

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE BLIDA 1



FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE ET AGRO-ECOLOGIE

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de master académique en  
sciences agronomique

Option : Système de production agro-écologique

**EVALUATION DE L'EFFET DE TROIS TYPES DE  
COMPOST SUR DES PARAMETRES DE  
CROISSANCE ET DE DEVELOPPEMENT DE DEUX  
ESPECES CULTIVÉES LE COLZA (*BrassicanapusL.*)  
ET LE SOJA (*Glycine maxL.*).**

Présenté par :

FOULARSEN Ilham

LAHRECHE Asma

ZATARI Ahmed

Soutenu devant les membres de jury :

Mr FELLAG M.

Président

MABU.BLIDA 1.

Mr DEROUCHE B.PromoteurMCBU.BLIDA 1.

Mme MouasY.

Co-promotrice

MCA U. BLIDA1.

Mr HAMIDI Y.ExamineurMCBU.BLIDA 1.

Promotion : 2021/2022

# Remerciement

Nous tenons tout d'abord a remercié notre créateur **ALLAH**, le miséricordieux qui nous a comblés de ses bienfaits, nous a guidés toutes les années d'études et nous a donné l'opportunité, la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail  
Louanges à Dieu.

Au terme de ce travail, Nous tenons à exprimer nos sincères gratitude et Remerciements à notre promoteur **Mr DEROUICHE Billel** qui a accepté de diriger ce travail. Son aide, ses directives, son optimisme, sa patience et également pour sa grande disponibilité.

**Mme MOUAS Yamina**. Notre Co-promotrice qui a bien codirigé et orienté efficacement le déroulement de ce travail ainsi que pour sa disponibilité, ces aides précieuses et sa générosité.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi **Mr FELLAG Mustapha** pour avoir bien voulu présider ce jury.

Nous voudrions également remercier **Mr HAMIDI Youcef** pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer ce travail.

# إِهْدَاء

إلى خير البرية و معلم البشرية، سيد الخلق أجمعين و خاتم النبيين و المرسلين سيدي و حبيبي و قدوتي محمد رسول الله

(p)

إلى التي أرتني نور الحياة بعينها فبقيت أستظل بدعائها  
أمي الحبيبة الحنونة الغالية أمدّها الله بالصحة و العافية  
أبي العزيز الذي رباني صغير و أرشدني إلى طريق العلم والخير كبيراً  
إلى من هم أقرب إلي من روعي إخوتي و أخواتي  
إلى أخوتي في غربتي و رفاق دربي حفظهم الله و رعاهم  
إلى أخوتي من رحم العلم في كلية علوم الطبيعة و الحياة  
إلى المشرفين على إتمام هذا المشروع د. درويش بلال و د. يمينة مواس  
إلى زملائي في هذا العمل  
إلى الأحرار المناضلين... إلى شهداء الجزائر و فلسطين  
إليهم جميعاً أهدي هذا العمل سائلي الله عز و جل التوفيق و السداد.

أحمد

## Dédicaces

Jedédiecemodestetravailà :

**Mes cher parents ABD EL KADER et Naima,**  
En reconnaissance de tous les sacrifices consentis par tous et chacun pour me permettre d'atteindre cette étape de ma vie. Avec tout mon amour et tendresse.

**Mon adorable sœur, YASMINE** pour leur soutien moral et leur sacrifice tout au long de ma vie.

**Mes frères, OUSSAMA et ANIS et AYOUB** pour son encouragement indéfectible.

**Toute ma famille mes chère TRINOME et amies, ILHAM ET AHMED** et à toute sa famille.

**Tous mes amis et collègues et tous mes professeurs** durant toutes mes études

Et enfin, à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ces rêves. Travail, je vous dis merci.

**ASMA**

## Dédicaces

### Je dédie ce travail

À mes chers parents décédés

Quoi que je fasse, ou que je dise, je ne saurais point vous remercier comme il se doit

Aucun mot Aucun dédicace ne pourrait exprimer mon respect et mon amour pour mon bien-être

A mes très chers grands parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour. A Mon **Oncle Mustapha** Vous avez été et vous serez toujours un exemple pour moi par tes qualités humaines, Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon amour et mes respects, ma reconnaissance.

Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé. Mes **Tantes Aicha et Malika** Je leur dédie ce travail pour tous les sacrifices qu'ils n'ont cessé de m'apporter tout au long de mes années d'études. Que Dieu leur apporte le bonheur, les aide à réaliser tous leurs vœux et leur offre un avenir plein de succès.

A ma sœur **Meriem** Aucune dédicace ne peut exprimer mon amour et ma gratitude de t'avoir comme sœur. Je ne pourrais jamais imaginer la vie sans toi, tu comptes énormément pour moi, tu es la sœur qui assure son rôle comme il se doit, je n'oublierais jamais ton encouragement et ton soutien le long de mes études, je t'aime beaucoup princesse.

A mes frères: **Abdullah, Ahmed, Nasredin, Abdelkader** et , mes belles sœurs: **Asma, Amel, Nadjet, Yassmina** En signe de l'affection et du grand amour que je vous porte, les mots sont insuffisants pour exprimer ma profonde estime.

Que Dieu vous accorde santé, succès et bonheur.

À mes chers neveux et nièces **Aimen, Riyad, Adel, Yanice, Ines, Oumeima, Islem, Meissa, Amir, Rahaf** que j'aime beaucoup et que dieu les garde et protège

À mes amies **Wissam, Houda, Nesrine, Yousra, Asma, Anissa, Kamar et Bouchra**

Je ne peux trouver les mots justes et sincères pour vous exprimer mon affection et mes pensées, vous êtes pour moi des sœurs et des amies sur qui je peux compter. En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de santé et de bonheur.

Merci aussi à mon trinôme **Ahmed** je lui souhaite une bonne continuation et du bonheur

**Ilham**

## RESUME

### Evaluation de l'effet de trois types de compost sur les paramètres de croissance et de développement de deux espèces cultivées le colza (*Brassica napus*) et le soja (*Glycine max*).

Les bienfaits du compost tel que l'amélioration des quantités physiques, chimiques et biologiques du sol, qui permet d'augmenter la rétention des eaux pour les sols légers et améliore la structure des sols lourds en les rendant plus aérée.

Le biochar est une source intéressante pour la fertilité des sols et nutriments des végétaux, pour améliorer l'efficacité agronomique des sols biologiques et de stimuler l'activité des microorganismes du sol sur la croissance et développement du colza (*Brassicanaapus*) et soja (*Glycinemax*), une expérience a été menée aux plein champ avec une proportion de biochar (10%) et trois différents compost organiques de la déjection animal (fumier de bovin, cheval) et végétale (matière carboné déchiqueter et biomasse).

Les résultats obtenus suggère qu'une concentration de 10% de biochar au milieu de culture pour des productions légumières ou des plantes cultivées en sacs en plastique peut constituer une alternative durable pour les plantes horticoles étudiées et on peut conclure que l'enrichissement avec le biochar en différents substrats a permet d'accroître les paramètres biométrique (hauteur, diamètre, nombre de feuille) et physiologique étudier des plantes tester du sol.

Par ailleurs, l'apport de biochar a permis d'accroître la croissance (longueur et épaisseur et de développent( le nombre des feuilles), le statut hydrique ( biomasse fraîche et sèche) et les paramètre (la teneur en chlorophylle).

.

**Mots clés** : compost, Biochar, *Brassicanaapus*, *Glycine max*, fertilité des sols.

## Abstract

### **Evaluation of the effect of three types of compost on the growth and development parameters of two cultivated species, rapeseed (*Brassica napus*) and soybean (*Glycine max*).**

The benefits of composting, such as improving the physical, chemical and biological quantities of the soil, which increases water retention for light soils and improves the structure of heavy soils by making them more aerated, cannot be ignored.

Biochar is an interesting source for soil fertility and plant nutrients as well as organic fertilizers, to improve the agronomic efficiency of organic soils and to stimulate the activity of soil microorganisms on the growth and development of colza (*Brassica napus*) et soja (*Glycine max*), an experiment was conducted in the open field with a proportion of biochar (10%) and three different organic composts from animal manure (cattle manure, horse) and vegetable manure (shredded carbon material and biomass).

In our study we did 6 treatments and one control completely randomized in four homogeneous blocks with 1 repetition. and study some growth parameters (height, mean diameter, mean leaf number) physiological parameter (chlorophyll A, B, C).

The results obtained for rapeseed show that a compost concentration of +10% biochar(sub3) at the growth parameter gave a positive effect, in contrast to soya which has a similar effect to the control and for the chlorophyll assay 26.38% (sub3) and 9.84% (sub 3+ 10% biochar), in rapeseed sub 3 (without biochar) surpassed the Temin by a value of 13% and recorded 52.03% more for sub 3 with 10% biochar.

It can be concluded that the enrichment of biochar in different substrates of compost has increased biological activity, fertility and improvement of soil structure.

In addition, the contribution of biochar has increased growth (length and thickness), number of leaves, fresh biomass and chlorophyll content.

**Keywords:** compost, biochar, *Brassica napus*, *Glycine max*, soil fertility.

## ملخص

دراسة تأثير ثلاثة أنواع من السماد العضوي على النمو والتطور محصول السلجم الزيتي (*Brassic napus*) وفول الصويا (*Glycinemax*).

التسميد العضوي له أهمية كبيرة في الحفاظ على المحيط البيئي وتحسين الجانب الزراعي من حيث تحسين الخواص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للتربة، مما يزيد من حفظ كميات أعلى من المياه بنسبة للتربة الخفيفة ويحسن الهيكل بالنسبة للتربة الطينية يجعلها أكثر تهوية.

الفحم الحيوي هو مصدر مثير للاهتمام لخصوبة التربة والمغذيات النباتية وكذلك الأسمدة العضوية، لتحسين الكفاءة الزراعية للتربة العضوية ولتحفيز نشاط الكائنات الحية الدقيقة في التربة على نمو وتنمية السلجم الزيتي (*Brassic napus*) وفول الصويا (*Glycinem*). *ax* أجرينا تجربة في حقل مفتوح مع نسبة الفحم الحيوي (10%) وثلاثة أنواع مختلفة من السماد العضوي من روث الخيول (روثا لماشية، والخيول) والسماد النباتي (مادة الكربون المقطعة والكتلة الحيوية).

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها في محصول السلجم أن تركيز السماد العضوي + 10% من الفحم الحيوي (sub3+) كان لديه تأثيرا إيجابيا في نمو المحصول، على عكس فول الصويا الذي كانت النتائج تشير إلى قيمة متقاربة مع الشاهد بنسبة لفحص الكلوروفيل في السماد العضوي (sub3) كانت نسبة الزيادة مقارنة بشاهد 26.38% و 9.84% في السماد العضوي بإضافة 10% من الفحم الحيوي، كان التأثير في محصول السلجم للسماد العضوي 3 (بدون الفحم الحيوي) تجاوز الشاهد بقيمة 13% وحيث كانت النتائج أعلى بنسبة لسماد العضوي 3 + الفحم الحيوي حيث سجلت 52.03% مقارنة بالشاهد.

يمكن استنتاج أن إثراء الفحم الحيوي في مختلف ركائز السماد قد أدى إلى زيادة النشاط البيولوجي، خصوبة وتحسين بنية التربة.

بالإضافة إلى ذلك، زادت مساهمة الفحم الحيوي من النمو (العمودي والعرضي) وعدد الأوراق والكتلة الحيوية الطازجة ومحتوى الكلوروفيل.

الكلمات المفتاحية: السماد العضوي، الفحم الحيوي، السلجم الزيتي (*Brassic napus*)، فول الصويا (*Glycinemax*)، خصوبة التربة



## **Liste des abréviations**

**FAO** : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**FAOstat** : Organisme de statistique de l'organisation des nations unies de l'alimentation et de l'agriculture.

**qx** : Quintaux.

**T** : Traitement.

**Chl** : Chlorophylle.

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> la répartition de la production mondiale d'oléagineux 2008-2009	4
<b>Figure 2:</b> Principaux pays producteurs de soja (en millions de tonnes)	7
<b>Figure 3 :</b> Le colza, Brassica napus, brassicaceae	13
<b>Figure 4 :</b> Sclérotiniose (Sclerotinia sclerotiorum)	15
<b>Figure 5:</b> Hernie du chou (Plasmodiophora brassicae)	16
<b>Figure 6:</b> Altise du colza (Psylliodes chrysocephala).	17
<b>Figure 7:</b> Gros charançon de la tige (Ceutorhynchus napi)	18
<b>Figure 8:</b> Tenthrede de la rave (Athalia rosae)	19
<b>Figure 9:</b> Puceron cendré du chou (Brevicoryne brassicae)	19
<b>Figure 10:</b> Le soja, Glycine max, légumineuse herbacée.	22
<b>Figure 11:</b> fumier de cheval.	38
<b>Figure 12:</b> matière carbonée déchiquetée.	38
<b>Figure 13:</b> mauvaises herbes.	39
<b>Figure 14:</b> Etapes de préparation du tas.	39
<b>Figure 15 :</b> Arrosage du tas.	40
<b>Figure16 :</b> couvrir le tas avec des branches et une bâche..	40
<b>Figure 17:</b> Retourne du tas l'extérieur devient l'intérieur.	41
<b>Figure 18 :</b> maturation du compost après 22 jours.	42
<b>Figure 19:</b> Hauteur moyenne des tiges du colza(cm)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 20:</b> Diamètre moyen des tiges du colza(mm)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 21:</b> Nombre moyenne de feuilles colza	50
<b>Figure 22:</b> Hauteur moyenne des tiges du soja(cm)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 23:</b> Diamètre moyen des tiges du soja(mm)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 24:</b> Nombre moyen des feuilles du soja.	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 25:</b> Teneur moyen en Chlorophylle A du colza( $\mu\text{g/g}$ MF).	52
<b>Figure 26:</b> Teneur moyen en Chlorophylle B du colza ( $\mu\text{g/g}$ MF)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 27:</b> Teneur moyen en Chlorophylle C du colza ( $\mu\text{g/g}$ MF)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 28:</b> Teneur moyen en chlorophylle A du soja ( $\mu\text{g/g}$ MF)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 29:</b> Teneur moyen en Chlorophylle B du soja ( $\mu\text{g/g}$ MF)	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 30:</b> Teneur moyen en chlorophylle C du soja ( $\mu\text{g/g}$ MF)	55
<b>Figure 31:</b> Teneur moyen du MO et MM	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 32:</b> Teneur moyen MO et MM du soja	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 33:</b> Moyen du Biomasse fraiche du colza	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 34:</b> Moyen du Biomasse fraiche	Erreur ! Signet non défini.
<b>Figure 35:</b> Teneur moyenne en Biomasse sèche du colza	Erreur ! Signet non défini.

**Figure 36:**Teneur moyen de biomasse sèche du soja

**Erreur ! Signet non défini.**

## Liste des Tableau

<b>Tableau 1</b> La production mondiale des oléagineux en millions de tonnes	3
<b>Tableau 2</b> .production et principaux payés producteurs du colza.	6
<b>Tableau 3</b> :consommation et principaux payés consommateurs du colza.	7
<b>Tableau 4</b> .Analyse physico-chimique do sol(T).	61
<b>Tableau 5</b> .Analyse physico-chimique do compost (Sub1).	61
<b>Tableau 6</b> .Analyse physico-chimique do compost (Sub2).	61
<b>Tableau 7</b> .Analyse physico-chimique do compost (Sub3).	61
<b>Tableau 8</b> .Analyse physico-chimique do compost avec biochar (Sub1+).	62
<b>Tableau 9</b> .Analyse physico-chimique do compost avec biochar (Sub2+).	62
<b>Tableau 10</b> .Analyse physico-chimique do compost avec biochar (Sub3+).	62
<b>Tableau 11</b> . Hauteur Moyenne du Colza(cm).	73
<b>Tableau 12</b> . Hauteur Moyenne Final du Colza.	73
<b>Tableau 13</b> . Diamètre Moyenne du Colza (mm).	73
<b>Tableau 14</b> . Nombre de feuilles Moyenne du Colza.	73
<b>Tableau 15</b> . <b>Nombre de feuilles Moyenne Final du Colza.</b>	74
<b>Tableau 16</b> .Hauteur Moyenne du Soja(cm).	74
<b>Tableau 17</b> .Hauteur Moyenne Final du Soja (cm).	74
<b>Tableau 18</b> .Diamètre Moyen	74
<b>Tableau 19</b> . Diamètre Moyen Final du Soja.	75
<b>Tableau 20</b> . Moyenne nombres des feuilles de soja.	75
<b>Tableau 21</b> .Nombre de feuilles Moyenne Final soja.	75
<b>Tableau 22</b> . Culture de soja teneur moyen en chlorophylle A.	75
<b>Tableau 23</b> . Teneur moyen en Chlorophylle A de la culture du soja.	76
<b>Tableau 24</b> . Culture de soja teneur moyen en chlorophylle B.	76
<b>Tableau 25</b> . Culture de soja teneur moyen en chlorophylle B.	76
<b>Tableau 26</b> .Culture de soja teneur moyen en chlorophylle C.	76
<b>Tableau 27</b> .Teneur moyen en Chlorophylle C .	77
<b>Tableau 28</b> . Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle A .	77
<b>Tableau 29</b> .Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle A .	77
<b>Tableau 30</b> .Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle B .	77
<b>Tableau 31</b> .Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle B .	78
<b>Tableau 32</b> .Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle C .	78
<b>Tableau 33</b> .Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle C .	78
<b>Tableau 34</b> .Teneur moyen MO et MM du culture colza.	78
<b>Tableau 35</b> .Teneur moyen MO et MM du culture soja.	79
<b>Tableau 36</b> .Moyen du Biomasse fraiche du culture soja.	79
<b>Tableau 37</b> .Moyen du Biomasse fraiche du culture colza.	79
<b>Tableau 38</b> .Teneur moyenne en Biomasse sèche du culture colza.	79
<b>Tableau 39</b> .Teneur moyenne en Biomasse sèche du culture soja.	79

# Table des matières

## 1

Résumé

Abstract

المخلص

Liste des figures

Liste des Tableaux

INTRODUCTION : .....1

## SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre I

I.1. Généralité .....3

I.1.1. les oléagineux dans le monde .....3

I.1.2. Production et répartition .....3

I.1.3. Consommation .....4

I.2. Situation d'Oléagineux en Algérie : .....5

I.3. Production et principaux pays producteurs : .....6

I.3.1. Consommation et principaux pays consommateurs du colza : .....7

I.3.2. Consommation et principaux pays consommateurs du soja : .....7

I.3.3. Marché du colza : .....8

I.3.4. Utilisation du Colza : .....8

I.3.5. Dans l'industrie agro-alimentaire : .....8

I.3.6. Autres industries : .....8

I.3.7. Autres utilisations : .....8

I.3.8. L'exploitation industrielle du soja .....9

I.3.9. Les produits de la trituration du soja : .....9

### CHAPITRE II

II. ETUDE DE LA PLANTE .....11

II.1. Colza .....11

II.2. Les origines du colza .....11

II.2.1. Origine géographique .....11

II.2.2. Origine cytogénétique .....11

II.3. Classifications botaniques : .....11

II.4. Etude morphologique .....12

II.4.1. L'appareil végétatif .....12

II.4.2. Appareil reproducteur : .....13

II.5. Développement et croissance du colza : .....14

II.5.1. Phase végétative .....14

II.5.2.	Phase reproductrice.....	14
II.5.3.	Phase de maturation .....	14
II.6.	Ennemies du colza .....	15
II.6.1.	Maladies .....	15
II.6.2.	Ravageurs.....	16
II.7.	Exigences de la plante .....	20
II.7.1.	Eau .....	20
II.7.2.	Sol .....	20
II.7.3.	Température.....	20
II.7.4.	Nutrition minérale.....	20
III.	Soja.....	21
III.1.	Classification botanique :.....	21
III.2.	Morphologie du soja.....	21
III.2.1.	Appareil végétatif du soja : .....	22
III.2.2.	Appareil reproducteur. ....	23
III.3.	Croissance et développement du soja.....	23
III.3.1.	Phase de germination.....	23
III.3.2.	Phase de croissance.....	23
III.3.3.	Phase de floraison – fructification.....	24
III.3.4.	Phase de maturation .....	24
III.4.	Les ennemies du soja.....	24
III.4.1.	Ennemis :.....	24
III.4.2.	Maladies :.....	25

### Chapitre 3

III.	CONDUITE DE LA CULTURE .....	26
III.1.	Colza.....	26
III.1.1.	Place dans la rotation .....	26
III.1.2.	Préparation du sol.....	26
III.1.3.	Le semis : .....	27
III.1.4.	Période :.....	27
III.1.5.	Fertilisation :.....	27
III.1.5.1.	Fertilisation azoté :.....	28
III.1.5.2.	Fertilisation Phospho-potasique.....	28
III.1.5.3.	Fertilisation soufrée .....	28
III.1.6.	La récolte.....	29
III.2.	Soja.....	29
III.2.1.	Place dans la rotation .....	29

III.2.2.	La préparation du sol.....	29
III.2.3.	Semis.....	29
III.2.4.	Date de semis.....	30
III.2.5.	La fertilisation.....	30
III.2.6.	Entretien de la culture.....	30
III.2.6.1.	Sarclage.....	30
III.2.6.2.	Le désherbage.....	31
III.2.6.3.	L'irrigation.....	31
III.2.6.4.	Récolte.....	31

#### **Chapitre IV:**

IV.	Fertilisation Organique.....	32
IV.1.	Généralité.....	32
IV.2.	Types d'engrais organiques.....	32
IV.2.1.	Fumier.....	32
IV.2.2.	Compost.....	33
IV.2.3.	Le vermicompost.....	33
IV.3.	Engrais d'origine végétale.....	34
IV.4.	Compost.....	34
IV.4.1.	Généralité sur le compost.....	34
IV.4.2.	Origine et historique du compost.....	35
IV.4.3.	Techniques et processus de compostage.....	35
IV.4.3.1.	Phase d'échauffement.....	36
IV.4.3.2.	Phase de refroidissement.....	36
IV.4.3.3.	Phase de maturation.....	36
IV.4.4.	Types de compostage.....	37
IV.4.5.	Les différentes méthodes de compostage.....	38
IV.4.5.1.	Technique de compostage rapide de Berkeley.....	38
IV.4.5.2.	vermicompostage ou lombricompost.....	38
IV.4.6.	Facteurs qui influencent la vitesse de décomposition.....	39
IV.4.7.	Avantages de l'utilisation du compost.....	39
IV.4.7.1.	Aspects agronomiques.....	39
IV.5.	Biochar.....	39
IV.5.1.	Définition.....	39

#### **Matériels et méthodes**

Matériels et méthodes.....	37
I. Objectif de l'expérience :.....	37
II. Matériel végétal :.....	37

<b>III.</b>	<b>Conditions expérimentales :</b>	37
<b>III.1.</b>	<b>Lieu de l'expérimentation :</b>	37
3.2.	Conditions climatiques de la région :	37
<b>IV.</b>	<b>Préparation des Bio fertilisants (traitements)</b>	38
<b>IV.1.</b>	<b>La méthode de compost thermophile en 18 jours Les ingrédients :</b>	38
<b>V.</b>	<b>Préparation de traitements :</b>	42
<b>VI.</b>	<b>Dispositif expérimental :</b>	43
<b>VI.1.</b>	<b>Le semis :</b>	44
<b>VI.2.</b>	<b>L'arrosage :</b>	44
<b>VI.3.</b>	<b>Les luttes biologiques des cultures :</b>	44
<b>VII.</b>	<b>Paramètres étudiés :</b>	45
<b>VII.1.</b>	<b>Paramètres de croissance :</b>	45
<b>VII.1.1.</b>	<b>Hauteur moyenne finale des plantes [cm] :</b>	45
<b>VII.1.2.</b>	<b>Diamètre moyen final des tiges des plantes [mm] :</b>	45
<b>VII.1.3.</b>	<b>Nombre moyen de feuilles par plante</b>	45
<b>VII.2.</b>	<b>Statut hydrique :</b>	45
<b>VII.2.1.</b>	<b>Teneur moyenne en eau :</b>	45
<b>VII.2.2.</b>	<b>Biomasse fraîche moyenne produite [g] :</b>	45
<b>VII.2.3.</b>	<b>Biomasse sèche moyenne produite [g] :</b>	45
<b>VII.2.4.</b>	<b>Rapport biomasse sèche des racines / biomasse sèche des parties aériennes (R/PA) :</b>	46
<b>VIII.</b>	<b>Paramètres physiologiques :</b>	46
<b>VIII.1.</b>	<b>Dosage de la chlorophylle :</b>	46

### Résultats et discussion

<b>I.</b>	<b>Paramètre de croissance et de développement :</b>	47
<b>I.1.</b>	<b>Hauteur moyenne des tiges du colza (cm) :</b>	47
<b>I.2.</b>	<b>Diamètre moyen des tiges du colza (mm)</b>	48
<b>I.3.</b>	<b>Nombre moyen des feuilles du colza :</b>	49
<b>I.4.</b>	<b>Hauteur moyenne des tiges du soja (cm)</b>	Erreur ! Signet non défini.
<b>I.5.</b>	<b>Diamètre moyen des tiges du soja</b>	Erreur ! Signet non défini.
<b>I.6.</b>	<b>Nombre moyen des feuilles du soja</b>	Erreur ! Signet non défini.
<b>II.</b>	<b>Paramètre physiologique mesurer</b>	52
<b>II.1.</b>	<b>Dosage de chlorophylle</b>	52
<b>II.1.1.</b>	<b>Teneur en chlorophylle A du colza (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>	52
<b>II.1.2.</b>	<b>Teneur moyen en Chlorophylle B du colza (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>	Erreur ! Signet non défini.
<b>II.1.3.</b>	<b>Teneur moyen en Chlorophylle C du colza (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>	53
<b>II.1.4.</b>	<b>Teneur moyen en chlorophylle A soja (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>	Erreur ! Signet non défini.



II.1.5.	Teneur moyen en chlorophylle B soja ( $\mu\text{g/g MF}$ ) .....	Erreur ! Signet non défini.
II.1.6.	Teneur moyen en chlorophylle C soja ( $\mu\text{g/g MF}$ ) .....	55
III.	Paramètre Statut hydrique : .....	56
III.1.	Discussion de la MM et MO % du colza : .....	56
III.2.	Discussion de la MM et MO % du soja .....	59
III.3.	Moyen du Biomasse fraiche du colza.....	Erreur ! Signet non défini.
III.4.	Moyen du Biomasse fraiche du soja.....	Erreur ! Signet non défini.
III.5.	Teneur moyen de biomasse sèche du colza .....	Erreur ! Signet non défini.
III.6.	Teneur moyen de biomasse sèche du soja.....	Erreur ! Signet non défini.
III.7.	Rapport biomasse sèche des traitements de colza : .....	60
III.8.	Rapport biomasse sèche des traitements de soja .....	60
IV.	Analyse physico-chimique do sol et compost .....	60

## **CONCLUSION GENERALE**

Références bibliographiques .....	66
Annexes.....	73

# **INTRODUCTION**

## 2 INTRODUCTION :

Au cours des dernières années, préoccupation croissante des consommateurs sur des questions telles que la qualité des aliments, la sécurité environnementale et la conservation des sols a conduit à une augmentation substantielle de l'utilisation de pratiques agricoles durables. L'utilisation d'engrais organiques tels que le fumier a été indiqué comme l'un de ses principaux piliers dans l'agriculture durable **(Tilman et al. 2002)**.

Les agriculteurs s'orientent vers l'agriculture biologique comme une solution agricole respectueuse de l'environnement, de la biodiversité ainsi que des cycles naturels ; c'est un mode de production qui a pour objectif de rapprocher au maximum des conditions naturelles de vie des animaux et des plantes **(Costa, 1990)**.

La fertilisation est le processus consistant à apporter à un milieu de culture, tel que le sol, les éléments minéraux nécessaires au développement de la plante **(Christian Schvartz et al, 2005)**. Son objectif est d'améliorer la croissance, d'augmenter le rendement et la qualité des cultures, etc. à moindre coût. Et d'assurer la complémentarité des fournitures nécessaires en provenance du sol **(Falisse et Lambert, 1994)**.

Les bio fertilisants sont utilisés sous formes liquides ou support solide, ils contiennent des micro-organismes vivants ou dormants comme des bactéries, des champignons, des actinomycètes et des algues **(Anonyme, 2014)**.

Les légumineuses (fabacées) ont une importance économique, agricole et écologique, qui constitue un enjeu à caractère stratégique pour plusieurs pays, ceux du sud en particulier. En Algérie les légumineuses occupent une place importante et constituent avec les céréales l'épine dorsale du système alimentaire algérien **(Doyle et Luckow, 2003)**.

Les Brassicaceae, du genre *Brassica*, ou Cruciféracée, sont une grande famille homogène de plantes herbacées, et, exceptionnellement d'arbustes. Elles ont presque toutes la même formule florale et des fruits du type de la silique : cette homogénéité avait déjà frappé les botanistes du XVI<sup>e</sup> siècle. Les moutardes, choux, radis et quelques plantes ornementales comptent parmi les Brassicaceae. Dans ce contexte le présent travail a pour objectif d'étudier l'effet de différentes formes de bio fertilisant notamment le fumier, le compost végétal et le compost végétal animal sur les paramètres de croissance et de développement

de deux culture de colza (***Brassica napus***) et de soja (***Glycine max***) qui ont une brassicacée et une légumineuse à haute valeur alimentaire, facile à digérer en comparaison avec d'autres aliments.

# **SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

### 3 Chapitre

#### I.1. Généralité sur les oléagineuses

##### I.1.1. les oléagineux dans le monde

Le terme « oléagineux » désigne un ensemble de produits agricoles qui, après avoir été transformés ou broyés, produisent des huiles recherchées sur tous les marchés mondiaux (MATALLAH, 2006).

Le soja (*Glycinemax L. Merrill*) est une plante appartenant à la famille des légumineuses, sa teneur en huile est de 20-22% (Planchon, 1980) graines decoprah et de palmiste (ANONYME, 2004). Le tournesol (*Helianthusannuus*) appartient à la famille des plantes composées. La teneur en huile des différentes variétés varie entre 40 et 60%, le tournesol se classe au 7ème rang mondial de la production d'oléagineux (4<sup>ème</sup> place) (ANONYME 3, 2011).

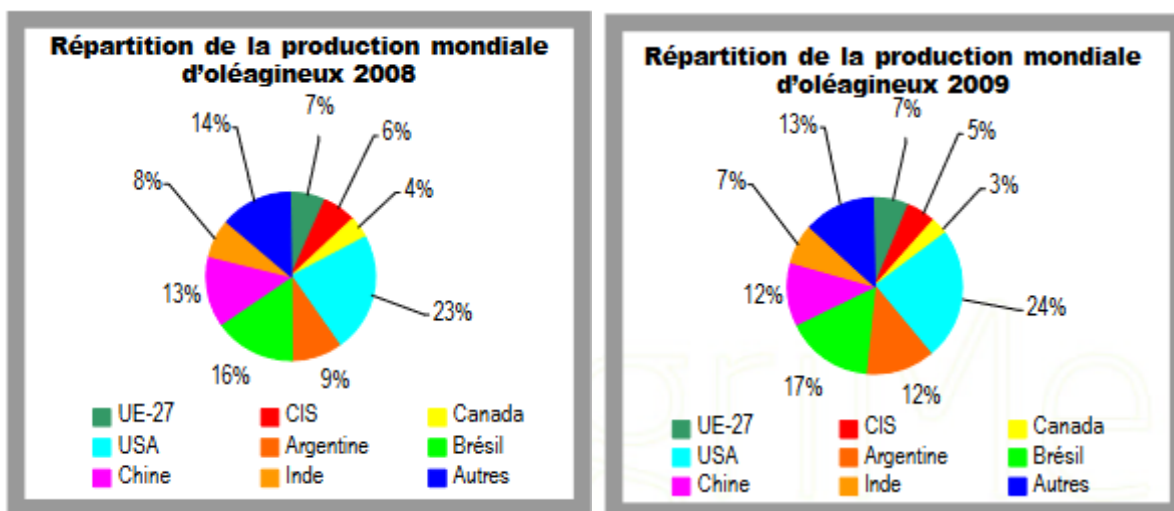
##### I.1.2. Production et répartition

La production mondiale d'oléagineux a augmenté régulièrement depuis 1973. En 2008, il a atteint environ 400 millions de tonnes. La part de chaque graine dans la production mondiale d'oléagineux est restée relativement stable au fil des ans (USDA, 2013). En 2008, le soja occupait toujours la première place avec 54 graines produites, le coton 10%, l'arachide 6%, le tournesol 8% et le colza 15%. En 2008, les États-Unis occupaient la 23e place de la production mondiale de semences, le Brésil 15%, Chine 14%, Argentine 9%, Inde 8% et UE 7%. (CETIOM 2009)

Année	2007/2008	2008/2009	2009/2010	Variation : 2009/2010 par rapport 2008/2009
Produits oléagineux				
Graine oléagineux	403.5	407.1	404.5	8.2%
Huiles et matières grasses	155.6	159.7	168.0	5.2%
Tourteau d'oléagineux	101.5	99.7	111.9	12.2%

Tableau 1 La production mondiale des oléagineux en millions de tonnes

(MT) selon les données de l'USDA et la FAOSTAT



**Figure 1** la répartition de la production mondiale d'oléagineux 2008-2009 (Anonyme)

### I.1.3. Consommation

#### Consommation d'huile

La consommation d'huile végétale alimentaire par habitant devrait obvenir a 0.8% par un, ce qui est empressé inférieur aux 2.3% annuels relevée sur la durée 2011-20, en pensée de l'humeur croissante de la prière alimentaire des pays développés et échalier émergents. en chine (29 kg par habitant) et au brésil (26 kg par habitant ), les disponibilités en graissant végétale digestif par habitant devrait agripper des lignes adéquats a eu observes dans les pays développées , où la givre plafonnera à 28 kg par dépendant, ou bien une agrandissement annuelle de 0.3 %unième exercé et supérieur importateur d'graissant végétale dans le monde, l'Inde devrait avoir affaire sa consommation par dépendant souligner de augmenter au fréquence consacré de 2.6 % par an comme agripper 14 kg par dépendant en 2030.

Cette nette progression résultera à la jour d'une augmentation de la production civile et de végétale :

Sa trituration, et d'une hausse des importations, encore d'huile de feuille d'élaboration indonésienne et Malaisienne. À mesure que l'urbanisation progresse dans les tribus en développement, on s'attend à ce que les coutumes alimentaires et les structures traditionnelles des repas changent comme produire une mieux grande place à des provisions transformés étui plus d'vaseline végétale. Dans les

tribus les moins avancés (PMA), les disponibilités en vaseline végétale par dépendant devraient n'augmenter que de 1.3 % par an comme atteindre 9 kg par dépendant en 2030, en raison de la lassitude de la comptabilité par habitant.

### **Consommation de tourteaux protéiques**

Les tourteaux protéiques sont exclusivement destinés à l'alimentation animale et leur consommation devrait continuer à croître de 1,2 % par an, un rythme bien en deçà des 3,8 % par an enregistrés au cours de la dernière décennie. Dans la production d'aliments pour animaux et de fourrage : l'intensification de cette dernière augmente la demande en tourteau protéique, tandis qu'une plus grande efficacité alimentaire réduit la quantité de tourteau par unité de production animale. La composition et la taille des troupeaux sont d'autres facteurs déterminants **(OCDE et FAO)**.

#### **I.2. Situation d'Oléagineux en Algérie :**

En Algérie, la consommation d'huile végétale augmente année après année de 373 300 tonnes en 2003 à 404 400 tonnes en 2005, soit 12,46 kg/habitant/an **(RASTOIN et BENABDERRAZIK, 2014)**. la consommations d'oléagineux (tournesol, colza Carthame) n'a commencé qu'en 1965 et a été interrompu en 1983. Dans cette période (1965 - 1983), la contribution de la production locale pour répondre aux besoins de consommation et pour fournir les matières premières aux unités industrielles était très insignifiante, une moyenne de 600 tonnes de pétrole brut par rapport aux besoins estimés à 176 000 à cette période tonnes, ce qui correspond à moins de 1 % de la demande nationale **(BENASSI et LABONNE, 2004)**

Après cette période, l'Algérie importe la totalité de ses besoins en huile végétale, soit 1 589 millions. Dinar **(RASTOIN et BENABDERRAZIK, 2014)** Les conditions dans lesquelles les oléagineux ont été évalués avant leur abandon en 1983 n'ont pas permis à ce secteur de retrouver sa parité économique avec le secteur industriel qui a réalisé des progrès très significatifs en termes de capacités nominales de transformation des emballages parmi ces limites on peut citer :

- L'absence d'une approche intégrée du développement entre les secteurs agricole et industriel



- La mise en œuvre tardive du programme d'expérimentations appliquées, ce qui n'a pas été le cas Plan de production non respecté

- Appui logistique insuffisant pour les opérations auxiliaires et les ressources en eau

- Absence de circuit de commercialisation et de stockage Les seules ressources en huile végétale de l'Algérie se limitent à l'huile d'olive dont la production à **TIZI OUZOU(ANONYME, 2006)** atteindra plus de 4000 Qx sur une superficie de 1130 ha.

La culture des espèces oléagineuses se limite depuis plusieurs années à des expérimentations en stations de recherche. Les recherches reposent essentiellement sur l'étude du comportement des cultivars et de leur adaptation aux différents facteurs pédoclimatiques.

### **I.3. Production et principaux payés producteurs :**

#### **Production mondiale de colza :**

En 2020/21, la production mondiale d'huile de colza était de 27,64 millions de tonnes. Cette statistique montre le volume de la production mondiale d'huile de colza de 2012/13 à 2020/21(**Statista, 2021**)

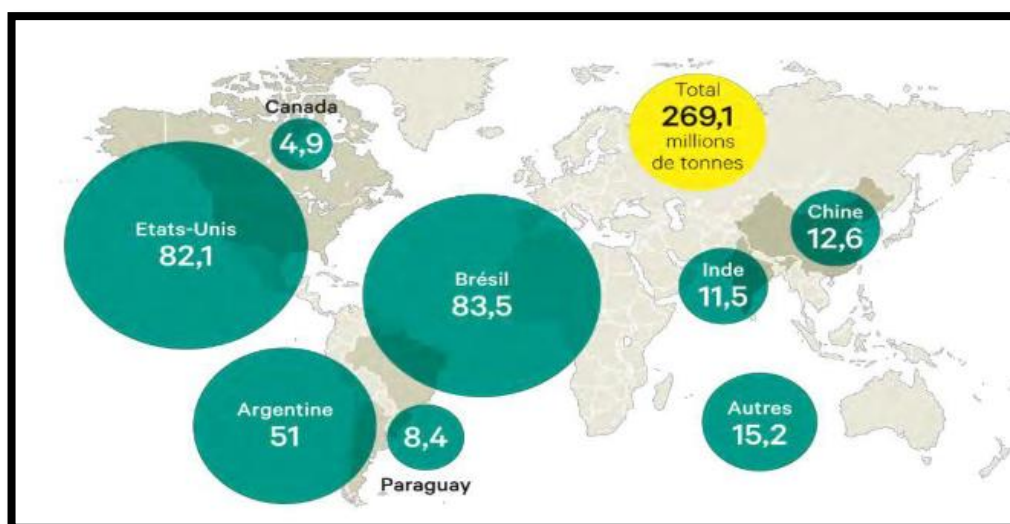
**Tableau 2.**production et principaux payés producteurs du colza.

<b>COLZA</b>	<b>1973</b>	<b>1981</b>	<b>1986</b>	<b>1996</b>	<b>2001</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Monde</b>	2579	4325	6334	11479	13739	15089	16296	18479	18739	19835
<b>UE</b>	578	966	1518	2943	3512	4696	5589	6349	6955	8049
<b>Chine</b>	429	1022	1786	3052	4557	4252	4645	4753	4348	4388
<b>Inde</b>	540	676	934	2087	1554	2077	1812	2517	2350	1899
<b>Canada</b>	145	440	536	1195	1139	1384	1287	1546	1611	1782

Ce qu'ils possèdent des qualités d'oléagineux.

**Source : CETIOM (2009)**

## Production et principaux payés producteurs du soja



**Figure 2:** Principaux pays producteurs de soja (en millions de tonnes) en 2012-2013  
(Département Américain de l'agriculture, 2013).

### I.3.1. Consommation et principaux payés consommateurs du colza :

**Tableau 3:** consommation et principaux payés consommateurs du colza.

COLZA	1973	1981	1986	1996	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Monde</b>	2579	4188	6539	11611	13967	12785	15016	16125	18143	19071	19759
<b>UE</b>	400	657	991	2355	3367	3499	4608	5511	6848	7444	8106
<b>Chine</b>	415	911	1739	3289	4598	3936	4545	4762	4672	4681	4690
<b>Inde</b>	582	766	1277	2126	1652	1323	2021	1793	2452	2449	1886
<b>Japon</b>	266	507	652	830	907	881	989	994	987	969	953

Source : CETIOM (2009)

### I.3.2. Consommation et principaux payés consommateurs du soja :

Le Brésil et les États-Unis fournissent les deux tiers du **soja consommé** dans le monde (USDA, 2020). La production de **soja** au Brésil a progressé très fortement depuis la fin des années 1980, passant de moins de 20 à **plus** de 120 millions de tonnes en 30 ans

### **I.3.3. Marché du colza :**

Le colza se maintient en 2017 à un niveau assez élevé, relativement similaire à celui des campagnes précédentes à la même période. Le stock mondial est en berne, car la demande est au rendez-vous, ce qui raffermi les cours. Le marché du colza est fortement influencé par ceux du soja ou du tournesol.

### **I.3.4. Utilisation du Colza :**

Le colza est une plante cultivée pour ses graines, qui contient environ 50 % d'une huile de bonne qualité nutritive (riche en acide gras insaturée), une fois celle-ci extraite, ce qui reste de la graine ; le tourteau (riche en protéine **40 % de la matière sèche de ces résidus**) est utilisé pour l'alimentation des animaux.

### **I.3.5. Dans l'industrie agro-alimentaire :**

L'huile de colza contient naturellement de l'acide érucique substance toxique pour l'homme à dose importante. Actuellement avec l'amélioration du colza. On a obtenues variétés de faibles teneurs de cet acide. Les huiles de colza entrent aussi dans la composition de la margarine. La consommation de huile et de margarine de colza, pourrait réduire de 70% le risque des maladies (cancer et certaines pathologies de la peau et du cerveau). Il est à signaler que même les feuilles de colza sont mangées dans certains pays asiatiques (**Devillers et al. 2010**)

### **I.3.6. Autres industries :**

L'huile de colza est appliquée dans plusieurs secteurs industriels :

- Utilisé directement en mélange avec le gazole par le moteur diesel.
- Utilisé avec l'ester dans l'industrie chimique des corps gras dans les

Produits cosmétiques comme antioxydant à cause de sa richesse en vitamine E.

### **I.3.7. Autres utilisations :**

Après l'extraction des huiles, les tourteaux qui restent sont utilisés dans l'alimentation animale (monogastrique), riche en protéines mais sa valeur énergétique est faible. Le colza est une plante apicole, les fleurs produisent un nectar dont les abeilles en font du miel, qui est très riche en glucose est. La culture du colza a un intérêt très important, notamment agronomique :

- Il est destiné à couvrir le sol.

- Contribuer ainsi à limiter le lessivage de l'azote grâce à ses racines Pivotantes qui peuvent absorber certaines quantités de l'azote lessivé.
- Enfouir le sol et reconstituer la matière organique (engrais vert).
- Un bon précédent cultural (**Jacques P, 2018**).

### **I.3.8. L'exploitation industrielle du soja**

La richesse en protéines du soja en fait un produit de choix pour l'industrie alimentaire ; en effet, les protéines constituent la majeure partie du sperme, c'est-à-dire soit 34 % du poids total ou 40 % du poids sec (**Lecerf, 1995**). Les matières protéiques de soja à base de plantes sont utilisées pour améliorer l'absorption des protéines de certains aliments, mais au-delà pour leurs propriétés fonctionnelles.

### **I.3.9. Les produits de la trituration du soja :**

Ces produits représentent à eux-seuls 91 % la réalisation mondiale de soja en 2009. L'écrasement des graines de soja est l'enlèvement fixe à déraciner l'lubrifiant des graines. Elle permet l'extirpation d'lubrifiant et la réalisation de tourteaux (**Solanet et al, 2011**).

#### **Huile :**

L'écrasement consiste à trier, décortiquer, nettoyer, broyer, mitonner les graines de soja Et dilapider les analecta d'confiserie à l'reconstituant de l'hexane pendant lequel solvant. Ce solvant évaporable sable sera entremis de l'lubrifiant grossier qui sézigue sera récupérée (**Colot and Louis, 2012**).

C'est une lubrifiant atrocement léger de proluxe apposition qui possède de la vitamine E, des phyto-stérois néanmoins c'est peau une lubrifiant alpha-linoléique qui contient une majorité d'acides huilé importants polyinsaturés léproserie le taxe en âpre alpha-linoléique est significatif (**Cahuzac-Picaud, 2010**).

Elle pour peau pour l'alliance de luxuriant produits issus de l'fabrique agroalimentaire pendant lequel les margarines, vinaigrettes, mayonnaises et pâtes à tartiner (**Roussel, 2005**). Hormis l'habitude agroalimentaire, l'lubrifiant de soja est devenu le proviseur matière inauguration pendant lequel la réalisation de biodiesel spécialement affligé au Brésil (80 % de l'éthanol brésilien) (**Solanet et al, 2011**).

**Lécithine de soja:** La lécithine de soja est spécialement utilisée par l'fabrique agroalimentaire par modèle pour les pâtisseries, les confiseries, le chocolat, la margarine, les sauces ou pour le chewing-gum de s'en dessous la charte de «

E322 » pendant lequel ses propriétés viscosifiantes et émulsifiantes (**Palm et al. 1999**)

## CHAPITRE II :

### II. ETUDE DE LA PLANTE

#### II.1. Colza

Le colza (*BrassicanapusL.*) est cultivé depuis longtemps. Il appartient à la famille des crucifères, ou famille des crucifères, la famille de la moutarde. Le mot « crucifère » signifie « porter une croix ». (**Musil, 1950**).

#### II.2. Les origines du colza

##### II.2.1. Origine géographique

Il semble que l'origine de la culture de colza pourrait être soit le Sud-ouest de l'Europe soit l'Asie orientale (**Nabloussi, 2015**).

##### II.2.2. Origine cytogénétique

La structure génétique du colza cultivé ( $2n = 38$ , génome AACC) est un hybride naturel entre le chou (*Brassicaoleracea*)  $2n = 18$ , génome CC) et la navette (B. campes tris,  $2n = 20$ , génome AA). C'est une espèce amphidiploïde (**Nabloussi, 2015**)

#### II.3. Classifications botaniques :

La classification botanique du colza est comme suivie :

**Règne** : Plantae

**Sous-règne** : Tracheobionta

**Division** : Magnoliophyta

**Classe** : Magnoliopsida

**Sous-classe** : Dilleniidae

**Ordre** : Capparales

**Famille** : Brassicaceae

**Sous-Famille** : Brassicoidae

**Genre** :Brassica

**Espèce** :Brassicanapus

## II.4. Etude morphologique

### II.4.1.L'appareil végétatif

Comme toutes les plantes, les organes végétatifs du colza sont composés de deux systèmes, aérien et racinaire :

- Système racinaire : pousse très rapidement, formant un pivot qui va devenir profond et épais, les plantules accumulent des réserves sur toute leur longueur, ce pivot émet de nombreuses racines secondaires (**BOYELDIOU,1991**).
- Système aérien : Il est constitué de tiges ramifiées et de feuilles glabres. Limbe inférieur pétiolé et incisé, limbe supérieur lancéolé et entier (**BOYELDIOU, 1991**).



## **II.4.2.Appareil reproducteur :**

Chaque ramification de la tige porte une inflorescence, formant une grappe simple à croissance indéfinie (**BOYELDIOU, 1991**) s'appelle boutons floraux (**GANDE et JUSSIAUX M., 1980**).

Les fleurs de colza sont hermaphrodites et la fécondation est une autofécondation, avec 2/3 d'autofécondation (70 %) et 1/3 de fertilisation croisée (30 %) observés en moyenne. (**BENSID, 1984**).

**La fleur est composée par :**

- Un calice à 4 sépales verts libres.
- Une corolle à 4 pétales jaunes libres.

**Figure 3 :**Le colza, Brassicanapus,brassicaceae (Archives Larousse)

- Les organes reproducteurs ont 6 étamines, quatre sont longues, avec des anthères au-dessus du stigmate, favorise l'autopollinisation.
- Un pistil au centre de la fleur avec un ovaire libre contenant deux carpelles à placentation pariétale, surmonté d'un style contenant un stigmate discoïde (**BOYELDIOU, 1991**).

La fleur possède également 4 nectaires, situés à la base des étamines et très accessibles aux insectes (petites masses jaunâtres)(**RENARD et al, 1992**).

**Fruits :**

Après floraison, chaque fleur porte une silique à volets convexes de 5 à 10 cm de long qui se rompent à maturité, chaque silique contenant environ 20 petites graines albuminées ex-albuminées (2 à 2,5 mm de long, diamètre) à teneur en huile variable selon la variété (**BOYELDIEU, 1991**).



## **II.5. Développement et croissance du colza :**

Le cycle de développement du colza se déroule en trois phases successives :

### **II.5.1.Phase végétative**

Au semis d'automne, le colza étale d'abord ses deux cotylédons sur le sol, ensuite une vingtaine de feuilles poussent et s'accroissent pour former une rosette avant l'hiver. Au début de l'hiver, la plante possède une tige. De façon parallèle à la formation de cette rosette de feuilles, le système racinaire se développe en pivot ainsi la plante y accumule les réserves qui serviront lors de la montaison, la ramification des tiges, la floraison, le remplissage des graines et la maturation (**Barhou, 2018**).

### **II.5.2.Phase reproductrice**

La phase de reproduction commence à la fin de l'hiver avec l'émergence de la plante. L'inflorescence est notée dans la partie supérieure du pédoncule parallèlement au début de l'allongement des entre-nœuds supérieurs. Alors que la floraison a déjà commencé avant que la tige ait atteint sa taille finale, la ramification de la tige commence alors que l'escalade et la floraison se poursuivent. La floraison dure 4 à 6 semaines selon la taille de la plante (**Barhou, 2018**).

### **II.5.3.Phase de maturation**

La phase de maturation correspond à la phase finale de formation des siliques. La maturité des graines est acquise en 6 à 7 semaines après la fécondation. D'ailleurs, le moindre choc peut provoquer la déhiscence de la silique et la chute des graines. (**Barhou, 2018**).

#### **Il existe deux types de colza :**

Le type "Hiver " (Colza d'hiver) à phase rosette longue qui demande pour accomplir son cycle végétatif une période hivernale vernalisante (< 10 °C pendant au moins 40 jours) puis une photopériode longue, il possède une certaine résistance au froid de moins de (-20°C) (**Soltner, 1987**). Ce type du colza prend la durée de cycle varie entre 250 et 300 jours avec une somme de température de 1700 à 1800 °C (**BOYELDIU J. 1991**).

Le type "Printemps " (Colza de printemps) à phase rosette très courte qui ne nécessite aucune phase vernalisante mais requiert des jours longs, il est sensible

au froid. Le colza de printemps prend la durée pendant le cycle de développement entre 120 à 150 jours pour une somme de température de 1200 à 1400 °C pour accomplir son cycle(BOYELDIOU J. 1991).

## **II.6. Ennemies du colza**

### **II.6.1.Maladies**

#### **II.6.1.1. Sclérotiniose(Sclerotiniasclerotiorum) :**

##### **Description et symptômes**

- Dans le cas des pétales :
  - Développement de nécrose des pétales attachés à la feuille.
  - Taches blanchâtres autour de la tige à l'aisselle des feuilles.
- Après la floraison :
  - Gousse blanche sur tige.
  - Présence de sclérotés noirs sur les tiges.



**Figure 4:Sclérotiniose (Sclerotinia sclerotiorum)(Agridea, 2009)**

- Taches blanches sur les gousses.(Agridea, 2009)

#### **II.6.1.2. Hernie du chou (Plasmodiophorabrassicae)**

##### **Description et symptômes**

- De la formation de la rosette à la floraison
  - Mauvaise croissance des jeunes plants.

- Excroissances irrégulières sur le collet et les racines avec un



**Figure 5:**Hernie du chou (Plasmodiophorabraceae)  
(Agridea, 2009)

intérieur ferme et sans cavité.(Agridea, 2009)

## **II.6.2.Ravageurs**

### **II.6.2.1. Altise du colza (Psylliodeschrysocephala)**

#### **Description et symptômes**

- Coléoptère noir (4 mm), sauteur.
- Petits trous ou des morsures sur les cotylédons et jeunes feuilles causés par les adultes.
- Plus tard, les larves d'altise ne s'attaquent qu'aux tiges. **(Agridea, 2009)**



**Figure 6:**Altise du colza (*Psylliodeschrysocephala*).(**Agridea, 2009**)

#### **II.6.2.2. Méligèthe (*Meligethesaeneus*)**

##### **Description et symptômes**

- Coléoptère noir brillant, 1,5 à 2,5 mm.
- Perfore les boutons floraux pour se nourrir de pollen.
- Fleurs vides et pédoncules sans siliques.
- Lorsque les fleurs sont épanouies, consomme de préférence le pollen libre.
- Danger principal écarté dès le début de la floraison du colza.
- Perte totale de la récolte possible. (**Agridea, 2009**)

#### **II.6.2.3. Gros charançon de la tige (*Ceutorhynchusnapi*)**

##### **Description et symptômes**

- Coléoptère gris, 4 mm.
- Tiges piquées, trous de 1 mm entourés de mucus blanchâtre (piqûres sous les feuilles, mais plus éloignées avec l'allongement du colza). 2 semaines après la ponte.
- Dès que la tige a 20 cm de haut, le colza devient moins attractif.

- Les piqûres de ponte provoquent une réaction des tissus de la plante : la tige peut se déformer (en forme de S) ou éclater (processus accentué en cas de gels) (**Agridea, 2009**)



**Figure 7:**Gros charançon de la tige (*Ceutorhynchusnapi*)  
(**Agridea, 2009**)

#### **II.6.2.4. Tenthrède de la rave (*Athaliarosae*)**

##### **Description et symptômes**

- Fausse chenille, verte puis noire.
- Feuilles broutées.
- En cas de forte population, il ne reste que les nervures des feuilles.
- Progression rapide des dégâts.
- Confusion possible des dégâts avec ceux causés par les limaces.



**Figure 8:** Tenthredine de la rave (*Athalia rosae*) (**Agridea, 2009**)

- Le colza est sensible du stade 1 feuille à la fin de l'automne. (**Agridea, 2009**)

#### **II.6.2.5. Puceron cendré du chou (Brevicoryne brassicae)**

##### **Description et symptômes**

- Puceron cendré, 2,5mm.
- Grosses colonies de plusieurs mètres carrés, entre la floraison et la maturité (foyers).
- Dessèchement des plantes, avortement des fleurs, échaudage et pertes de grains.
- Dégâts réalisés entre la fin de la floraison et 40 jours avant la récolte (**Agridea, 2009**).



**Figure 9:** Puceron cendré du chou (*Brevicoryne brassicae*) (**Agridea, 2009**)

## **II.7. Exigences de la plante**

### **II.7.1.Eau**

Premièrement, la culture du colza nécessite environ 450 à 500 mm d'eau tout au long de la saison qui doivent être répartis entre 30% durant la période levée-début floraison et 70% durant la période début floraison-maturité. D'autre part, la pénurie d'eau durant la germination peut affecter la régularité de la levée. A la fin de la floraison et la période du remplissage des siliques, se déroulent des conditions de déficit hydrique important provoquant une chute du poids de 100 graines. En revanche, l'excès d'eau au moment de la fécondation et de la maturation peut engendrer des risques de ramification abondante (floraison trop prolongée) et de non-visite des fleurs par les insectes pollinisateurs **(Nabloussi, 2015)**.

### **II.7.2.Sol**

Les sols qui conviennent à la culture du colza sont les sols argilo-limoneux, argilo-sablonneux très fins et argileux **(Akhtar,1993)**. Le colza préfère le sol profond, bien drainé, riche, ameublie. Il ne tolère pas les sols mal drainés ou inondés. Le meilleur PH du sol se situe entre 6 et 8,5**(Nabloussi, 2015)**.

### **II.7.3.Température**

La température est un facteur majeur de variation de la production en raison des risques de gelées hivernales et printanières qui conduisent dans certaines années au risque d'égrenage des siliques les plus précoces. En fait, la graine du colza germe à une température du sol supérieure à 5°C **(Akhtar,1993)**.

Selon **(Brisson et Levrault, 2010)**, ils sont admis que le zéro de croissance du colza est voisin de 0°C, ainsi le colza de printemps accuse des dégâts foliaires dès -8°C et la température létale se situe autour de -15°C. La seconde période où les températures basses peuvent affecter la culture se situe lors de la floraison. La température critique à ce stade ne doit en aucun cas atteindre des valeurs négatives.

### **II.7.4.Nutrition minérale**

En revanche, il y a une corrélation négative entre teneur en huile et l'azote apportée, ce qui conduit à une diminution de la production d'huile en cas de forte fertilisation azotée. Par ailleurs, le colza qui est exigeant en azote, phosphore et soufre l'est moins en potassium et magnésium **(Nabloussi, 2015)**.

### III. Soja

Le soja [**Glycine max (L.)Merrill**] appartient à la famille des Fabacées, sous famille des Faboideae, tribu des Phaseolacées, genre Glycine. Les feuilles de soja sont de quatre types : deux cotylédonaire, deux feuilles simples, les feuilles trifoliolées et les bractéales. Pendant la floraison, toutes les feuilles contribuent à l'approvisionnement en éléments nutritifs de l'ensemble de la plante ; lors du grossissement du grain, chaque feuille alimente préférentiellement les gousses situées au même étage (**Li et al.2005**).

Les feuilles participent également à l'amélioration de la teneur en protéines de la graine de soja par la photosynthèse (**Planchon, 1980**).

#### III.1. Classification botanique :

Soja (*glycine max*)

<b>Règne</b>	Plantae
<b>Sous-règne</b>	Tracheobionta
<b>Division</b>	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Magnoliopsida
<b>Sous-classe</b>	Rosidae
<b>Ordre</b>	Fabales
<b>Famille</b>	Fabacées
<b>Sous-famille</b>	Faboideae
<b>Tribu</b>	Phaseoleae
<b>Sous-tribu</b>	Glycininae
<b>Genre</b>	Glycine
<b>Sous-genre</b>	Soja

#### III.2. Morphologie du soja

Le soja est une légumineuse ressemblant à un haricot avec des parties aériennes dressées. Les tiges dressées ont une longueur de 30 à 130 cm (**Artigot, 2012**). La plante (feuilles, tiges, gousses) est entièrement revêtue de fin poils gris ou brins (**APME 2A, 2009**). Chez les types déterminés, la tige cesse de grandir à la



floraison alors qu'elle continue de s'allonger chez les indéterminés (**CIRAD-GRET, 2002**).

La morphologie du soja indique l'architecture de la plante comme suite :

### III.2.1. Appareil végétatif du soja :

- **Racines :**

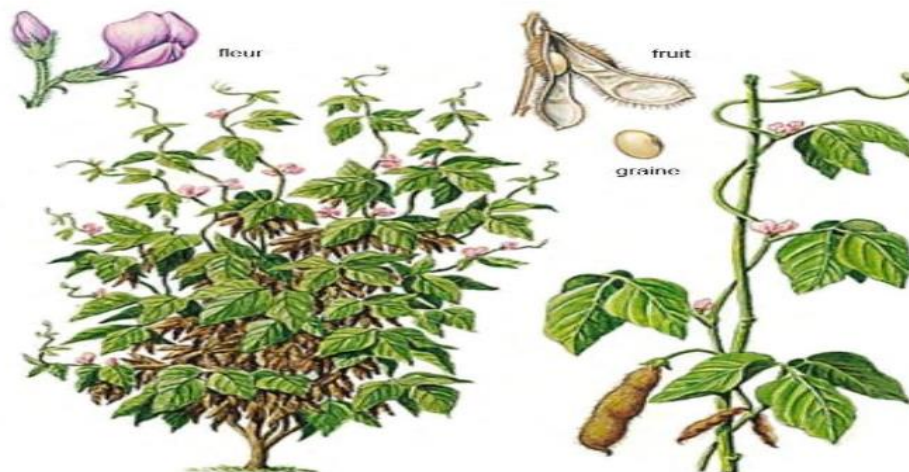
Le système racinaire pivotant peut s'enfoncer jusqu'à 1,5 m mais descend rarement au-dessous de la couche labourée. Les racines hébergent des bactéries symbiotiques fixant l'azote atmosphérique lorsque les conditions sont favorables. La fixation est inhibée par l'acidité du sol (**CIRAD-GRET, 2002**).

- **Tige :**

La tige est semi-lignifiée et porte de nombreuses branches ascendantes. La tige émet des rameaux latéraux à partir des bourgeons axillaires de la base, tandis que les bourgeons de la partie moyenne et supérieure donnent des fleurs (**CIRAD-GRET, 2002**).

- **Feuilles :**

Elles sont de type trifoliolé, chaque foliole mesurant entre 6 et 15 cm de long et 2 à 7 cm de large. Celles-ci tombent avant que les gousses ne soient arrivées à maturité (**Artigot, 2012**).



**Figure 10:**Le soja, *Glycine max*, légumineuse herbacée (Archives Larousse).

### **III.2.2. Appareil reproducteur.**

#### **Fleurs :**

Les fleurs sont petites et leurs couleurs varient selon les variétés du blanc au violet en passant par le jaune. Le Soja produit un nombre considérable de fleurs mais très peu arrivent à être fécondées (**Zoumbiesse, 1982**). Elles sont hermaphrodites et autogames mais la pollinisation croisée est parfaitement possible avec un taux de fécondation croisée de 0,5 à 1 % (**CIRAD-GRET, 2002**).

#### **Fruits :**

Ce sont des gousses velues, de 3 à 8 cm, de couleur foncée à maturité, et contiennent généralement 2 à 4 graines. Les graines sont de formes sphériques ou elliptiques et ont un diamètre variant généralement de 5 à 11 mm (**Artigot, 2012**).

### **III.3. Croissance et développement du soja**

La croissance de la plante correspond à l'ensemble des changements quantitatives irréversibles (taille, masse, volume) qui se produisent au cours du temps. Chez le soja, la croissance peut être déterminé, indéterminé ou semi-déterminé selon la forme de l'extrémité de la tige principale (**Hartung et al, 1981 cité par Artigot en 2012**). Le développement de la plante est un processus cyclique qui commence de la germination de la plante jusqu'à la floraison et à la sénescence en passant par la croissance végétative et la maturation. Le cycle végétatif du soja comprend les phases suivantes :

#### **III.3.1. Phase de germination**

La graine lève au bout de 5 à 8 jours (**MPAE, 2016**).

#### **III.3.2. Phase de croissance**

12 à 15 jours après le semis, les premières feuilles **s'ouvrent**, les cotylédons **rétrécissent** et les feuilles suivantes apparaissent. Les **branches** apparaissent en plus ou moins **grand nombre** selon les conditions de **croissance**. (**MPAE, 2016**).

### **III.3.3. Phase de floraison – fructification**

La floraison **commence généralement** un mois après le semis. **Selon la variété et le lieu de culture, elle dure entre un mois et un mois et demi. Il commence** par les inflorescences **à la base** et **atteint** progressivement le sommet de la plante. La fructification commence également **avec** les inflorescences de la base. La jeune **cabosse** met 15 à 25 jours pour atteindre ses dimensions définitives **(MPAE, 2016)**.

### **III.3.4. Phase de maturation**

Les feuilles restent vertes jusqu'à l'approche de la maturité, puis jaunissent et tombent facilement, tandis que les gousses changent de couleur pour prendre la couleur spécifique au cultivar. Cette phase dure de deux à cinq semaines. Le cycle végétatif complet du soja dure entre 85 **et** 150 jours **(MPAE, 2016)**.

Pour le soja, la précocité correspond à la longueur relative du cycle de développement de la plante lorsque l'on compare différents cultivars plantés à la même date au même endroit. Les variétés sont réparties en groupes de période précoce allant de 00, très précoce, avec de faibles besoins photo- et thermo périodiques, à des groupes de type X, très tardif (zone subtropicale ou équatoriale) **(Artigot, 2012)**.

## **III.4. Les ennemis du soja**

### **III.4.1. Ennemis :**

Les principaux ennemis du soja sont les insectes. Les plus dangereux sont les mouches, les punaises de lit, les pucerons, les cochenilles et les coléoptères. Ils attaquent toutes les parties de la plante (partie végétative jusqu'à la fleur et le fruit). Nous avons également remarqué la présence de champignons et de nématodes qui attaquent les racines et réduisent considérablement la croissance **(KODJO, 2017)**.

Les rongeurs (les lièvres, les écureuils, rats) et oiseaux peuvent être dangereux lors de la levée. La plante ne peut plus produire si les deux premières feuilles sont détruites aux 9 moments de la germination **(BNDA, 2015)**. Aussi, la plante et les mauvaises herbes, quand elles sont présentes se disputent la lumière, les substances nutritives et l'eau. Les herbes constituent un refuge pour les insectes qui attaquent la plante ou qui lui communiquent des maladies **(Rienke et Joke, 2005)**.

### **III.4.2. Maladies :**

L s'agit notamment de l'antracnose des feuilles et des tiges, la fusariose des racines et des viroses ou mosaïques. Contre ces maladies, il est conseillé d'utiliser les variétés améliorées résistantes ou de traiter les semences avant semis **(KODJO,2017).**

Il s'agit des anthracnoses des feuilles et des tiges, de la fusariose des racines, des infections virales ou mosaïques. Contre ces maladies, il est conseillé d'utiliser des variétés résistantes améliorées ou de traiter les graines avant le semis.**(MRJC-PADYP, 2013).**

## Chapitre 3 :

### III. CONDUITE DE LA CULTURE

#### III.1. Colza

##### III.1.1. Place dans la rotation

Le colza est une bonne tête de rotation pour quatre raisons :

- Récolte précoce : le colza ameublir le sol suffisamment tôt pour faciliter le semis du grain. Dans la plupart des régions, il permet une meilleure répartition des heures de travail sur l'exploitation.
- Rendements minéraux élevés : Ils retournent au sol après la récolte (par quintal de graines), 9 kg de potasse/ha, 1,1 kg d'acide phosphorique/ha et 3,5 kg d'azote/ha, une partie de l'azote est utilisée pour nourrir la prochaine récolte.
- Apport important de matière organique : avec 8 à 10 tonnes de matière sèche restituée au sol après récolte, ce qui correspond à 1600 à 1800 kg d'humus/ha, elle tend à rééquilibrer l'équilibre humique du sol.
- Interruption du cycle de la paille : le colza améliore la structure du sol en rotation céréalière exclusive, interrompt le cycle des maladies (Fusaria...) et facilite le désherbage. Dans les autres situations, le temps de rotation peut être rallongé (exemple : betteraves, blé, colza, blé, orge ou maïs, blé, colza, blé)(**Boyeldiou, 1994**).

##### III.1.2. Préparation du sol

- Préparation des sols sableux et limoneux peu argileux :
  - Un travail plus ou moins profond est conseillé : soit un labour repris avec un outil à dents, soit un travail profond sans labour avec un outil à dents sur 8 à 15 cm (chisel ou canadien) selon les zones de reprises en masse, soit un labour jeté suivi immédiatement du semis (**2019**).
- Préparation des sols argileux :
  - Eliminez les compactations superficielles grâce à un travail immédiatement après la récolte du précédent (1 ou 2 passages selon les besoins) avec un outil à dents (chisel, canadien ou vibroflex) vite rappuyé (**Terres Inovia, 2018**)

### **III.1.3. Le semis :**

Le semis du colza doit se faire sur un sol suffisamment réchauffé d'une température de 8 à 10° C à une profondeur variant entre 2 à 3 cm au plus. Ces conditions favorisent la germination et la levée s'effectue rapidement ce qui favorise l'enracinement des plants. L'époque de semis tardifs peut pénalisée une mauvaise alimentation en eau durant le printemps et donc par une chute des rendements en graine et en huile. La dose de semis est fonction de l'objectif du peuplement à atteindre ainsi que des pertes totales qu'il faut estimer à la levée et du poids de 1000 graines. Pour un objectif de 40 à 60 pieds par m<sup>2</sup> à la sortie de l'hiver, on doit semer 2 à 4 kg de colza par hectare. Le semis direct est possible si le sol a une bonne activité structurale c'est-à-dire plus de 20 à 25% d'argile, se fissurant spontanément. La mise en place du colza est une étape capitale pour avoir des plants vigoureux pour éviter les attaques des ravageurs et maladies et aux aléas climatiques (**Terres Inovia, 2018**).

### **III.1.4. Période :**

La date du semis est déterminée par les conditions climatiques. Le semis du colza se fera à 2 centimètres de profondeur à raison de 2 à 4 kg par hectare. Il est préférable de semer juste avant les pluies. Le semis doit se réaliser en sol sec un peu de fraîcheur car la graine a besoin d'eau pour germer. Si la graine n'est pas en contact avec l'humidité elle ne germe pas.

### **III.1.5. Fertilisation :**

Les besoins élevés du colza et sa capacité de prélèvement automnal très importante constituent les postes du raisonnement de la fertilisation qu'il convient d'évaluer précisément pour éviter tout risque de sur fertilisation (**Marie Benoit et al,2019**)

### III.1.5.1. Fertilisation azoté:

Le colza est exigeant et a un fort besoin en azote. **(Schjoerring et al., 1995).**

- Le colza a besoin de nutriments, en particulier d'azote.
- La culture doit disposer de suffisamment d'azote en automne pour sa bonne implantation.
- Les besoins en azote sont importants au début du printemps (2/3 des besoins totaux en azote).
- Apport de fumier : 20 - 30 t / ha (de préférence avant le labour).
- Apport de lisier / purin au printemps (dilué 1 :1) :
  - 30 à 50 m<sup>3</sup> / ha à la reprise de la végétation.
  - Plutôt 30 m<sup>3</sup> / ha si la culture est en forme.
  - Plutôt 50 m<sup>3</sup> / ha si la culture a souffert de l'hiver.
  - 20 à 30 m<sup>3</sup> / ha à la montaison.
  - Le lisier de porc est plus avantageux que le lisier bovin (teneurs en N et P plus élevées).
- Faire un apport d'engrais du commerce à minéralisation rapide (voir liste des intrants autorisés) au printemps si on manque d'engrais de ferme (50 à 120 unités d'azote/ha). **(Agridea, 2009)**

### III.1.5.2. Fertilisation Phospho-potasique

Tout comme pour l'azote, le colza est une culture exigeante en phosphore **(Rashid and Bughio, 1993)**. Le colza est généralement planté au sommet de la rotation et nécessite généralement l'ajout d'apports de phosphate en quantités suffisantes pour couvrir toute la rotation. Cependant, la disponibilité des phosphates apportés dans le sol est encore faible en raison de leur adsorption forte et rapide sur les particules d'argile du sol et également sur le fer et l'aluminium présents **(Helfenstein et al. 2018)**.

### III.1.5.3. Fertilisation soufrée

Un apport systématique de 75 U de soufre doit être fait en combiné avec un des apports d'azote et avant fin février. Le colza n'utilise que des intrants transformés sous forme de sulfate, de sorte que les formes minérales de soufre ne sont pas recommandées, car elles ne sont pas très efficaces. A l'apparition des symptômes (décoloration entre nervures) intervenez rapidement avec 100 kg/ha de sulfate d'ammoniac dilué dans 500 l d'eau **(Anonyme ,2020)**.

### **III.1.6. La récolte**

En fin de cycle la coloration des graines passe du vert au rouge puis au noir. La maturité est plus précoce sur la tige principale. Pour évaluer le stade optimum, on observe le moment où le maximum de graines virent au noir sur les ramifications et un minimum de siliques ouvertes sur la tige principale. La norme de commercialisation est à 9% d'humidité, 2 % d'impuretés et 40% de teneur en huile (**Anonyme ,2020**).

## **III.2. Soja**

### **III.2.1. Place dans la rotation**

Il est recommandé de choisir un sol bien drainé mais non gravillonnaire. Le soja préfère les sols profonds, peu sableux, avec une bonne capacité de rétention en eau. Le soja est une plante fragile et n'aime pas les sols trop humides. Il accepte les sols légers et s'accommode à des sols sensiblement pauvres et acides. Les exigences écologiques du soja sont voisines de celles du maïs. Précédent cultural : le précédent cultural

### **III.2.2. La préparation du sol**

La préparation du sol est l'ensemble des opérations culturales visant à préparer le lit de semis qui peut se faire manuellement ou par l'aide d'outils motorisés. Elle passe par un nettoyage du site (défrichage, ramassage avec ou sans brulis des débris) à l'issue duquel on procède à un labour à plat (**Zongo, 2013**).

De plus il est possible de faire des billons hauts de 15 à 20 cm et large de 20-30 cm (**BNDA, 2015**) de sorte à permettre un bon stockage de l'eau, un bon enracinement et surtout un semis régulier. La traction animale est beaucoup plus sollicitée pour des opérations de labour et de buttage (**Zongo, 2013**).

### **III.2.3. Semis**

Les distances varient selon les variétés mais aussi selon le mode de culture. Ainsi pour les variétés précoces l'écartement est de 40 cm entre les lignes et 20 cm sur les lignes. Pour les variétés tardives il est de 80 cm entre les lignes et 40 cm entre les poquets (**MRJCPADYP, 2013**). Selon la fertilité du sol, ces écartements peuvent être révisés (**Zongo, 2013**).

Il est recommandé de semer 2 à 3 grains par poquets à une profondeur de 3 à 5 cm du sol quand celui-ci est suffisamment humide (**Zongo, 2013**). Si au bout de



10 jours les graines n'ont pas germé, il faut ressemer dans les mêmes conditions d'humidité **(BNDA, 2015)**.

### **III.2.4. Date de semis**

La période la plantation doit tenir compte du cycle de croissance de la variété choisie, car la récolte doit coïncider avec le début de la saison sèche. Du 15 juin au 30 juillet au plus tard. Il se fait en ligne à l'aide d'un bâton et au cordeau. Semer pendant que le sol est humide après une pluie d'au moins 20 mm **(IFDC,2019)**.

Dose de semis

- 40 cm x 15 cm (à plat), à raison de 2 graines par poquet.
- 40 cm x 20 cm (à plat), à raison de 2 graines par poquet.
- 50 cm x 20 cm (à plat), à raison de 3 graines par poquet.
- 80 cm x 15 cm (sur billon) à raison 3 graines par poquet.

### **III.2.5. La fertilisation**

En tant que légumineuse, le soja ne nécessite pas d'apport d'urée. Par contre, des apports de phosphore et de potassium sont toujours nécessaires. Ces engrais sont appliqués lors du travail du sol (labour, hersage). Ils peuvent être appliqués dès la levée, à raison de, P : 50 kg/ha et K : 100 kg/ha. La fumure peut être réalisée en poquets de 2 à 3 cm de profondeur avec enfouissement et à environ 5 cm du collet des plants. Pour des raisons de disponibilité des engrais simples on peut utiliser les engrais composés des céréales (13-17-17-6-0,5-1,5) à dose 150 kg N P K S B Zn et 50 kg d'urée **(IFDC, 2019)**.

### **III.2.6. Entretien de la culture**

Comme toutes les cultures, celle du soja demande à être suivie tout au long de la croissance et jusqu'à la récolte.

#### **III.2.6.1. Sarclage**

**Avant semis :**

Un sarclage, effectué juste avant la pluie décisive qui permettra de semer, a pour but d'éliminer les mauvaises herbes apparues après premières petites pluies. Il permet de retarder le premier sarclage. **(Laurent, 2011)**.

**Après semis :**

Une fois que les graines de soja ont germé, désherbez entre les rangs de soja et désherbez aussi souvent que nécessaire. Au premier désherbage, identifiez les "manquants" et replantez du soja. **(Laurent, 2011)**.

### **III.2.6.2. Le désherbage**

Le soja est très vulnérable à la concurrence des herbes. Un dernier désherbage (éventuellement manuel et par arrachage), augmentera les rendements, facilitera le séchage de la récolte et laissera un champ sans trop de semences de mauvaises herbes pour l'année suivante (**Laurent, 2011**).

### **III.2.6.3. L'irrigation**

Le soja a deux étapes critiques en termes de besoins en eau : à partir du moment où il est semé jusqu'à la germination, et pendant le remplissage des gousses. Pendant la germination, la graine doit absorber 50% de son poids avant de pouvoir germer. Un excès d'eau peut cependant être plus fatal à cette phase qu'un manque d'eau. Le sol doit être saturé de 50 à 85% d'eau. Le besoin en eau augmente à mesure que la plante se développe et atteint son maximum lors du remplissage des gousses (de 7 à 8 mm par jour) pour diminuer ensuite. Pour obtenir une bonne récolte, il faut que le soja absorbe 450 à 800 mm d'eau, en fonction du climat, au cours de tout le cycle (**Rienke et Joke, 2005**).

### **III.2.6.4. Récolte**

La récolte du soja a lieu à partir du mois de novembre. Elle a lieu quand les feuilles et les tiges commencent à jaunir et à dessécher et que les gousses deviennent brunes ou grises (**IFDC, 2019**).

Pour le soja destiné à l'industrie, le pourcentage d'humidité optimal pendant la récolte est de 13 à 15 %. Il est de 13% pour les semences (**Rienke et Joke, 2005**).

## 4 Chapitre IV:

### IV. Fertilisation Organique

#### IV.1. Généralité

La fertilisation organique consiste à entretenir ou à améliorer la fertilité du sol par l'utilisation du fumier, de la paille, du compost et de l'engrais vert. Par extension, elle désigne l'ensemble des techniques qui consistent à apporter des engrais sous forme organique au sol en vue d'améliorer la productivité des cultures (**El Hassani & Persoons, 1994**).

Les engrais organiques sont des sous-produits d'animaux, de plantes ou d'un mélange des deux. Ils peuvent se présenter sous différentes formes : Engrais verts (végétaux enfouis dans le sol), compost (déchets végétaux) ou déchets d'animaux domestiques, fumier (volaille, chameau, mouton, litière de cheval). Selon plusieurs auteurs, l'amélioration de la fertilité des sols nécessite l'apport d'engrais organiques (**De Jager et al. 2001**). En effet, cette amélioration de la fertilité se traduit par une augmentation de la teneur en éléments nutritifs du sol (**Gil et al. 2008**). Cependant, selon les animaux utilisés, la qualité du compost et la disponibilité en nutriments diffère (**Fauci et al, 1999**).

**Selon Mustin (1987)**, la richesse de la matière organique d'origine animale en principaux nutriments favorise son utilisation en agriculture comme engrais. Une fois plantée, la matière organique se décompose sous l'action des micro-organismes et se transforme en humus, ce qui améliore la fertilité du sol.

#### IV.2. Types d'engrais organiques

Il existe différentes formes d'apport organique au sol parmi lesquelles :

##### IV.2.1. Fumier

Le fumier ou les engrais sont les excréments du bétail et leurs déchets. La composition du fumier varie en fonction de la nourriture consommée. Par conséquent, ils préfèrent le fumier des fermes qui pratiquent l'agriculture biologique (également parce qu'il y a des traces d'antibiotiques ou d'autres médicaments donnés aux animaux). Les engrais sont riches en potassium et en azote. Et ils sont donc très fertilisants.

### **IV.2.2. Compost**

Le composte est un des éléments fondamentaux de la culture biologique, car il représente le moyen le plus rationnel d'utiliser les déchets végétaux de toutes sortes qui s'obtient par empilement dans un coin, ceux-ci sont retournés régulièrement pour activer la fermentation. L'application de ces techniques conduit au bout de trois à six mois à la formation d'un compost mûr (**Hargrovet, 2008**). Le composte est redistribués au sol sous forme d'un amendement qui remplace avantageusement le fumier, s'il est enrichi par les produits appropriés (**Fazio, 2001**).

Le compostage est un processus naturel de « décomposition » ou de décomposition de la matière organique par des micro-organismes dans des conditions aérobies. Les matières premières organiques telles que les résidus de récolte, les déchets alimentaires, les restes d'animaux, certains déchets municipaux et les déchets industriels appropriés peuvent être appliqués sur les sols comme engrais une fois le processus de compostage terminé (**Misra et al., 2005**).

Ainsi, les matières premières organiques, telles que les résidus de culture, les déchets animaux, les restes alimentaires et l'industrie agroalimentaire appropriés, peuvent être appliquées aux sols en tant que fertilisants, une fois le processus de compostage est terminé (**Petit et Jobin, 2005**).

### **IV.2.3. Le vermicompost**

(**Visvanathan, 2005**) signale que seulement 5 à 10 % du matériel digéré est absorbé par le corps du lombric. Le reste est excrété sous la forme d'un fin mucus lié des agrégats granulaires, riche en NPK (nitrate, phosphore, potassium), micronutriments et de microorganismes bénéfiques pour le sol. Le corps des lombrics contient 65% de protéines, 14% de lipide, 14% carbohydrates et 3% d'extrait sec. (**Atiyeh et al., 2002**) ont découvert que le compost a une teneur plus élevée en ammonium, alors que le vermicompost est plus riche en nitrates, forme d'azote la plus assimilable par les végétaux. (**Edwards ,1999**), affirme que le vermicompost est 1000 fois plus actif que le compost classique sur le plan de l'activité microbienne, même si ce taux n'est pas toujours atteint.

### **IV.3. Engrais d'origine végétale**

Les engrais verts sont une pratique concernant l'enfouissement des feuilles, des herbes, des branches d'arbres et tout autre résidu végétal rencontré en champ dans les OI en vue de la préparation du terrain, afin d'améliorer la fertilité et la structure physique d'un terrain (**Fazio, 2001**).

Le principe de l'engrais vert reprend la pratique ancestrale qui consiste à enfouir les adventices. Elle s'appuie sur une culture intercalaire, en foin sur place. Quand il s'agit des légumineuses, telles que la luzerne ou le trèfle, on obtient, en plus, un enrichissement du sol en azote assimilable, car leur système racinaire associe des bactéries, du genre rhizobium, capable de fixer l'azote atmosphérique. Pour rendre cette technique plus efficace, on sème les graines avec la bactérie préalablement associée (**DeKimpe, 1996**).

### **IV.4. Compost**

#### **IV.4.1. Généralité sur le compost**

Selon **Reijntjes et al, (1995)**, « Le compostage est la décomposition de matières organiques par les microorganismes et par la faune du sol aboutissant à la production d'humus appelé compost ». Ce procédé qui s'intègre naturellement dans les agroécosystèmes durables permet effectivement de récupérer un bon pourcentage de déchets organiques tels que les résidus de culture, le fumier, les résidus chitineux et les feuilles et de les transformer en compost, c'est-à-dire en matière organique stabilisée et hygiénisée (**Reijntjes et al. 1995**).

Le compostage est un processus biologique de décomposition ou de dégradation des résidus organiques sous l'action d'une population composite de microorganismes dans un milieu chaud, humide, aéré (**Dalziel et al, 1988**). Le produit obtenu par cette opération est appelé compost ou humus.

**Mustin (1987)**, définit le compost comme un produit organique issu d'un processus biologique organiques, et utilisé comme engrais, amendement ou support de culture (**José Lopez et al, 2002**).

Selon **Hargrovet (2008)**, le compost est un des éléments fondamentaux de la culture biologique, car il représente le moyen le plus rationnel d'utiliser les déchets végétaux de toutes sortes qui s'obtient par empilement dans un coin, ceux-ci sont retournés régulièrement pour activer la fermentation. L'application de ces techniques conduit au bout de trois à six mois à la formation d'un compost mûr. Le

compost est redistribué au sol sous forme d'un amendement qui remplace avantageusement le fumier, s'il est enrichi par les produits appropriés (**Fazio, 2001**).

#### **IV.4.2. Origine et historique du compost**

Le mot 'compost' vient du latin 'Composites' qui signifie composer de plusieurs choses. Le compostage n'est pas une technique récente, mais très ancienne pratiquée dès l'Antiquité. Depuis des millénaires, les Chinois ont rassemblé et composté toutes les matières organiques du jardin, des champs, de la maison y compris les matières fécales. Au Proche-Orient par exemple, une aire de dépôt des déchets urbains était aménagée devant les portes de Jérusalem. Certains déchets étaient brûlés et les autres compostés. Aussi, les romains appelaient ainsi les préparations de légumes et de fruits avec des adjonctions d'huiles, de sel et d'autres adjuvants (**Znaïdi, 2002**).

#### **IV.4.3. Techniques et processus de compostage**

Le compostage est un processus naturel de « décomposition » ou de décomposition de la matière organique par des micro-organismes dans des conditions bien définies. Les matières premières organiques telles que les résidus de récolte, les déchets animaux, les déchets alimentaires, certains déchets municipaux et les déchets industriels appropriés peuvent être appliqués sur les sols comme engrais une fois le processus de compostage terminé (**Misra et al., 2005**).

Le processus de compostage est similaire à celui de l'humification naturelle des déchets organiques en matière humique dans le sol. La différence concerne l'accélération de la transformation biologique aérobie de la matière organique pour le compostage (**Antizar-Ladislao et al, 2006**).

Ces différentes phases sont difficiles à distinguer les unes des autres car le processus est très progressif. Plusieurs sortes de micro-organismes assurent au cours de chacune de ces phases la transformation de la matière organique en compost (**Madeleine et al, 2005**).

#### **IV.4.3.1.Phase d'échauffement**

Au cours de la première phase du compostage, de la chaleur est générée dans le tas de compost. C'est ce qu'on appelle fermentation, et c'est le résultat de la décomposition des structures de fibres dures et complexes de la matière organique. C'est au centre du tas de compost que ce processus de fermentation (décomposition) est le plus important. Pour que la phase de fermentation démarre correctement, il est important de considérer un certain nombre d'aspects. Premièrement, le tas de compost doit se composer de différentes sortes de matériaux organiques. Deuxièmement, il faut que les micro-organismes appropriés soient présents. Troisièmement, il est très important qu'il y ait une quantité suffisante d'oxygène et d'eau. Si ces trois conditions sont réunies, la production de chaleur commencera rapidement. Au chapitre suivant, nous expliqueront comment réunir ces conditions quand on pratique la fabrication du compost. Au cours de la fermentation, les micro-organismes se multiplient et se transforment rapidement, ce qui augmente la production de chaleur. C'est ainsi que commence un processus qui s'accélère de lui-même. La phase de fermentation débute le plus souvent au bout de 4 à 5 jours et peut durer de 1 à 2 semaines. La fermentation est maximale lorsque la température dans le tas de compost est de 60-70°C. Des températures trop élevées peuvent détruire les micro-organismes utiles et stopper le processus de décomposition. La fermentation a, grâce à sa température élevée, également une action purifiante. **(Madeleine et al, 2005)**

#### **IV.4.3.2.Phase de refroidissement**

La phase de fermentation se transforme progressivement en phase de refroidissement. La décomposition **se produit** sans dégagement de chaleur **significatif, de sorte** que la température du tas de compost baisse lentement **(Madeleine et al, 2005)**.

#### **IV.4.3.3.Phase de maturation**

Dans cette phase finale du processus de décomposition, la température baisse jusqu'à atteindre la même température que le sol, selon le climat entre 15 et 25°C **(Madeleine et al, 2005)**.

#### **IV.4.4. Types de compostage**

Le compostage peut être divisé en deux catégories selon le type de processus de décomposition. Dans le compostage anaérobie, la décomposition se produit lorsque l'oxygène (O) est absent ou présent en quantité limitée. Dans ce processus, les micro-organismes anaérobies dominent et décomposent les composés intermédiaires tels que le méthane, les acides organiques, le sulfure d'hydrogène et d'autres substances. En l'absence d'oxygène, ces composés s'accumulent et ne sont pas métabolisés. Beaucoup de ces composés ont de fortes odeurs et certains présentent une phytotoxicité. Étant donné que le compostage anaérobie est un processus à basse température, les graines de mauvaises herbes et les agents pathogènes ne sont pas affectés. De plus, le processus prend souvent plus de temps que le compostage aérobie. Ces inconvénients l'emportent sur les avantages de ce procédé, à savoir le faible besoin en main-d'œuvre et la perte limitée de nutriments au cours du procédé **(Misra et al., 2005)**.

Le compostage aérobie a lieu en présence d'une grande quantité d'oxygène. Au cours de ce processus, les micro-organismes aérobies décomposent la matière organique, produisant du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), de l'ammoniac, de l'eau, de la chaleur et de l'humus, le produit final relativement organique. Bien que le compostage aérobie puisse produire des composés organiques intermédiaires tels que certains acides organiques, ceux-ci sont décomposés par micro-organismes aérobies. Le compost qui en résulte, qui est une forme de matière organique relativement instable, présente un très faible risque de phytotoxicité. La chaleur qui en résulte accélère la dégradation des protéines, des graisses et des sucres complexes tels que la cellulose et l'hémicellulose et raccourcit le temps de traitement. Aussi, ce procédé détruit de nombreux micro-organismes pathogènes pour l'homme ou les plantes, ainsi que les graines de mauvaises herbes, à condition que la température atteinte soit suffisamment élevée. Bien que le compostage aérobie perde des nutriments en plus grande quantité, il est considéré comme plus efficace et utile que le compostage anaérobie pour la production agricole. Cette publication concerne également principalement le compostage aérobie **(Misra et al, 2005)**



Un effet de compostage peut également être obtenu par la décomposition enzymatique de la matière organique qui passe par le système digestif des vers. Ce processus est appelé vermis-compostage (**Misra et al, 2005**).

#### **IV.4.5. Les différentes méthodes de compostage**

##### **IV.4.5.1. Technique de compostage rapide de Berkeley**

Cette méthode (**Raabe, 2001**) corrige certains des problèmes associés avec les précédentes méthodes de compostage. Le processus peut produire du compost en deux ou trois semaines. Plusieurs facteurs sont essentiels pour cette méthode rapide de compostage :

C'est une technique de compostage rapide, aérobie et à haute température. Le processus peut produire du compost en deux à trois semaines. Plusieurs facteurs sont essentiels à cette méthode de compostage rapide : Les matériaux se compostent mieux lorsqu'ils mesurent entre 1/2" et 1 1/2" de hauteur. Le mélange à composter doit avoir un rapport C/N de 30. Ce rapport est obtenu en mélangeant des quantités égales de matière végétale verte avec de la matière végétale naturellement sèche. La terre et les cendres ne doivent pas entrer dans la composition du compost. Et la teneur en humidité des matériaux dans le tas doit être d'environ 50 % pour que le compostage soit le plus efficace. Afin d'éviter les pertes de chaleur et de conserver la chaleur nécessaire, une quantité minimale de matériaux est essentielle. Les dimensions minimales du tas sont : 90 cm x 90 cm x 90 cm. Le tas de compost doit être retourné pour éviter la surchauffe (tous les jours ou tous les deux jours). Si la température du tas dépasse 71°C, les micro-organismes seront tués et la température du tas chutera. La pile doit être retournée pour que les matériaux se déplacent de l'extérieur vers l'intérieur. Une décomposition rapide se reconnaît à une odeur agréable et à la chaleur dégagée (visible par la vapeur d'eau dégagée lors du retournement des piles) (**Raabe, 2001**).

##### **IV.4.5.2. vermicompostage ou lombricompost**

Cette méthode consiste à composter les déchets organiques avec des vers de terre. Les espèces favorables au lombricompostage sont les vers épigés tels que *Eisenia foetida*, *Lumbricus rubellus* et *Eudrilus eugeniae*. Les vers de terre peuvent consommer pratiquement n'importe quel type de matière organique et ingérer l'équivalent de leur propre poids par jour, par exemple 1 kg de vers de terre peut

consommer 1 kg de déchets par jour. **(FAO, 1980).**

#### **IV.4.6. Facteurs qui influencent la vitesse de décomposition**

Les facteurs qui conditionnent la vitesse de décomposition sont : l'équilibre des matériaux bruns et des matériaux verts, la grosseur des matériaux, l'humidité, l'aération, le volume à composter et la méthode de compostage utilisée.

#### **IV.4.7. Avantages de l'utilisation du compost**

##### **IV.4.7.1.Aspects agronomiques**

- **Fertilité du sol**

Le compost est un produit sable et riche en éléments nutritifs, apte à améliorer la fertilité du sol. Les composts sont en effet des produits riches en matières organiques et également en composés minéraux (N, P, K, Mn, oligo-éléments). Grâce à la diminution en masse et en volume supérieure à celle des fumiers de dépôts de même âge, les composts sont plus concentrés en éléments fertilisants que les fumiers **(ITAB, 2001).**

- **Produit hygiéniste**

L'augmentation de la température permet la destruction des agents pathogènes. Il y a donc assainissement vis-à-vis des agents pathogènes et des adventices. L'action combinée de l'élévation de température et de la libération d'agents inhibiteurs permet la destruction de graines d'adventices **(Wiatr, 1997).**

#### **IV.5. Biochar**

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

##### **IV.5.1. Définition**

Le biochar est le produit solide de la pyrolyse, il est noir, poreux et riche en carbone. On l'obtient en chauffant la biomasse végétale à des températures inférieures à 700 °C, en absence presque totale d'oxygène. En plus de stocker le carbone dans le sol, le biochar a aussi des effets bénéfiques potentiels sur les sols et la croissance des plantes **(Lehmann & Joseph, 2016).**

## **5 Matériels et méthodes**

## **6 Matériels et méthodes**

### **I. Objectif de l'expérience :**

L'objectif de cet essai est de tester des combinaisons entre trois types de compost avec une dose de (10%) de biochar pour voir lesquelles sont les plus performantes pour la mise en culture de soja et du colza avec une conduite totalement biologique.

### **II. Matériel végétal :**

Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation, Fourni par **ITGC**. Nous avons travaillé principalement avec des semences du colza (**Brassicinapus**) et du soja (**Glycinemax**).

### **III. Conditions expérimentales :**

#### **III.1. Lieu de l'expérimentation :**

Notre expérimentation a été réalisée à la station de département des biotechnologies de l'université de Blida 1. Dans une parcelle de 50 m<sup>2</sup>.

#### **6.1 3.2. Conditions climatiques de la région :**

Soumaa se trouve à 153 m d'altitude qui bénéficie d'un climat tempéré chaud. L'hiver à Soumaa se caractérise par des précipitations bien plus importantes qu'en été.

La température moyenne annuelle à Soumaa est de 19,2°C. Il tombe en moyenne 621 mm de pluie par an.

#### **Matériel à fournir :**

- Compost végétal.
- Biochar
- Compost animal et végétal
- Une brouette
- Une pelle
- La hache
- Le râteau
- Le seau

## IV. Préparation des Bio fertilisants (traitements)

### IV.1. La méthode de compost thermophile en 18 jours Les ingrédients :

- 0.33 m<sup>3</sup> de fumiers de toutes sortes.



Figure 11: fumier de cheval (original 2022).

- 0.33 m<sup>3</sup> de matière carbonée déchetée : journaux, cartons, sciure de bois, foin, feuilles mortes.



Figure 12: matière carbonée déchetée (original 2022).

- 0.33 m<sup>3</sup> de biomasse : plante spontanée, tontes de pelouse,



**Figure 13:** plante spontanée (original 2022).

herbes.

- Montez les ingrédients en une pile pyramidale en procédant par couches successives en commençant par la matière carbonée.



**Figure 14:**Etapes de préparation du tas(original 2022).

- Arrosez jusqu'à saturation, jusqu'à ce qu'il coule par le bas.



**Figure 15** :Arrosage du tas(original 2022).

- Couvrir le tas avec des branches, même piquées verticalement dans le tas avant de couvrir d'une bâche.
  - Ceci permettra à l'air de circuler entre la bâche et le tas et empêchera le sommet de votre tas de devenir anaérobie.



**Figure16** :couvrir le tas avec des branches et une bâche.(original 2022).

- Laissez le tas tel quel pendant 4 jours.
- Découvrez et retournez le tas aux jours 4, 6 et 8. L'extérieur devient l'intérieur.



**Figure 17:** Retourne du tas l'extérieur devient l'intérieur(original 2022).

- Testez l'humidité en prenant une poignée du tas dans vos mains et pressez-la. Elle ne devrait perdre qu'une à deux gouttes d'eau. Il se peut aussi qu'il ne goutte pas mais que vous constatiez qu'il est toutefois bien humide, c'est ok aussi. Si tel est le cas, retournez à nouveau le compost. Si c'est trop humide, retournez-le à nouveau et créer une cheminée au centre pour évacuer l'excès d'humidité. Prolonger la durée totale de traitement de la pile de deux jours avec un retournement supplémentaire. La plupart de la vie intra compost existe à 55 ° - 65 ° C et c'est la température idéale de la pile. Elle peut être testée avec un thermomètre ou un moyen simple est de mettre votre bras dans le tas. Si c'est juste trop chaud que pour y laisser votre bras, c'est ok. Tournez à nouveau la pile aux jours 10, 12, 14, 16 et il devrait être prêt au jour 18. Il sera simplement chaud, aura une belle couleur brune très foncée, aura une texture bien fine avec éventuellement quelques résidus en petits morceaux.





**Figure 18** : maturation du compost après 22 jours (Origine 2022).

## **V. Préparation de traitements :**

Dans cette expérience, nous avons utilisésix différents substrats, trois substrats compost pure et trois amendes avec une proportion de biochar (10%)

Le premier substrat : le compost que on réaliser le compost thermophile 18 jours

Le deuxième substrat : le compost chez jardin d'essai.

Le troisième substrat : le compost qui existe dans le marcher algérienne.

Le quatrième substrat : c'est seulement tant que le témoin.

Les codes utilisés lors de l'expérimentation :

**T1** : substrat 1

**T2** : substrat 2

**T3** : substrat 3

**T4** : témoin

**T5** : substrat 1B 10% de biochar

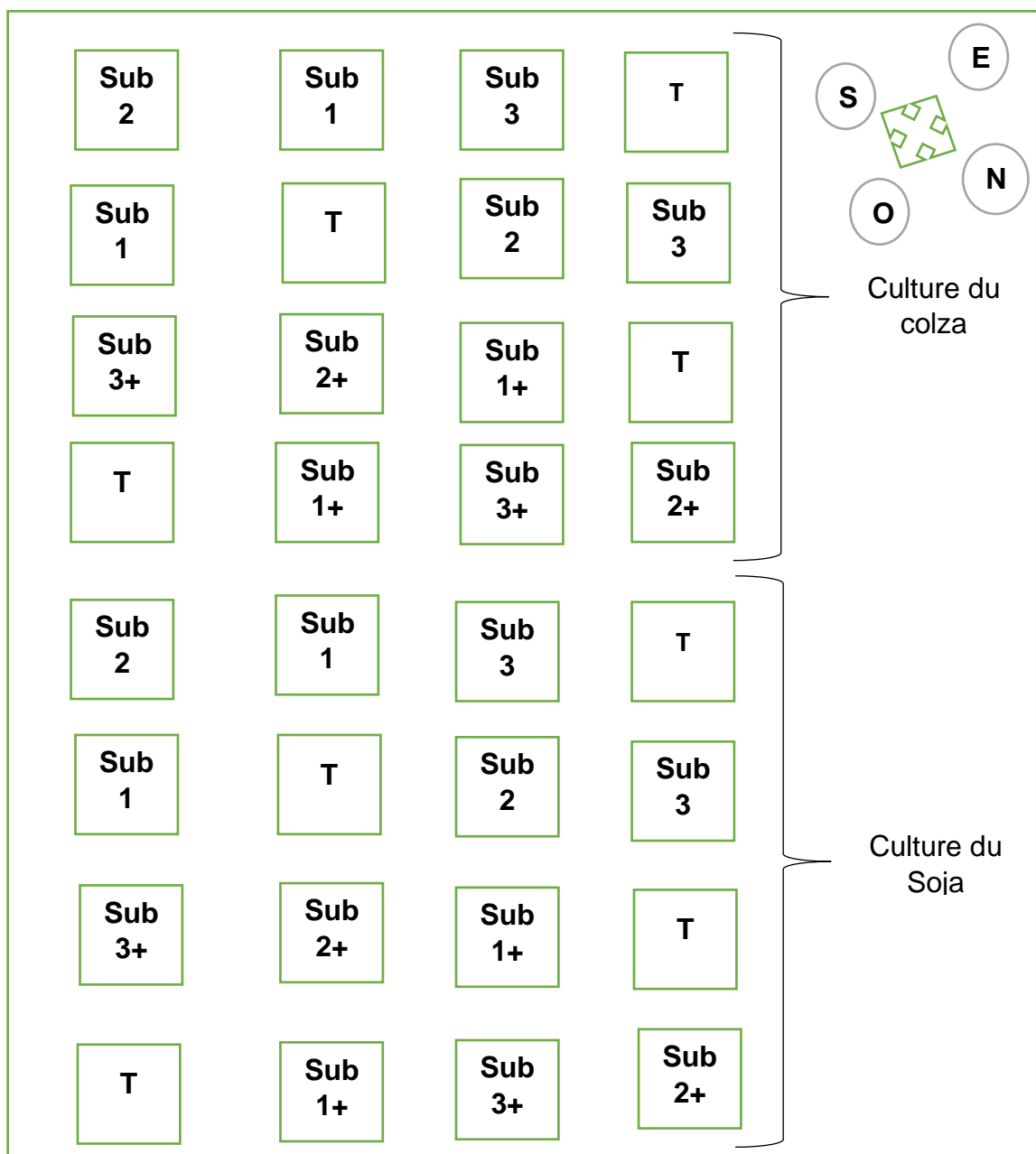
**T6** : substrats 2B 10%de biochar

**T7** : substrat 3 B 10% de biochar

## VI. Dispositif expérimental :

Nous avons effectué le travail sur une parcelle de 50m<sup>2</sup>, on' a divisé cette parcelle de deux partie de 25m<sup>2</sup> pour chaque une, après on' a divisé chaque 25m<sup>2</sup> sur quatre blocs de cinq mètres de long et un mètre de large la distances entre les blocs et 25 cm et chaque bloccontiens quatre unité expérimental 1m<sup>2</sup>.

On a travaillé le lit de semis et mélanger 2.5 kg de traitement et distribuer le traitement d'une façon aléatoire.



## Schéma du dispositif expérimental

### **VI.1. Le semis :**

Le semis a été réalisé le 24/04/2022 pour la culture du colza et le 25/04/2022 pour la culture du soja après 10 jours on a remarqué la germination des deux cultures. Avec une attaque des fourmis et on a perdus presque une 50% de la culture de colza.

Le semis de colza se fait par linges. La dose de semis 60x1m<sup>2</sup> (cinq linges).

Le semis de soja se fait par bouquet chaque bouquet contient deux graine

72x1m<sup>2</sup> (six lignes).

### **VI.2. L'arrosage :**

La première période de semis de premiers jours jusqu'à les 25 jours la quantité d'eau c'était 10l pour 1m<sup>2</sup> chaque deux jours

La deuxième période de 25jours jusqu'à les derniers jours la quantité d'eau et 5l le matin et 5l le soir chaque jour

### **VI.3. La lutte biologique des cultures :**

Notre plante sont était attaquer par quelle que insectes qui sont : les fourmis, les moche blanches, les araignées le puceron et pour les protéger nous avons utilisé trois traitements bio a base des plants qui nous avons donné un résultat positive.

## **VII. Paramètres étudiés :**

### **VII.1. Paramètres de croissance :**

#### **VII.1.1. Hauteur moyenne finale des plantes [cm] :**

Cette mesure a été effectuée au moment de la coupe finale, en fin de cycle végétatif des deux espèces à l'aide d'une règle graduée.

#### **VII.1.2. Diamètre moyen final des tiges des plantes [mm] :**

Le principe consiste à mesurer le diamètre des tiges à chaque coupe à l'aide d'un pied à coulisse et ce au niveau de tous les plants expérimentés, des deux espèces testées.

#### **VII.1.3. Nombre moyen de feuilles par plante**

Le principe consiste à faire un comptage des feuilles de chaque plante, et pour chacun des traitements, et ce à la coupe finale des plantes des deux espèces étudiées.

### **VII.2. Statut hydrique :**

#### **VII.2.1. Teneur moyenne en eau :**

L'hydratation des plantes a été estimée par la teneur en eau des parties aériennes en  $\% = \frac{PF - PS}{PS} \times 100$

PF= poids frais, PS= poids sec déterminé après séjour de 48 heures à l'étuve à 75°C jusqu'à stabilité du poids sec.

#### **VII.2.2. Biomasse fraîche moyenne produite [g] :**

Ce paramètre consiste à peser les différents organes (tige, feuille, racine) de la plante en gramme, à l'aide d'une balance et ce au niveau de tous les plants de chacun des traitements.

#### **VII.2.3. Biomasse sèche moyenne produite [g] :**

La biomasse sèche a été mesurée après le dessèchement des poids frais des tiges, des feuilles, des racines, de chaque traitement et pour chacun des plants et ce dans une étuve à 75°C jusqu'à la stabilité du poids sec.

#### **VII.2.4. Rapport biomasse sèche des racines / biomasse sèche des parties aériennes (R/PA) :**

C'est le rapport de la biomasse sèche des racines rapporté à celle des parties aériennes.

#### **VIII. Paramètres physiologiques :**

##### **VIII.1. Dosage de la chlorophylle :**

Le dosage de la Chlorophylle (A) et (B) et (C) a été réalisé durant le stade végétatif des plantes des deux espèces, sur les feuilles médianes du colza, et du soja, en utilisant 3 répétitions pour chacun des traitements.

L'extraction de la chlorophylle (A) et (B) a été réalisé selon la méthode de Francis et al (1970). La méthode d'extraction consiste à une macération des feuilles (0.1g) dans 10 ml d'un mélange de l'acétone et de l'éthanol (75 % et 25%) de volume et de (80% et 40%) de concentration.

Les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans les boîtes noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière). Après 48h, on procède à la lecture des densités optiques des solutions avec un spectrophotomètre (UV), à trois longueurs d'ondes : (470, 645 et 663 nm).

La détermination des teneurs en chlorophylle est faite selon les formules :

- $\text{Chl A } (\mu\text{g/g MF}) = 12,7 \times \text{DO}_{(663)} - 2,59 \times \text{DO}_{(645)} \times V / (1000 \times W).$
- $\text{Chl B } (\mu\text{g/g MF}) = 22,9 \times \text{DO}_{(645)} - 4,68 \times \text{DO}_{(663)} \times V / (1000 \times W).$
- $\text{Chl(c)} (\mu\text{g/g MF}) = 1000 \text{DO}_{(470)} - [1,82 \text{Chl a} - 85.02 \text{Chl b}] / 100.$

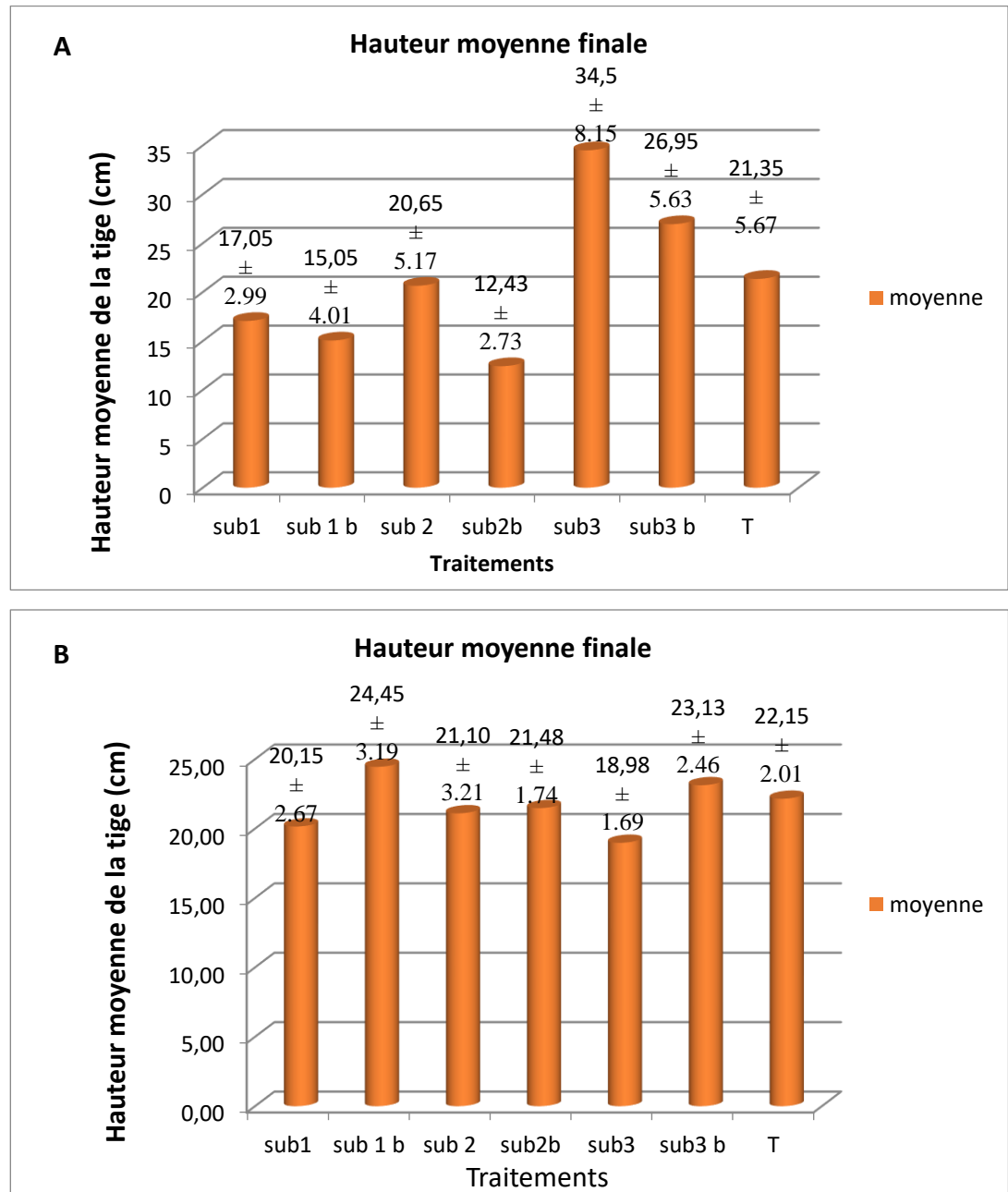
V : volume solution extraite et W le poids de matière fraîche de l'échantillon

## **7 Résultats et discussion**

## 8 Résultats et discussions

### I. Paramètre de croissance et de développement :

#### I.1. Hauteur moyenne des tiges du colza (cm) :



**Figure 19:** Hauteur moyenne des tiges du colza (cm)

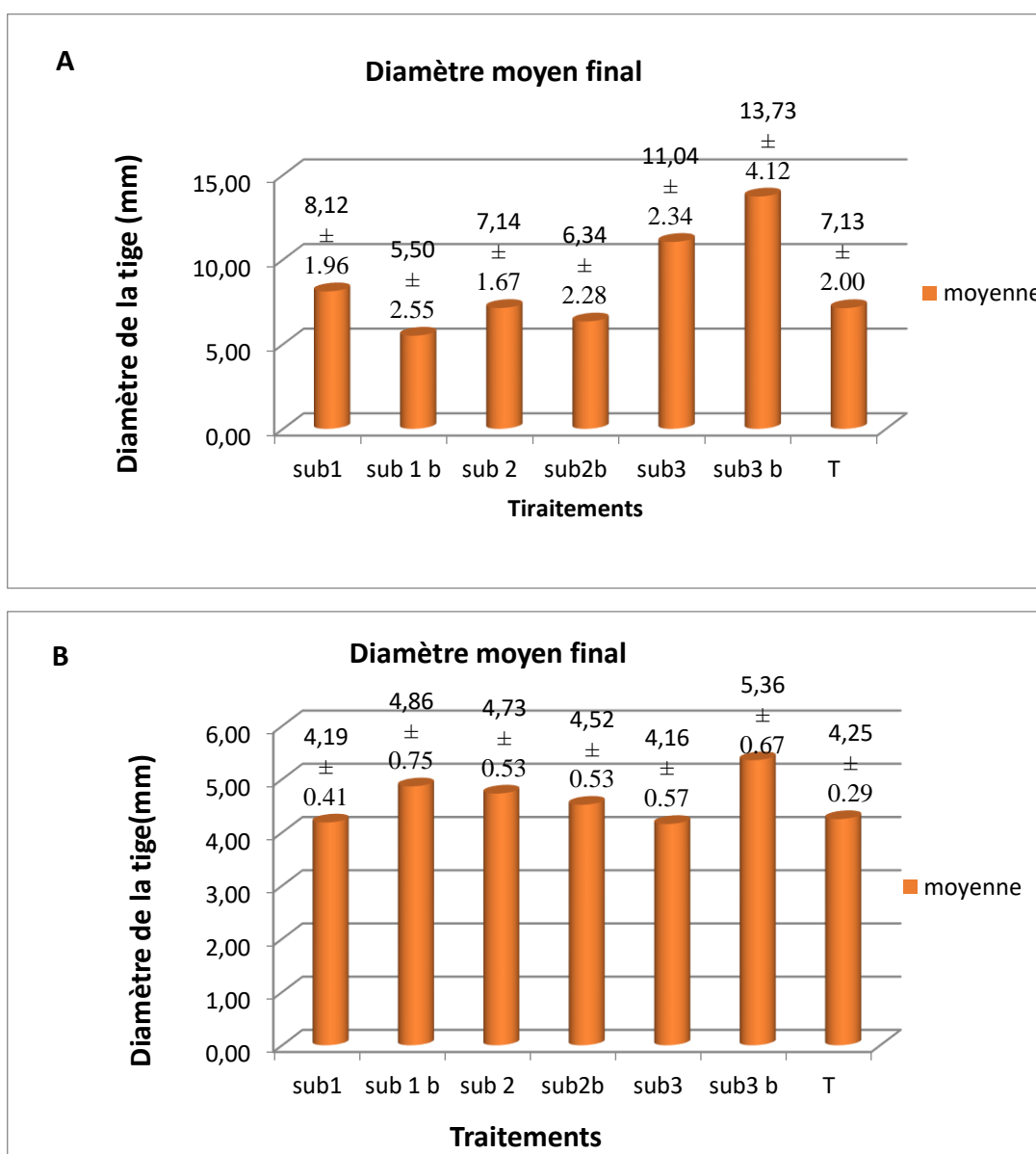
L'analyse montre que le facteur traitement exerce une action significative sur le paramètre mesuré.

- A)** En effet les résultats obtenus montrent que la croissance en longueur est affectée positivement par rapport au témoin avec un accroissement de

(+26.22% a 61.59%) pour les traitements (sub3, sub3b) sauf les traitements (sub1, sub1b, sub2, sub2b) ou on a enregistré une régression de (-42.20% a -5.85%). Voir annexe (Tableau 01).

**B)** En effet les résultats obtenus montrent que la croissance en longueur est affectée positivement par rapport au témoin avec un accroissement de (+4.42% a 10.38%) pour les traitements (sub1b, sub3b) mais les traitements (sub1, sub2, sub3 sub2b) on a enregistré une régression de (-14.31% a -4.74%). Voir annexe (Tableau 02).

## I.2. Diamètre moyen des tiges du colza (mm)



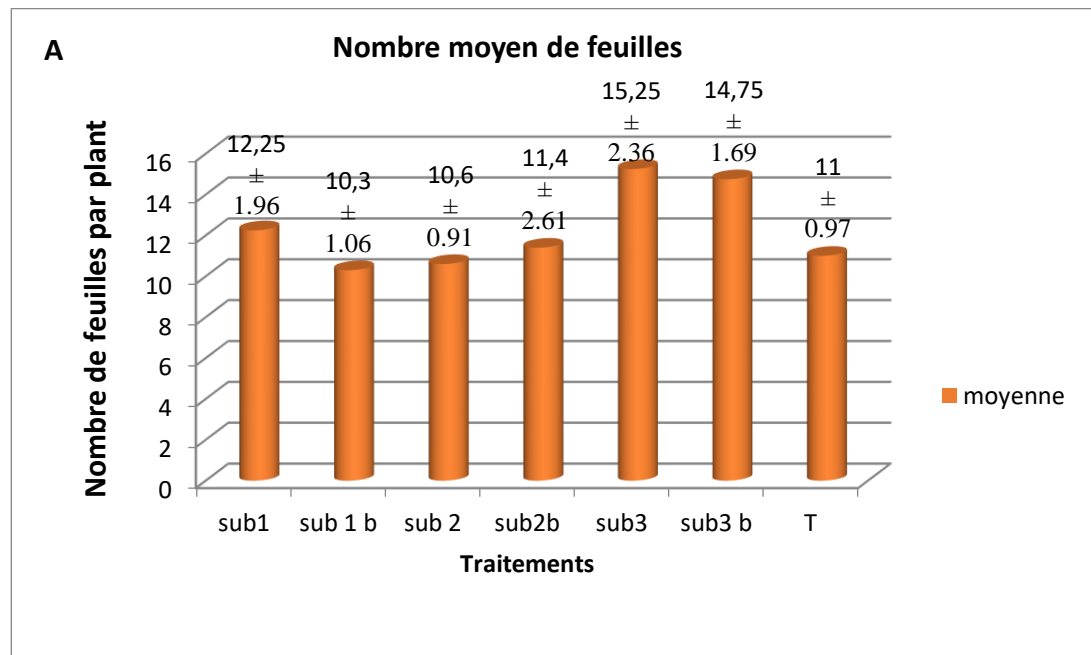
**Figure20:**Diamètre moyennes tiges du colza (cm)

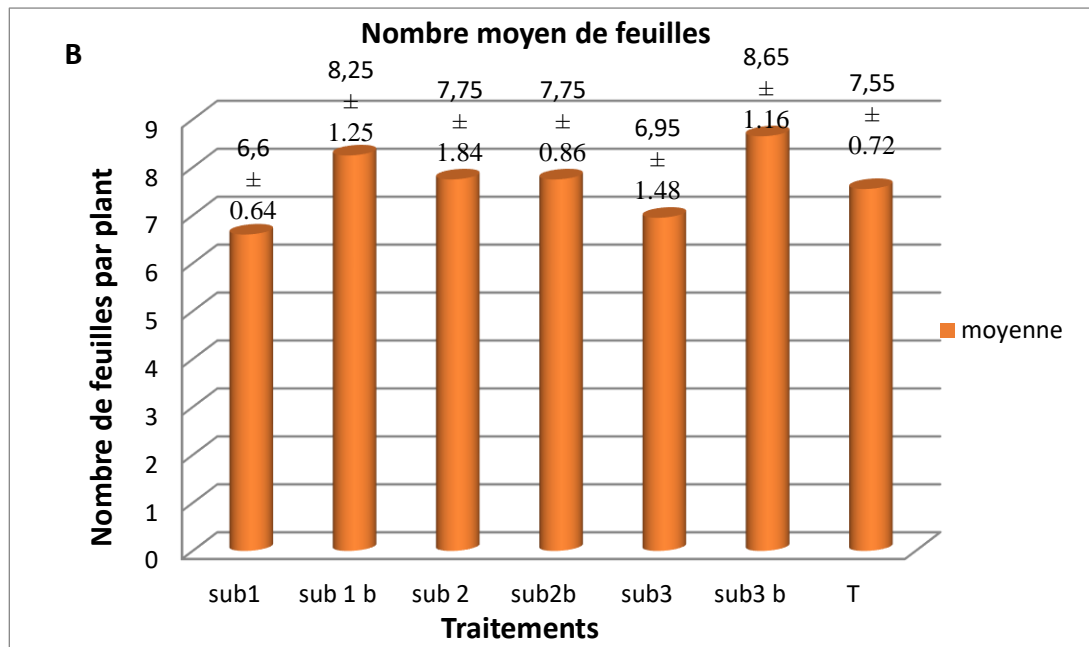


L'analyse montre que le facteur traitement exerce un effet remarquable sur le paramètre mesuré.

- A)** Les résultats obtenus montrent qu'il y a un accroissement sur le diamètre final des tiges au niveau des traitements (sub1 , sub2 ,sub3,sub3b) avec un taux de (+0.14%a+92.56%), par contre les traitements (sub1b, sub2b) sont affectés négativement avec une baisse de (-22.86a- 11.07%). Voire annexe (Tableau 03).
- B)** Les résultats obtenus montrent qu'il y a un accroissement sur le diamètre final des tiges au niveau des traitements (sub1b, sub2,sub2b, sub3b) avec un taux de (+6.35%a26.11%), par contre les traitements (sub1, sub3) sont affectés négativement avec une baisse de (-2.11%a- 1.41%). Voire annexe (Tableau 04)

### I.3. Nombre moyen des feuilles du colza :





**Figure 21** :Nombre moyen de feuilles de deux espèces testés

L'analyse montre que le facteur traitement exerce un effet remarquable sur le paramètre mesuré.

**A)** D'après la figure nous constatons que les résultats obtenus ont répartis en trois groupes, Groupe **a** des traitements (sub3,sub3b ) représente les valeurs les plus élevées par apport au témoin avec un taux d'accroissement de (+34.09a38.63%), et le groupe **b** (sub1,sub2b) qui représente les valeurs qui sont légèrement supérieur au témoin avec un taux d'accroissement de (+3.63%a+11.36%), et le groupe **c** (sub1b, sub2) qui représente les valeurs inférieurs au témoin. Voire annexe (Tableau 05).

**B)** D'après la figure nous constatons que les résultats obtenus ont répartis en

trois groupes, Groupe **a** des traitements (sub1b, sub3b) représente les valeurs les plus élevées par apport au témoin avec un taux d'accroissement de (+9.27%a+14.56%), et le groupe **b** (sub2,sub2b) qui représente les valeurs qui sont légèrement supérieur au témoin avec un taux d'accroissement de (+2.64%), et le groupe **c** (sub1,sub3) qui représente les valeurs inférieurs au témoin. Voire annexe (Tableau 06)



## II. Paramètre physiologique mesuré

### II.1. Dosage de chlorophylle

#### II.1.1. Teneur en chlorophylle A du colza ( $\mu\text{g/g MF}$ )

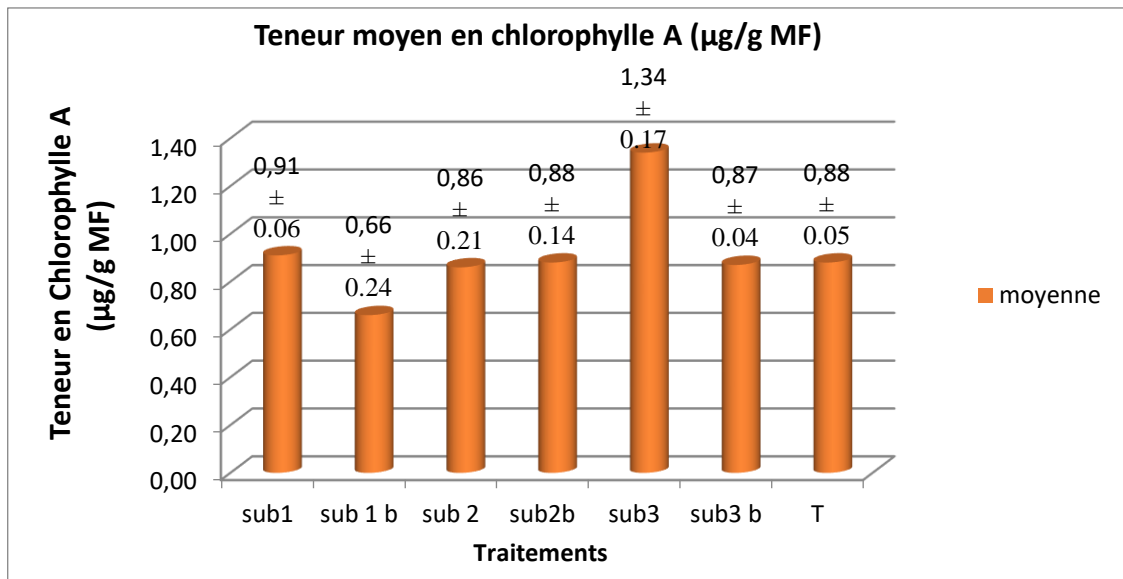


Figure 20: Teneur moyenne en Chlorophylle A du colza ( $\mu\text{g/g MF}$ ).

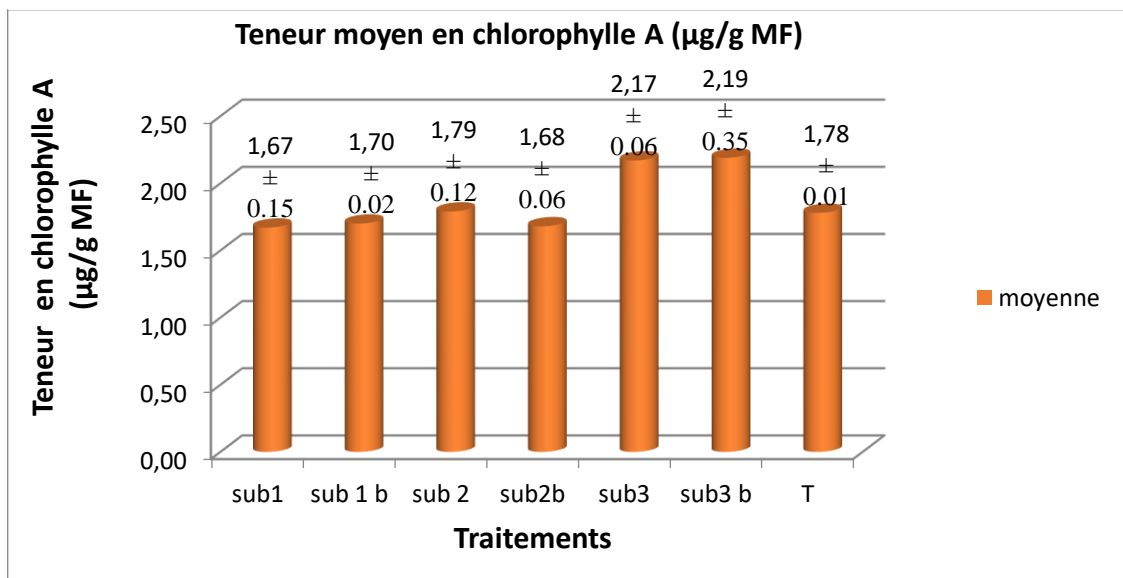


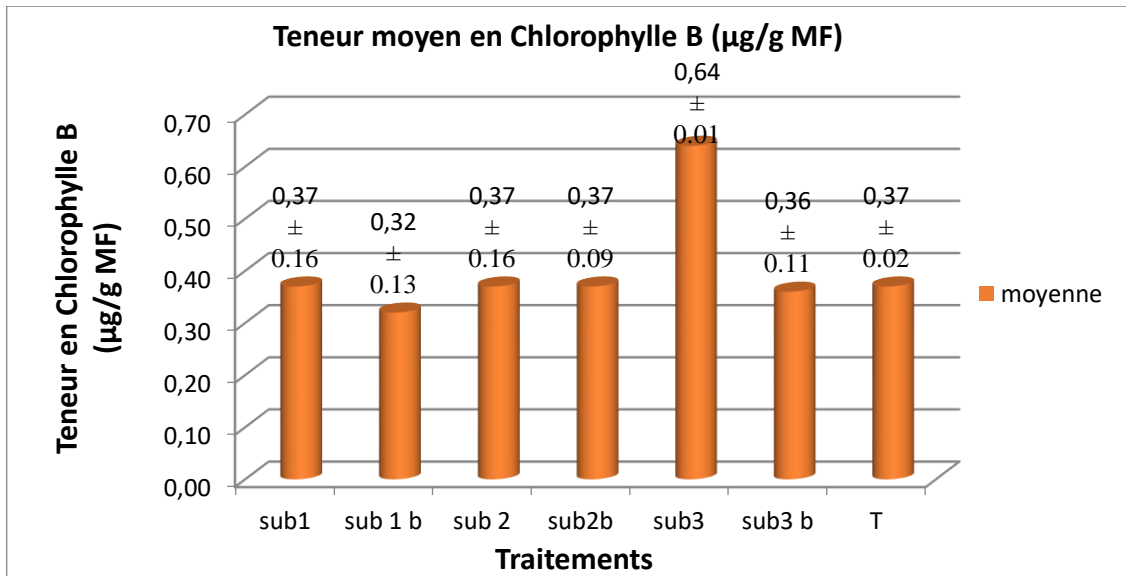
Figure : Teneur moyenne en chlorophylle A du soja ( $\mu\text{g/g MF}$ ).

Nous remarquons d'après les résultats présentés dans la figure que le facteur traitement induit une action remarquable sur le paramètre mesuré.

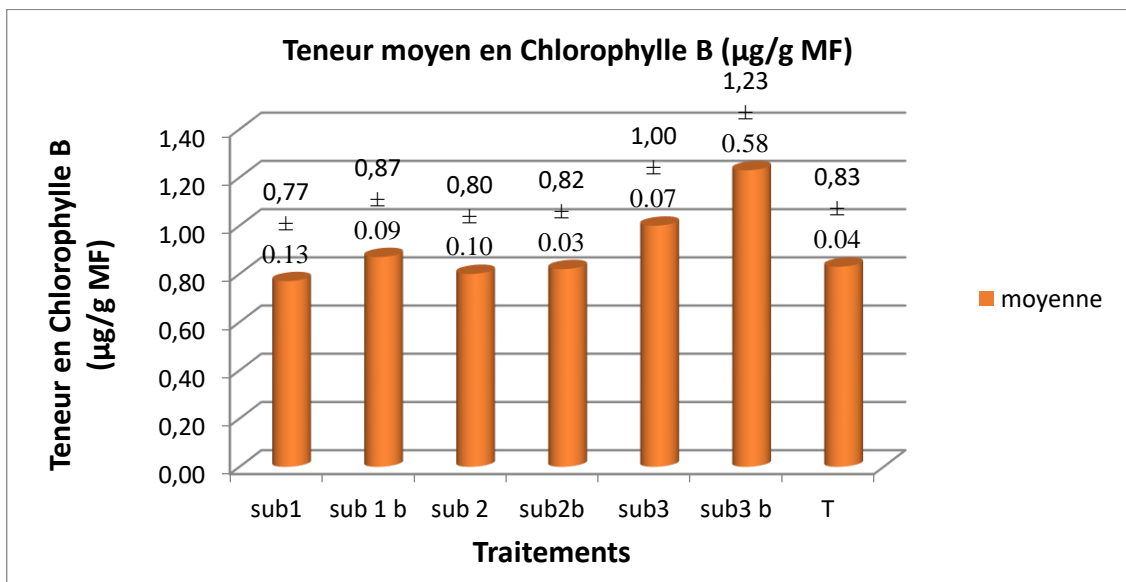
- A) D'une manière générale nous remarquons que la plupart des traitements sont affectés positivement sur la teneur en chl (A) chez l'ensemble des traitements par rapport au témoin avec un accroissement de (+52.27%), sauf les traitements (sub1b, sub2, sub3b) ou on a enregistré une régression de (-25% à -1%).

**B)** D'une manière générale nous remarquons que la plupart des traitements sont affectés positivement sur la teneur en chl (A) chez l'ensemble des traitements par apport au témoin avec un accroissement de (+21.91%a+23.03%), sauf les traitements (sub1, sub1b, sub2b) ou on a enregistré une régression de (-25%a-1%).(Tableaux07)

### II.1.2. Teneur moyen en Chlorophylle B du colza ( $\mu\text{g/g MF}$ )



**Figure :** Teneur moyen en chlorophylle B du colza ( $\mu\text{g/g MF}$ ).



**Figure :** Teneur moyen en chlorophylle B du soja ( $\mu\text{g/g MF}$ ).

Nous remarquons d'après les résultats présentés dans la figure que le facteur traitement induit une action remarquable sur le paramètre mesuré.

**A)** D'une manière générale nous remarquons que le traitements (sub3) affectés positivement sur la teneur en chl (B) par apport au témoin avec un

accroissement de (+72.97%), et les valeurs sont égales par rapport au témoin pour les traitements (sub1, sub2, sub2b) sauf pour (sub1b, sub3b) où on a enregistré une régression de (-13.51% à -2.70%).

D'une manière générale nous remarquons que la plupart des traitements sont affectés positivement sur la teneur en chl (B) chez l'ensemble des traitements par rapport au témoin avec un accroissement de (+4.81 à +48.19%), sauf les traitements (sub1, sub2, sub2b) où on a enregistré une régression de (-7.22% à -1.20%). (Tableaux 08)

### II.1.3. Teneur moyen en chlorophylle C soja ( $\mu\text{g/g MF}$ )

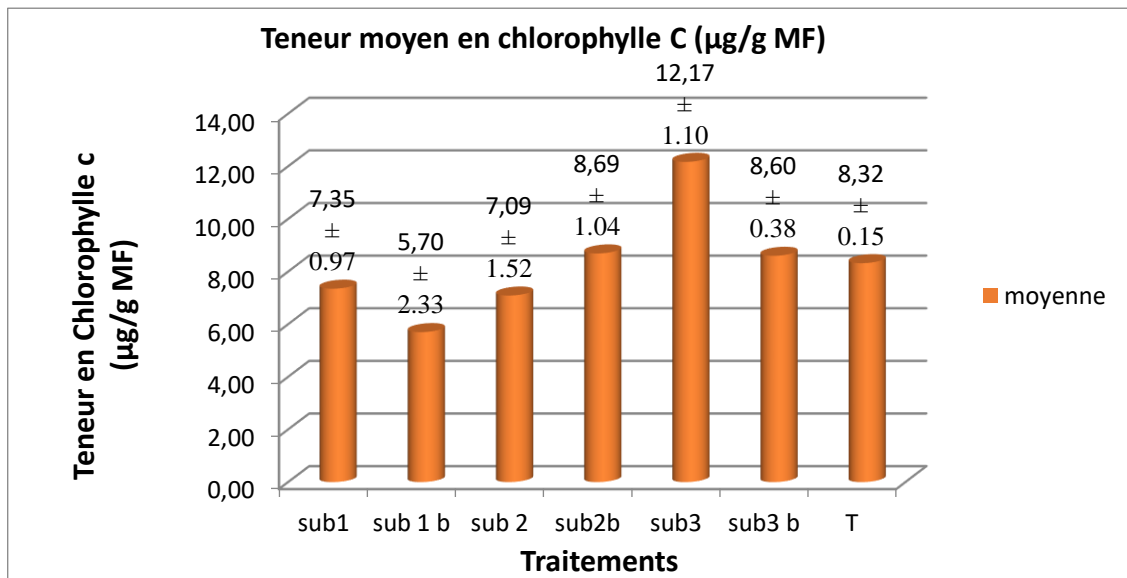


Figure 21: Teneur moyen en chlorophylle C du colza ( $\mu\text{g/g MF}$ )

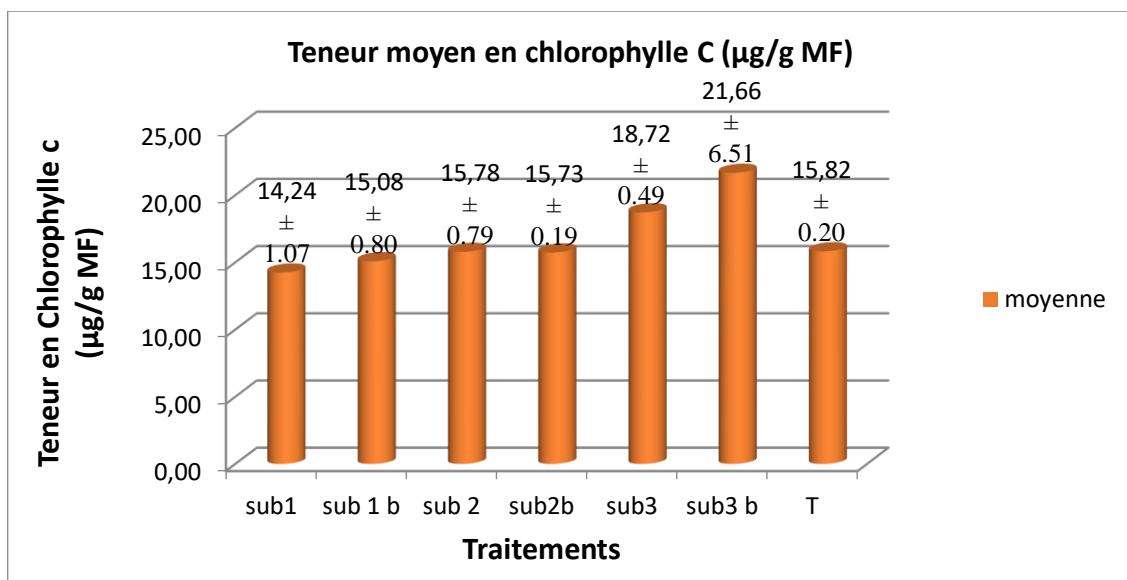


Figure 22: Teneur moyen en chlorophylle C du soja ( $\mu\text{g/g MF}$ )

Nous remarquons d'après les résultats présentés dans la figure que le facteur traitement induit une action remarquable sur le paramètre mesuré.

- A) Les résultats obtenus montrent qu'on a deux groupes, le groupe **a** qui représente les traitements (sub2b, sub3, sub3b) qui sont affectés positivement sur la teneur en chl (c) par rapport au témoin avec un taux d'accroissement de (+3.36% a +4.44%), et le groupe **b** qui représente les traitements (sub1, sub1b, sub2) qui sont affectés négativement avec un taux de régression de (-31.49 a -11.65%). Voir annexes (tableau 04).
- B) Les résultats obtenus montrent qu'on a deux groupes, le groupe **a** qui représente les traitements (sub3, sub3b) qui sont affectés positivement

sur la teneur en chl (c) par apport au témoin avec un taux d'accroissement de (+18.33%a+36.91%), et le groupe **b** qui représente les traitements (sub1,sub1b, sub2) qui sont affecté négativement avec un taux de régression de (-9.98a -4.67%). Voir annexes (tableau 04).

### III. Paramètre Statut hydrique :

#### III.1. Discussion de la biomasse fraîche :

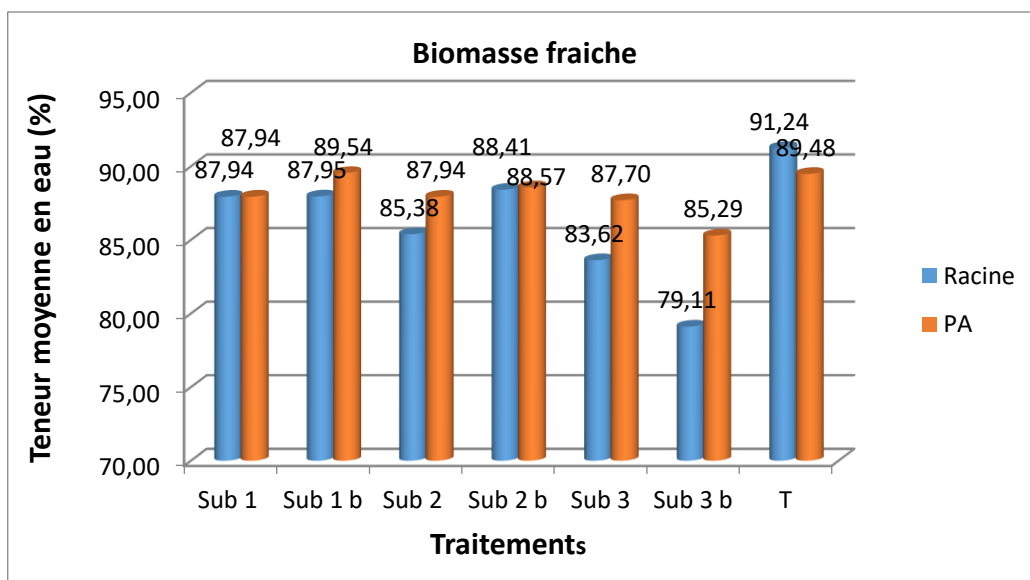


Figure31: Moyenne du Biomasse fraîche du colza

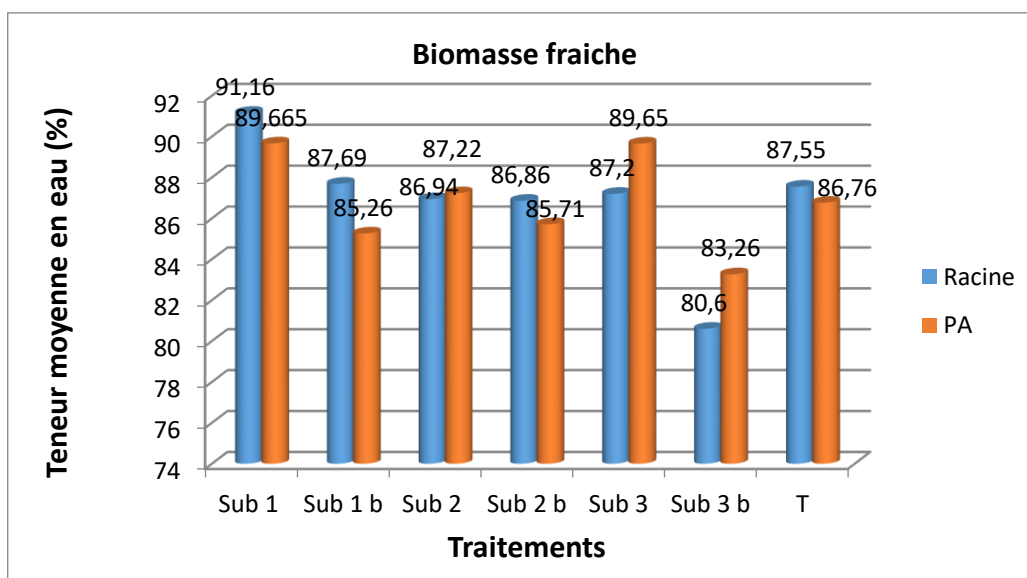


Figure32: Moyenne du Biomasse fraîche du soja

Nous remarquons d'après les résultats obtenus que le facteur traitement induit une action remarquable sur le paramètre mesuré.



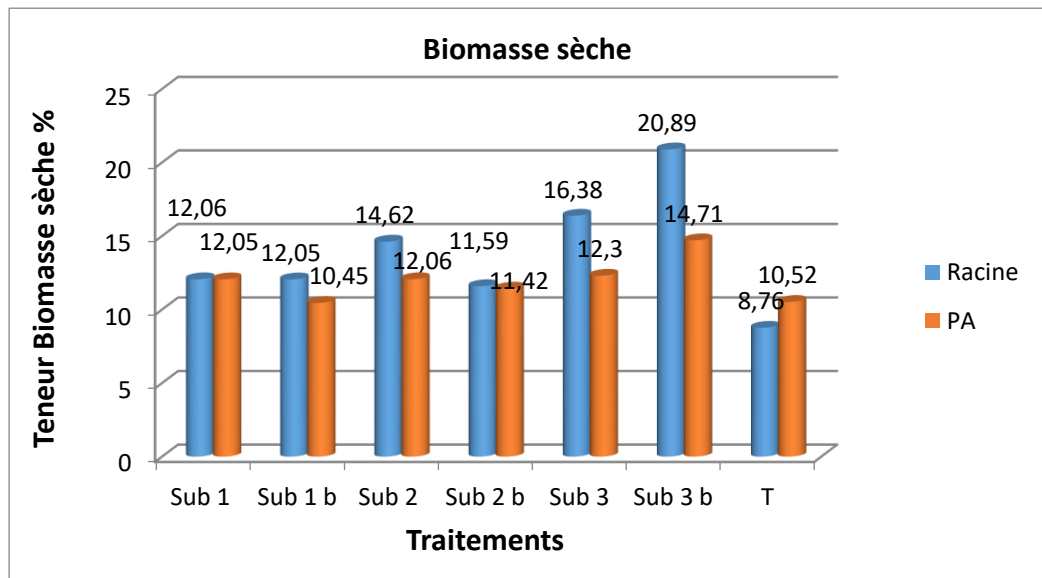
**A)** D'une manière générale l'ensemble des traitements sont affecté négativement ou on a enregistré une régression de (-13.29% a-3.60%) et (-4.68 a-1.01%) respectivement pour la partie aérienne et racinaire, sauf le traitement sub1b qui est affecté légèrement avec une augmentation de (+0.06%) sur la teneur en eau dans la partie racinaire. Voire l'annexe (tableau 05).

Donc tous les traitements ont un effet Négative sur le statut hydrique de la plante étudiée pour la culture du colza

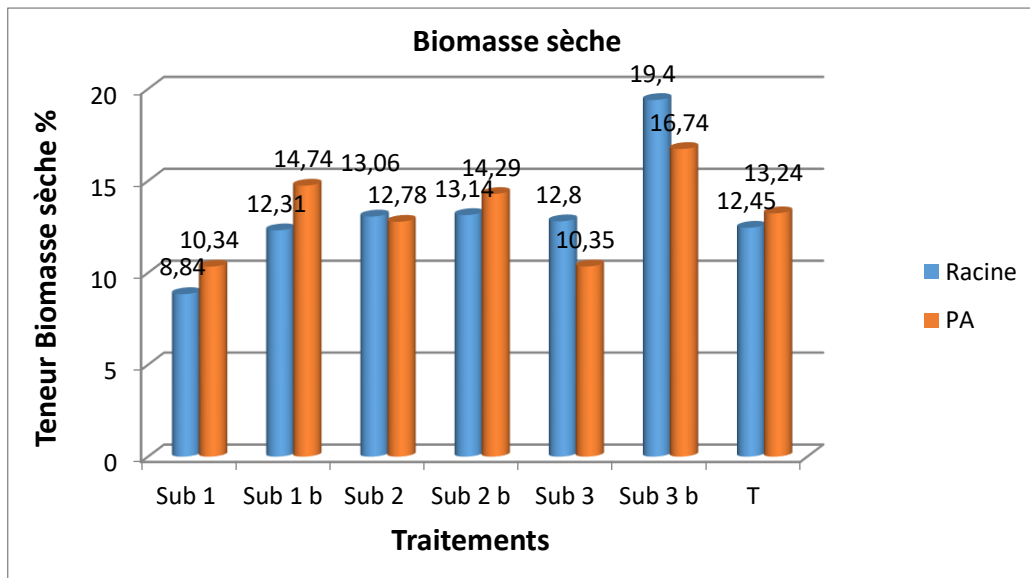
**B)**D'une manière générale l'ensemble des traitements sont affecté négativement ou on a enregistré une régression de (-0.78% a-3.60%) et (-4.03 a-1.72%) respectivement pour la partie aérienne et racinaire, sauf le traitement sub1 qui est affecté une augmentation de (+4.12%) sur la teneur en eau dans la partie aérienne et (+3.33%) pour la partir racinaire. Voire l'annexe (tableau 05).

Donc tous les traitements ont un effet Négative sur le statut hydrique de la plante étudiée pour la culture du soja.

### III.2. Discussion de la biomasse sèche :



**Figure33:** Moyen du Biomasse sèche du colza



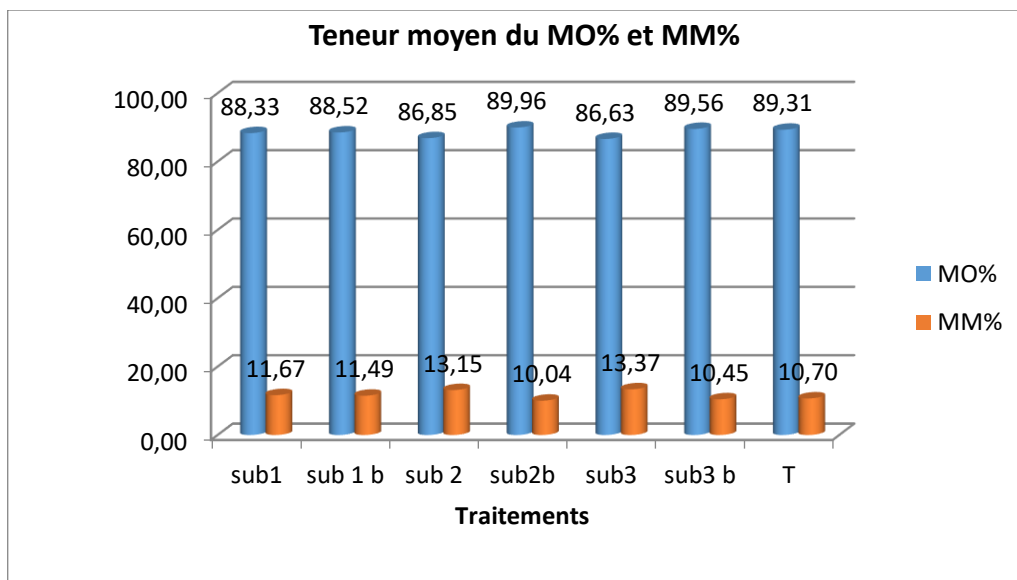
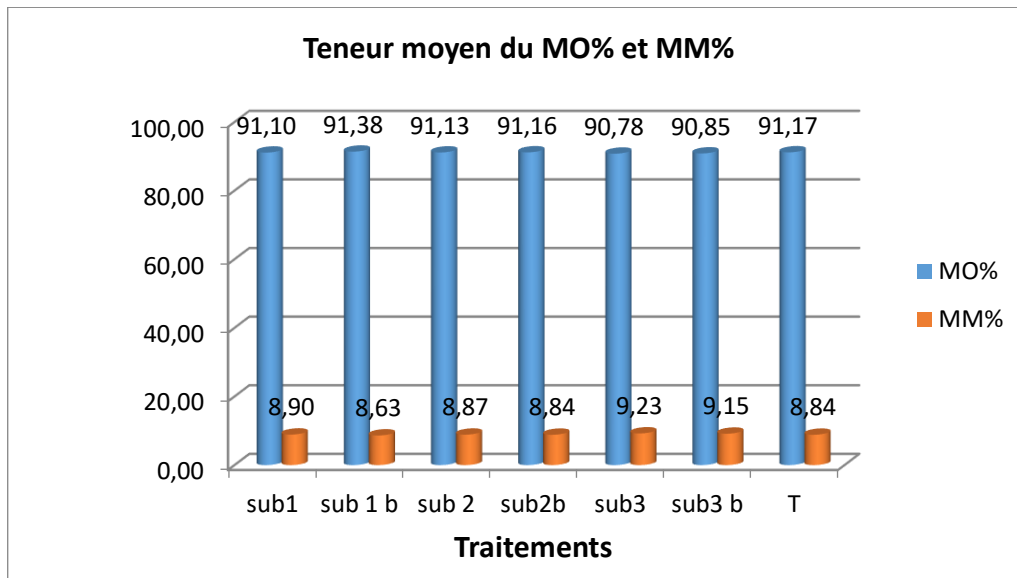
**Figure:** Moyen du Biomasse sèche du soja

Nous remarquons d'après les résultats obtenus que le facteur traitement induit une action remarquable sur le paramètre mesuré.

A) En effet l'ensemble des traitements sont affecté positivement sur la production de la biomasse sèche de la plante étudiée avec un taux d'accroissements de (+30.36 à+138.47 %) et (+8.55 à+39.82%) respectivement pour la partie aérienne et racinaire, sauf le traitement sub 1 b qui enregistre une démunissions au niveau de la teneur en matière sèche de la partie aérienne avec une de (-16.53%). Voir annexe (Tableau 06).

B) En effet l'ensemble des traitements sont affecté positivement sur la production de la biomasse sèche de la plante étudiée avec une régression de (+2.8%a+55.82) et (+7.93%a+26.43%) respectivement pour la partie racinaire et aérienne, sauf le traitement (sub1,sub1b).pour la partie racinaire qui on a enregistré une régression de(-1.12%a-28.99)et pour la partie aérienne aussi on a enregistré une régression de(-21.90%a-3.47%)pour les traitements (sub1,sub2). Voir annexe (Tableau 06).

## I.1. Discussion de la MM et MO % de la partie aérienne :



**Figure35** : teneur moyen du MO% et MM%

Nous remarquons d'après les résultats obtenus que le facteur traitement induit une action remarquable sur le paramètre mesuré.

A) En effet l'ensemble des traitements sont affecté négativement sur la production de la Mo% de la plante étudiée avec une régression de (-0.35% à -0.07 %) et positivement pour la MM% avec un taux d'accroissement de (+4.41%) respectivement pour la partie aérienne. Voir annexe (Tableau 06).

B) En effet l'ensemble des traitements sont affecté négativement sur la production de la Mo% de la plante étudiée avec une régression de (-3.00% à -1.09%) et positivement pour la MM% avec un taux d'accroissement (+9.06% à +24.95%) respectivement pour la partie aérienne. Voir annexe (Tableau 06).

## I.2. Rapport biomasse sèche des traitements de colza :

Selon les résultats relatifs au rapport de la biomasse sèche des traitements (Tableau 20) nous remarquons que le paramètre mesuré effectuée positivement avec un taux d'accroissements de (+12.97 à 50.35%) au niveau de tous les traitements (sub1, sub2 ; sub3), et par apport du colza plus 10% de biochar en remarquons un résultat positive aussi avec un taux d'accroissements pour de (+31.89 à 84.69). Voir annexe (Tableau21).

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
R/PA Colza	1.00	1.21	1.33	0.89
R/PA Colza + Bioch	1.15	1.01	1.42	0.77

## I.3. Rapport biomasse sèche des traitements de soja

Selon les résultats relatifs au rapport de la biomasse sèche des traitements (Tableau 20) nous remarquons que le paramètre mesuré il ya une régression de (-12.38 à -0.7%) au niveau des traitements (sub1, sub2 ; sub3), par contre pour le soja plus 10% de biochar en remarquons un résultat positive avec un taux d'accroissements pour (sub2+, sub3+) sauf pour (sub1+) ou en enregistré une régression de (-9.02) voir annexe (Tableau20).

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
R/PA Soja	0.86	0.95	0.97	0.98
R/PA Soja + Bioch	0.84	0.92	1.16	0.92

## II. Analyse physico-chimique do sol et compost

**Tableau 4.**Analyse physico-chimique do sol(T).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	7.03	pH- mètre
2	Azote (%)	0.205	Kjeldahl
3	Phosphore Assimilable (ppm)	Traces	Jor et-hebert
4	Potassium Assimilable (ppm)	94.03	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	2.445	Walkley et black

**Tableau 5.**Analyse physico-chimique do compost (Sub1).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	7.95	pH- mètre
2	Azote (%)	1.72	Kjeldahl
3	Phosphore (%)	0.20	Spectrophotomètre
4	Potassium (meq/100g)	6.38	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	46.01	Incinération

**Tableau 6.**Analyse physico-chimique do compost (Sub2).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	8.0	pH- mètre
2	Azote (%)	2.3	Kjeldahl
3	Phosphore (%)	0.3	Spectrophotomètre
4	Potassium (meq/100g)	4.5	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	61.0	Incinération

**Tableau 7.**Analyse physico-chimique do compost (Sub3).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	7.53	pH- mètre
2	Azote (%)	2.26	Kjeldahl
3	Phosphore (%)	0.75	Spectrophotomètre
4	Potassium (meq/100g)	13.545	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	48.23	Incinération

**Tableau 8.**Analyse physico-chimique do compost avec biochar (Sub1+).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	8.00	pH- mètre
2	Azote (%)	1.33	Kjeldahl
3	Phosphore (%)	0.20	Spectrophotomètre
4	Potassium (meq/100g)	4.64	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	58.05	Incinération

**Tableau 9.**Analyse physico-chimique do compost avec biochar (Sub2+).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	7.705	pH- mètre
2	Azote (%)	2.03	Kjeldahl
3	Phosphore (%)	0.175	Spectrophotomètre
4	Potassium (meq/100g)	3.305	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	64.605	Incinération

**Tableau 10.**Analyse physico-chimique do compost avec biochar (Sub3+).

	Détermination	Résultats	Méthode
1	pH à 20°C	7.07	pH- mètre
2	Azote (%)	2.32	Kjeldahl
3	Phosphore (%)	0.56	Spectrophotomètre
4	Potassium (meq/100g)	14.23	Photomètre a flamme
5	Matière organique (%)	53.56	Incinération

## DISCUSSION GENERALE

Le développement de la fertilisation a été un des éléments clés de la modernisation de l'agriculture par l'utilisation de différentes stratégies agricoles plus durables. Le niveau de fertilisation est encore nettement insuffisant dans la plupart des pays du monde. Donc la fertilisation est indispensable pour améliorer la quantité et la qualité des rendements.

Jusqu'à maintenant très peu d'études ont été effectuées sur l'usage de différents biochars en cultures fourragères et qui ont permis d'élucider leurs effets positifs sur les rendements de la plante, et sur la réduction des apports d'engrais (**Cox et al., 2012 ; De Tender et al., 2016**). De plus, il existe peu de connaissances sur les relations les processus biologiques, les changements au niveau des propriétés physicochimiques du sol et l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre dans les sols amendés en biochar (**Abujabhah et al., 2016; Gul et al., 2015; Ding et al., 2016**).

Il est toutefois connu que l'utilisation du biochar comme amendement permet d'améliorer les rendements de la plante, de réduire les émissions de gaz à effet de serre et d'augmenter l'activité biologique du sol (**Ding et al., 2016**). De plus, son effet va dépendre du type de biochar, du type de sol et des conditions environnementales (**Laghari et al., 2016**).

Les travaux présentés dans ce mémoire mettent en évidence certaines propriétés physicochimiques essentielles du biochar pour réduire les besoins en engrais et l'utilisation de l'eau, et de diminuer le lessivage des éléments minéraux tout en favorisant la croissance de la plante. Ces travaux permettront de mieux guider le producteur agricole et les industries fabriquant des substrats à base de tourbe dans le choix d'un biochar favorable à la croissance du colza et du soja, et de contribuer à une agriculture plus durable.

L'azote joue un rôle essentiel dans la synthèse de la matière vivante. Il entre, avec d'autres éléments (carbone, oxygène, hydrogène...), dans la composition des acides aminés formant les protéines. Il est essentiel pour la constitution des cellules et la photosynthèse (chlorophylle). Donc c'est le principal facteur de croissance des plantes et un facteur de qualité qui influe sur le taux de protéines des végétaux (**Anon, 2005**). L'augmentation des paramètres de croissance

pourrait aussi être expliquée simplement par suite de l'efficacité de la photosynthèse. De même, il stimule la croissance de la surface foliaire, des parties aériennes, et poids frais et l'augmentation de la productivité (**Atiyeh et al., 2000 ; Amooaghaie et Golmohammadi, 2017**). Selon les travaux de **Muraleedharan (2010)**, les bio fertilisants produisent des hormones et des antimétabolites qui favorisent la croissance des racines et fixent l'azote atmosphérique dans les nodosités des racines des cultures légumineuses

Le compost riche en éléments minéraux et organique permet une bonne activité photosynthétique. L'hypothèse avancée, rejoint l'étude **d'Atiyeh et al. (2000)**, touchant à la synthèse de chlorophylle et de caroténoïdes chez les plantes traitées par le vermicompost. Ils confirment que l'apport du vermicompost contribue probablement à l'augmentation de la chlorophylle des feuilles et de caroténoïdes qui aboutissent à l'augmentation de l'efficacité photosynthétique. Aussi, il y a beaucoup de travaux favorisent l'impact positif des bio fertilisants sur la physiologie des plantes (**Hassani et al., 2002 in Abdessemed, 2014**). **Glew (1994)**, signale que les accumulations d'azote permettent de favoriser la feuillaison et l'intensification de la coloration du feuillage.

**Anon., 2005.principauxélémentsfertilisant.UNIFAEdition2005.6p.**

**Atiyeh R.M, Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Meyzger J.D.et Shuster W., 2002:** Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil, *Pedobiologia*, n°44,p.579-590. *Biocycle*.2001–Vermicompost as Insect Repellent, p.19.

**Amooaghaie., 2017.** Ecotoxicologie and environnementalsafety. Vol 139,210-218p.



## CONCLUSION GENERALE

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'effet de différentes formes de biofertilisant notamment le fumier, le compost végétal et le compost végétal-animal sur les paramètres de croissance et de développement de deux cultures : la colza (*Brassica napus*) et le soja (*Glycine max*) qui sont des cultures stratégiques à haute valeur alimentaire, facile à digérer en comparaison avec d'autres aliments.

Le compost occupe de plus en plus une place importante de choix dans la culture. L'utilisation de compost peut présenter de nombreux avantages sur le rendement et les compositions des plantes. Les conditions climatiques et la nature de sol présentent un effet direct sur les paramètres de développement et la croissance des plantes cultivées.

Dans notre étude, l'ensemble des résultats obtenus suggèrent que l'incorporation du compost et du biochar au sol peut constituer une alternative durable pour l'agriculture. L'enrichissement des substrats avec le biochar permet d'accroître l'activité biologique du sol.

La croissance en longueur de la tige du soja (*Glycine max*) et du colza (*Brassica napus*) est nettement perceptible en comparaison avec le témoin. De même pour le diamètre moyen des tiges et le nombre de feuilles.

La teneur moyenne en chlorophylles (A, B, C) chez le soja est plus élevée dans le substrat compost+biochar par rapport au témoin. Tandis que pour la Colza on note une variabilité de la teneur en chlorophylle en fonction du substrat.

L'addition du compost+biochar induit une augmentation notable de la hauteur des tiges du Colza. Ce qui n'est pas le cas chez le Soja. Ce paramètre est effectivement d'une importance capitale vu l'intérêt de ces cultures.

Il serait intéressant de pousser l'étude sur l'effet de nos traitements sur la qualité fourragère de ces deux cultures. Ainsi élargir l'éventail des cultures testées. Nous proposons d'étudier l'effet potentiel de notre traitement sur le raccourcissement du cycle végétatif du Colza.

## 9 Références bibliographiques

- Agriidea, 2009** : Fiche technique Colza - Culture :4.6.42,4.6.61 ,4.6.62
- Akhtar, B. 1993**: Status and potential of some oilseed crops in the WANA region. Specialstudy report, ICARDA.
- ANONYME (1985)** : La culture de colza oléagineux, Bilan de l'étude variétale, Haut Cheliff (1978-1985) pp4.33, revue.
- ANONYME (1991)** : Synthèse des essais et des actions de développements des cultures oléagineuses .I.T.G.C. Khemis -Miliana PP9-17.
- ANONYME (1992)**: La culture de colza revue CETIOM n°312 .pp15-28.
- ANONYME (2002)** : Colza de printemps, Edition CETIOM centre de grignon BP46- 78850 t hivernal - Grignon. Mars 2002
- ANONYME (2003)** : Actes des travaux de l'atelier sur l'introduction et le développement des cultures oléagineuses en système de production diversifiés en Algérie, Edition l'LT.G.C. (PNDAR) Alger, p112.
- ANONYME (2004)** : Colza d'hiver, les techniques culturales le contexte économique, Revue Edition CETIOM centre de Grignon Mai 2004 p.40
- ANONYME (2005)** : Grains Oléagineuses, Huiles et farine d'oléagineux - Examen du marcher décembre 2005
- ANONYME (2006)** : Le nouveau défi l'exportation, Revu Green Algie N°10 le groupe de KHERBOUCGE Agro industrie Algérie p.4
- Anonyme ,2020** : Cultures de diversification - Chambre d'agriculture Landes, Guide de culture colza 2020 – Terres Inovia- [www.terres Inovie.fr](http://www.terres Inovie.fr)
- ANONYME `a' (2004)** : Oléagineux, colza tournesol, soja Revue ONIDOL, Paris
- ANONYME `b' (1992)** : Les maladies du colza. Les points techniques du CETIOM Revue, Paris, p 80.
- APME 2A, 2009.** Etude sur la filière soja au Burkina Faso, Rapport final. Ouagadougou, Burkina Faso, 62 p.
- Artigot M. P., 2012.** Etude du déterminisme génétique des différences de teneurs et de profils en isoflavones dans la graine de soja (Glycine max L. Merrill). Thèse de doctorat /Discipline : Pathologie, Toxicologie, Génétique et Nutrition. Institut national polytechnique de Toulouse (INP Toulouse), Université de Toulouse, France, 218 p.

**Barhou K. (2018)** : Étude du comportement de vingt génotypes de colza (*Brassica napus* L.) sous les conditions de la région du Sais. Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en agronomie.

**BENASSI J-L., LABONNE M. (2004)** Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 11, Numéro 2, 92-6, MARS/AVRIL

**BENSID A. (1984)** : Contribution à l'étude du phénomène d'hétérosis chez quelques hybrides F1 du colza : thèse d'ingénieur .ITA de Mostaganem .pp 97-98.

**BENSID A. (1984)** : Contribution à l'étude du phénomène d'hétérosis chez quelques hybrides F1 du colza : thèse d'ingénieur. ITA de Mostaganem. p 97-98

**BNDA, 2015.** Fiche technique du soja. Version 1.0. Bamako, Mali, 3p.

**BOYELDIOU J. (1991)** : Produire des grains oléagineux et protéagineux, Revue CETIOM n°209 pp25-30.

**BOYELDIOU J. (1991):** Produire des grains oléagineux et protéagineux, Revue CETIOM n°209 pp25-30.

**Boyeldiou, J., (1991)** : Produire des grains oléagineux et protéagineux. Revue CETIOM 1991. P : 25-30.

**Brisson, N., et Levrault, F., 2010** : Changement climatique et culture de colza, l'essentiel des impacts, livre Vert du Projet CLIMATOR 2007-2010.

**CETIOM, 2005.** Soja, éd CETIOM. pp 21.

**CIRAD-GRET, 2002.** Memento de l'agronome. Editions du GRET, éditions du CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères. ISBN : 2- 86844 - 129 -7. 198 p.

**Colot, C., & Louis, H. 2012.** Les protéines de soja et leur utilisation en agroalimentaire. <http://www.univ-rouen.fr/ABISS/L3CAB/soja/index.htm>

**De Staercke, Ph., 1990.** LE SOJA : Culture, transformations artisanales et semiindustrielles, Utilisation, COTA, Bruxelles :

**EGLI, D. B, FRASER, J, LEGGETT, J. E, PONELEIT, C. G. 1981.** Control of seedgrowth in soybeans. Annals of Botany, 48: 171-176

**FAO. 1980.** A manual of rural composting. FAO/UNDP Regional Project RAS/75/004 Field Document No. 15. Rome.

**Fazio M., 2001.** La culture biologique du potager et du verger. Edition de vechi : 221p.

**Gerard Lof et al., 1990** : Soja. Agromisa. Wageningen, Pays-Bas :16 pp

**GONDE B., CARRE H. et JUSSIAUX 3. (1968)** : Cours d'agriculture moderne Ed la maison Rustique 615 p

**GONDE R. et JUSSIEU M. (1980)** : Cours d'agriculture moderne, 9 en édition Paris pp109-225

**H.W.Dalzell-A.J Biddlestone-K.R Gray-K.Thurajan (1988)**.Aménagement du sol : production et usage du compost en milieu tropical et subtropical.

**H.W.Dalzell-A.J, Biddlestone-K.R, Gray-K.Thurajan (1988)**. Aménagement du sol : production et usage du compost en milieu tropical et subtropical.

**Hargrovet T., 2008**.Woorld fertilizer prices soar as food and fuel economics nerge. (accessedon 12 january 2008):254p

**Helfenstein, J., Tamburini, F., von Sperber, C., Massey, M.S., Pistocchi, C., Chadwick, O.A., Vitousek, P.M., Kretzschmar, R., Frossard, E.,2018**.Combining spectroscopic and isotopic techniques gives a dynamic view of phosphorus cycling in soil. Nat. Commun. [https://www.researchgate.net/publication/326991182\\_Combining\\_spectroscopic\\_and\\_isotopic\\_techniques\\_gives\\_a\\_dynamic\\_view\\_of\\_phosphorus\\_cycling\\_in\\_soil](https://www.researchgate.net/publication/326991182_Combining_spectroscopic_and_isotopic_techniques_gives_a_dynamic_view_of_phosphorus_cycling_in_soil)

**IFDC,2019.** : Fiche technique de la culture du soja, **International FertilizerDevelopment Center**

**ITAB (2001)**. Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxièmeédition 2001 p 115-119.

Jack Brown, Jim B. Davis, Mary Lauver and Don Wysocki, (july 2008), USCA Canola Growers' Manual, U.S. Canola Association Canola Growers' Manual,p71

**Javaheri, F. et Baudoin, G.J.H., 2001, Le soja: 860-882. In** :Raemaekers (Eds) : Agriculture en Afrique Tropicale, DGCI, Bruxelles, Belgique : 1634 pp.

**José Lopez INRA-ME&S, 2002.** les composts

**Laurent X., 2021.** La culture familiale du Soja en zones tropicales.la pratique de la culture du soja au Cameroun (Nord et Sud), document 11 a – bamisagora.org, 13 p.

**Lecerf, J.-M. 1995.** L'intérêt nutritionnel du soja. Nutrition clinique et métabolisme(9), p. 137. doi:10.1016/S0985-0562(05)80091-3

**Lehmann & Joseph, 2009.**<https://agronomie.info/fr/definition-et-valorisation-du-biochar/>

**Li, X. J., An, P., Eneji, A. E., Hamamura, K., Lux, A., Inanaga, S. 2005.** Growth and yield responses of two soybean cultivars to defoliation and water stress. Biologia, 60: 467-472.

**Madeleine et al, 2005.** Série Agrodok No. 8, La fabrication et l'utilisation du compost. P :11-14

**Madeleine Incckel, Peter se Smet, Tim Tersmette, Tom Veldkamp (2005).**La fabrication et utilisation du compost

**Marie Benoit et al,2019.** Fertilisation azotée du colza d'hiver, LE MAG N°5

**MATALLAH MED ASSAD ALLAH. (2006)** Marché mondial des oléagineux. Institut National Agronomique (INA) Alger – Magistère. Médecine/Science.20 : p458-463.

**MPAE, 2016.** Le soja. Anosy-Antananarivo, Madagascar, 4 p.

**MRJC-PADYP, 2013.** Fiche technique de la culture du soja. Cotonou, Benin, 5p.

**Musil A.F. 1950.** Identification of Brassicas by seedling growth or later vegetative stages.

**Mustin M. (1987).** Le Compost, gestion de la matière organique

**Mustin M. (1987).** Le Compost, gestion de la matière organique. F. Dubuse 954

**Nabloussi, A., 2015 :** Amélioration génétique du colza : enjeux et réalisations pour un développement durable de la filière. Meknès. P: 489-502.

**Palm, M., Monneret-Vautrin, D., Kanny, G., Denery-Papini, & Fremont, S. 1999.** Food allergy to egg and soy lecithins. Allergy, 54(1116).

**Planchon, C. 1980.**Photosynthèse et sélection. Le sélectionneur français, 28: 7-19.

**Planchon, C. 1980.** Photosynthèse et sélection. Le sélectionneur français, 28: 7-19.

**R.V. Misra, R.N. Roy (2005)** Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole

**R.V. Misra, R.N. Roy, H. Hiraoka (2005).**Documents de travail sur les terres et les eaux 2, Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole, FAO :

**Raabe, R.D.** 2001. The rapid composting method. University of California, US, Co-operative Extension, Division of Agriculture and Natural Resources.

**Rashid, A.; Bughio, N.1993** Evaluating Internal Phosphorus Requirement of Rapeseed, Chickpea, Lentil, and Wheat by Seed Analysis. Communications in Soil Science and Plant Analysis, En THÈSE **Charlotte Amy.** Optimiser la nutrition azotée et phosphorée du colza pour une production durable via l'utilisation de biointrants améliorant le fonctionnement du phytobiome. Biologie végétale. Normandie Université, 2021. Français.

- RASTOIN J. L., BENABDERRAZIK E. H. (2014)** Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb. Pour un co-développement de filières territorialisées, construire la méditerranée. Division de la statistique 2013/21 août 2013 Algérie. Paris : IPEMED-Institut de Prospective Economique du monde Méditerranéen, pp 23-33
- RELJNTJES, C., HAVERKORT, B., WATER-BAYER, A. (1995).** Une agriculture pour demain. Paris et Wageningen : Éditions Karthaiet CTA
- RENARD .M et al (1992)** : Amélioration des espèces végétale cultivées objectifs et critères de sélection INRA paris pp135-145.
- Rienke N., Joke N., 2005.** La culture du soja et d'autres légumineuses. CTA, Série Agrodok No. 10, AGROMISA, ISBN 90-8573-012-0. Fondation Agromisa, seconde édition, Wageningen, Pays-Bas, 76 p.
- Rienke N., Joke N., 2005.** La culture du soja et d'autres légumineuses. CTA, Série Agrodok No. 10, AGROMISA, ISBN 90-8573-012-0. Fondation Agromisa, seconde édition, Wageningen, Pays-Bas,
- ROLLAND Y. (2004) Antioxydants naturels végétaux.** OCl. p.419-424.  
<http://www.burgundyextracts.com>.
- ROSSELL J.B. (2001)** frying, improving quality. boca raton, fl :crc press, p 369.
- Schjoerring, J.K.; Bock, J.G.H.; Gammelvind, L.; Jensen, C.R.; Mogensen, V.O., 1995.Nitrogen** Incorporation and Remobilization in Different Shoot Components of Field-Grown Winter Oilseed Rape (Brassica Napus L) as Affected by Rate of Nitrogen Application and Irrigation. En THÈSE **Charlotte Amy**. Optimiser la nutrition azotée et phosphorée du colza pour une production durable via l'utilisation de biointrants améliorant le fonctionnement du phytobiome. Biologie végétale. Normandie Université, 2021. Français.
- Solanet, G., Levard, L., Castellanet, C., Feret, S. 2011.** L'impact des importations européennes de soja sur le développement des pays producteurs du Sud. Paris ; Nogentsur-Marne: CFSI ; Gret. URL : <https://www.gret.org/wp-content/uplo>
- SOLTNER D. (1986)** : Les bases de la production végétale. Ed. Collusion science et technique agricole. 320
- Soltner, D., 1987** : Les grandes productions végétales. p : 287-299
- Terres Inovia,2018.** Guide de culture de colza, Terres Inovia.
- Wuart J. (1997).** Qualité, maturité et efficacité agronomique des composts de déchets verts.

**Znaidi E.I., 2002.** Etude et évaluation du compostage de différents types de matières organiques et des effets des jus de composts biologiques sur les maladies des plantes. Ed, Méditerranéen agronomique institut de barimaster of science degree méditerranéen organic agriculture (Cl..H.E.A.M), p11.

**Zoumbiesse T., 1982.** Contribution à l'étude morpho-génétique de la chute des organes fructifères chez le soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivé au champ et en conditions contrôlées. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle. Spécialité : Biologie et Physiologie Végétales. Université de Clermont II, France, 177 p.

**Cox, J., Downie, A., Jenkins, A., Hickey, M., Lines-Kelly, R., McClintock, A., Powell, J., Singh, B.P., VanZwieten, L. 2012.** Biochar in horticulture: Prospects for the use of biochar in Australian horticulture. Cox, J. (Ed) Wollongbar, NSW: Horticulture Australia Ltd.

**De Tender, C.A., Debode, J., Vandecasteele, B., D' Hose, T., Cremelie, P., Haegeman, A., Ruttink, T., Dawyndt, P., Maes, M., 2016.** Biological, physicochemical and plant health responses in lettuce and strawberry in soil or peat amended with biochar. *Applied Soil Ecology* 107, 1–12.

**Abujabhah, I.S., Doyle, R., Bound, S.A., Bowman, J.P., 2016.** The effect of biochar loading rates on soil fertility, soil biomass, potential nitrification, and soil community metabolic profiles in three different soils. *Journal of Soils and Sediments* 16,

**Gul, S., Whalen, J.K., Thomas, B.W., Sachdeva, V., Deng, H., 2015.** Physico-chemical properties and microbial responses in biochar-amended soils: Mechanisms and future directions. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 206, 46–59.

**Ding, Y., Liu, Y., Liu, S., Li, Z., Tan, X., Huang, X., Zeng, G., Zhou, L., Zheng, B., 2016.** Biochar to improve soil fertility. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 36.

**Laghari, M., Naidu, R., Xiao, B., Hu, Z., Mirjat, M.S., Hu, M., Kandhro, M.N., Chen, Z., Guo, D., Jogi, Q., Abudi, Z.N., Fazal, S., 2016.** Recent developments in biochar as an effective tool for agricultural soil management: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96, 4840–4849.

**Anon., 2005.** principaux éléments fertilisants. UNIFA Edition 2005. 6p.

**Atiyeh R.M, Subler S., Edwards C.A., Bachman G., Meyzger J.D. et Shuster W., 2002:** Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil, *Pedobiologia*, n°44, p.579-590. *Biocycle*. 2001–Vermicompost as Insect Repellent, p.19.

**Amooghaie., 2017.** Ecotoxicologie and environmental safety. Vol 139, 210-218p.



## 10 Annexes

Traitements	Sub1					Sub 2					Sub 3					T					
	10 J	17 J	24 J	31J	38j	10 J	17 J	24 J	31J	38j	10 J	17 J	24 J	31J	38j	10 J	17 J	24 J	31J	38j	
Temps (Jours)																					
Hauteur Moyenne Colza(CM)	1.1	2.0	3.6	12.6	32.3	0.9	2.2	3.3	10.0	27.6	1.2	3.9	8.6	30.8	48.0	1.0	2.3	3.6	12.8	22.6	
Hauteur Moyenne Colza+ Bioch(CM)	0.9	1.8	3.0	7.9	15.2	0.8	2.0	3.8	6.6	10.1	1.0	3.1	6.9	21.1	31.1	0.5	1.7	2.6	6.0	7.6	

Tableau 11. Hauteur Moyenne du Colza(cm).

Tableau 12. Hauteur Moyenne Final du Colza.

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
Hauteur Moyenne Final Colza	32.3	27.62	47.99	22.64
Hauteur Moyenne Final Colza+ Bioch	15.2	10.08	31.13	7.59
	142.49	122.00	211.97	100
	200.26	132.85	410.14	100

Tableau 13. Diamètre Moyenne du Colza (mm).

Traitements	Sub1					Sub 2					Sub 3					T					
	10J	17J	24J	31J	38j	10J	17J	24J	31J	38j	10J	17J	24J	31J	38j	10J	17J	24J	31J	38j	
Temps (Jours)																					
Diamètre Moyenne Colza (mm)	1.2	2.5	4.5	6.6	8.1	1.2	2.8	4.1	6.3	7.5	2.2	4.2	7.2	9.7	9.7	1.6	2.8	4.5	6.2	7.3	
Diamètre Moyenne Colza + Bioch(mm)	1.6	1.9	3.7	5.6	8.0	1.6	2.1	4.0	6.3	7.2	2.5	3.8	6.4	8.8	10.4	1.7	1.9	3.1	4.7	6.8	

Tableau 14. Nombre de feuilles Moyenne du Colza.

Traitements	Sub1					Sub 2					Sub 3					T					
	10J	17J	24J	31J	38j	10J	17J	24J	31J	38j	10J	17J	24J	31J	38j	10J	17J	24J	31J	38j	
Temps (Jours)																					
Nombre de feuilles Moyenne Colza	2	4	6	9	12	2	4	6	8	11	3	6	8	13	16	2	5	6	8	10	
Nombre de feuilles Moyenne Colza+ Bioch	2	4	6	8	10	3	5	7	9	11	3	5	7	11	15	2	4	5	8	9	

**Tableau 15. Nombre de feuilles Moyenne Final du Colza.**

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
Nombre de feuilles Moyenne Final Colza	12	11	16	10
Nombre de feuilles Moyenne Final Colza + Bioch	10	11	15	9
	120.00	110.00	157.08	100
	111.11	122.22	166.67	100

**Tableau 16. Hauteur Moyenne du Soja(cm).**

Traitements	Sub1				Sub 2				Sub 3				T			
	17J	24J	31J	38j	17J	24J	31J	38j	17J	24J	31J	38j	17J	24J	31J	38j
Hauteur Moyenne Soja(cm)	6.5	9.7	13.6	19.7	6.3	9.7	13.4	19.6	6.8	9.9	13.3	18.2	6.6	9.6	13.2	19.0
Hauteur Moyenne Soja + Bioch(cm)	7.4	12.5	15.6	23.2	7.7	11.0	15.7	22.9	7.4	11.2	16.1	23.4	7.9	10.3	14.7	21.4

**Tableau 17. Hauteur Moyenne Final du Soja (cm).**

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
Hauteur Moyenne Final Soja (cm)	19.66	19.61	18.16	19.05
Hauteur Moyenne Final Soja + Bioch(cm)	23.15	22.91	23.39	21.40
	103.20	102.94	95.33	100
	108.18	107.06	109.30	100

**Tableau 18. Diamètre Moyen**

Traitements	Sub1				Sub 2				Sub 3				T			
Temps (J)	15J	22J	29J	36j	15J	22J	29J	36j	15J	22J	29J	36j	15J	22J	29J	36j
Diamètre Moyen soja	2.94	3.37	3.73	4.26	2.84	3.25	3.89	4.50	3.14	3.54	3.91	4.58	2.84	3.19	3.54	3.97
Diamètre Moyen Soja+bioch	3.24	3.65	4.28	4.93	3.21	3.49	4.08	4.61	3.49	4.05	4.61	5.37	3.23	3.50	4.10	4.55

**Tableau 19.** Diamètre Moyen Final du Soja.

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
Diamètre Moyen Final Soja	4.26	4.50	4.58	3.97
Diamètre MoyenFinal Soja + Bioch	4.93	4.61	5.37	4.55
	107,30	113,35	115,36	100
	108.35	101.32	118.02	100

**Tableau 20.** Moyenn nombres des feuilles de soja.

Traitements	Sub1				Sub 2				Sub 3				T			
Temps (Jours)	17J	24J	31J	38j	17J	24J	31J	38j	17J	24J	31J	38j	17J	24J	31J	38j
Nombre de feuilles Moyenne des soja	2	4	6	7	2	4	6	7	2	4	5	7	2	4	6	7
Nombre de feuilles Moyenne soja+ Bioch	2	4	5	8	2	4	5	8	2	4	6	8	2	4	5	8

**Tableau 21.** Nombre de feuilles Moyenne Final soja.

Traitements	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
Nombre de feuilles Moyenne Final soja	7	7	7	7
Nombre de feuilles Moyenne Final soja + Bioch	8	8	8	8
	100.00	100.00	100.00	100
	100.00	100.00	100.00	100

**Tableau 22.** Culture de soja teneur moyen en chlorophylle A.

Culture de SOJA Teneur moyen en chlorophylle A ( $\mu\text{g/g}$ MF)				
	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
Soja	1.72	1.79	2.17	1.72
Soja + Biochar	1.71	1.72	1.98	1.81

**Tableau 23.** Teneur moyen en Chlorophylle A de la culture du soja.

<b>Teneur moyen en Chlorophylle A (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	Sub1	Sub 2	Sub 3	T
<b>Soja</b>	1.72	1.79	2.17	1.72
<b>Soja + Biochar</b>	1.71	1.72	1.98	1.81
	99.97	104.16	126.38	100
	94.54	94.97	109.84	100

**Tableau 24.** Culture de soja teneur moyen en chlorophylle B.

<b>Culture de SOJA</b>				
<b>Teneur moyen en Chlorophylle B (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Soja</b>	0.83	0.85	1.03	0.81
<b>Soja + Biochar</b>	0.83	0.84	0.89	0.79

**Tableau 25.** Culture de soja teneur moyen en chlorophylle B.

<b>Teneur moyen en Chlorophylle B (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Soja</b>	0.83	0.85	1.03	0.81
<b>Soja + Biochar</b>	0.83	0.84	0.89	0.79
	102.49	104.93	127.38	100
	104.72	106.14	112.56	100

**Tableau 26.** Culture de soja teneur moyen en chlorophylle C.

<b>Culture de SOJA</b>				
<b>Teneur moyen en chlorophylleC (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Soja</b>	14.74	15.48	18.94	15.21
<b>Soja + Biochar</b>	15.53	15.84	17.94	15.73

**Tableau 27.**Teneur moyen en Chlorophylle C .

<b>Teneur moyen en Chlorophylle C (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Soja</b>	14.74	15.48	18.94	15.21
<b>Soja + Biochar</b>	15.53	15.84	17.94	15.73
	96.95	101.82	124.59	100
	98.73	100.68	114.04	100

**Tableau 28.**Culture de ColzaTeneur moyen en Chlorophylle A .

<b>Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle A (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>colza</b>	0.91	0.74	1.34	1.19
<b>colza + Biochar</b>	0.80	0.80	0.87	0.57

**Tableau 29.**Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle A .

<b>Teneur moyen en Chlorophylle A (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Colza</b>	0.91	0.74	1.34	1.19
<b>Colza + Biochar</b>	0.80	0.80	0.87	0.57
	76.77	62.38	113.03	100
	139.60	140.34	152.03	100

**Tableau 30.**Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle B .

<b>Culture de colza Teneur moyen en Chlorophylle B (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>colza</b>	0.46	0.46	0.64	0.56
<b>colza + Biochar</b>	0.37	0.41	0.40	0.35

**Tableau 31.**Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle B .

<b>Teneur moyen en Chlorophylle B (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Colza</b>	0.46	0.46	0.64	0.56
<b>Colza + Biochar</b>	0.37	0.41	0.40	0.35
	82.16	81.94	114.77	100
	107.07	117.12	115.45	100

**Tableau 32.**Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle C .

<b>Culture de Colza</b>				
<b>Teneur moyen en ChlorophylleC(<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>colza</b>	7.90	6.29	11.56	9.93
<b>colza + Biochar</b>	7.02	9.25	8.60	5.85

**Tableau 33.**Culture de Colza Teneur moyen en Chlorophylle C .

<b>Teneur moyen en Chlorophylle C (<math>\mu\text{g/g MF}</math>)</b>				
<b>Traitements</b>	<b>Sub1</b>	<b>Sub 2</b>	<b>Sub 3</b>	<b>T</b>
<b>Colza</b>	7.90	6.29	11.56	9.93
<b>Colza + Biochar</b>	7.02	9.25	8.60	5.85
	79.51	63.28	116.32	100
	119.96	157.99	146.84	100

**Tableau 34.**Teneur moyen MO et MM du culture colza.

		<b>SUB1</b>	<b>SUB2</b>	<b>SUB3</b>	<b>T</b>
<b>Colza</b>	% MO	88.33	86.85	86.63	88.64
<b>colza+Biochar</b>	% MO	88.52	89.96	89.56	89.98
<b>Colza</b>	%MM	11.67	13.15	13.37	11.37
<b>colza+Biochar</b>	%MM	11.49	10.04	10.45	10.02

**Tableau 35.**Teneur moyen MO et MM du culture soja.

		<b>SUB1</b>	<b>SUB2</b>	<b>SUB3</b>	<b>T</b>
<b>soja</b>	% MO	91.10	91.13	90.78	91.08
<b>soja+Biochar</b>	% MO	91.38	91.16	90.85	91.25
<b>soja</b>	%MM	8.90	8.87	9.23	8.92
<b>soja+Biochar</b>	%MM	8.63	8.84	9.15	8.75

	<b>Tige</b>				<b>Feuilles</b>				<b>racines</b>			
	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>
<b>Soja</b>	90.79	89.51	91.80	91.37	88.54	84.94	87.51	87.84	91.16	86.94	87.20	89.84
<b>Soja+Biochare</b>	86.95	87.26	84.61	85.74	83.57	84.17	81.92	82.13	87.69	86.86	80.60	85.25

**Tableau 36.**Moyen du Biomasse fraiche du culture soja.

**Tableau 37.**Moyen du Biomasse fraiche du culture colza.

	<b>Tige</b>				<b>Feuilles</b>				<b>racines</b>			
	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>
<b>Colza</b>	88.58	89.39	88.68	90.43	87.31	86.48	86.72	86.65	87.94	85.38	83.62	89.85
<b>Colza+Biochare</b>	92.36	90.87	86.60	94.51	86.73	86.28	83.98	86.34	87.95	88.41	79.11	92.64

**Tableau 38.**Teneur moyenne en Biomasse sèche du culture colza.

	<b>Tige</b>				<b>Feuilles</b>				<b>racines</b>			
	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>
<b>Colza</b>	11.42	10.61	11.32	9.57	12.69	13.52	13.28	13.35	12.06	14.62	16.38	10.15
<b>Colza+Biochare</b>	7.64	9.13	13.40	5.49	13.27	13.72	16.02	13.66	12.05	11.59	20.89	7.36

**Tableau 39.**Teneur moyenne en Biomasse sèche du culture soja.

	<b>Tige</b>				<b>Feuilles</b>				<b>racines</b>			
	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>	<b>sub1</b>	<b>sub2</b>	<b>sub3</b>	<b>T</b>
<b>Soja</b>	9.21	10.49	8.20	8.63	11.46	15.06	12.49	12.16	8.84	13.06	12.80	10.16
<b>Soja + Biochare</b>	13.05	12.74	15.39	14.26	16.43	15.83	18.08	17.87	12.31	13.14	19.40	14.75