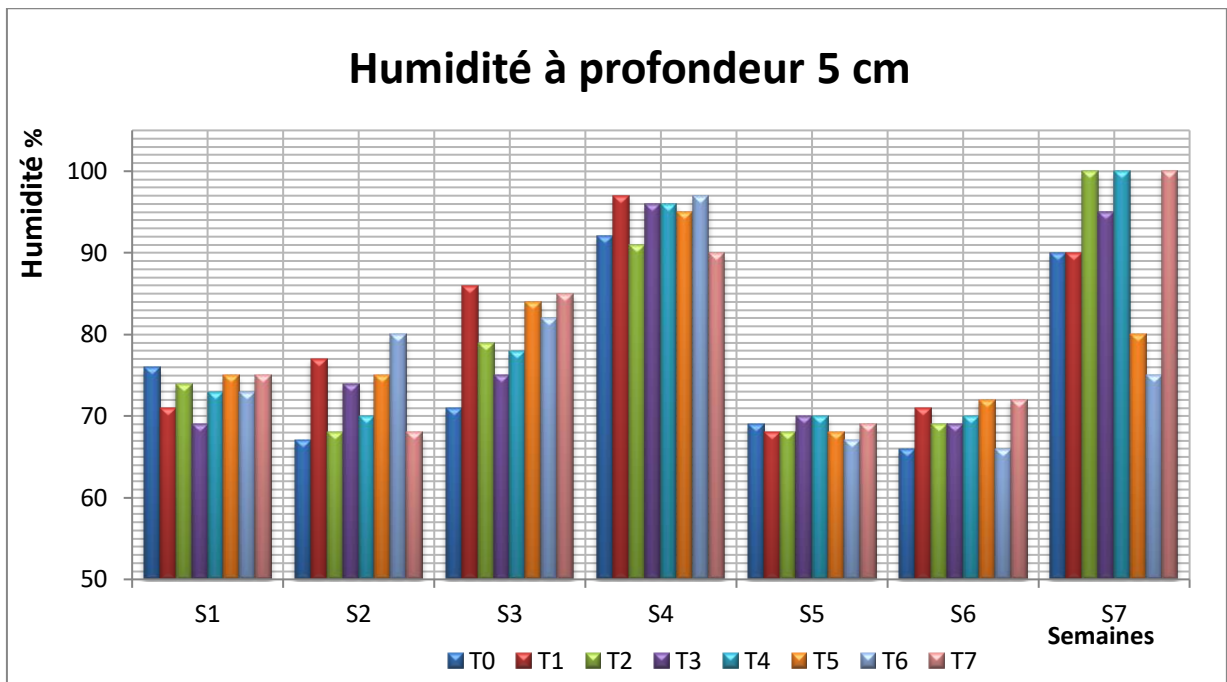
Pour les résultats pH à une profondeur de 5 cm (Figure 23)



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 23 : Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 5 cm après irrigation 1H30 minutes.

Pour les résultats humidité à une profondeur de 5 cm (Figure 23)



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 24 : Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 5 cm après irrigation 1H30 minutes.

En semaine 2:

On remarqué un diminution de valeur d'humidité 80% à 67 % dans Tous les traitement et le sol témoin mais valeur de pH est entre 6.5 à 6.2 .

en comparant les résultats de pH et humidité après irrigation 10 minutes et les résultats 1 heures 30 minutes : on observe les valeur d'humidité et pH est diminué.

En semaine 4 :

On remarque un augmentation de valeur d'humidité 90 % à 97% dans T0,T1,T2,T3,T4,T5,T6,T7 et le pH enregistre entre 6.5; 6.7; 6.2; 6.1; 6.6; 6.5; 6.6; 7.1 respectivement .

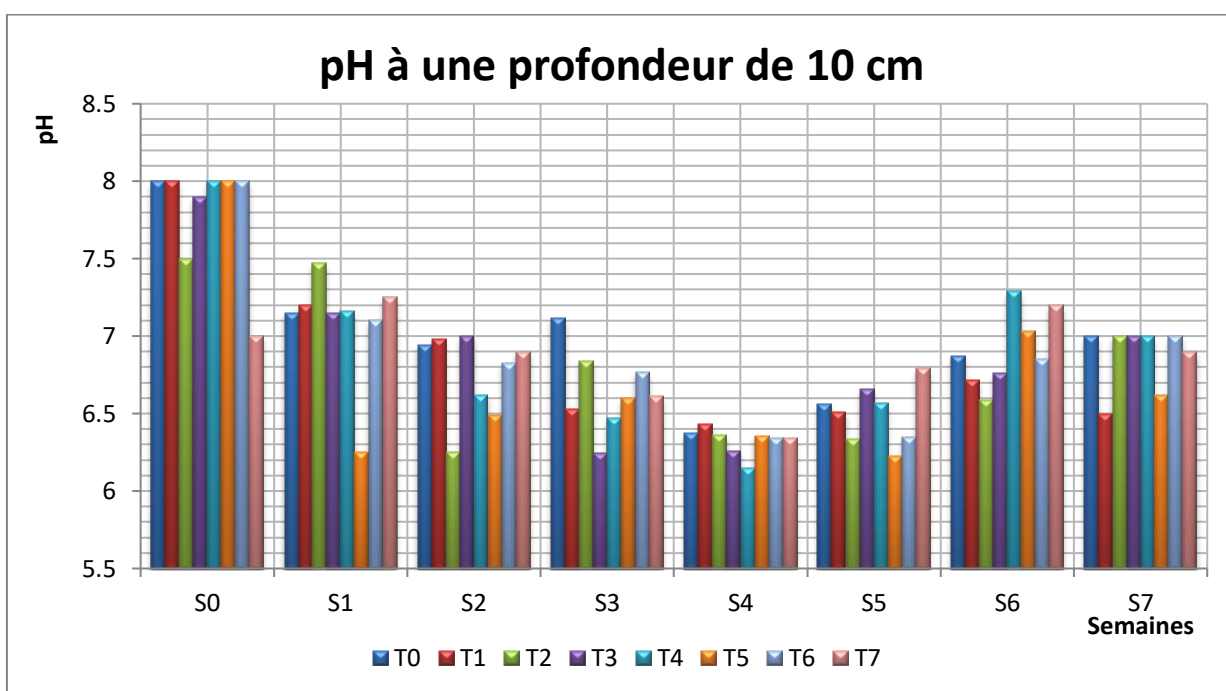
on observe un augmentation des valeurs d'humidité Comparez-le pour mesurer 5cm après irrigation 10 minutes En revanche le pH diminué.

Bien que l'humidité soit faible par rapport à l'humidité enregistrée en semaine 4, on remarque une diminution du pH et cela peut être dû à la température. Où dans la semaine 2 la température moyenne est de 15° C et la semaine 4 est de 21°C.

Le Réseau Piscine spécialisé dans l'analyse et l'équilibre de l'eau de piscine, Il a mené une étude sur l'eau et a trouvé : Lorsque la température augmente, le pH neutre n'est plus de 7 mais de 6.5 à 60°C. Inversement, si la température de l'eau pure est de 5°C son pH sera supérieur à 7 donc une eau pure dont le pH est de 7 est une température de 5°C, son pH est acide.

V.1.2.2.2. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 10 cm après irrigation 1 H 30 minutes :

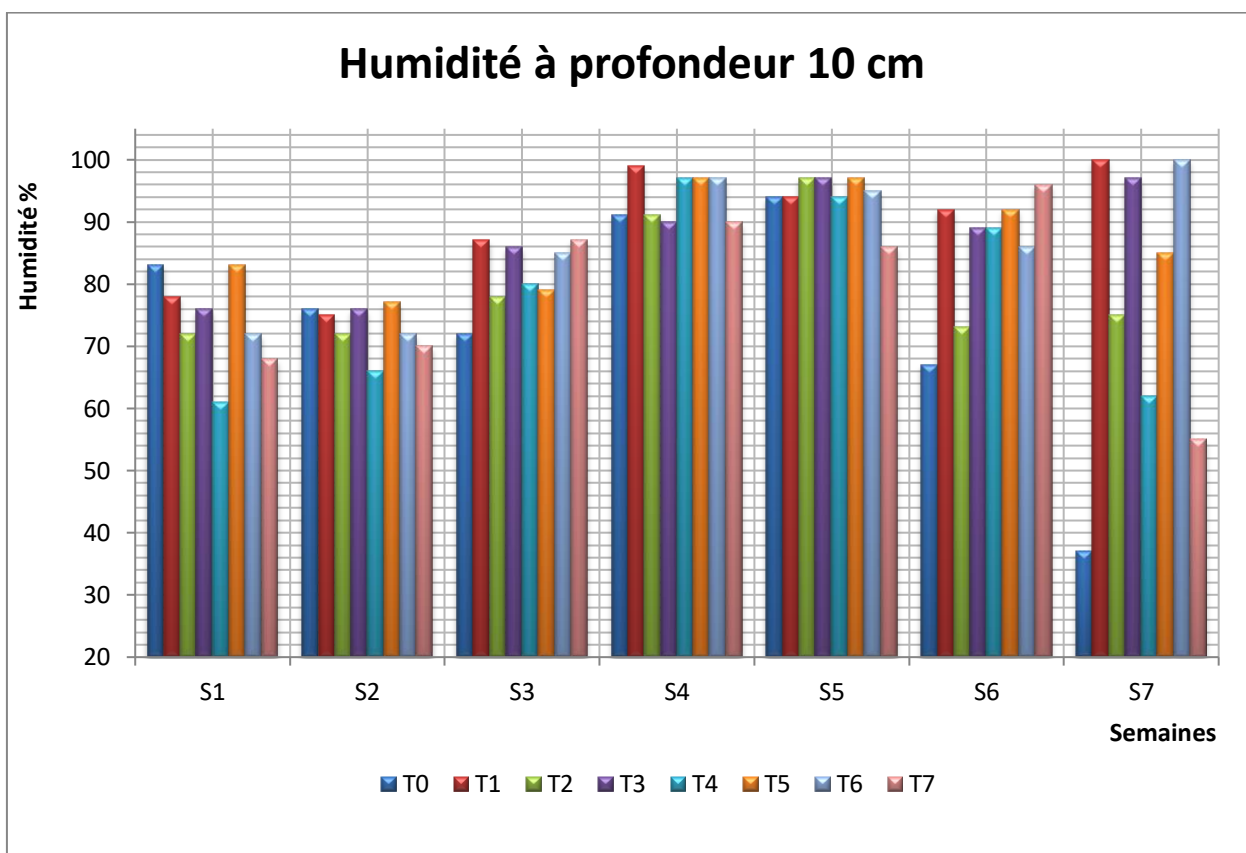
Les résultats (figure 25 et 26) montrent mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 10 cm après irrigation 1 H 30 minutes .



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 25:Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 1H30minutes.

Après irrigation 10 minutes enregistre pour T3 ,T4, T5 et T6 les résultats respectivement : 5.5 et 6.1 , 5.9 , 6 et pour pH sol témoin est 6.8 mais Après irrigation 1 heures 30 minutes on observé un augmentation des valeur pH 7 , 7 , 6.6 et 7 et T0 = 6.8.



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

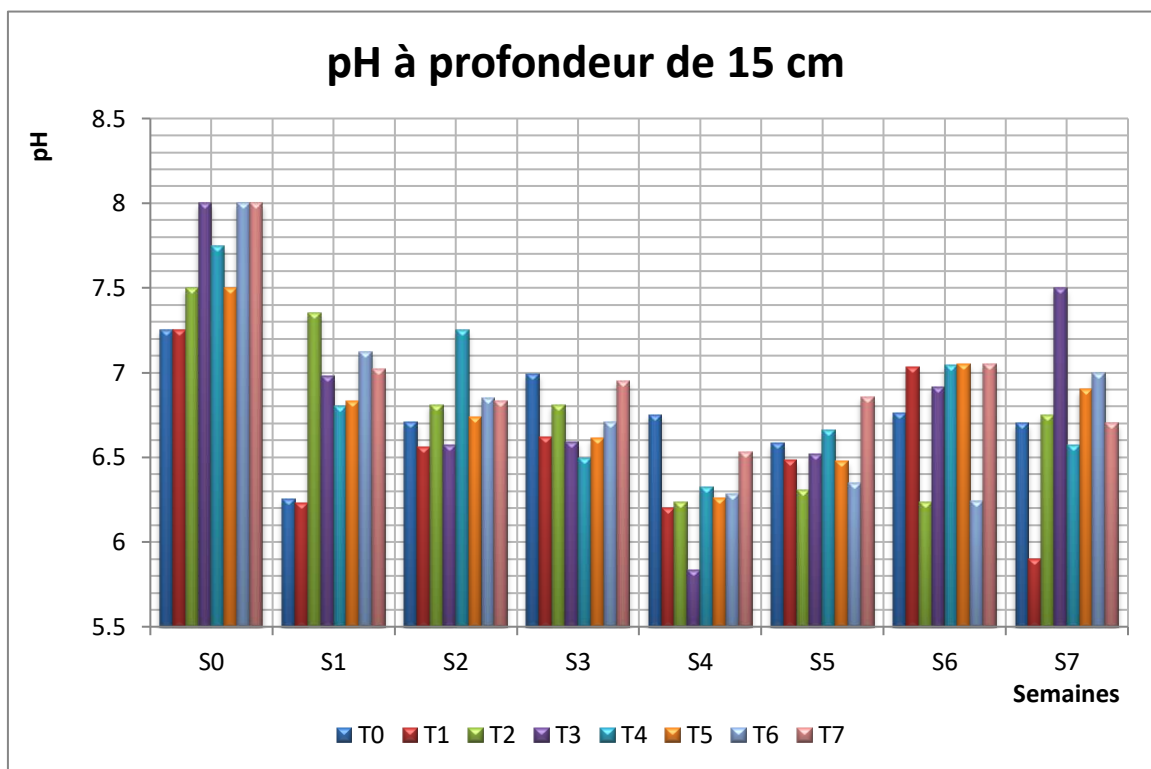
Figure 26 : Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 10 cm après irrigation 1H30 minutes .

Pour T3 et T5 et T0 valeur humidité augment par apport les résultats enregistre après irrigation 5 minutes mais T4 T6 les valeur est diminue .

Nous confirmons la suggestion que le pH contrôle l'humidité et la température .

V.1.2.2.2. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 15 cm après irrigation 1 H 30 minutes :

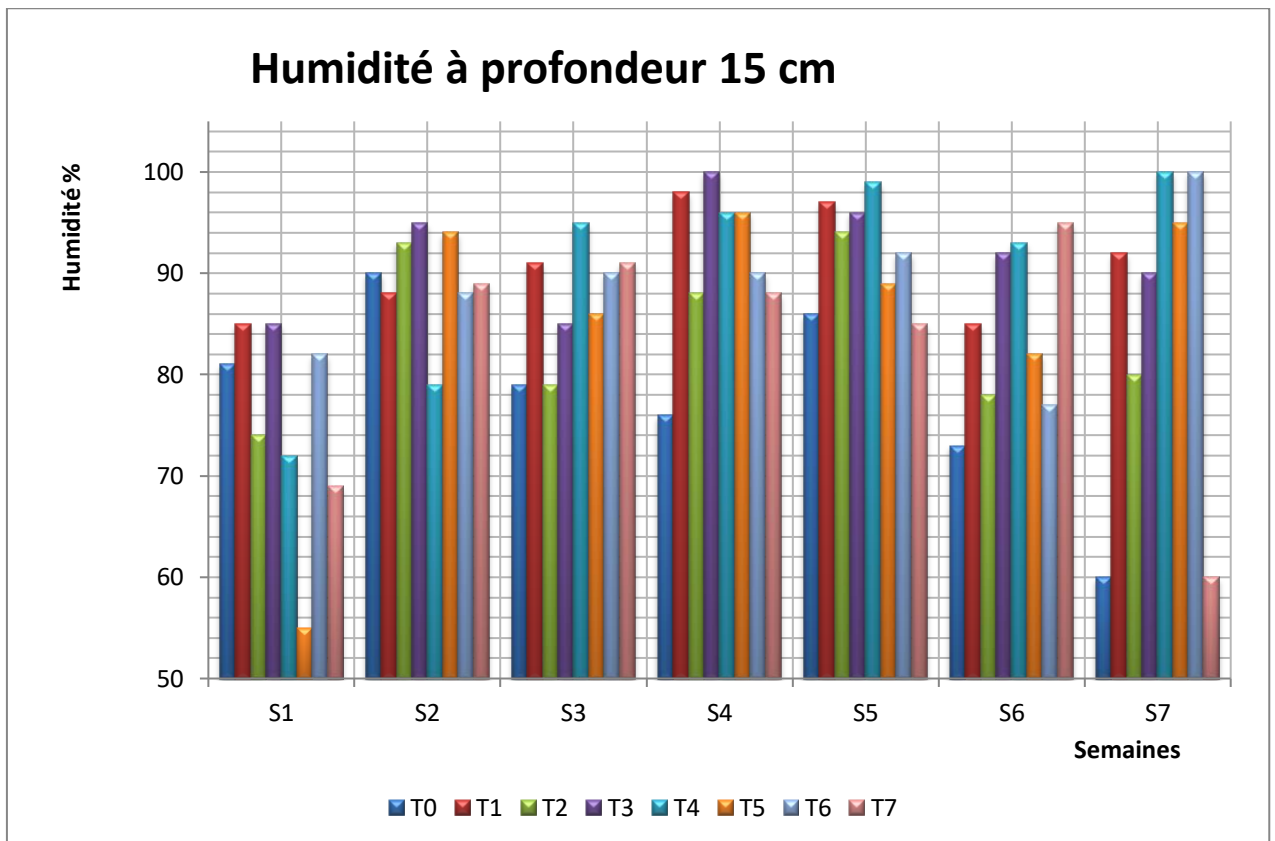
les figure 27 et 28 En dessous représente Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 15 cm.



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 27 : Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 1H30 minutes.

Même remarque plus profondeur augment le pH diminue et en augmenté la période après irrigation le pH diminue .



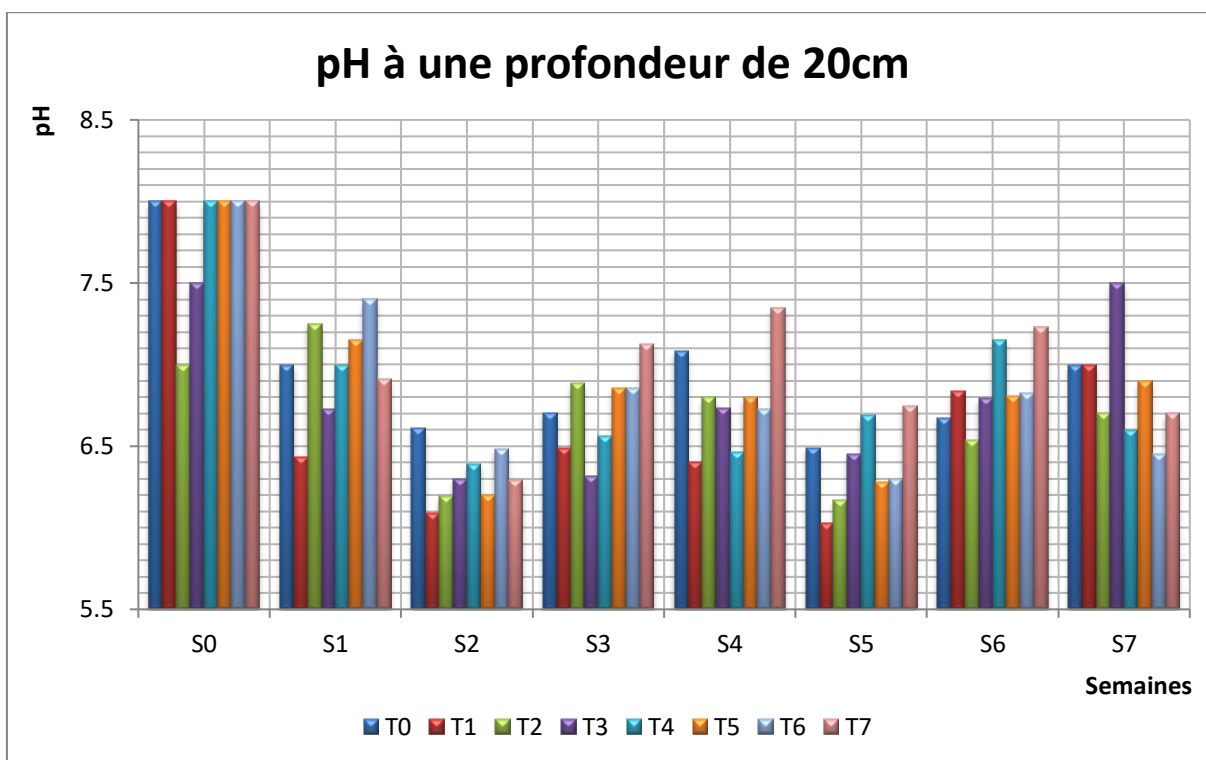
légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure28 : Histogramme Mesure de humidité des sols à une profondeur de 15 cm après irrigation 1H30 minutes.

Pour T4, T5 et T6 humidité augmente par apport valeur humidité mesure à après irrigation 10 minutes , mais dans le sol témoin il ya un diminution .

V.1.2.2.2. Résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 20 cm après irrigation 1 H 30 minutes :

Les figure 30 et 31 résulta de Mesurer le pH et humidité du sol à profondeur 20 cm.

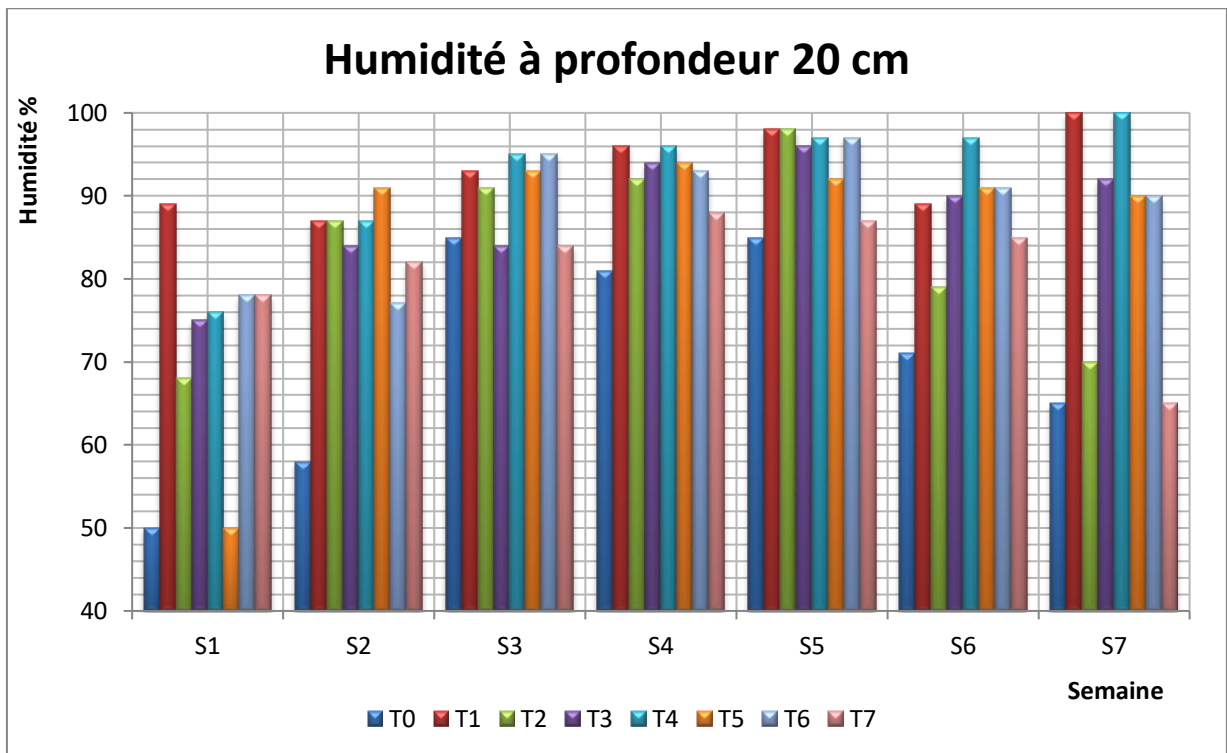


légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 30 : Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 1H 30minutes.

Semaine 4

On remarque un augmentation de pH par apport les valeur mesurés 10 minutes dans la plus par de semaine.



légende; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et biocharbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et N ; T6: sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 31 : Histogramme Mesure de pH des sols à une profondeur de 20 cm après irrigation 1H30 minutes.

Dans ce profondeur le faible humidité enregistré en T0 on remarqué un diminution par apport humidité enregistré après irrigation 10 minutes.

Pour T₃ , T₄ et T₅ et T₆ les valeur humidité à intervalle 90 % à 100% en S4 jusqu'à S7 .

L'ajout de biochar a affecté les caractéristiques physiques du sol en influençant la réponse du sol à l'eau, à l'agrégation et aux réactions dynamiques du sol ainsi que la perméabilité aussi bien que la capacité à retenir les cations sans compter ses effets indirects sur les propriétés biologiques et chimiques dans le sol (Lehmann et Joseph, 2009).

Synthèse :

Tableau 04: Le statut acido-basique des sols selon le projet PNUD/FAO.

Echelle	0	2	3	4	5	6		
pH	4	4.5	5	5.5	6	6.5 7	7.5 8 8.5	
Degré	Très acide	Acide		Peu acide		Neutre	Peu alcalin	alcalin

En se basant sur le tableau des classifications des sols selon leur pH (tableau.4), on peut conclure que les sols traité par biocharbon ont un pH variée: peu acide , Neutre.

Tableaux 05 : effet de pH sur la nutrition des plantes.

Une faible pH	provoque la réduction de la minéralisation de la matière organique .
pH < 5	Acidité forte => un excès d'absorption d'aluminium qui est toxique pour les plantes .
Un pH élevé	Entrainer l' augmentation de la solubilité des matière organique .
5.5 à 6.5	pH optimale pour la plante .

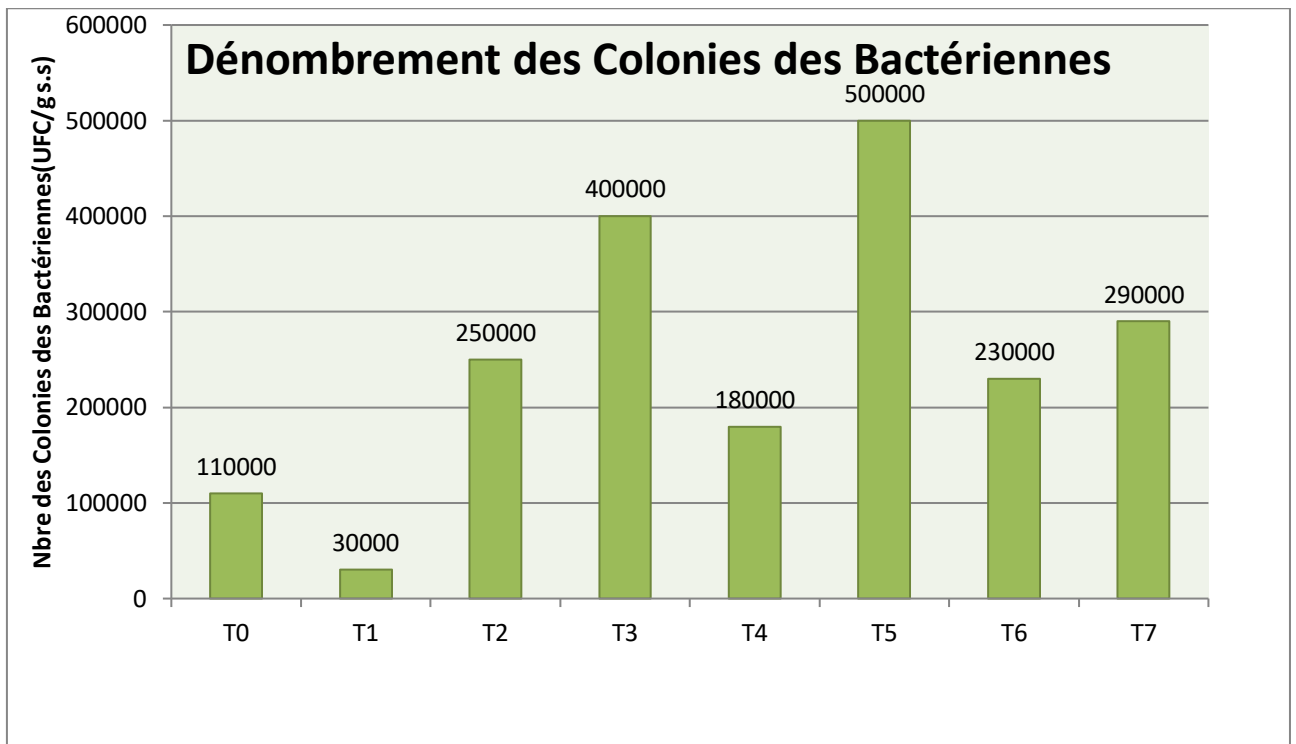
D'après la (Tableaux 02) 5.5 à 6.5 pH optimale pour la plante .

Le biocharbon possède un fonction de pouvoir tampon pour assuré un bonne nutrition de la plante.

VI.1.2. L'Effet du Bio-Charbon sur les Propriétés Biologiques du Sol

VI.1.2.1 L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes

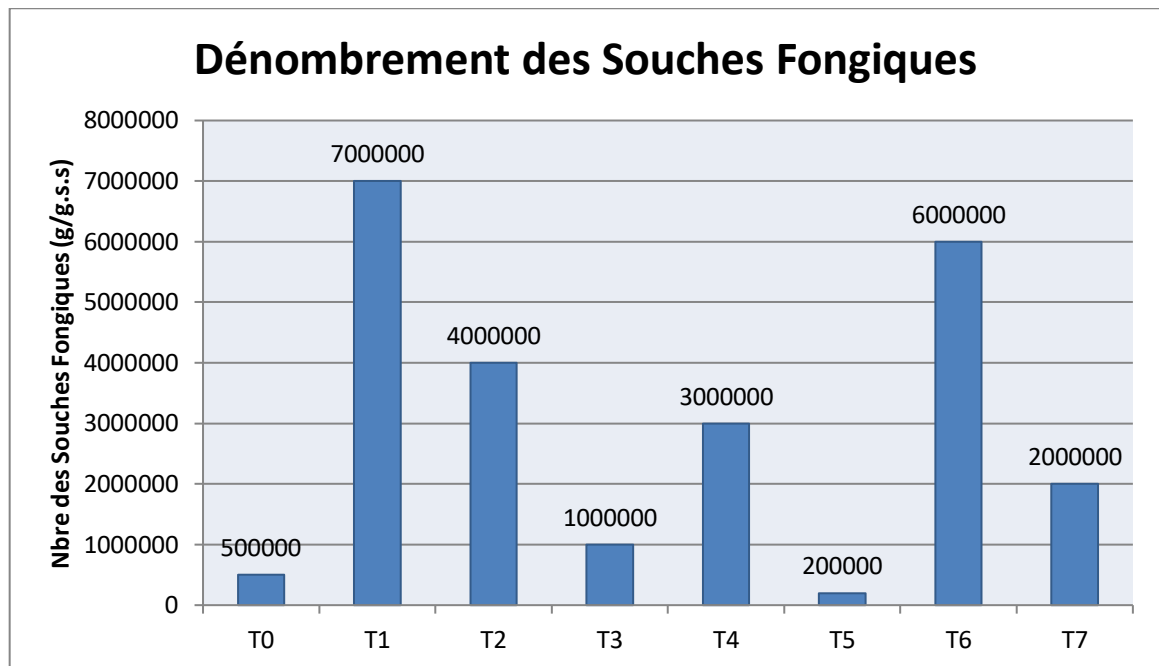
Les résultats obtenus sont illustrés au niveau de la figure 24



légende : T0 : témoin absolu, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et N ; T3 : sable et bio-charbon ; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; biocharbon et N ; T6 : sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N.

Figure 32 : Nombre de colonies bactérienne.

Les résultats (figure 24) montrent que le nombre de bactéries est élevée dans T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T3 (sable et bio-charbon) : les résultats sont : 5×10^4 et 4×10^4 respectivement par rapport le traitement T0 (témoin, sable) ; T1 (sable et matière organique) on observe une diminution du nombre des clonies bactériennes 11×10^3 et 3×10^3 . En T2 : sable et N et; T4 : sable ; bio-charbon et matière organique , T6 : sable ; bio-charbon, N et matière organique ; T7 : sable ; matière organique et N avec des valeurs respective: 25×10^3 , 18×10^3 , 23×10^3 , 29×10^3 .



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

Figure 33 : Dénombrement des Souches Fongiques.

Les résultats obtenus pour le nombre de champignon présentés dans la figure33 montrent que : pour; T1 : (sable et matière organique)= 7×10^5 ; T2 : (sable et azote) = 4×10^5

T6 :(sable, bio-charbon, azote et matière organique)= 6×10^5 . mais T0 (témoin, sable) nombre de colonie 5×10^4 .

Pour T3 , T4 , T5 et T7 résultat sont : 1×10^5 , 3×10^5 , 2×10^3 et 2×10^5 respectivement.

Dans la plupart des cas étudiés cependant, l'ajout de biochar a pour effet d'augmenter la biomasse microbienne (Lehmann et al., 2011).

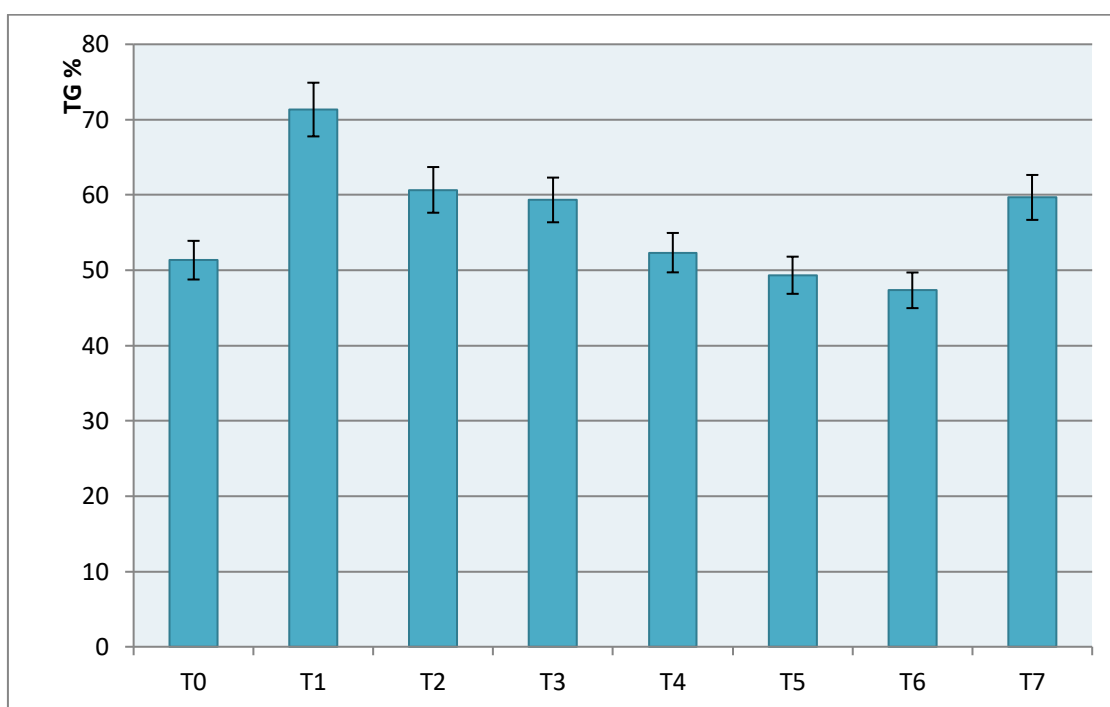
Les effets du biochar sur la disponibilité des nutriments pour les microorganismes sont donc très variables en fonction des études (**Warnock et al., 2010**). En augmentant la CEC, la capacité d'adsorption du sol, en améliorant le pH et en apportant des nutriments, le biochar a un potentiel de fertilisation irréfutable (**Lehmann et al., 2011**).

VI.2. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement de Blé Dur au Niveau l'Expérimentation:

VI.2.1. L'Effet de Bio-Charbon sur Les Paramètres de Développement

VI.2.1.1. Taux de Germination :

Les résultats de les pourcentages de germination au niveau parcelle expérimental figure (34)



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

Figure 34 : Histogramme Représentant Taux de Germination de Blé Dur de la Variété ' Hedba ' en Condition Expérimental.

D'après les résultats du test de l'ANOVA pour le taux de germination .Le pourcentage de germination n'a décelé aucun effet significatif ($p = 0.618 > 0.05$).

Remarque ; la première germination a été observé après 9 jours qui date des semis dans la parcelle de traitement T3 : sable et bio-charbon ; T4 : sable, bio-charbon et matière organique ; T5 : sable ; bio-charbon et azote et T6 : sable, bio-charbon, azote et matière organique, après

11 jours de date des semis dans parcelle de traitement ; T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique et T7 : sable, matière organique et azote.

- ✓ Dans le groupe a nous retrouvons le sol non traité par bio-charbon (T₀ et T₂) cultivé avec un taux moyen de levée de 55.99 % .
- ✓ Le sol traité par bio-charbon (T₃ et T₅) cultivé avec un taux moyen de levée de 55.99%.
- ✓ On remarque les sols contentent a bio-charbon et matière organique 59.49 %.
- ✓ Finalement le sol incorporé par matière organique : 65.49%.

L'ajout de biochar aux substrats biologiques n'a pas eu d'impact significatif sur la croissance des plants tout au long des 24 semaines de production . Cependant, pour les derniers mois de culture (août à octobre 2013), (**Sara Laurin-Lanctôt**, 2015)

VI.2.1.2 Stade 2 à 3 Feuilles

Dans la parcelle de traitement T2 : sable et azote Se caractérise par une croissance des plants lente dans le stade de 2 à 3 feuilles .

VI.2.1.3 Stade Tallage

On observe le premier tallage au niveaux T7 (sable, matière organique et azote) , puis dans le parcelle de traitement T3 (sable et bio-charbon) et en dernier dans T1 (sable et matière organique) ; T4 (sable, biocharbon et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T0 (témoin, sable) ;



Figure 35: Stade Tallage

On observe les couleurs des feuilles Jaunâtre de ce stade au niveau les parcelles traitement T2 (sable et azote). A cause de l'absence des éléments nutritifs.(figure36)



Figure 36 : Stade Tallage .

VI.2.1.4 Stade Montaison :

Ce stade caractérisée par la dernière feuille est encore enroulée sur elle-même ; le limbe la dernière feuille est entièrement étale, la ligule est visible.

On observé les primaire apparition de ce stade dans : les parcelles T1 (sable et matière organique); T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T7 (sable, matière organique et azote). en denier aux parcelles de traitement T0 (témoin, sable) ; T2 (sable et azote). T5 (sable, bio-charbon et azote).

D'une part, l'accumulation de matière organique dans ces substrats a favorisé de prime abord les propriétés physico-chimiques du sol et a amélioré l'activité biologique résultant à une meilleure disponibilité des éléments nutritifs pour la plante. (**Sara Laurin-Lanctôt**, 2015).

V.2.1.5 Stade l'épiaison:

On remarque les primaire apparition **Stade l'épiaison dans** les parcelles T1 (sable et matière organique); T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T7 (sable, matière organique et azote). en denier aux parcelles de traitement T0 (témoin, sable) ; T2 (sable et azote). T5 (sable, bio-charbon et azote) et T3 (sable, N).

On remarque les parcelle qui contient à bio-charbon T₃ et T₄ en retard de leur croissance Les auteurs ont affirmé que la réduction du rendement était liée à une diminution de la disponibilité de certains oligo-éléments (Cu²⁺, Fe²⁺, Mn²⁺ et Zn²⁺). (**Sara Laurin-Lanctôt**, 2015).

VI.2.1.6 Formation et Maturation des épis

La formation des épis se fait après 2 mois et demi de la date de semi (10/ 02 / 2021) Nous présentons la photo de la (figure 32) qui représente la maturation des épis.

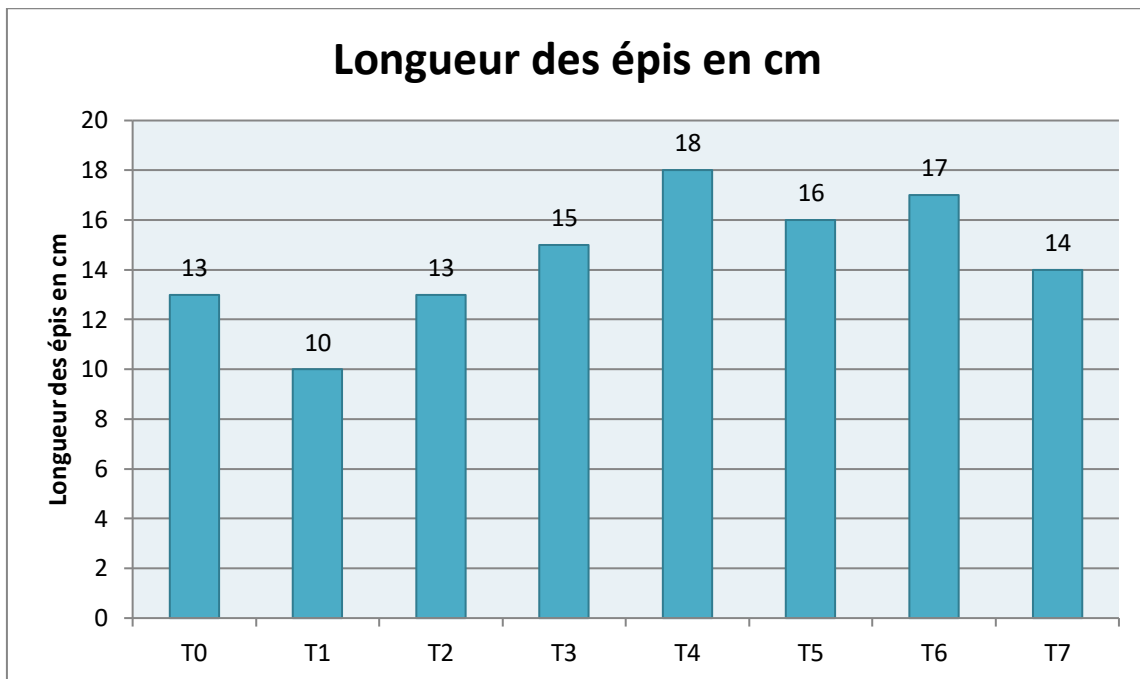


Figure 37 : Stade de Formation et Maturation des épis

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

V1.2.2.1 Longueur des épis :

Le figure suivant représente longueur des épis en cm.



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

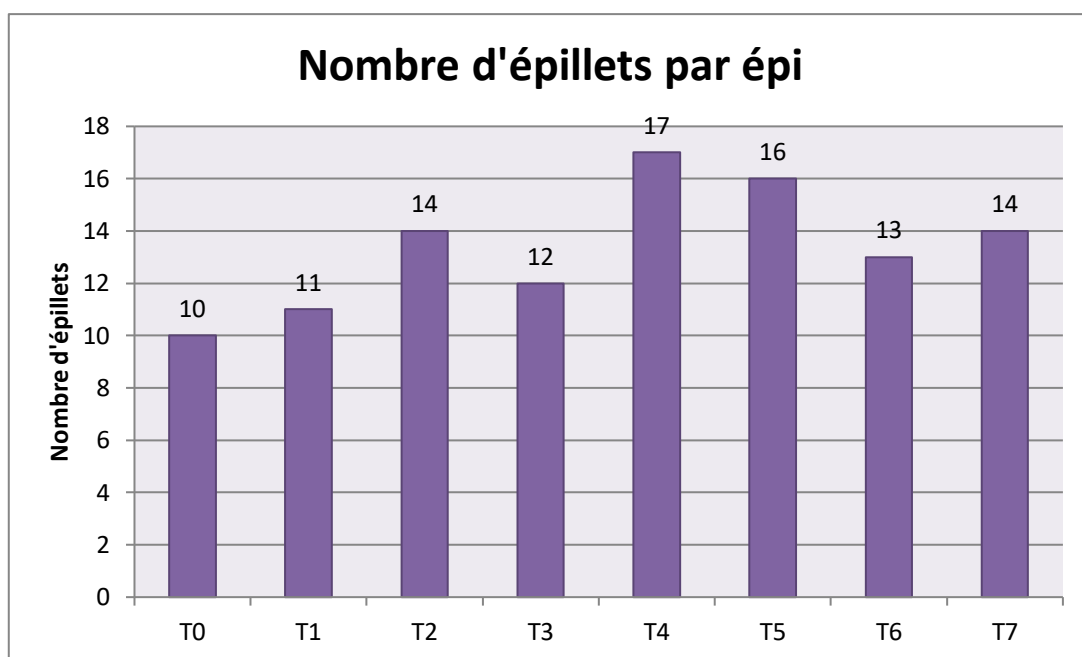
Figure 38 : Histogramme Représentant de Longueur des épis blé dur .

À partir de ces résultats Nous remarquons que la longueur des épis du traitement T4 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) T5 : (sable, bio-charbon et azote) T6 : (sable, bio-charbon, azote et matière organique) est élève que les autres traitements T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique ; T2 : sable et azote ; T3 : sable et bio-charbon ; T3 (sable et bio-charbon); T7 : sable, matière organique et azote. Les résultats sont 18 ; 17; 16 ; 15; 14 ; 13 ;13 ; 10 cm, respectivement.

Le biochar peut avoir des effets physiques directs et indirects sur la croissance des plants en contribuant à une pénétration des racines plus en profondeur et à une meilleure disponibilité de l'eau et de l'air dans la zone racinaire (**Downie et al., 2009**).

VI.2.2.2 Nombre d'épillets par épi

Au niveau de la figure 39 les résultats de nombre d'épillets par épi



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

Figure 39 : Histogramme Représentant de Nombre de Grains de Blé par épi

Nous remarquons un petit nombre d'épillets par épi T0 : témoin, sable ; T1 : sable et matière organique résultats sont 10 et 11 par rapport T2 : sable et azote ; T4 : sable, bio-charbon et matière organique ; T5 : sable, bio-charbon et N ; T6 : sable, bio-charbon, azote et matière organique ; T7 : sable, matière organique et azote les résultats sont 14,17,16,13 et 14.

Au cours quatrième année bio-charbon continuant dans le sol l'amendement en biochar des sols nous remarque n'a eu aucun effet significatif sur les paramètres liés à la plante.

Nombre d'épillets par épi dans T3 (sable et bio-charbon) est 12 ont diminué en présence de biochar pour un autre type de sol testé avec le taux en biochar le plus élevé (T2 et T7). Les auteurs ont affirmé que la réduction du rendement était liée à une diminution de la disponibilité de certains oligo-éléments.

Selon **Steeve Pepin 2014** , L'amendement des sols en biochar n'a eu aucun effet sur la croissance des plantes . Aucune interaction significative n'a été observée entre les traitements de biochar et les types de sol. D'autre part, le type de sol a affecté significativement les paramètres de croissance des plantes. Le rendement en fruit n'a pas été influencé par l'apport de biochar au sol. Cependant, les fruits provenant des plantes cultivées dans des sols amendés en 10 % biochar avaient 20 % moins de microfendillement que les fruits plantes témoins. Cela pourrait s'expliquer par la grande capacité de rétention en eau du biochar et par conséquent, par une plus faible variation de la quantité d'eau disponible pour la plante (**Dorais et coll., 2004**).

Conclusion Générale et Perspectives

Le sol de la région d'El Oued est un sol sableux caractérisé par un faible capacité de rétention d'eau et élément nutritive , dépourvu de matière organique et d'argile est donc pratiquement sans pouvoir tampon et pH alcalin .

Le bio-charbon possède le fonction de pouvoir tampon est très important pour régler le pH du sol.

Le premier objectif du présent travail consiste à étudier L'une des fonctions importantes de la biocharbon est " pouvoir tampon d'un sol sablonneux traité par biocharbon d'origine végétale cultivé avec blé , consiste à faire une mesure de pH et humidité sur terrain et étude microbiologique des mêmes sols afin de dénombrer la microflore bactérienne et fongique et affiné étude biométrie de plante.

Les résultats de ces analyses montrent que :

la conductivité électrique les sols et sol témoins sont de qualité excellente et il n'y'a pas une différence significative entre les différents traitements.

Le pH acide enregistré dans T5 (sable,biochar,N) et T6 (sable, biochar , matière organique , N) les valeurs plus basse enregistrée respectives de 5.9 et 5.7 .

Pour le sol témoin généralement neutre et alcalin .

Pour les T3 , T4 , T5 , T6 les valeur pH est peu acide et optimale pour la plante le même remarque pour les sol incorporé par matière organique .

On passé à L'effet de Bio-Charbon sur Développement des Communautés Microbiennes :

Les parcelle qui caractérisé par un forte activité Bactérienne est T3 et T5 et pour Les grande nombre des souche fongique T1 et T6.

CHEMSA .Y , à étudier évolution d'un sol sableux amélioré avec bio-charbon d'origine végétal dans la région D'El-oued.

Obtenu les résultats suivants :

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

Le bio-charbon influence sur le caractère physique du sol en augmentant la rétention en

eau du sol et diminue l'infiltration de sol

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

Le bio-charbon considéré comme un autorégulateur pour le pH du sol effet tampon

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

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

Références Bibliographiques

A. Zaater et al. Journal of Fundamental and Applied Sciences , 2018, 10(3), 193-208

BEKAKRA.S, GAID.L , 2017 . Etude de l'effet de bois raméal fragmenté BRF et matière organique sur évolution des propriétés physico-chimiques de sol sableux (El- Oued) et sur la croissance de pomme de terre (var. Spunta) . 35p ; Algérie: Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED ,Master Académique en Sciences biologiques .

BENAMEUR . F, 2017. Etude de la variabilité spatiale de quelques paramètres pédologiques en surface de sol dans la région de Ouargla., Algérie: UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA,04p. Master Académique en Sciences Agronomique.

BENTICHA . M , TAMMA . D , 2017. Etude l'effet de bois raméal fragmenté BRF et matière organique sur évolution des propriétés microbiologiques de sol sableux (El- Oued) et sur la croissance de pomme de terre (var. Spunta). Algérie : Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED,33 et 34p. Mém magistère en Sciences Biologique .

BEN ALI. A, 2014. Contribution à l'étude de l'effet du travail du sol sur biomasse microbienne d'un sol oasien (Cas de l'exploitation de l'université Ouargla). Algérie : UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA,22p. Mém Ingénieur d'état en sciences agronomique .

Boris Merlain Djousse Kanouo, 2017. Production et utilisation du biochar pour l'amendement des sols rouges lessivés tropicaux; Québec, Canada,5p Thèse Doctorat en sciences forestières.

CHEMSA Yousra,2019. Contribution à l'étude de évolution d'un sol sableux amélioré avec bio-charbon d'origine végétal dans la région d'El-oued. El -Oued, Algérie : Universite Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, 70 p.Mém Master Académique en sciences biologique.

Dali. M , Iddir. O , 2018 . Etude physico-chimique et microbiologique d'un sol pollué par les hydrocarbures avant et après traitement par phytoremédiation. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou,19 p Mém Master Académique en Ecologie et Environnement.

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 administree a un sol sableux dans la région d'el-oued en utilisant un bio-charbon comme amendement au sol. El -Oued, Algérie : Universite Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, 71p.Mém Master Académique en sciences biologique.

DAOUDI.M, EL AABIDI.J, 2015. Etude de la qualité des eaux d'irrigation et du sol au niveau du secteur N'fis N1-2;Marakech,Maroc, Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences et Technique, 20p .Mém Licence Sciences et Techniques.

Données climatiques: Algérie - Tutiempo.net. <https://fr.tutiempo.net/climat/algerie.html>.

Frédéric Rees, 2014. Mobilité des métaux dans les systèmes sol-plante-biochar; Université de Lorraine,134p. thèse doctorat Sciences agronomiques.

FERHAT. C, 2018. Effet du biochar sur la fertilité du sol Essai sur Secale cereale L. Algérie: UNIVERSITE BATNA 1 ,18 et 24p. Mém magistère en Sciences Agronomiques

KOULL Naima,2007. Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région de Ouargla. Algrérie , UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA. Mém Magester en sciences Agronomie Saharienne.

KORTI . A , AMER . F , 2020 . Diagnostic thématique de l'exploitation agricole vis-à-vis l'environnement dans le contexte saharien (d'El Oued). Université Echahid Hamma Lakhdar El –OUED,10 p ;Master Académique en Sciences biologiques.

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), Algérie: UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA,41p. Thèse de Doctorat en sciences Spécialité : Hydraulique.

Texture du sol .

http://www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706f/x6706f06.htm.

ITGC, 2015 ; Centre National de Contrôle et de Certification des semences et plants, Bulletin des variétés de Céréales autogames El Harrach- Alger,255p.

Inconnu,2013. Cours de physique du sol

Inconnu ,2014 , Analyse et interprétation des résultats d'analyse des sols,

<https://www.institut-numerique.org/432-analyse-et-interpretation-des-resultats-danalyse-des-sols-52eca9e777c31.4>

Inconnu , Inconnu. Réseau Piscine spécialisé dans l'analyse-et l'équilibre de l'eau de
Piscine

<https://www.reseaupiscine.com/ph.php#:~:text=Le%20pH%20de%20l%27eau,C%2C%20son%20pH%20est%20acide.>

Inconnu, 2006. STABILITE BIOLOGIQUE ET POUVOIR TAMPON DES AMENDEMENTS ET DES ENGRAIS ORGANIQUES. Québec, Canada : UNIVERSITE DE LAVAL ,21-27p. Thèse de doctorat en sols et environnement.

M. Smail ACILA, Introduction de l'olivier (*Olea europaea* L.) à Oued Souf : Situation actuelle et perspectives de développement, cas de l'exploitation Daouia Ouargla, Algérie UNIVERSITÉ KASDI MERBAH-OUARGLA p86. THÈSE DOCTORAT ès SCIENCES

Masmoudi Ali , 2012. Problèmes de la salinité liés à l'irrigation dans la région Saharienne : Cas des Oasis des Ziban. Algérie : Université Mohamed Khider – Biskra, 14p . Thèse de Doctorat en sciences Spécialité : Hydraulique.

Mermoud. A, 2006 ; Cours de physique du sol, Propriétés de base du sol et de la phase liquide, école polytechnique. FEDERALE DE LAUSANNE.

Mehda. S, 2014. Evaluation du risque de la contamination physicochimique 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 Ecopédologie et environnement.

OUBIRA . M, 2020. Etude comparative de l'effet de deux méthodes de fertilisation organiques sur la tomate dans la région du Souf. Algérie: Université Echahid Hamma Lakhdar - EL OUED, 32p. Master Académique en Sciences Agronomique.

REGUIEG YSSAAD . H, 2007. Effet de la bentonite sur les sols sableux de la région de Mostaganem , étude de comportement d'une association blé pois chiche. Algérie : Institut National Agronomique El Harrach ALGER , 21p .Thèse de Doctorat d'Etat en Science Agronomique.

Steeve Pepin , 2014 . Effet de l'amendement En biochar Des sols biologiques: Rétention des nutriments, Activité biologique et phytopathogènes . 32p .Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation de l'Université Laval. Projet #11-INNO1-06.

SADOUN. S, M.AOUINET . M ,2018, Contribution à l'étude de l'effet de l'incorporation d'un bio-charbon sur les propriétés agroécologiques d'un sol sableux et son impact sur la culture de blé dur dans la région d'El-Oued. Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, 30,34,40 p. Master Académique en Sciences Biologique.

SOLTNER.D, 2014, Les Bases de la PRODUCTION VEGETALE , TOME I LE SOL et son amélioration , 26^e EDITION, Collection Sciences ET TECHNIQUES AGRICOLES. p103.

Sara Laurin-Lanctôt, 2015. Effet de l'amendement en biochar des sols biologiques pour une culture de tomates sous serre : Rétention en nutriments, activité biologique et régulation de la fertilisation. Université de LAVAL , 94 ,95,79 p. Maîtrise en sols et environnement.

SOUADKIA.C, SOUADKIA. H, 2017. Etude des croûtes biologiques des sols des écosystèmes arides (Cas de la Wilaya d' El Oued). Algérie: Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED, 25p. Master Académique en Sciences biologique .

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.

ZAATER Abdelmalek , 2020 ; Contribution à l'étude de l'effet de techniques culturales dans un sol sableux sur la pomme de terre dans la région d'El-oued. Ecole nationale Supérieure Agronomique El-Harrach - Alger. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques .Spécialité : Machinisme agricole

- جابر ر، 2015.
الزراعة الاقليمية في وادي سوف الاليات الواقع الافاق مذكرة لنيل درجة الماجستير التهيئة العمرانية جامعة
الاخوى منتوري ص 74.50

Annexel :

www.vaderstad.com/fr/savoir-faire/bases-agronomiques/les-bases-du-sol/caracteristiques-des-differents-types-de-sol/

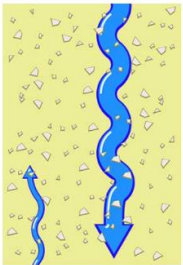
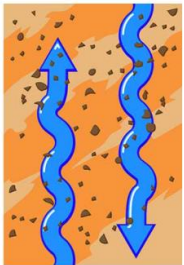
VÅDERSTAD Travail du sol Semoirs Semoirs monograines Pièces d'origine Savoir-faire Service Nous connaître

Concessionnaires

Sols sableux et limoneux

1. Sols sableux

Les sols sableux sont souvent secs, pauvres en substances nutritives et très drainants. Ils sont peu (ou pas du tout) aptes à transporter l'eau jusqu'aux couches profondes par capillarités. Par conséquent, le travail des sols sableux au printemps, doit être réduit au minimum pour conserver l'humidité dans le lit de semences. La capacité des sols sableux à retenir les substances nutritives et l'eau peut être améliorée par un apport en matière organique.

1 2

2. Sols limoneux, 0-10% d'argile

Ces sols sont différents des sols sableux par leur


www.fao.org/fishery/static/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706f/x6706f06.htm

6. TEXTURE DU SOL

6.0 Définition de la texture du sol

La texture indique l'abondance relative, dans le sol, de particules de dimensions variées: sable, limon ou argile. De la texture dépendent la facilité avec laquelle le sol pourra être travaillé, la quantité d'eau et d'air qu'il retient, et la vitesse à laquelle l'eau peut entrer et circuler dans le sol.

Pour établir la texture d'un échantillon de sol, commencez par séparer la terre fine* (toutes les particules inférieures à 2 mm) des particules plus grosses telles que graviers et pierres. La terre fine est un mélange de sable, de limon et d'argile. Assurez-vous que vous n'employez que de la terre fine pour les essais de terrain décrits ci-après.




6.1 Essais rapides effectués sur le terrain pour déterminer la texture du sol

Pour la construction d'étangs de pisciculture, il vaut mieux avoir un sol comprenant une forte proportion de limon et/ou d'argile, qui ont la propriété de mieux retenir l'eau. Pour vérifier rapidement la texture du sol à différentes profondeurs, nous vous proposons deux tests très simples.

Test du lancer de la boule

- Prenez une poignée de sol humide et pressez-la pour en faire une boule (A).
- Lancez la boule en l'air (B) à 50 cm environ et rattrapez-la...

Google Transl... M 4.3.2. Ana... 574.01.006... 33412.pdf... Google Tra... Biochar-p... 33715.pdf... The electri... 33412.pdf... Facebook...
 www.institut-numerique.org/432-analyse-et-interpretation-des-resultats-danalyse-des-sols-52eca9e777c31

The tab was snoozed to save memory. Disable tab snoozing Don't show again

Institut Numérique

RECHERCHE

Recher

4.3.2. Analyse et interprétation des résultats d'analyse des sols

01/02/2014

NON CLASSÉ

A partir des analyses réalisées sur les échantillons de sol, les paramètres tels que la granulométrie, le pH, la Conductivité électrique, le Carbone ainsi que l'Azote des sols ont été déterminés (Tableaux 21 à 26 et annexe 1).

PUBLIER SON MEMOIRE

ACTUALITÉS

EMPLOI

ESPACE ECOLES

MÉMOIRES

PARTENAIRES

CONTACT

CGU

Windows تنشيط
 انتقل إلى الإعدادات لتنشيط

11:09
 2021-06-20


Google Transl... Reseau Piscin... 574.01.006... 33412.pdf... Google Tra... Biochar-pro... 33715.pdf... The electro... www.facebo...
 www.reseaupiscine.com/ph.php#---text=Le%20pH%20de%20l%27eau.C%2C%20son%20pH%20est%20acide.

The tab was snoozed to save memory. Disable tab snoozing Don't show again

Reseau piscine

BOUTIQUE **EQUILIBRE DE L'EAU** FILTRATION TRAITEMENT DE L'EAU ANALYSES DE L'EAU ENTRETIEN COMPLÉMENTS PISCINE EN KIT TÉLÉCHARGEMENTS NOS RÉALISATIONS

PROMOTIONS



Une eau pure, où la quantité d'ions H⁺ est égale à celle des ions OH⁻ sera donc caractérisée par un pH de 7, appelé neutre.

Une eau naturelle aura un pH en fonction de la nature et de la quantité des sels dissous.

On peut donc définir le caractère plus ou moins acide ou basique d'une solution par la mesure de son pH sur une échelle allant de 0 à 14. Une eau est dite acide si son pH est inférieur à 7. Elle est basique si son pH est supérieur à 7.

Windows تنشيط
 انتقل إلى الإعدادات لتنشيط

11:18
 2021-06-20

Annexe 02

Conductivité électrique :

						ANOVA
<i>F crit</i>	<i>P-value</i>	<i>F</i>	<i>MS</i>	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>Source of Variation</i>
3.68232	0.634693	0.468675	60815.17	2	121630.3	Between Groups
			129759.7	15	1946396	Within Groups
				17	2068027	Total

Taux de germination :

						ANOVA
<i>F crit</i>	<i>P-value</i>	<i>F</i>	<i>MS</i>	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>Source of Variation</i>
2.657197	0.618062	0.773333	245.5655	7	1718.958	Between Groups
			317.5417	16	5080.667	Within Groups
				23	6799.625	Total

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.

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 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 :10/03/2021

		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Moyenne	T	1.8	1.6	1.75	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8
	R	7.3	6.1	8.7	6.7	6.2	5.9	6.3	8.3
	N°de F	3	3	3	3	4	3	3	3
	N° deT	1	1	1	1	1	1	1	1

Biométrie des plants de blé dur en cm, date :01/04/2021

		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Moyenne	T	1.5	2	2	3	3	4.5	4.5	4.5
	R	10.5	5.5	5	5.5	7	5	10	10.5
	N°de F	9	6	12	8	9	9	7	8
	N° de T	2	2	3	2	3	3	2	2

Biométrie des plants de blé dur en cm, date :25/03/2021

		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Moyenne	T	3	2.5	2	2	2.5	3	3	2.5
	R	7.5	4	5	5	6.5	6.5	9	5
	N°de F	4	5	5	5	4	4	6	4
	N° de T								

Biométrie des plants de blé dur en cm, date :08/04/2021

		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇
Moyenne	T	4.5	4.6	2.3	3	3	3	3	6
	R	6.2	7.3	6.9	11.2	5.7	6	7	7.5
	N°de F	7	8	7	6	8	6	6	6
	N° deT	3	3	2	4	3	4	4	3



Figure (A) Solution du sol

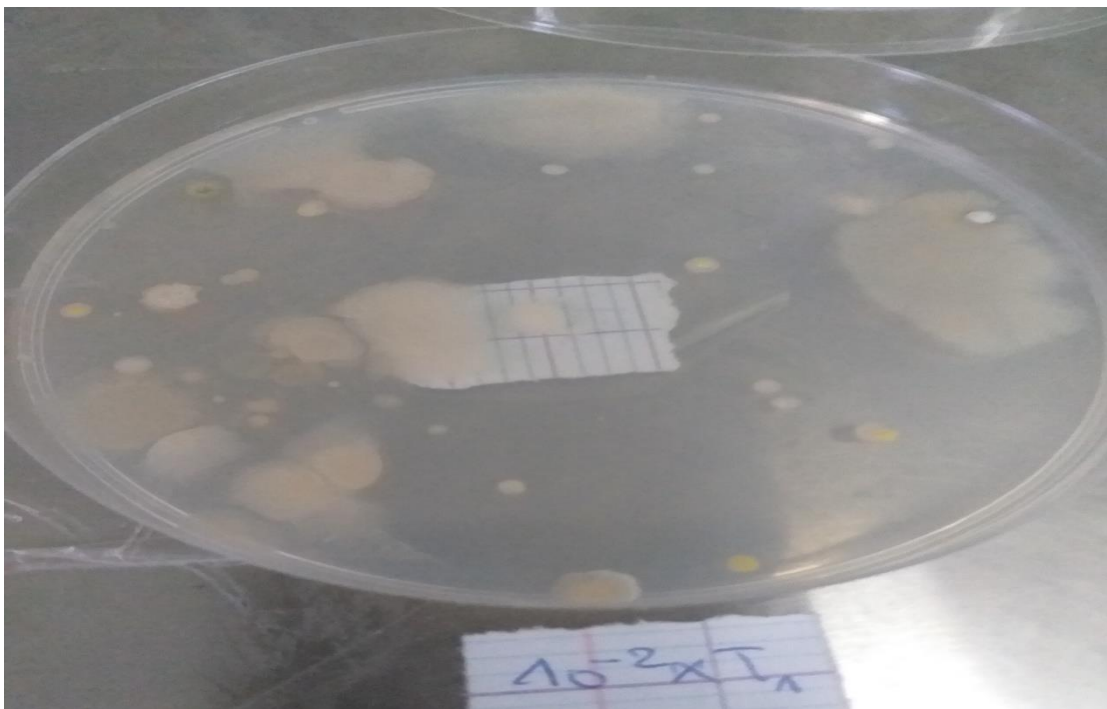


Figure (B) : Aspects des colonies des bactéries



Figure (C) : Biométrie des plants de blé dur

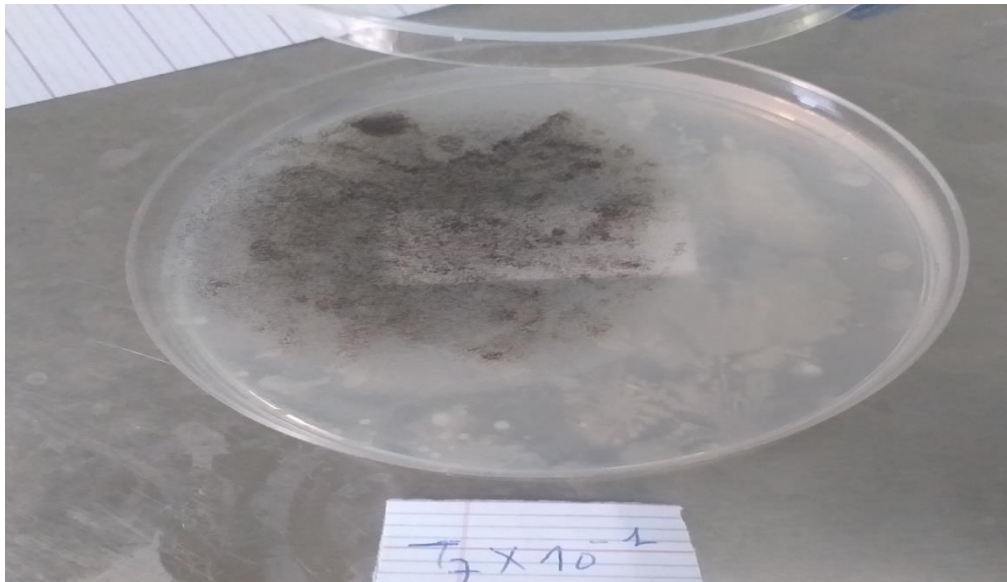


Figure (E) : Aspects des souches fongique

Résumé/

L'un des principaux problèmes agro-écologique de la région d'El-Oued Souf lié à sol sableux ce qui faible fertilité et perméable faible a activité microbienne. Ces derniers imposent de sérieuses menaces en affectant développement agricole .

La présente étude est une Etude du pouvoir tampon (équilibre pH) d'un sol sablonneux traité avec un bio-charbon d'origine végétale dans la région d'El-Oued.

Dans notre étude, nous avons fait sept traitements et un témoin T0 (sable) ; T1 (sable et matière organique) ; T2 (sable et azote) ; T3 (sable et bio-charbon) ; T4 (sable, bio-charbon et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) ; T7 (sable, matière organique et azote) avec trois répétitions en bloc complet randomisé. Des analyses physiques, chimiques et biologiques du sol et mesure de la biométrie des plantes de blé.

L'analyse physicochimiques du sol et le dénombrement de la microflore du sol, montrent que le T3 (sable et bio-charbon) ; T4 (sable, bio-charbon et matière organique) ; T5 (sable, bio-charbon et azote) ; T6 (sable, bio-charbon, azote et matière organique) provoque une augmentation du rendement végétal et en ce qui concerne la microflore, une augmentation de la biomasse.,

Les résultats de cette étude ont confirmé la possibilité de Le biochar augmente le pH des sols contaminés acides ou neutres , mais a aussi la capacité de diminuer celui de sols très alcalins. La réussite de la traitement de biocharbon à un aptitude qui s'opposer aux variation du pH.

Mot-clé : Bio-charbon, pouvoir tampon , pH , croissance, rendement, une augmentation de la biomasse.,

Abstract

One of the main agro-ecological problems of the region of El-Oued Souf related to sandy soil which has low fertility and low permeability has microbial activity. These pose serious threats by affecting agricultural development.

The present study is a study of the buffering capacity (pH balance) of a treated sandy soil. with bio-charcoal of plant origin in the region of El-Oued.

In our study, we made seven treatments and a control T0 (sand); T1 (sand and material organic) ; T2 (sand and nitrogen); T3 (sand and bio-charcoal); T4 (sand, bio-carbon and material organic) ; T5 (sand, bio-charcoal and nitrogen); T6 (sand, bio-carbon, nitrogen and material organic) ; T7 (sand, organic matter and nitrogen) with three full block repeats randomized. Physical, chemical and biological analyzes of the soil and measurement of the biometrics of wheat plants.

The physicochemical analysis of the soil and the enumeration of the soil microflora, show that T3 (sand and bio-carbon); T4 (sand, bio-charcoal and organic matter); T5 (sand, bio-charcoal and nitrogen); T6 (sand, bio-charcoal, nitrogen and organic matter) causes an increase in plant yield and with regard to microflora, an increase in biomass., The results of this study confirmed the possibility of Biochar increases the pH of acidic or neutral contaminated soils, but also has the ability to decrease that of very alkaline soils.

The success of the biochar treatment has an aptitude which opposes the variation of the pH.

Keyword: Bio-charcoal, buffering capacity, pH, growth, yield, increased biomass.,