



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la vie
Department des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Spécialité : hydro-pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
ALLOUI Zouleikha

Le : mardi 25 juin 2024

Effet de biochar et compost à base de déchets de palmier dattier sur les paramètres de l'orge dans une région aride (Biskra)

Jury :

Mme. Mebrek .N.	MCB	Université Mohamed Khider Biskra	Président
M. Guimer K.	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
Mme. Abdellaoui Imen.	MCB	Université Mohamed Khider Biskra	Examineur

Remerciements

Je remercie avant tout, Dieu puissant de m'avoir donné la volonté et la puissance pour terminer ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude sincère à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet, car leur contribution a été précieuse. Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes respects au Dr GUIMEUR.K A, maître de conférences au département des sciences d'agronomie de l'université de Biskra, pour avoir accepté de nous encadrer, ainsi que pour ses conseils et orientations précieux, sa disponibilité, sa modestie et son intérêt bienveillant pour notre travail.

Je tiens également à remercier les membres du jury pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce mémoire, et je tiens à remercier tous les enseignants. L'équipe du laboratoire du département d'agronomie pour la formation qu'ils nous ont donnée.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail
avec grand amour, sincérité et
fierté :

A ma famille

A mon mari

A mes enfants

*Tous ceux qui m'ont aidé et
soutenu dans le travail et mots
qui m'ont encouragé à compléter
ce mémoire*

Liste des Figures

N	Figure	page
01	Les pays dominant à la production de l'orge dans le monde	9
02	La production de l'orge en Algérie 2012-2020	10
03	le composte utilisé	25
04	Engrais utilisés dans l'essai	26
05	schéma du dispositif expérimental	28
06	Moyenne des longueurs des racines pour les différents traitements	32
07	Moyenne des longueurs des tiges pour les différents traitements	33
08	Moyenne des longueurs d'épi pour les différents traitements	34
09	Moyenne des longueurs de barbe pour les différents traitements	35
10	Moyenne de Nombre d'épis pour les différents traitements	37
11	Moyenne de Nombre des grains par épi pour les différents traitements	38
12	Moyenne de Poids de 1000 grain pour les différents traitements	39
13	Moyenne Rendement théorique de pour les différents traitements	40
14	Moyenne de Quantités de phosphore dans les grains pour les différents traitements	41
15	Moyenne de Quantités de phosphore dans la paille pour les différents traitements	42
16	Moyenne de Quantité d'azote dans le grain pour les différents traitements	43
17	Moyenne de Quantité d'azote dans la paille pour les différents traitements	44

Liste des Tableaux

N°	Tableaux	Page
01	Analyses du compost « <i>Palm Compost</i> »	25
02	les principales dates du cycle végétative	27
03	Traitements et nombre de répétition de l'essai	29
04	Moyenne estimée des groups des racines	33
05	Moyenne estimée des groups des tiges	34
06	Moyenne estimée des groups des épis	35
07	Moyenne estimée des groups des barbes	36
08	Moyenne estimée des groups des nombre des épis	37
09	Moyenne estimée des groups nombre des grains par épi	38
10	Moyenne de Poids de 1000 grain pour les différents traitements	39
11	Moyenne estimée des groups de Poids de Rendement théorique	41
12	Moyenne estimée des groups de Quantités de phosphore dans les grains	42
13	Moyenne estimée des groups de Quantités de phosphore dans la paille	43
14	Moyenne estimée des groups de Quantités d'azote dans les grains	44
15	Moyenne estimée des groups de Quantités d'azote dans la paille	45

Liste des abréviations

T0 : témoin

C : compost

E: Engrais

F : Fumier

B: Biochar

B+c : Biochar+Compost

E+b : Engrais +Biochar

PH : potentielle d'hydrogène.

CE : conductivité électrique.

CEC : capacité d'échange cationique

MO : matière organique.

T : traitement.

Ppm : partie par million.

Kg : kilogramme.

% : pourcentage

Cm : cent mètre

SOMMIARE

Dédicace	
Remerciements	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des photos	
Liste des abréviations	
Introduction générale	

Partie Bibliographique

CHAPITRE N° I : La culture de l'orge

I.1. Céréales en Algérie	8
I.2.Généralité sur l'orge.....	8
I.2.1. Origine géographique.....	8
I.2.2. Origine génétique	8
I.2.3. Importance de l'orge dans le monde.....	9
I.2.4. Développement de la production de l'orge En Algérie 2012-2020.....	10
I.3. Classification de l'orge.....	11
I.4.Cycle de développement de l'orge.....	11
I.4.1. La période végétativ.....	11
I.4.2. La période reproductrice.....	12

CHAPITRE N°II : Généralité sur Le Biochar

II.1. Définition du biochar	16
II.2.Histoire du biochar	17
II.3.Intérêts du biochar	17
II.3.1. Caractéristiques physico-chimiques.....	14
II.3.1.1.Composition chimique.....	14

II.3.1.2. Structure du biochar.....	14
II.3.1.3. Densité apparente du biochar.....	14
II.3.1.4. Propriétés d'échange ionique du biochar.....	15
II.3.1.5. Le pH.....	15
II.4. Le potentiel du biochar à augmenter le stockage de carbone dans le sol.....	16
II.5. Impact du biochar sur les propriétés du sol.....	16
II.6. Impact du biochar sur la croissance des plantes.....	17

CHAPITRE N°III : Le composte

III.1. Définition du compost	18
III.2. Choix de compost	18
III.3. Qualité de compost	18
III.3.1. Teneur en eau	19
III.3.2. Température	19
III.3.3. Granulométrie	19
III.3.4. Rapport carbone et azote (C/N)	20
III.3.5. PH	20
III.4. Rôle de compost dans l'amélioration des particules de sol.....	21
III.4.1. Propriété chimique du sol	21
III.4.2. Propriété physique du sol	22
III.4.3. Propriété biologique du sol	22
III.5. Les avantages et les inconvénients de compostage	23

Partie II Etude expérimentale

CHAPITRE N°VI : Matériels et Méthodes

VI.1. L'objectif :	24
VI.2. lieu d'étude.....	24
VI.3. Matériel	24
VI.3.1. Matériel Végétale.....	24
VI.3.2. Les produits utilisés	24
VI.4. Méthode de travail	26

VI.4.1 .Opération Culturelle.....	26
VI.4. 2. Dispositif expérimental	28
VI.5. Mesure de la croissance.....	30
VI.6. Stades végétatifs.....	30
VI.7. Caractère Morphologique.....	30
VI.8. Caractères de production.....	31
VI.9. Les Composantes de Rendement.....	31
VI.10.Outille Statistique.....	31

CHAPITRE N° V : Résultats et Discussion

V.1. Paramètres de la croissance	32
V.2.1. Longueur des racines à la maturation.....	32
V.3. Caractéristiques morphologiques	33
V.3.1.Hauteur de la tige.....	33
V.3.2. Longueur d'épis et longueur de la barbe.....	34
V.4.Caractères de production.....	36
V.4.1.Nombre d'épis par m ² (NE/m ²).....	36
V.4.2.Nombre de grains par épi.....	38
V.4.3.Poids de 1000 grains (PMG)	39
V.5.Rendement théorique (RDT).....	40
V.6.Quantitésde phosphore	41
V.7. Quantités d'azote.....	43
Conclusion	44

Références bibliographiques

Annexes



INTRODUCTION

Introduction générale

La matière organique est la substance propre des organismes vivants tels que les végétaux et les animaux. La matière organique est connue sous le nom de matière carbonée en raison de sa teneur élevée en carbone. Elle représente l'humus. **(Mansoul, 2022)**

Elle est constituée de composants essentiels (C, H, O, N) et de composants secondaires (S, P, K, Ca, Mg). **Selon Mansoul (2022)**, la matière organique joue un rôle essentiel dans la qualité et la fertilité des sols en influençant les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques du sol.

Le biochar est un composé carbone produit par la transformation thermochimique de la biomasse dans un environnement où l'oxygène est limité. Un des biochars les plus fréquemment employés est fabriqué à partir de bois. Le biochar a été présenté comme un moyen envisageable d'améliorer la fertilité des sols, d'adsorber des substances toxiques et de réduire le changement climatique.

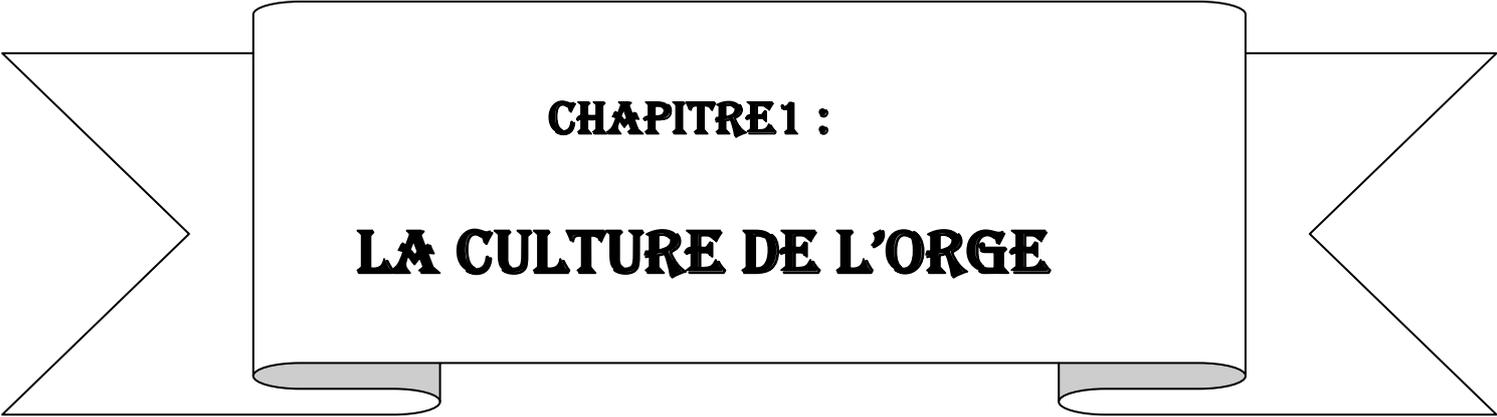
Le compostage est respectueux de l'environnement et naturel. **Selon Afriyie et Amoabeng (2017)**, le compost est un moyen efficace d'améliorer la fertilité du sol et de contribuer à l'augmentation du rendement des cultures. En outre, le sol nécessite de la matière organique afin de préserver la fertilité du sol et de diminuer les pertes de nutriments. De plus, le sol a besoin de matière organique car il est important de maintenir la fécondité du sol et de réduire les pertes de nutriments. Par conséquent, le compost contient à la fois des nutriments et de la matière organique qui agissent comme un bon engrais organique pour le sol **(Adugna, 2016)**.

Dans cette étude, l'objectif est de mettre en évidence l'importance de l'amendement biochar pour le mettre en avant, en comparant son impact sur les systèmes agricoles en termes de productivité de la culture d'orge avec d'autres amendements tels que le compost, qui est également fabriqué à partir des résidus des palmiers dattiers et du fumier ovin.

Introduction générale

Ce mémoire comprend trois chapitres principaux:

- Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique, qui traite dans de généralités sur le biochar et le composte et la culture de l'orge.
- Le deuxième chapitre englobe la description du matériel végétal, des conditions de culture et les Paramètres d'analyse étudiés pour exploiter ce travail.
- Le troisième chapitre fait l'objet de traitement et de présentation des résultats obtenus dans ce Travail ainsi que leur discussion.
- Enfin, une conclusion générale.



CHAPITRE 1 :

LA CULTURE DE L'ORGE

I.1. Céréales en Algérie :

Les céréales et leurs dérivés occupent une place primordiale dans le système alimentaire algérien. Parce qu'à l'origine, les grains des céréales sont la nourriture principale de l'homme et des animaux domestiques. En effet, elles constituent plus de 60 % du apport calorique et 75 à 80 % du apport en protéines de la ration alimentaire nationale (**Feillet P., 2000**)

C'est la raison pour laquelle la compréhension des chemins techniques et la maîtrise adéquate de la production des cultures jouent un rôle crucial dans la survie de millions de personnes. Il est indéniable que le système de production le plus courant en Algérie est le système de rotation Jachère-céréale. (**Ferhad et Hireche ., 2002**), il est devenu essentiel de réduire la jachère (représentant 40% de la surface agricole utile) pour assurer la sécurité alimentaire face à l'instabilité de l'offre et à la persistance de la hausse des prix des produits alimentaires sur le marché mondial.

I.2.Généralité sur l'orge :

I.2.1. Origine géographique :

L'orge est l'une des céréales les plus anciennes cultivées et ses traces ont été à l'origine identifiées dans le Croissant fertile (Irak et Iran actuels) du Moyen-Orient (**Brink et Belay, 2006**), dans l'ouest de la Jordanie, au Liban, en Syrie, en Turquie, dans les monts Zagros en Irak et dans l'ouest de l'Iran (**Bothmer et al, 2003**). Selon des recherches récentes, il a été identifié comme étant originaire des régions montagneuses d'Éthiopie et d'Asie du Sud-Est (**Paquereau, 2013**), avec des vestiges retrouvés au Proche-Orient il y a au moins 7 000 ans et en Éthiopie il y a près de 10 000. De 100 à 300 avant JC, il était cultivé par les résidents des oasis dans le désert du Sahara

(**Brink et Belay, 2006**).

I.2.2. Origine génétique :

Selon (**Ullrich, 2010**), l'orge fait partie de l'une des plantes les plus importantes au monde, les Triticaceae. Elle fait partie de la famille des Poaceae. L'orge possède 34 variétés (dont une seule est utilisée pour son grain), tandis que les autres sont généralement diploïdes avec $2n = 14$ chromosomes, mais des variétés sauvages peuvent être tétraploïdes ou hexaploïdes. Trois espèces sont présentes dans la section Vulgare : *H. vulgare*, *H. bulbosum* et *H. sauge*. Selon (**Doré et Varoquaux ,2006**), l'orge est subdivisée en deux sous-espèces : *H. vulgaresubsp.*

vulgaire, qui englobe toute l'orge cultivée, et *H. vulgare* subsp. Spontanéité. L'orge spontanée est le parent sauvage de l'orge ($2n=14$).

Selon (**Srivastava et Gopal, 2008**), cela bouleverse l'état spontané en Méditerranée orientale, en Turkménie et en Afghanistan.

I.2.3. Importance de l'orge dans le monde :

L'orge est un aliment important dans plusieurs régions du monde telles que l'Afrique du nord, le proche orient, l'Asie etc. la consommation moyenne et annuelle par personne dans ces régions varie entre 2 à 36 kg (**El-Haramein et Grando, 2010**).

D'après (**Fao Stat, 2021**), la quantité d'orge produite par les dix premiers pays pendant l'année de récolte 2020, a nettement fluctué : le volume le plus élevé a été atteint durant la dernière campagne agricole 2020/2021, avec plus de 103 millions de tonnes produites.

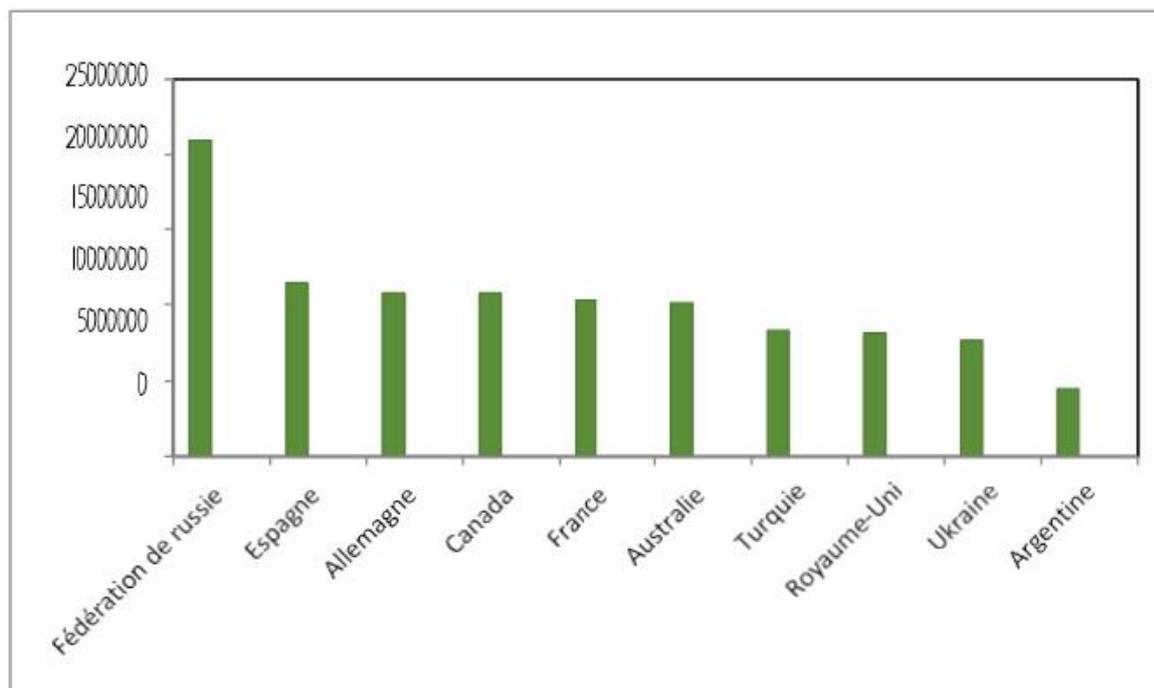


Figure 1: Les pays dominants à la production de l'orge dans le monde (FAO STAT, 2021)

I .2.4. Développement de la production de l'orge En Algérie 2012-2020 :

De la période (2012-2020), soit 09 ans de campagne agricole la production moyenne annuelle a été estimée à quelque 1 307 569,3333 tonnes. 2018 a été la campagne la plus productive (1 957 327 tonnes), en revanche la campagne 2016 accuse la plus faible production (919 907 tonnes)

(FAO, 2020)

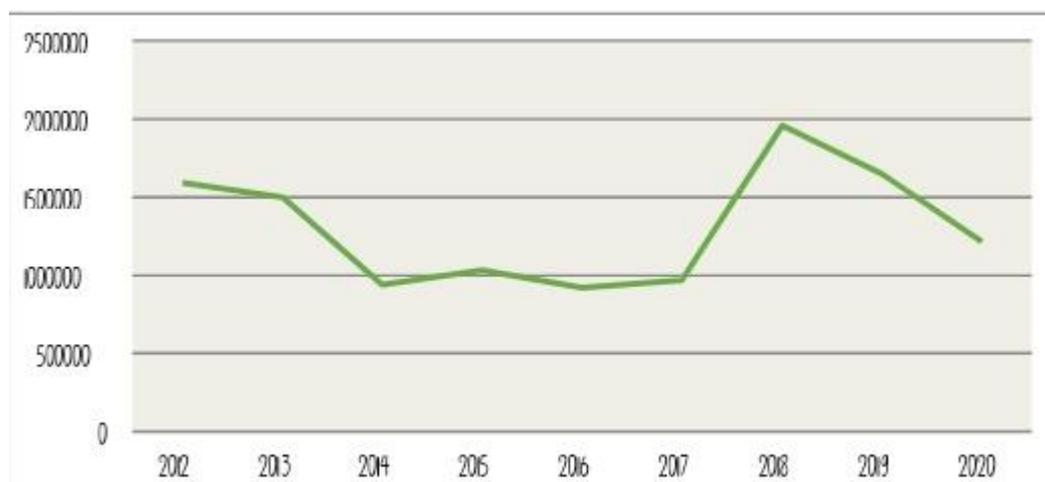


Figure 02 : La production de l'orge en Algérie 2012-2020 (FAO, 2020)

I.3. Classification de l'orge :

Selon, Reddy et al. (2004) :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Liliopsida

Sous Classe : Commelinidae

Ordre : Poales

Famille : Poaceae

Sous famille : Hordeoideae

Tribu : Hordeae

Sous Tribu : Hordeinae

Genre : Hordeum

Espèce : Hordeum vulgare L.

I.4. Cycle de développement de l'orge :

I.4.1. La période végétative :

a- Germination – levée :

D'après les recherches de (Sergio. N et al.2016), la germination est le moment où les graines passent de la dormance à une vie active, absorbant entre 20 et 25% de leur poids en eau. La levée se caractérise par l'apparition des coléoptiles et la mise en culture en embryon. Selon (Soltner ,1986), la durée de cette phase varie en fonction de la date de semis.

Elle s'étend de 8 à 10 jours pour les variétés précoces, tandis que pour les variétés tardives, elle dure de 15 à 20 jours (Mekkaoui ,1989).

b- Le tallage :

Il est probable que plusieurs plateaux de talles apicales aient été déposés à la tige .Selon **(Gabriela. L et al.,2004)**, il existe des talles qui arrêtent de croître et se dessèchent, tandis que d'autres continuent à pousser. C'est pourquoi il existe une distinction entre la talle herbacée (TH) et la talle paniculaire (TE), ainsi qu'un rapport TE/TH variable. La taille est fortement influencée par la variété d'orge plantée. La durée de la phase talle est directement influencée par les conditions climatiques, notamment la température. Le taux de croissance prend fin lorsque la quatrième feuille est développée de manière satisfaisante. Toutefois, le tallage peut continuer tant que les pousses latérales se développent et se développent. **(Sabine.T et al., 2015)**.

D'après Lafarge.M, (2000), Binghamet.J et al., (2012), le génotype, le taux de semis, la disponibilité des minéraux du sol et l'interception de la lumière influencent le rendement des talles. Il a également été observé par ces auteurs que le nombre de talles stériles augmentait lorsque les densités de semis étaient plus élevées. La densité d'ensemencement était également influencée par le pourcentage de talles fertiles par rapport au nombre total de talles. La capacité de décharge de talle de l'orge est supérieure à celle du blé.

I.4.2. La période reproductrice :**a-Montaison :**

Les entre-nœuds des talles se dilatent rapidement et l'épi sur le dernier nœud commence à se former. **(ShewryetUllrich .,2014)**.

Cette étape se termine lorsque le stigmate se distingue, c'est-à-dire que la gaine du drapeau se gonfle, ce qui se manifeste près de l'oreille **(Jochen et Nils .,2014)**.

Le déroulement de cette étape est fortement influencé par la température et la durée de la lumière. En outre, les jeunes talles sont affectés lorsque les niveaux d'eau et d'azote sont insuffisants **(Paul et al., 2009)**.

b-Epiaison – floraison :

Le processus débute par l'émergence de l'oreille, en dehors des ouvertures foliaires de la peau, et les épis sans ouverture fleurissent habituellement 4 à 8 jours après l'épiaison

(**Bahlouli et al., 2005**).

Effectivement, quelques jours après la chute, les apex commencent à changer en termes de contour d'épi. Le nombre d'ovules par oreille est resté constant depuis **Chiara et Maria, 2014**).

La floraison marque l'émergence des anthères. Selon Antonio et al. (2014), le nombre d'épillets varie principalement en fonction du cultivar, des conditions climatiques et des nutriments, et on peut observer le nombre de grains finaux deux semaines après la floraison.

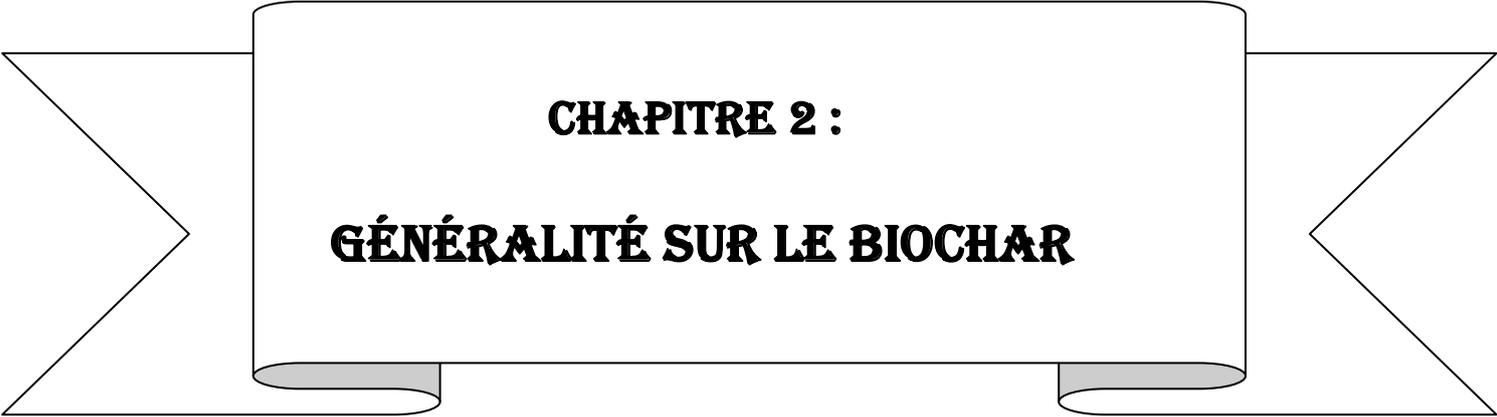
c-Formation des graines et maturation :

Quand le grain se gonfle, la taille s'arrête et les réserves formées dans les feuilles se déplacent dans le grain. la maturation implique l'accumulation de stocks (amidon et matières protéiques) dans le grain et sa diminution de l'humidité (**Flaten et al., 2015**).

De plus, les feuilles, l'épi et la tige jouent également un rôle dans le remplissage du grain afin de remédier au déséquilibre qui peut survenir lorsque la phase de remplissage rapide du grain n'a pas encore commencé et que la croissance végétative se poursuit pendant cette période (**Savin et al., 2015**).

d- La maturité complète :

L'humidité atteint environ 20% ; le grain est mûr et prêt à être récolté, ce qui marque la période des moissons (**Zibouche et Grimes, 2016**).



CHAPITRE 2 :

GÉNÉRALITÉ SUR LE BIOCHAR

II.1. Définition du biochar :

Les biochars sont des substances poreuses riches en carbone, dérivé de la biomasse organique par pyrolyse dans des conditions de température élevée et sans oxygène, est un amendement du sol destiné à enrichir le sol en nutriments essentiels.

(J. Lehmann et S. Joseph ,2015).

Selon Lehmann et Joseph (2009), le biochar est le résultat de la pyrolyse, une décomposition thermochimique de la matière organique qui se produit lorsque la biomasse est exposée à des températures supérieures à 350°C, en l'absence ou à une concentration très faible d'oxygène (O₂).

Ces conditions sont comparables à celles de la fabrication du charbon de bois lors d'un feu de forêt ou de champs, ainsi qu'à la carbonisation dans les charbonnières standards

(Schmidt Et Noack ., 2000).

II.2.Histoire du biochar :

L'homme a maîtrisé la réaction de carbonisation depuis le Paléolithique, il y a plus de 30 000 ans, grâce à l'utilisation de charbons pour la confection des peintures de la grotte Chauvet **(Valladas Et Al, 2003)**, réalisées uniquement à l'aide de charbons. à partir de variétés de pin choisies **(Théry-Parisot Et Thébault, 2005)**. En agronomie, l'emploi du charbon n'est pas nouveau et remonte aux origines de l'agriculture, qui est partagée à la fois par les techniques de l'ancienne agriculture européenne (SIGAULT, 1975) et par celles des civilisations de l'Amérique précolombienne **(Glaser Et Al, 2001)**.

Dans le passé, le charbon a principalement été utilisé pour l'énergie domestique (cuisson, chauffage) ou industrielle (fonte de minerais, production d'acier), bien que d'autres utilisations puissent être la médecine, les peintures rupestres et l'agronomie **(brown, 2009)**.

Le biochar est un charbon fabriqué spécifiquement pour être utilisé dans le sol afin d'améliorer sa productivité, ses qualités physicochimiques et ses réserves de carbone **(Johannes .Let Al, 2006)**

II.3.Intérêts du biochar :

II.3.1. Caractéristiques physico-chimiques :

II.3.1.1.Composition chimique :

Le biochar est une matrice principalement constituée de carbone (C : 70-90 % de sa masse). Les éléments les plus répandus sont l'oxygène (O₂) et l'hydrogène(H) (**Cohen-Orfi Et Al, 2007, 2006**).

Le biochar renferme également différentes quantités de minéraux (cendres) en fonction de la matière d'origine et des conditions de pyrolyse. Les biomasses ligneuses sont généralement peu cendres (<1% du poids), tandis que les biomasses herbacées ou graminées sont plus riches en cendres. Les cendres peuvent représenter jusqu'à 24% du poids, tout comme dans la couverture des graines (**Raveendran et al, 1995**).

Dans le biochar, on peut observer le contenu des cendres de la biomasse d'origine, qui, en raison de l'évaporation de C, H et O, représentent une part plus importante du poids que dans la biomasse fraîche (biochar de litière de poulet : 45% de cendres, (**Koutcheiko et al, 2007**).

II.3. 1.2.Structure du biochar :

Les produits de pyrolyse (charbon et biochar) ont des structures cristallines amorphes et des couches de graphène non-ordonnées qui sont extrêmement stables. L'organisation de ces matériaux s'accroît à mesure que la température de production augmente (>600°C). (**Paris et al, 2005**) Ils sont principalement constitués de composés aromatiques résistants. Lorsque la température de production se situe entre 350 et 500°C, on peut observer partiellement les caractéristiques moléculaires de la biomasse d'origine.

la conversion des groupes fonctionnels de la plante est plus complète au-dessus de 500°C, passant des groupes alkyl et O-alkyl C, qui sont associés à la cellulose et à l'hémicellulose, à aryl C et à la formation de structures hétérocycliques avec N. (**Krull et al, 2009**).

II.3.1.3.Densité apparente du biochar :

Le biochar présente une grande porosité. Les micropores (le diamètre est inférieur à 2 nm) se forment lorsque la biomasse est exposée à des températures de pyrolyse élevées (principalement autour de 750°C, selon **BROWN et al, 2006**) et sont responsables de la

majeure partie de la grande porosité.

La surface maximale intérieure du biochar de bois de pin obtenue à 750°C est de 400m²/g. Les macropores (dont le diamètre dépasse 50nm) sont directement élaborés à partir de la structure vasculaire des plantes utilisées pour préparer le biochar. La majorité du volume intérieur du biochar provient de ces éléments (3 cm³/g de biochar pour les biomasses herbacées, 1.25 cm³/g pour les biomasses ligneuses) (**Brewer et al, 2016**).

II.3.1.4. Propriétés d'échange ionique du biochar :

La capacité d'échange cationique (CEC) du biochar est en général plus basse que celle de la matière organique du sol (**Cheng et al, 2008, 2006**) .

Mais elle augmente avec la Température de production (**Lehmann, 2007**). La capacité d'échange anionique (CEA) est plus élevée, surtout à des pH bas (**Cheng et al, 2008**). Les propriétés d'échange ionique du biochar changent une fois qu'il est amendé au sol : la CEC augmente avec le temps à cause de l'augmentation des groupes fonctionnels oxygénés sur la surface du biochar (carboxylique, phénolique, hydroxyle, carbonyle ou quinone) tandis que la CEA tend à disparaître (**Cheng et al, 2008, 2006; Lehmann et al, 2011**).

II.3.1.5. Le pH :

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

Après apport aux sols le pH du biochar peut diminuer (biomasse ligneuse) ou augmenter (biomasse herbacée) (**Nguyen et Lehmann, 2009**).

II.4. Le potentiel du biochar à augmenter le stockage de carbone dans le sol :

Le biochar est une substance extrêmement abondante en carbone qui se présente sous des formes chimiques stables. Après l'incorporation dans le sol, il a donc la capacité d'accroître le potentiel de stockage du carbone à des échelles de temps plus longues par rapport à d'autres amendements organiques.

L'utilisation du biochar pourrait favoriser le stockage du CO₂ dans l'atmosphère.

On peut démontrer la stabilité du biochar récent en comparant les résidus de feux de forêt découverts dans des sols ayant une ancienneté de plus de 10.000 ans (Lehmann et al, 2008 ; Preston et Schmidt, 2006) ou les résidus de feux de camp découverts, par exemple, dans des sols âgés de plus de 10.000 ans. Les sols amazoniens de "Terra Preta" datent de 500-7000 ans (Neves et al, 2003), ainsi que des expériences de terrains agricoles contenant du charbon, cultivés pendant de longues périodes aux États-Unis (Skjemstad et al, 2002) et en Allemagne (Schmidt et al, 2001).

II.5. Impact du biochar sur les propriétés du sol :

Le biochar a la capacité d'améliorer l'aération et la capacité de rétention de l'eau des sols grâce à sa nature poreuse (Chan et al, 2007). Après l'ajout du biochar aux sols acides, la présence de cendres alcalines (hydroxydes et oxydes de Ca, Mg, K et Na) peut modifier le pH (Chan .,et Xu, 2009) .

Afin d'accroître la quantité de nutriments. Le biochar peut avoir un impact significatif sur ces paramètres physicochimiques, en particulier s'il provient d'une biomasse riche en nutriments comme la litière de volaille (Atkinson et al, 2010 ; Glaser et al, 2002).

La présence du biochar peut aussi augmenter la capacité d'échange cationique (CEC) du sol (Lehmann et al, 2003; Yuan et Xu, 2012). 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 (Cheng et al, 2008, 2006).

L'apport de biochar augmente aussi les stocks d'azote des sols. Même si cet élément est présent sous forme de composés organiques hétérocycliques (Chan et Xu, 2009), difficilement utilisable pour les microorganismes du sol, il a été montré qu'il peut être absorbé par les plantes (De La Rosa et Knicker, 2011).

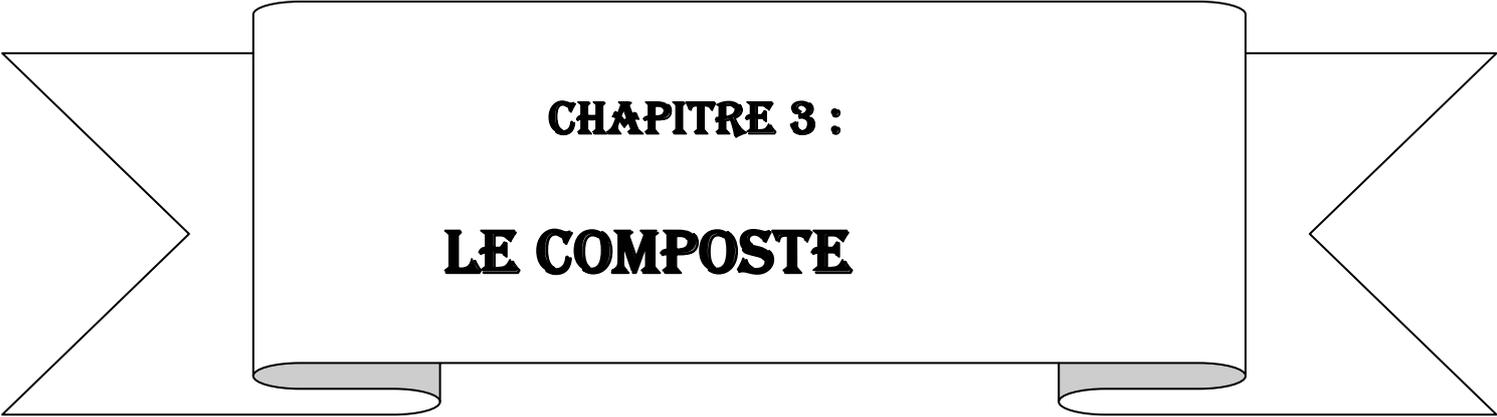
Le biochar a un effet bénéfique sur les cycles biogéochimiques, la présence de pathogènes dans les sols et la croissance des plantes, ce qui peut également être expliqué par les modifications apportées aux communautés microbiennes du sol. Effectivement, dans la plus vaste.

L'augmentation de la biomasse microbienne ainsi qu'un changement significatif de la composition des communautés et de l'activité enzymatique ont été observés dans une partie des études menées sur ce sujet.

II.6. Impact du biochar sur la croissance des plantes :

La recherche a tenté de répondre à la question suivante : « Quel est l'effet du biochar sur la croissance des plantes? » Cette synthèse est extrêmement vaste et complexe en raison de la grande diversité de biochar utilisé (biomasse de départ et conditions de production), ainsi que de la quantité de Le biochar modifié, le sol et le climat où il est épandu, le type d'expérience scientifique (en laboratoire ou sur le terrain) et l'espèce de plante semée/plantée. Cette complexité de résultats a été résumée récemment par deux synthèses de littérature (méta-analyses). (**Biederman .,et Harpole 2012**) En se basant sur 114 articles scientifiques, ont conclu que le biochar a une influence moyenne sur la productivité de la biomasse aérienne et les récoltes agricoles, bien qu'il n'y ait pas de lien évident entre la quantité de biochar ajoutée au sol et la productivité.

L'effet positif que le biochar a sur les récoltes dépend aussi d'autres facteurs tels qu'une augmentation de l'activité microbienne dans le sol (**Lehmann et al, 2011**) et de la température des surfaces des sols à cause d'un changement de l'albedo (**L Genesio et al, 2012**), l'hormesis (**Graber et al, 2010**) .Cependant, l'effet du biochar sur la croissance des plantes peut changer suivant le vieillissement de ces matériaux dans les sols, qui modifie leurs propriétés physico-chimiques.



CHAPITRE 3 :
LE COMPOSTE

III.1. Définition du compost :

Plusieurs définitions ont été mise en évidence, le compost n'est pas une chose facile car c'est un produit complexe, plusieurs interprétations du compostage peuvent exister selon que les auteurs prennent en compte le caractère naturel des transformations observées et des réactions biochimiques ou la maîtrise de la technique par l'homme.

Le compost est un mot latin qui signifie que les choses sont mises ensemble. Un produit provient de la décomposition de matériaux organiques. La production de compost est considérée comme l'un des moyens efficaces de transformer les déchets agricoles en engrais organiques qui sont des engrais organiques de la plus haute qualité (Southsouth Word, 2015). Pour (Mustin, 1987), c'est un produit biologique obtenu de la décomposition des constituants organiques des sous-produits.

D'après (Zegels, 2012), le compost est une substance brun foncé et fragmentée qui sent bon les bois. C'est en fait le résultat du recyclage de matières organiques. C'est de l'humus contenant des organismes vivants et des minéraux pouvant servir de nourriture aux plantes.

III.2. Choix de compost :

Les composts sont essentiellement utilisés en agriculture, mais également pour la revégétalisation des sites, ou comme support de culture.

Les composts sont soumis à une procédure d'homologation ou doivent respecter les critères de spécification établis dans la norme 44-051 qui définit les amendements organiques. L'application de cette norme est obligatoire pour ces produits, mais elle est très peu contraignante en raison de l'absence de critères d'innocuité (polluants et pathogènes).

L'utilisation des composts en agriculture biologique est possible, lorsque le besoin est reconnu par l'organisme de contrôle. Les composts d'effluents d'élevage (sauf l'élevage hors-sol), les composts de déchets verts et les composts de bio déchets peuvent être utilisés en agriculture biologique. Cependant, ces derniers doivent avoir des teneurs très faibles en métaux (Francou, 2003).

III.3. Qualité de compost :

D'après (Charnay, 2005), le compost est principalement employé en tant qu'amendement organique afin d'améliorer la qualité des sols et les performances de production des cultures. Il est essentiel qu'il réponde à des normes de qualité qui répondent à la fois aux attentes des consommateurs et du marché. La qualité obtenue est principalement influencée par la nature des produits initiaux et le suivi des paramètres physico-chimiques,

sans critères de qualité et sans systèmes d'assurance qualité. les principaux paramètres à suivre pendant le procédé sont les suivants :

III.3.1. Teneur en eau :

L'activité des microorganismes est influencée par la quantité d'eau ou d'humidité (H %) présente sur le substrat. En fonction de l'état physique et de la nature du substrat, la teneur optimale varie en fonction de la densité du milieu. Selon **Koledzi (2011)**, elle est vulnérable à deux phénomènes qui ont des effets complémentaires : d'une part, la dégradation de la matière organique entraîne une libération d'eau, et d'autre part, l'évaporation de l'eau provoquée par l'énergie calorifique libérée par la fermentation.

La matière organique ne se décompose pas si la teneur en eau est inférieure à 20 %. Au contraire, si la concentration est supérieure à 70 %, l'eau commence à combler les vides des déchets et entrave les échanges d'oxygène, créant ainsi des conditions propices à l'anaérobiose. Le taux optimal d'eau se trouve entre 40 % et 60 %. Finalement, un produit sec ou presque facilite la finition mécanique du compost en évitant le colmatage des équipements (**Koledzi, 2011**).

III.3.2. Température :

Le compostage utilise deux types de températures différentes : mésophile et thermophile. Si la température optimale pour la phase initiale de compostage se situe entre 20 et 45°C, ensuite, une température comprise entre 50 et 70°C est idéale pour les organismes thermophiles qui ont pris le contrôle des étapes ultérieures (**Zaiter et Daas, 2019**).

Les processus de compostage aérobie sont caractérisés par des températures élevées, ce qui témoigne d'une activité microbienne élevée. En général, les pathogènes sont éliminés à des températures supérieures à 55°C, tandis que la température critique d'élimination des graines d'adventices est de 62°C. Il est possible d'utiliser le retournement et l'aération afin de contrôler la température (**Zaiter et Daas, 2019**).

III.3.3. Granulométrie :

D'après (**Koledzi, 2011**), la granulométrie joue un rôle essentiel dans la détermination de la vitesse de biodégradation. En augmentant la surface spécifique du substrat, la zone de contact entre le substrat et les micro-organismes se développera davantage et la fermentation sera améliorée. Une granulométrie trop mince entraîne une réduction de l'espace poral et réduit l'accès et la circulation de l'air, ce qui entraîne un "étouffement" du compost. En revanche, si la granulométrie est trop élevée, les niveaux d'oxygène vont dépasser les niveaux optimaux, ce qui asséchera le compost et compliquera la montée en température. La granulométrie du substrat évolue au cours du processus de dégradation par fragmentation des

agrégats vers des éléments fins. On peut ajuster cela en utilisant de préférence le broyeur pour les déchets urbains très variés, car le broyage peut entraîner la propagation des impuretés dans le compost.

III.3.4. Rapport carbone et azote (C/N) :

Le rapport entre C et N est un élément essentiel. Le rapport C/N idéal se trouve entre 25 et 30 très bien. Que des rapports allant de 20 à 40 soient également acceptés. Lorsque le rapport C/N dépasse 40, la prolifération des microorganismes est restreinte et nécessite une durée de compostage plus longue. En cas de rapport C/N inférieur à 20, l'azote sera sous-utilisé et le surplus d'azote sera perdu dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac ou d'oxyde nitreux, ce qui pourrait entraîner une problématique d'odeur., le rapport final C/N devrait être compris entre 10/1 et 15/1. (Misra. Roy. Hiraoka, 2005).

D'après (Charnay, 2005), les bactéries se servent du carbone pour leur énergie et de l'azote pour leurs protéines. Le compostage provoque la dégradation de la M.O, ce qui entraîne une consommation d'azote et de carbone, ce qui entraîne une réduction du rapport C/N. La proportion entre le carbone et l'azote bio-disponible est exprimée dans ce rapport. Selon le Tableau 1, cela varie en fonction de la composition intrinsèque du substrat à composter.

Tableau 1 : Rapport C/N de divers substrats (Charnay, 2005).

Matières	Rapport C/N
Urines	0.8
Gazon coupé	12
Tabac	13
Légumes	12-30
Ordures ménagères	25
Papiers- cartons	70
Branches arbres	70
Paille de blés	128
Sciure de bois	200

III.3.5. PH :

Le pH des suspensions solides (comme les déchets et le compost) oscille entre 5 et 9. Au début du processus de dégradation, il y a une phase acidogène : les bactéries acidogènes produisent des acides organiques et du dioxyde de carbone (CO₂), qui décompose le matériel carbone complexe, ce qui entraîne une baisse du pH initial. Selon Charnay (2005), la deuxième étape consiste en une alcalinisation : une hydrolyse bactérienne de l'azote avec la production d'ammoniac (NH₃) qui est associée à la dégradation des protéines et à la décomposition des acides organiques.

Le pH idéal est donc proche de la neutralité selon la nature du substrat. Le contrôle du pH permet de mesurer le niveau de dégradation biologique et biochimique. Il est difficile d'observer la première phase acidogène (Charnay, 2005).

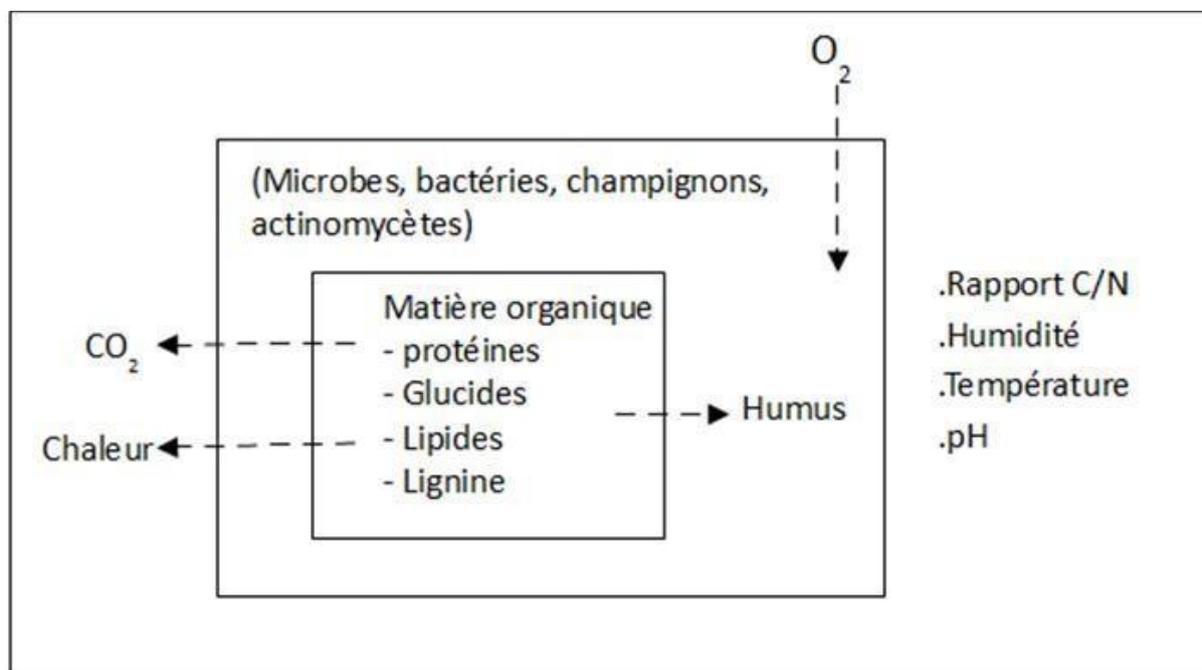


Figure 3 : Résumé du processus lors d'un compostage : Schéma proposé par (Itävaara et al , 1995).

III.4. Rôle de compost dans l'amélioration des particules de sol :

Plusieurs études ont montré l'importance de l'apport des amendements organiques dans l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol (Bensassi ,2012). Ces matières organiques sont variées : boue, fumier, compost, etc. Cependant, tous les types de matières organiques ne permettent pas d'atteindre les mêmes améliorations.

III.4.1. Propriété chimique du sol :

Les composts sont une source de composés organiques et minéraux qui favorisent l'amélioration de la fertilisation des sols. L'ajout de compost au sol permet d'accroître la réserve de carbone organique. En utilisant la même quantité de compost, le sol est plus enrichi en carbone organique total que le fumier. De cette manière, la mise en valeur agronomique du compost permet de maintenir, voire d'accroître la captation du carbone dans les sols, ce qui contribue à la diminution des émissions de gaz à effet de serre. (Bensassi ,2012)

En augmentant ces stocks de 0,2 % par an (6 Mt), il serait possible de compenser environ 4% des émissions annuelles brutes de gaz à effet de serre (GES), soit environ un quart des missions des secteurs agricole et forestier. Les composts sont également riches en azote, en phosphore et en potassium.

III.4.2. Propriété physique du sol :

Le mélange du compost avec le sol améliore ses propriétés physiques. En effet, l'ajout de compost, matériau riche en matières organiques, fournit davantage d'acides fulviques et humiques et des cations polyvalents au sol. Il se forme ainsi de nouveaux agrégats stables par adhésion des particules du sol aux molécules organiques (**Bensassi ,2012**).

L'augmentation de la concentration des sels solubles de sodium, de magnésium et de calcium dans les sols conduit à une augmentation de leur conductivité électrique et une atténuation de leur stabilité structurale. L'utilisation des amendements organiques permet de réduire les effets négatifs des sols salins ou irrigués avec des eaux salines et pourrait par conséquent être exploitée comme stratégie favorisant la remédiation de ces sols (**Bensassi ,2012**).

III.4.3. Propriété biologique du sol :

- La présence de micro-organismes divers dans le compost, augmente l'activité biologique du sol qui fixe par exemple l'azote de l'air ou rend assimilable par les plantes du soufre, du phosphore, des oligoéléments,... contenu dans les roches, (Cette activité biologique favorisée, répercute elle-même ces effets sur la structure du sol et ces capacités physiques et chimiques).
- L'activité microbienne limite le développement d'organismes pathogènes (directement dans le sol ou dans les plantes par absorption par celle-ci de substances actives, d'hormones ou d'antibiotiques).
- Permet un meilleur développement racinaire (mycorhizes plus actifs). (**Eddy Mercier, 2019**).

III.5. Les avantages et les inconvénients de compostage :

❖ Les avantages :

Le compost, une fois terminé, sera utilisé comme amendement de sol. Sur votre potager bien sûr, mais également sur vos parterres de fleurs, sous vos arbres fruitiers, ou encore dans vos jardinières et plantes d'intérieur. Les propriétés formidables du compost sont principalement dues à la formation des complexes colloïdaux argilo-humiques. L'utilisation du compost est intéressante à plusieurs points de vue : **(Eddy Mercier, 2019)**.

❖ les inconvénients :

- Il n'y a pas de recette magique pour obtenir un bon compost, c'est avec le temps que vient l'expérience
- Du temps et des suivis sont nécessaires afin que tout se passe dans les normes
- Le processus est assez long, cela peut prendre des mois
- Le compost nécessite de l'espace
- Cette pratique nécessite de la machinerie, au minimum un tracteur avec pelle et un épandeur à fumier **(Andre, 2014 in Zaiter et Daas , 2019)**.



MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. L'objectif de ce travail :

L'objectif de cette étude était d'examiner les effets d'apport de biochar et de compost dérivés localement du palmier dattier et la fertilisation minérale sur la performance de la culture d'orge et les propriétés du sol.

2. lieu d'étude :

Cette expérimentation a été réalisée en 2023-2024 dans le champ expérimental du Département d'Agronomie (Université Mohammed Khider Biskra) en serre pour une seule variété d'orge.

3. Matériel :

3.1. Matériel Végétale :

Le matériel végétal utilisé dans cette étude c'est l'espèce d'orge, variété Saïda. C'est une variété précoce à haut rendement adaptée aux conditions climatiques de la région Elle est très commerciale avec une longue durée de stockage et de conservation.

3.2. Les produits utilisés :

➤ Amendement organique et engrais :

Les amendements du biochar et le compost ont été utilisés en agriculture pour améliorer la fertilité des sols et la productivité des cultures. Pour obtenir ces amendements durables, il est avantageux d'être dérivé de résidus disponibles localement. Pour cela, le biochar et le compost utilisé dans le cadre de ce travail provenait essentiellement de la pyrolyse et le compostage du bois des palmes du palmier dattier.

➤ **Compost :**

Dans notre essai on a utilisé le compost provient de l'unité de fabrication du compost "**Palm Compost**" situe au niveau de la commune de Chetma, Wilaya de BISKRA, ce compost est fabriqué suivant la technique de production par andain sous les conditions aérobiose est à base des déchets de palmier dattier.



Figure 03 : le composte utilisé « Palm Compost »(photo original ;2024)

Tableau 01 : Analyses du compost « Palm Compost »

<u>Analyses du compost</u>	
Carbone Organique (C) %	33.72
Matière Organique (MO) %	58
Azote total (N) %	3.18
C/N	12.54
pH	7.47
Potassium échangeable (K) ppm	164.1
Potassium total (K t) %	0.41
Phosphore assimilable (P) ppm	20.85
Phosphore total (Pt) %	0.27

➤ **Fumier :**

Le fumier a été récupéré d'un tas situé au niveau de la ferme de l'institut, il est d'origine ovine et provient des régions de Biskra. C'est un fumier âgé d'au moins une année de couleur foncé.

➤ **Biochar :**

Le biochar que nous avons utilisé s'est produit selon le procédé de pyrolyse lent dite conventionnelle à partir des palmes de palmier dattier, on a utilisé un four à moufle de forme rectangulaire et à chargement vertical « marque Nabertherm D-2804 », qui se trouve au niveau des laboratoires du hall technologique de l'université de Biskra. La température appliquée est de 400°C pendant deux heures de carbonisation ; cette température se fixe à l'avance selon un programmeur avec commande. Le produit final du biochar s'est préparé pour l'utiliser dans l'amendement des parcelles de l'essai après broyage puis tamisage.

➤ **Engrais minéral :**

Nous avons utilisé trois types d'engrais suivants : Engrais phosphaté (TSP 46%), engrais potassique (K_2SO_4 50%) et l'engrais azoté (Urée 46%).



Figure04. Engrais utilisés dans l'essai (Omari ;2023)

4 .Méthode de travail :

4.1 .Opération Culturelle :

- **Préparation du sol :** Préparation manuelle du sol Un labour profond de 40 cm a été réalisé au mois de (février 2024) ; avec un herse pour niveler le sol et préparer le lit de semence.

- **Epandage des amendements organiques (compost, fumier et biochar) :**

L'épandage du compost et de fumier a été réalisé manuellement avant le semis à raison de 12,96 kg / parcelle 4,8 et 4.8kg de biochar .

- **Fumure d'entretien :**

Nous avons ajouté du potassium et du phosphore avant le semis

L'azote a été apporté en trois étapes pour éviter les pertes par lessivage :

- I. Première rentrée au stade 2/3 feuilles (**21/03/2024**)
- II. Deuxième apport au début du tallage (**10/04/2024**)
- III. Troisième promotion au stade de montaison (**20/04/2024**)

- **Semis :** Le semis manuel des gaines est effectué le (**09/02/2024**) à une profondeur de 2-3 cm.

Tableau 2 : les principales dates du cycle végétative

Période d'apport	Levée	3 feuilles	Tallage	Montaison
Date	16/03/2024	21/03/2024	15/04/2024	10/05/2024

- **Irrigation :** L'irrigation est menée par submersion , dont le suivi d'irrigation a été réalisé en prenant en compte l'état hydrique du sol. Les parcelles étaient arrosées une fois par semaine durant toute la période d'essai.
- **Désherbage :** on a fait le désherbage manuellement au cours de développement de la culture.
- **Récolte :** la récolte a été réalisée à la maturité dès que le grain est dur (13% d'humidité), l'opération a été faite le (**06/06/2024**).

4. Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental adopté est un bloc complet randomisé avec quatre traitements et un témoin représenté par l'apport des amendements organiques compost, fumier, biochar et un engrais minéral avec quatre(4) répétitions soit au total 28 parcelles.

Nous avons préparé des sous-parcelles de 4 m de long sur 1,2 m de large pour une superficie de 4,8 m². Dans chaque parcelle ce qui fait 5 lignes et l'espace entre les lignes 25 cm.

Ecartement entre les parcelles élémentaires 0.5m

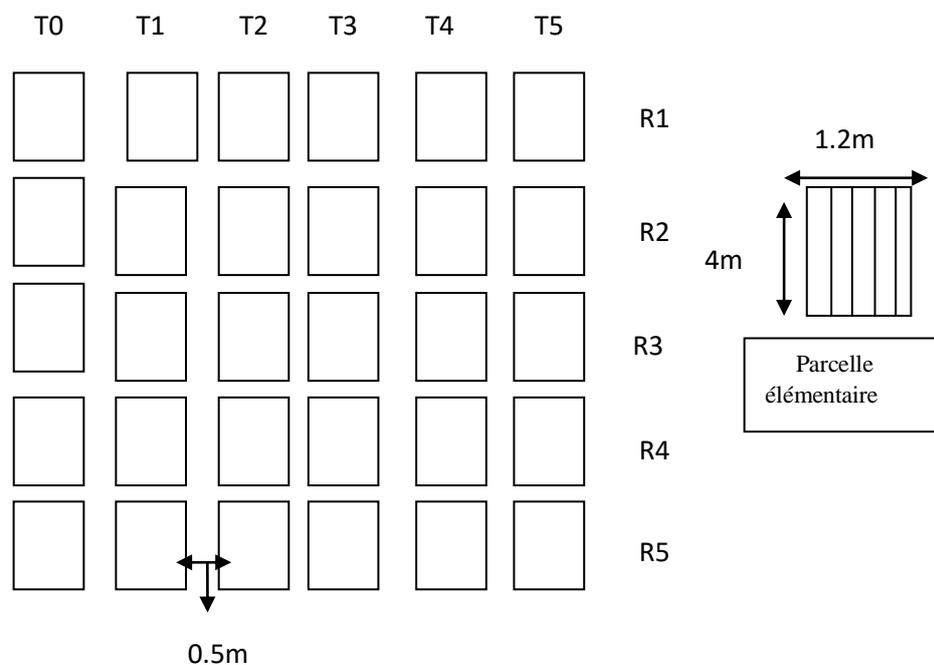


Figure 05: schéma du dispositif expérimental

Tableau03: Traitements et nombre de répétition de l'essai

		Traitements						
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
R(répétition)	R1	T0	Com	Eng	Fum	Bio	Eng +Bio	Com +Bio
	R2	Bio	T0	Fum	Bio	Com	Eng +Bio	Com +Bio
	R3	Fum	Bio	T0	Com	Eng	Eng +Bio	Com +Bio
	R4	Eng	Fum	Com	Bio	T0	Eng +Bio	Com +Bio

T0 : témoin

Com : compost =12,96 kg / parcelle 4,8

Eng : Engrais = 130,4 g d'urée / parcelle

=36,86 g de TSP / parcelle 4,8

=80 g de K^2SO^4 / parcelle 4,8

Fum : Fumier=12,96 kg / parcelle 4,8

Bio : Biochar=4.8kg de biochar

Bio +Com : compost +Biochar= 4.8kg de biochar+16.8kg de compost

Bio +Eng : Biochar +Engrais =125.2g de Urée / parcelle

= 27.54 g de MAP / parcelle

=44.30 g K_2SO_4 de / parcelle

+4.8kg de biochar

6. Stades végétatifs :

➤ Date de levée :

Noter les jours où la plupart des plantules de semis sont visibles.

➤ Le début de tallage :

Noter le jour où la première talle est visible sur la plupart des plantes.

➤ Le début-montaison (stade épi 1cm) :

Pour la déterminer, il faut mesurer en mm, la distance qui sépare la base du plateau de Tallage du sommet de l'épi, une fois qu'elle atteints 1 cm, le stade début montaison est atteint.

➤ L'épiaison :

Elle est atteinte quand 50 % des tiges ont leur épi dégagé. Plusieurs notations par semaine sont nécessaires.

➤ Maturité :

Elle est caractérisée par un jaunissement total de la végétation

7. Caractère Morphologique :

❖ Longueur des racines

Nous avons mesure Longueur des racines Ces derniers ont été mesurés à l'aide d'une règle graduée en (cm)

❖ Longueur de l'épi (LE) :

Les plantes prélevées pour mesurer la longueur des plantes ont été séparées de leurs épis. Ces derniers ont été mesurés à l'aide d'une règle graduée de la base de l'épi (premier article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal.

❖ Longueur des barbes (LB) :

Nous avons mesure la longueur des barbes (cm) depuis l'extrémité du sommet de l'épillet terminal jusqu'au sommet des barbes.

8. Caractères de production :

1/Nombre d'épis par m² (NE/M²) :

Comptage des épis de chaque placette de 1m² de chaque parcelle.

2/Nombre de grains par épi (NG/E):

Est en calculant la moyenne des résultats prélevés sur 10 épis au hasard de chaque placette.

3/ le poids de 1000 grains (PMG) :

Obtenu en pesant 1000 graine sur une balance de 0.0001g de précision , le comptage est effectué manuellement après la récolte .

9. Les Composantes de Rendement :

Rendement théorique (qx/ha) (RDT) :

Le rendement théorique (g/m²) a été déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Rdt} = \text{NE} \times \text{NGE} \times \text{Pmg}/1000$$

NE: nombre d'épis/m²

Ou **NGE :** nombre des grains/épis

Pmg: poids moyen d'un grain (g).

10. Outils Statistique :

Les données recueillies pour l'ensemble des caractères étudiés ont été soumises à une analyse de la variance avec le logiciel XLSTAT 2010. L'analyse de la variance effectuée est à deux facteurs (fumier, compost, engrais, biochar). Les moyennes sont comparées à l'aide du test de Newman-Keuls(SNK).



RÉSULTATS ET DISCUSSION

V.1. Paramètres de la croissance :

V.2.1. Longueur des racines à la maturation :

Les données mesurées sont données à l'annexe B. D'après la figure 06 On remarque que la longueur des racines pour le traitement Biochar marque la mesure la plus élevée 10.67cm et puis celle de Témoin avec 10.17cm.

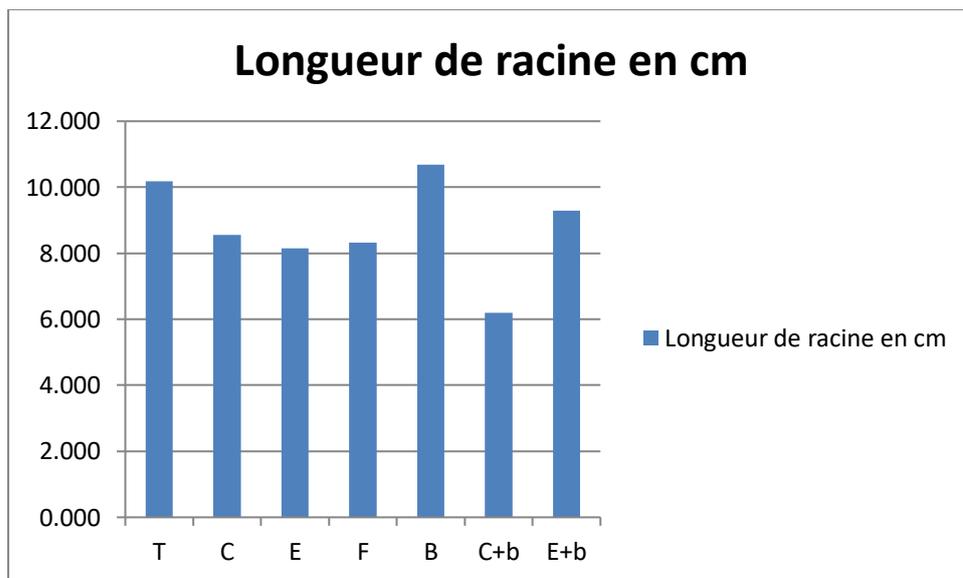


Figure06 : Moyenne des longueurs des racines pour les différents traitements

L'analyse statistique tableau n°04 par le teste Newman-Keuls qui classe l'effet de traitement en deux groupes homogènes ; A, B respectivement (B,T,E+b,C,F,E,) le premier groupe A : B ,T le deuxième groupe B comporte(E+b,C,F,E,C+b) et L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné des groupes homogènes A t le ($Pr > F = 0,037$), avec un ordre des exportation moyenne de racine comme suit : (**B**) > (**T**) > (**E+b**) > (**C**) > (**F**) > (**E**) > (**C+b**)

Modalité	Moyenne	
	estimée	Groupes
B	10,675	A
T	10,175	A
E+b	9,300	A B
C	8,550	A B
F	8,325	A B
E	8,150	A B
C+b	6,200	B

Tableau04 : Moyenne estimée des groups des racines

V.3. Caractéristiques morphologiques:

V.3.1. Hauteur de la tige :

Les données mesurées de la hauteur des tiges sont illustrées dans annexe B, on observe que l’effet des différents traitements sur la hauteur des tiges à maturation, est marqué par des mesures importantes de longueur de tige chez les traitements B=39.70 cm et témoin =37.50cm

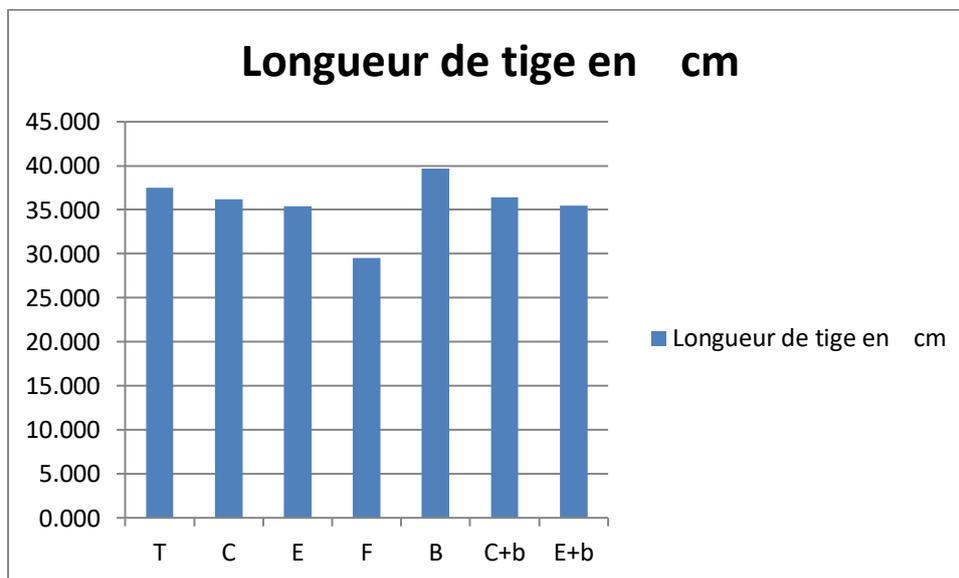


Figure07 : Moyenne des longueurs des tiges pour les différents traitements

Le trait statistique de l’influence des différentes modalités sur la longueur de tige à donne une différence non significatif pour tous les traitements

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B	39,700	A
T	37,500	A
C+b	36,400	A
C	36,175	A
E+b	35,500	A
E	35,375	A
F	29,525	A

Tableau05 : Moyenne estimée des groupes des tiges

V.3.2. Longueur d'épis et longueur de la barbe :

❖ Longueur d'épis :

Les données mesurées sont données à la figure n°8 donne l'effet des différents traitements sur la longueur d'épi à maturation, on remarque que les longueurs la plus important est observée pour le traitement biochar avec la valeur 4.5 cm et de C+b est le plus faible avec la valeur de 2,4cm.

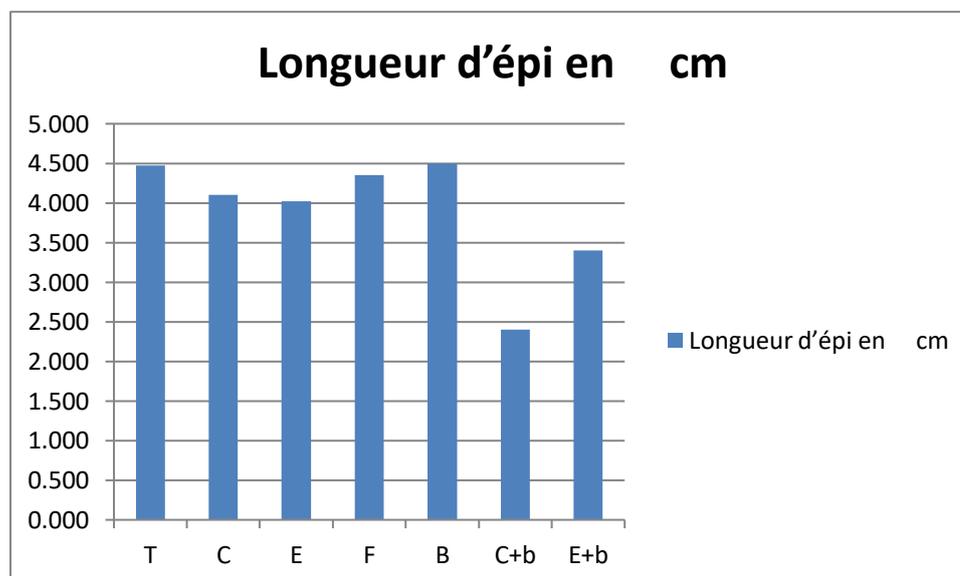


Figure08 : Moyenne des longueurs d'épi pour les différents traitements

L'analyse statistique d'épis (tableau06) par le teste Newman-Keuls qui classe l'effet de traitement 2 groupes homogènes ; A,B respectivement (B,T,F,C,E,E+b,C+b) le premier groupe A (B ,T,F,C,E,E+b) deuxième groupe B comporte (E+b,C+b) L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné des groupes homogènes A et le ($Pr > F = 0,007$), avec un ordre des exportation moyenne des épis comme suit : **(B) > (T) > (F) > (C) > (E) > (E+b) > (C+b)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
B	4,500	A	
T	4,475	A	
F	4,350	A	
C	4,100	A	
E	4,025	A	
E+b	3,400	A	B
C+b	2,400		B

Tableau06: Moyenne estimée des groupes des épis

❖ longueur de la barbe :

L'effet des différents traitements sur la longueur de la barbe à maturation, on Remarque, la plus important est observée pour le Témoin avec la valeur de 12.85cm et de E+b est le plus faible avec la valeur de 9.20 cm.

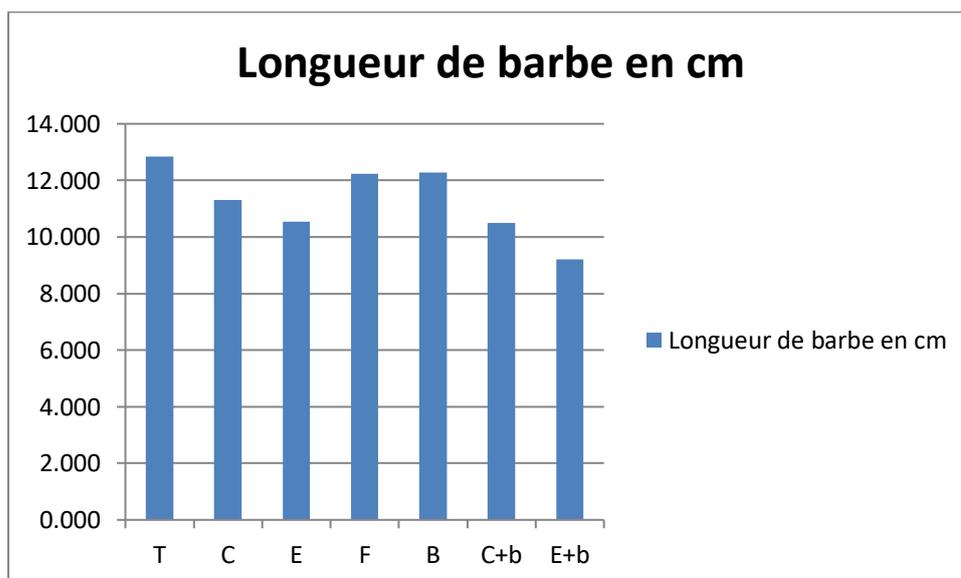


Figure09 : Moyenne des longueurs de barbe pour les différents traitements

L'analyse statistique du barbe (tableau 07) par le teste Newman-Keuls qui classe l'effet de traitement 3 groupes homogènes ; A, B et C respectivement(T,B,F,C,E,C+b,E+b) le premier groupe A (T,B,F,C) et le deuxième groupe B comporte(C,E,C+b,E+b) t troisième C comporte : (C,E,C+b,E+b) et L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné des groupes homogènes A et le (Pr>F= 0,0001), avec un ordre des exportation moyenne de racine comme suit **(T) >(B) > (F) > (C) > (E) > (C+b) > (E+b)**

Modalité	Moyenne estimée	Groupes		
T	12,850	A		
B	12,275	A		
F	12,243	A		
C	11,300	A	B	
E	10,550		B	C
C+b	10,500		B	C
E+b	9,200			C

Tableau07 : Moyenne estimée des groupes des barbes

V.4.Caractères de production :

V.4.1.Nombre d'épis par m² (NE/m²) :

Les données mesurées sont donnée à la figure n°10 donne l'effet des différents traitements sur le nombre d'épi par m², on Remarque la plus important est observée pour le traitement Biochar avec une valeur de 206.50 est le E plus faible avec la valeur de E= 116.25

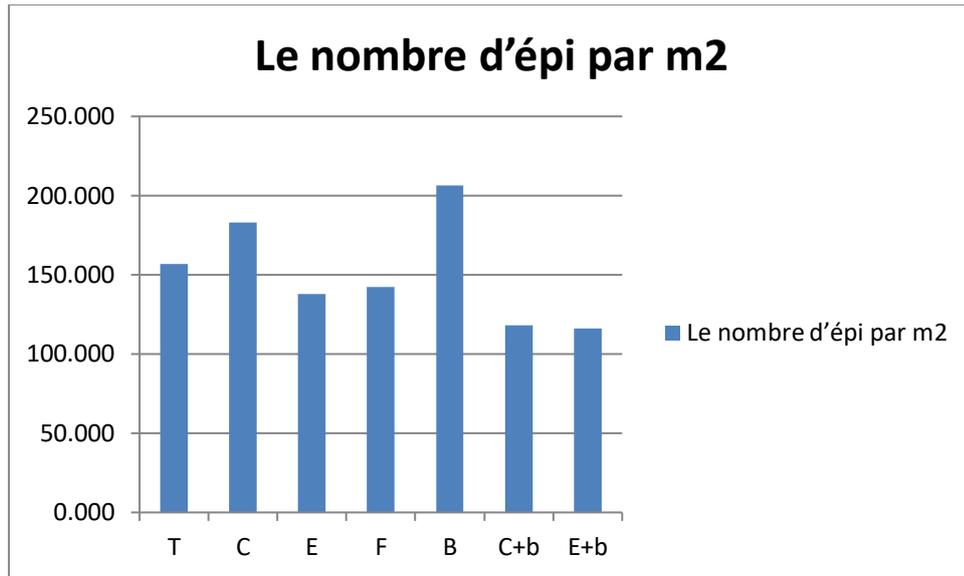


Figure10 : Moyenne de Nombre d'épis pour les différents traitements

L'analyse statistique d'épis (tableau08) par le teste Newman-Keuls qui classe l'effet de traitement 2 groupes homogènes ; A,B respectivement (B,C,T,F,E+b,C+b,E) le premier groupe A (B,C,T,F,E+b) deuxième groupe B comporte (C+b,E) L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné des groupes homogènes A et le ($Pr > F = 0,037$), avec un ordre des exportation moyenne des épis comme suit : (**B**) > (**C**) > (**T**) > (**F**) > (**E+b**) > (**C+b**) > (**E**)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B	206,500	A
C	183,000	A B
T	157,000	A B
F	142,250	A B
E+b	138,000	A B
C+b	118,000	B
E	116,250	B

Tableau08 : Moyenne estimée des groups des nombre des épis

V.4.2. Nombre de grains par épi :

Les données mesurées sont données D'après la figure n°11, On remarque que le nombre de grain par épi pour les différents traitements on Remarque la plus important est observée pour le traitement Biochar avec la valeur de 23.75 et de C+b est le plus faible avec la valeur de 9.00

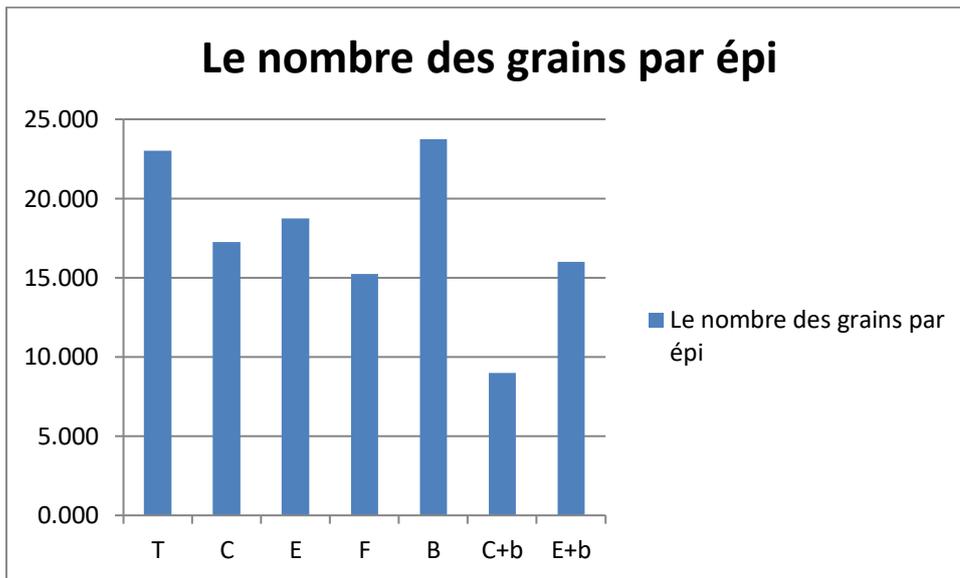


Figure11 : Moyenne de Nombre des grains par épi pour les différents traitements

L'analyse statistique d'épis (tableau09) par le teste Newman-Keuls qui classe l'effet de traitement 2 groupes homogènes ; A,B respectivement (B,T,E,C,E+b,F,C+b) le premier groupe A (B,T,E,C,E+b,F) deuxième groupe B comporte (C,E+b,F,C+b) L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné des groupes homogènes A et le (Pr>F = 0,001), avec un ordre des exportation moyenne des épis comme suit : (B) >(T) > (E) > (C) > (E+b) >(F)>(C+b)

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
B	23,750	A	
T	23,000	A	
E	18,750	A	
C	17,250	A	B
E+b	16,000	A	B
F	15,250	A	B
C+b	9,000		B

Tableau09 : Moyenne estimée des groups nombre des grains par épi

V.4.3.Poids de 1000 grains (PMG) :

Les données mesurées sont données à la figure n°12 donne l'effet des différents traitements sur le poids de mille grains, on remarque que le poids de mille grains est plus important pour le traitement BIOCHAR avec la valeur de 33.25g et la hauteur de E+b a poids de mille grains le plus faible avec la valeur de 20g.

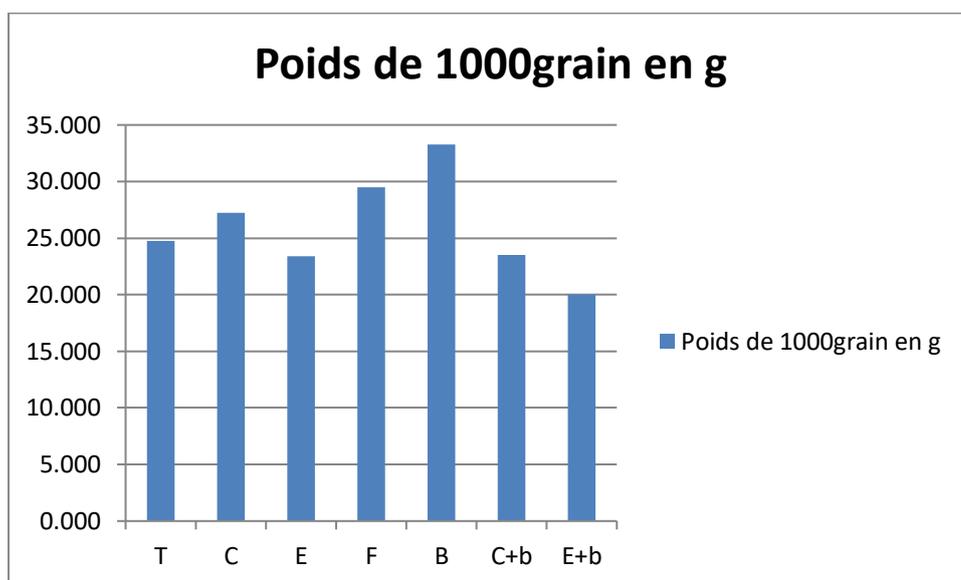


Figure12 : Moyenne de Poids de 1000 grain pour les différents traitements

Le trait statistique de l'influence des différentes modalités sur le poids de 1000 grain à donner une différence non significatif pour tous les traitements

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
B	33,250	A
F	29,475	A
C	27,225	A
T	24,750	A
C+b	23,500	A
E	23,400	A
E+b	20,000	A

Tableau10 : Moyenne estimée des groupes de Poids de 1000 grain

V.5.Rendement théorique (RDT) :

Les données mesurées sont donnée à la figure n°13 donne l'effet des différents traitements sur le rendement théorique, on remarque qu'il y a une différence entre les traitements, le traitement le plus important est observé pour le traitement Biochar avec la moyenne de 16.84 et la valeur est le plus faible pour le traitement Com+Bio.

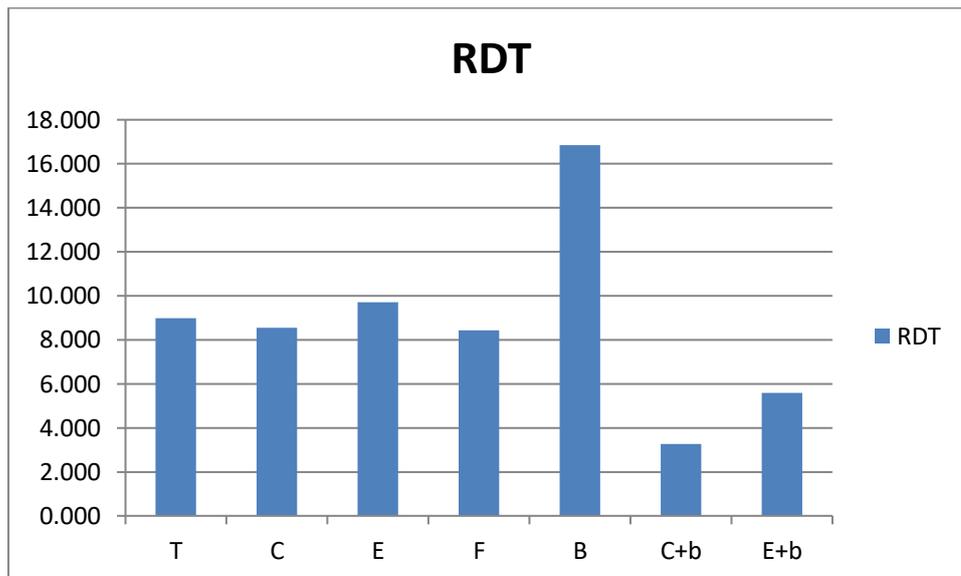


Figure13: Moyenne Rendement théorique de pour les différents traitements

L'analyse statistique rendement théorique (tableau 11) par le teste Newman-Keuls qui classe l'effet de traitement 2 groupes homogènes ; A, B (B, E, T, C, F,E+b,C+b) les 2 groupe homogènes d'où le premier groupe A : (B,E,T,C,F) deuxième groupe B comporte (E,T,C,F,E+b,C+b) et L'analyse statistique a donné une différence significative entre les moyennes des traitements d'où le test Newman-keuls (95%) a donné des groupes homogènes A et le ($Pr > F = 0,029$), avec un ordre des exportation moyenne de racine comme suit (BIO) > Eng > (Témoin) > (COM) > (FUM) > Eng+Bio > Eng > Com+Bio

Modalité	Moyenne estimée	Groupes	
		A	B
B	16,846	A	
E	9,700	A	B
T	8,992	A	B
C	8,547	A	B
F	8,431	A	B
E+B	5,591		B
E	4,637		B
C+B	3,268		B

Tableau11 : Moyenne estimée des groups de Poids de Rendement théorique

V.6. Quantités de phosphore :

➤ dans les grains :

Les données mesurées sont donnée à la figure n°14 donne l'effet des différents traitements sur Quantités de phosphore dans les grains, on remarque qu'il y a une différence entre les traitements, la quantité la plus important remarques dans le traitement Eng+Bio est le plus faible pour le traitement Eng

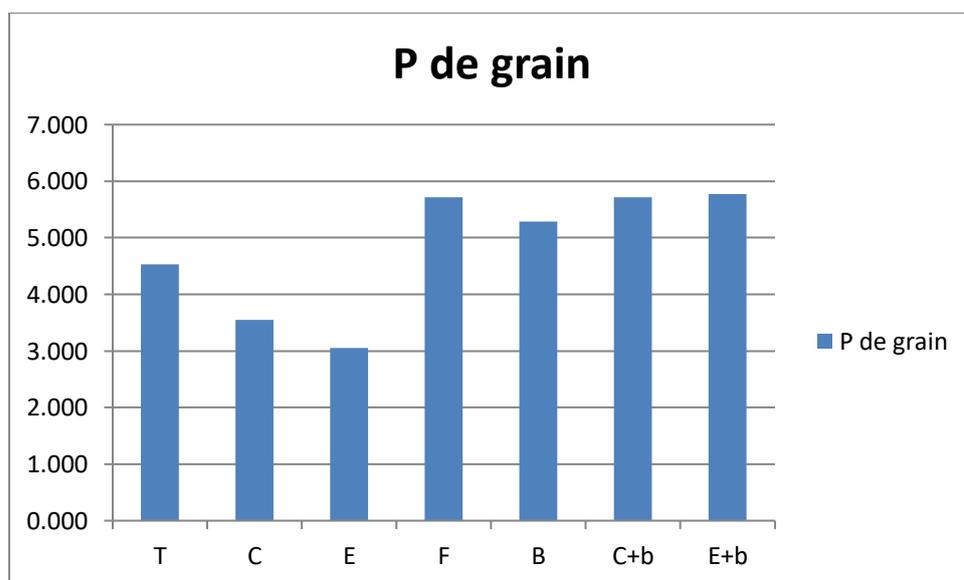


Figure14: Moyenne de Quantités de phosphore dans les grains pour les différents traitements

Le trait statistique de l'influence des différentes modalités sur la Quantités de phosphore dans les grains à donne une différence non significatif pour tous les traitements

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
E+b	5,776	A
F	5,712	A
C+b	5,534	A
B	5,288	A
T	4,535	A
C	3,547	A
E	3,051	A

Tableau12 : Moyenne estimée des groups de Quantités de phosphore dans les grains

➤ **dans la paille :**

Les données mesurées sont donnée à la figure n°15 donne l'effet des différents traitements sur Quantités de phosphore dans la paille , on remarque qu'il y a une différence entre les traitements, la quantité la plus important remarques dans le traitement Eng+Bio est le plus faible pour le traitement Eng

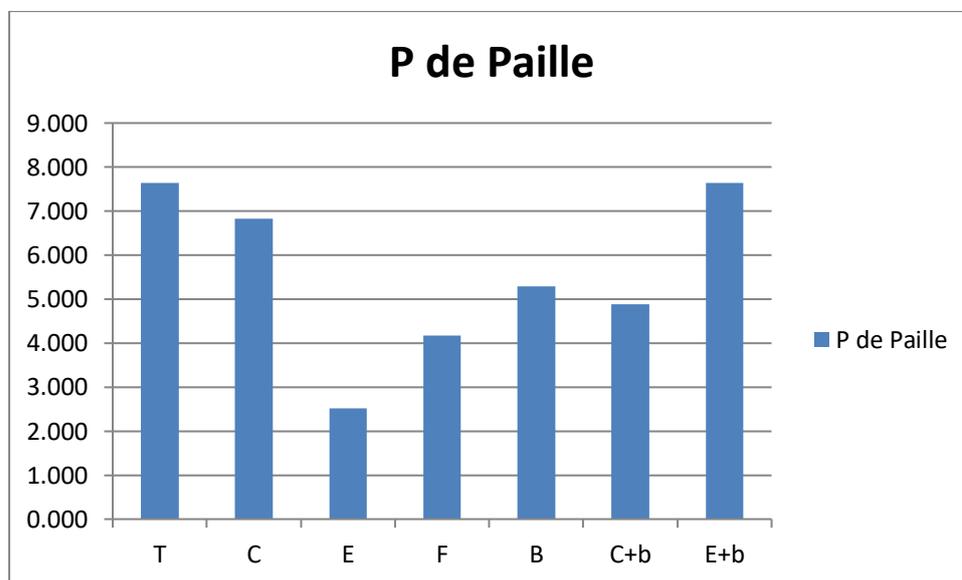


Figure15: Moyenne de Quantités de phosphore dans la paille pour les différents traitements

Le trait statistique de l'influence des différentes modalités sur la Quantités de phosphore dans les grains à donne une différence non significatif pour tous les traitements

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
E+b	7,634	A
T	7,634	A
C	6,833	A
B	5,287	A
C+b	4,888	A
F	4,170	A
E	2,513	A

Tableau13 : Moyenne estimée des groupes de Quantités de phosphore dans la paille

V.7. Quantités d'azote :

➤ dans la graine :

Les données mesurées sont donnée à la figure n°16 donne l'effet des différents traitements sur Quantités d'azote, on remarque qu'il y a une différence entre les traitements, la quantité la plus important remarques dans le traitement Com+Bio est le plus faible pour le traitement Com

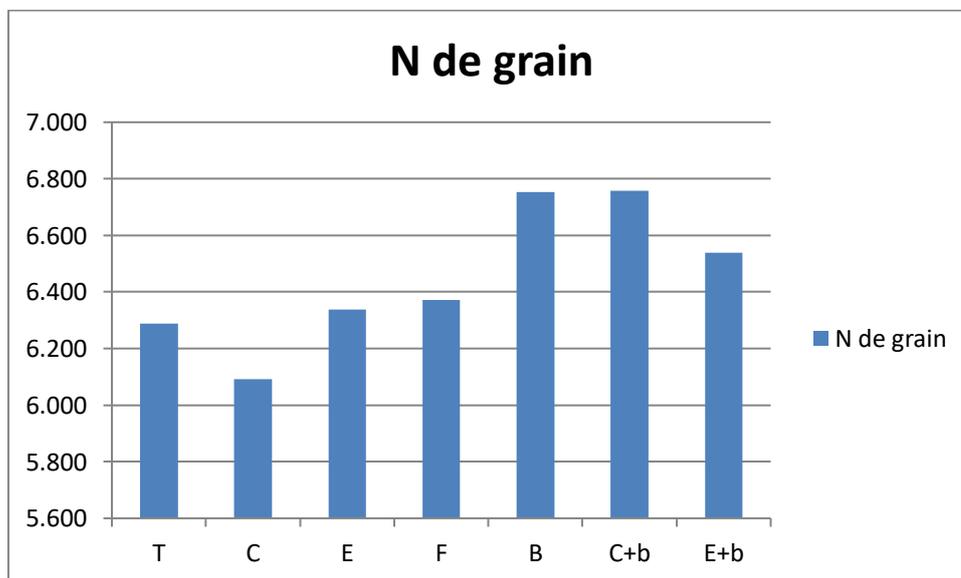


Figure16: Moyenne de Quantité d'azote dans le grain pour les différents traitements

Le trait statistique de l'influence des différentes modalités sur la Quantités de phosphore dans les grains à donne une différence non significatif pour tous les traitements

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
C+b	6,758	A
B	6,753	A
E+b	6,540	A
F	6,372	A
E	6,338	A
T	6,288	A
C	6,092	A

Tableau14 : Moyenne estimée des groupes de Quantités d'azote dans les grains

➤ **dans la paille :**

Les données mesurées sont donnée à la figure n°17 donne l'effet des différents traitements sur Quantités d'azote, on remarque qu'il y a une différence entre les traitements, la quantité la plus important remarques dans le traitement Com+Bio est le plus faible pour le traitement Fum

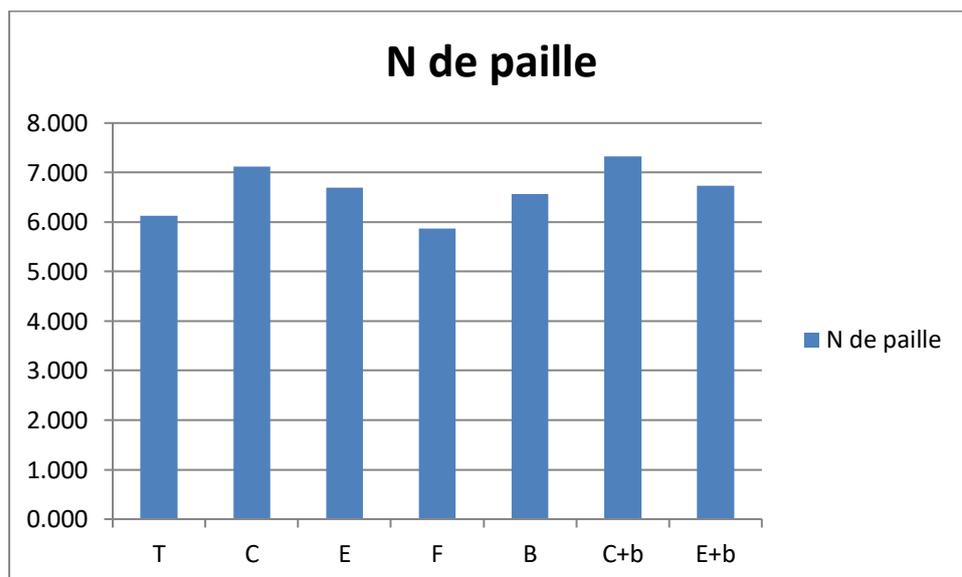


Figure17: Moyenne de Quantité d'azote dans la paille pour les différents traitements

Le trait statistique de l'influence des différentes modalités sur la Quantités de phosphore dans les grains à donne une différence non significatif pour tous les traitements

Modalité	Moyenne estimée	Groupes
C+b	7,324	A
C	7,123	A
E+b	6,736	A
E	6,697	A
B	6,562	A
T	6,125	A
F	5,873	A

Tableau15 : Moyenne estimée des groups de Quantités d'azote dans la paille



CONCLUSION

En générale, le biochar a eu un effet positif sur les paramètres de développement de la Plante étudiée, sur le rendement et sur la teneur en éléments nutritifs. Notre étude examine les effets du biochar, du fumier et de l'engrais minéral sur la culture d'orge.

L'effet de biochar sur le rendement théorique et les paramètres de croissance comme longueur de racine parce que il marque les mesure les plus élevé 10.67cm et on marque aussi dans :

Hauteur de la tige : 39.70cm

Longueur d'épis : 4.5cm

Longueur de la barbe : 12.85 cm

Nombre d'épis par m² :206.50

Nombre de grains par épi : 23.75

Poids de 1000 grains : 33.25g

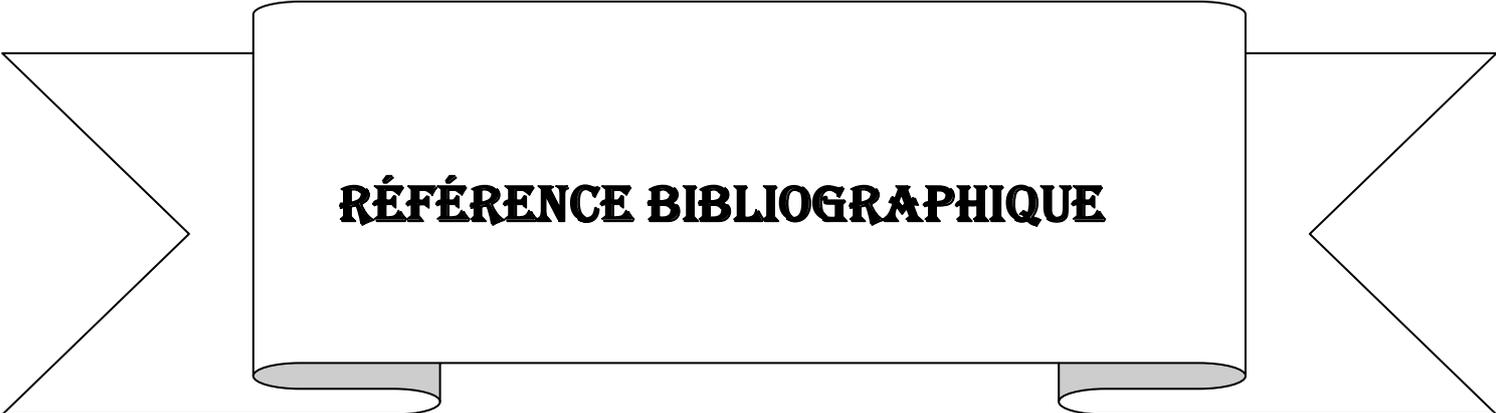
L'épandage du engrais et Biochar a un impact positif sur la quantité de phosphore dans les grains et la paille

L'épandage du Compost et Biochar un impact positif sur la quantité d'azote dans les grains et la paille

Cette différenciation de rendement peut s'expliquer par l'effet spontané des engrais au Cours de différentes phases de développement. Mais malgré l'utilisation du biochar brut sans combinaison avec engrais minéral ou engrais organique, leur rendement est appréciable.

Les traitements d'Engrais+biochar et Compost+ Biochar qui ont donnée les faibles rendements et faible résultat sont due Probablement a leurs qualités, le fumier est mal décomposé le composte a de faible contenu en éléments fertilisants.

Cependant l'application du biochar seul sans incubation ou addition, en particulier dans les sols à faible teneur en matière organique, serait moins efficace pour réguler les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol et améliorer la production agricole.



RÉFÉRENCE BIBLIOGRAPHIQUE

Référence bibliographique

- **Andre Carrier., 2014** : Agronome, M. Sc. Conseiller régional en horticulture.
- **Atkinson, C.J., Fitzgerald, J.D., Hipps, N. A.,2010** : Potential mechanisms for
- **Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahamed A., HassousKI.2005.** Selection of High Yielding and Risk Efficient Durum Wheat (*Triticum Durum Desf.*) Cultivars under Semis Arid Conditions.Pp: 360-365.
- **Bensassi .,2012** : Impacts d'apports de composts de déchets urbains sur la résistance et la résilience de la microflore du sol à des évènements de type canicule/sécheresse. Thèse de doctorat, L'Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse.
- **Biederman, L. A., Harpole, W.S., 2012** : Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. GCB Bioenergy.
- **Bingham I.J., Hoads.P.,Thomasw.T.B., Newtona.C., 2012:** Yield Response to Fungicide of Spring Barley Genotypes Differing In Disease Susceptibility And Canopy Structure, Field Crops Research, Volume 139,
- **Bothmer R., Belay T., Knupffer H.,Sato K., 2003** : Diversity in Barley (*HordeumVulgare*), Ed. Elsevier, Amsterdam. Pp: 4-10-13-179-190.
- **Brink M., Belay G., 2006** : Ressources Végétales De L'Afrique Tropicale Vol. :1. Céréales et légumes secs. Ed. Prota. Pays-Bas. Pp: 92-96.
- **BROWN, R., 2009:** Biochar production technology. In: Biochar for environmental
- **Brown, R.A., Kercher, A.K., Nguyen, T.H., Nagle, D.C., Ball, W.B.,2006** : Production and characterization of synthetic wood chars for use as surrogates for natural sorbents. Organic Geochemistry 37, Pp 321–333
- **Buecker, J., Kloss, Stefanie, Wimmer, B., Rempt, F., 2016** : Leachate Composition of Temperate Agricultural Soils in Response to Biochar Application. Water Air Soil Pollut 227.
- **CHAN, K. Y., VAN ZWIETEN, L., MESZAROS, I., DOWNIE, A., JOSEPH, S., 2007** : Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. Australian Journal of Soil Research 45, Pp629–634.
- **Chan, K.Yin, Xu, Z., 2009** :Biochar: Nutrient Properties and Their Enhancement, in: Lehmann, Johannes, Joseph, Stephen (Eds.), Biochar for Environmental Management, Science and Technology. Earthscan, London and Sterling, VA , Pp67–84

Référence bibliographique

- **Charnay ., 2005:** Compostage des déchets urbains dans les Pays en Développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat, L'Université de Limoges.
- **Cheng, C.-H., Lehmann, Johannes, Engelhard, Mark H., 2008:** Natural oxidation of black carbon in soils: Changes in molecular form and surface charge along a climosequence. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 72, Pp1598–1610.
- **CHENG, C.-H., LEHMANN, JOHANNES, THIES, J.E., BURTON, S.D.,ENGELHARD, MARK H., 2006 :** Oxidation of black carbon by biotic and abiotic processes. *Organic Geochemistry* 37,Pp 1477–1488.
- **Chiara C. Et Maria V., 2014 :** Genetic Control of Reproductive-Development In Temperate Cereals. In: Fabio Fornara, Editor(S). *Advances in Botanical Research*. Academic Press. Volume : 72. Pp: 131-158.
- **Cohen-Ofri, I., Popovitz-Niro, R., Weiner, S., 2007:** Structural characterization of modern and fossilized charcoal produced in natural fires as determined by using electron energy loss spectroscopy. *Chemistry – A European Journal* 13, Pp 2306–2310
- **Cohen-Ofri, I., Weiner, L., Boaretto, E., Mintz, G., Weiner, S., 2006 :** Modern and fossil charcoal: Aspects of structure and diagenesis'. *Journal of Archaeological Science* 33, Pp 428–439
- **De La Rosa, J.M., Knicker, H., 2011 :** Soil Biology & Biochemistry Bioavailability of N released from N-rich pyrogenic organic matter : An incubation study. *Soil Biology and Biochemistry* 43,Pp 2368– 2373.
- **El Haramain Fj. Grando S., 2010 :** Determination of Iron and Zinc Content in Food Barley. In:Ceccarelli Sand Grando S. 2010. Proceedings of the 10th Inter. Barley Genetics- Symposium, 5 – 10 April 2008, Alexandria, Egypt. Aleppo, Syria: InternationalCenter for Agricultural Rese Arch in the Dry Areas (Icarda),Pp 603 - 605.
- **FAOSTAT., 2021 :** FAOSTAT Production Statistics.
- **Feillet, P.,2000 :** Le grain de blé: Composition et utilisation,. Paris,. INRA Editions.
- **Flaten O., Bakken K.,Randby T., 2015 :** The Profitability Of HarvestingGrass Silages At Early Maturity Stages: An Analysis Of Dairy Farming Systems In Nor- way.Agricultural Systems. Volume 136. Pp: 85-95.
- **Francou., 2003 :** stabilisation de la matière organique au cours du compostage de

Référence bibliographique

déchets urbains: Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage - Recherche d'indicateurs pertinents Thèse de doctorat, l'institut national agronomique paris-grignon

- **Gabriela L., Daniel F. Calderini, Gustavo A. Slafer., 2004** :Leaf Appearance, Till- eringand Their Coordination In Old And Modern Barleys From Argentina, Field Crops Re- search, Volume 86, Issue 1, Pp 23-32.
- **Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., Zech, W., 2001** : The‘Terra Preta’ phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics.Natur wissen schaften 88, Pp37-41
- **Graber, Ellen R., Meller Harel, Y., Kolton, M., Cytryn, E.,Silber, A., Rav David, D.,Tsechansky, Ludmilla, Borenshtein, M., Elad, Y., 2010**: Biochar impact on development and productivity of pepper and tomato grown in fertigated soilless media. Plant and Soil 337, Pp481–496.
<https://www.fao.org/statistics/en>
- **J. Lehmann., S.Joseph., 2009**: Biochar for Environmental Management: An introduction, in: LEHMANN, JOHANNES, JOSEPH, STEPHEN (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation. Earthscan, London and Sterling, Pp1–12
- **J. Lehmann., S.Joseph., 2015** : Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation, 2 Edition. Routledge.
- **Johannes, Lehmann, Gaunt, J., Rondon, M., 2006** : Bio-char Sequestration in Terrestrial Ecosystems – A Review. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 11, Pp395–419.

- **Koledzi., 2011** : valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de lomé (togo): approche méthodologique pour une production durable de compost. Thèse de doctorat, L'Université de Limoges.
- **Koutcheiko, S., Monreal, C.M., Kodama, H., Mccracken, T., Kotlyar, L., 2007** : Preparation and characterization of activated carbon derived from the thermo-chemical conversion of chicken manure. Bio resource Technology 98, Pp2459–2464.
- **Lehmann, J., 2007** : Bio-energy in the black. Frontiers in Ecology and the Environment 5, Pp381–387
- **Lehmann, Johannes, Rillig, Matthias C., Thies, Janice, Masiello,C. A., Hockaday,**

Référence bibliographique

- William C., Crowley, D., 2011** : Biochar effects on soil biota – A review. *Soil Biology and Biochemistry* 43, Pp1812–1836.
London, Pp127-146
Management: Science and technology. (Eds Lehmann, J. and Joseph, S.). Earthscan,
- **Mekkaoui A., 1989** :Etude De L'influence De La Date Et La Densité De Semis Sur Le Rendement Et Ses Composantes D'une Orge (*Hordeum Vulgare*, L) Variétés Ascad 176 Dans La Région De Batna. Mémoire Ing. Univ. Batna. P69 .
 - **Misra Rv.** Consultant FAO, **Roy Rn.** Division de la mise en valeur des terres et des eaux FAO, Rome, **Hiraoka H., (2005)** : Bureau régional pour l'Asie et le Pacifique FAO, Bangkok. Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole. Documents de travail sur les terres et les eaux. Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture, Rome.2 ,Pp3.
 - **Mustin Michel., 1987** : Le Compost, gestion de la matière organique, Paris, François Dubuse 954 pages.
 - **Neves, E.G., Petersen, J.B., Bartone, R.N., Silva, C.A.D., 2003** : Historical and sociocultural origins of Amazonian Dark Earths, in: Lehmann, J., Kern, D.C., Glaser, B., Woods, W.I. (Eds.), *Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management*. Kluwer Aca, Dordrecht, The Netherlands, Pp29–50
 - **Paquereau J., 2013** : Au Jardin Des Plantes De La Bible : Botanique. Symboles Et Usages. Ed. Forêt Privée Française. Paris. P : 158.
 - **Paris, O., Zollfrank, C., Zickler, G.A., 2005** : Decomposition and carbonisation of wood biopolymers – a microstructural study of softwood pyrolysis. *Carbon* 43, Pp 53–66 Pp :9-19.
 - Published in Solution , Arab States, Agro. Written by **SOUTH-SOUTH WORLD., Vendredi 23 Octobre 2015, 17:16**. Propriétaire : Centre national de recherche sur le palmier dattier – Ahsa.
 - **Raveendran, K., Ganesh, A., Khilar, K.C., 1995** : Influence of mineral matter on biomass pyrolysis characteristics. *Fuel* 74, Pp 1812–1822
 - **Reddy S. M., Madhusundna Rao. M., Reddy A. S., Reddy M. M. et Charry S. J., 2004** : University Botany- III: (Plant Taxonomy, Plant Embryology, Plant Physiology) vol. 3.Ed. new age international limited publishers. New Delhi. Pp: 18-38-135-137.

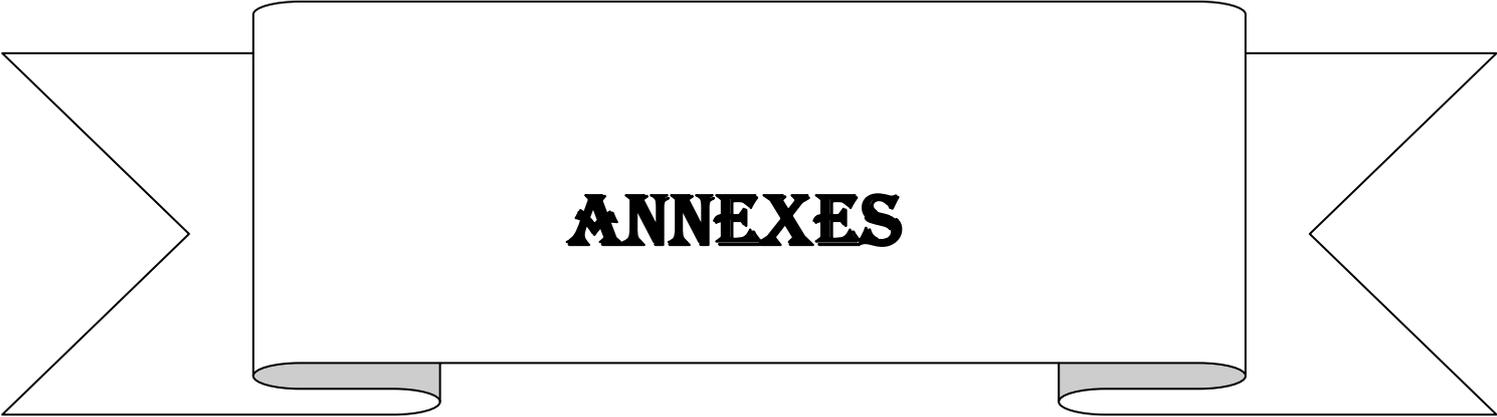
Référence bibliographique

- **Sabine T., Raymond D., Saman S., Robert N., Glenn F., Michael T., 2015 :** Does A Freely Tillering Wheat Cultivar Benefit More From Elevated Co Than A Restricted Tillering Cultivar In A Water-Limited Environment?, *European Journal Of Agronomy*, Volume 64, Pp21-28.
- **Savin R., Slafer G., Cossani M., Abeledo G. Et Sadras V., 2015 :** Cereal Yield In Mediterranean-Type Environments: Challenging The Paradigms On Terminal Drought. The Adaptability of Barley Vs Wheat And The Role Of Nitrogen Fertilization In Crop Physiology (Second Edition). Academic Press. San Diego. Pp: 141-158.
- **Schmidt, M. W. I., Skjemstad, J. O., Czimczik, C. I., Glaser, B., Prentice, K.M., Gelinas, Y., Kuhlbusch, T.A.J., 2001 :** Comparative analysis of black carbon in soils. *Global biogeochemical cycles* 15, Pp 163–167
- **Schmidt., Noack, A.G., 2000 :** Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochemical Cycles* 14, Pp 777–794
- **Sergio N. Daneri-Castro, Birte Svensson, Thomas H. Roberts., 2016 :** Barley Germination: Spatio-Temporal Considerations For Designing And Interpreting ‘Omics’ Experiments, *Journal Of Cereal Science*, Volume 70, Pp 29-37.
- **Shewry P., et Ullrich S., 2014 :** Barley Second Edition, A Volume In *American Associate Of Cereal Chemists International, Chemistry And Technology*, Aacc International, Published By Elsevier Inc, United States Of America, P322.
- **Skjemstad, J.O., Reicosky, D. C., Wilts, A.R., McGowan, J.A., 2002 :** Charcoal carbon in US agricultural soils. *Soil Science Society of America Journal* 66, Pp1249–1255.
- **Soltner D., 1986 :** Les Bases De La Production Végétale Les Techniques De Production Des Céréales 1er Edition P 472 .
- **Thery-Parisot, I., Thiebault, S., 2005 :** Le Pin (*Pinus sylvestris*) préférence d’un taxon ou contrainte de l’environnement. Etude des charbons de la Grotte Chauvet.

Référence bibliographique

Acte des Journées Nationales de la Société Préhistorique Française. Lyon 11-12
Octobre 2003

- **Vallads, H., Tisnérat-laborde, N., cachier, H., et al, 2003 :** Bilan des datations carbone 14 effectuées sur des charbons de bois de grotte Chauvet. Bulletin de la Société préhistorique française 102 (1), Pp 109-113
- **Zaiter et Daas., 2019:** Réalisation d'un compost à base des déchets du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L) de la région de Biskra. Mémoire de master, Université Constantine.
- **Zegels a ., 2012:** Composter les déchet organique, Guide des bonnes pratiques pour la transformation des déchets de cuisine et de jardin, Claude
- **Zibouche, K., et Grimes, D. W.,2016 :** Post-harvest handling and storage of barley. In Barley Pp. 279-313.



ANNEXES

Annexes A



Photo : les parcelles



Photo : l'orge de semi



Photo : irrigation par submersion

Les stades du développement végétatives du l'orge :



Photo : stade levée



Photo : stade tallage



Photo : stade épiaison



Photo : stade maturation

Annexes B

Traitement	Longueur de tige en cm	Longueur de racine en cm	Longueur d'épi en cm	Longueur de barbe en cm	Le nombre d'épi par m ²	Le nombre des grains par épi	Poids de 1000 Grain En g
Témoin	34.5	10.6	3.8	13.8	160	22	20.7
Témoin	36.8	10.2	4.7	13.6	156	18	27.1
Témoin	42.2	9.6	4.8	11.5	162	28	28.2
Témoin	36.5	10.3	4.6	12.5	150	24	23
Compost	34.2	5.2	3.8	12.1	182	20	24.7
Compost	37.5	8.6	4.2	12.3	242	14	45.9
Compost	38.2	10.8	3.2	10.2	159	12	22.9
Compost	34.8	9.6	5.2	10.6	149	23	15.4
Engrais	36.8	7.2	3.8	10.6	146	22	30.2
Engrais	26.4	7.5	2.8	10.4	38	12	18.7
Engrais	39.4	8.3	4.3	10.6	132	18	21.5
Engrais	38.9	9.6	5.2	10.6	149	23	23.2
Fumier	42.2	8.4	5.30	12.8	187	16	26.7
Fumier	27.8	8.7	2.7	11.67	48	9	13.5
Fumier	9.6	8.6	4.6	13.3	224	20	42.2
Fumier	38.5	7.6	4.8	11.2	110	16	35.5
Biochar	36.2	6.7	5.2	11.8	238	22	38.5
Biochar	42.2	13.2	5.2	13.9	199	32	39.5
Biochar	38.6	14.6	3.8	10.6	192	18	26.5
Biochar	41.8	8.2	3.8	12.8	197	23	28.5
Com+bio	36.4	6.2	2.4	10.5	118	9	23.5
Com+bio	36.4	6.2	2.4	10.5	118	9	23.5
Com+bio	36.4	6.2	2.4	10.5	118	9	23.5
Com+bio	36.4	6.2	2.4	10.5	118	9	23.5
Eng+bio	35.5	9.3	3.4	9.2	138	16	20
Eng+bio	35.5	9.3	3.4	9.2	138	16	20
Eng+bio	35.5	9.3	3.4	9.2	138	16	20
Eng+bio	35.5	9.3	3.4	9.2	138	16	20

Résumé :

Ce travail a été réalisé durant la campagne 2023-2024 au niveau du terrain expérimentale du département des sciences agronomiques de l'université de Biskra, la présente étude est une contribution à l'étude d'Effet de biochar et compost à base de déchets de palmier dattier sur les paramètres de l'orge.

Dans notre étude, nous avons fait six traitements et un témoin T ; B (Biochar) ; C (Compost) ; E (engrais) ; F (fumier) ; c+b (compost+biochar) ; E+b (engrais+biochar), avec quatre répétitions et mesure de la biométrie des plan Les résultats obtenus de cette étude montrent qu'il y a des effets positifs du biochar sur le rendement théorique et les paramètres de croissance comme longueur de racine tes de orge Les meilleurs résultats ont été enregistrés dans les traitements Biochar et Engrais + Biochar .

Les résultats de cette étude ont confirmé la possibilité d'améliorer les propriétés du sol de la région Biskra et d'augmenter la croissance et le rendement de la plante d'orge .

Abstract :

This work was carried out during the company 2023/2024 at the experimental field level of the department of agronomic sciences of the university of bisikra, the present study is a contribution to the study of effect of biochar and compost based on dat palm waste on barley parameters.

We did six treatments and control T ,B (Biochar) ; C (Compost) ; E (fertilizer) ; F (manure) c+b (compost+biochar) ; E+b (fertilizer +biochar) with four repetitions. and measurement of the biometrics of barley plants.

The results obtained from this study show that there are positive effects of biochar on the growth of plants and their yield. The best results were recorded at the level of Biochar and fertilizer +biochar.

The results of this study confirmed the possibility of improving the soil properties of the Biskra region and increasing the growth and yield of the barley plant.

ملخص:

تم تنفيذ هذا العمل خلال 2024/2023 على المستوى الميداني التجريبي لقسم علوم الزراعة بجامعة بسكرة و تعتبر الدراسة الحالية مساهمة تأثيرا لفحم الحيوي والسماذ المعتمد على نخيل التمر على زراعة الشعير الصلب في منطقة بسكرة و في دراستنا قد قمنا بستة علاجات وشاهد واحد يتمثل في تحكم علاج ثاني أضعنا بيوشار علاج ثالث أضعنا كمبوست علاج الرابع سماذ اصطناعي علاج خامس سماذ طبيعي علاج سادس كمبوست و بيوشار و علاج سابع سماذ صناعي و بيوشار بأربع تكرارات. وقياس القياسات الحيوية للشعير أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة أن هناك تأثيرات إيجابية للفحم الحيوي على الخواص الكيميائية ونمو النباتات ومحصولها

أكدت نتائج هذه الدراسة إمكانية تحسين خواص التربة في منطقة بسكرة وزيادة نمو وإنتاجية نبات الشعير