



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du diplôme de

(MASTER EN AGRONOMIE)

Spécialité : amélioration des productions végétales

THEME

**Valorisation du compost sur la culture du poivron
(*Capsicum annuum* L.) sous serre**

Présenté par : ADEM DACI NESREDDINE BEDIDA

DEVENT LE JURY

Président	M.GHELAMALLAH Amine	MCA	U Mostaganem
Encadreur	M. REGUIEG YSSAAD Larbi	MAA	U Mostaganem
Co encadreur	M. SACI Belgat	MCB	U Mostaganem
Examineur	M.BESAFI Laid	MAA	U Mostaganem

Année universitaire : 2019-2020

Remerciement

*Nous tenons à remercier en premier lieu dieu le tout
puissant de nous avoir donné courage et santé pour achever ce
travail*

Un grand remerciement à notre promoteur Mr REGUIEG YSSAAD Larbi.

*Pour ses valeureux orientations, qui beaucoup enrichi ce
travail*

Que nos vifs remerciements aillent à Mr. SACI Belgat,

Et Mr M.GHELAMALLAH Amine

*qui nous fait l'honneur de présider l'honorable jury,
et M.BESAFI Laid. Pour avoir accepté d'examiner ce travail*

Nous remercions également l'équipe de la ferme de mazagran

*Pour terminer, nous remercions toutes les personnes qui
ont participées, de près ou de loin, à la réalisation de ce
travail ; un grand merci à tous.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents, Que Dieu les protèges et les gardent en bonne santé

A mes très chers Frères : Ali Mouafak

A mes très chers sœurs : Nardjes Nesrine Kaouthar

*A mes Chers amis : Maroine Tohari /Issam Baba /Amine Madani/Zohir
Guermi/Ahmed Bounegueb*

A mon cher ami et binôme : BEDIDA Nesreddine

Tous mes collègues de la promotion M2 amélioration de production végétale

A tous mes enseignants.

A Tous ceux que je connais et qui me connaissent et tous ceux que j'aime et qui m'aiment

DACI Adem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

Mes très chers parents, Que Dieu les protèges et les gardent en bonne santé.

A mes très chers Frères : tarek, salame, toufike, salah, yessinne.

A mes très chers sœurs : nassira, horia, fatima, khadidja, nassima.

A mes Chers amis : Issam Baba /Maroine Tohari / Eljilali Azzi /Sidi Ahemd /siham hamada /Ouarda saci /ryme doula /Kassouar Sabrina /Triki Ryma /Mosbahe Difallh /Islam Mohamed /Elhachmi AbdeAlkadr.

A mon cher ami et binôme : DACI Adem.

Tous mes collègues de la promotion M2 amélioration de production végétale

A tous mes enseignants.

A Tous ceux que je connais et qui me connaissent et tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

BEDIDA Nesreddine

Sommaire

Remerciements

Dédicaces

Liste des Figures

Liste des Tableaux

Abréviations

Résumé

TABLE DE MATIERE

INTRODUCTION GENERALE	1
L'objectif général de notre étude (revue bibliographique).....	3
CHAPITREI: REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	6
I. Le Compost.....	7
A)-Le compost anaérobie.....	8
B)-Le compost aérobie.....	8
I.1. Conditions réglementaires de l'utilisation des composts en agriculture.....	8
I.2. Les principales normes pour l'utilisation du compost en agriculture	9
I.2.1. Caractéristiques physico-chimiques du compost	9
I.2.2. Evaluation physique de la qualité du compost.....	9
I.2.3. Evaluation biologique et phytotoxique de la qualité du compost	9
I.2.4. Evaluation chimique de la qualité du compost	10
I.2.4.1. Décomposition de la M.O	10
I.2.4.2. Teneurs en phosphore et en potassium.....	10
I.2.4.3. Teneurs en éléments traces métalliques	10
I.2.5. Evaluation chimique de la maturité du compost par utilisation d'un test de lixiviation	11
I.2.5.1. Intérêt de l'utilisation d'un test de lixiviation	11
I.2.5.2. Paramètres globaux	12
I.2.5.3. Paramètres liés à la matière organique	12
I.2.5.4. Paramètres spécifiques de la MO	12
I.3. Utilisation du compost en agriculture	13
I.3. Intérêts agronomiques	13
I.4. Valorisation agronomique des composts par apport d'éléments fertilisants.....	14

I.4.1. Azote (N)	14
I.4.2. Phosphore (P)	15
I.4.3. Potassium (K).....	15
I.5. Effets sur les caractéristiques des sols	16
I.5.1 Effet de la matière organique sur la structure du sol.....	16
I.5.2 Effet de la matière organique sur le stockage du carbone dans le sol	17
I.5.3 Effets des composts sur les propriétés chimiques du sol et la biodisponibilité des ions	17
I.6. Intérêts des amendements organiques dans l’adaptation des plantes au déficit hydrique	19
I.7. Effet de la matière organique sur les maladies des plantes	19
II. La serre	20
II.1. La culture sous serre.....	20
II.1.1. Définition d’une serre agricole.....	20
II.1.2. Intérêt de la serre	21
II.1.3. Choix de la serre et de sac ouverture.....	21
II.1.4. Les différents types de serres	21
II.1.5. Mise en place des serres	22
III. La culture du poivron.....	22
III.1. Systématique du poivron	22
III.2. Caractères physiologiques et botaniques du poivron.....	23
III.2.1. Système racinaire.....	23
III.2.2. Tige	23
III.2.3. Feuilles.....	23
III.2.4. Fleurs	23
III.2.5. Fruits	23
III.2.6. Graines	24
III.3. Culture du poivron	24
III.3.1. Choix du sol et du pH.....	24
III.3.2. Exigences en chaleur	24
III.3.3. Exigences en lumière	24
III.3.4. Exigences en eau.....	24
III.3.5. Rotation.....	25
III.3.6. Système de culture.....	25
III.4. Obtention des plants	25
III.4.1. Plantation	26
III.4.2. Tuteurage	26
III.4.3. Irrigation	26
III.5. Choix variétal	27
III.6. Fertilisation minérale	27

III.7. Situation phytosanitaire du poivron.....	28
III.7.1. Contre les adventices	28
III.7.1.1. Culture en sol nu	28
III.7.1.2. Culture avec paillage du sol	28
III.7.2. Contre les maladies.....	29
III.7.3. Contre les ravageurs	29
III.7.4. Contre les nématodes	29
CHAPITRE II: PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	31
I. Présentation de la région d'étude	32
I.1. Situation géographiques	32
I.1.1. Climat.....	32
I.1.2. Le Sol	34
I.2. Site expérimental.....	34
I.2.1. Caractéristiques du sol de la zone d'étude	34
CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES	37
I. Matériels	38
I.1. Matières organiques	38
I.1.1. Description des composts étudiés	38
I.1.1.2. Les type des composts.....	38
I.1.1.3. Les résultats d'analyses	38
I.2. Matériel végétal.....	39
II. La méthode	40
II.1. Le dispositif expérimental	40
II.1.1. Le Protocole expérimental	40
A)-Les Traitements.....	40
B)- Croquis du dispositif expérimental	41
II.2. Conduite des travaux (Fiche technique de l'essai).....	42
II.2.1. Préparation du sol.....	42
A)-La méthode d'utilisation de compost	42
II.2.2. Mise en place de l'essai	43
II.2.3. Transplantation.....	43
II.2.4. Entretien	43
A)- L'irrigation	44
B)- Désherbage ; binage.....	44
C)- Soins phytosanitaires	45
II.2.5. Variables évaluées.....	45
II.3. Méthode d'étude.....	46
II.3.1. Mesure des paramètres physiologiques et agronomiques	46
II.3.1.1. Paramètres de croissance	46

II.3.2. Evaluation des paramètres physiologiques et agronomiques	46
II.3.2.1. Echantillonnage	46
II.4. Les difficultés rencontrées durant l'expérience.....	48
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION	50
SUIVI DE LA CROISSANCE DES PLANTES CULTIVEE DANS TROIS TYPES DES COMPOSTS	51
I. Partie 01. Les effets des composts sur la hauteur des plantes de poivron	51
I.1. La comparaison dans chaque bloc	51
I.1.1. Le premier comptage	51
I.1.1.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements	51
I.1.1.2. La comparaison entre le témoin et le moyenne des cinq traitements	52
I.1.1.3. Discussion partielle	53
I.1.2. La deuxième comptage	53
I.1.2.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements	53
I.1.2.2. La comparaison entre le témoin et les moyennes de cinq traitements	55
I.1.2.3. Discussion partielle	55
I.1.3. La troisième comptage	55
I.1.3.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements	55
I.1.3.2. La comparaison entre le témoin et le moyenne de cinq traitements	56
I.1.3.3. Discussion partielle	57
I.1.3.4. Calcule la vitesse de croissance de longueur des tiges	57
I.1.3.4.1. Calcule la vitesse de croissance du deuxième comptage.....	58
I.1.3.4.2. Calcule la vitesse de croissance du troisième comptage.....	59
II. Partie 02 : Effets des composts sur Développement de nombre des feuilles des plantes de poivron.....	60
II.1. La comparaison dans chaque bloc	60
II.1.1. Le premier comptage	60
II.1.1.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements	60
II.1.1.2. La comparaison entre le témoin et le moyenne des cinq traitements	61
II.1.1.3. Discussion partielle	61
II.1.2. La deuxième comptage.....	62
II.1.2.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements	62
II.1.2.2. La comparaison entre le témoin et les moyennes de cinq traitements	63
II.1.2.3. Discussion partielle	63
II.1.3. La troisième comptage	64
II.1.3.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements	64
II.1.3.2. La comparaison entre le témoin et les moyennes de cinq traitements	65

II.1.3.3. Discussion partielle	66
II.1.3.4. Calcule la vitesse de croissance de nombre des feuilles.....	66
II.1.3.4.1. Calcule la vitesse de croissance du deuxième comptage.....	67
II.1.3.4.2. Calcule la vitesse de croissance du troisième comptage.....	67

III. Discussion générale.....	68
--------------------------------------	-----------

CONCLUSION GENERALE	73
----------------------------------	-----------

Références bibliographiques	77
--	-----------

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Photo illustrant le compost (Thibault, 2020).	7
Figure 2. Effet du pH du sol sur le passage en solution du cuivre (a) et du zinc (b) ($\mu\text{g/L}$) (Tyler et Olsson, 2001)	18
Figure 3. Les trois principaux types de serres	22
Figure 4. Les différents types du poivron (Saint Louis et <i>al.</i> , 2001).....	27
Figure 5. Situation géographique de la wilaya de Mostaganem (Caci.dz, 2020)	32
Figure 6. Carte de situation du site expérimental au 1/25000 (Extrait de la carte de l'Etat-major de Mostaganem, 1960)	35
Figure 7. Localisation de la ferme (A) et Site d'expérimentation (B) (Google Earth, 2020)...	35
Figure 8. Le composte utilisé (Boukhari, H et Belmiloud, K, 2019).....	38
Figure 9. Poivron utilisé (Originale, 2020)	40
Figure 10. Le dispositif expérimental.....	41
Figure 11. Le dispositif expérimental (Originale, 2020).....	42
Figure 12. Chronologies de la préparation du sol.....	43
Figure 13. La mise en place du dispositif expérimental (Originale, 2020)	43
Figure 14. Le désherbage manuel (Originale, 2020)	44
Figure 15. Le binage manuel (Originale, 2020)	44
Figure 16. Échantillonnage et mesure de la hauteur de la tige (Originale, 2020)	46
Figure 17. Le comptage du nombre des feuilles (Originale, 2020).....	47
Figure 18. Les résultats représentent la moyenne des mesures de hauteur des tiges de 10 des plantes sur les cinq traitements et le témoin au cours de premier comptage	51
Figure 19. Moyennes de la hauteur des plantes pour chaque type de compost et du témoin au cours du premier comptage.....	53
Figure 20. Les résultats représentent la moyenne des mesures de hauteur des tiges de 10 des plantes sur les cinq traitements et le témoin au cours de deuxième comptage.....	54
Figure 21. Représente les moyennes de hauteur des plantes pour chaque type de composte et le moyenne de témoin au cours de deuxième comptage.....	55
Figure 22. Les résultats représentent la moyenne des mesures de hauteur des tiges de 10 des plantes sur les cinq sous traitements et le témoin au cours de troisième comptage.....	56
Figure 23. Représente les moyennes de hauteur des plantes pour type chaque de composte et le moyenne de témoin au cours de troisième comptage	57
Figure 24. Les résultats représentent la moyenne des mesures de nombre des feuilles de 10 des plantes sur les cinq sous traitements et le témoin au cours de premier comptage.....	60
Figure 25. Représente les moyennes de nombre des feuilles pour chaque type de compost et le moyenne de témoin au cours de première comptage	61
Figure 26. Les résultats représentent la moyenne des mesures de nombre des feuilles de 10 des plantes sur les cinq sous traitements et le témoin au cours de deuxième comptage	62

Figure 27. Représente les moyennes de nombre des feuilles pour chaque type de compost et la moyenne de témoin au cours de deuxième comptage.....	63
Figure 28. Les résultats représentent la moyenne des mesures de nombre des feuilles de 10 des plantes sur les cinq sous traitements el le témoin au cours de troisième comptage	64
Figure 29. Représente les moyennes de nombre des feuilles pour chaque type de composte et le moyenne de témoin au cours de troisième comptage	65
Figure 30. La densité de mauvais herbes en ligne T0 et T5 (Originale, 2020).....	68
Figure 31. Localisation des arbres à côte de serre (A) et l'influence de la lumière du soleil à l'intérieur de serre (B) (Originale 13.24 H, 2020).....	69
Figure 32. La relation entre la vitesse de croissance et les travaux de culture après le premier et deuxième comptage.....	69

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I. Valeurs limites en E.T.M. dans le compost de déchets (AFNOR, 2005) et pour certains composts Africains (Koledzi, 2011 ; Compaoré <i>et al.</i> 2010).....	11
Tableau II. Les besoins du poivron selon son cycle végétatif.....	28
Tableau III. Valeurs climatiques moyennes et totales annuelles (tutempo.net. 2020).....	33
Tableau IV. Interprétation des valeurs climatiques moyennes annuelles.....	33
Tableau V. Caractéristiques des trois types de composts utilisés en 2019.....	39
Tableau VI. Caractéristiques du matériel végétal.....	39
Tableau VII. L'Entretien pendant la période de l'essai.....	44
Tableau VIII. Traitements phytosanitaires effectués.....	45
Tableau IX. Variables évaluées au cours de l'expérimentation.....	45
Tableau X. Représentation du mode d'échantillonnage des plantes dans les parcelles.....	47
Tableau XI. Moyennes des hauteurs des plantes pour chaque type de compost et la moyenne du témoin au cours du premier comptage.....	52
Tableau XII. Représente la vitesse de croissance de hauteur des plantes pour chaque type de composte (cm/3semaine).....	58
Tableau XIII. Représente la vitesse de croissance de nombre des feuilles des plantes pour chaque type de composte (nombre des feuilles /3semain).....	66

ABBREVIATIONS

µl : Microlitre

AF : Acides Fulviques

AFNOR : Association Française Des Normes

AGV : Acides Gras Volatiles

AH : Acides Humiques

APX : Ascorbate Peroxydase

C ° : Degré Siliceuse

C : Composte

CAT : Catalases

CEFREPADE : Centre Francophone de Recherche Partenariale sur l'Assainissement, Les Déchets et l'Environnement

CM : Centimètre

COD : Carbone Organique Dissout

DCO : Demande Chimique Organique

DSA : Direction des Services Agricoles

E.T.M. : Eléments Traces Organiques

E.T.P : Évapotranspiration Potentielle

FAO : Organisation Mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation

G : Gramme

GPX : Glutathion Peroxydase

H : Hauteur

HA: Hectare

HL: Hectare/Liter

HPI: Hydrophile

HPO : Hydrophobe

IG : Indice De Germination

ITA : Institut de Technologie Agricole de Mostaganem

KG : Kilogramme

M : Mètre

MES : Matières en Suspension

MG : Milligramme

ml : millilitre

MO : Matière Organique

MS : Matière Sèche

MVS : Matières Volatiles Solides

NF : Norme Française

NH₃ : L'ammoniac

PAC : Le Poids avant Compostage

PACR : Le Poids Après Criblage

PED : Pays en Développement

PH : Le Potentiel D'hydrogène

PPM : Parti par Million

PRNB : Poids du Refus non Biodégradé

SUVA : Absorbance Spécifique UV

T : Traitement.

T.M.V : Le Virus de La Mosaïque du Tabac

T0 : Témoin

TL : Test de Lixiviation

TPH : Transphilique

UV : Ultraviolet

V : Vitesse de Croissance.

ملخص

الهدف من هاته الدراسة هو دراسة تأثيرات ثلاثة أنواع من الكمبوست على محصول الفلفل. في الأخير لتحديد تلك التي يمكن ان تحسن نمو النبات أثناء التجربة, ثلاثة أنواع الكمبوست المستعملين هم كمبوست بقري وكمبوست غنمي وكمبوست بقايا نباتات. انطلاقا من هذا العمل قمنا بمتابعة نمو الفلفل لمدة أربعة اشهر من ديسمبر 2019 إلى مارس 2020 من اجل تقييم تأثيرات الكمبوست المستخدم على المركبات الزراعية للفلفل.

قمنا بعمل متابعة الإعدادات التالية : الطول للساق ، عدد الأوراق.

النتائج أظهرت أن كمبوست الأغنام وبقايا النباتات يحسنان نمو النباتات، بالمقارنة بكمبوست البقر الذي ظهرا أقل نموا.

الكلمات المفتاحية: بقري ، النمو ، كمبوست، بقايا نباتات ، الأغنام ، الفلفل ، طول الساق ، عدد الأوراق.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'étudier les effets de trois types de composts sur la culture du poivron. Afin d'identifier ceux pouvant améliorer la croissance des plantes au cours de l'essai. Les trois composts utilisés sont le compost bovin, le compost ovin et le compost de débris végétaux.

A partir de ce travail, Nous avons effectué le suivi de la croissance du poivron pendant un cycle végétatif de quatre mois allant de décembre 2019 à mars 2020 afin d'évaluer les effets des composts utilisés sur les paramètres agronomiques du poivron.

Nous avons procédé au suivi des paramètres suivants : la hauteur des tiges, le nombre de feuilles.

Les résultats montrent que le compost ovin et celui des débris végétaux améliorent la croissance des plantes, par rapport au compost bovin qui présente la plus faible croissance.

Mots Clés : bovin, croissance, compost, débris végétaux, ovin, poivron, Longueur de la tige, nombre de feuilles.

Abstract

The objective of this study is to investigate the effects of three types of composts on pepper cultivation. In order to identify those that could improve plant growth during the trial. The three composts used are bovine compost, ovine compost and compost from plant debris.

Based on this work, we monitored pepper growth during a four-month vegetative cycle from December 2019 to March 2020 in order to evaluate the effects of the composts used on the agronomic parameters of the pepper.

We monitored the following parameters: stem height, number of leaves.

The results show that ovine compost and compost from plant debris improve plant growth, compared to bovine compost, which shows the lowest growth.

Keywords: cattle, growth, compost, plant debris, Stem length, number of leaves.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

L'agriculture en Afrique saharienne est confrontée à de nombreux fléaux parmi lesquels la sécheresse et la dégradation des sols constituent les plus menaçants (Stoorvogel et *al.* 1993 ; Poss et *al.* 1997). La sécheresse représente le facteur environnemental le plus menaçant à l'origine des perturbations chez les végétaux et selon (Berg et *al.* 2013), le changement du régime pluviométrique pourrait avoir un effet négatif global sur la production dans les prochaines années. Selon plusieurs études, les impacts négatifs sur les végétaux incluent plus spécifiquement la réduction du nombre de feuilles, la croissance en hauteur, le métabolisme et donc par conséquent le rendement (Triboï 1990 ; Vieira et *al.* 1992 ; Gates et *al.* 1992 ; Chapman et Edmeades, 1999 ; Fonseca et Wesgate, 2005 ; Gladden et *al.* 2012). Ces effets sont amplifiés si le déficit hydrique intervient avant la période reproductive (Pervez et *al.* 2009). Pour s'adapter au déficit hydrique, les plantes développent plusieurs mécanismes dont des modifications morphologiques comme le repli des feuilles et la fermeture des stomates dans le but de réduire la transpiration tout en gardant la turgescence et le volume cytosolique aussi élevé que possible (Cornic et *al.* 2002 ; Wang et *al.* 2003). D'autres travaux ont mis en évidence l'accumulation de molécules comme les protéines, les sucres totaux et certains acides aminés comme la proline dans les tissus des plantes sujettes à des stress abiotiques (Rai et *al.* 1983 ; Zerrad et *al.* 2008 ; Lepengue et *al.* 2012). Cependant, ces mécanismes deviennent inefficaces avec l'augmentation de la durée de la période de sécheresse. De plus, la sécheresse provoque des réactions négatives sur le comportement hydrique, thermique et structural des sols cultivés (Le Gouée et *al.* 2010). Les effets de la sécheresse sur le sol et les plantes constituent de réels handicaps pour le développement de l'agriculture dans les PED. Dans ce contexte bidimensionnel de dégradation des sols et de changements climatiques, de nouvelles pratiques culturales comme par exemple des amendements à composts de déchets, les jachères, l'utilisation des engrais verts sont pratiqués, ces pratiques s'intègrent en plus parfaitement dans les principes de développement durable (Golueke, 1977; Attrasi et *al.*, 2005). Parmi ces pratiques, l'amendement des sols par les composts de déchets présente des avantages telle que la réduction des effets de serre par séquestration du carbone, la diminution de la masse et du volume des déchets (Houot et *al.* 2003), la limitation de l'utilisation d'engrais chimiques et la restauration des propriétés physico-chimiques des sols dégradés (Mustin, 1987 ; Francou, 2003). A ces avantages s'ajoutent un coût de production et d'achat bas. Rendant la pratique plus facilement accessible aux agriculteurs (Eriksen *etal.*, 1999 ; Wolkowski, 2003 ; Koledzi et *al.* 2011). Les effets positifs déjà recensés incluent l'amélioration de la structure et des propriétés chimiques et physiques du sol (texture, granulométrie, taux d'humidité, pH, potentiel d'oxydo- réduction et conductivité ionique) (Mustin, 1987; Hadas et Portnoy, 1997;

INTRODUCTION GENERALE

Agassi *et al.*, 1998; Pagliai *et al.*, 2004; Pedra *et al.*, 2007; Movahedi et Cook, 2010), l'augmentation de sa capacité de rétention en eau et de sa perméabilité (Wong *et al.*, 1996; Bresson *et al.*, 2001). Ces avantages classent l'amendement des sols par des composts de déchets comme un moyen de régénération de la fertilité des sols dégradés efficace et concurrentiel. Des impacts positifs directs sur la croissance des végétaux sont observés avec une amélioration de la nutrition des plantes et surtout un meilleur potentiel de survie et de résistance en cas de sécheresse (Guittonny-Larchevêque, 2004 ; Tartoura, 2010). Cependant, les effets des composts sur les sols et les végétaux dépendent directement de la nature des déchets compostés (Francou, 2003 ; Koledzi *et al.* 2011). La productivité des plantes est par exemple fortement liée à la nature des matériaux de base du compost et au degré de maturité de la matière organique (Petruzzelli, 1989 ; Pigozzo *et al.* 2006). La nature des matériaux de base du compost, le degré de maturité, la nature de la matière organique compostée et les teneurs en éléments traces métalliques du compost solide constituent donc les principaux facteurs influençant les effets des composts sur les sols et les plantes. Des tests caractéristiques sont utilisés pour qualifier le degré de maturité des composts. Des études se sont intéressées aux effets des composts sur les propriétés du sol, la nutrition et le rendement des plantes ; ainsi, afin de promouvoir la qualité de ces composts, il est important de définir et maîtriser des méthodes de caractérisation adéquates. Cette caractérisation assurera une évaluation de l'impact des caractéristiques chimiques des composts sur, d'une part les propriétés des sols et l'amélioration de leur fertilité et, d'autre part sur la croissance des végétaux.

L'objectif général de notre étude (revue bibliographique) :

- Identifier le compost et ses caractéristiques ;
- Evaluer les effets des composts sur la fertilité du sol et la teneur en éléments nutritifs ;
- Identifier les caractéristiques de compost afin de mieux prévoir leurs effets sur le sol et les plantes.

Les axes de travail se définissent en deux points :

- 1) Comparer des composts en combinant des analyses statistiques des comportent des plantes de poivron sous serre sous trois types des composts différents ;
- 2) Identifier les effets des composts sur certains paramètres physiologiques de la plante,

INTRODUCTION GENERALE

pendant la période végétative et florale en serre, Afin de répondre à ces objectifs nous avons entamé une revue bibliographique, synthétisée dans un premier chapitre qui a permis de répertorier et d'identifier l'état des connaissances sur le compost et ces effets sur la plante et le sol afin de relier les caractéristiques du compost à la productivité de la plante. Cette revue bibliographique a permis de définir la démarche expérimentale adoptée : caractéristiques des composts utilisés, le choix de culture et les conditions des essais expérimentaux. L'ensemble de la démarche est présenté dans un deuxième chapitre associé aux méthodes analytiques et au matériel de mesure utilisé, enfin, le dernier chapitre, interprète et conclut les résultats obtenus sur les effets des caractéristiques du compost sur :

1) Les paramètres physiologiques ;

a) La hauteur (longueur) de la tige ;

b) Le nombre moyen des feuilles ;

Les deux paramètres de croissance totale permettent de mesurer les effets de ces trois composts sur le comportement des plantes qui sont réalisées sous serre.

CHAPITRE I :
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Le Compost

Le compost est un mélange mûré de résidus organiques et minéraux, utilisé pour l'amendement des terres agricoles. Le compostage permet ainsi de recycler les ordures ménagères, les déchets verts et les boues de station d'épuration. Il s'agit de la dégradation microbienne de matériaux organiques solides, impliquant une respiration aérobie et passant par une étape thermophile, en un produit stabilisé, hygiénique, semblable à un terreau, riche en composés humiques (Celerier, 2008).

Pour Smeesters (1993), le compost est une matière brunâtre qui ressemble à du terreau. Il provient de la décomposition contrôlée des matières organiques par des millions d'organismes vivants ; depuis les bactéries microscopiques jusqu'aux vers de terre.

Le compost est un mélange de débris organiques en décomposition et de matières minérales, destiné à nourrir et à alléger le sol qu'il enrichit en humus (Couplan et Marmy, 2009).

Un bon compost provient d'un équilibre entre des matériaux riches en azote et pauvres en carbone (déchets organiques, fumiers), riche en carbone et pauvre en azote (matière végétale sèche, bois broyé) et intermédiaires entre les deux (matière végétale verte) (Couplan et Marmy, 2009).



Figure 1. Photo illustrant le compost (Thibault, 2020).

-) Il existe deux types de compost :

A)-Le compost anaérobic

Est le compost résultant d'un entassement de débris Végétaux qui se décomposent sur place, les inconvénients d'un tel compost sont :

- Odeurs désagréables du au pourrissement

-Evolution plus lente que celle d'un compost aérobie (il lui faut environ un an pour être prêt)

Et les risques de Problèmes phytosanitaires car sa température reste basse et les organismes Pathogènes ne sont pas détruits (Couplan et Marmy, 2009).

B)-Le compost aérobie

Il ne possède pas d'odeur désagréable, sa maturation est beaucoup plus rapide (il peut être prêt en six mois environ), les graines des mauvaises herbes et les germes pathogènes sont détruits lors de l'élévation de la température résultant de la fermentation. Cependant, son seul inconvénient est qu'il nécessite une intervention humaine plus importante que le compost anaérobic (Couplan et Marmy, 2009).

I.1. Conditions réglementaires de l'utilisation des composts en agriculture

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

Pour pouvoir être utilisés, les composts doivent faire l'objet d'une procédure d'homologation, ou répondre aux critères de spécification définis dans la norme 44-051 définissant les amendements organiques. Cette norme est d'application obligatoire pour l'utilisation de ces produits, mais est très peu contraignante en raison notamment de l'absence de critères d'innocuité (polluants et pathogènes). Elle est actuellement en cours de révision.

Les composts n'entrant pas dans le cadre de cette norme (composts de boues de station d'épuration par exemple) doivent être utilisés dans le cadre d'un plan d'épandage.

L'utilisation des composts en agriculture biologique est possible, lorsque le besoin est reconnu par l'organisme de contrôle. Les composts d'effluents d'élevage (sauf l'élevage hors-sol), les composts de déchets verts et les Composts de bio déchet peuvent être utilisés en agriculture biologique. Cependant, ces derniers doivent avoir des teneurs très faibles en métaux (Leclerc, 2001).

I.1.2. Les principales normes pour l'utilisation du compost en agriculture

I.1.2.1. Caractéristiques physico-chimiques du compost

Une utilisation optimale du compost comme amendement du sol et source de nutriments pour les plantes impose un produit stable et mature (Amir, 2005). Différents paramètres sont couramment définis pour déterminer la stabilité et la maturité du compost. Selon Iannotti et *al.* (1993), la stabilité du compost est estimée par l'activité microbienne et sa maturité par détermination de son odeur, évaluation de sa composition chimique et de sa réactivité phytotoxique. D'après Souidi (2009), la température est un paramètre pertinent de détermination de la maturité d'un compost. Si un compost en maturation voit sa température augmenter, l'activité biologique de biodégradation continue et le compost n'est donc pas encore mûr.

I.1.2.2. Evaluation physique de la qualité du compost

Un compost mûr a une texture friable, une odeur de terre et une couleur brune foncée ou noire (FAO, 1988). La granulométrie est un paramètre pertinent de caractérisation physique des composts et elle permet d'apprécier le degré de décomposition physique de la matière. Ainsi, le taux d'éléments fins augmente lors du processus de décomposition-dégradation (Souidi, 2001) et un taux fort témoigne d'une bonne qualité du compost (Charnay, 2005 ; Compaoré et *al.* 2010). De plus, les normes internationales d'appréciation des substances organiques qualifient de très riches les composts dont les particules fines (< 10 mm) sont supérieures à 60% et pour lesquels le taux d'éléments indésirables est inférieur à 5%.

I.1.2.3. Evaluation biologique et phytotoxique de la qualité du compost

L'indice de germination (IG) représente un bon indicateur de la maturité d'un compost, des tests de germination sont donc couramment utilisés pour définir la qualité du compost. Ce test de phytotoxicité est basé sur le pouvoir germinatif des grains de maïs (*Z. mays*), du niébé (*V. unguiculata*) ou du cresson (*Lepidium sativum*) dans des conditions particulières. Les tests sont réalisés sur le compost seul ou en mélange avec le sable constituant le témoin de l'essai. Après un temps d'incubation dépendant de l'espèce considérée à 25°C, la maturité des composts est évaluée suivant le pourcentage de germination par rapport au témoin. Un compost est considéré comme non toxique lorsque son IG excède 50 % (Zuccooni et *al.* 1981). Des indices de germination compris entre 76% et 87% pour le maïs et le niébé ont été obtenus par Koledzi (2011) sur les composts de déchets ménagers (Compaoré et *al.* 2010) obtiennent des taux germination allant de 91% à 100% pour des grains de maïs semés sur des sols amendés avec les composts de déchets ménagers et de phosphate naturel.

I.1.2.4. Evaluation chimique de la qualité du compost

La caractérisation physico-chimique du compost permet d'estimer sa valeur agronomique et sa teneur en macroéléments fertilisants tels que l'azote, le phosphore, et le potassium pour assurer la bonne nutrition des plantes, mais aussi son degré de toxicité par estimation de la part d'éléments traces métalliques (Outéndé Toundou., 2016).

I.1.2.4.1. Décomposition de la M.O

La maturité et la stabilité d'un compost sont définies lorsque la matière organique atteint un état de décomposition avancée. Au cours du compostage, les sucres simples, fractions solubles contenant du carbone, et les lipides, sont presque intégralement dégradés dès la phase mésophile. La cellulose et la lignine sont dégradées pendant la phase mésophile thermophile, et de refroidissement, par des champignons (Godden et *al.* 1986). Il s'en suit une conservation de la lignine, très favorable à la qualité du compost, la lignine étant un précurseur des substances humiques (Gobat et *al.* 1998). Le suivi de la dégradation de la matière organique au cours du processus de compostage est possible grâce à la quantification de fractions organiques telles que les acides de type humique (AH), les substances de type hydrophile (HPI*), transphilique (TPH*) et hydrophobe (HPO*) (Parodi et *al.* 2010). Un compost mature est alors plus riche en substances de type hydrophobe par rapport à un compost immature qui serait plus riche en substances hydrophiles et transphiliques.

I.1.2.4.2. Teneurs en phosphore et en potassium

Les teneurs en phosphore et en potassium du compost permettent d'évaluer sa qualité agronomique. Des teneurs en phosphore totale comprises entre 1030 mg P/kg MS et 5285 mg P/kg MS ont été quantifiées dans les composts de déchets ménagers et de phosphate naturel par Compaoré et *al.* (2010) et Koledzi (2011). Les teneurs en potassium recommandées par la FAO(1988) et AFNOR(2005) sont comprises entre 0,4 et 1% M.S. Les composts produits par Koledzi (2011) et Compaoré et *al.* (2010) sont améliorés en azote grâce au fumier puis en phosphore grâce au phosphate naturel.

I.1.2.4.3. Teneurs en éléments traces métalliques

La maturité et la stabilité sont deux paramètres pertinents permettant de définir la qualité d'un compost. Cependant, l'évaluation des teneurs en éléments traces métalliques (E.T.M.) est préconisée dans la réglementation dans les pays industrialisés afin d'assurer un compost de qualité sans effets néfastes sur le sol et la plante. Aucune réglementation n'impose une qualité

de compost précise dans les PED mais les auteurs s'intéressent particulièrement aux pourcentages d'éléments traces métalliques dans le produit brut. Dans les PED, les sources principales d'éléments traces métalliques dans les composts de déchets urbains sont les piles, les peintures, les plastiques, les papiers et les cartons. Les éléments considérés sont donc le cadmium, le chrome, le cuivre, le plomb, le mercure, le nickel, le zinc et le manganèse (Outéndé Toundou., 2016). Le Tableau 01 présente les valeurs limites en E.T.M. préconisées dans les composts de déchets (AFNOR, 2005) comparés à certaines teneurs des composts africains.

Tableau I. Valeurs limites en E.T.M. dans le compost de déchets (AFNOR, 2005) et pour certains composts Africains (Koledzi, 2011 ; Compaoré *et al.* 2010)

E.T.M.	As	Cd	Cr	Hg	Ni	Pb	Se	Cu	Zn
Valeurs limite sen E.T.M. (mg/kg MS)	18	3	120	2	60	180	12	300	600
Composts en Afrique (mg/kg M.S.) (Koledzi, 2011 ; Compaoré <i>et al.</i> 2010).	-	3	-	-	13,5	37,5	-	15	130

I.1.2.5. Evaluation chimique de la maturité du compost par utilisation d'un test de lixiviation

I.1.2.5.1. Intérêt de l'utilisation d'un test de lixiviation

La caractérisation de l'état de dégradation d'un compost de déchet peut également s'effectuer par l'utilisation d'un test de lixiviation (TL). La lixiviation correspond à une extraction solide/liquide d'un composé par une solution aqueuse dont le principal objectif est d'estimer les capacités de relargage de la matrice solide et donc de qualifier et quantifier la charge polluante susceptible d'être reléguée vers le sol et la plante par les eaux en contact avec le compost lors de la mise en culture. Cette évaluation de la charge polluante est effectuée par une caractérisation chimique et physico-chimique des phases liquide et solide. Le test de lixiviation est donc utilisé comme outil de caractérisation des matrices organiques de déchets en dégradation (Zmora-Nahum *et al.* 2005 ; Berthe, 2006 ; Said-Pullicino et Gigliotti, 2007 ; Shao *et al.* 2009 ; Parodi *et al.* 2010).

Il permet d'identifier le degré de maturité de la matière en dégradation et son comportement vis-à-vis de l'eau, meilleur solvant des ions dans le système sol-plante. Le test de lixiviation optimisé par Parodi *et al.* (2010) sur la matrice "déchets ménagers et assimilés" permet non

seulement d'évaluer la nature de la matière organique présente en solution, mais aussi le comportement des ions qui y sont présents.

I.1.2.5.2. Paramètres globaux

Les paramètres globaux considérés sont le pH, le potentiel d'oxydo-réduction (Eh), la conductivité électrique et la teneur en oxygène dissous (Berthe *et al.* 2008 ; Parodi, 2010). Une augmentation de la conductivité est corrélable à une diminution du pH car la solubilisation des espèces chargées est favorisée par les faibles pH. Ainsi, les principaux ions se retrouvent en phase liquide.

I.1.2.5.3. Paramètres liés à la matière organique

La Demande Chimique en Oxygène (DCO), l'absorbance UV et le Carbone Organique Dissous (COD) sont couramment utilisés pour évaluer la stabilité et la maturité des composts (Said-Pullicino et Gigliotti, 2007 ; Zmora-Nahum *et al.* 2005 ; Shao *et al.* 2009). Le Carbone Organique Dissous permet d'évaluer la teneur en carbone organique facilement hydrosoluble (Rendek *et al.* 2007). Sa teneur dans le compost final dépend fortement de la nature des déchets compostés. Les concentrations en COD quantifiées dans des composts de déchets sont comprises entre 3 et 4 g/kg de M.S. (Zmora-Nahum *et al.* 2005 ; Chica *et al.* 2003 ; Fang *et al.* 1999). Ainsi, un pourcentage en composés hydrophiles de 50% de la teneur en COD est représentatif d'un faible degré d'humification (Parodi, 2010 ; Chantou, 2012). Ainsi, les travaux de Zmora-Nahum *et al.* (2005) ont établi une corrélation négative entre le carbone organique dissous (COD) des composts et leurs effets sur la production. La Demande Chimique en Oxygène permet de quantifier la matière organique oxydable. Une valeur de 1220 mgO₂/l est obtenue par Bisimwa Kayeye *et al.* (2013) sur des composts de déchets ménagers solides en république démocratique du Congo. Toutes fois, il est connu que les valeurs de DCO dépendent des déchets compostés. Par ailleurs, de faibles valeurs de DCO sont indicatrices d'une forte maturité du compost (Lagier, 2000). La teneur en AGV (Acides Gras Volatiles) constitue un paramètre pertinent dans l'évaluation du degré de maturité du compost. Une teneur élevée en acides organiques est caractéristique d'une faible biodégradabilité (Berthe *et al.* 2008 ; Chantou, 2012). Associés à de faible indice SUVA, les acides organiques sont indicateurs d'une faible stabilité de la matière organique (Zmora-Nahum *et al.* 2005 ; Berthe *et al.* 2008).

I.1.2.5.4. Paramètres spécifiques de la MO

Au cours du processus de compostage, la dégradation de la matière organique s'accompagne d'une augmentation de l'aromaticité des molécules et d'une disparition des

composés à courtes chaînes aliphatiques, des polysaccharides et des alcools facilement biodégradables (Chen, 2003). La présence en grande proportion de macromolécules organiques est donc un indice de stabilisation et de maturité du compost produit. L'évaluation spécifique de la MO combine des mesures d'indice SUVA et des fractionnements de la MO selon le caractère hydrophobe. L'indice SUVA est un paramètre pertinent dans la détermination de l'état d'humification de la matière organique car il informe sur l'aromaticité des molécules (Berthe et *al.* 2008 ; Parodi et *al.* 2010). L'indice SUVA (Spécifique UV Absorbance) correspond au rapport de l'absorbance à 254nm sur la teneur en COD et s'exprime en L/cm/gC. Une valeur de SUVA élevée est caractéristique d'un degré de stabilité élevée de la matière organique (Berthe et *al.* 2008 ; Segbeaya et *al.* 2012). L'indice SUVA est classiquement corrélé au fractionnement de la matière organique selon le caractère hydrophobe et le poids moléculaire apparent. En effet, la matière organique stable ou mature est composée de molécules hydrophobes contrairement à la matière organique peu dégradée qui présente des caractéristiques très hydrophiles (Said- Pullicino et Gigliotti, 2007 ; Berthe, 2006 ; Parodi et *al.* 2011 ; Chantou, 2012).

I.3. Utilisation du compost en agriculture

Le compost, une fois terminé, sera utilisé comme amendement de sol. Sur votre potager bien sûr, mais également sur vos parterres de fleurs. Les propriétés formidables du compost sont principalement dues à la formation des complexes colloïdaux argilo-humiques (Bouchiba Siham et Bouguetouche Yasmina., 2014). L'utilisation du compost est intéressante à plusieurs points de vue :

I.3.1 Intérêts agronomiques

Les intérêts agronomiques du compost sont multiples. Il améliore la croissance des végétaux et la diffusion des éléments nutritifs aux plantes. La production végétale est ainsi améliorée. L'utilisation de compost favorise ainsi le processus de reforestation en améliorant la nutrition et la croissance des plantes mais surtout en augmentant leur potentiel de survie pendant les périodes de sécheresse (Guittonny-Larchevêque, 2004 ; CEFREPADE, 2008). Il atténue également le risque de toxicité aluminique (Sawadogo et *al.* 2008) du fait de la réduction de la mobilité de l'aluminium. Les travaux de Sawadogo et *al.* (2008) ont montré notamment que les composts de déchets permettent d'améliorer la croissance et le rendement du sorgho. De la même manière, Koledzi (2011) met en évidence l'impact positif des composts de déchets sur le rendement des carottes (de 1000 kg/ha à 2400 kg/ha). D'autres travaux ont porté sur la culture

du maïs (Kolani, 2007 ; Toundou, 2010) et les rendements obtenus par utilisation de composts de déchets sont compris entre 6 et 8 t/ha contre 1 à 2 t/ha en moyenne pour des plantes témoins.

I.4. Valorisation agronomique des composts par apport d'éléments fertilisants

Le premier intérêt des amendements organiques est donc une diminution de la part de ces engrais lixiviables et leur remplacement par des déchets organiques valorisés. Les applications de compost dans les sols améliorent durablement et efficacement la fertilité du sol selon les travaux de (Guittony-Larcheveque, 2004).

De même, cet auteur a montré que les amendements de composts favorisent le processus de reforestation en améliorant la nutrition et la croissance des plantes, et surtout en augmentant leur potentiel de survie en période de sécheresse. La valorisation agronomique des composts est aussi souvent comprise comme étant l'apport d'éléments fertilisants.

Les substances organiques sont caractérisées par trois éléments principaux : Carbone, Hydrogène et Oxygène représentant en masse plus de 90 % du résidu sec des végétaux. Cependant, de nombreux autres éléments font partie des éléments nutritifs majeurs pour les plantes. Ceux-ci sont classés en deux groupes : les macro-éléments tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre, le calcium et le magnésium présentent à des proportions de quelques pour mille à quelques pour cent de la matière sèche et les éléments nutritifs secondaires ou Oligo-éléments (proportion inférieure à 0,1 % de la matière sèche). Nous nous intéresserons plus particulièrement à trois d'entre eux : l'azote, le phosphore et le potassium.

I.4.1. Azote (N)

L'azote est l'élément fondamental de la production végétale, le « pivot de la fertilisation ». Sa disponibilité détermine le rendement. Il entre dans la composition de très nombreux éléments essentiels à la vie cellulaire : acides aminés, acides nucléiques... Le cycle de l'azote consiste en la transformation des formes de l'azote assuré par les microorganismes du sol.

L'azote minéral représente généralement moins de 5 % de l'azote total du sol et se trouve sous forme de nitrate (NO_3^-) et d'ammonium (NH_4) selon Robert (1996). L'azote organique est minéralisé en NH_4 par ammonification, puis nitrifié en NO_3^- . L'ammonification est réalisée par des micro-organismes variés alors que la nitrification n'est opérée que par certains microorganismes plus spécifiques. L'azote minéral (NO_3^- et NH_4) est susceptible d'être ensuite assimilé par les plantes, ou immobilisé dans la biomasse microbienne du sol.

La quasi-totalité de l'azote du sol est sous forme organique (Mustin, 1987). Cependant, la matière sèche des composts de déchets municipaux pouvant contenir jusqu'à 0.15% d'azote minéral (NO_3^- et NH_4^+) leur incorporation au sol peut entraîner une augmentation immédiate de l'azote minéral du sol (Ademe, 2000), ont mis en évidence une augmentation du potentiel de minéralisation de l'azote du sol après application de compost et l'ont expliqué par l'ajout d'azote fixé aux substances humiques formées pendant le compostage.

I.4.2. Phosphore (P)

Les plantes prélèvent le phosphore sous forme d'ions H_2PO_4^- et HPO_4^{2-} . Le phosphore intervient dans la constitution de certains éléments structuraux essentiels à la vie cellulaire (acides nucléiques, phospholipides), dans les échanges d'énergie (phosphorylation d'un composé organique) et dans de très nombreuses réactions métaboliques (réactivité de substrats ou changement de conformation réactionnelle de coenzyme). La disponibilité du phosphore apporté par le compost dépend de la nature du sol. En effet, le phosphore peut être immobilisé par adsorption sur des oxydes de fer et d'aluminium ou précipité lorsqu'une grande quantité est apportée. Un équilibre s'établit entre le phosphore minéralisé et le phosphore immobilisé, entraînant des disponibilités du phosphore très variables selon le type de sol (nombre de sites adsorption, pH) (Hanafi et Benaoula, 2019).

I.4.3. Potassium (K)

Le potassium est absorbé par les plantes sous la forme ionique (K^+), très mobile, dissout dans le liquide intracellulaire, où il s'accumule à des concentrations jusqu'à trois cents fois supérieures à celles du milieu environnant. Son abondance et sa mobilité en font le cation le plus important pour la création de la pression osmotique et donc de la turgescence vacuolaire.

Les flux de potassium jouent un rôle important dans le contrôle des mouvements des cellules ou d'organes (ex. ouverture des stomates). De plus, il accompagne les anions dans leur accumulation et leur migration, notamment les ions NO_3^- jusqu'à leur réduction (racine ou feuille). Les ions K^+ s'échangent, aussi, facilement contre les ions H^+ émis par les pompes à protons, leur permettant de fonctionner en continue.

L'apport de potassium par le compost est généralement faible. Chen et *al.* (1996) ont mesuré une concentration variant de 4 g/kg de MS pour les composts de boues, ce qui peut être limitant dans le cas d'un faible apport aux sols, jusqu'à 17 g/kg de MS pour les composts de fumier. Le compost de fumier est alors un bon fertilisant potassique et risque même de présenter un excès pour les plantes et d'engendrer un déséquilibre $\text{K}^+/\text{Mg}^{2+}$. Mais à l'inverse de l'azote et du

phosphore, sa disponibilité est très grande, puisque pratiquement tout le potassium est disponible (Francou, 2003).

I.5. Effets sur les caractéristiques des sols

Les composts améliorent la structure et la texture du sol et ils permettent de maintenir une meilleure capacité de rétention de l'eau. Ils améliorent les propriétés physiques (texture et structure) et chimiques du sol (Hadas et Portnoy, 1997 ; Agassi et *al.* 1998 ; Pagliai et *al.* 2004 ; Pedra et *al.* 2007) en augmentant la conductivité hydrique et en diminuant la densité (Wong et *al.* 1996), le pouvoir tampon et la Capacité d'Echanges Cationiques (CEFREPADE, 2008). Au Burkina Faso et en France, des composts ont été utilisés comme substrats organiques pour la restauration des sols dégradés (Bresson et *al.* 2001 ; Sawadogo et *al.* 2008). Ces travaux ont montré que les paramètres comme le pH, le carbone organique total, l'azote total et le phosphore disponible augmentent sensiblement dans les traitements amendés comparativement aux témoins. Toutefois, la teneur en éléments minéraux des sols diminue si les apports de compost ne sont pas répétés dans le temps.

I.5.1 Effet de la matière organique sur la structure du sol

Un des rôles de la matière organique est l'amélioration de la structure du sol, surtout dans les sols pauvres en agents d'agrégation de nature physico-chimique comme les argiles et les oxydes et hydroxydes de fer et d'aluminium, et dans les milieux secs (Baldock et Nelson, 2000 ; White, 1997 ; Franzluebbbers et *al.* 2001). La matière organique du sol intervient dans la formation et la stabilité des agrégats (Soane, 1990 ; Stevenson, 1994). Elle augmente la cohésion entre les particules minérales du sol par la formation de complexes organo-minéraux (argilo-humiques) et induit une hydrophobicité qui peut augmenter la résistance du sol à l'éclatement par humectation (Robert et Carbon, 1972 ; Nakaya et *al.* 1977 ; Chenu et *al.* 2000 ; Annabi et *al.* 2007). La fraction humique est la principale fraction organique identifiée comme étant impliquée dans la stabilité structurale d'un sol (Annabi et *al.* 2007). La formation des complexes argilo-humiques peut s'effectuer de plusieurs manières, notamment soit par fixation des macromolécules électronégatives de l'humus sur les sites électropositifs situés au niveau des bords externes des minéraux argileux, ou par l'intermédiaire de cations polyvalents tels que Ca^{2+} , Al^{3+} ou Fe^{2+} formant des ponts cationiques entre le feuillet argileux et l'humus. Les molécules électriquement neutres de l'humus peuvent quant à elles être fixées aux minéraux argileux par des forces de van der Waals ou par des liaisons hydrogène (Wierzchos et *al.* 1992 ; Piccolo, 1996 ; Albaladejo et *al.* 2008). Les MOS stimulent l'activité biologique du sol,

consolidant ainsi la cohésion et la stabilité des agrégats via plusieurs mécanismes : (i) la sécrétion de substances agrégeantes à fort pouvoir collant comme les polysaccharides et les gommes ; (ii) l'enchevêtrement mécanique des particules minérales entre les hyphes mycéliens (Dorioz et *al.* 1993 ; Beare et *al.* 1997 ; Tisdall, 1991 ; Degens, 1997). Une agrégation stable procure une bonne structure au sol, une porosité plus élevée, et une protection contre l'érosion et la formation d'une croûte de battance (Le Bissonnais et *al.* 2002 ; Tejada et Gonzalez, 2008).

I.5.2 Effet de la matière organique sur le stockage du carbone dans le sol

La matière organique du sol peut jouer un rôle de puits ou d'émetteur de carbone, principalement sous forme de dioxyde de carbone. La séquestration du carbone organique dans les sols est un moyen de réduire la concentration en CO₂ de l'atmosphère (Balesdent et Arrouays, 1999 ; Lal, 2004 ; Albaladejo et *al.* 2008).

I.5.3 Effets des composts sur les propriétés chimiques du sol et la biodisponibilité des ions

Selon Hinsinger et *al.* (2005), la biodisponibilité d'un élément minéral est sa capacité à passer d'un compartiment environnemental vers un organisme vivant donc à être mobile. La phyto-disponibilité est la forme de biodisponibilité propre aux végétaux. Cette phyto-disponibilité dépend de la mobilité chimique, de l'accessibilité ou mobilité physique et de l'assimilabilité ou mobilité biologique (Morel, 1998 ; Hinsinger et *al.* 2005).

Plusieurs modèles de prélèvement des solutés par la plante sont émis mais celui de Barber (1962) semble être le mieux adapté et fut validé pour des macroéléments tels que N, P ou K (Claassen et *al.* 1986). Selon ce modèle, le prélèvement des ions par la plante est une fonction du mouvement du soluté depuis les agrégats du sol vers la surface racinaire (rhizoplan) et d'une diffusion résultant de gradient de concentration (Sterckeman, 2008). En effet, les éléments minéraux sont transférés du sol vers la plante sous forme de solutions donc associés à un solvant, généralement l'eau dans les conditions naturelles.

La phyto-disponibilité, définie comme l'aptitude d'un élément trace à passer dans un compartiment du sol où il sera directement assimilable par une plante, dépend de plusieurs facteurs. Ces facteurs, qui sont le pH, la température, la conductivité électrique, le potentiel d'oxydoréduction et la teneur en MO interviennent non seulement dans la phyto-disponibilité des E.T.M. (Eléments Traces métalliques) mais aussi dans la bioaccumulation de plusieurs autres éléments minéraux. Le pH, la conductivité électrique et la teneur en MO du sol influencent donc le transfert de ces éléments du sol vers la plante (Petruzzelli, 1989 ; Pigozzo

et *al.* 2006).

L'absorption d'un métal ne dépend donc pas nécessairement de sa concentration dans le sol. En effet, les travaux d'Antonious et *al.* (2012) ont montré que la concentration des E.T.M. dans le sol ne reflète pas nécessairement leur biodisponibilité pour les plantes et selon Walker et *al.* (2003), la nature de la matière organique du sol joue un rôle important dans l'assimilation des éléments minéraux par la plante. La salinité élevée d'un sol peut aussi favoriser l'absorption d'autres éléments minéraux conformément aux travaux de Kovacik et *al.* (2012) dans lesquels il a été montré que le chlorure de sodium (Na Cl) favorise une bioaccumulation du cuivre chez *Matricaria chamomilla*. La conductivité électrique du sol influence également l'absorption des ions par la plante (Wong et *al.* 1996 ; Gobat et *al.* 1998). Ainsi, l'apport excessif de fumier animal sur les sols contribue à l'accumulation des sels pouvant avoir des effets dépressifs sur le rendement des cultures et certaines propriétés fertilisantes du sol (Schoeneau, 2005 ; Hargreaves et *al.* 2008). La Figure 02 présente les effets du pH sur le passage en solution du cuivre et du zinc. La solubilité du zinc est favorisée à un pH acide contrairement à celle du cuivre.

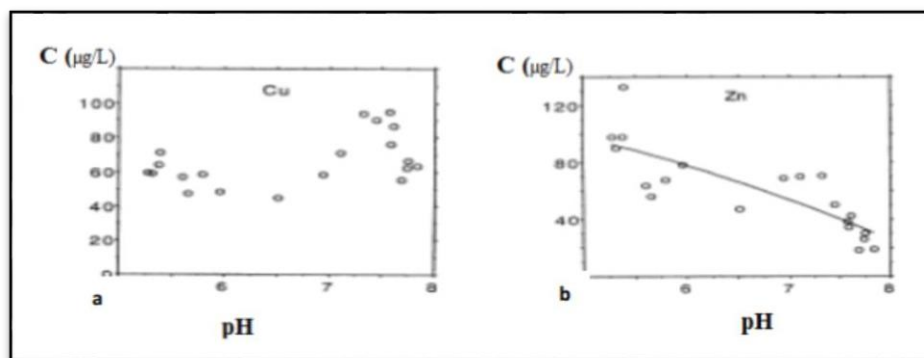


Figure 2. Effet du pH du sol sur le passage en solution du cuivre (a) et du zinc (b) (µg/L) (Tyler et Olsson, 2001)

Après le pH et la conductivité électrique, le potentiel d'oxydo-réduction est le troisième paramètre qui impacte la spéciation de plusieurs E.T.M. dans le sol. Il est surtout lié au degré d'aération du sol. Il dépend fortement du mode d'irrigation et du degré de stabilité de la matière organique apportée. Ainsi, l'anoxie modifie la mobilité de certains E.T.M. comme le fer et le manganèse dont les formes réduites sont plus mobiles que les oxydées (Alloway, 2004).

I.6. Intérêts des amendements organiques dans l'adaptation des plantes au déficit hydrique

Les mécanismes d'adaptation au déficit hydrique mis en place par la plante sont limités en cas d'un déficit hydrique prolongé et les effets néfastes du déficit hydrique sont d'autant plus précoces que le sol est pauvre en nutriments minéraux et organiques. L'amendement des sols avec les composts constitue donc un moyen pour lutter contre les impacts négatifs d'un déficit hydrique sur la croissance des plantes (Mata-González et al. 2002 ; Han-Song et al. 2010). En effet, les amendements organiques, via leur composition en micronutriments et en matière organique, intensifient le système de défense développé par les plantes en leur permettant de maintenir leurs principales fonctions. Par exemple, selon les travaux de Tartoura (2014), les composts de déchets améliorent la résistance du blé au déficit hydrique à travers une accumulation d'enzymes comme l'APX, CAT et GPX contrairement aux plantes cultivées sur un substrat sans amendement. De plus, les composts de déchets favorisent le développement racinaire et augmentent le rendement en graines du niébé en condition du déficit hydrique (Some et al. 2014). Selon Tartoura (2014), la composition chimique en nutriments des composts et la présence de substances semblables aux hormones, de substances chimiques comme l'oxyde nitrique (NO) ainsi que de certains agents biotiques confère aux composts leurs effets sur la plante. Ces substances joueraient un rôle très important dans la stimulation des voies métaboliques conduisant à la synthèse et l'accumulation de plusieurs métabolites dans les tissus des plantes (Raviv et al. 2004 ; Tejada et al. 2009). De plus, les composts renferment des substances humiques et selon Chen et al. (2003), elles agissent sur la plante en facilitant la biodisponibilité de certains nutriments particulièrement le plomb et le zinc. D'autres suggèrent que les substances organiques affecteraient directement le métabolisme de la plante. L'utilisation d'amendements organiques permet aux plantes de mieux maintenir leur teneur en eau (Some et al. 2014). Certains travaux précisent que les amendements organiques n'ont pas d'effets significatifs sur la qualité de la tomate (Fandi et al. 2008 ; Bahrapour et Zivey, 2013) alors que Tzortzakis et al. (2008) puis Azarmi et al. (2009) montrent que les amendements organiques augmentent le pH et diminuent l'acidité des fruits de tomate.

I.7. Effet de la matière organique sur les maladies des plantes

En plus des méthodes bien connues de gestion des maladies des plantes en agriculture biologique tel que la rotation des cultures, le choix des variétés résistantes et semences certifiées indemne de maladies, la solarisation du sol etc. Des approches nouvelles et intéressantes sont

explorées pour la suppression des maladies des plantes par des moyens naturels telle que l'utilisation de compost et de jus de compost.

Pour le compost, Serra-Wettling (1995), Serra-Wettling et *al.* (1997) ont révélé que l'addition de 10% en volume de compost de fraction fermentescible d'ordures ménagères, à un sol limoneux permet de diminuer voir de supprimer le développement de la Fusariose vasculaire du lin (causée par *Fusarium oxysporum*).

Des études menées par Tratch et Bettiol (1997), sur des composts biologiques ont montrés que la pulvérisation d'une solution de jus de compost à 10% de concentration inhibe la croissance mycélienne de la majorité des pathogènes testés (une dizaine dont *Rhizoctonia solanii*, *Fusarium oxysporium*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria solani*, *Septoria lycopersicii*...); la germination des spores est inhibée à des concentrations de 20% pour *Botrytis cinerea* et 10% pour *Alternaria solanii*.

Dans le même contexte Serra-Wettling et *al.* (1996), rapportent que d'autres exemples d'amélioration de la résistance du sol par apport de compost ont été observés : résistance aux rhizoctones, fusariose, fonte de semis, pourritures provoquées par *Rhizoctonia sp.* L'effet bénéfique du compost est dû à l'activité biologique et/ou à une modification physique du milieu. La résistance d'origine biologique est attribuée soit à l'ensemble des microorganismes du sol et du compost (c'est la résistance générale), soit à la présence de micro-organismes antagonistes des agents pathogènes (c'est la résistance spécifique).

II. La serre

II.1. La culture sous serre

II.1.1. Définition d'une serre agricole

La serre est une construction destinée à abriter des cultures des plantes ornementale, légumières ou fruitières, et parfois dans un but expérimentale ou didactique de toutes autres plantes, dans des conditions plus favorables ou plus sûres qu'en plein air (Berninger, 1993).

La définition de la norme française NF U57-001, déc.1984 décrit la serre comme « une enceinte destinée à la culture ou à la production des plantes en exploitant le rayonnement solaire. Les dimensions de cette enceinte permettent à un homme de travailler aisément à l'intérieur » (Bordes, 1992).

Cette structure protège les plantes grâce à une maîtrise du climat qui permet d'obtenir des

conditions optimales de croissance ou en minimisant les risques sanitaires. « L'exploitation du rayonnement solaire » directement par les mécanismes de photosynthèse, mais aussi à travers le phénomène de l'effet de serre contribue à la bonne croissance de la plante.

II.1.2. Intérêt de la serre

La serre de culture offre la possibilité de s'affranchir des contraintes climatiques extérieures (pluie, vent, froid), elle est conçue pour recréer un environnement donné (microclimat). Elle permet le chauffage de l'air et des racines, le contrôle de l'irrigation et de la fertilisation, l'enrichissement en CO₂ et le contrôle de l'humidité (Chelha, 2004). Elle joue un rôle économique en présentant des produits sur le marché en contresaison.

La serre permet ainsi d'obtenir une production végétale dans des conditions meilleures que celles existant naturellement par conséquent une meilleure qualité, du produit. Pour aboutir à ces résultats, il faut répondre minutieusement aux exigences de la culture pour les différents facteurs intervenant dans sa croissance et son développement, ceci suppose la connaissance des interactions entre ces divers paramètres. (Bordes, 1992)

II.1.3. Choix de la serre et de sac ouverture

Les principaux critères de choix d'une serre et sa couverture d'après Urban, (1997) sont les suivants :

- La transmission du rayonnement utile à la photosynthèse (elle détermine le potentiel de production) ;
- La solidité et la durabilité (attention aux zones comportant des risques climatiques) ;
- La fonctionnalité et la facilité de maintenance (elle joue un rôle dans les coûts de main-d'œuvre);
- Les économies d'énergie (quand il faut chauffer) ;
- Le prix.

II.1.4. Les différents types de serres

La serre modifie spontanément les conditions mentionnées précédemment. On distingue trois principaux types de structures de serre : la serre en verre, la serre multi chapelle couverte de plastique et la serre " tunnel " plastique (03).



Figure 3. Les trois principaux types de serres

II.1.5. Mise en place des serres

Le choix du site d'implantation des serres est essentiel. L'ensoleillement et le potentiel de production sont beaucoup plus faibles dans les régions septentrionales que dans les régions méditerranéennes. Et, ils sont plus faibles dans ces dernières que sous les tropiques. Il est bon de se rappeler aussi que les saisons sont inversées d'un hémisphère à l'autre, et que la différence de rayonnement journalier cumulé entre les régions du nord et du sud est beaucoup plus marquée en hiver qu'en été. Les régions du nord et du sud sont en fait assez complémentaires : les premières ont une vocation naturelle pour la production estivale de qualité, et les secondes ont l'avantage en hiver.

Il faut enfin garder à l'esprit que l'objectif de la production sous serre, comme de toute production, n'est pas d'atteindre le rendement maximal de produits de qualité mais de générer la marge la plus élevée possible, ce qui est infiniment plus subtil. D'autres considérations que l'ensoleillement entrent donc en ligne de compte à l'heure du choix du site d'implantation d'une serre, comme la proximité des marchés, le contexte socioéconomique, l'environnement scientifique et technique. (Urban, 1997).

III. La culture du poivron

III.1. Systématique du poivron

Le poivron vert (*Capsicum annuum* L.) appartient à la famille des *Solanaceae*. Le poivron est le deuxième légume le plus consommé dans le monde, c'est une épice très appréciée pour

son arôme. Il existe différents types de poivrons : poivron doux, sucré... etc.

Ils proviennent des régions tropicales et sont très sensibles aux basses températures, qui affectent leur développement végétatif (Guo, 2014).

III.2. Caractères physiologiques et botaniques du poivron

L'espèce poivron « *Capsicum annum* L.» est une solanacée de type annuel. Le cycle végétatif dépend des variétés, des températures aux différents stades végétatifs (germination, floraison, et maturation), de la durée de jour, et de l'intensité lumineuse (Kolev, 1976).

III.2.1. Système racinaire

Chez le poivron le système racinaire est pivotant et peut atteindre 70 à 80 cm, les racines adventives se développent et acquièrent une forme barbue. Le développement horizontal des racines serait de 50 à 90 cm, par ailleurs sa faculté assimilatrice est relativement faible par rapport à celle de la tomate (Ducreux, 1975).

III.2.2. Tige

Elle est ligneuse à la base et herbacée plus haut, suivant les variétés et les conditions de cultures, la croissance étant déterminée, ou indéterminée (Bonnal, 1981).

III.2.3. Feuilles

Elles ont une forme ovoïde de couleur verte, très souvent dotée d'une base asymétrique, lisse ou très rarement couverte de poils fins selon la variété. Les variétés à gros fruits portent normalement des feuilles grandes, longues, alors que celles de petits fruits se distinguent par des feuilles petites et étroites (Kolev, 1976).

III.2.4. Fleurs

Blanchâtres, pendantes ou dressées, elles sont situées à l'aisselle des feuilles, tandis que les pétales et les sépales sont soudés à la base. La grandeur de la fleur est l'un des critères de distinction des variétés (Laumonier, 1979).

III.2.5. Fruits

Le poivron porte des fruits sous forme de baies dont la forme, couleur, et grosseur change avec la maturation et suivant les variétés (Kolev, 1976). La couleur est verte brillante avant maturité, elle prend à maturité une couleur vive, en général rouge, mais aussi jaune, orangé, violet, marron, noir...etc. Les qualités gustatives, nutritives et diététiques du fruit sont excellentes. Celui-ci renferme 10 à 13 % de matière sèche, 4 à 6% de sucres, 1,5 à 2% de

protéines et de grandes quantités de sels minéraux, particulièrement des sels de potasse, et des vitamines, surtout la vitamine C. en effet, le poivron est 4 à 5 fois plus riche en vitamine C que le citron (Todorova et *al.*, 1997 ; Ellatir et *al.* 2003). Le poivron se distingue du piment par des fruits plus gros et plus charnus, et surtout dépourvus de substance piquante "la capsaïcine" (Ellatir et *al.*, 2003).

III.2.6. Graines

Les semences ou les graines chez le poivron sont plates, lisses, petites et riches en huile (le poids de 1000 graine \approx 6 g), leur pouvoir germinatif est étendu jusqu'à 3 à 5 ans. Chez cette espèce, il a été constaté que l'effet hétérosis s'exprime par une augmentation de la précocité et du rendement (Invuflec, 1968). D'après Kolev (1976), les variétés hybrides du poivron sont de plus en plus recherchées surtout pour la production des primeurs.

III.3. Culture du poivron

III.3.1. Choix du sol et du pH

Sol profond, bien drainé, chaud et bien pourvu en humus et en matières nutritives aisément assimilables, il humifère et alluvionnaire. (Chaux, 1994).

Le pH doit être compris entre 5.5 et 7. L'irrigation dans les sols sableux est favorable à cette culture (Valdez, 1994).

III.3.2. Exigences en chaleur

Une plante exigeante en chaleur, son optimum de croissance se situe à 24°C ; la croissance de la plante se ralentit à des températures inférieures à 13 °C ; mais une plante très sensible aux températures basses. Les températures supérieures à 35°C réduisent la fructification et la photosynthèse. (Chaux, 1994)

III.3.3. Exigences en lumière

Le poivron requiert une bonne luminosité, dans le cas contraire, le cycle végétatif du poivron se raccourcit. Les *Capsicum* sont des plantes de jours courts facultatifs, cela veut dire que la floraison se réalise mieux et est plus abondante en jours courts pourvu que la température et les facteurs climatiques soient adéquats. Les exigences photopériodiques varient de 12 à 15 heures (Valdez, 1994)

III.3.4. Exigences en eau

Une plante exigeante en humidité du sol : il faut 80-85 % d'humidité afin d'obtenir de bons

rendements. Lorsque l'humidité relative de l'air est basse (inférieure à 60 %) et la température est élevée, les fruits ne grandissent pas (Chaux, 1994)

Toute erreur en irrigation peut avoir des conséquences graves sur la production puisque la faculté restauratrice des racines du poivron est faible (Skiredj et *al.*, 2005)

III.3.5. Rotation

Le poivron fatigue rapidement le sol, la rotation des cultures est très exigeante en moyenne « 4 à 6 ans ». Mais le poivron est un bon précédent cultural pour les légumes racines (Chaux, 1994)

III.3.6. Système de culture

- Semis suivi des transplantations (Chaux et *al.*, 1994)

III.4. Obtention des plants

La mise en place de plants sains et de qualité est indispensable. L'élevage en mottes, mini mottes, petits pots plastiques de 5 par 6 ou en plaques alvéolées est recommandé. Cet élevage sera conduit en pépinière abritée, sur tablette, ou au niveau du sol sur bâche plastique en cas de grande surface à mettre en culture. Le semis se fait directement en pots ou mottes. Les semences petites sont peu enterrées (théoriquement, il est conseillé de ne pas dépasser 1,5 fois la taille de la graine). Le substrat est légèrement tassé avant le semis, et la graine est recouverte de perlite après semis. Le terreau doit être enrichi en minéraux (dans les éléments majeurs). Des applications foliaires complémentaires sont nécessaires, en particulier lorsque les irrigations par aspersion entraînent une lixiviation du terreau en éléments solubles (azote, potasse) ; les oligo-éléments compléteront utilement l'alimentation minérale (Saint Louis et *al.*, 2001).

Les semences du poivron étant sensibles à la chaleur, les semis réalisés en saison chaude seront recouverts d'une plaque de polystyrène blanc. En saison fraîche, les germinations seront améliorées par une couverture plastique transparente, qui a pour effet d'augmenter la température. Les matériaux seront retirés dès le début de la germination.

Les traitements phytosanitaires doivent commencer à la pépinière, afin d'éviter les contaminations précoces (Saint Louis et *al.*, 2001)

L'utilisation des bacs en sub-irrigation assurant une alimentation en eau par remontée capillaire permet une meilleure efficacité des traitements et en conséquence une meilleure maîtrise des maladies bactériennes et cryptogamiques (infestations moindres et contrôle chimique plus efficace).

Le temps de présence en pépinière variera selon la saison, entre 30 jours en été à 40 jours

en saison fraîche.

La taille optimum du plant à la mise en place sera d'environ de 20 cm de haut, à 8-10 feuilles, juste avant apparition du premier bouquet floral. Les plants ne devant pas être étiolés devront recevoir suffisamment de lumière. Leur écartement en cours d'élevage devra probablement être nécessaire, particulièrement par temps couvert, peu lumineux, et chaud. (Saint Louis et *al.* 2001).

III.4.1. Plantation

La transplantation a lieu 1 à 2 mois après le semis ou au stade de 5 à 6 feuilles (hauteur 10 cm). Pendant le mois qui précède la transplantation : procéder à un labour profond à 30 cm. Ensuite, affiner le sol et niveler le terrain si nécessaire. Procéder aussi à l'épandage et à l'enfouissement de la fumure de fond (organique et minérale) sur l'ensemble de la parcelle.

Faire des plates-bandes de 1m de largeur. Juste avant la plantation, procéder à une irrigation pour humidifier le sol jusqu'à une profondeur de 30 à 40 cm.

- Densité : 200 plantes pour 1are.

- Les manquants doivent être remplacés immédiatement après la reprise (Chaux Cl et Foury Cl, 1994).

III.4.2. Tuteurage

Les plants sont fragiles, les branches cassent facilement sous l'effet du poids des fruits, du vent. Il faut donc les tuteurer. Deux méthodes sont praticables :

- Plusieurs étages de deux ficelles horizontales tous les 20 à 30 cm tendues le long de la ligne des plants entrecroisés sur piquets d'un diamètre de 10 cm distants de 3-4 mètres. Ce système est mieux adapté aux rangs doubles.

- Une armature en double tous les 3-4 mètres sur la ligne de plantation sous tendant de part et d'autre deux fils de fer à 60 et 40 cm du sol et un fil unique à environ.

- 20 cm du sol au premier niveau de ramification. Ce système est bien adapté aux rangs simples.

Il est préférable en zone ventée d'attacher les plants à la ficelle se trouvant le plus près du sol. (Saint Louis et *al.*, 2001).

III.4.3. Irrigation

Une production de qualité nécessite une irrigation bien contrôlée. Celle-ci doit être réalisée en fonction de la demande climatique et adaptée aux besoins de la plante. Ceux-ci par rapport à l'E.T.P. (évapotranspiration potentielle) sont corrélés selon le stade végétatif : 0,3 à 0,5 E.T.P.

en début de culture, puis 1,0 à 1,2 E.T.P. dès la phase de grossissement des fruits et lors des récoltes.

La nouaison et le grossissement des fruits sont des phases critiques, donc l'irrigation doit être très régulière (Saint Louis et *al.*, 2001).

III.5. Choix variétal

Le choix variétal est très important, en particulier lorsqu'une ou plusieurs résistances aux maladies complètent une bonne adaptation au climat. Dans ce cas, les risques au champ sont fortement limités (Saint Louis et *al.* 2001).

Mais souvent le choix variétal est prioritairement dépendant de la demande du marché, caractérisée par une forme, une couleur, des dimensions précises des fruits. Les importateurs et les clients grossistes et détaillants jugent aussi d'après la bonne tenue du fruit à l'étalage, et donc entre autres d'après l'aptitude au transport et à la conservation (Saint Louis et *al.* 2001).

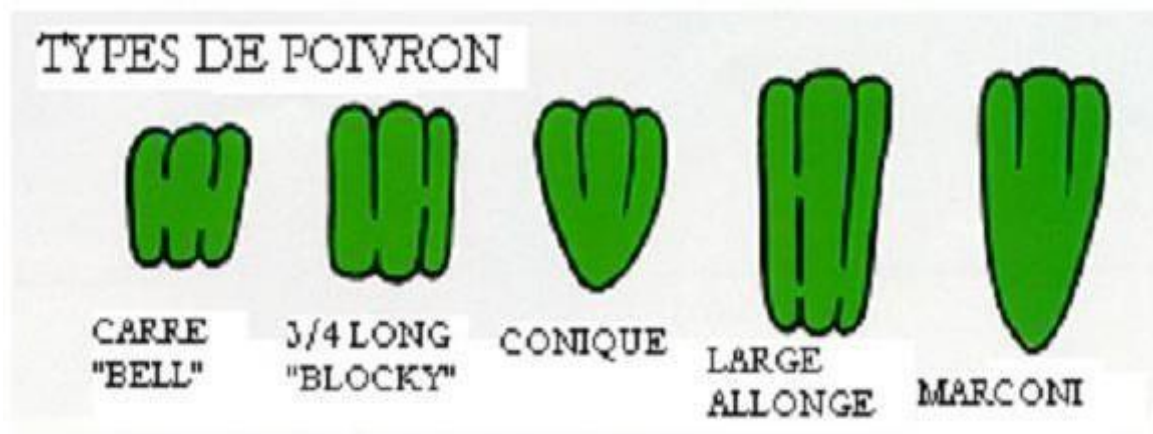


Figure 4. Les différents types du poivron (Saint Louis et *al.*, 2001)

III.6. Fertilisation minérale

Le poivron a un système racinaire sensible à l'asphyxie ; d'autre part il craint la sécheresse. Sa tolérance à la salinité est moyenne, sa sensibilité au manque de magnésium est forte. S'il préfère les sols à pH 6,5 – 7,0 il tolère des pH plus bas (5,5) ou plus élevés (8,5).

Les préparations de sol devront être profondes, la structure du sol grumeleuse, et le sol enrichi par une bonne fumure organique. Il est important de bien connaître le rythme d'absorption pour les différents éléments minéraux (Saint Louis et *al.*, 2001).

Le poivron se révèle comme une plante très exigeante en fumier, son excès et son manque provoquent des troubles physiologiques, et des perturbations dans le métabolisme protéique (Nicola, 1970).

- Le poivron exige une grande quantité de fumures minérale et organique.
- L'épandage du sol se fait 15 à 30 jours avant transplantation.
- Les besoins de poivron dépendent du stade végétatif, on distingue 03 stades :

(Chaux Cl et Foury Cl, 1994).

Tableau II. Les besoins du poivron selon son cycle végétatif.

Stade	Produit	Quantité
5 jours avant Transplantation	NPK 11 22 16	4,5kg/HA.
	K ₂ SO ₄	1,6g/HA.
Floraison	NPK 11 22 16	2,7kg/HA.
	K ₂ SO ₄	2kg/HA.
	Urée	0,4kg/HA.
Production	La consommation en éléments minérales est plus forte.	

III.7. Situation phytosanitaire du poivron

III.7.1. Contre les adventices

III.7.1.1. Culture en sol nu

En pré plantation utiliser la technique du faux semis avec parquât ou glyphosate selon les adventices présentes ; et (ou) linuron (500 g de matière active/ha) ou chloral 48 heures avant plantation.

En post plantation utiliser un anti graminée tel fluazifop-p-butyl et sur autres adventices des désherbants autorisés en cultures de poivron moyennant protection des plants (glyphosate, paraquat) (Saint Louis et *al.*, 2001).

III.7.1.2. Culture avec paillage du sol

Le poivron supporte bien le paillage plastique du sol, couleur noir en saison fraîche, blanche sur fond noir en saison chaude, à condition d'assurer une irrigation localisée en goutte-à-goutte (Saint Louis et *al.*, 2001).

III.7.2. Contre les maladies

Le poivron est sensible à de nombreuses maladies dont certaines sont particulièrement agressives sur le territoire.

- Fontes des semis entraînant des manques à la levée ;
- Flétrissements de plants causés par des champignons ou des bactéries du sol ;
- Maladies foliaires et des fruits (Saint Louis et *al.*, 2001).

III.7.3. Contre les ravageurs

Plusieurs ravageurs sont préjudiciables à la culture du poivron, et surtout peuvent être des insectes de quarantaine dans les pays importateurs. Pour ce dernier point il faut se reporter au cahier des charges précisé par les Services phytosanitaires du Territoire qui donneront habilitation à exporter.

- Les jeunes plants sont souvent attaqués ;
- La mouche mineuse, *Liriomyza sativae* ;
- Les aleurodes, mouches blanches, *Trialeuro des vaporarium*, *Bémiciatabaci*, *B. argentifolii* ;
- Les pucerons sont fréquents ;
- Les acariens sont dangereux ;
- Les attaques de Thrips sont fréquentes ;
- Les chenilles de plusieurs lépidoptères peuvent attaquer les poivrons ;
- Les larves des mouches des fruits – *Bractoceratryoni*, *B. curvipennis* (Saint Louis et *al.*, 2001).

III.7.4. Contre les nématodes

Les nématodes sont des vers ronds microscopiques qui vivent dans le sol. Ils se nourrissent et se multiplient sur les racines des plantes (Bélair, 2003).

Les nématodes des racines noueuses présentent un problème important. Ils provoquent des galles (des tumeurs cancéreuses) sur les racines des plantes. Les symptômes apparents de l'infestation par les nématodes sont la chlorose, le retard de croissance, le flétrissement, la sénescence précoce et la chute de rendements (Csizinszky *et al.*, 2005).

CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

I. Présentation de la région d'étude

I.1. Situation géographiques

La wilaya de Mostaganem est située sur le littoral Ouest du pays, elle dispose d'une façade maritime de 124 km. Le Chef-lieu de la wilaya est situé à 365 km à l'Ouest de la capitale et 80 km à l'est d'Oran. Elle couvre une superficie de 2269 km² et est limitée :

- À l'Est par les wilayas de Chlef et Relizane
- Au Sud par les Wilayas de Mascara et Relizane
- À l'Ouest par les Wilayas d'Oran et Mascara Au Nord par la Mer Méditerranée

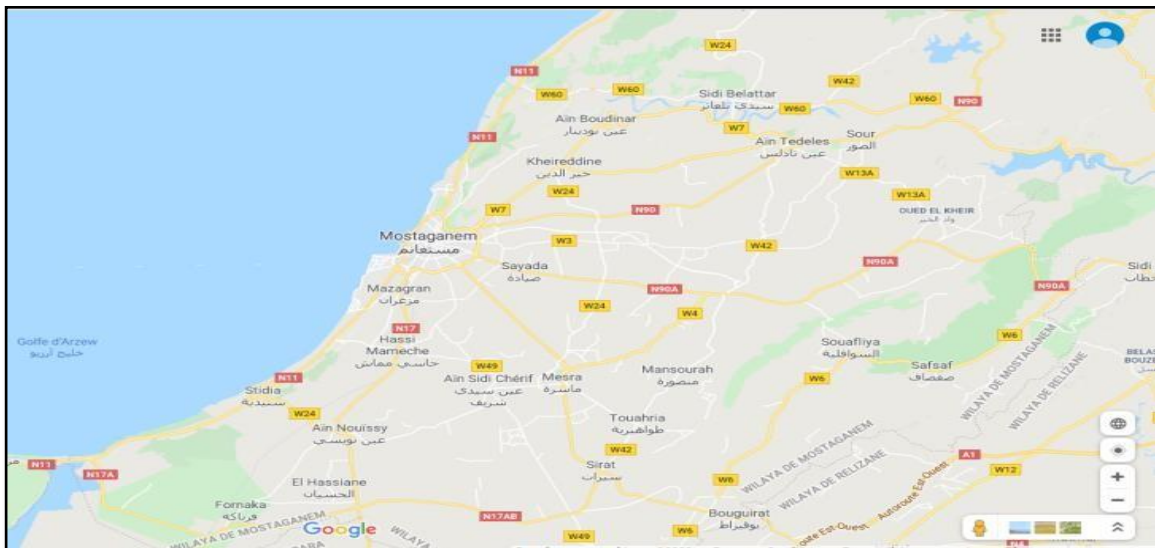


Figure 5. Situation géographique de la wilaya de Mostaganem (Caci.dz, 2020)

I.1.1. Climat

D'un point de vue climatique, la région se caractérise par l'irrégularité de ses précipitations, dont la moyenne annuelle ne dépasse les 350 mm sur le plateau et avoisine le 400 mm sur le Dahra, avec une humidité relativement oscillante qui varie entre 60 et 70%. Pendant la période estivale. Le climat en hiver, doux et chaud en été est une caractéristique des climats semi-arides (Boualem, 2009).

Tableau III. Valeurs climatiques moyennes et totales annuelles (tutiempo.net. 2020)

Année	T	TM	Tm	PP	V	RA	SN	TS	FG	TN	GR
2003	18.3	23.8	13.3	333.54	-	52	1	1	12	0	0
2004	17.7	23.5	12.6	401.64	6.7	55	1	15	22	0	0
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	18.3	24.4	13.2	557.04	7.1	67	0	7	18	0	0
2007	17.4	23.0	12.3	407.45	7.3	62	0	12	15	0	0
2008	17.8	23.3	12.7	466.85	-	67	1	15	10	0	0
2009	18.3	24.1	13.1	267.49	8.9	48	0	16	15	0	0
2010	18.3	23.7	13.1	429.04	8.4	81	0	4	9	0	0
2011	18.2	24.3	12.7	428.76	6.2	58	0	7	24	0	1
2012	17.7	23.7	12.1	500.93	7.0	59	0	11	24	0	1
2013	17.3	22.9	12.1	557.29	-	60	0	8	8	0	0
2014	17.8	23.6	12.4	470.37	7.2	52	0	11	4	0	0
2015	17.9	24.1	12.4	299.46	6.4	37	0	17	9	0	1
2016	18.3	24.1	13.0	270.53	6.7	50	0	14	14	0	1
2017	19.6	23.5	12.9	325.38	8.7	36	0	6	6	0	0
2018	-	-	-	-	-	49	0	6	13	0	0
2019	19.6	23.1	13.0	265.18	8.2	30	0	7	10	0	1

Tableau IV. Interprétation des valeurs climatiques moyennes annuelles

T	Température moyenne annuelle
TM	Température maximale moyenne annuelle
Tm	Température minimale moyenne annuelle
PP	Précipitation totale annuelle de pluie et/ou neige fondue (mm)
V	Vitesse moyenne annuelle du vent (Km/h)
RA	Total jours de pluie Durant l'année
SN	Total jours de neige Durant l'année
TS	Total jours de tempête Durant l'année
FG	Total jours de brouillard durant l'année
TN	Total jours de tornade sou nuages Edenton noir Durant l'année
GR	Total jours de grêle Durant l'année

I.1.2. Le Sol

Nous distinguons deux grandes zones dans la wilaya : le plateau de Mostaganem dont la superficie est de 88 629 ha (62%) avec un sol à texture généralement sablonneuse, et la plaine du Dahra, dont la superficie est de l'ordre de 55 060 ha (38%), avec des sols à texture généralement argilo-limoneuse et dont la pente varie de 3 à 25% (DSA, 2015).

I.2. Site expérimental

L'étude dans la région de Mostaganem a été réalisée sous une serre installée au niveau de la ferme expérimentale de l'université de Mostaganem «ex ITA ». Cette ferme est bordée au nord par la daïra de Mostaganem, au sud par la daïra de Hassi Mameche, à l'ouest par la commune de Mazagran et à l'est par Toudert, 1991. Cette ferme expérimentale s'étend sur une superficie de 63,24ha (Toudert, 1991).

D'un point de vue climatique, la région se caractérise par un climat semi-aride avec une hygrométrie comprise entre 60 à 70% pendant la période estivale. Les températures moyennes oscillent entre 25 et 30°C en été et de 6 à 13°C pendant l'hiver (Ghelamallah A., 2016).

I.2.1. Caractéristiques du sol de la zone d'étude

Selon Toudert (1991), les caractéristiques du sol du site expérimental sont comme suit :

- ✓ L'ensemble des terres sont d'une manière générale très légère de structure possédant une texture limono-sableuse avec une proportion de sable élevée, ces terres sont adaptables aux cultures maraîchères avec un taux de 90%.
- ✓ Un pH alcalin voisin de 8,5.
- ✓ Une teneur plus ou moins faible en matière organique,
- ✓ Absence de salinité, car l'excès de teneur en sel est l'un des soucis principaux avec l'eau utilisée pour l'irrigation. Une concentration élevée en sel dans l'eau ou dans les sols affectera négativement le rendement des récoltes, provoquera une dégradation des sols et une pollution des eaux souterraines.



Figure 6. Carte de situation du site expérimental au 1/25000 (Extrait de la carte de l'Etat-major de Mostaganem, 1960)



Figure 7. Localisation de la ferme (A) et Site d'expérimentation (B) (Google Earth, 2020)

CHAPITRE III : MATERIELS ET METHODES

I. Matériels

I.1. Matières organiques

I.1.1. Description des composts étudiés

Les trois composts étudiés par expérience proviennent de différentes plateformes représentées des composts : de fumier bovin et ovin et de résidus de débris végétaux, leur fabrication est traditionnelle ; Ils sont traités sur une station non loin du site expérimental (dans la ferme expérimentale de l'université ibn Badis de Mostaganem qui située dans la commune de Hassi-Mamache) par des étudiants de l'année passée.



Figure 8. Le composte utilisé (Boukhari, H et Belmiloud, K, 2019)

-/ Le compost stocké :

- Les déchets des composts stockés sont transportés jusqu'à la station d'expérimentation (sous serre) dans la ferme agronomique de l'université (ferme de Mazagran).

I.1.1.2. Les types des composts :

1. Le compost bovin : Il s'agit de compost de bovin issu de fumier de vaches (vaches laitières de la ferme de Hassi-Mamache).

2. Le compost ovin : Il s'agit de compost d'ovine frais issu de fumier de chèvres et brebis.

3. Le compost des débris végétaux : C'est un compost composé de feuilles sèches, de branches et de bois.

I.1.1.3. Les résultats d'analyses

Les résultats d'analyses des différents types de compost utilisés sont représentés sur le tableau suivant :

Tableau V. Caractéristiques des trois types de composts utilisés en 2019

Type de compost	pH	T(C°)	C%	N%	M.O%	CE (ms/s)	CEC (meq/100g)	C/N (%)	PAC(Kg)	PACR(Kg) D<5mm	PRNB(Kg) D>5mm
Compost bovin	8,02	31,4	24,85	0,7	41,71	3,14	30	35,5	2650	729	231
Compost ovin	7,37	31	30,45	0,35	52,35	1,3	28,5	87	100	29	6
Compost végétal	7,81	32,5	6,3	1,57	10,82	1,93	12,75	4,01	2400	1029	368

I.2. Matériel végétal

La plante sur laquelle l'étude a été menée est le poivron. Il s'agit de la variété « Magister » hybride F1. Cette variété très plastique est très cultivée à l'ouest de l'Algérie sous serre comme en plein champ. Elle donne un bon rendement (600 à 800 quintaux par hectare) et une récolte homogène durant tout le cycle végétatif, dont les caractéristiques sont :

Tableau VI. Caractéristiques du matériel végétal

Les feuilles	une forme ovoïde de couleur verte avec une longueur de 07 à 12 cm et couverte par des poils
La tige	Elle est ligneuse à la base et herbacée avec longueur de 50 à 75 cm
Le système Racinaire	le système racinaire est pivotant et peut atteindre 70 à 80 cm Le développement horizontal des racines
Les fleurs	Blanchâtres, pendante sous-dressées avec de largeur 2 à 3 cm
Les fruits	La couleur est verte avec une forme allongée avec une taille de 8 à 9 cm de largeur et de 20 à 22 cm de long
Les maladies et ravageur	La mouche mineuse, Les aleurodes, mouches blanches, Les acariens, Thrips, puceron, la mosaïque du tabac (T.M.V.), nécroses, L'oïdium



Figure 9. Poivron utilisé (Originale, 2020)

II. La méthode

II.1. Le dispositif expérimental

II.1.1. Le Protocole expérimental

Le dispositif de split plot d'une superficie de 400 m² (sous serre), est divisé en 3 blocs (01 traitement par bloc). Les blocs consistent de six alignements de parcelles élémentaires (5 répétitions de traitement et d'une ligne de témoin appliquée pour chaque bloc). Chaque parcelle élémentaire occupe une superficie de 2,4m² (soit longueur = 6m et largeur = 0,40m) et l'ensemble des parcelles entourées d'une bordure.

A)-Les Traitements : Les traitements sont les suivants :

1^{er} traitement: compost bovin (5 répétitions des traitements) + ligne de témoin (traitement T0).

2^{ème} traitement: compost ovin (5 répétitions des traitements) + ligne de témoin (traitement T0).

3^{ème} traitement : Le compost de débris végétaux (5 répétitions de traitements) + ligne de témoin (traitement T0).

Les différents traitements appliqués sont présentés aux (Figure 10) et correspondent aux 5 répétitions de traitement, comparés à un témoin. Afin d'étudier l'effet des composts sur les plantes.

B)- Croquis du dispositif expérimental :

Dans la planification de l'essai en serre, Chaque bloc est constitué de parcelles semblables entre elles, de dimension de 2,4m². La répartition des traitements sur les parcelles d'un bloc séparées entre elles par une allée à distance variable de 40cm à 125 cm de largeur.

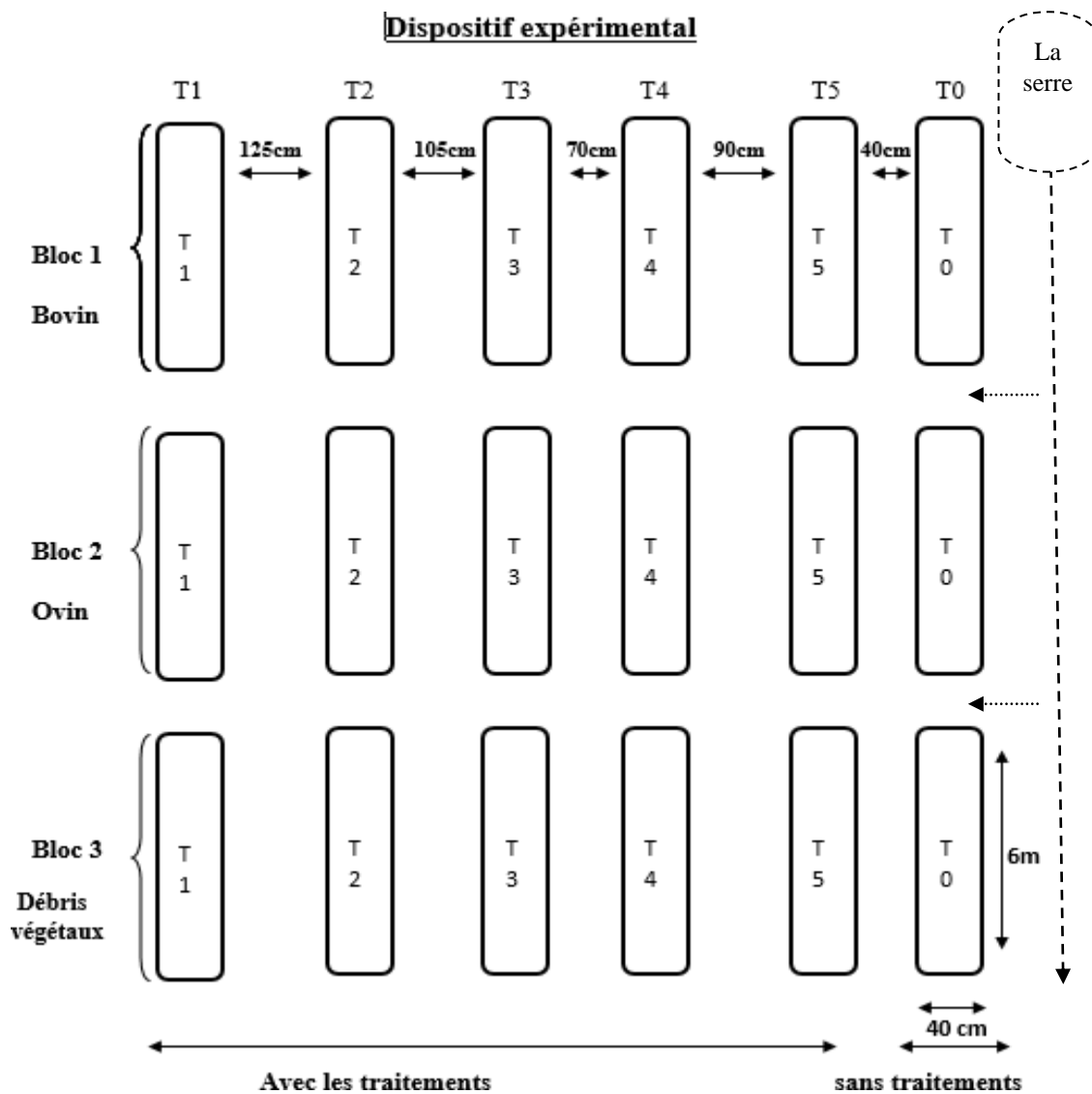


Figure 10. Le dispositif expérimental

Bloc 1,2,3 : ils représentent différentes parties de la serre	m : mètre cm : centimètre	T0 : traitement témoin	T1,2,3,4,5 : répétition de traitement
--	--	-------------------------------	--



Figure 11. Le dispositif expérimental (Originale, 2020)

II.2. Conduite des travaux (Fiche technique de l'essai)

Pour atteindre les objectifs assignés à ce travail de recherche, les itinéraires techniques, les méthodes liées à la détermination des paramètres et à l'analyse statistique et les méthodes de comparaison des données ci - après ont été mise en place.

II.2.1. Préparation du sol

Pour atteindre l'objectif assigné au travail du sol, il est nécessaire de recourir à plusieurs opérations, tout en préservant la stabilité structurale du sol. Au cours de la préparation du sol un labour a été effectué, à l'aide d'un tracteur mécanique muni de disques « Charrue à Disques » a été fait le 09/11/2019, qui a pour but de retourner la terre jusqu'à une profondeur de 30cm et de détruire les mauvaises herbes ; Ensuite, affiner le sol et niveler le terrain si nécessaire par un passage de « Cover crop » le 10/11/2019.

A)-La méthode d'utilisation de compost

L'épandage a été réalisé le 11/11/2019 suivi par l'enfouissement des composts à une profondeur de 30 cm, afin de limiter la volatilisation de l'azote sous forme d'ammoniac (NH_3), les composts utilisés sont le compost d'ovin , de bovin et de débris de végétaux distribués dans trois parties de la serre.



II.2.2. Mise en place de l'essai :

Après avoir effectué la préparation du sol, la mise en place de l'essai a été faite suivant le dispositif expérimental et la figure (13) ci-dessous.



Figure 13. La mise en place du dispositif expérimental (Originale, 2020)

II.2.3. Transplantation

La transplantation et le repiquage ont été effectués 24 jours après l'enfouissement du compost le 05/12/2019. Les plantules ont été plantées à une distance de 40 cm sur les rangées et de distances varies entre les lignes. Chaque bloc comporte six (6) lignes et chaque ligne contient (14) plantes.

II.2.4. Entretien

Pour atteindre les objectifs du travail les opérations suivantes ont été appliquées : l'irrigation, le binage, les désherbages et les soins phytosanitaires de des différents traitements.

A)- L'irrigation

Etant assurée par un dispositif élémentaire de « goutte à goutte », nous avons effectué une irrigation tous les sept (7) jours durant le moment pré florale et deux irrigations par semaine après la floraison.

B)- Désherbage ; binage

Ils sont effectués afin de supprimer les adventices et le sarclage à (3 cm de profondeur) pour l'aération du sol.

Tableau VII. L'Entretien pendant la période de l'essai

Date	L'Entretien pendant la période de l'essai	
	Désherbage (manuel)	Binage (griffe à 2 dents)
30/01/2020	☆	
11/02/2020	☆	
25/02/2020	☆	
03/03/2020	☆	
04/03/2020		☆
14/03/2020	☆	



Figure 14. Le désherbage manuel (Originale, 2020)



Figure 15. Le binage manuel (Originale, 2020)

C)- Soins phytosanitaires

Pour diminuer les incidences des insectes (pucerons, acariens rouges et fourmis) sur les plantes, l'utilisation d'ABAMECTINE a été appliquée deux fois pour lutter contre les pucerons et les acariens rouges, à un intervalle de sept jours. L'ACETAMPRIDE a été appliqué une fois durant le traitement pour lutter contre les pucerons, enfin on a utilisé le CHLORPYRIFOS- ETHYL pour lutter contre les fourmis.

Tableau VIII. Traitements phytosanitaires effectués

Date	Produit utilisé		Ravageurs contrôlés
	Matière active	Dose	-
26/02/2020	ABAMECTINE	50 ml /hl	PUCERONS
08/03/2020	ABAMECTINE	50 ml /hl	PUCERONS+ACARIENS ROUGES
12/03/2020	CHLORPYRIFOS-ETHYL	2,5%	FOURMIS
15/03/2020	ACETAMPRIDE	10-12,5 g/hl	PUCERONS

NB : les itinéraires techniques ont été appliqués de façon identique à toutes les parcelles expérimentales.

II.2.5. Variables évaluées

Les données ont été collectées dépendamment des Variables suivantes qui sont divisées en deux groupes.

Tableau IX. Variables évaluées au cours de l'expérimentation

Groupe A : Variables mesurées	Groupe B : Variables observées.
1-Nombre des feuilles par plante.	1-Types de ravageurs.
2-longueur de tige (hauteur) par plante	2-Types de mauvaises herbes.

II.3. Méthode d'étude

II.3.1. Mesure des paramètres physiologiques et agronomiques

II.3.1.1. Paramètres de croissance :

La hauteur et le nombre moyen de feuilles sont les paramètres physiologiques de croissance.

II.3.2. Evaluation des paramètres physiologiques et agronomiques

La hauteur et le nombre de feuilles au moment de la période végétative et florale sont les deux paramètres de croissance totale qui permettent de mesurer les effets de ces 3 composts sur le comportement des plantes du poivron qui sont réalisés sous serre.

II.3.2.1. Echantillonnage

Notre échantillonnage s'est basé sur 10 plants dans chaque parcelle élémentaire, pris au hasard sur lesquels on a fait les mensurations (longueur de tige et nombre des feuilles)

Nous précisons que les relevés ont été effectués tous les 15 jours à partir du mois de février, Une première application a été effectuée le 03/02/2020, suivie d'un deuxième comptage effectué le 23/02/2020, et la dernière application a été faite le 15/03/2020.

La hauteur de la plante (H, cm), est prise à la période végétative-florale, du niveau du sol au sommet du bourgeon terminal pour chaque plante.



Figure 16. Échantillonnage et mesure de la hauteur de la tige (Originale, 2020)



Figure 17. Le comptage du nombre des feuilles (Originale, 2020)

Tableau X. Représentation du mode d'échantillonnage des plantes dans les parcelles

Les traitements Les blocs	T1	T2	Etc...T3.T4.T5.T0
Bloc 1	*Plante1 Plante *Plante 2 Plante *Plante 3 Plante *Plante 5 Plante *Plante 6 Plante *Plante 7 Plante *Plante 8 Plante *Plante 9 Plante *Plante 10	Plante *Plante1 *Plante 2 *Plante 3 Plante *Plante 4 *Plante 5 Plante *Plante 6 *Plante 7 Plante *Plante 8 Plante *Plante 9 *Plante 10	Etc....
Bloc 2	Etc.	Etc.	Etc...
Bloc 3	Etc.	Etc.	Etc...

II.4. Les difficultés rencontrées durant l'expérience

La réalisation de cette étude n'a pas été aussi facile qu'on l'imaginait, nous avons rencontré plusieurs difficultés qui n'ont pas entravées notre volonté de réaliser ce travail, parmi celles-ci nous citons :

- ✚ Avoir accès à la serre deux mois après la plantation de la culture qui était dans un état de déficit de croissance à cause de l'abondance des mauvaises herbes et des pucerons, qui font l'objet d'étude d'autres étudiants ;
- ✚ L'utilisation des composts de l'année précédente dont les caractéristiques ont été déterminées après quatre mois de compostage (composts immatures). En effet, la durée de compostage d'ENPRO (Ecosystème Naturel Propre) s'étend sur 7 mois contrairement aux composts utilisées dans le cadre de cette étude pour laquelle la durée de compostage est de 10 mois, ont certainement changé après six mois de stockage par (l'état d'humification de la matière organique, le rapport C/N, concentration des éléments fertilisants, CEC,.....etc.).
- ✚ Parmi les raisons qui nous ont empêchés d'interpréter correctement les résultats obtenus, l'absence d'analyse du sol qui nous mène à un éventuel apport d'engrais ou de compost ;
- ✚ Nous citons aussi la densité de plantation qui n'a pas été respectée ainsi que l'espace interlinéaire qui varie de 40cm entre le témoin et le traitement T5, alors qu'il fallait plus de 1m entre le T1 et T2 ;
- ✚ Parmi les contraintes que nous pouvons citer, l'exposition au soleil qui était du côté des lignes de droite alors que celles de gauche où la ligne témoin était présente étaient à l'ombre (sous l'influence des arbres près de la serre et des mauvaises herbes

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

SUIVI DE LA CROISSANCE DES PLANTES CULTIVEES DANS TROIS TYPES DE COMPOSTS :

Cette partie présente les résultats de la croissance et effet des trois types de composts (bovin, ovin, débris végétaux) afin d'évaluer leur valeur agronomique et identifier leur rôle sur la croissance des plantes, et également étudier les conditions environnementales pour mettre en évidence les effets des composts à la serre qui sont présentés dans cette partie.

I. Partie 01. Les effets des composts sur la hauteur des plantes du poivron

I.1. comparaison dans chaque bloc

I.1.1. premier comptage

I.1.1.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements

L'étude des analyses statistiques permet de savoir si les traitements sont significatifs ou pas au cours du premier comptage. L'analyse statistique est illustrée dans la figure ci-dessous.

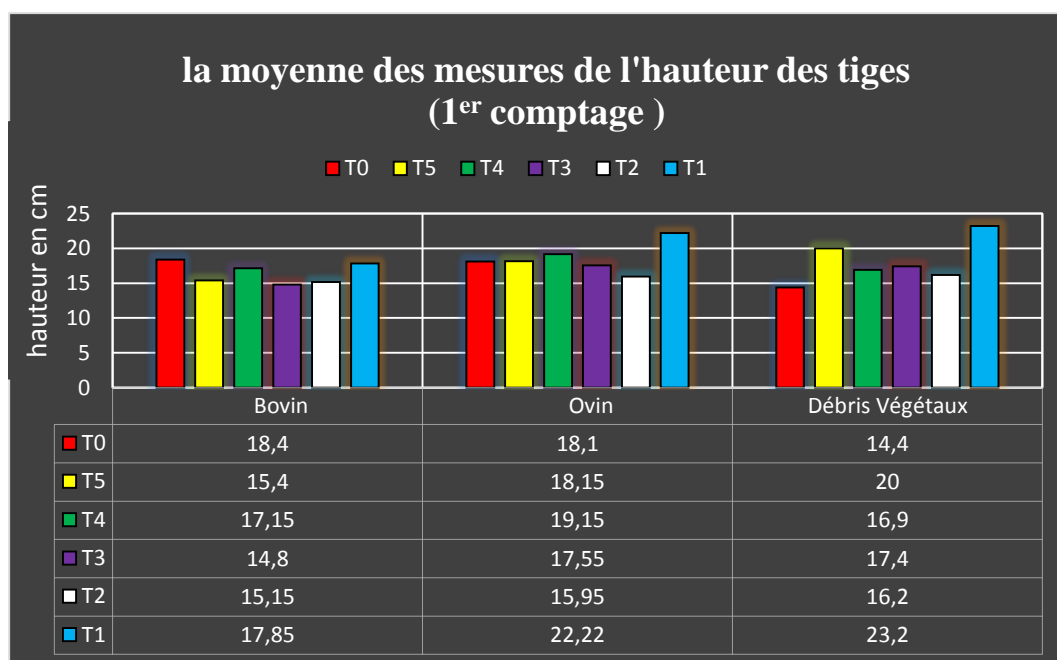


Figure 18. Les résultats représentent la moyenne des mesures de hauteur des tiges de 10 plants sur les cinq traitements et le témoin au cours du premier comptage

A. Bovin

Le suivi des hauteurs des plantes au cours de la croissance met en évidence les résultats obtenus pour les traitements T1, T2, T3, T4 et T5 qui sont inférieurs à celui du témoin.

B-) Ovin

Sous le deuxième bloc, seul le traitement T1 améliore la croissance de la plante avec une hauteur considérée (+ 4 cm), alors que les traitements T5, T4, T3 représentent des croissances non statistiquement différentes au traitement témoin. Le traitement T2 présente une hauteur faible par rapport au traitement témoin.

C-) Débris Végétaux

Les plantes obtenues pour les traitements T2, T3, T4 et T5 ont des croissances (+6 cm) supérieures à celles du témoin. Alors que les plantes cultivées sur le traitement T1 représentent les hauteurs les plus élevées en moyenne de +9 cm à celles observées pour le traitement témoin.

I.1.1.2. La comparaison entre le témoin et la moyenne des cinq traitements

Les résultats des moyennes des comptages obtenus sont représentés au tableau XI.

Tableau XI. Moyennes des hauteurs des plantes pour chaque type de compost et la moyenne du témoin au cours du premier comptage

Les blocs	Bovin		Ovin		Débris végétaux	
	Témoin	M. traitement	Témoin	M. traitement	Témoin	M. traitement
Les moyennes des traitements	18,40	16,07	18,10	18,60	14,40	18,74
Valeur de croissance par rapport au T0	-2,33 cm		0,50 cm		4,34 cm	
les résultats de la croissance	Moins que le T0		Plus faible		Considérable	

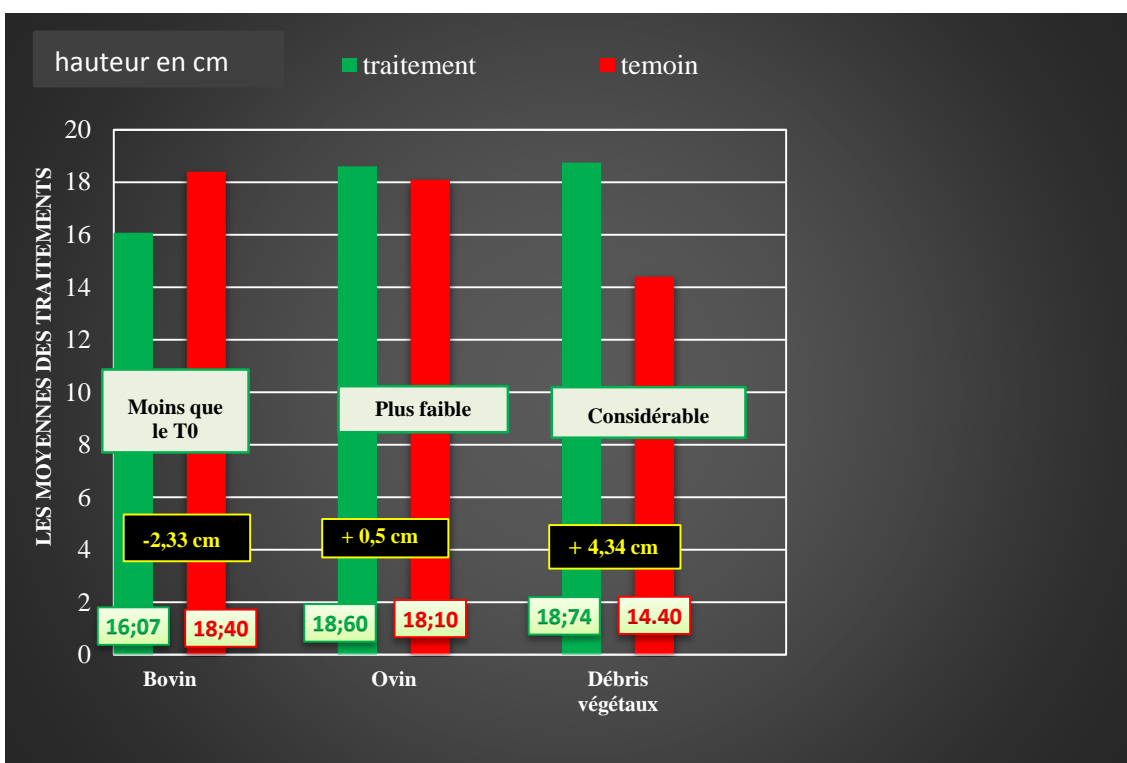


Figure 19. Moyennes de la hauteur des plantes pour chaque type de compost et du témoin au cours du premier comptage.

Les résultats de la croissance des hauteurs des tiges du compost bovin et ovin sont presque identiques à ceux du traitement témoin. Seul le compost des débris végétaux améliore la croissance des plantes avec une hauteur supérieure au traitement témoin à 4cm.

I.1.1.3. Discussion partielle

Quel que soit les traitements, les conditions et la durée (2 mois après repiquage) des traitements aux composts bovin et ovin, ne présentent aucun effet significatif vis-à-vis à celui du témoin. Le traitement avec les débris végétaux améliore la croissance des plantes (au cours du premier comptage). En effet, le faible résultat de croissance s'explique par la présence des mauvaises herbes et l'attaque des pucerons identifiés au cours du premier comptage.

I.1.2. Le deuxième comptage

I.1.2.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements

Les études des analyses statistiques permettent de savoir si les traitements sont significatifs ou pas au cours du deuxième comptage. L'analyse statistique est représentée dans la figure 20.

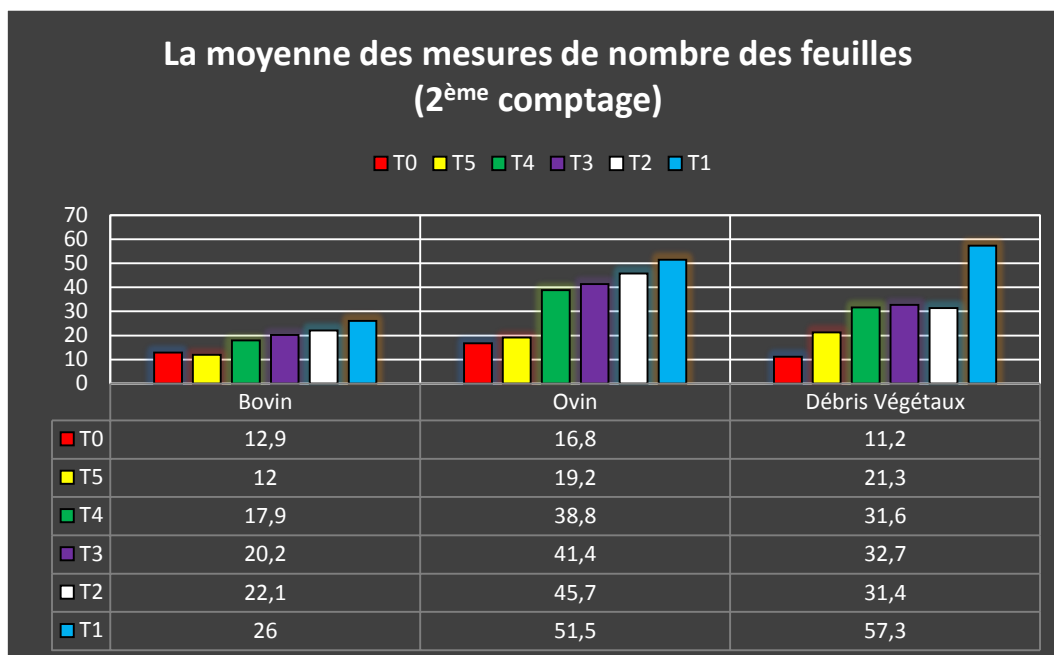


Figure 20. Les résultats représentent la moyenne des mesures de la hauteur des tiges de 10 plants sur les cinq traitements et le témoin au cours du deuxième comptage

A-) Bovin

Le suivi des hauteurs des plantes au cours de la croissance met en évidence que les longueurs obtenues pour les traitements T2, T3 et T4 ont une croissance non significative par rapport au témoin. La hauteur des plantes calculée pour le traitement T5 est inférieure au témoin en moyenne de -2 cm. Alors que, seul le traitement T1 améliore la croissance des plantes avec une hauteur considérable (+5 cm que le témoin).

B-) Ovin

Le traitement T5 présente une hauteur inférieure à celle mesurée pour le traitement témoin. Alors que les plantes obtenues pour les autres traitements (T2, T3, T4) représentent des croissances significatives par rapport au traitement témoin. Tandis que celles cultivées sur la ligne T1 présente la croissance la plus élevée (+9 cm que le témoin.)

C-) Débris Végétaux

Les traitements T2, T3, T4 et T5 améliorent la croissance des plantes avec des hauteurs supérieures au traitement témoin (+6 cm). La croissance de la hauteur la plus élevée est obtenue par les plantes cultivées sur le traitement T1 (+15cm que le témoin).

I.1.2.2. La comparaison entre le témoin et la moyenne des cinq traitements

Les résultats des moyennes des comptages obtenus sont représentés dans la figure 21.

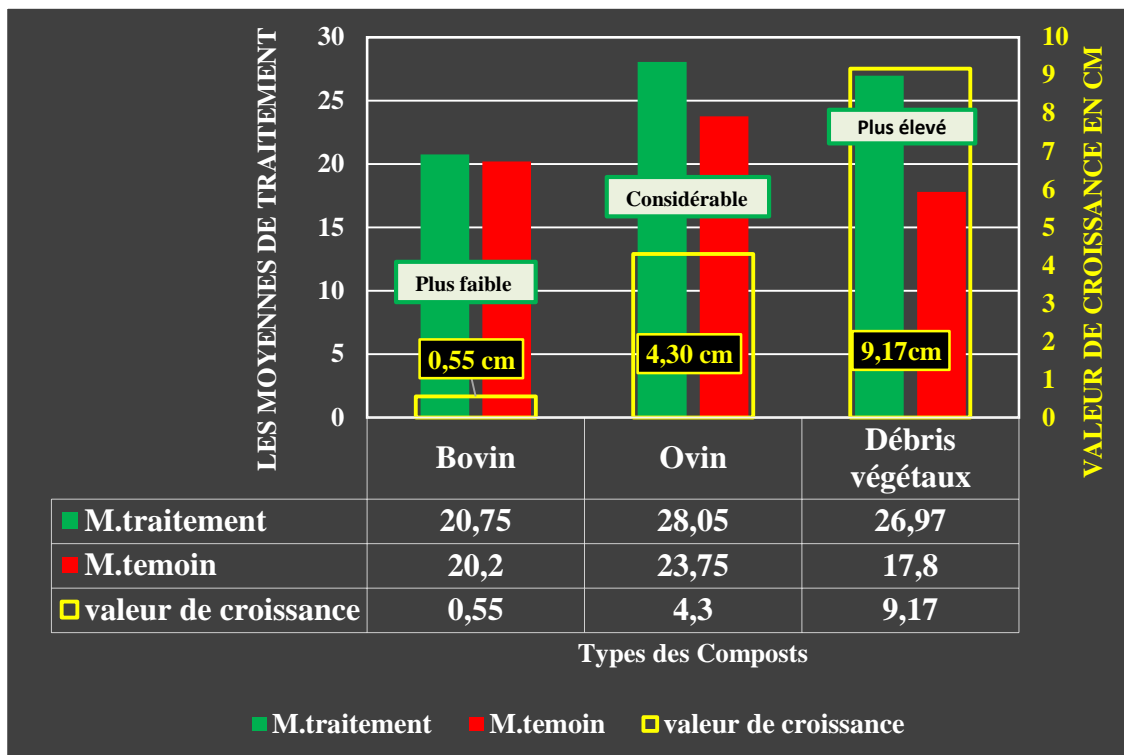


Figure 21. Les moyennes de la hauteur des plantes pour chaque type de compost et du témoin au cours du deuxième comptage

Le résultat de croissance de l'essai au compost bovin est presque identique à celui mesuré pour le traitement témoin. Tandis que le traitement ovin représente un rapport de croissance élevée en comparaison au traitement témoin (+ 4 cm). Cependant, la croissance des plantes la plus élevée par rapport au témoin est obtenue par les plantes cultivées sur le compost de débris végétaux en moyenne (+9,17 cm).

I.1.2.3. Discussion partielle

Le compost de bovin appliqué, ne présente aucun effet sur le témoin par rapport aux résultats obtenus par le compost ovin et les débris végétaux. Retenons que le deuxième comptage présente une augmentation significative par rapport au premier. Ces résultats justifient l'intérêt de procéder à deux désherbages à intervalle.

I.1.3. Le troisième comptage

I.1.3.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements

Les études des analyses statistiques permettent de savoir si les traitements sont significatifs ou pas au cours du troisième comptage. L'analyse statistique est représentée figure 22.

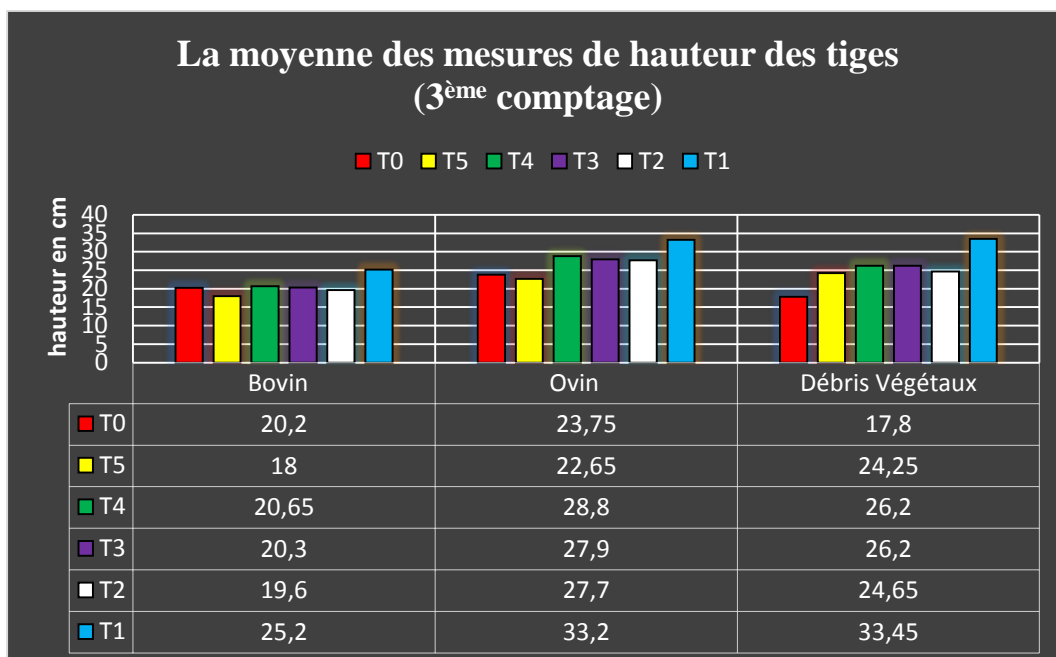


Figure 22. Les résultats représentent la moyenne des mesures de la hauteur des tiges de 10 plants sur les cinq sous traitements et le témoin au cours du troisième comptage

A-) Bovin

Les traitements T5, T2 présentent des croissances systématiquement inférieures au traitement témoin ; la croissance des plantes cultivées sur T3, T4 est faible par rapport au traitement témoin. Alors que, la croissance des plantes la plus élevée est obtenue par les plantes cultivées sur le traitement T1.

B-) Ovin

Le traitement T5 présente un rapport de croissance faible en comparaison au traitement témoin. Tandis que la hauteur des plants des autres traitements est plus élevée et améliore la croissance (T1, T2, T3 et T4) en moyenne de [6 à 8 cm] supérieure au témoin.

C-) Débris Végétaux

Les plantes obtenues pour les traitements T2, T3, T4 et T5 ont des croissances élevées supérieures au témoin en moyenne de [6 à 11 cm].

On peut noter que la croissance des plantes la plus élevée obtenue par les plantes cultivées sur le traitement T1 est de +15 cm et supérieure à celle observée pour le traitement témoin.

I.1.3.2. La comparaison entre le témoin et la moyenne des cinq traitements

Les résultats des moyennes de comptage obtenus sont représentés par la Figure 23.

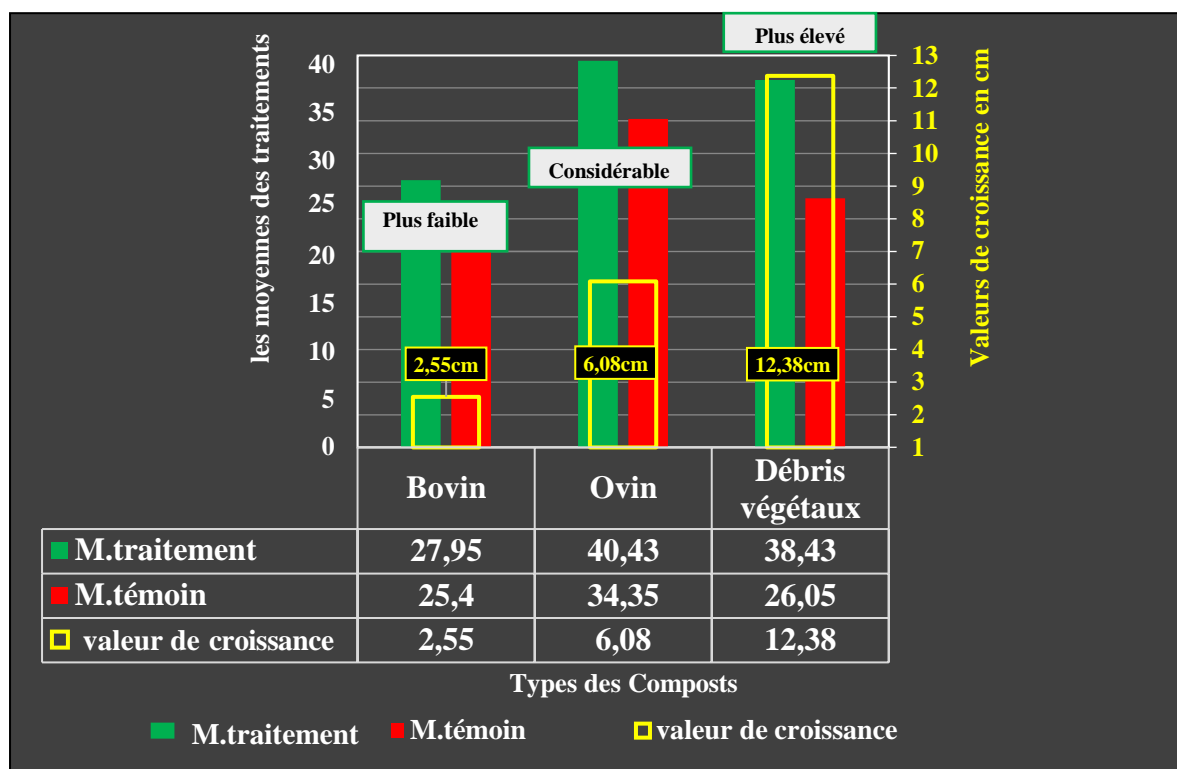


Figure 23. Représente les moyennes de la hauteur des plantes pour chaque type de compost et le moyenne des témoins au cours du troisième comptage

Les résultats de la croissance du poivron sous un traitement au compost bovin est presque identique à celles mesurées pour le témoin. Le traitement ovin présente un rapport de croissance considérable en comparaison au traitement témoin (+ 6 cm). La croissance des plantes la plus élevée par rapport au témoin est obtenue par les plantes cultivées sur le compost des débris végétaux en moyenne de (+12,38 cm).

I.1.3.3. Discussion partielle

Le compost bovin utilisé, ne présente aucun effet vis-à-vis du témoin. Tandis que les traitements à composts ovin et débris végétaux améliorent la croissance des hauteurs des plantes.

On note qu'après le troisième comptage il y a eu une augmentation significative du travail cultural (3 désherbages et 2 traitements contre les pucerons).

I.1.3.4. Calcul de la vitesse de croissance de la longueur des tiges

Les résultats de la vitesse de croissance sont représentés dans le tableau XII.

Tableau XII. vitesse de croissance de la hauteur des plantes pour chaque type de compost (cm/3semaine)

Les lignes	T0	V0	T5	V5	T4	V4	T3	V3	T2	V2	T1	V1
Les blocs	1 ^{ère} comptage											
	Bovin	18,40		15,40		17,15		14,80		15,15		17,85
Ovin	18,10		18,15		19,15		17,55		15,95		22,22	
Débris Végétaux	14,40		20		16,90		17,40		16,20		23,20	
	2 ^{ème} comptage											
Bovin	20,20	1,80	18	2,60	20,65	3,50	20,30	5,50	19,60	4,45	25,20	7,35
Ovin	23,75	5,65	22,65	4,50	28,80	9,65	27,90	10,35	27,70	11,75	33,20	10,98
Débris Végétaux	17,80	3,40	24,25	4,25	26,20	9,30	26,20	8,80	24,65	8,45	33,45	10,25
	3 ^{ème} comptage											
Bovin	25,40	5,20	24,15	6,15	27	6,35	29,35	9,05	24,25	4,65	35	9,80
Ovin	34,35	10,60	33,25	10,60	40,40	11,60	41,80	13,90	43,90	16,90	42,80	9,60
Débris Végétaux	26,05	8,25	32,65	8,40	39,45	13,25	38,70	12,50	37,70	13,05	43,65	10,20

I.1.3.4.1. La vitesse de croissance du deuxième comptage

On note qu'au cours du deuxième comptage la vitesse de croissance la plus faible parmi les composts est la vitesse de croissance des plantes cultivées sur le compost bovin. De plus que la vitesse de croissance des traitements T0 et T5 sont plus faibles dans les trois composts par rapport aux autres traitements. Tandis que la vitesse de croissance des traitements T4, T3, T2 et T1 sont plus élevés pour les plantes cultivées sur les composts ovin et débris végétaux.

La vitesse de croissance la plus élevée des plantes cultivées sur les traitements T4, T3, T2 et T1 pour les composts ovin et débris végétaux par rapport la ligne T0, T5 pourrait s'expliquer non seulement par l'effet du compost ; Mais aussi par la densité. L'espacement entre plants est meilleur que le dans le T0 et T5. En effet la forte densité des plants de

poivrons sur la ligne T0, T5 conjuguée à celle des mauvaises herbes a négativement influé sur le développement et la croissance des plants cultivés. Le compost T0 est considéré comme non témoin car il consomme ses nutriments sur la ligne T5.

L'augmentation significative de la vitesse de croissance est corrélable aussi, nous avons procédé à deux désherbages en l'espace de trois semaines et à partir du premier comptage

I.1.3.4.2. La vitesse de croissance du troisième comptage

On a remarqué qu'il y a une accélération de la vitesse de la croissance des plants de poivrons. Comparativement au deuxième comptage, elle a été multipliée par 2 sur traitements T0 et T5 pour les trois composts.

Ces résultats s'expliquent par les effets des travaux d'entretien opérés au cours des trois semaines après le deuxième comptage (3 désherbages, un binage et 4 traitements contre les pucerons et fourmis) et spécifiquement le désherbage des marges de la serre à proximité de la T0 et T5.

La vitesse de croissance pour les plantes cultivées sur le compost bovin est systématiquement supérieur la vitesse de croissance pour le deuxième comptage excepté pour le traitement T4 qui reste à vitesse stable.

La vitesse de croissance des plantes cultivés sur les traitements T2, T3, et T4 a augmenté pour les traitements sous compost ovin et débris végétaux en comparaison à la vitesse de croissances enregistrées au deuxième comptage. Alors que la vitesse de croissance des plantes cultivées sur les traitements T1 a ralenti par rapport à la vitesse de croissance enregistrée au deuxième comptage. Cela pourrait trouver une explication du fait que les plantes au début de la phase de floraison ralentissent leurs croissances.

II. Partie 02 : Effets des composts sur le développement du nombre des feuilles du poivron

II.1. La comparaison dans chaque bloc

II.1.1 Le premier comptage

II.1.1.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements

L'étude des analyses statistiques permet de savoir si les traitements ont un impact significatif ou pas au cours du premier comptage. L'analyse statistique dans la figure 24.

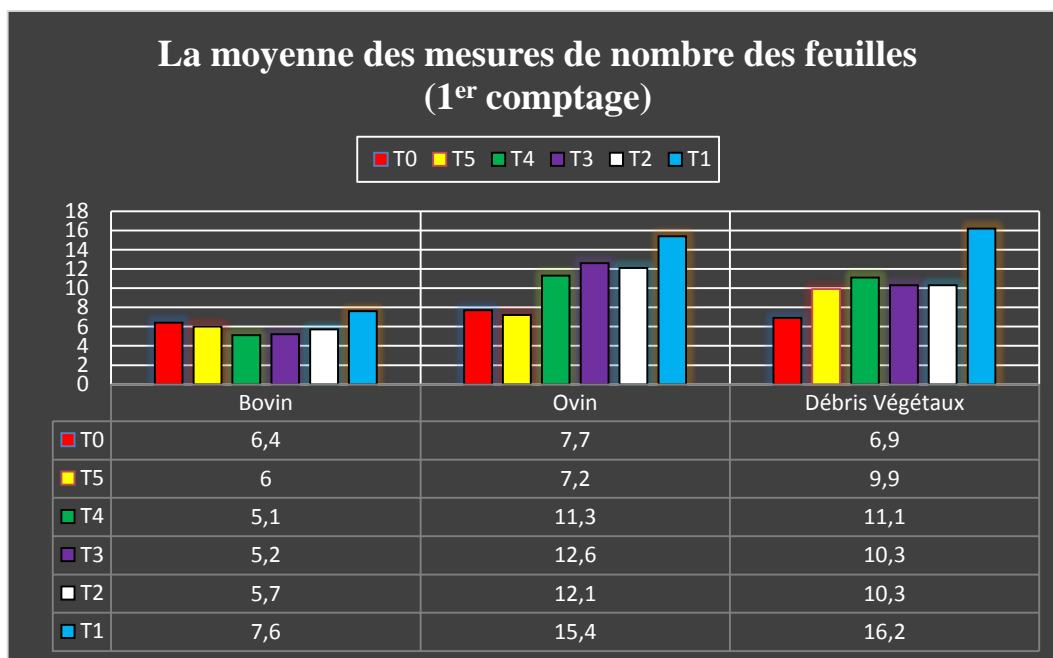


Figure 24. Les résultats représentent la moyenne des mesures du nombre des feuilles de 10 plants sur les cinq sous traitements et le témoin au cours de premier comptage.

A-) Bovin

Le nombre des feuilles des plantes cultivées sur le bloc de compost bovin (T1, T2, T3, T4 et T5) représentent des développements faibles par rapport au traitement témoin.

B-) Ovin

Les plantes cultivées sur la ligne T5 présentent au total le plus faible nombre de feuilles. les traitements T2, T3 et T4 ne donne aucun effet significatif au nombre de feuilles. Cependant, le nombre de feuilles le plus élevé est mesuré sur le traitement T1.

C-) Débris Végétaux

Le nombre des feuilles des traitements T2, T3, T4 et T5 ne présentent pas de variations significatives en fonction du traitement appliqué par rapport au témoin. Alors que, le traitement T1 permet d'améliorer la croissance des nombres des feuilles en moyenne de 9 feuilles supérieures au témoin.

II.1.1.2. La comparaison entre le témoin et la moyenne des cinq traitements.

Le résultat des moyennes de comptage obtenu est représenté dans la figure 25.

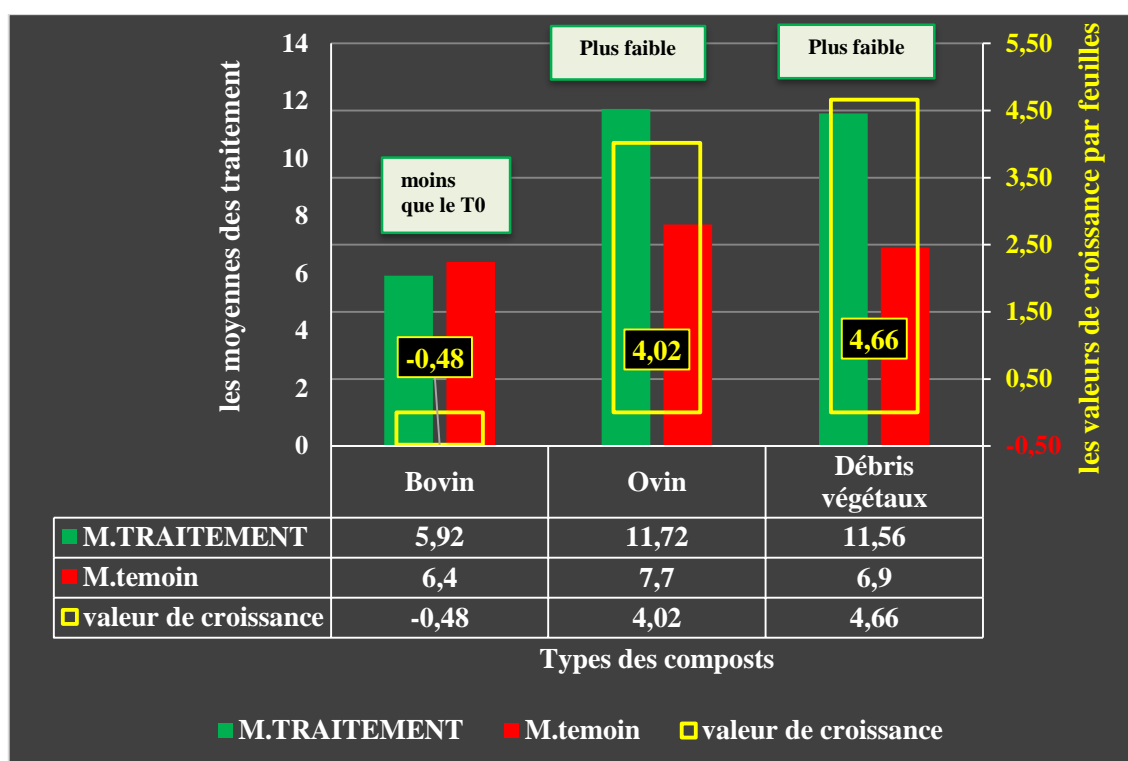


Figure 25. moyenne du nombre de feuilles pour chaque type de compost comparée et la moyenne du témoin au cours du premier comptage

Les traitements au compost bovin ne présentent aucun effet significatif en moyenne {[Tm. Bovin]= -0,48 feuilles} comparés au témoin sans amendement. On note également que le rapport de croissances du nombre des feuilles obtenu pour le compost ovin et débris végétaux sont plus faibles par rapport au témoin.

II.1.1.3. Discussion partielle :

Cette faible croissance pourrait s'expliquer par les effets des mauvaises herbes et l'attaque des pucerons relevés lors du premier comptage.

II.1.2. Le deuxième comptage

II.1.2.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements

L'étude des analyses statistique permet de savoir si l'effet des traitements est significatif ou pas au cours du deuxième comptage. Analyse statistique dans la figure 26.

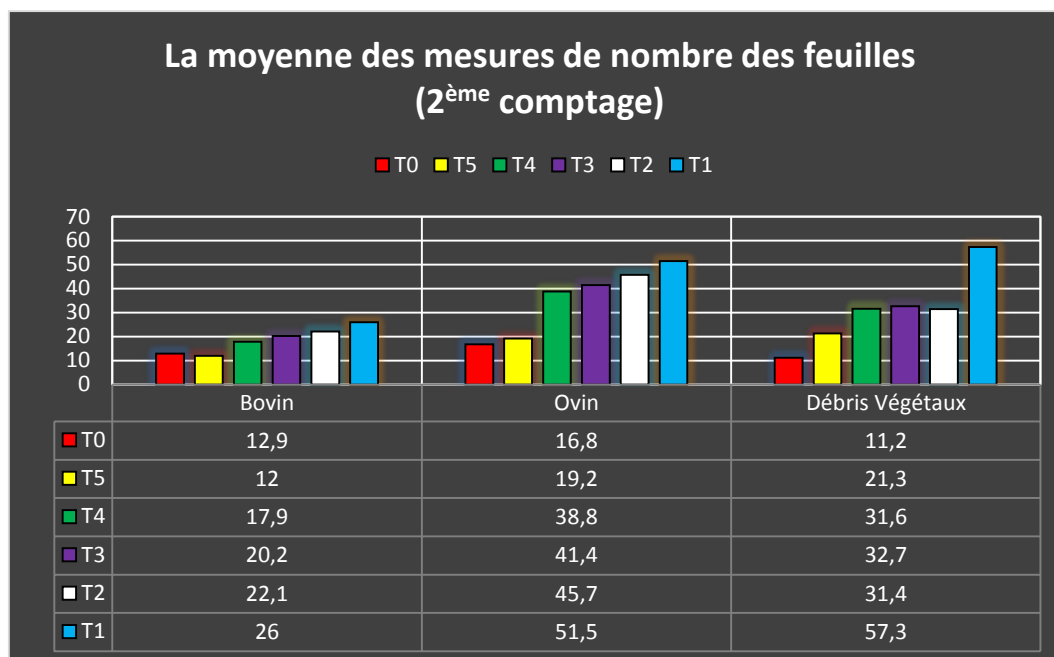


Figure 26. Les résultats représentent la moyenne des mesures du nombre de feuilles de 10 pieds et cinq sous traitements et le témoin au cours du deuxième comptage

A-) Bovin

Les plantes cultivées sur la ligne T5 présente un rapport de croissance inférieur au témoin. Les plants cultivés sur la ligne T2, T3 et T4 sont de faible croissance. Les feuilles. En moins de [5 à 9 feuilles] par rapport au témoin. Alors que les plantes cultivées sur le traitement T1 améliorent le rendement en feuilles par rapport aux autres traitements.

B-) Ovin

Le traitement T5 représente une faible croissance par rapport à celui du témoin. Et les autres traitements améliorent la croissance significativement, plus particulièrement les traitements T2, T3 et T4. Tandis que le nombre de feuilles par plant le plus élevé étant obtenu pour les plantes cultivées sur le traitement T1.

C-) Débris Végétaux

Les nombre des feuilles en T5 sont 2 fois plus élevés que le témoin. Alors que le nombre des feuilles des traitements T2, T3 et T4 sont similaires de grandeur en gamme

[31 à 32 feuilles] et supérieur au témoin en 22 feuilles. Cependant, le traitement T1 permet d'améliorer le nombre de feuilles des plantes.

II.1.2.2. La comparaison entre le témoin et le moyenne des cinq traitements

Les résultats des moyennes des comptages obtenus sont représentés par Figure 27.

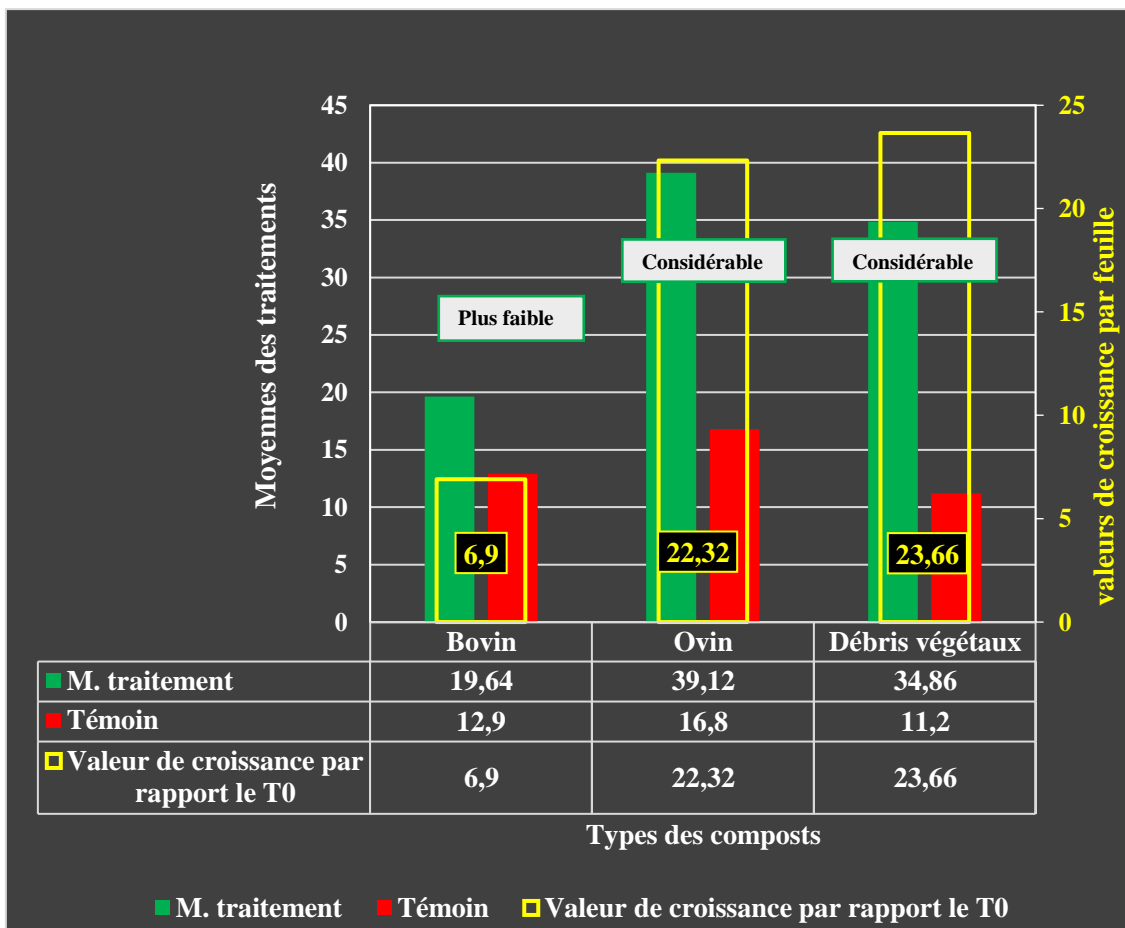


Figure 27. Les moyennes du nombre des feuilles pour chaque type de compost et du témoin au cours de deuxième comptage

La croissance obtenue dans le compost ovin et les débris végétaux sont plus de 2,5 fois supérieures à celle de la croissance de traitement témoin sans amendement. Parmi tous les composts utilisés, le compost bovin présente la croissance la plus faible.

II.1.2.3. Discussion partielle

La croissance des plantes avant les 21 jours au deuxième comptage ; donne de faibles résultats surtout pour les lignes T2, T3, T4 et T5. Pour les composts bovin, ovin et débris végétaux sont en moyenne de développement initialement de l'ordre de $T_{M.BOVIN}$ (5,92) $T_{M.OVIN}$ (11,72) $T_{M.D.VEGETAUX}$ (11,56) puis augmentent au cours des 21 jours pour atteindre des valeurs de $T_{M.BOVIN}$ (19,64) $T_{M.OVIN}$ (39,12) $T_{M.D.VEGETAUX}$ (34,86).

Ces résultats justifient l'intérêt du désherbage et de la lutte chimique contre les pucerons.

II.1.3. Le troisième comptage

II.1.3.1. La comparaison entre le témoin et les cinq traitements

L'étude des analyses statistiques permet de savoir si les traitements sont significatifs ou pas au cours du troisième comptage ; L'analyse statistique Figure 28.

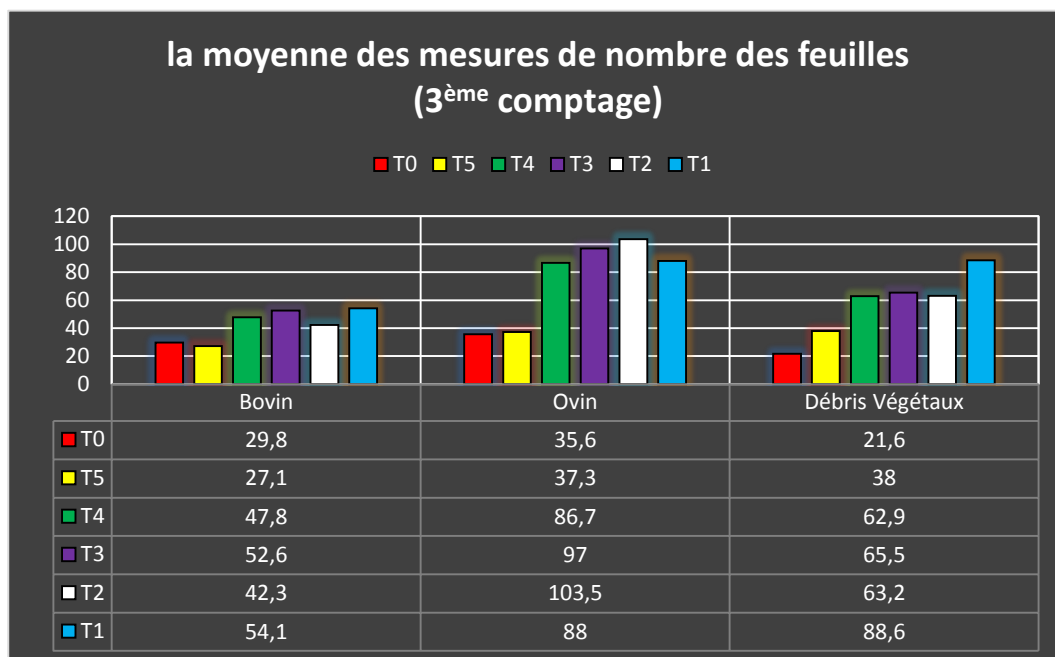


Figure 28. Les résultats représentent la moyenne des mesures de nombre des feuilles de 10 des plantes sur les cinq sous traitements et du témoin au cours du troisième comptage.

A-) Bovin

Les plus faibles développements du nombre de feuilles sont relevés chez les plantes cultivées sur la ligne T5. Pour les traitements T2 et T4 on note une croissance significative. Alors que, les plus élevées sont relevées chez les plantes cultivées sur les traitements T1 et T3.

B-) Ovin

Les traitements T2, T3 et T1 présentent un grand nombre des feuilles et plus précisément le traitement T3 et T1 renfermant des nombres des feuilles plus importantes. Les plantes cultivées sur les traitements T1 et T4 présentent un nombre de feuilles significatif. Tandis que celles cultivées sur le traitement T5 présente le plus faible nombre de feuilles.

C-) Débris Végétaux

On peut noter que le traitement T5 favorise la synthèse des feuilles en comparaison avec le témoin. Alors que pour les traitements T2,T3 et T4 améliorent la croissance des plantes avec un nombre des feuilles de l'ordre de grandeur en gamme de [62 à 65 feuilles]. la croissance des plantes la plus élevée étant obtenue par les plantes cultivées sur le traitement T1.

II.1.3.2. La comparaison entre le témoin et les moyennes des cinq traitements

Le résultats des moyennes de comptage obtenu est représentés par la Figure 29.

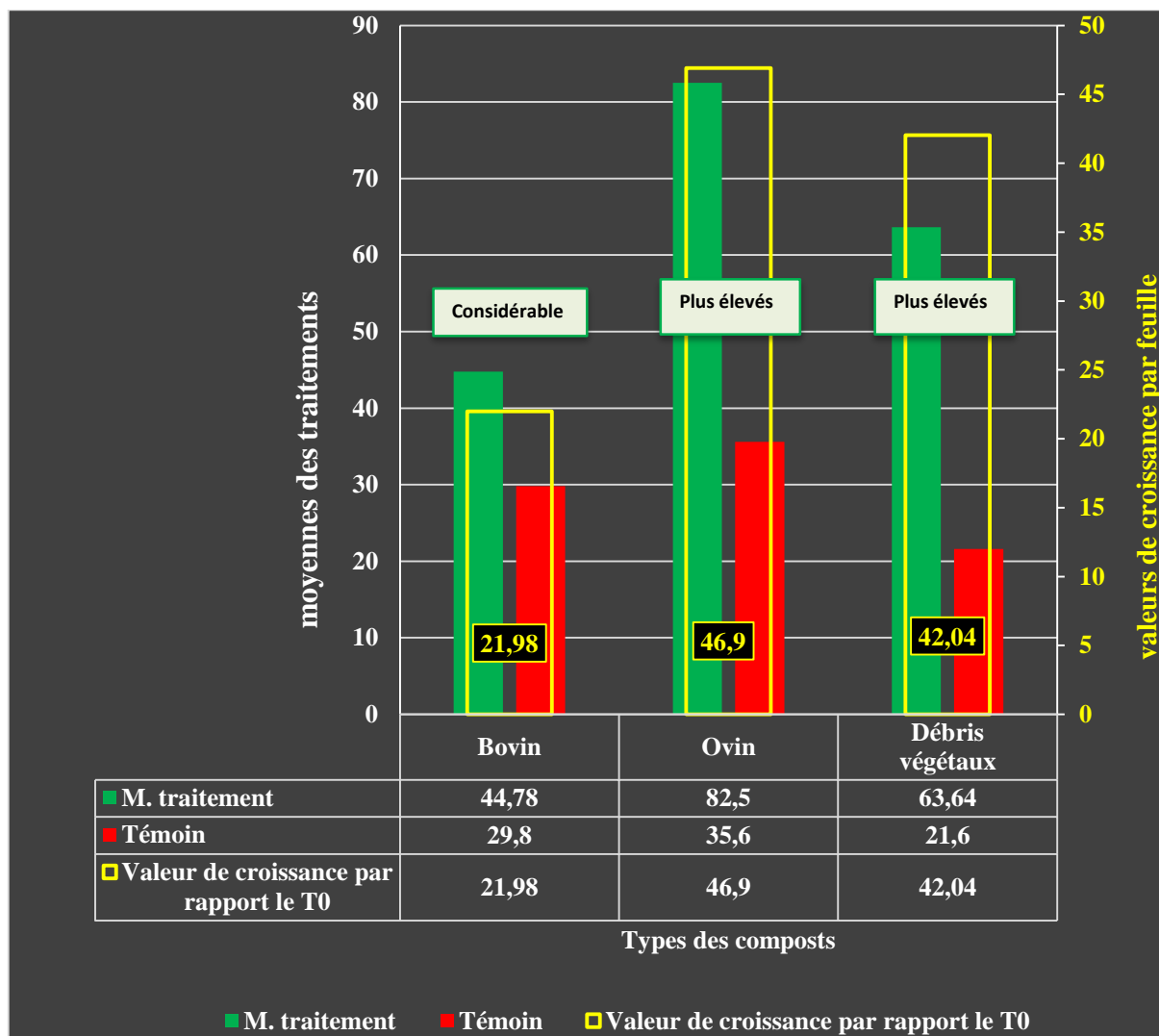


Figure 29. Les moyennes du nombre de feuilles pour chaque type de compost et du témoin au cours du troisième comptage

Le développement du nombre de feuilles dans le compost ovin et débris végétaux est en moyenne plus de 2,5 fois pour l'ovin et 3 fois pour débris végétaux supérieure à la

croissance de traitement témoin sans amendement. Alors que, les plantes cultivées sur le compost bovin est en moyenne de (+21,98 feuilles) supérieur à la croissance pour le traitement témoin (développement Considérable par rapport au bovin).

II.1.3.3. Discussion partielle

La croissance des plantes avant 21 jours du troisième comptage donne des résultats faibles surtout pour les lignes T5, T4 alors que le composts bovin et T5 pour l'ovin sont en moyenne de l'ordre de $T_{M.BOVIN}$ (19,64) $T_{M.OVIN}$ (39,12) $T_{M.D.VEGETAUX}$ (34,86) puis augmentent au cours des 21 jours pour atteindre des valeurs de $T_{M.BOVIN}$ (44,78) $T_{M.OVIN}$ (82,50) $T_{M.D.VEGETAUX}$ (63,64).

II.1.3.4. Calcul de la vitesse de croissance du nombre de feuilles :

Le résultat de vitesse de croissance est représenté au tableau XIII.

Tableau XIII. La vitesse de croissance du nombre des feuilles des plantes pour chaque type de compost (nombre de feuilles /3semaines)

Les lignes	T0	V0	T5	V5	T4	V4	T3	V3	T2	V2	T1	V1
Les blocs	1 ^{ère} comptage											
BOVIN	6,40		6		5,10		5,20		5,70		7,60	
OVIN	7,70		7,20		11,30		12,60		12,10		15,40	
DEBRIS VEGETAUX	6,90		9,90		11,10		10,30		10,30		16,20	
	2 ^{ème} comptage											
BOVIN	12,90	6,50	12	6	17,90	12,80	20,20	15	22,10	16,40	26	18,40
OVIN	16,80	9,10	19,20	12	38,80	27,50	41,40	28,80	45,70	33,60	51,50	36,10
DEBRIS VEGETAUX	11,20	4,30	21,30	11,40	31,60	20,50	32,70	22,40	31,40	21,10	57,30	41,10
	3 ^{ème} comptage											
BOVIN	29,80	16,90	27,10	15,10	47,80	29,90	52,60	32,40	42,30	20,20	54,10	28,10
OVIN	35,60	18,80	37,30	18,10	86,70	47,90	97	55,60	103,50	57,80	88	36,50
DEBRIS VEGETAUX	21,60	10,40	38	16,70	62,90	31,30	65,50	32,80	63,20	31,80	88,60	31,30

II.1.3.4.1. La vitesse de croissance du deuxième comptage

On note qu'au cours du deuxième comptage la vitesse de croissance la plus faible parmi les composts est la vitesse de croissance des plantes cultivées sur le composte bovin. De plus que la vitesse de croissance des traitements T0 et T5 sont plus faible dans les trois compostes par rapport aux autres traitements. Tandis que, la vitesse de croissance de traitement T4, T3, T2 et T1 ont une vitesse de croissance plus élevée pour les plantes cultivées sur le compost ovin et débris végétaux.

La vitesse de croissance la plus élevés des plants sur les traitements T4, T3, T2 et T1 pour les composts ovin et débris végétaux par rapport la ligne T0, T5 pourrait s'expliquer non seulement par l'effet du compost, mais aussi par la densité espacée des plants. Elle est mieux que celle de T0 et T5. En effet une forte densité des plants de la ligne T0, T5 accentue l'effet concurrentiel des mauvaises herbes en marge de la serre dans les trois composts. Cette influence négative se répercute sur la vitesse et la croissance des plantes.

Le compost T0 est considéré comme non témoin car il consomme ses nutriments sur la ligne T5.

L'augmentation significatives de la vitesse de croissance est corrélable aussi deux désherbages ont été effectués au cours des trois semaines après le premier comptage.

II.1.3.4.2. La vitesse de croissance du troisième comptage

On a remarqué que il y a une augmentation de la vitesse de croissance 2 fois pour les plantes cultivées sur traitements T0 et T5 pour les trois composts par rapport à celle observée au deuxième comptage. Ces résultats s'expliquent par les pratiques culturales réalisées au cours des 3 semaines après le deuxième comptage (3 désherbages, un binage et 3 traitements contre les pucerons) et surtout pour le désherbage en marge de la serre et au voisinage de T0 et T5.

La vitesse de croissance pour les plantes cultivées sur le compost bovin est systématiquement supérieure à la vitesse de croissance pour le deuxième comptage excepté pour le traitement T4 qui reste à une vitesse faible.

La vitesse de croissance des plantes cultivées sur les traitements T2, T3, et T4 a augmenté pour les traitements ovins et débris végétaux en comparaison à la vitesse de croissance enregistrée au deuxième comptage. Alors que, la vitesse de croissance des plantes cultivées sur les traitements T1 a ralenti par rapport à la vitesse de croissance enregistrée au

deuxième comptage. Ceci peut trouver une explication comme nous l'avons précédemment discuter dans le cycle physiologique de la plante. Au moment de la floraison, la plante ralentie sa croissance.

III. Discussion générale

Les valeurs de la croissance en longueur de la tige le plus faible coïncide avec une moindre frondaison. Plus le nombre en feuilles est réduit plus la tige est longue sur la ligne T0, T5.

Ceci Pourrait être justifier par les points suivant :

Parmi toutes les parcelles élémentaires le plus étroites étaient le T5 et T0 (5 cm) donc le T0 provoque de diminution de la nutrition nécessaire pour la croissance de T5, ceci est confirmé par (Ducreux, 1975) Le développement horizontal des racines serait de 50 à 90 cm. En effet, ces conditions défavorables favorisent la remontée de l'humidité de sol .Alors cette condition optimale pour le développement des mauvaises herbes. Cela explique ce que nous avons observé au cours de notre expérience (densité plus élevé des mauvais par rapport les autres lignes). Donc, la faible croissance de T0, T5 pourrait s'expliquer par une moindre concurrence pour les nutriments entre eux et entre les mauvaises herbes en marge de la serre.



Figure 30. La densité de mauvaises herbes en ligne T0 et T5 (Originale, 2020).

Nous avons remarqué également que la ligne T0 et T5 étaient parmi les moins exposées à la lumière à cause des arbres sur le côté de la serre.

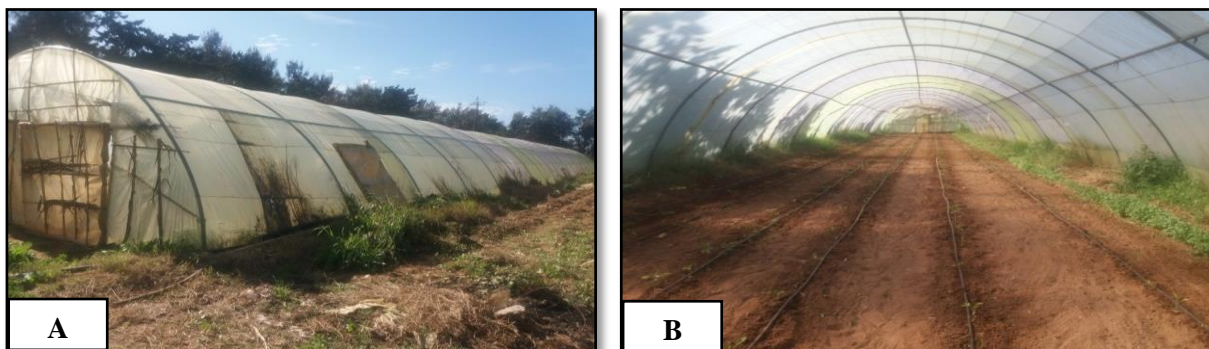


Figure 31. Localisation des arbres à côté de la serre (A) et l'influence de la lumière du soleil à l'intérieur de la serre (B) (Originale 13.24 H, 2020)

Les traitements T1, T2, T3 et T4 présentent un grand nombre de feuilles et une croissance en hauteur par rapport au T0, T5. Ces résultats justifient l'augmentation de la distance entre les lignes, ainsi que l'augmentation progressive de la proportion de l'exposition au soleil, en particulier le T1.

On note que la vitesse de croissance pour la hauteur et le développement des feuilles augmente parallèlement suite au travail cultural après les premier et deuxième comptages.

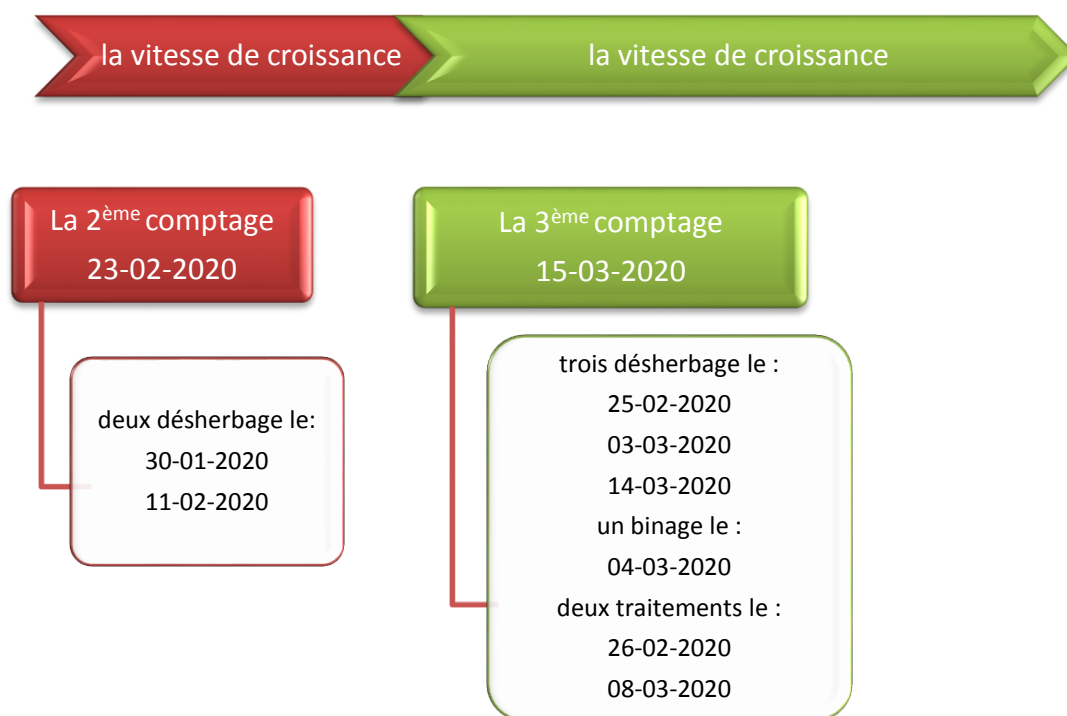


Figure 32. La relation entre la vitesse de croissance et les travaux de culture après les premier et deuxième comptages

Conclusion partielle :

Au terme de cette étude, il ressort que les composts ont agi différemment sur les paramètres physiologiques (la hauteur et le nombre des feuilles) de la culture du poivron selon leurs valeurs fertilisants et leurs poids. En général, les plantes des traitements à composts ovin et débris végétaux améliorent la croissance en hauteur et le développement de nombre des feuilles plus spécifiquement. Le compost ovin est meilleur par rapport aux traitements bovin et témoin.

Les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- Parmi tous les composts, le compost ovin (29 kg) permet d'avoir une meilleure croissance de tiges. Ainsi, la meilleure teneur en feuilles totales est obtenue chez les plantes cultivées sur le compost ovin. Pendant cette période, les composts de débris végétaux (1029 Kg) ont permis aux plantes de mieux se développer en tiges et en feuilles. Par contre, le compost bovin (729Kg) n'a pas agi sur la croissance en hauteur, ni sur le nombre des feuilles. En bref, le compost ovin (29 kg) et débris végétaux (1029 Kg) sont ceux qui ont amélioré les paramètres physiologiques des plantes. Cependant, dans cette étude, les analyses des composts et de sol et les mécanismes d'action de ces composts sur les plantes n'ont pas été abordées. Néanmoins, on sait au cours de l'essai que le compost ovin (29kg) contient beaucoup d'éléments fertilisants par rapport aux autres composts. De plus le T5 de compost ovin a libéré en nutriment plus pour le T0 que les autres traitements pendant l'essai et son témoin.

- Pour les traitements du compost ovin et débris végétaux en lignes T1, T2, T3 et T4 ont amélioré les paramètres de croissance et surtout le nombre des feuilles. Cette croissance est faible chez les traitements à composts bovin (T1, T2, T3 et T4). Par contre, les paramètres agronomiques révèlent que les composts (bovin, ovin et débris végétaux) qui ont présenté sur les traitements en ligne T5 sont de faible croissance au cours de tout l'essai.

Ces résultats suggèrent que les effets des composts sur la croissance et le développement des feuilles du poivron dépendent fortement de leur composition en éléments fertilisants et non en quantité totale (le poids). ces résultats s'explique par Petruzzelli, 1989 ; Pigozzo et al. 2006 , La productivité des plantes est par exemple fortement liée à la nature des matériaux de base du compost et au degré de maturité de la matière organique .

CONCLUSION

l'effet du compost est également affecté par des facteurs externes comme les (densité de plantation, l'intensité de l'exposition au soleil, concurrence en nutriment par les mauvaises herbes, les insectes, entretien de culture)

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'objectif général de cette mémoire se base sur l'étude des effets de composts de bovin, ovin et débris végétaux sur les paramètres physiologiques et agronomiques du poivron. Afin d'aboutir à cet objectif, le travail s'est déroulé en trois étapes: 1) Suivi de la croissance au cours du premier comptage, 2) le deuxième comptage, 3) le troisième comptage final de la croissance. L'étude des effets du compost utilisé sur le sol pour l'évaluation sur la croissance des tiges en longueur et le nombre des feuilles des plantes cultivées sur trois blocs différents.

Au cours du premier comptage, le suivi de la croissance de longueur met en évidence que les résultats des croissances des tiges de bovin et ovin sont presque identiques au traitement témoin. Seul le compost de débris végétaux améliore la croissance des plantes avec une hauteur supérieure au traitement témoin (4cm). Pour le nombre des feuilles, les traitements à composts bovin donnent un faible résultat. On note également que le rapport de croissances de nombre des feuilles obtenues pour le compost ovin et débris végétaux sont plus faibles par rapport au traitement témoin. En effet, ce rapport de croissance faible pourrait s'expliquer par les effets de mauvaises herbes et l'attaque de pucerons qu'on a trouvés au cours du premier comptage.

- Dans le deuxième comptage de ce travail de mémoire, le résultat de croissance en longueur des tiges de compost bovin est presque identique à celui mesuré pour le traitement témoin. Tandis que le traitement ovin présente un rapport de croissance considérable en comparaison au traitement témoin (+ 4 cm). Cependant, la croissance des plantes la plus élevée par rapport au témoin est obtenue par les plantes cultivées sur le compost de débris végétaux en moyenne (+9,17 cm). Le développement du nombre des feuilles par le compost ovin et débris végétaux est d'une moyenne de 2.5 fois supérieure à la croissance de traitement témoin sans amendement. Parmi tous les composts utilisés, le compost bovin présente la croissance la plus faible.

L'augmentation significative de croissance s'explique par le travail cultural (deux désherbages au cours des trois semaines après le premier comptage).

Dans le dernier comptage, le résultat de croissance de compost bovin est presque identique à celui du traitement témoin. Le traitement ovin présente un rapport de croissance considérable en comparaison au traitement témoin (+ 6 cm). La croissance des plantes la plus élevée par rapport au témoin est obtenue par les plantes cultivées sur le compost de débris végétaux en moyenne (+12,38 cm). Cependant, Le développement du nombre de feuilles dans le compost ovin et débris végétaux est en moyenne de 2.5 fois pour l'ovin et 3 fois pour les débris végétaux supérieur à la croissance de traitement témoin sans amendement. Alors que les plantes cultivées

CONCLUSION GENERALE

sur le compost bovin est en moyenne de (+21.98 feuilles) supérieur à la croissance mesurée pour le traitement témoin (développement considérable par rapport au bovin).

On note qu'après le troisième comptage, il y a une augmentation grâce au travail cultural. Ces résultats s'expliquent par les travaux au cours des 3 semaines après le deuxième comptage (3dés herbages, un binage et 3 traitements contre les pucerons) et surtout pendant le désherbage des adventices qui se trouvent à la marge de la serre et voisine des T0 et T5.

Les résultats obtenus dans ce travail permettent une meilleure connaissance des effets des composts sur la croissance des plantes. Parmi tous les composts, le compost ovin de faible poids (29 kg) a permis d'avoir une meilleure croissance en tiges et en feuilles par leur richesse en nutriments.

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aucune source spécifiée dans le do Ademe. 2000. Les déchets municipaux : les chiffres clés 2e édition.

AFNOR, 2005. Le compost : Dénominations, spécifications et marquage ; Eds AFNOR, 16p.

Agassi M., Kirsten W. F. A., Loock A.H., Fine P., 1998. Percolation and leachate composition in a disturbed soil layer mulched with sewage biosolids. *Soil Till. Res.*, 45:359-372.

Agassi M., Kirsten W. F. A., Loock A.H., Fine P., 1998. Percolation and leachate composition in a disturbed soil layer mulched with sewage biosolids. *Soil Till. Res.*, 45:359-372.

Albaladejo J., Lopez J., Boix-Fayos C., Barbera G.G., Martinez-Mena M., 2008. Longterm effect of a single application of organic refuse on carbon sequestration and soil physical properties. *J. Environ. Qual.*, 37:2093-2099.

Alloway B.J., 2004. Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief overview. *Land Contam. Reclam.*, 12 (3) : 179-187.

Amir S., 2005. Contribution à la valorisation de boues de station d'épuration par compostage : Devenir des micropolluants métalliques et organiques et bilan humique du compost. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 341p.

Annabi M., Houot S., Francou C., M., Poitrenaud M., Le Bissonnais, 2007. Soil aggregate stability improvement with urban composts of different maturities. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 71:413-423.

Antonious G. F., Kochhar T. S., Coo loong T., 2012. Yield, quality and seven heavy metals in cabbage and broccoli grown in sewage sludge and chicken manure amended soil. *J. Environ. Sci. Health, Part A, Toxic/hazardous substances and environmental engineering*, 47 (13): 1955-1965.

Attrasi B., Mrabet L., Douira A., Ounine K., El Haloui N., 2005. Etude de la valorisation agronomique des composts des déchets ménagers. *Biotechnol. Et Envir.* , Atelier "Biotechnologies" au Maroc, Setat du 6 Mai 2005.

Azarmi R., Giglou M.T., Hajieghrari B., 2009. The effect of sheep-manure vermicompost on quantitative and qualitative properties of cucumber (*Cucumissativus L.*) grown in the greenhouse. *Afr. J. Biotechnol.*, 8 (19): 4953-4957.

Bahrampour T., Ziveh P. S., 2013. Effect of Vermicompost on Tomato (*Lycopersicume sculentum*) Fruits. *Intl. J. Agron. Plant. Prod. Four* (11): 2965-2971.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Baldock J.A., Nelson P.N., 2000. Soil organic matter, p. 25-84. In Handbook of soil science. M. E. Sumner (Eds.), CRC Press, USA.

Balesdent J., and Arrouays D., 1999. Usage des terres et stockage de carbone dans les sols de territoire français. Une estimation des flux nets annuels pour la période 1900-1999. Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France, 85:265-277.

Beare M.H., Hua S., Coleman D.C., and Hendrix P. F., 1997. Influences of mycelial fungi on soil aggregation and organic matter storage in conventional and no-tillage soils. Appl. Soil Ecol. 5:211-219.

Bélaïr G., 2003 : Essai de contrôle des nématodes par l'utilisation du millet perlé comme engrais vert, AGRI-VISION .2002-2003

Berg A., de Noblet-Ducoudré N., Sultan B., Lengaigne M., Guimberteau M., 2013. Projections of climate change impacts on potential C4 crop productivity over tropical regions. *Agr. Forest Meteorol.*, 170: 89-102.

Berthe C. 2006. Etude de la Matière Organique contenue dans des lixiviats issus de différentes filières de traitement des déchets ménagers et assimilés. Thèse de doctorat, Université de Limoges.

Berthe C., Redon E., Feuillade G., 2008. Fractionation of organic matter contained in leachate resulting from two modes of land filling an indicator of waste degradation. *J. Hazard. Mater.*, 54: 262-271.

Bisimwa Kayeye D., Masilya Mulungula P., Gisèle J., 2013. Essai de compostage comme voie de valorisation des déchets ménagers solides dans la ville de Bukavu au sud-Kivu (RD Congo). *DST*, 65: 30-38.

Bonnal A., 1981 : Formation de charge de gestion de domaine auto-géré. Outils et maraîchages.

Bouabdellah H., Benaoula H., 2019., Etude Et Evaluation Des Différents Matières Organiques par compostage. Mémoire de mastère. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie.

Boualem M., 2009. Etude bioécologique de *Phyllocnistiscitrella* Stainton (Lépidoptera : Gracillaridae) et de son complexe parasitaire dans la région de Mostaganem. Thèse de doctorat. Discipline : Protection des végétaux, Université de Mostaganem, 142 pages.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bouchiba Siham et Bouguetouche Yasmina., 2014. Mémoire de mastère, Effet de compost sur l'évolution de la rétention en eau à la capacité au champ d'un sol argileux.

Boukhari, H et Belmiloud, K, 2019 .Etude et Valorisation du Fumier Ovin par Compostage.Universite Abdel-Hamid Ibn Badis De Mostaganem.

Bresson, L.M., Koch, C., Le Bissonnais, Y., Barriuso, E., Lecomte, V., 2001. Soil surface structure stabilization by municipal compost application. *SoilSci. Soc. Am.*, 65: 1804-1811.

Bresson, L.M., Koch, C., Le Bissonnais, Y., Barriuso, E., Lecomte, V., 2001.Soil surface structure stabilization by municipal compost application.*Soil Sci. Soc. Am.*, 65: 1804-1811.

Brevedan P. E., Egli D. B., 2003. Short periods of water stress during seed filing, leaf senescence, and yield de soybean. *CropSci.*, 43: 2083-2088.

Caci.dz, 2020, (<http://monographies.caci.dz/index.php?id=242>).

CEFREPADE, 2008.Compostage des déchets ménagers dans les pays en développement : Modalités de mise en place et de suivi d'installations décentralisées pérennes, 65p.

Chantou T., 2012. Identification des indicateurs de stabilisation des déchets solides urbains et validation sur un site de PTMB français, pour une application en Tunisie. Mémoire de thèse de Doctorat de limoges en co-tutelle avec l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de sfax, 238p.

Chapman S.C., Edmeades G.O., 1999. Selection improves drought tolerance in tropical maize populations. II. Direct and correlated responses among secondary traits. *Crop Sci.*, 39 (5): 1315-1324.

Charnay F., 2005. Compostage des déchets dans les pays en développement : élaboration d'une démarche méthodologique pour une production pérenne de compost. Thèse de doctorat, université de Limoge (France), 448 p.

Chaux., Cl et Foury., Cl., 1994 : Fiche technique : Productions légumières. Tome 3, Agriculture d'aujourd'hui. Tec et Doc Lavoisier.

Chen Y. 2003.Nuclear magnetic resonance, infra-red and pyrolysis: Application of spectroscopic methodologies to maturity determination of composts. *Compost Sci. Util.*, 11(2) : 152-168.

Chenu C., Le Bissonnais Y., and Arrouays D., 2000.Organic matter influence on clay wettability and soil aggregate stability. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 64: 1479-1486.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Chica A., Mohedo J.J., Martin M.A., Martin A., 2003.Determination of the stability of MSW compost using a respirometric technique. *Compost Sci. Util.*, 11:169-175.

Claassen N., Syring K.M., Jungt G.O., 1986.Verification of mathematical model by simulating potassium uptake from soil. *Plant Soil*, 95:209-220.

Compaoré E., Nanema L.S., Bonkougou S., Sedogo M.P., 2010.Evaluation de la qualité de composts de déchets urbains solides de la ville de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso pour une utilisation efficiente en agriculture. *J... Appl. Biosci.*, 33: 2076-2083.

Cornic G., Fresneau C., 2002. Photosynthetic carbon reduction and carbon oxidation cycles are the main electron sinks for photosystem II activity during a mild drought. *Annl. Bot.*, 89: 887-894.

Couplan. F, Marmy.f., 2009- Jardinez au naturel : jardin bio facile. Edition : Sang de la terre et groupe Eyrolles. 314 p.

Csizinszky A.A., Schutester D.J., Jones J.B. ET Van Lenteren J.C., 2005: Tomatoes: Edited by Ep. Heuvelink. *Crop production science in horticulture (13):* CABA Publishing is a division of CAB International.

D.S.A., 2015.Données statistiques de la direction des services agricoles de la wilaya de Mostaganem (Campagne 2000.2014), 10 p

Degens B.P., 1997. Macro-aggregation of soils by biological bonding and binding mechanisms and the factors affecting these: a review. *Aust. J. Soil. Res.*, 35: 431-459.

Dorioz J.M., Robert M., and Chenu C., 1993.The role of roots, fungi and bacteria on clay particle organization. An experimental approach. *Geoderma*, 56:179-194.

Ducreux., 1975 : Les nouvelles techniques en Agronomie.

Ellatir H., Skidedj A., Alfadi A., 2003 : Fiche technique V : La tomate, L'aubergine, le poivron et gambo. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA N°100. Ministère de l'agriculture et de développement rural. Royaume de Maroc.

Eriksen G., Coale F., Bollero G., 1999.Soilnitrogen Dynamics and maize production in municipal solidwasteamended soil. *Agron. J.*, 91:1009-1016.

Fandi M., Al-Muhtaseb J.A., Hussein M.A., 2008.Yield and Fruit Quality of Tomato as Affected by the Substrate in an Open Soilless Culture. *JJAS*, 4 (1): 65-72.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Fang M., Wong J.W.C., Ma K.K., Wong M.H., 1999.**Co-composting of sewage sludge and coal fly ash: nutrient transformations. *Bioresour. Technol.*, 67:19-24.
- FAO, 1988.** Aménagement du sol : Production et usage du compost en milieu tropical et subtropical. *Bulletin Pédologique*, N° 56, 165p.
- Fonseca A. B., Wesgate M. E., 2005.**Relationship between desiccation and viability of maize pollen.*Field Crops. Res.*, 94: 114-125.
- François V., Feuillade G., Skhiri N., Lagier T, Matejka G. 2006.**Indicating the parameters of the state of degradation of Municipal Solid Waste.*J. Hazard.Mater.* 137(2): 1008-1015.
- Francou C., 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets Urbains : influence de la nature des déchets et du procédé de compostage-recherche D'indicateurs pertinents- thèse de doctorat de l'institut national agronomique paris-grignon, Décembre 2003, 242p.
- Francou C., 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets Urbains : Influence de la nature des déchets et du procédé de compostage – Recherche D'indicateurs pertinents, Thèse de Doctorat, Institut national agronomique Paris-Grigon, 289p.
- Francou C., 2003.** Stabilisation de la matière organique au cours du compostage : influence de la nature du déchet et du procédé de compostage, recherche d'indicateurs pertinents. Thèse de l'Institut national Agronomique de Paris-Grignon, 288p.
- Franzluebbers A.J., Haney R.L., Honeycutt C.W., Arshad M.A., Schomberg H.H., Hons F.M., 2001.** Climatic influences on active fractions of soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.*, 33:1103-1111.
- Gates R. D., Baghdasarian G., Muscatine L., 1992.** Temperature shock causes host cell detachment in symbiotic cnidarians: implications for coral bleaching. *Biol. Bull.*, 182: 324- 332.
- Ghelamallah A., 2016.**Etude des pucerons des cultures maraîchères et leurs complexes parasitaires dans la région de Mostaganem (Nord Ouest Algérien) l'université Abou bekrbelkaid de Tlemcen
- Gladden L. A., Wang Y., Hsieh C., Tsou I., 2012.**Using deficit irrigation approach for evaluating the effects of water restriction on field tomato (*Lycopersicume sculentum*).*Afr. J. Agri. Res.*, 7 (14): 2083-2095.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Gobat J.M., Aragno M., Matthey W., 1998. Le sol vivant. Bases de la pédologie. Biologie des sols. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Collection Gérer l'Environnement N° 14. Lausanne, Suisse, 519 pages.

Godden B., 1986. Etude du processus de compostage du fumier de bovin. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques, Université Libre de Bruxelles. Laboratoire de microbiologie, 136.

Golueke C. G., 1977. The biological approach to solid waste management. *Compost Sci.*, 18: 4-9.

Guitttony-Larchevêque M., 2004. Valorisation d'un compost de boues urbaines en garrigue pour le reboisement, comportement des jeunes arbres d'une plantation et modification de la dynamique de la végétation naturelle après amendement. Thèse de Doctorat, université de Provence, 227p.

Guitttony-Larchevêque M., 2004. Valorisation d'un compost de boues urbaines en garrigue Pour le reboisement : Comportement des jeunes arbres d'une plantation et modifications de la Dynamique de la végétation naturelle après amendement, Thèse de Doctorat, Université Paul Cézanne.

Guo WL., Chen RG., Du XH., Zhang Z., Yin YX., Gong ZH., and Wang GY., 2014: Reduced tolerance to abiotic stress in transgenic Arabidopsis over expressing a Capsicum annum multiprotein bridging factor 1. *BMC Plant Biol.* 2014 May 20: 14 (1):138.

Hadas A., Portnoy R., 1997. Rates of decomposition in soil and release of available nitrogen from cattle manure and municipal waste composts. *Compost Sci. Util.*, 5: 48-54.

Han-Song C., Qiao-Yun H., Li-Na L., Peng C., Wei L., Ming L., 2010. Poultry manure compost alleviates the phytotoxicity of soil cadmium: influence on growth of pakchoi (*Brassica chinensis* L.). *Pedosphere*, 20: 63-70.

Hargreaves J. C., Adl M.S., Warman P.R., 2008. A review of the use of composted municipal solid waste in agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 123: 1-14.

Hinsinger P., Schneider A., Dufey J.E., 2005. Le sol : ressource en nutriments et biodisponibilité. Dunod (Eds), Paris, Pp 285-305.

Houot S., Francou C., Vergé-Leviel C., Michelin J., Bourgeois S., Linères M., Morel P., Parnaudeau V., Le Bissonnais Y., Dignac M.-F., Dumat C., Cheiab A. et Poitrenaud M.,

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

2003. Valeur agronomique et impacts environnementaux de composts d'origine urbaine : variation avec la nature du compost. *Les Dossiers de l'environnement de l'INRA*, 25:107- 125.

Iannotti D. A., Pang T., Toth B. L., Elwell D. L., Keener H. M., Hoitink H. A. J., 1993.A quantitative respirometric method for monitoring compost stability. *Compost Sci. Util.*, 1:52-65.

Invuflec B., 1968 : Piments à gros fruits.

Kolani L., 2007. Effets de différents types de composts élaborés à base de coques de grains de coton sur le rendement en grain de maïs ; mémoire d'Ingénieur agronome, 91p.

Koledzi K. E., 2011. Valorisation des déchets solides urbains dans les quartiers de Lomé (Togo) : Approche méthodologique pour une production durable de compost. Mémoire de Thèse de Doctorat, 224p.

Kolev., 1976 : Les cultures maraichères en Algérie : Légumes, fruits, Ed. J .Bailliere. Paris .V.I

Kovacik J., Klejdus B., Hedbavny J., Stork F., Gruz J., 2012. Modulation of copper uptake and toxicity by abiotic stresses in *Matricaria chamomilla* plants. *Agri. Food. Chem.*, 60: 6755-6763.

L. Chen, W. A. Dick, J. G. Streeter, and H. A. Hoitink, Ryegrass Utilization of Nutrients Released from Composted Biosolids and Cow Manure, *Compost Science & Utilization*, vol.24, issue.1, pp.73-83, 1996.

Lagier T., 2000. Etude de macromolécules de lixiviat : caractérisation et comportement vis-à-vis des métaux. Thèse. Université de Poitiers, 189 p.

Lal R., 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123:1-22.

Laumonier R., 1979 : Cultures maraichères, tome 3 .Ed . J.B. Bailliere.

Le Bissonnais Y., Cros-Cayot S., Gascuel-odoux C., 2002. Topographic dependence of aggregate stability, overland flow and sediment transport. *Agronomie*, 22: 489-501.

Le Gouée P., Cantat O.L., Bensaïd A.L., Savouret E., 2010. La sensibilité des systèmes de production agricole en normandie face au changement climatique (2000-2100). 23ième Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Rennes 2010, Pp 331 -336.

Leclerc B., 2001. Guide des matières organiques. eds guide technique de l'ITAB.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Lepengue A. N., Mouaragadja I., Ibrahim B., Ake S., M'batchi B., 2012.** Réponse du maïs (*Zeamays* L. var. LG 60) au stress salin : étude de la synthèse de quelques composés biochimiques. *JAPS*. 14 (1): 1866-1872.
- Mata-González, R., Sosebee R.E., Wan C. 2002.** Physiological effects of biosolids application in desert grasses. *Environ. Exp. Bot.*, 48:139-148.
- Morel J. L., 1998.** Dynamique des éléments traces dans les sols : mobilité et transfert vers les eaux souterraines et les plantes. Contamination des sols par les éléments en traces : les risques et leur gestion. Académie des sciences, Rapport n°42 : 67-126.
- Movahedi S. A. R., Cook H. F., 2010.** Influence of municipal compost on temperature, water, nutrient status and the yield of maize in temperate soil. *Soil Use manage.*, 16 (3): 215-221.
- Mulot M. A. 1984 : Secret d'une herboriste. Eds du Dauphin, p 275.
- Mustin M., 1987.** Le Compost, Gestion de la Matière Organique, F. Dubusc, Paris.
- Mustin M., 1987.** Le compost : gestion de la matière organique. Eds François Dubusc, 954p.
- Nakaya N., Yokoi H., Motomura S., 1977.** The method for measuring of water repellency of soil. *Soil. Sci. Plant. Nutr.*, 23: 417-426.
- Nicola K., 1970 :** Les cultures maraichères en Algérie tome 1.
- OuténdéToundou., 2016.** Evaluation des caractéristiques chimiques et agronomiques de cinq composts de déchets et étude de leurs effets sur les propriétés chimiques du sol, la physiologie et le rendement du maïs (*Zeamays* L. Var. Ikenne) et de la tomate (*Lycopersicume sculentum* L. Var. Tropimech) sous deux régimes hydriques au Togo. Thèse de doctorat, Ecole doctorale Sciences pour l'Environnement Faculté des Sciences & Techniques Groupement de Recherche Au Sol Environnement.
- Pagliai M.N., Vignozzi N., Pellegrini S., 2004.** Soil structure and the effect of management practices. *Soil Till. Res.*, 79: 131-143.
- Parodi A., Feuillade G., Mansour A., (2010).** Impact de nouveaux modes de gestion sur l'accélération de la dégradation de déchets ménagers : approche multiparamétrique et multi-échelle, thèse de doctorat, Université de Limoges.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Parodi A., Feuillede-Cathalifaud G., Pallier V., Mansour A. A., 2011.** Optimization of municipal solid waste leaching test procedure: assessment of the part of hydrosoluble organic compounds. *J. Hazard. Mater.* 186: 991-998.
- Pedra F., Polo A., Ribeiro A., Domingues H., 2007.** Effects of municipal solid waste compost and sewage sludge on mineralization of soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.*, 39: 1375-1382.
- Pervez M. A., Ayub C. M., Khan H. A., Shahid M. A., Ashraf I., 2009.** Effect of drought stress on growth, yield and seed quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). *Pak. J. Agric.Sci.*, 46: 174-178.
- Petruzzelli G., 1989.** Recycling wastes in agriculture: heavy metal bioavailability. *Agric. Ecosyst. Environ.* 27: 493–503.
- Piccolo A., 1996.** Humus and Soil conservation. In *Humic Substances in Terrestrial Ecosystems*. Piccolo A. (Ed), 225-264 p.
- Pigozzo A. T. G., Lenzi E., Junior J. L., Scapin C., Da Costa A. C. S., 2006.** Transition metal rates in latosol twice treated with sewage sludge. Brazil. *Arch. Biol. Technol.*, 49 (3): 515– 526.
- Poss R., Fardeau J. C., Saragoni H., 1997.** Sustainable agriculture in the tropics: The case of potassium under maize cropping in Togo. *Nutr.Cycling Agroecosyst.*, 46: 205-213.
- Rai V.K., Singh G., Thakur P.S., Banyal S., 1983.** Protein and amino acid relationship during water stress in relation to drought resistance. *Plant Physiol. Biochem.* (Suppl), 10: 161.
- Raviv M., Medina S., Krasnovsky A., Ziada H., 2004.** Organic matter and nitrogen conservation in manure compost for organic agriculture. *Compost Sci. Util.*, 12:6-10.
- Rendek E., Ducom G., Germain P. 2007.** Assessment of MSWI bottom ash organic carbon behavior: A biophysicochemical approach. *Chemosphere*, 67 (8), 1582-1587.
- Robert F.J., Carbon B.A., 1972.** Water repellence in sandy soils of South-Western Australia: II. Some chemical characteristics of the hydrophobic skins. *Aust. J. soil.Res.*, 10: 35-42.
- Robert, M. 1996.** *Le sol : interface dans l'environnement, ressource pour le développement*, Masson, pp. 241, Paris.
- Said-Pullicino D., Gigliotti, G., 2007.** Oxydative biodegradation of dissolved organic matter during composting. *Chemosphere*, 68: 1030-1040.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Saint L., Daly P., Desvals I., Brinon I., Micoleau E., 2001 : Institut Agronomique néoCalédonien, Programme Cultures Maraîchères et Horticoles, guide de la culture du poivron en nouvelle-Calédonie.

Sawadogo H., Bock L., Lacroix D., Zombre N. P., 2008. Restauration des potentialités des sols dégradés à l'aide du Zaï et du compost dans le Yatenga (Burkina-Faso). *BASE*, 12 (3): 279- 290.

Schoeneau J., 2005. Impacts of repeated manure additions on soil fertility. *Proceedings of the Soils and Crops*, University de Saskatchewan, Extension Press, Saskatoon, Pp. 95–100.

Segbeaya K. N., Feuillade-Cathalifaud G., Baba G., Koledzi E. K., Pallier V., Tchangbedji G., Matejka G., 2012. How the origin of fresh household waste affects its ability to be biodegraded: An assessment using basic tools and its application to the city of Kara in Togo. *Waste Manage.*, 32: 2511-2517.

Serra-Wittling C. (1995). Valorisation de composts d'ordures ménagères en protection des cultures : influence de l'apport de compost sur le développement de maladies d'origine tellurique et le comportement de pesticides dans un sol. Thèse de doctorat, INA-PG, 221p + annexes.

Serra-Wittling C., Houot S., Alabouvette C. (1996). Increased soil suppressiveness to *Fusarium* wilt of flax after addition of municipal solid waste compost. Cité par ITAB (2001). *Guide des matières organiques*. Tome 1. Deuxième édition 2001.

Serra-Wittling C., Houot S., Alabouvette C., Rouxel F. (1997). Suppressiveness of municipal solid waste composts to plant diseases induced by soil borne pathogens. Cité par ITAB (2001). *Guide des matières organiques*. Tome 1. Deuxième édition 2001.

Shao Z. H., He P. J., Zhang D. Q., Shao L. M., 2009. Characterization of water extractable organic matter during the biostabilization of municipal solid waste. *J. Hazard. Mater.* 164: 1191-1187.

Skiredj A., Elattir H., ElFadl A., 2005 : Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Département d'horticulture. Site Interna : www.legumes-fruits-maroc.com, 2005. Consulté le 30 mai 2007.

Smeester. E., 1993- Le compostage domestique : comment transformer vos déchets organiques en mine d'or pour le jardin. Ed : Versicolores INC, bibliothèque nationale du Québec. 44p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Some P.P., Hien E., Tozo K., Zombre G., Dianou D., 2014.** Effets de six composts sur les réponses physiologiques, biochimiques et agronomiques du niébé *Vigna unguiculata* L. Walp var. K VX. 61.1. Au déficit hydrique. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, 8 (1) : 31-45.
- Soudi B., 2001.** Compostage des déchets ménagers et valorisation du compost : cas des petites et moyennes communes au Maroc, ed Actes, 104p.
- Soudi B., 2009.** Le compostage des déchets de culture sous serre et du fumier, (MADRPM/DERD Eds), 89p.
- Sterckeman T., 2008.** Origine et devenir des éléments en trace dans le système Sol-Plante. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Lorraine, 146p.
- Stevenson F.J., 1994.** Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions. Ed Wiley & Sons, Inc., 350 P.
- Stoorvogel J.J., Smaling E.M. A., Jansen B.H., 1993.** Calculating soil nutrient balances in Africa at different scales: I. Supra-national scale. *Fert. Res.*, 35:225-235.
- Tartoura K. A. H., 2010.** Alleviation of oxidative stress induced by drought through application of compost in wheat (*Triticum aestivum* L.) Plants. *American-Eurasian J. Agric. Envir. Sci.*, 9 (2): 208-216.
- Tejada M., Hernandez M. T., Garcia C., 2009.** Soil restoration using composted plant residues: effects on soil properties. *Soil Util. Res.*, 102: 109-117.
- Tejada M. and Gonzalez J.L., 2008.** Influence of two organic amendments on the soil physical properties, soil losses, sediments and runoff water quality. *Geoderma*, 145(3-4):325- 334.
- Thibault, 2020,** (<https://www.gerbeaud.com/reponses-experts/mon-compost-est-il-mur,1.html>).
- Tisdall J.M., 1991.** Fungal hyphae and structural stability of soil. *Aust. J. soil. Res.*, 729-743.
- Todorova T., Neykov S., and Todorova Y., 1997:** Evaluation of local pepper accessions (*capsicum annum* L) in sadovo, Bulgaria. *Plant genetic resources news letter*, N°111 :75-76.
- Toudert D.J., 1991 :** Etude agropédologique détaillée de l'atelier agricole et évaluation de la stabilité structurale, sous l'influence du couvert végétal et du port organique (fumier) Mémoire de fin d'étude INFSA, Mostaganem.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Toundou O., 2010** : Etude de l'effet fertilisant du sol par *Cassia occidentalis* L. utilisée sous forme de compost et de plante de couverture. Mémoire de DEA, Gestion de L'environnement, Université de Lomé, Faculté Des Sciences, 106 p.
- Tratch R., Bettiol W. (1997)**. Effect of biofertilizer on micelial growth and spores germination of plant pathogenic fungi. Cité par ITAB (2001). Guide des matières organiques. Tome 1. Deuxième édition 2001.
- Triboï E., 1990**. Model d'élaboration du poids de grain chez le blé tendre. *Agronomie*, 10: 191-200.
- tutienpo.net2020**, (<https://fr.tutienpo.net/climat/ws-604570.html>).
- Tzortzakis N. G., Economakis C. D., 2008**. Impacts of the substrate medium on tomato yield and fruit quality in soilless cultivation. *Hort. Sci.*, 35 (2): 83–89.
- Valdez V.S., 1994** : CultivodeAji, Edition : Centro d'Information de FDA.
- Vieira S. L., Penz J.A., Le-Boute E.M., Corteline J., 1992**. A nutritional evaluation of a high fiber sunflower meal. *J. Applied. Poult. Res.*, 1: 382-388.
- Walker A., Jurado-Exposito M., Bending G. D., Smith V.J.R., 2003**. Spatial variability in the degradation rate of isotopuron in soil. *Environ. Pollut.* 111: 407-415.
- Wang W. X., Vinocur P., Altman A., 2003**. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218: 1-4.
- White R.E., 1997**. Principles and practice of soil science. The soil as a natural resource. 3rd ed. Blackwell Science. 348p.
- Wierzchos J.C., Ciria A., Garcia-Gonzalez., 1992**. Changes in microstructure of soils following extraction of organically bonded metals and organic matter. *J. Soil. Sci.* 505-515.
- Wolkowski R., 2003**. Nitrogen management consideration for land-spreading municipal solid waste compost. *J. Envir. Qual.*, 32: 1844-1850.
- Wong J.W.C., Li G.X., Wong M.H., 1996**. The growth of *Brassicachinensis* in heavy metal contaminated sewage sludge compost from Hong Kong. *Bioresour. Technol.*, 58: 309-313.
- Zerrad W., Maataoui, B.S., Hilali, S., El-Antri, S., Hmyene, A., 2008**. Etude comparative des mécanismes biochimiques de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. *Lebanese Sci. J.*, 9 (2): 27-36.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Zmora-Nahum S., Markovitch O., Tarchitzky J., Chen Y., 2005.Dissolved Organic Carbon (DOC) as a parameter of compost maturity.*SoilBiol. Biochem.* 37: 2109-2116.

Zucooni F., Forte M., Monaco A., De Bertoldi M., 1981.Biological evaluation of compost maturity.*Biocycle*, 22 (2) : 27-29.cument actif.

