



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



Université Amar TELIDJI - Laghouat -

جامعة اعمار تلججى - الاغواط

Faculté des Sciences

كلية العلوم

Département des Sciences Agronomiques

قسم العلوم الفلاحية

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : LAGHOUCATI Oum Elkheir & BENALIA Widad

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)
FILIERE : Sciences Agronomiques

SPECIALITE : Amélioration des plantes

Thème

**Optimisation d'une fertilisation organique pour la production de
plants maraichers**

Jury se soutenance :

- M. OUBRAHAM Farid	MAA	Président
- M. SIRIDI Abdelkader	MAA	Examineur
- Mme. HOUYOU Zohra	MCA	Encadreur

Promotion Juin 2022

Résumé :

L'agriculture biologique apparaît comme une alternative d'une nouvelle agriculture, pour réduire les risques alimentaires liés à des molécules d'origine industrielles utilisées dans la production maraîchère.

Ce travail a été mené dans cette optique sur trois cultures maraîchères (poivron, tomate et laitue), en vue de déterminer une fertilisation organique qui permettrait d'obtenir des plants vigoureux. Au niveau de la serre expérimentale du département des sciences agronomiques de l'Université Amar Thelidji Laghouat les plants du poivron (*Doux d'Espagne*), tomate (*Rio grand*) et de laitue (*Batavia brava*), ont été cultivés pendant 9 semaines, en apportant deux types de fumiers (vache et cheval) avec quatre doses respectivement (0 ; 1 ; 2,5 et 5 g/kg). Des analyses physico-chimiques (pH, CaCO₃, N_{tot}, Na, K, CE, C_{org} et C/N) ont été effectuées sur le substrat et sur les fumiers utilisés. Durant les 9 semaines, nous avons effectué des mesures biométriques sur les plants cultivés (hauteur des tiges, longueur des racines, vitesses de croissance, taux relatif moyen de développement, vitesse de croissance et indice de vigueur). A la fin du test nous avons mesuré dans les feuilles fraîches des plants les teneurs en sucre totaux, proline et chlorophylle totale. Les résultats ont montré que le fumier de vache est plus riche en éléments minéraux avec respectivement N (39 g/kg), K (11,1g/kg), Na (22g/kg), N_{tot} (7g/kg) et en C_{org} (39,56g/kg). Les mesures biométriques des plants ont révélé des différences significatives (p<0,001), la hauteur maximales, des tiges des plants ainsi que celle des racines étaient respectivement (8,5 cm) et (7 cm) chez le poivron ; (22,66 cm) et (13 cm) chez la tomate et étaient (16,83 cm) et (13,33cm) chez la laitue. La vitesse de croissance des tiges était meilleure chez la tomate (0,35cm/jour). L'indice de vigueur le plus élevé est observé chez la tomate 30. Les teneurs, en proline chez les trois cultures sont entre (0,52 et 2,50 mmol/ g MF), les teneurs en sucre totaux entre (4,21 et 1,71 mg/g MF) et celles de la chlorophylle totale sont rangées entre (0,0060 et 0,034 mg/g MF). L'ANOVA effectuée sur les paramètres physiologiques mesurés sur les plants a révélé des différences non significatives.

Cette expérience a montré que les doses D2 et D3 fumier de cheval ainsi que le fumier de vache toutes doses confondues seraient meilleures pour la production de plants des trois cultures poivron (*Doux d'Espagne*), tomate (*Rio grand*) et de laitue (*Batavia brava*).

Mot clé : Poivron, tomate, laitue, fumier, fertilisation organique, vitesse de croissance, indice de vigueur, chlorophylle totale, sucres totaux, proline.

Abstract:

Organic agriculture appears as a alternative of a new agriculture, to reduce the food risks related to molecules of industrial origin used in vegetable production.

This work was conducted in this perspective on three vegetable crops (bell pepper, tomato and lettuce), in order to determine an organic fertilization that would allow to obtain vigorous plants. At the level of the experimental greenhouse of the department of agronomic sciences of the University Amar Thelidji Laghouat the plants of bell pepper (*Doux d'Espagne*), tomato (*Rio grand*) and lettuce (*Batavia brava*), were cultivated during 9 weeks, by bringing two types of manures (cow and horse) with four doses respectively (0; 1; 2,5 and 5 g/kg). Physicochemical analyses (pH, CaCO₃, N tot, Na, K, EC, C org and C/N) were performed on the substrate and on the manures used. During the 9 weeks, we performed biometric measurements on the cultivated plants (stem height, root length, growth rates, average relative development rate, growth rate and vigor index). At the end of the test we measured the content of (total sugar, proline and total chlorophyll) in the fresh leaves of the plants. The results showed that cow manure is richer in mineral elements with respectively N (39 g/kg), K (11,1g/kg), Na (22g/kg), Ntot (7g/kg) and Corg (39,56g/kg). The biometric measurements of the plants revealed significant differences ($p < 0.001$), the maximum height of the stems of the plants as well as that of the roots were respectively (8.5 cm) and (7 cm) in bell pepper; (22.66 cm) and (13 cm) in tomato and were (16.83 cm) and (13.33cm) in lettuce. Stem growth rate was better in tomato (0.35 cm/day). The highest vigor index was observed in tomato 30. Proline contents in the three crops ranged from (0.52 to 2.50 mmol/g MF), total sugar contents from (4.21 to 1.71 mg/g MF) and total chlorophyll contents from 0.0060 to 0.034 (mg/g MF). The ANOVA performed on the physiological parameters measured on the plants revealed non-significant differences.

This experiment showed that D2 and D3 doses of horse manure as well as cow manure in all doses would be better for the production of plants of the three crops bell pepper (*Doux*), tomato (*Rio grand*) and lettuce (*Batavia brava*).

Key word: Pepper, tomato, lettuce, manure, organic fertilization, growth rate, vigor index, total chlorophyll, total sugars, proline.

ملخص :

تعتبر الزراعة العضوية كنموذج بديل للزراعة الجديدة ، لتقليل المخاطر الغذائية المرتبطة بالجزئيات ذات الأصل الصناعي المستخدمة في زراعة الخضروات.

تم انجاز هذا العمل مع وضع الاعتماد على ثلاثة محاصيل نباتية (الفلل والطماطم والخس) ، من أجل تحديد التسميد العضوي الذي يسمح بإمكان الحصول على نباتات قوية. على مستوى البيت البلاستيكي التجريبي بقسم العلوم الزراعية بجامعة عمار ثليجي الأغواط تمت زراعة نباتات الفلفل (إسبانيا الحلوة) والطماطم (ريو جراند) والخس (باتافيا برافا) لمدة 9 أسابيع ، في توفير نوعين من السماد (البقر والحصان) بأربع جرعات على التوالي (0 ؛ 1 ؛ 2.5 و 5 / كغ).تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية (الاس الهيدروجيني، البوتاسيوم، الصوديوم الكربون العضوي، التوصيل الكهربائي،كربونات الكالسيوم،الازوت، نسبة الكربون على الازوت) على الركيزة (التربة) وعلى الأسمدة المستخدمة. خلال 9 أسابيع ، أجرينا قياسات بيومترية على النباتات المزروعة (ارتفاع السيقان ، طول الجذور ، سرعات النمو ، متوسط معدل التطور النسبي ، سرعة النمو ومؤشر القوة و في نهاية الاختبار قمنا بقياس محتويات (السكر الكلي ، البرولين ، الكلوروفيل الكلي) في الأوراق الخضراء فأظهرت النتائج أن سماد الأبقار أكثر غنى بالعناصر المعدنية على التوالي N 39) غ/كغ(1,1K) (غ/كغ(Na, 22) غ (/ 7Ntot، Corg) 39,56 غ /كغ) كشفت القياسات الحيوية للنباتات عن فروقات ذات دلالة احصائية (P <0.001) ، وكان أقصى ارتفاع لسيقان النباتات وكذلك ارتفاع الجذور على التوالي (8.5 سم) و (7 سم) عند الفلفل (22.66 سم) و (13 سم) عند الطماطم و (16.83 سم) و (13.33 سم) عند الخس كان معدل نمو الساق أفضل عند الطماطم (0.35 سم / يوم). لوحظ أعلى مؤشر قوة عند الطماطم 30. محتوى البرولين في المحاصيل الثلاثة يتراوح بين (0.52 و 2.50 ملي مول / غ MF) ، ومحتوى السكر الكلي بين (4.21 و 71.1 ملغ / غ) ومحتويات الكلوروفيل الكلي تراوحت بين 0.0060 و 0.034 (ملغ / غ MF). كشفت ANOVA التي تم إجراؤها على الاعدادات الفسيولوجية المقاسة على النباتات عن فروقات غير مهمة. أظهرت هذه التجربة أن الجرعات D2 و D3 من سماد الخيول وكذلك سماد البقر جميع الجرعات مجتمعة ستكون أفضل لإنتاج نباتات الفلفل الثلاثة (إسبانيا الحلوة) والطماطم (ريو جراند) والخس (باتافيا برافا).

الكلمة المفتاحية: الفلفل ، الطماطم ، الخس ، السماد الطبيعي ، التسميد العضوي ، معدل النمو ، مؤشر القوة ، الكلوروفيل الكلي ، السكر الكلي ، البرولين.

REMERCIEMENT

Je remercie "**Allah**" qui m'a aidé à réaliser ce mémoire."**allaho ma laka alhamdou kama yambaghi li djalali wadjika wa adhimi soltanek.**"

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Mme .HOUYOU ZOHRA**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de mémoire.

J'exprime ma reconnaissance à **M.OUBRAHAM FARID** professeur à l'université de Laghouat, qui me fait l'honneur de président le jury.

J'adresse mes remerciements à **M.SIRIDI ABD EL KADER** Maître de conférences à l'université de Laghouat pour avoir si aimablement accepté d'examiner mon travail.

Nos remerciements s'étendent également à **Chef de département d'agronomie et tous nos Enseignants durant les années des études.**

Et remerciements tous **les ingénieurs de laboratoire** au département.

Dédicace

A vous mes chers parents, trouvez dans ce modeste travail mes sincères gratitude, reconnaissances et remerciements, pour votre aide et soutien durant toutes mes études.

A vous également :

Ma chère sœur Hadjira et mes chers frères Omar, Rachid,

Abd elKader, Ahmed.

Aux enfants de mon frère et de ma sœur ;Widad , Ritaj, Manar,

Youssef, et khalil

A Tous mes amis ; Nour el houda , Amra, Nesrine, Nadjwa, Hanan, Naila, Widad, Samia, Laifa, Iman

A tous mes professeurs de CEM, de lycée et d'Université.

Oum elkheir

Dédicace

Je dédie ce travail et ma réussite à :

*Mes très chers parents que Dieu les protège, qui sont pour moi l'exemple
d'amour, de
Confiance et de sacrifice. Qu'ils sachent que ce travail est en partie le fruit de
leur soutien. Qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur soutien tout au
long de mes études.*

Ma soeur « Nourhane » qui sont les yeux par les quelles je vois dans ma vie

*Mes chers frères «Mohamed et Abd raouf et Abd el madjid et la petit frère
Seife ddine »*

Mes professeurs qui ont contribué à ma formation

Toute la famille BEN ALIA et GORTI

Tous mes collègues de la promotion Amélioration des plantes

*Mes très chère amises : Hanane, Imane, Oum elkheir, Laifa, Samia, Imane,
Romaissa, Nesrine, Hadile .*

Widad

Liste des figures

Figure 2 : Cycle végétatif de la plante de tomate	10
Figure 3 : Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017	
Figure 4 : Cycle de développement de la laitue	
Figure 5 : Stades de développement de la laitue	14
Figure6 : Le dispositif expérimental	21
Figure7 : Graines germées	22
Figure 8 : Rapport C/N	29
Figure9 : Hauteur des tiges du poivron (Doux) durant l'essai.	30
Figure 10 : Hauteur des tiges de la tomate (Rio grand) durant l'essai.	31
Figure 11 : Hauteur des tiges de la laitue (Batavia) durant l'essai.	31
Figure 12 : Hauteurs des racines du poivron (Doux) à 9 semaines.	32
Figure 13 : Hauteur des racines des plants de tomate (Rio grand) à 9 semaines.	33
Figure 14 : Hauteur des racines de la laitue (Batavia brava) à 9 semaines.	33
Figure 15 : Indice de vigueur de poivron (Doux).	34
Figure 16 : Indice de vigueur de la tomate (Rio grand).	35
Figure 17 : Indice de vigueur de la laitue (Batavia).	35
Figure 18 : La vitesse de croissance de la tige du poivron (Doux).	36
Figure19 : La Vitesse de croissance des tiges de la tomate (Rio grand).	37
Figure 20 : La vitesse de la croissance des tiges de la laitue (Batavia brava).	37
Figure 21 : La vitesse de croissance des racines du poivron (Doux).	38
Figure 22 : La vitesse de croissance des racines de la tomate (Rio grand).	39
Figure 23 : La vitesse de croissance des racines de la laitue (Batavia).	39
Figure 24 : Taux relatif moyen de développement du poivron.	41
Figure 25 : Taux relatif moyen de développement de la tomate.	42
Figure 26 : Taux relatif de développement de la laitue.	43
Figure 27 : Teneurs en chlorophylle dans les feuilles des trois cultures.	43
Figure 28 : Teneurs en sucre totaux des trois cultures.	44
Figure29 : Proline accumulée par les trois cultures.	45
Figure 30 : Analyse en composante principale.	46
Figure 31 : Représentation des températures journalières mesurées durant l'expérimentation.	

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Principaux pays producteurs des cultures maraîchères dans le monde (tonnes)	8
Tableau N°2 : Caractéristiques des cultures utilisées.	19
Tableau N°3 : Description et traitement de la fertilisation	20
Tableau N°4 : Paramètre physiques-chimiques du substrat terre et des fumiers utilisées durant le test.	28

Liste des sigles et abréviations

D1 : Dose 1

D2 : Dose 2

D3 : Dose 3

FV : Fumier de vache

FC : Fumier de cheval

T : Témoin

VC : Vitesse de croissance

TRMD : Taux relative moyenne de développement

IV : Indice de vigueur

pH : potentiel Hydrique

CE : Conductivité Electrique

K : Potassium

C organique : Carbone Organique

Na : Sodium

Cm : Centimètre

% : Pourcentage

C/N : Carbone / Azote

MO : Matière organique

N : Azote

Pr: Probabilité de risque

mg/g MF : Milligramme par gramme de Matière fraîche

mmol/g MF : Milli mole par gramme de Matière fraîche

°C : Degrés Celsius

Mm : Millimètre

Kg : Kilogramme

CaCO₃ : Calcaire

ACP : Analyses en composante principale

ANOVA : Analyse de la variance

DO : densité optique

H : heur

SOMMAIRE

Résumé	
Remerciement	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction	1
CHAPITRE I : BIBLIOGRQPHIE	
I. Les cultures maraichères	4
I.1. Considérations générales	4
I.2. La culture du poivron	4
I.2.1. Définition et origine et description	4
I.2.2. Classification et systématique des cultures maraichères	5
I.3. Caractères physiologiques et botaniques du poivron	5
I.3.1. Les cinq Stades phénologiques	5
I.4. Pratiques culturales	6
I.4.1. Les variétés du poivron	6
I.5. Les exigences de la culture	6
I.5.1. Edaphiques et hydriques	6
I.5.2. Climatique	7
I.6. Importance industrielle et économique nationale et internationale	7
II. La Tomate	8
II.1. Origine de la tomate	8
II.2. Classification botanique de la tomate	9
II.3. Cycle végétatif de la tomate	9
II.3.1. Phase de germination	10
II.3.2. Phase de croissance	10
II.3.3. Phase de floraison	10
II.3.4. Phase de fructification et maturation	10

II.4.Les exigences de la tomate	11
II.5.Importance économique de la culture de tomate	11
III. La laitue	12
III.1.Généralités sur la laitue	12
III.1.1.Historique.	12
III.2.Classification	13
III.3.Stades phénologiques	13
III.4.Caractéristiques morphologiques la laitue	15

CHAPITRE II : Matériels et méthodes

I. Objectifs et description de l'expérimentation	17
I.1 Objectifs	17
I.2. Lieu de l'expérience	17
I.3. Conditions expérimentale	17
I.4. Le Substrat (terre)	17
I.5. Les fumures organiques utilisées	18
I.6. Les Conteneurs	18
I.7. Le Matériel végétal	18
I.8. Préparation du substrat terre	18
I.9. Doses d'amendements utilisés	20
1.9. 1. Description des différentes doses de fertilisation	20
I.10. Dispositif expérimental	20
II. Conduite de l'expérience et notations des mesures	20
II.1. La pré-germination	21
II. 2.Le repiquage et la levée	21
II.3. L'arrosage	22
II.4. Les Paramètres mesurés sur les plants	22
II. 4. 1. Mesure des paramètres de croissance des plants	22
II.4. 1. 1. Hauteur des tiges des plants (cm)	23
II.4.1. 2. Longueur des racines des plants (cm)	23
II.4. 1.3. Vitesse de croissance des tiges et des racines des plants	23
II.4. 1.4. Indice de vigueur des plants	23
II.4. 1. 5. Taux relative moyen de développement des plants (T R M D)	23

II. 4. 2. Mesure des paramètres biochimiques et physiologiques des plants	23
II. 4. 2. 1. Dosage des sucres totaux (mg/g MF)	24
II. 4. 2. 2. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF)	24
II. 4. 2. 3. Dosage de la proline (mmol/g MF)	24
II. 5. Analyse physicochimique des échantillons de terre et des fumiers utilisés	25
III. Analyses statistiques des données	25
	26

CHAPITRE III : RESULTETS

I. Terre et fumiers utilisés	28
I.1. Paramètres physico-chimiques	28
I.2. Rapport C/N	29
II. Paramètre de croissance de développement des plants	29
II.1. Hauteur des tiges des plants	29
II.1.1. Hauteur des tiges des plants du poivron	29
II.1.2. Hauteur des tiges des plants de tomate	30
II.1.3. Hauteur des tiges des plants de laitue	31
II.2. Hauteur des racines des plants	32
II.2.1. Hauteur des racines des plants du poivron	32
II.2.2. Hauteur des racines des plants de la tomate	32
II.2.3. Hauteur des racines des plants de la laitue	33
II.3. Indice des vigueurs (IV) des plants	34
II.3.1. Indice de vigueur du poivron	34
II.3.2. Indice de vigueur de la tomate	34
II.3.3. Indice de vigueur de la laitue	35
II.4. Vitesse de croissance des plants	36
II.4.1. Vitesse de croissance des tiges	36
II.4.1.1. Vitesse de croissance de la tige du poivron	36
II.4.1.2. Vitesse de croissance de la tige de la tomate	36
II.4.1.3. Vitesse de croissance de la tige de la laitue	37
II.4.2. Vitesse de croissance des racines	38
II.4.2.1. Vitesse de croissance des racines du poivron	38
II.4.2.2. Vitesse de croissance des racines de la tomate	38

II.4.2.3. Vitesse de croissance des racines de la laitue	39
II.5. Taux relatif moyen de développements des plants	40
II. 5.1. Taux relatif moyen de développement du poivron	40
II. 5.2. Taux relatif moyen de développement de la tomate	41
II. 5.3. Taux relatif moyen de développement de la laitue	42
III. Paramètre biochimiques et physiologiques mesurés sur les plants	43
III.1. Teneurs en Chlorophylle totale	43
III.2. Sucre totaux	44
III.3. Proline accumulée	44
III. Analyses en composante principale	45
III. Discussion	47
Conclusion et Perspectives	53
Références bibliographiques	55

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les fruits et les légumes constituent une part essentielle du régime alimentaire humain. Au cours des vingt dernières années la recherche en nutrition humaine a prouvé qu'un régime équilibré, riche en fruits et légumes, garantit une bonne santé et peut réduire les risques de certaines maladies (**Meng et Doyle, 2002**).

En Algérie, la culture maraîchère est la 2ème culture après celle des céréales. Elle occupe une superficie de plus de 330.000 ha avec une production estimée à 8,5 millions de tonnes en 2013. (**Kara 2020**)

D'après ces statistiques, la tomate occupe 151,800 ha (46 %), suivi par le poivron 75,90 ha (23%), la laitue occupe 9,9 ha (3%) (**Morsli, 2018**).

Depuis plusieurs années, la production maraîchère est confrontée à de nouvelles exigences du fait du retrait progressif de nombreuses molécules chimiques notamment celles qui peuvent provenir de sa fertilisation parce qu'il s'agit parfois de légumes consommé en frais et non stockables (**Navarrette et al, 2010**).

Les besoins humains pour ce qui est des approvisionnements fiables en aliments sains et nutritifs sont les mêmes partout dans le monde. Si l'agriculture revêt une importance capitale pour les pays en développement, c'est que d'une part le bon fonctionnement du secteur agricole est essentiel pour assurer la sécurité alimentaire et que, d'autre part, les produits agricoles constituent une source majeure du revenu national. Du fait de la faible productivité agricole et animale. (**Agricul-Fren**)

L'utilisation d'engrais minéraux: non adaptés à la culture maraîchère conduit à des apports déséquilibrés et à long terme, à une accumulation de certains métaux lourds dans les cultures et dans les terres agricoles (**Kiba, 2012**). En effet, de nombreuses études (**Sedogo, 1993 ; Bado et al, 1997 ; Bonzi, 2002**) ont montré les effets négatifs des engrais minéraux à long terme sur la fertilité du sol à travers notamment leur effet acidifiant sur le sol aussi bien sur les risques de toxicité dont peuvent être origine les fruits cultivés dans de telles conditions, la réduction de l'usage des fertilisants chimiques, pose plus que dans d'autres systèmes de production, des questions agronomiques cruciales. Comment réduire les risques alimentaires liés à des molécules d'origine industrielles utilisées dans la production maraîchère ?

Face à cette situation de réduire les risques alimentaires, la culture maraîchère doit s'orienter vers des systèmes de cultures plus sains, plus durables et plus productifs. L'approche gestion intégrée de la fertilité des sols se présente alors comme une solution à cette situation.

Dans ce cadre, l'agriculture biologique apparaît comme une alternative d'une nouvelle agriculture plus durable. Elle est en effet basée sur l'utilisation de produits naturels et sur l'entretien de la fertilité et de la qualité des terres agricoles.

L'utilisation de fertilisants naturels, permet selon Bationo *et al.* (2012), une durabilité des systèmes de production et ne peut pas garantir une meilleure compétitivité des produits. En effet, les plusieurs travaux ont montré l'effet bénéfique de la matière organique sur les propriétés physico-chimiques et biologiques du sol, et conséquemment sur les rendements de cultures (**Kitabala *et al.*, 2016**). A cet effet, il semble intéressant de promouvoir l'utilisation de fertilisants organiques moins dangereux pour l'environnement. L'amendement à base de bouse de bovin et de crottin d'équidés offre de nouvelles perspectives pour inverser la tendance à la baisse significative de la fertilité des sols maraîchers. En effet, cette pratique agricole implique l'apport conséquent de substances organiques qui pourraient améliorer la productivité des terres agricoles (**Nguo *et al.*, 2016**).

La présente étude s'inscrit dans cette optique, l'utilisation donc d'engrais organiques d'origines animales (Fumier de vache et Fumier de cheval), pourrait influencer la production de plants maraichers.

Pour vérifier cette hypothèse, nous avons entrepris un travail expérimental, en apportant trois différentes doses 1 ; 2,5 et 5 (g/kg), de deux types des fumiers (vache et cheval), pour cultiver des plants de trois cultures maraichères : Poivron (*Doux*), Tomate (*Rio grand*) et de la laitue (*Batavia brava*). Notre objectif est de déterminer pour ces cultures, le type de fumier et la dose qui permettent d'obtenir des plants vigoureux.

Le document de ce mémoire est structuré en trois chapitres :

Un premier chapitre englobe une synthèse bibliographique qui présente des généralités sur les trois cultures maraichères, un deuxième chapitre expose le matériel et les méthodes utilisés pour atteindre notre objectif et dans un troisième chapitre nous présentons les résultats et discussion. Nous terminerons par une conclusion et des perspectives.

1. Chapitre I : l'agriculture biologique

Le marché des produits issus de l'agriculture biologique s'est considérablement accru sur la dernière décennie, avec une multiplication par quatre du chiffre d'affaires au niveau mondial (Agence BIO, 2011). La croissance à deux chiffres a néanmoins subi un léger ralentissement entre 2008 et 2009 du fait de la crise économique. Le marché mondial, qui a progressé de 7,9 % en 2009, a atteint près de 54,0 Md\$ en 2009 et 60 Md\$ en 2010. L'essentiel de la consommation (95 % des ventes) est réalisée au niveau de l'Union européenne et des Etats-Unis (Al-Bitar, 2010). La surface mondiale cultivée en bio est estimée à 37,5 millions d'hectares, occupée par 1,8 millions d'exploitations agricoles certifiées en 2009. Les mouvements pionniers de l'agriculture biologique

L'agriculture biologique s'est développée dans les années 1920 dans différents pays et

sous la forme de divers courants, dont deux en particulier : la biodynamie et l'agriculture « organique ». La biodynamie trouve son origine dans une série de huit conférences de l'anthroposophe Rudolf Steiner (1861-1925), connues sous le nom de « Cours aux agriculteurs ». Elle préconise l'usage de préparations spécifiques pour le sol, les plantes et le compost. Ses principes fondateurs reposent sur l'idée que des forces telluriques et cosmiques ont une influence sur les cultures, ainsi que sur une approche globale de l'homme et du vivant. L'agriculture « organique », développée par le Britannique Albert Howard (1873-1947), prône le retour à une agriculture paysanne autonome et la pratique du compostage. Ces deux mouvements fondateurs accordent une place importante à la vie dans le sol et à sa préservation, mais ils ont également une dimension philosophique.

En France, dès la fin des années 1950, des groupements d'agriculteurs biologiques se forment tandis qu'une association de médecins met en avant les bienfaits de ce type

d'agriculture pour la santé. Le mouvement français de l'agriculture biologique se diversifie au cours des années 1960 et 1970, d'un côté avec des réseaux qui la défendent comme une forme de résistance au capitalisme et à la société de consommation, de l'autre par l'émergence de réseaux plus « techniques » et à vocation commerciale. C'est le cas par exemple du réseau Lemaire-Boucher porté par deux spécialistes : Raoul Lemaire (1884-1972), expert en farines et pains biologiques, et Jean Boucher (1915-2009), agronome expert en fertilisants à base d'algues. La France a fait partie des précurseurs en matière de régulation, en reconnaissant dans sa loi d'orientation agricole de 1980 l'agriculture biologique comme « une agriculture sans produits chimiques de synthèse ». Celle-ci va progressivement bénéficier d'une reconnaissance officielle :

mise en place en 1983 d'une commission nationale chargée de homologation des cahiers des charges des différentes organisations, stipulant, par type de production, les techniques à mettre en œuvre pour produire « bio »; création en 1985 du logo français « AB » et unification et homologation des cahiers .

Définition de l'agriculture biologique

agriculture biologique est un mode de production de denrées végétales et animales qui va bien au-delà du choix de ne pas utiliser des pesticides, des engrais, des organismes génétiquement modifiés, des antibiotiques ou des hormones de croissance.

La production biologique est un système holistique conçu pour optimiser la productivité et la santé de diverses communautés au sein de écosystème agricole, y compris les organismes du sol, les plantes, les animaux d'élevage et la population.

objectif principal de la production biologique est le développement d'exploitations qui sont viables et en harmonie avec environnement.

Voici quelques principes généraux de agriculture biologique, tirés des normes

biologiques canadiennes (2006) :

- Protéger environnement, réduire au minimum la dégradation et érosion du sol, diminuer la pollution, optimiser la productivité biologique et promouvoir un bon état de santé.
- Maintenir la fertilité du sol à long terme en favorisant les conditions propices à son activité biologique.
- Maintenir la diversité écologique dans écosystème.
- Recycler les matériaux et les ressources le plus possible dans exploitation.
- Soigner adéquatement les animaux d'élevage de façon à promouvoir leur santé et à répondre à leurs besoins comportementaux.

Chapitre I : l'agriculture biologique

□ Préparer les produits biologiques, en étant notamment attentif aux méthodes de transformation et de manipulation, afin de maintenir intégrité biologique et les qualités essentielles du produit à tous les stades de la production.

□ Appuyer sur des ressources renouvelables dans des systèmes agricoles organisés localement. agriculture biologique met accent sur la rotation des cultures et sur

utilisation de cultures-abris, en plus de favoriser équilibre des relations entre hôtes et prédateurs. Les résidus et éléments nutritifs organiques produits sur la ferme sont retournés au sol. Les cultures-abris et le fumier composté servent à maintenir la fertilité du sol et sa teneur en matière organique. La lutte contre les maladies et les insectes fait appel à des méthodes préventives, notamment la rotation des cultures, amélioration génétique et emploi de variétés résistantes. Sur la ferme biologique, les méthodes intégrées de conservation

des sols et de lutte contre les ravageurs et les mauvaises herbes sont des outils importants. Les pesticides approuvés pour agriculture biologique sont les pesticides « naturels » ou d'autres produits de lutte antiparasitaire figurant sur la liste des substances permises (LSP) des normes de production biologique. La LSP détermine les substances qui peuvent être utilisées comme pesticides en agriculture biologique. Toutes les céréales, tous les fourrages et tous les suppléments protéiques distribués aux animaux d'élevage doivent être

d'origine biologique.

□ Les normes de production biologique interdisent généralement les produits issus du génie génétique et du clonage animal, les pesticides, engrais et médicaments de synthèse, les boues d'épuration, les agents technologiques, les ingrédients synthétiques et l'irradiation ionisante. La certification biologique n'est en outre accordée qu'aux entreprises agricoles qui n'ont pas employé ces produits ou ces méthodes au cours des trois années antérieures à la récolte pour laquelle on demande la certification. Les animaux doivent quant à eux être élevés selon des méthodes biologiques et être nourris d'aliments biologiques à 100%.

□ L'agriculture biologique présente de nombreux défis. Certaines cultures sont plus difficiles à produire de façon biologique que d'autres, mais à peu près toutes les cultures vivrières peuvent être produites de façon biologique

Croissance de l'agriculture biologique

Le marché des aliments biologiques croît à l'échelle mondiale depuis plus de 15 ans. On prévoit une augmentation annuelle de 10-20% des ventes au détail en Amérique du Nord au cours des prochaines années. On estime à plus de 1,5 G\$ le marché de détail des aliments biologiques au Canada en 2008 et à 22,9 G\$ celui des États-Unis en 2008. On évalue que les produits importés constituent plus de 70% des produits biologiques consommés au Canada. Le Canada exporte aussi beaucoup de produits biologiques, surtout le soya et des

céréales. Selon Canadian Organic Farmers, Ontario comptait, en 2007, 669 fermes certifiées biologiques occupant plus de 100 000 acres de terres cultivables et de pâturages certifiés biologiques. Ceci représente une augmentation annuelle d'environ 10% depuis les dernières années. Environ 48 % des terres cultivables biologiques sont ensemencées de céréales, 40 % sont consacrées au foin et aux pâturages et environ 5%, aux fruits et légumes biologiques. Les productions animales (viandes, produits laitiers et œufs) ont également crû de manière soutenue au cours des dernières années.

Pour quoi choisir l'agriculture biologique ?

Les principales raisons que citent les producteurs qui veulent choisir l'agriculture biologique sont leurs préoccupations à l'égard de l'environnement et du travail avec des produits chimiques agricoles dans les systèmes agricoles classiques. On se préoccupe également de la consommation d'énergie en agriculture, notamment pour la fabrication de plusieurs produits agrochimiques qui exige la consommation d'une quantité considérable de

combustibles fossiles. Les producteurs biologiques estiment que leur mode de production agricole est rentable et gratifiant.

Pourquoi acheter des produits biologiques ?

Les consommateurs achètent des aliments biologiques pour diverses raisons. Bon nombre d'entre eux veulent acheter des aliments exempts de pesticides chimiques ou cultivés sans engrais traditionnels. D'autres aiment simplement essayer des produits nouveaux et différents. Le goût des aliments, les préoccupations à l'égard de l'environnement et le désir d'éviter les aliments qui proviennent d'organismes génétiquement modifiés comptent aussi parmi les nombreuses raisons qui motivent les consommateurs à choisir des aliments biologiques. En 2007, on a estimé que plus de 60% des consommateurs avaient acheté des produits biologiques. On considère que environ 5% des consommateurs achètent jusqu'à 50% de tous les produits biologiques.

CHAPITRE II :
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. LES CULTURES MARAICHERES

I. 1. Considérations générales

Les cultures maraîchères se distinguent des cultures vivrières par la production des aliments de luxe, destinés aux privilégiés (**Messiaen, 1975**). La culture maraîchère est généralement appelée culture légumière au sens large. Elle permet aux populations de diversifier, d'améliorer leur régime alimentaire, grâce aux vitamines et aux sels minéraux qu'elle apporte (**Beniest, 1987**). Les produits récoltés sont consommés sans cuisson à la maison, crus, mais aussi après transformation industrielle.

Les techniques en culture maraîchère sont multiples, mais toutes font appel à une main d'œuvres spécialisées, quelque fois abondante. Elles s'intègrent une majorité de plantes annuelles dans le système de rotation. Certaines cultures maraîchères sont considérées comme fruits, c'est le cas de la fraise et du melon (**Messiaen, 1974**). Le choix des cultures maraîchères que l'on désire produire dépend de plusieurs facteurs parmi lesquels, les facteurs limitant liés à l'environnement, et les facteurs préférentiels liés aux exigences des marchés (**Beniest, 1987**).

I. 2. LA CULTURE DU POIVRON

I. 2. 1. Définition, origine et description

Le poivron est l'appellation française du piment doux à gros fruit. Le poivron appartient à la grande famille d'origine tropicale des Solanacées qui comprend également la tomate, la pomme de terre, le tabac et le pétunia. Il appartient au genre *Capsicum* et est l'une des cinq espèces domestiquées par les premiers habitants du Mexique, d'Amérique centrale et d'Amérique du sud: *C. annum*, *C. chinense* et *C. frutescens*.

Le poivron, *Capsicum annum*, est l'espèce la plus importante sur le plan économique et sa culture s'est développée en premier dans la zone centrale du continent sud-américain qui correspond à la Bolivie actuelle: il s'agit d'une zone de transition entre le climat tempéré et le climat sud-tropical, non soumise aux gelées et relativement sèche. Le poivron fut introduit en Europe à la fin du 15^e siècle et au début du 16^e par les Conquistadors.

Le poivron (*Capsicum annum* L) est originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du sud, elle a un peu plus d'un siècle abordé et conquis tous les continents dans leurs parties tropicales sous tempérées chaudes (**Pochard et al, 1992**).

Il est cultivé dans toutes les régions tropicales du monde, ainsi que dans les régions tempérées chaudes (**Polese et Devaux, 2007**).

I. 2. 2. Classification et systématique des cultures du poivron

Ces plantes sont classées selon la classification suivante :

- Règne : plantae
- Division : agnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Ordre : Solanales
- Famille : Solanaceae
- Genre : *Capiscum*
- Espèce : *Capiscum annum*, *Linnaean (1753)*

I.3. CARACTERES PHYSIOLOGIQUES ET BOTANIQUES DU POIVRON

L'espèce poivron «*Capsicum annum* L.» est une solanée 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**).

I. 3 .1. Les cinq stades phénologiques du poivron

Le cycle végétatif du poivron suit plusieurs stades végétatifs qui sont :

- Stade 0 : Levée
- Stade 1 : Les cotylédons sont étalés
- Stade 2 : Deux feuilles étalées sur la tige principale
- Stade 3 : Davantage de feuilles étalées sur tige
- Stade 4 : Début floraison
- Stade 5 : Floraison
- Stade 6 : Développement du fruit (**Zitouni et Douar 2017**).



Fleurs

Feuille

Tige

Fruit

Figure 1 : Présentation des différentes parties du plant de poivron

I.4. PRATIQUES CULTURALES

Le poivron est une plante à jours longs. Il fatigue rapidement le sol et il est très exigeant en rotation des cultures car il permet une dissémination rapide de maladies ; c'est pourquoi, il n'est pas conseillé de le cultiver plusieurs années successives. (Ouadah, 2009).

I. 4.1. Les variétés du poivron

Les poivrons sont généralement classés selon leur forme :

- Les variétés américaines sont plus ou moins carrées, à trois ou quatre lobes et à chair épaisse ;
- Les variétés italiennes sont allongées et pointues, à chair plus mince.

En Algérie, les agriculteurs cultivent et apprécient les variétés suivantes :

- Pour le plein champ : As grow (quatre coins) et GSN semences (poivron doux d'Espagne).

(Ouadah, 2009).

I. 5. LES EXIGENCES DE LA CULTURE

I. 5.1. Les exigences édaphiques et hydriques

Sur le plan édaphique, le poivron est plus exigeant que d'autres légumes en matière du sol et l'eau. Il réclame une terre à bonne capacité rétention en eau, les besoins en eau sont importants et situent entre 500 à 550 mm (Péron, 2006), mais il préfère des sols profonds, riches en matière

CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

organique, souples, bien aérés, perméables et drainés. Il n'est pas particulièrement sensible à l'acidité du sol et s'adapte bien aux pH compris entre 5, 6 et 7,8 (Erard, 2002).

I. 5.2. Climatique

Le poivron est une espèce thermophile, des températures moyennes inférieures à 18°C contrarient la croissance de la plante. La température optimale de la germination se situe entre 25 et 28°C.

Les premières phases du développement de la plante de poivron sont très lentes : (Levée en 8/10 jours) (Guet, 2005).

I. 6. IMPORTANCE ECONOMIQUE DE LA CULTURE DU POIVRON

I. 6.1. Importance dans le monde

Le poivron reste l'une des spéculations les plus cultivées à travers les différents continents. Nous constatons de ce fait, à travers le **tableau N° 01**, une évolution progressive dans le temps de la superficie mondiale réservée aux cultures du poivron plein champ et sous serre. (ABED 2016)

Tableau N°1. Principaux pays producteurs des cultures maraîchères dans le monde (tonnes).

N°	Pays	Production (tonnes)	N°	Pays	Production (tonnes)
01	Chine	583321399	11	Espagne	12701300
02	Inde	121015200	12	Nigéria	11923961
03	USA	34279961	13	Brésil	11458208
04	Turquie	28280809	14	Japon	11314562
05	Iran	23651582	15	Indonésie	10243856
06	Egypte	19590963	16	Ukraine	9872600
07	Russie	15485353	17	Algérie	6788809
08	Viet Nam	14975501	18	Philippines	6367844
09	Mexique	13238236	19	France	5235330
10	Italie	13049171	20	Pakistan	5059691

Source : (FAO, 2015)

II. LA TOMATE

II. 1. Origine de la tomate

Originellement au Nord-Ouest de l'Amérique du sud se situe le genre *Lycopersicon*, la tomate (*Lycopersicon esculentum*) fut domestiquée au Mexique. Son introduction en Espagne et en Italie, puis dans les autres pays européens, remonte à la première moitié du XVI^e siècle. À l'origine elle était cultivée par les Aztèques ; son nom provient de «*tomat*» qui, dans la langue nahuatl parlée dans la région de Mexico, correspond à *Physalis philadelphica* - *La tomatille*- ; la tomate proprement dite *Lycopersicon esculentum*, était appelée «*jitomalt*» (**Blancard, 2009**).

En Algérie, ce sont les cultivateurs du Sud de l'Espagne (*Tomateros*), qui l'ont introduite en raison des conditions climatiques qui sont propices pour sa culture. Quant à sa consommation, elle a commencé dans la région d'Oran en 1905 puis, elle s'est étendue vers le centre, notamment au littoral algérois (**Latigui, 1984**).

La première évocation de la tomate dans le vieux monde est celle du botaniste italien Pietro Andreas Mattioli en 1544. La tomate reçoit divers noms, dont celui de «*Mala aurea*», l'équivalent latin du nom italien «*Pomodoro*». Le nom de «*pomme d'amour*» en français avec les équivalents «*love apple*» en anglais, et «*liebesapfel*» en allemand, font allusion à l'effet aphrodisiaque alors attribué à ce fruit (**Blancard, 2009**).

II. 2. CLASSIFICATION, DESCRIPTION DE LA TOMATE

La tomate dont l'appartenance à la famille des Solanacées et en 1753, le botaniste Linné Swidish a nommé *Solanum lycopersicon*, mais 15 ans plus tard Philip Miller a remplacé le nom de Linné avec *Lycopersicon esculentum* (**Valimunizigha, 2006**). (**Cronquist, 1981**) ; (**Gaussen et al, 1982**) rappellent que la tomate appartient la classification suivante:

II. 2. 1. Classification botanique de la tomate

- Règne : Plantae.
- Sous règne : Trachenobionta.
- Division : Magnoliophyta.
- Classe : Magnoliopsida.

- Sous classe : Asteridae.
- Ordre : Solanales.
- Famille : Solanaceae.
- Genre : Solanum ou Lycopersicon
- Espèce : *Lycopersicon esculentum* Cronquist (1981) ; Gausson et al. (1982).

II. 3. CYCLE VEGETATIF DE LA TOMATE

Le cycle végétatif complet de la tomate est d'environ 4 à 5 mois pour les semis directs en pleine terre et de 5 à 6 mois pour les plants repiqués. Le développement de la plante de tomate se réalise en quatre phases, à savoir :

II. 3.1. Phase de germination

Elle est caractérisée par l'apparition d'une tigelle et de deux feuilles cotylédonaire simples et opposées au-dessus du sol et de poils absorbants bien visible sur la racine dans le sol. La germination des graines est très rapide entre six à huit jours après le semis à la température optimale du sol 20 à 25°C (Vander et al, 2004).

II. 3. 2. Phase de croissance

Elle est caractérisée par l'apparition de vraies feuilles bien développées vers le 20^{ème} jour et l'apparition de racines secondaires (**mémento de l'agronome, 2003**).

II. 3. 3. Phase de floraison

Elle est caractérisée par l'apparition d'inflorescences de bas en haut de la plante aux environs de deux mois et demi après le semis et le début de fructification (**mémento de l'agronome, 2003**).

II. 3. 4. Phase de fructification et de maturation

Elle est caractérisée par la continuité de la nouaison, et développement de la coloration qui commence par perdre la coloration verte au profit du jaune puis au rouge de plus en plus accentué.

Cette phase dure environ deux mois, soit de quatre à six mois après le semis.

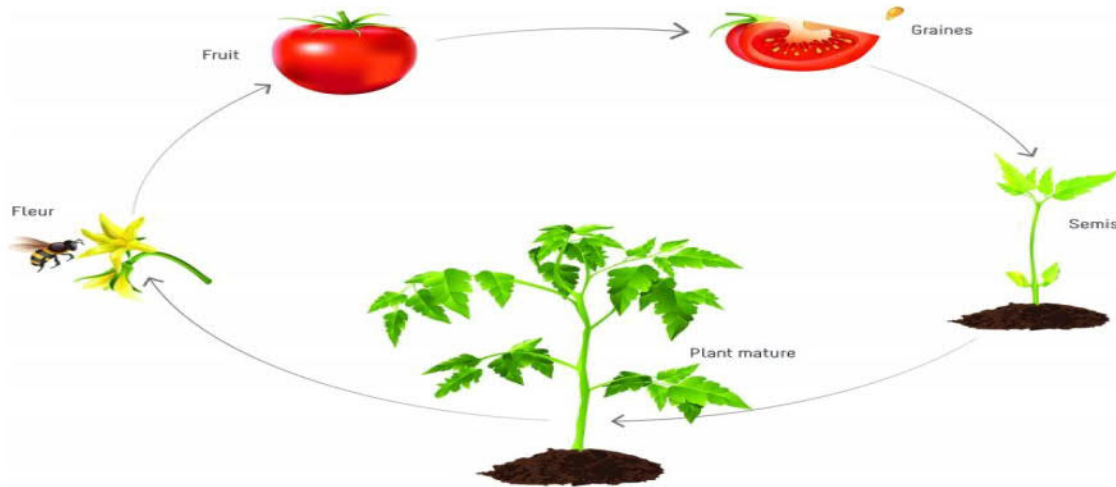


Figure 2 : Cycle végétatif de la plante de tomate (Parlons)

II. 4. LES EXIGENCES DE LA TOMATE

II. 4.1. Les exigences climatiques

II. 4. 1. 1. La température

La tomate demande un climat relativement frais et sec pour fournir une récolte abondante et de qualité. La température est le facteur le plus déterminant pour la production de la tomate car la culture réagit fortement aux variations thermiques (**Lambert, 2006**). La température optimale pour la plupart des variétés se situent entre 21 et 24°C. Les plantes peuvent surmonter un certain intervalle de température, mais en dessous de 10°C et au-dessus de 38°C les tissus végétaux sont endommagés. L'équilibre et l'écart entre température diurne et nocturne, semblent nécessaire pour obtenir une bonne croissance et une bonne nouaison de la tomate (**Shankaraet al, 2005**).

II. 4. 1. 2. L'eau et l'humidité

La plante est très sensible à l'hygrométrie ; elle ne tolère pas les sols engorgés, ni l'humidité élevée (plus de 80%) et une hygrométrie relativement ambiante de 60% à 65% soit la meilleure pour la fécondation. En effet, lorsque l'humidité est trop élevée, le pollen est difficilement libéré. Il est essentiel de prévoir un apport d'eau suffisant pendant la fructification. Le stress causé par une carence d'eau et les longues périodes arides fait tomber les bourgeons et les fleurs et provoque le fendillement des fruits (**Munro et Small, 1998**).

II. 4. 1. 3. La lumière

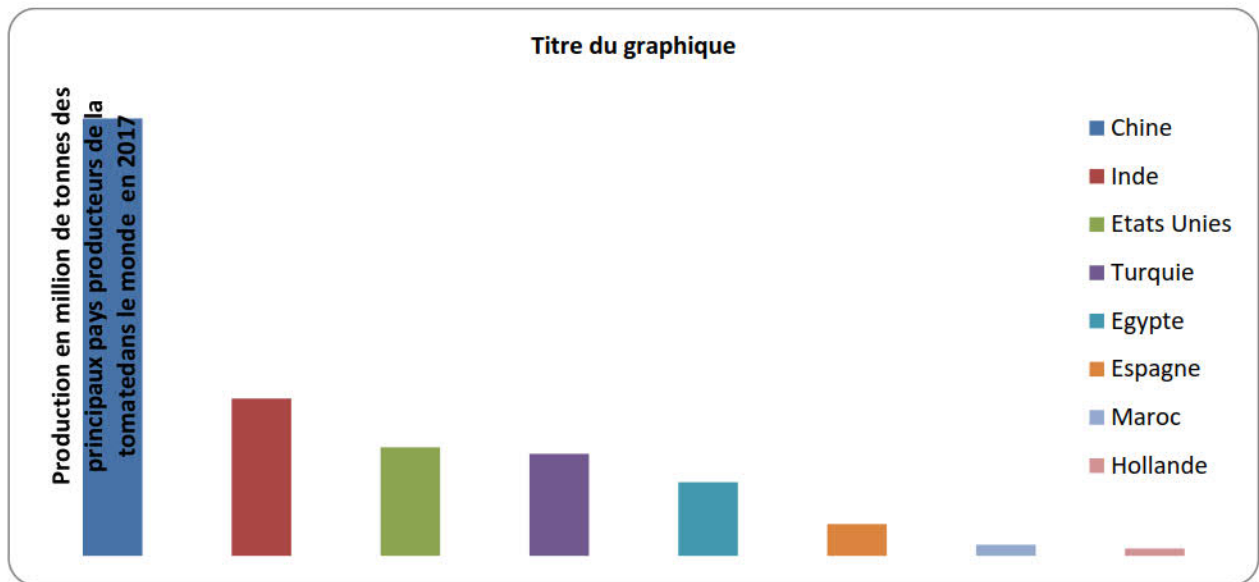
La lumière est un facteur écologique fondamental qui intervient dans la qualité de la photosynthèse. Elle intervient également sur la croissance et la fructification de la tomate par sa durée, son intensité et sa qualité. La tomate n'est pas sensible au photopériodisme, mais,

exigeante en énergie lumineuse. La longueur de l'obscurité est essentielle pour le contrôle de la croissance et le développement de la plante. Un faible rayonnement lumineux réduit le nombre de fleurs par bouquet et affecte la fécondation (Cirad et Gret, 2002). En outre, l'intensité de la lumière affecte la couleur des feuilles, la mise à fruit et la couleur des fruits.

II. 5. IMPORTANCE ECONOMIQUE DE LA TOMATE

II. 5. 1. Importance dans le monde

La tomate occupe une place très importante dans l'agriculture mondiale. Elle est cultivée dans presque tous les pays du monde ; sa production est répartie dans toutes les zones climatiques, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri, la Chine est en première position avec une production de 52,86 millions de tonnes, suivie des Etats Unies pour 14,20 millions de tonnes, et en troisième rang vient l'Inde avec 11,97 millions de tonnes produites (Badaoui, 2018).



Source : (FAOSTAT, 2017).

Figure 3 : Production en million de tonnes des principaux pays producteurs de la tomate dans le monde en 2017

II. 5. 2. Importance de la tomate en Algérie

La production nationale de la tomate fraîche s'est établie à 13,72 millions de quintaux (qx) durant la campagne 2017. Le rendement a été de 428 qx/hectare pour la tomate plein champ, et 1.225 qx/hectare pour la tomate sous serre. (ALIOUI et SEGNI, 2020)

CHAPITRE II : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Les plus grandes wilayas productrices de la tomate fraîche sont Biskra avec une production de 2,33 millions de qx, Mostaganem avec une production de 1,33 million de qx, Tipaza avec 1,04 million de qx et Ain Defla avec 728.250 qx (**Madr, 2017**).

III. LA LAITUE

III.1.GENERALITES SUR LA LAITUE

III. 1.1. Historique

Les origines de la laitue remontent au bassin méditerranéen d'où elle propage au monde. Laitue (*Lactuca sativa*) est la culture la plus importante du groupe des légumes feuillés, elle connue par les anciens Egyptiens, la Grèce (les Grecs), les Romains, les Perses et les Arabes, qui ont parlés de ses avantages nutritionnels et médicaux (**Křístková et al, 2008**).

III. 2. Classification

La laitue dont le nom scientifique (latin) : *Lactuca sativa* L (**Munro et Small, 1998**), appartient au genre *Lactuca* de la famille des Astéracées, ce genre comprend environ de 60 variétés annuelles ou bisannuelles, ce genre est caractérisé par la présence du «lait» : le lactucarium, qui est un liquide transparent ou coloré et d'où vient le nom de «*lactuca*» (**Munro et Small, 1998 ; Pitrat et Foury, 2003**).

- Règne : Plantae
- Division : magnoliophytes,
- Classe : magnoliopsides
- Famille : *Astéracées (composées)*
- Genre : *Lactuca*
- Espèce : *Sativa* ou *hybrida* (**Mappa, 2010; Pitrat et Foury, 2003**).

III. 3. Stades phénologiques

La laitue cultivée (*lactuca sativa* L) est une plante herbacée, annuelle, avec deux phases bien distinctes

III.3. 1. La phase végétative

Aboutissant à la formation d'une pomme plus ou moins fermée, est le stade utilisé pour la commercialisation. (**Malle 2020**)

III.3. 2. La phase reproductrice

Au cours de laquelle la tige centrale s’allonge (montaison), s’achève par la floraison et la production de graines (I.T.C.M.I, 2010). Les étapes du cycle végétatif se résument dans les figures 4et5;

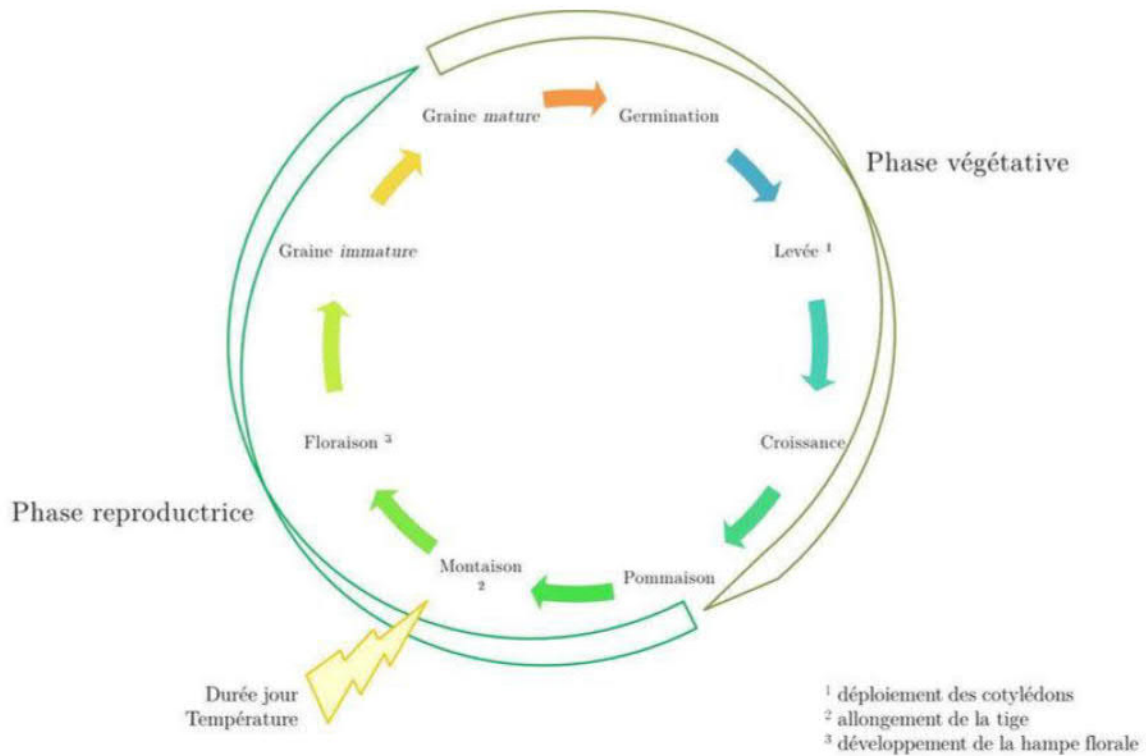


Figure 4 : Cycle de développement de la laitue (ResearchGate)

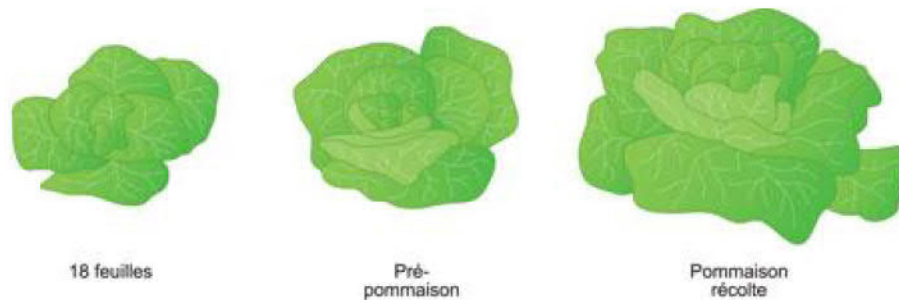


Figure 5 : Stades de développement de la laitue (Syngenta)

III. 4. CARACTÉRISTIQUES MORPHOLOGIQUES LA LAITUE

La laitue est une plante annuelle de jours longs à cycle court. Elle développe une rosette de feuilles entières, capable ou non selon le type, de former une pomme. Après la formation de cette dernière, la tige subit une élongation et l'apex évolue en hampe florale dont les feuilles sont larges, allongées, cloquées et imbriquées en plusieurs couches plus ou moins serrées. Les fleurs sont jaunes et réunies en grappes. Comparées aux hybrides, la plante d'origine se distingue d'un côté par sa forme très allongée à cause des feuilles qui sont moins larges et de l'autre par son goût amer (**Lakhdari et al, 2010**). Les semences sont décrites par **Lakhdari et al, (2010)**, comme des graines fines, allongées, pointues et aplaties, d'une couleur grise au centre et jaune aux pointes.

CHAPITRE III :
MATERIEL ET
METHODES

Chapitre II : Matériels et méthodes

I. Objectifs et description de l'expérimentation

I.1. Objectif

Notre essai a pour but de tester la réponse des plants des trois cultures maraichères (poivron, tomate et laitue), à deux différents types d'amendements organiques fumier de cheval et fumier de vache apportés à doses variables.

I.2. Lieu de l'expérience

Notre expérimentation s'est déroulée sous serre au département des sciences agronomiques de l'université de Laghouat.

I.3. Conditions expérimentales

Durant toute l'expérience, les températures journalières diurnes mesurées en degré Celsius (°C), sont enregistrées à mi-journée, à savoir (12h). Nous constatons que la température durant notre travail expérimental fluctue entre un minimum de 7 (°C) enregistré au début de l'expérimentation durant la germination des semences et un maximum aux alentours de 23(°C) observé en fin d'expérimentation.

I.4. Le Substrat (terre)

Le substrat utilisé dans notre travail expérimental, est un mélange de terres qui ont été collectées en Janvier 2022 c'est de retour au début de l'expérimentation dans des zones agricoles (Tadjmout et Dhaya Gheblia) Cette zone a été choisie car elle est considérée comme une zone agricole situées dans la wilaya de Laghouat.

I. 5. Les fumures organiques utilisées

Lors de ce travail, nous avons utilisé deux types de fertilisants organiques à savoir :

Le fumier de vache bien décomposé de plus de 18 mois. il se décomposera difficilement et mal. Il perd de l'azote, ce qui le rend moins efficace. La solution offrant les meilleurs résultats est de le mettre en amas. (ctendance.fr)

Le fumier de cheval sec de plus de 12 mois. Parce qu'il Le fumier de cheval frais il est toxique (deavita.fr)

Les deux fumiers nous ont été fournis par des éleveurs de la région de Laghouat.

I. 6. Les Conteneurs

Les conteneurs utilisées sont des pots en plastique caractérisés par: Hauteur 12 cm, diamètre 14cm, couleur marron, une capacité de 1,5 kg, ils sont munis d'orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation des eaux en excès.

I. 7. Le Matériel végétal utilisé

Les semence utilisées dans notre expérimentation ont été ramenées du commerce, elles sont très cultivées en Algérie, connues comme variétés très adaptées aux conditions du pays. Les variétés retenues sont : *Doux d'Espagne (Doux Es)* pour le poivron noté (*Doux*), *Batavia brava* pour la laitue notée (*Batavia brava*), et *Rio grand* pour la tomate noté (*Rio grand*). Leurs caractéristiques sont dans le **tableau N°2**:

Tableau N°2 : Caractéristiques des cultures utilisées.

	Poivron (<i>Doux Espagne</i>)	Tomate (<i>Rio grand</i>)	Laitue (<i>Batavia brava</i>)
Les feuilles¹	1 Une forme ovoïde de couleur verte avec une longueur de 07 à 12 cm et couverte par des poils	4 Sont simples composées, alternées.	7 Persistant.
Les tiges	1 Elle est ligneuse à la base et herbacée avec longueur de 50 à 75 cm	4 Pleine et anguleuse, longueur de 2 m	7 Hauteur 50-120 cm
Les fleurs	1 Blanchâtres, pendante sous-dressées large de 2 à 3 cm	4 sont hermaphrodites couleur jaune	7 Jaune
Les fruits²	1 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	4 Couleur jaune varie du jaune au rouge en passant par l'orange.	/
Les maladies et ravageurs	2 La mouche mineuse, les aleurodes, mouches blanches, Les acariens, thrips, puceron, la mosaïque du tabac, nécroses, l'oïdium.	5 Virus du TYLC ; Oidium et Mildiou.	8 Le Mildiou est la maladie la plus redoutée sur laitue.
Anthracnose	3 Sur les fruits : larges nécroses sèches, déprimées, grises à brun clair, présentant souvent les fructifications du parasite (à crevèles roses à orangé) disposées de façon concentrique à partir	6 Attaque les feuilles et entraîne leur dessèchement et réduit la surface foliaire pour la photosynthèse.	9 Commune chez la laitue cultivée en champ et plutôt rare lorsqu'elle est cultivée en serre. En champ, la maladie se manifeste surtout au printemps et

CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

	du centre des taches confluentes. En fin d'attaque, dessèchement et chute des fruits. Le pathogène se rencontre également sur les feuilles et les rameaux. La même maladie s'observe sur le Piment (<i>Capsicum frutescens</i>).		tend à disparaître dès que le temps se réchauffe.
--	--	--	---

Source : site internet

- 1 <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/16341/Valorisation%20du%20compost%20sur%20la%20culture%20>
- 2 <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/3886/m%C3%A9moire%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- 3 https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-08/37845.pdf
- 4 <https://agronomie.info/fr/classification-description-et-morphologie-de-la-tomate/>
- 5 https://www.agrimaroc.net/bulletins/btta_147.pdf
- 6 <http://www.givagro.com/2019/04/fiche-technique-tomate-conseils-et-astuces-pour-reussir-sa-campagne-de-tomates/>
- 7 <https://www.aujardin.info/plantes/laitue.php>
- 8 http://www.itab.asso.fr/downloads/Fiches-techniques_maraichage/fiche-salademini.pdf
- 9 <https://www.iriisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Champignon?imageId=8970#:~:text=L'antracnose%20est%20une%20maladie,que%20le%20temps%20se%20r%C3%A9chauffe>

I. 8. PREPARATION DU SUBSTRAT TERRE

Nous avons procédé à un mélange et un tamisage des terres collectées, afin d'éliminer les résidus indésirables et aussi pour une bonne homogénéité des particules granulométriques.

I. 9. Doses d'amendements utilisés

Selon La **france (2007)**, l'apport de 30 à 50 tonnes/ha d'amendements organiques est favorable pour la croissance des cultures maraichères avec la condition que ces matières organiques soient bien décomposées. **Laumonnier (1979)**, note que les cultures maraichères supportent mal les fumures organiques abondantes, et qu'il convient donc de leur réserver des terres ayant reçu un apport d'amendements organiques précédents de décomposition de l'azote leurs mise en terre.

1 . Caractéristiques techniques de fumier vache :

- Source élevée de nutriments organiques essentiels
- Facile à utiliser
- Favorise l'activité biologique de votre sol
- Nature (**sablemarco**)

2. Caractéristiques techniques de fumier cheval :

Le fumier de cheval est généralement riche en Potassium (K), en corrélation avec un taux de paille important, elle-même riche en K.

Le fumier de cheval est bien pourvu en **Matière Organique** et plutôt pauvre en **azote ammoniacal** (N-NH₄) si on le compare au fumier de bovin. (**equipedia.ifce.fr**)

1.9. 1. Description des différentes doses de fertilisation

Pour la fertilisation, nous avons opté pour 4 doses (Traitements) comme suit :

Tableau N°03 : Description et traitement de la fertilisation

Traitement	T	D1	D2	D3
Description	➤ qui représente le substrat terre non fertilisée, ou témoin.	➤ qui représente la terre à laquelle est apportée du fumier avec une quantité de 1%. Et selon le type de fumier ajouté, les notations sont les suivantes : D1 FV pour la terre fertilisée 1% au fumier de vache et D1 FC pour la terre fertilisée à 1% au fumier de cheval.	➤ qui représente la terre à laquelle est apportée du fumier avec une quantité de 2,5%. Et selon le type de fumier ajouté, les notations sont les suivantes : D2 FV pour la terre fertilisée 2,5% au fumier de vache et D2 FC pour la terre fertilisée à 2,5 % au fumier de cheval.	➤ qui représente la terre à laquelle est apportée du fumier avec une quantité de 5%. Et selon le type de fumier ajouté, les notations sont les suivantes : D3 FV pour la terre fertilisée 5% au fumier de vache et D3 FC pour la terre fertilisée à 5% au fumier de cheval.

Les apports de fumiers ont été effectués après avoir déterminé la densité (Unité de masse/unité de volume) du substrat terre non fertilisée.

I.10. Dispositif expérimental

Le protocole expérimental adopté pour chacune des trois cultures, au cours de notre expérience est une randomisation complète avec deux facteurs à différents niveaux :

- ✓ Facteur 1 est le type de fumier avec 3 niveaux (terre non fertilisée, fumier de cheval, fumier de vache) ;
- ✓ Facteur 2 est la dose du fumier avec 4 niveaux ou traitements (T, D1, D2 et D3).

Le plan totalement randomisé (PTR) est réalisé avec trois répétitions pour chaque dose utilisée et à raison de 10 plants par contenant. L'avantage majeur du PTR est la simplicité des calculs et de l'analyse de la variance (ANOVA), notamment lorsque le nombre de répétitions n'est pas uniforme pour tous les traitements (Fieberg *et al*, 2020) .



Figure 6 : Le dispositif expérimental.

II. CONDUITE DE L'EXPERIMENTATION ET NOTATIONS DES MESURES

II. 1. La pré-germination

La pré-germination des graines des trois cultures maraichères a été réalisée le 03/03/2022 sur un papier absorbant humidifié avec de l'eau distillée, dans une boîte de pétri, en étuve à une température de 25 ± 1 (°C) jusqu'à l'apparition des cotylédons Figure 07 .



A : Poivron B : Tomate C : Laitue

Figure 7 : Graines germées.

II. 2. La levée et le repiquage

Le taux de germination des semences des trois cultures maraichères est de 100%. Les graines germées des trois cultures maraichères sont repiquées entre le 13 et 17 Mars 2022 au stade cotylédons étalés, à une profondeur de 2 à 3 mm pour positionner la graine sur la zone fraîche. Et d'accélérer la croissance et d'éviter la pourriture des semence, environ et à raison de dix graines germées par pot. Pour assurer le développement des graines

II. 3. L'arrosage

Les jeunes plants ont été arrosés régulièrement à l'eau de robinet, avec une dose similaire pour chaque plant (100 ml) et une fréquence de 2 à 3 fois par semaine.

II. 4. LES PARAMETRES MESURES SUR LES PLANTS

Nous avons effectué des mesures biométriques (de croissance et développement) des plants ainsi que des paramètres biochimiques et physiologiques, afin d'évaluer le comportement des trois cultures maraichères vis-à-vis des amendements organiques considérés et leurs doses respectives.

Au cours de notre travail nous considérons plants, une plantule à un bon stade physiologique, au feuillage bien développé et brillant, à la tige non étiolée et au système racinaire remplissant bien la motte (**Delamarre et al, 2014**).

II. 4. 1. Mesure des paramètres de croissance des plants

Selon **Delamarre et al (2014)**, la durée d'élevage de plants maraichers (du semis à la plantation), varie selon l'espèce et la variété ; elle est de 35 à 55 jours, notamment en fonction des possibilités de leurs écartements.

II. 4. 1. 1. Hauteur des tiges des plants (cm)

Ce paramètre est mesuré en centimètre (cm) à l'aide d'une règle graduée, du collet jusqu'à l'apex du plant. L'opération est réalisée 5^{ème} semaine, 7^{ème} semaine et 9^{ème} semaine, après le repiquage en pots des graines germées.

II. 4. 1. 2. Longueur des racines des plants (cm)

Après la 9^{ème} semaine du repiquage des graines germées, la partie souterraine des plants est aussi mesurée en centimètre à l'aide d'une règle graduée.

II. 4. 1. 3. Vitesse de croissance des tiges et des racines des plants

Ce paramètre est aussi mesuré à la fin du travail expérimental. Le principe consiste à diviser la hauteur des tiges (cm) des plants ou la longueur de la racine des plants (cm) par le nombre de jours considérés (après le repiquage en pots des graines germées = 64 jours), la vitesse de croissance est alors exprimée en (cm/jours).

II.4. 1.4. Indice de vigueur des plants

C'est un indicateur très important, qui permet de voir pour quel traitement le plant maraicher, est le plus vigoureux (**Radford, 1967**). L'indice de vigueur (IV) est calculé par la relation suivante :

$$IV = (\text{Longueur tige} + \text{Longueur racine}) \times \text{Taux de germination}$$

II.4. 1. 5. Taux relative moyen de développement des plants (T R M D)

Le taux relatif moyen de développement des plants, est un des outils utiles dans l'analyse quantitative de la croissance des plantes et leurs implications physiologiques (Radford, 1967). Il est déterminé par utilisation de l'équation suivante :

$$T R M D = [\text{Ln}(h_1) - \text{Ln}(h_2)] / (t_1 - t_2)$$

Où : Ln est le logarithme népérien, h_1 et h_2 sont les hauteurs des plants respectivement aux temps t_1 et t_2 .

Ce paramètre est mesuré à la fin de : 5 Emme semaine, 7 Emme semaine et 9 Emme semaine, après le repiquage en pots des graines germées.

II. 4. 2. Mesure des paramètres biochimiques et physiologiques des plants

Ces paramètres sont mesurés la fin du travail expérimental à 9 Emme semaine après le repiquage en pots des graines germées.

II. 4. 2. 1. Dosage des sucres totaux (mg/g MF):

Les sucres solubles totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode au phénol de Dubois et *al.*, (1956). Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche (feuilles), placées dans des tubes à essais, on ajoute 5ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres et on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser. Au moment du dosage on les place les tubes au bain-marie pendant 30mn à 70°C pour faire évaporer l'alcool.

Dans des tubes à essais propres, on met 1ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée); on ajoute rapidement 5ml d'acide sulfurique concentré 96% sous haute tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du tube. On obtient, une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 640 nm. Enfin des résultats des densités optiques sont rapportés sur une courbe étalon des sucres solubles (exprimés en glucose, saccharose, fructose).

II. 4. 2. 2. Dosage de la chlorophylle (mg/g MF):

Dans des tubes à essais, on ajoute sur 100 mg d'échantillon de feuilles fraîches des plants de poivron, tomate et laitue, coupées en petits fragments, 5ml d'acétone à 80% et on laisse macérer pendant 48 heures. Les concentrations de la chlorophylle totale sont déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectives de 663 et 645 nm. L'appareil est étalonné avec la solution témoin à base d'acétone à 80 %.La

concentration de la chlorophylle totale dans les feuilles fraîches est alors calculée à l'aide de formule suivante:

$$\text{La chlorophylle totale (mg/ g MF)} = 20,2 D_o(645) + 8,02 D_o(663)$$

D_o : est la densité optique Spectre-photométrique.

II. 4. 2. 3. Dosage de la proline (m mol/g MF):

La proline ou acide pyrrolidine 2-carboxylique est l'un des vingt principaux acides aminés qui entrent dans la constitution des protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou tricetohydrindène. C'est sur cette réaction que se base le protocole de mise en évidence de la proline dans les échantillons foliaires (El Jaafari, 1993). La méthode suivie est celle de Trolls et Lindsley, (1955), simplifiée et mise au point par Rasio et al, (1987).

Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche dans des tubes à essai contenant 2 ml de méthanol à 40%. Le tout est chauffé à 85°C dans un bain-Marie pendant 60 mn. (Les tubes sont recouverts de papier aluminium pendant le chauffage pour éviter la volatilisation de l'alcool.) Après refroidissement; on prélève 1ml d'extrait auquel il faut ajouter:

- 1 ml d'acide acétique (CH_3COOH) ;
- 25 mg de ninhydrine ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_4$) ;
- 1 ml de mélange contenant :
- 120 ml d'eau distillée ;
- 300 ml d'acide acétique ;
- 80 ml d'acide Orthophosphorique ($\text{H}_3\text{PO}_4.d=1.7$).

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 mn à 100°C, la solution vire au rouge, après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée, deux phases se séparent (une phase supérieure à la couleur rouge contient la proline et une phase inférieure transparente sans proline). Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée est déshydratée par l'ajout d'une spatule de Sulfate de Sodium Na_2SO_4 anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient). On détermine la densité optique (D_o) à l'aide d'un spectrophotomètre (type 20D) sur une longueur d'onde de 528nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline par le biais d'un courbe étalon préalablement établie à partir d'une série de solution de concentration en proline connue. Cette courbe est utilisée pour déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.

II. 5. ANALYSE PHYSICOCHIMIQUE DES ECHANTILLONS DE TERRE ET DES FUMIERS UTILISES

L'analyse physico-chimique de la terre et des fumiers utilisés, est réalisée aux laboratoires du département des sciences agronomiques, selon les procédures décrites par Mathieu et Pieltain (**Mathieu et Pieltain, 1998, 2003**) : les teneurs en K et Na des échantillons de sol ont été déterminées en utilisant un photomètre à flamme industriel PFP7 (Royaume-Uni). Les Mesures de pH et de la conductivité électrique (CE) ont été réalisées dans une solution aqueuse (1/5) (échantillon de sol/eau) agité pendant 30 min, puis mesuré à l'aide d'un pH-mètre numérique (HI2002) et d'un EC-mètre (Conductimètre WTW Inolab Niveau 1). La matière organique a été estimée en début et à la fin de l'expérimentation par incinération dans un four à moufle à 650 (°C) pendant 5 h (**Mathieu et Pieltain, 2003**). Le carbone organique est déterminé ensuite par division de la matière organique par 1,72. L'azote total (N_{tot}) a été déterminé aussi en début et à la fin de l'expérimentation à l'aide de la méthode de Kjeldahl (**Bremner et Mulvaney, 1982**). Les teneurs en calcaire totale de la terre sont déterminées par utilisation d'un Calcimètre de Bernard. Les fractions granulométriques du mélange terre ont été obtenues après tamisage à sec en faisant passer les échantillons de terre dans une série de tamis en les faisant vibrer pendant 30 mn dans un vibreur conçu à cet effet (**SSS, 2014**).

III. ANALYSES STATISTIQUES DES DONNEES

Les Paramètres mesurés sur les plants ainsi que ceux mesurés sur les substrats utilisés : terre non fertilisée, terre fertilisée et fumiers ont subi des analyses statistiques réalisées à l'aide des Logiciels Minitab 17 et XlStat 2016

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

I. TERRE ET FUMIERS UTILISES

I. 1. Paramètres physico-chimiques

L'analyse granulométrie a montrée (tableau N°4) que le terre utilisée contient une importante fraction de sables (98,75%) et très peu argile plus limons (1,24%). La terre utilisée de nature calcaire avec une teneur assez élevée de (16,32%).

Le (tableau N°4) montre que la terre présente le pH le plus élevée (8,1) ; le fumier de cheval a le pH le plus faible (7,60). Le fumier de vache présente la conductivité électrique la plus élevée (5,75 ms/cm) avec une teneur en sodium relativement élevée aussi (0,22 mg /kg). La teneur en potassium K la plus élevée (1,32 (g/kg) est observé dans le fumier de cheval et est sous forme de traces seulement enregistré dans la terre non améliorée. L'analyse du composant azote montre que le fumier de vache contient une importante concentration (0,39g/kg), la matière organique est la plus présente dans le fumier de vache.

L'ANOVA effectuée sur l'ensemble des paramètres mesurés sur les deux fumiers et la terre ont révélé des de différences significatives ($p < 0.05$) avec la formation de différents groupements statistiques (Tableau N°4).

Tableau N°4: Paramètre physiques-chimiques du substrat terre et des fumiers utilisées durant le test

Paramètres	Terre non améliorée	Fumier de cheval	Fumier de Vache
Sables (%)	(98,75± 1,68)	/	/
Limons + Argiles (%)	(1,24± 0,12)	/	/
CaCO3 (%)	(16,32± 3,08)	/	/
Ph	(8,14± 0,10) ^A	(7,6 ± 0,23) ^B	(7,93± 0,02) ^{AB}
CE (ms/cm)	(0,28± 0,01) ^C	(42,9± 0,05) ^B	(57,5± 0,02) ^A
Na (g/kg)	(0,03± 0,005) ^C	(13± 0,005) ^B	(22± 0,00) ^A
K (g/kg)	(Traces ± 0,00) ^C	(13,2± 0,009) ^A	(11,1± 0,009) ^B
Corganique(g/kg)	(1,83± 0,0003) ^C	(20± 36,5) ^B	(39,56± 8,31) ^A
N (g/kg)	(0,06± 0,002) ^C	(18± 0,03) ^B	(39± 0,008) ^A

I. 2.RAPPORT C/N

La figure 08, montre une variation dans le rapport C/N entre le début et la fin de l'expérimentation. Ce rapport varie fondamentalement en fonction des teneurs en C et en N de la matière organique existante. Au cours de notre test expérimental, les valeurs de ce rapport sont élevées à la fin de l'expérimentation. On enregistre sa valeur la plus importante (184.68), pour le substrat fertilisé au fumier de cheval dose 3 (D3 FC), alors qu'avec D2 FC au début de l'expérimentation, le rapport C/N est le plus faible (19.03).

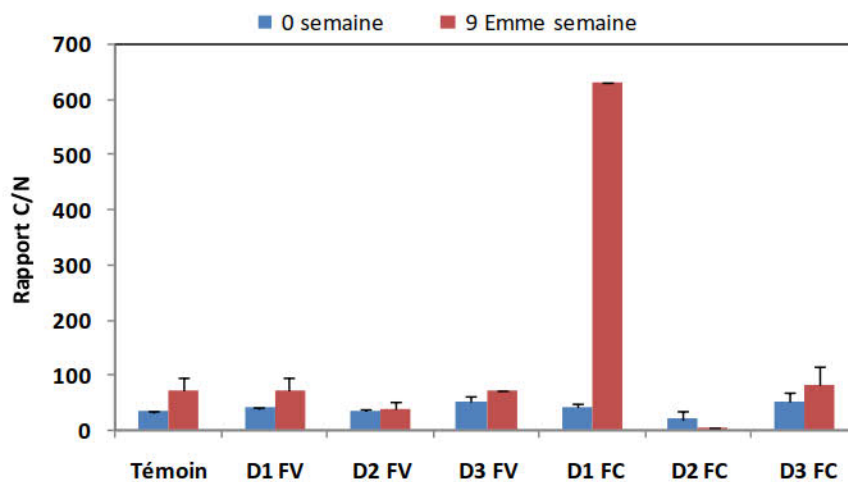


Figure 8:Rapport C/N

II. PARAMETRE DE CROISSANCE DE DEVELOPPEMENT DES PLANTS

II. 1. HAUTEUR DES TIGES DES PLANTS

II. 1. 1. Hauteur des tiges des plants du poivron

La figure 09, montre que chez le poivron la hauteur de tige est la plus élevée 8,5(cm) à la 9 Emme semaine pour la D2 FV, des hauteurs de tige plus faible entre 1,55 et 8,3 (cm), sont observées entre 5 Emme et 9 Emme semaine pour les autres doses aux deux types de fumiers, à l'exception des tiges du témoin qui marquent la plus faible hauteur 0,33 (cm) à la 5 Emme semaine.

L'ANOVA, a révélée qu'il existe une différence non significative à la 7 Emme semaine (Pr=0,1112) et à la 9 Emme semaine (Pr=0,0655) avec des interactions respectives

des doses et des type de fumier de ($R^2=29,09\%$) et ($R^2=33,82\%$). Cependant à la 5 Emme semaine la différence est significative, l'interaction entre les facteurs fumier et dose est observée à la 5 Emme semaine ($R^2=58,89\%$).

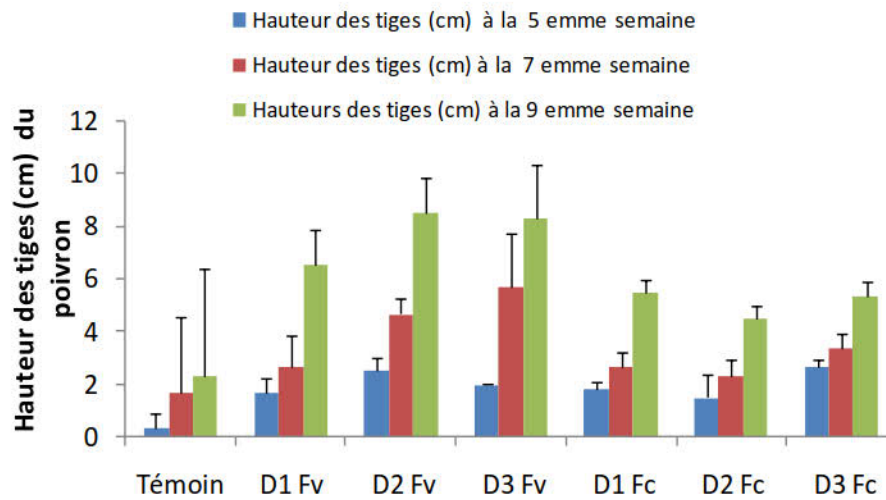


Figure 09 : Hauteur des tiges du poivron (*Doux*) durant l'essai.

II .1. 2. Hauteur des tiges des plants de tomate

La figure 10, montre que chez la tomate la hauteur de tige est la plus élevée 22,66 (cm) à la 9 semaine pour la D3 FV, des hauteurs de tige plus faible (3,13-15,66 cm) sont observées entre 5 à 9 Emme semaine pour les autres dose aux deux type de fumier, à l'exception des tiges du témoin qui marque les plus faibles hauteurs 3,08 (cm) à la 5 Emme semaine.

L'ANOVA, a révélée qu'il existe une différence non significative à la 5emme semaine ($Pr=0,4408$) avec des interactions des doses et types de fumier de ($R^2=19,85\%$). Cependant à 7 Emme semaine et la 9 Emme semaine la différence est significative. Les interactions entre les facteurs fumier et dose sont respectivement à la 7 Emme semaine ($R^2 =66,89\%$) et à la 9emme semaine ($R^2=85,32\%$).

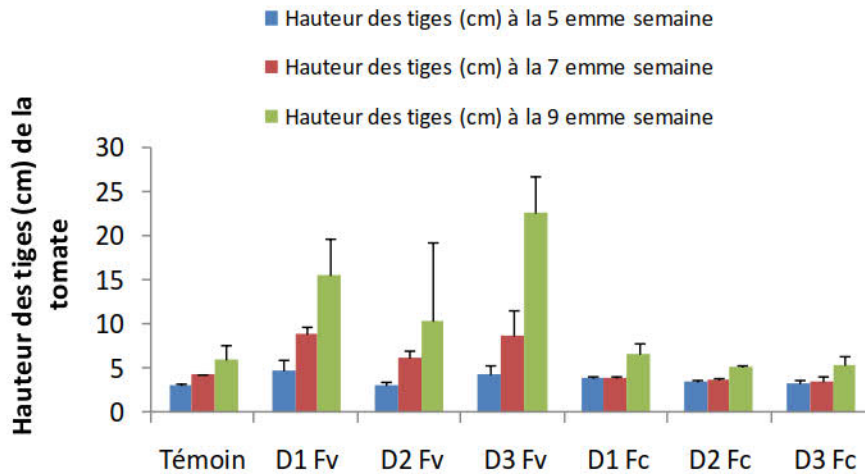


Figure 10: Hauteur des tiges de la tomate (*Rio grand*) durant l'essai.

II. 1. 3. Hauteur des tiges des plants de laitue

La figure 11, montre que chez le poivron la hauteur de tige est la plus élevée 16,83(cm) à la 9 Emme semaine pour la D2 FV, des hauteurs de tige plus faible situées entre 0,72 et 15,33(cm), sont observées entre 5 Emme et 9 Emme semaine pour les autres doses aux deux types de fumiers, à l'exception des tiges du témoin qui marquent la plus faible hauteur 0,33 (cm) à la 5 Emme semaine .

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence non significative à la 5 Emme semaine ($Pr=0,0705$) avec des interactions respectives des doses et des type de fumier de ($R^2=40\%$). Cependant à la 7 Emme semaine et la 9 Emme semaine les différences sont significatives, et sont respectivement de ($R^2=87,44\%$) et ($R^2 =80,57\%$).

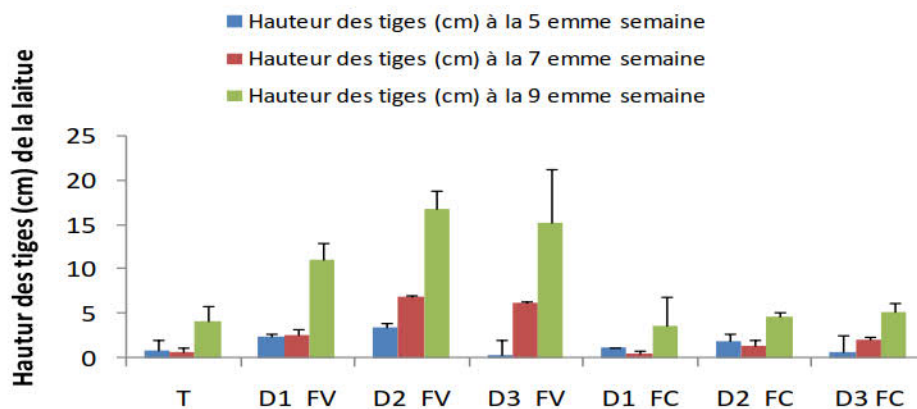


Figure 11: Hauteur des tiges de la laitue (*Batavia brava*) durant l'essai.

II. 2. HAUTEUR DES RACINES DES PLANTS

II. 2. 1. Hauteur des racines des plants du poivron

La Figure 12, montre chez le poivron (*Doux*) que la hauteur des racines est la plus importante 7 (cm) avec la D2 FV, suivie par celles de D3 FV et de D1 FC, elles sont respectivement 6,5 et 6 (cm). Relativement nous observons des longueurs des racines plus faibles en terre non fertilisé T 2,5 (cm). L'ANOVA a révélé une différence non significative de la 9 semaine ($Pr=0,5893$).

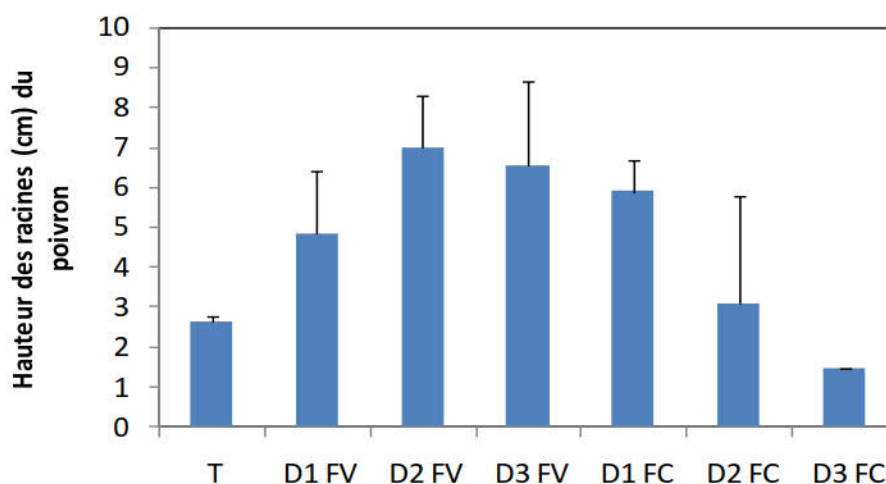


Figure 12: Hauteurs des racines du poivron (*Doux*) à 9 semaines.

II. 2. 2. Hauteur des racines des plants de la tomate

La Figure 13, montre chez la tomate (*Rio grand*) que la hauteur des racines est la plus importante 13(cm) à la D3 FV, suivie par celles de D2 FV et D1 FV respectivement 7,5 et 8,4(cm). Relativement nous observons des longueurs des racines plus faibles 5 (cm), en D2 FC3. L'ANOVA révèle une différence significative de la 9 semaine ($Pr=0,0164$). L'interaction entre les facteurs doses et type de fumier est ($R^2= 51,21\%$).

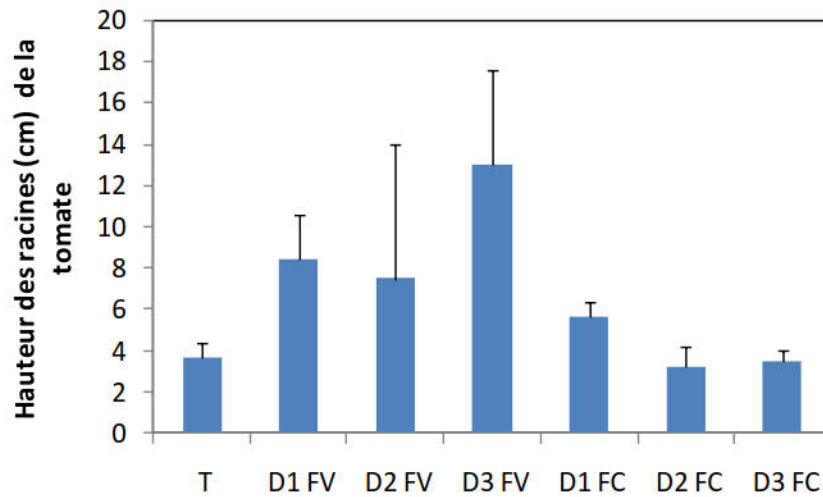


Figure 13: Hauteur des racines des plants de tomate (*Rio grand*) à 9 semaines.

II. 2. 3. Hauteur des racines des plants de la laitue

La Figure 14, montre chez la laitue *Batavia brava*, que la hauteur des racines est la plus importante 13,33 (cm) à la D3 FV, suivie par celles de D2 FV et D1 FV respectivement 8,33et 11,73(cm). Relativement nous observons des longueurs des racines plus faibles en terre non fertilisée 6,4(cm). L'ANOVA a révélé une différence significative à la 9 semaine ($Pr < 0,0001$). L'interaction entre les facteurs doses et type de fumier est ($R^2 = 77,23\%$).

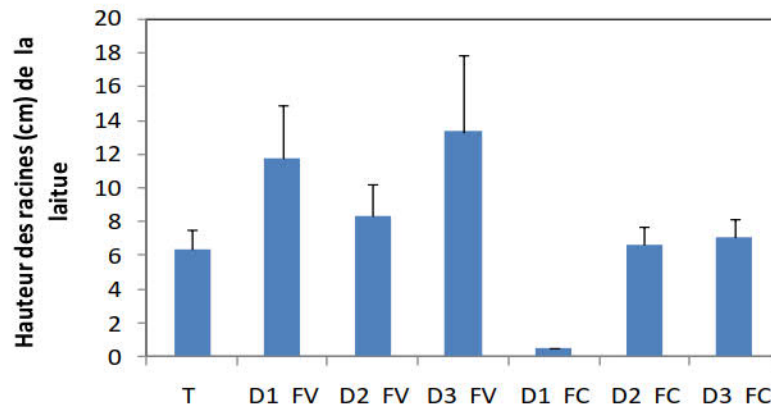


Figure 14: Hauteur des racines de la laitue (*Batavia brava*) à 9 semaines.

II. 3. INDICE DES VIGUEURS (IV) DES PLANTS

II. 3. 1. Indice de vigueur du poivron

L'indice de vigueur des plants de poivron (*Doux*) est représenté (Figure 15), qui montre que les plants sont le plus vigoureux (IV>14) pour le fumier de vache aux D3 FV et D2 FV. L'indice vigueur de *Doux*, est relativement plus faible et est entre 7 et 5 pour la D2 FC, D3 FC, et la D3 FC. La plus faible valeur (IV<5) est observé pour le témoin T.

L'ANOVA, a révélé l'existence d'une différence significative (Pr=0,574) et l'interaction entre dose et fumier est très élevé (R²=34,93%).

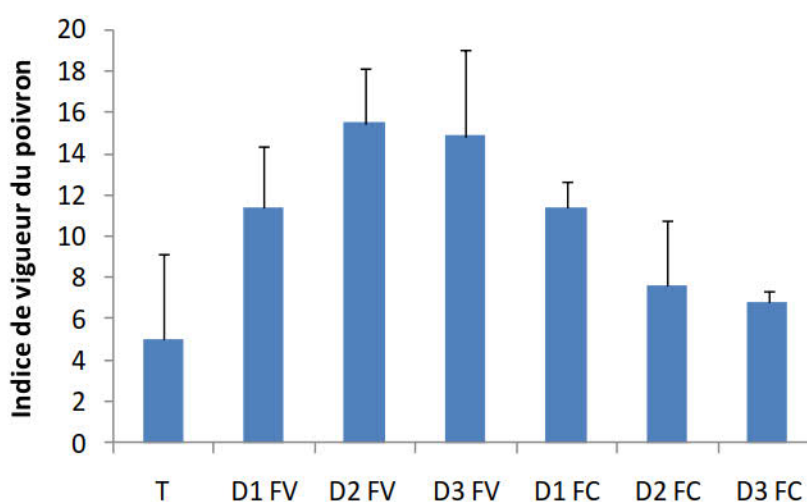


Figure 15 : Indice de vigueur de poivron (*Doux*).

II. 3. 2. Indice de vigueur de la tomate

L'indice de vigueur des plants de tomate (*Rio grand*) est représenté (Figure 16), nous observons que les plants sont les plus vigoureux (IV>30) pour le fumier de vache aux D3 FV et D1 FV. L'indice vigueur de *Rio grand*, est relativement plus faible et est entre 9 et 17 pour la D2 FV, le témoin et la D3 FC. Les plus faibles valeurs (IV<9), sont observées pour D2 FC et D3 FC.

L'ANOVA, a révélé l'existence d'une différence significative (Pr<0,0001) et l'interaction entre dose et fumier est très élevé (R²=85, 65%).

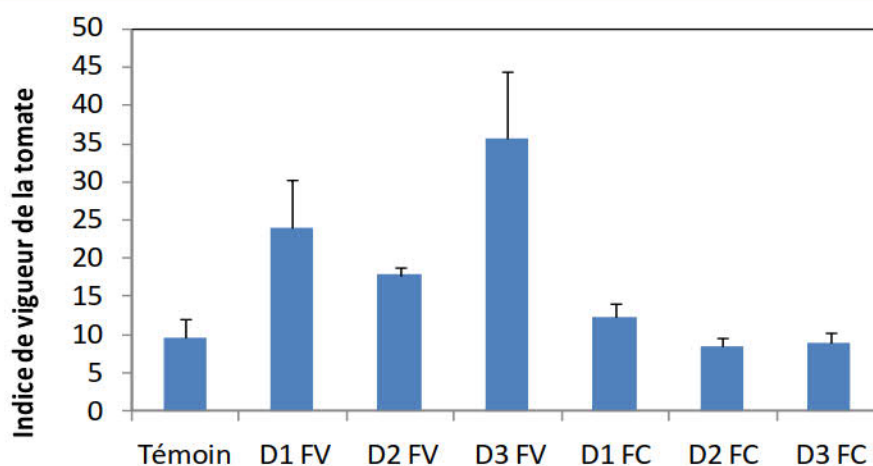


Figure 16 : Indice de vigueur de la tomate (*Rio grand*)

II. 3. 3. Indice de vigueur de la laitue

L'indice de vigueur des plants de laitue est représenté (Figure 17), qui montre que les plants de laitue sont les plus vigoureux ($IV > 26$) pour D2 FV et D3 FV. L'indice vigueur de la laitue est relativement moins important entre (8 et 17) pour le témoin T, la D1 FV et la D3 FC. Les plus faibles valeurs ($IV < 7,3$) sont observées pour D1 FC et D2 FC.

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significatif ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre la dose et le type de fumier est très élevé ($R^2 = 95,43\%$).

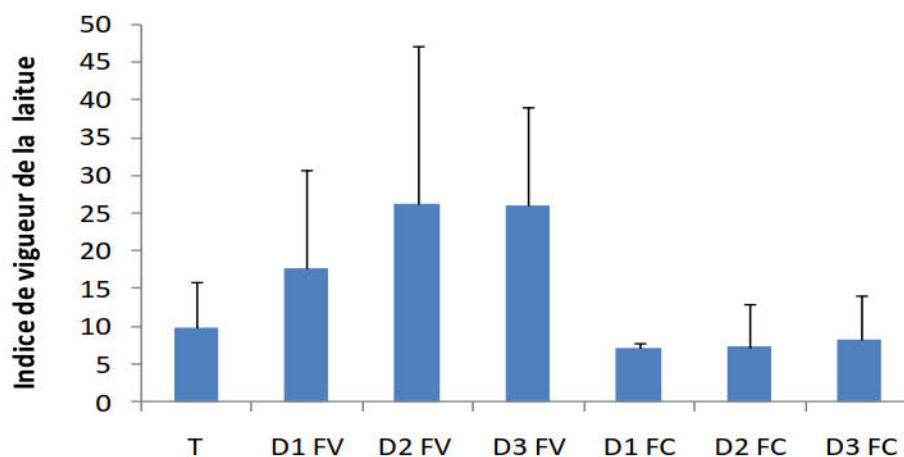


Figure 17 : Indice de vigueur de la laitue (*Batavia*).

II. 4. VITESSE DE CROISSANCE DES PLANTS

II. 4. 1. Vitesse de croissance des tiges

II. 4. 1. 1. Vitesse de croissance de la tige du poivron

La vitesse de croissance des tiges pour le poivron est représentée dans la (figure 18). Cette figure montre des vitesses de croissance des tiges relativement élevées aux D2 FV et D3FV. Les vitesses de croissances des tiges sont comprises entre 0,12 et 0,13 (cm/jour). Chez le témoin T et D1FC et D2FC, des vitesses de croissance des tiges plus faibles 0,03 à 0,08 (cm/jour) sont observées .

L'ANOVA a révèlè qu'il existe des différentes significative (Pr=0,0037).L'interaction entre les facteurs (les dose, les fumiers) est moyennement élevée (R²=53,84%).

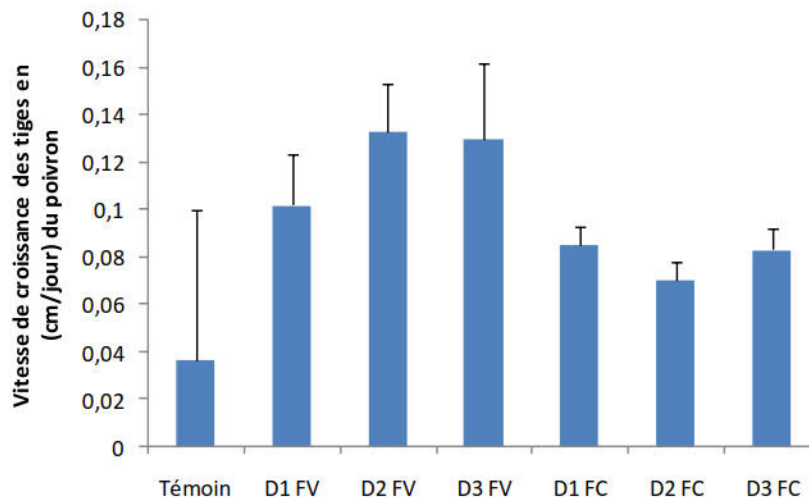


Figure 18 : La vitesse de croissance de la tige du poivron (*Doux*)

II. 4. 1. 2. Vitesse de croissance de la tige de la tomate

La vitesse de croissance des tiges pour la Tomate est représentée dans la (figure19). Cette figure montre des vitesses de croissance relativement élevées aux D1 FV et D3FV, les vitesses de croissances des tiges sont comprises entre 0,24 et 0,35 cm/semaine. Chez le témoin T et D1FC et D2FC et D3FC, des vitesses de croissance des tiges plus faibles (0,08-0,10 (cm/jour) sont observée .

L'ANOVA a révèlé qu'il existe des différentes significative (Pr<0,0001).L'interaction entre les facteurs (les dose, les fumiers) est élevée (R²=85,71%).

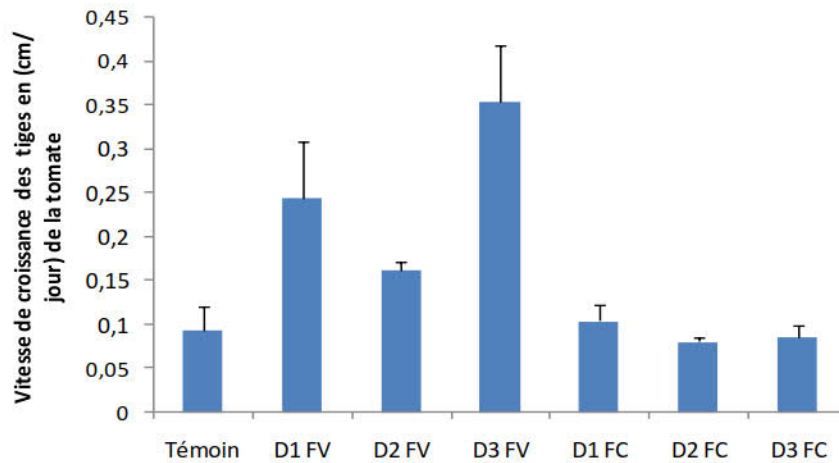


Figure 19: La Vitesse de croissance des tiges de la tomate (*Rio grand*).

II. 4. 1. 3. Vitesse de croissance de la tige de la laitue

La vitesse de croissance des tiges pour la laitue est représentée dans la (figure 20), Cette figure montre des vitesses de croissance des tiges relativement élevées aux D2 FV et D3FV. Les vitesses de croissances des tiges sont comprises entre 0,23 et 0,26 (cm/jour). Chez le témoin T, D1FC, D2FC et D3FC, des vitesses de croissance des tiges plus faibles (0,05-0,09 (cm/jour) sont observées .

L'ANOVA a révélé qu'il existe des différences significatives ($Pr < 0,0001$). L'interaction entre les facteurs (les doses, les fumiers) est élevée ($R^2 = 96,90\%$).

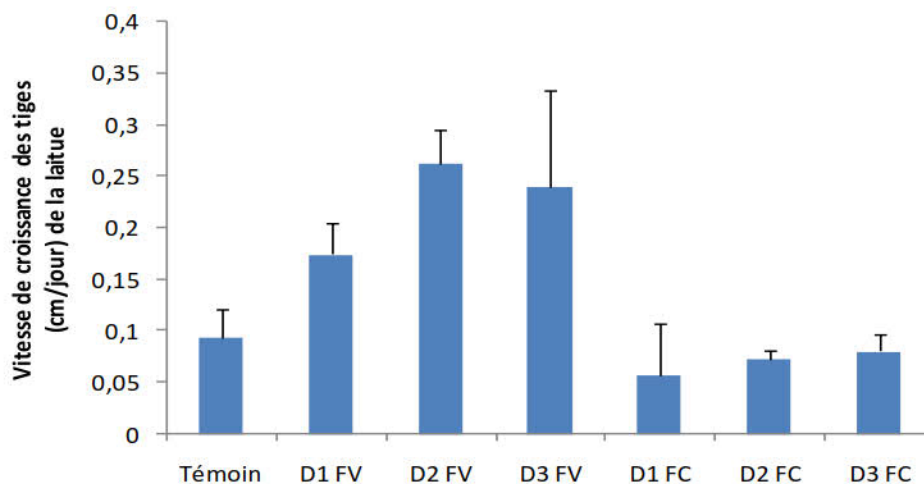


Figure 20 : La vitesse de la croissance des tiges de la laitue (*Batavia brava*).

II. 4. 2. Vitesse de croissance des racines

II. 4. 2. 1. Vitesse de croissance des racines du poivron

La figure 21 montre que chez le poivron la vitesse de racine est la plus élevée 0.11 (cm /jour) en 9 semaine pour la D2 fumier vache et plus faible 0.10 à 0.041 (cm /jour) à la 9 Emme semaine pour les autres dose aux deux type de fumier, à l'exception de D3 FC qui marque la plus faible vitesse de croissance des racines 0,023 (cm /jour)à la 9 Emme semaine.

L'ANOVA, a révélée qu'il existe une différence non significative (Pr= 0,2282) avec des interactions ($R^2=21,93\%$).

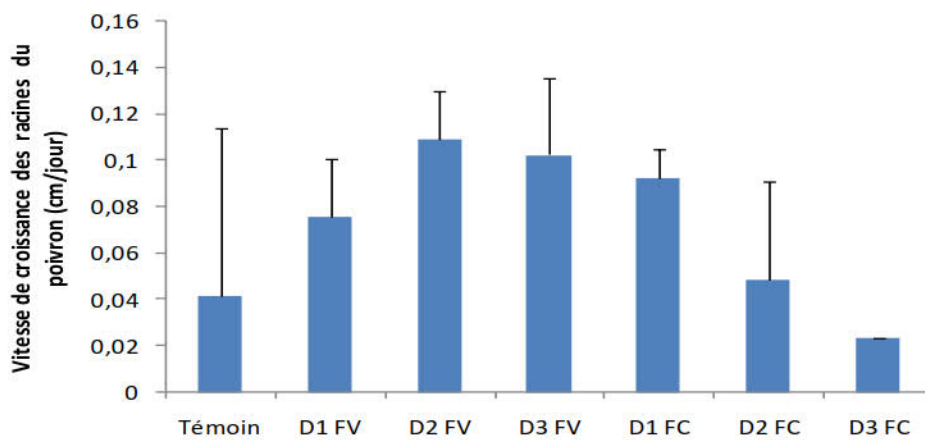


Figure 21: La vitesse de croissance des racines du poivron (*Doux*).

II. 4. 2. 2. Vitesse de croissance des racines de la tomate

La figure 22, montre que chez la tomate la vitesse de racine est la plus élevée 0.20 (cm/jour) en 9 semaine pour la D3 FV et plus faible entre 0.13 et 0.054 (cm /jour)à la 9eme semaine pour les autres dose eux deux type de fumier, à l'exception du D2 FC qui marque la plus faible vitesse 0,05 (cm /jour) à la 9 Emme semaine.

L'ANOVA, a révélée qu'il existe une différence non significatif à 9 Emme semaine (Pr <0.0001) avec des interactions ($R^2=83,16\%$).

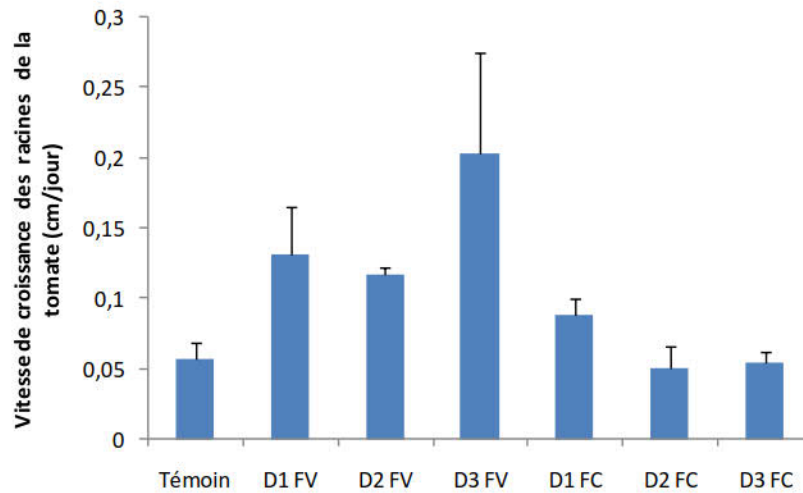


Figure22: La vitesse de croissance des racines de la tomate (*Rio grand*)

II. 4. 2. 3.Vitesse de croissance des racines de la laitue

La figure 23, montre que chez la laitue la vitesse de racine est la plus élevée 0,18 (cm /jour) en 9 semaine pour la D1 FV et plus faible 0,02 à 0,1(cm /jour) dans 9 Emme semaine pour les autres dose eux deux type de fumier et terre non fertile, à l'exception du D1 FC qui marque une valeur qui tend vers une valeur nulle 0 à la 9 Emme semaine après le repiquage.

L'ANOVA, a révélée qu'il existe une différence significative à la 9 Emme semaine ($Pr < 0.0001$) avec des interactions ($R^2=77,23 \%$).

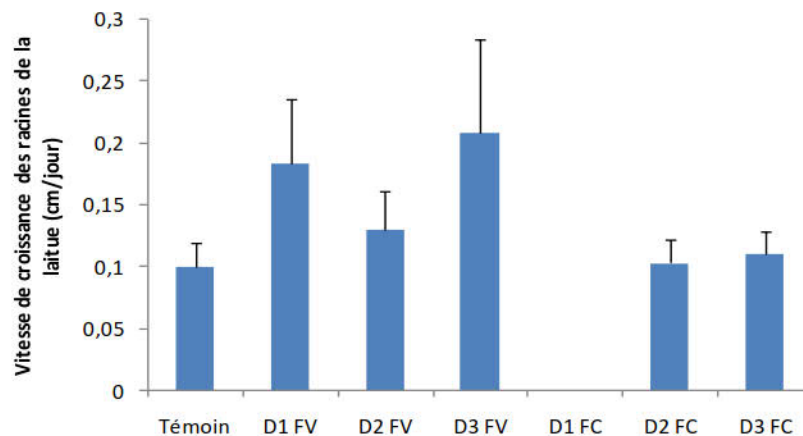


Figure 23:La vitesse de croissance des racines de la laitue (*Batavia*)

II. 5. Taux relatif moyen de développements des plants

II. 5. 1. Taux relatif moyen de développement du poivron

La figure 24, montre le taux relatif moyen de développement chez le poivron (*Doux*) au cours trois périodes après le repiquage : période1 (5 semaines), période 2 (7 semaines), période 3 (9 semaines).

Période1 : pour la culture poivron, nous avons observé les valeurs la plus élevée pour les doses D2 FC et D3 FC (0,093) et un taux plus faible entre (0,076-0,086) pour les autres doses et types des fumiers à l'exception de terre non fertilisée qui a marqué le plus faible taux (0,063).

L'ANOVA, à révéler qu'il existe une différence significatif ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 85,34\%$).

Période 2: le taux le plus élevée dans cette période est observée pour la terre non fertilisée T (0,10), le faible taux est enregistré pour la dose D2 FC (0,01).

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 72,41\%$).

Période 3: le taux le plus élevée dans cette période est observée pour D3 FV (2,20), suivi par celui de la dose D2 FV (2,19) et le plus faible taux est enregistré dans D2 FC (1,53).

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence non significative ($Pr = 0,9069$) et l'interaction entre fumier et doses est très faible ($R^2 = 3,12\%$).

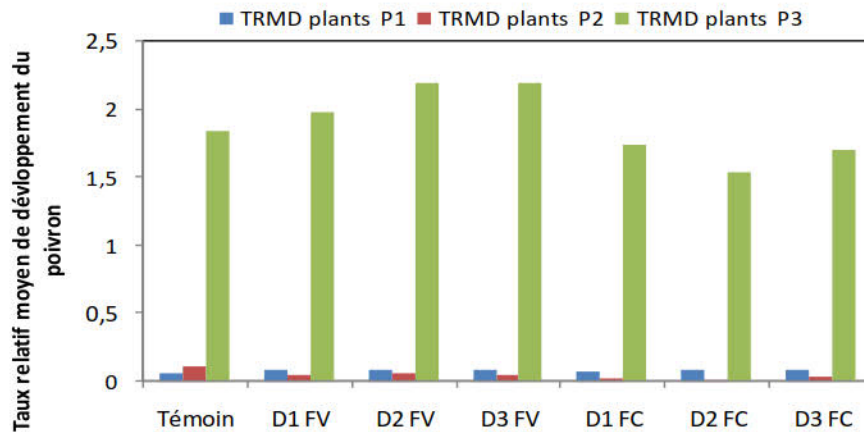


Figure 24: Taux relatif moyen de développement du poivron

II. 5.2. Taux relatif moyen de développement de la tomate

La figure 25, présente le taux relatif moyen de développement de la tomate au cours trois périodes après le repiquage : période 1 (5 semaine), période 2 (7 semaine), période 3 (9semaine).

Période 1 : pour la culture de tomate (*Rio grand*), nous avons observé la valeur la plus élevée pour les doses D2FV (0,11) et un taux plus faible entre (0,10-0,09) pour les autres doses et types des fumiers, la de terre non fertilisée est marquée par le plus faible taux (0,086).

L'ANOVA, à révéler qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 75,76\%$).

Période 2: le taux le plus élevée dans cette période est observée dans le témoin T (0,077), suivi par celui de la dose D1FV (0,07) et un faible taux est enregistré pour la dose D1 FC.

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 90,26\%$).

Période 3: le taux le plus élevée dans cette période est observée dans D3 FV (0,092), suivi par celui de la dose D1FV (0,043) avec un faible taux enregistré dans la terre non fertilisée (0,01).

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 87,71\%$).

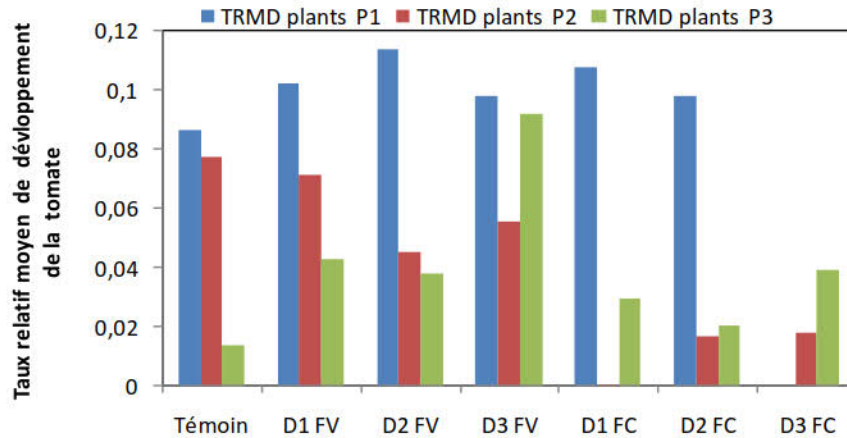


Figure 25: Taux relatif moyen de développement de la tomate.

II. 5. 3. Taux relatif moyen de développement de la laitue

La figure 26, présente le taux relatif moyen de développement de la laitue au cours trois périodes du repiquage : période1 (5 semaine), période 2 (7 semaine), période 3 (9 semaine).

Période1 : pour la culture de la laitue (*Batavia brava*), nous avons observons la valeur la plus élevée pour la dose D2FV (0,01) et un taux plus faible entre (0,093-0,058) pour les autres doses et types des fumiers. L'ANOVA, à révéler qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 78,85\%$).

Période 2: le taux le plus élevé dans cette période est observée dans le D3 FV (0,065), nous observons aussi un faible taux pour la dose D1 FV (0,002). L'ANOVA, à révéler qu'il existe une différence significative ($Pr = 0,0023$) et l'interaction entre type de fumier et doses est élevée ($R^2 = 62,64\%$).

Période 3: le taux le plus élevée dans cette période est observé dans D1 FC (0,14), suivi par celui de la dose D1 FV (0,09) et un faible taux est enregistré dans D2 FV (0,05). L'ANOVA, a révéler qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) et l'interaction entre fumier et doses est élevée ($R^2 = 92,49\%$).

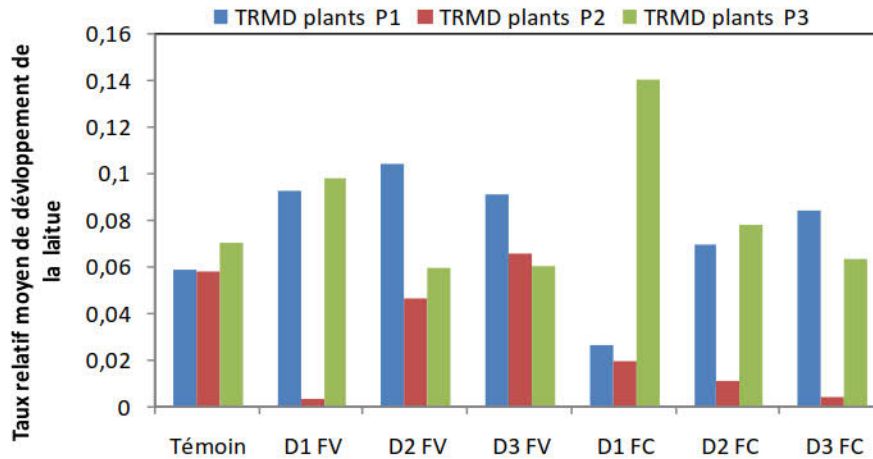


Figure 26: Taux relatif de développement de la laitue.

III. PARAMETRE BIOCHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES MESURES SUR LES PLANTS

III. 1. Teneurs en Chlorophylle totale

La teneur en chlorophylle totale pour les trois cultures est représentée dans la figure 27, nous observons la concentration la plus élevée (0,0060mg/g) pour la tomate à D3 FV à la 9 semaine, d'autres concentrations plus faibles (0,052-0,034 mg/g) sont observées pour les trois cultures avec les autres doses des deux fumiers. L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0.0001$), l'interaction entre les facteurs fumier et dose et observée pour le poivron ($R^2=49,15\%$), pour la tomate ($R^2=88,02\%$) et pour la laitue ($R^2=88,58\%$).

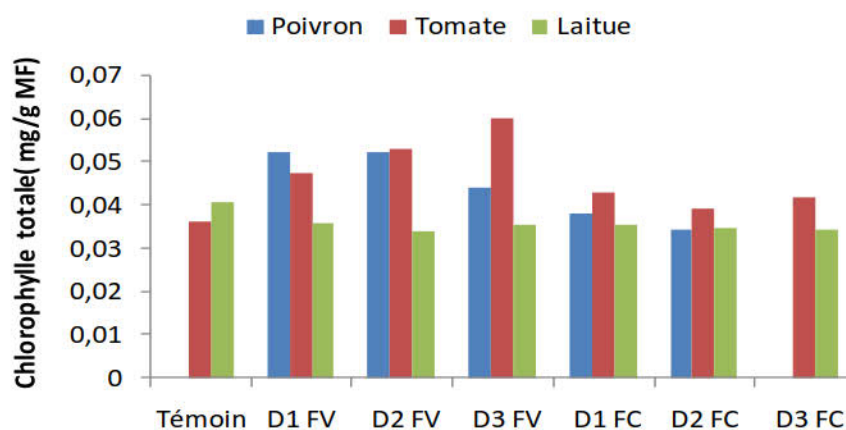


Figure 27: Teneurs en chlorophylle dans les feuilles des trois cultures.

III. 2. SUCRE TOTAUX

La quantité de sucres totaux pour les cultures des poivrons, tomate et laitue est représentée dans la figure 28, nous observons une concentration des sucres élevée (4,21 mg/g) dans la tomate à D1 FV en 9 semaine, des teneurs en sucres plus faible (4,08-1,71 mg/g) sont observées pour les autres doses et fumiers dans les trois cultures. L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significative pour la culture du poivron ($Pr < 0.0001$), et une différence non significative pour la culture de tomate ($Pr = 0.1651$) et la laitue ($Pr = 0,1893$). L'interaction entre les facteurs fumier et dose observées : pour le poivron ($R^2 = 97,02\%$), pour la tomate ($R^2 = 31,85\%$) et pour la laitue ($R^2 = 30,38\%$).

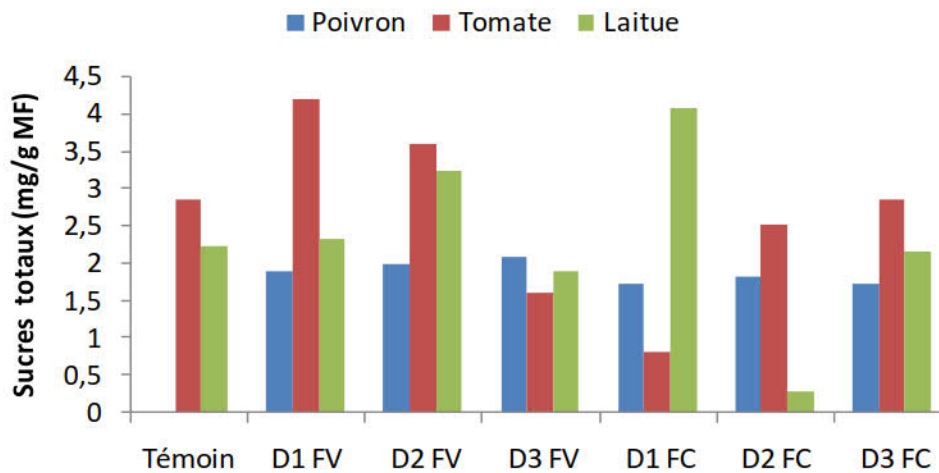


Figure 28: Teneurs en sucre totaux des trois cultures.

III. 3. PROLINE ACCUMULEE

La quantité de proline accumulée par les trois cultures est représentée dans la figure 29, nous observons la concentration de proline la plus élevée (2,50 mg/g) pour la tomate avec D1 FC à la 9 semaine. La concentration la plus faible (2,07-0,52 mg/g) est observée pour les autres doses et fumiers dans les trois cultures, à l'exception du témoin qui marque la plus faible concentration (0,23 mg/g) pour la laitue.

L'ANOVA, a révélé qu'il existe une différence significative pour les cultures poivron et laitue du ($Pr < 0.0001$), et est non significative pour la culture de la tomate

CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSION

(Pr=0.1651).L'interaction entre les facteurs fumier et dose et observée pour le poivron ($R^2=48,97\%$), pour la tomate ($R^2=26,63\%$) et pour la laitue ($R^2=78,07\%$).

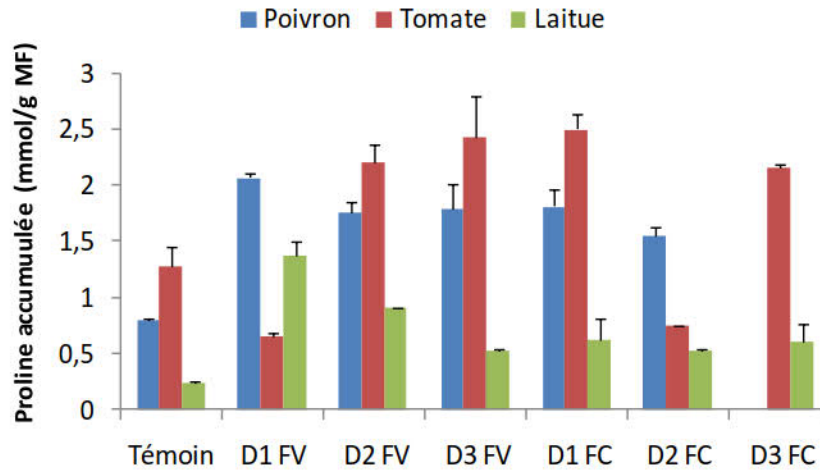


Figure 29 : Proline accumulée par les trois cultures.

IV. ANALYSES EN COMPOSANTE PRINCIPALE

Dans notre cas, d'après la Figure 30, on pourra assumer que l'axe F1 est lié à D1 FV, D2 FV, D3 FV, D2 FC, D3 FC et T, alors que l'axe F2 est essentiellement lié à D1 FC. En analysant les données on s'aperçoit que les paramètres de croissance, hauteurs des tiges et des racines des trois cultures ainsi que leur indices de vigueur sont nettement liés aux doses et type de fumiers utilisés à l'exception de D1 FC. Cependant, la liaison des paramètres mesurés est la plus liée à la dose D3 FV. La figure 29, permet aussi de visualiser que pour les paramètres physiologiques et biochimiques, les plants des trois cultures seraient à la 9^{ème} semaine de leur développement très influencés par les doses et les types de fumiers utilisés. La figure, visualise aussi que les corrélations sont positives entre les paramètres de croissance et les doses et type de fumiers utilisées. De même, les corrélations sont négatives entre les doses et type de fumiers utilisées et les paramètres vitesses de croissance, taux relatif moyen de développement et aussi les biochimiques et physiologiques de tous les plants maraichers.

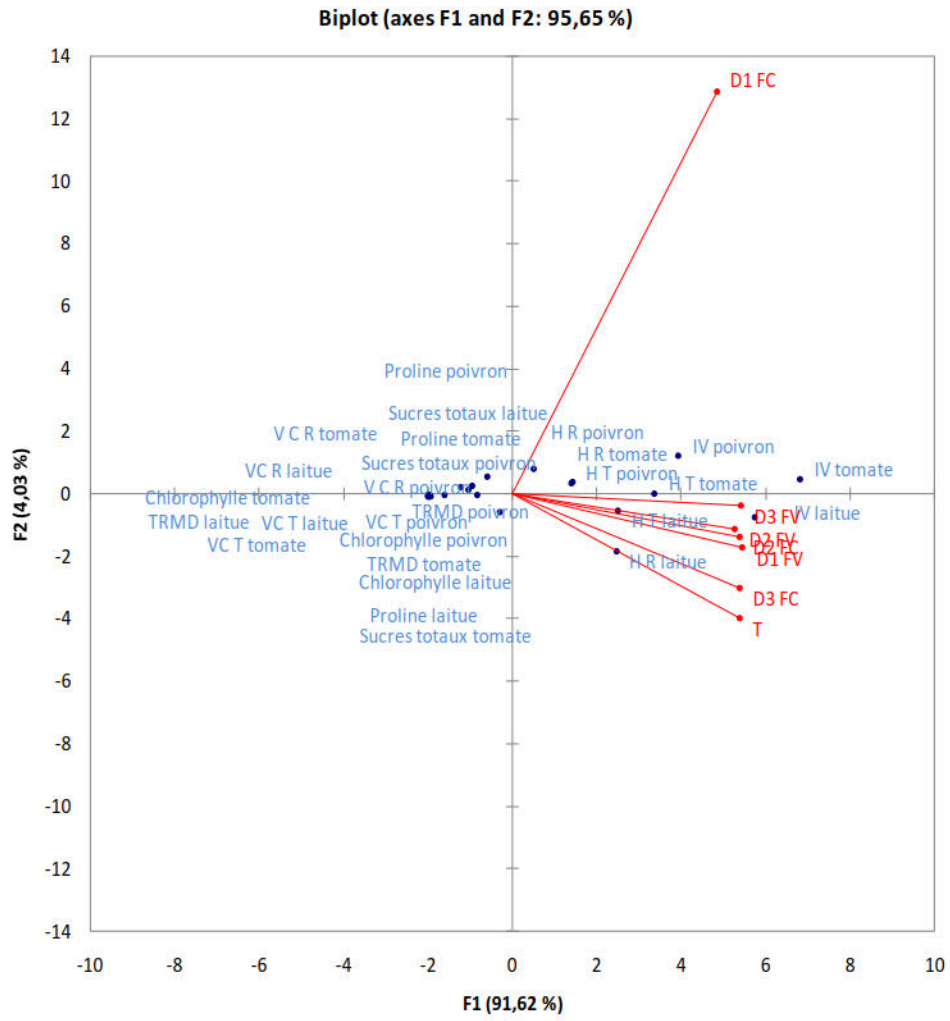


Figure 30: Analyse en composante principale.

Discussion

Paramètres physico-chimiques des substrats utilisés

Le substrat terre et des fumiers utilisé durant le test de fertilisation, est caractérisé par une texture sableuse, une réaction alcaline. Toutefois, ils se différencient sur le plan de la salinité. Le fumier de vache et fumier cheval seraient plus riches en éléments minéraux que le substrat terre non fertilisé. L'analyse de fumier vache et cheval montre qu'il est riche en azote, potassium et en calcium, avec un taux de carbone organique élevé. Les valeurs observées dans notre cas sont en accord avec celles rapportées par **Well et Duval (2009)**, pour des fumiers d'origine bovine et de chevaux en France. Toutefois ces auteurs signalent, que la composition chimique des fumiers dépend toujours de l'alimentation des animaux de fermes.

Le sol utilisé est alcalin par une valeur de pH oscillent entre 7 et 8,5 ; d'après **Larbi (2006)** le Ph d'un fumier mur se situe normalement entre 7 et 8 ou entre 7 et 9.

Là CE du substrat est la plus élevée est enregistrée dans le fumier De vache sont 5,75 et fumier de cheval sont 4,29. Echelle de salinité et les normes interprétation selon Servant 1973 et Baize 1988 la CE enregistrée est entre 4 et 8 (ds/m), ce qui rend le fumier de vache de classe saline, cela peut être expliqué par l'alimentation des animaux. D'après les résultats trouvés par les travaux de **Zhang et al (2014) in Babaammi (2014)**, les taux du carbone sont situés entre 25,03% et 48,07% pour les deux types de fumiers à différentes doses, ce qui est proche de nos résultats.

Conditions expérimentale

Nous remarquons que ces valeurs ont été favorables pour la germination, la croissance et le développement des plants du poivron, tomate et laitue. Selon **Lafrance (2007)** et **Delamarre et al (2014)**, les températures optimales de la germination et de croissance des plants maraichers sont estimées de 15 à 25°C.

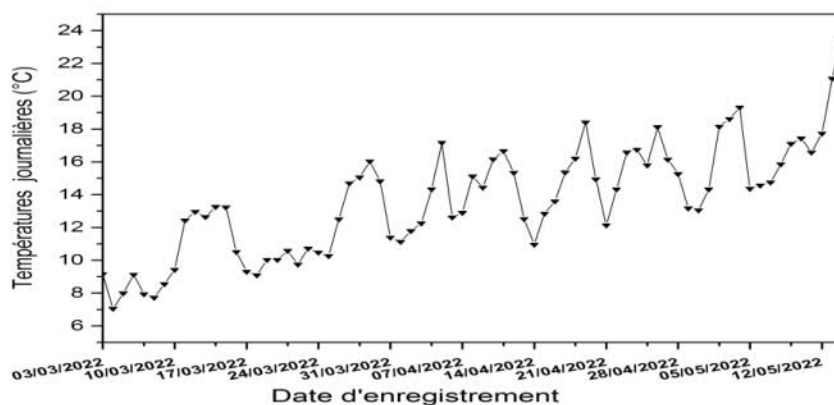


Figure 31: Représentation des températures journalières mesurées durant l'expérimentation.

Rapport C/N

Le rapport C/N est une caractéristique très important de la matière organique. Détermine l'intensité (ou degré) de l'évolution de la matière organique. Le rapport C/N décroît au cours du processus d'humification, une partie importante du carbone organique s'échappant sous forme de CO₂ (Finstein *et al*, 1986 ; Jedidi *et al*, 1995). Ainsi, le rapport C/N est fréquemment utilisé pour évaluer l'évolution du processus de minéralisation des substances organiques (Bernal *et al*, 1998 ; N'Dayegamiye et Isfan, 1991).

Croissance du poivron

L'incorporation de la matière organique améliore les propriétés physicochimiques du sol qui favorisent la croissance et le développement des plantes (Ismail *et al*, (2011) ; ce qui a été le cas dans la présente étude. En effet, il a été noté une bonne croissance du poivron pour tous les traitements avec fumier comparativement au témoin et ce constat rejoint les résultats

de Kerkeni *et al*, (2010). La même tendance a été rapportée par Idorenyin *et al*, (2010) dans une étude faite sur l'effet de la croissance de la tomate. Cet effet est la réponse classique des plantes à des augmentations des doses de fumure.

La tige du poivron est longue pour la dose D2FV et D3 FV. Ceci Pourrait être justifié par la richesse du fumier de vache. Donc, la faible croissance dans le fumier de cheval, pourrait s'expliquer par une moindre concurrence pour les nutriments. Donc cette étude qui

détermine la dose optimale pour la culture du poivron enregistré une différence non significative des paramètres suivante : hauteur des tiges observée à la 7^{ème} et 9^{ème} semaine et les paramètres suivant: hauteurs des racines, indice de vigueur, vitesse de croissance, en effet la croissance le plus élevés sont enregistré à 5^{ème} semaine chez le poivron.

Taux relative de développement du poivron

La réduction du taux de développement est due à la diminution des activités physiologiques résultant du stress adaptatif au milieu dans lequel la plantule vit. Peut-être, la salinité a entraîné des perturbations dans le métabolisme des plants, ce qui a entraîné une réduction de développement et de la productivité des plants (**Sharma& Hall, 1991, Shafi et al, 2009**).

Sucre totaux, Proline et chlorophylle du poivron

Par rapport aux résultats obtenus, il y a une différence non significative dans la proline accumulée par le poivron, ce qui signifie que les plantules du poivron ne sont pas encore sensibles au milieu.

De même pour la chlorophylle ceci est peut être liée à la non sensibilité aux fumiers de vache et cheval. En cas de stress induit par divers facteurs, les performances photosynthétiques diminuent simultanément (**Georgelis et al, 2006**).

Le taux de sucre totaux et réducteur des poivrons provenant de. On remarque que ce taux varie en fonction des doses et fumiers, il est également lié à la réaction de brunissement non enzymatique Mehdi (**Ghiafeh et al, 2006**).

Croissance de la tomate

L'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative au niveau de l'interaction entre les types de fumier et les dose.

Nos résultats ont montré que les paramètres de croissance (la hauteur des tiges, la hauteur des racines, indice de vigueur, la vitesse de croissance) de la tomate, ont montré des différences significatives entre type de fumier et la dose. Cela s'expliquerait par le fait que vraisemblablement la décomposition de ces matières au cours du temps, et même après une culture, a permis aux plantules d'absorber les éléments minéraux. Cela est dû à ce que la disponibilité des éléments nutritifs du sol à partir de la décomposition du fumier organique est suffisante pour tous les paramètres de croissance de la tomate. **Diack et Loum (2009)** ont montré que la valeur fertilisante du fumier organique à long terme augmente toujours au cours

du temps avec l'enrichissement progressif du sol en matière organique dans les procédés avec fumier organiques.

Selon ces auteurs, les valeurs fertilisantes varient, une partie des éléments minéraux comme l'azote est ensuite remis à disposition croissante lors de la minéralisation des résidus. Ce qui expliquerait dans notre étude, l'effet positif sur les paramètres de croissance des parties aériennes. **Sinaj et al. (2014)**, préconisent ainsi en Suisse un renforcement de la fertilisation selon la culture pour fournir assez d'éléments nutritifs.

Taux relative moyen

D'après les résultats qui enregistrée le taux relative moyen de développement des plants durant les trois périodes il ya une différence significative ($P < 0,0001$) donc les valeurs montrent l'effet de type de fumier et la dose, l'effet de fumier de vache (D2 FV, D3 FV) plus élevé par rapport les autre dose et le fumier de cheval.

Lorsque le taux relative de croissance et les teneurs en azote sont exprimées par rapport à la matière sèche, les quatre relations sont très différentes et plus ou moins bien déterminées.

Chlorophylle tomate

Les résultats obtenus montrent que le taux de la chlorophylle est stable chez les différents types des fumiers et doses. Les différences entre résultats des fumiers de la vache et cheval ne sont très pas significatives. Ce qui signifie que les plantules ne sont pas stressées, car le stress hydrique provoque un abaissement dans les teneurs en pigments chlorophylliens (**Turner et al, 1986 ; Tahri et al 1997**).

Proline et sucres tomate

En effet, l'accumulation des sucres solubles totaux chez la tomate a été largement reportée comme une réponse à la salinité et à la sécheresse, souvent accompagnée par une décroissance significative concernant la vitesse d'assimilation de CO_2 (**Ashraf, 2004**). Ils sont une importance particulière à cause de leur relation directe avec des processus physiologiques comme la photosynthèse, la translocation et la respiration ; en plus, ils ont un rôle potentiel dans l'adaptation des stress (**Ildiko et Gabor, 2000**). Parmi les rôles attribués aux sucres est la vitrification du cytoplasme, protection des protéines et protection des membranes (**Wingler, 2002**).

La proline reste l'acide aminé le plus important (**Ashraf, 2004**). Elle s'accumule chez plusieurs espèces végétales, face au stress comme la sécheresse, la salinité et la température extrême, bien que son rôle dans l'osmotolérance de la plante reste controversée, elle contribue à l'ajustement osmotique, la détoxification des espèces actives d'oxygène (ROS) et la protection de l'intégrité membranaire (**VERBRUGGEN et al. 1993; JITHESH et al, 2006; MOLINARI et al, 2007**). Elle sert également comme un réservoir de carbone et d'azote, protège le potentiel tampon redox cellulaire et les protéines contre la dénaturation ; elle a également la capacité de préserver l'activité des enzymes en solution saline (**SHUJI et al, 2002 ; ZHU et al, 2005; JITHESH et al, 2006**).

Croissance de la laitue

Les plants testés au fertilisants (fumier de vache, fumier de cheval) ont bénéficiés d'une meilleure croissance. Les meilleurs traitements correspondent à l'application fumier de comparativement au témoin. A travers cette étude, il a été constaté chez la laitue que l'amélioration des paramètres biométriques tels que la (hauteur des tiges, hauteur des racines, indice de vigueur, vitesse de croissance), la biomasse fraîche des plantes traitées sont dus à l'application fumier de vache. C'est le fumier de vache et qui accélère la croissance de la laitue. Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus par **Biaou (2010)**, Au sujet de la détermination de la dose optimale, le résultat obtenu est similaire à celui (**d'Amoussou 2011**) qui précise que l'azote est un facteur essentiel de croissance des plants, surtout au niveau des feuilles et des tiges.

Taux relative moyen

Selon l'analyse de variance à révéler qui existe une différence significative pour les trois périodes. Le taux relative moyen de la laitue montre que le développement entre la période 1 et la période 2 est dû à l'interaction de type de fumier et la dose qui joue un rôle essentiel dans croissance. Ceci serait expliqué par une variation de la demande des éléments durant une croissance vigoureuse et de l'incapacité de la plante à la distribuer (**Thibodeau et Minotti, 1969; Collier et Tibbitts, 1982**).

La chlorophylle

Selon **Gross, (1991)** les chlorophylles sont les plus largement distribué et les plus importants pigments. Les chlorophylles sont les pigments verts des végétaux capables de faire la photosynthèse, le processus de vie fondamental qui convertit l'énergie lumineuse en énergie.

Augmentation de la teneur en chlorophylle et de la superficie des feuilles et retarde la sénescence dans le système végétal.

Sucres totaux et Proline

Des situations de stress, telles que la sécheresse, les fortes salinités, les basses températures ou un excès d'énergie conduisent à une forte accumulation de sucres solubles. Ce phénomène est interprété comme une réponse adaptative (**Gaertn, et al**), où les sucres jouent un rôle de soluté compatible, intervenant dans la stabilisation des protéines et des membranes (**C. Clintocketfitter, 1997**).

L'analyse de la variance, à révéler qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) Donc il ya une influence entre type de fumier et dose pour l'accumule de la proline chez la laitue L'accumulation de proline permet la protection de la membrane cellulaire et participe à l'ajustement osmotique, l'augmentation de proline est inversement proportionnelle à la teneur en eau dans les feuilles (**Tahri et al, 1997**).

La proline a des composés azotés, par conséquent, augmentation de la teneur en azote dans le sol augmente la production de proline dans la plante (**Marschner, 1995**).

CONCLUSION

CONCLUSION

Dans ce travail nous avons procédé aux analyses physico-chimiques d'un mélange de deux terres agricoles ainsi que deux types de fumiers (Cheval et vache). Ensuite nous avons testé, à différentes doses, l'effet des deux fumiers sur la croissance, le développement et la vigueur de trois cultures maraichères ; poivron (*Doux*) et la tomate (*Rio grand*) et la laitue (*Batavia brava*) cultivées sous abri.

Les analyses physico-chimiques effectuées sur le mélange terres et les deux types de fumiers ont révélé que :

- Le mélange terres utilisé comme substrat témoin non fertilisé, est de texture légère, composé de plus de 98% de sables;
- Ce substrat est légèrement calcaire ;
- Les mesures du pH ont montré la terre est de nature alcaline, les deux fumiers sont légèrement alcalins ;
- Les fumiers éléments minéraux (Na, K) sont plus présents dans les fumiers, surtout dans le fumier de vache ;
- Les deux fumiers sont aussi plus riches en carbone organique et en azote total notamment le fumier de vache ;
- La conductivité électrique assez élevée dans les fumiers aussi et surtout celui de la vache ;
- La variation du rapport C/N, pour toutes les doses et les deux types de fumiers, entre le début et fin de l'expérimentation, révélant son utilisation par les plantules du : poivron, tomate, laitue germées ;

Les mesures effectuées sur les plants maraichers ont révélé :

- La hauteur des tiges des trois cultures son été caractérisée par une dynamique croissante, cependant pour les trois cultures, l'accroissement s'est avéré meilleur avec le fumier de vache aux doses D2 pour (le poivron et la laitue) et D3 pour la tomate ;
- La longueur des racines des trois cultures (poivron, tomate, laitue) s'est avérée aussi meilleure pour le fumier de vache ;
- Les vitesses de croissance des tiges et des racines pour les trois cultures ont manifesté les meilleures valeurs avec le fumier de vache, notamment la dose D2 chez le poivron, la dose D3 chez la tomate, et la dose D2 et D3 chez la laitue ;

- La dynamique des taux relatifs moyens de développement des tiges s'est caractérisée par des phases d'accroissement et de décroissement révélant une adaptation des plants aux traitements ;
- L'indice de vigueur mesuré sur les plants des trois cultures s'est caractérisé par les meilleures valeurs avec le traitement D2 FV pour le poivron, D3 FV pour la tomate, D2 FV pour la laitue;
- Les paramètres biochimiques et physiologiques (Sucres totaux, Chlorophylle et proline), mesurés dans les feuilles fraîches des plantules des trois cultures ont manifesté leurs insensibilités aux traitements utilisés durant le travail expérimental ;
- L'analyse en composante principale a révélé que le traitement D2 FV et D3 FV est optimale pour la production de plants vigoureux et avec une bonne croissance.

Perspectives

Nos résultats ouvrent de nombreuses perspectives intéressantes de recherches en domaine de fertilisation des cultures maraichères mais également il serait intéressant de :

- Tester d'autres traitements (compost, fumiers de volailles...) sur la vigueur des plants du poivron, tomate, laitue ;
- D'autres études devraient être menées avec d'autres cultures maraichères en pots et sur champs avec d'autres traitements dans des buts d'optimisation de production de plants maraichers.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- ABED Mohammed Lamine, 2016,** Évaluation des effets de deux bio-insecticides (Tracer)
- Amoussou AD. 2011.** Effets de deux engrais organiques sur la croissance et le rendement de la tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) dans les périmètres maraîchers de la commune de Parakou. Mémoire d'Ingénieur Agronome FA/UP, 57 p
- Anonyme, 2009-**Agriculture-de-demain, consulte le 25 janvier 2020.<http://www.agriculture-de-demain.fr/Cultures/LAITU/Cycle.htm>.
- Antioxidative response mechanisms in halophytes: their role in stress defense .Journal Of Genetics.V85, n°3, p237-254.
- ASHRAF. M, 2004-**Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plants. Flora Review. V199, p 361-376.
- Badaoui M. (2018).** Contribution à l'étude de la dynamique des populations de *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera ; Gelechiidae) et essais de contrôle biologique sur la culture de tomate mostaganm. 102p.
- Bado B.V., Sedogo M. P., Cescas M. P., Lompo F., et Bationo A., 1997.** Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers Agricultures 6: 571-575.
- Bationo A., Mokwuyé A.U, 1991.** Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: with special reference to the sahelian and soudanian zones of West Africa. Fertilizer Research 29: 117-125.
- Beniest J, 1987.** Guide pratique du Maraîchage au Sénégal. MINAGRI. Sénégal. Pp 27-112.
- Bernal, M.P, C. Paredes, M.M.A. Sanchez, and J. Cegarra. 1998.** Maturity and stability parameters of composts prepared with a wide range of organic wastes. Bioresource Technology 63:91-99.
- Biaou ODB. 2010.** Valorisation de l'agriculture biologique: Effet de différentes sources d'engrais organiques sur le rendement et la qualité de la laitue et de la carotte sur sol ferrallitique au Sud Bénin. Mémoire d'Ingénieur Agronome FA/UP, 81p
- Bonzi M., 2002.** Evaluation et détermination du bilan de l'azote en sols cultivés du centre Burkina Faso: Etude par traçage isotopique ¹⁵N au cours d'essais en station et en milieu paysan. Thèse de doctorat. Institut National Polytechnique de Lorraine, France. 127p.
- BOUMHIRIZ Rachid 2017.** Etude «*in vitro* » de l'efficacité de l'extrait hydroéthanolique des feuilles matures de la courge *Cucurbitapepo*, et de l'extrait hydro-méthanolique des feuilles de la menthe *Mentha spicata* sur les larves de *T. absoluta*

Bremner, J.M.; Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen—Total. Methods Soil Anal. Part 2. Chem. Microbiol. Prop. Am Soc Agron, 9, 595–624.

Bremner, J.M.; Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen—Total. Methods Soil Anal. Part 2. Chem.

Cehma A., Longo HF., Siboukeur A., 2000- Estimation du tonnage et valeur alimentaire

Chougar, S. 2010. Bio écologie de la mineuse de la tomate Tutaabsoluta sur trois variétés de tomates sous serre (Zahra, Dawson et Tavira) dans la Wilaya de TiziOuzou», Univ de Tizi-ouzou, Thèse de Magister, sciences biologiques, 94p.

CIRAD (Organisme, France Ministère des affaires étrangères, Cirad, centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement France, et GRET, groupe de recherche et d'échanges technologique, ministère des affaires étrangère). (2002). Mémento de l'agronomie. (ed). Quae.p.1045-1046.

CRONQUIST A., 1981 : An integreted system of classification of fellowing plants. Colombia University ,125p.

<https://www.ctendance.fr/jardin/quand-mettre-fumier-jardin/>

dans les oasis de l'OuedRigh.CRSTRA (Centre de Recherche Scientifique et Technique

Delamarre CA, Jouglain P, Deschamp N, Mignot L, Girou S. 2014.Produire des plants en agriculture Biologique .56p ; CiradFrance.dessous produits du palmier dattier chez les ovins. RechercheAgronomique INRAA, 7-15.

Diack M. et Loum M. (2014). Caractérisation par approche géostatistique de la variabilité des propriétés du sol de la ferme agropastorale de l'Université Gaston Berger (UGB) de Saint-Louis, dans le bas Delta du Fleuve Sénégal. Revue de géographie du laboratoire Leïdi, 12 : 1-15.Dijon. 06/05/2018 15 :06 h. P 22-23. ISBN 978-2-84444-793-7.ème édition. P1041.

Erard, P, 2002. Le poivron. Ctifl, France, pp: 18-23.

et Sincocin) sur Aphisgossypii (Homoptera:Aphididae) et ses complexes parasites.

F. Kaho,M.Y, P. Feujo-Teguefouet J.C. Tchantchaouang. 2011. Effet combiné des feuilles de Tithoniadiversifolia et des engrais inorganiques sur les rendements du maïs et les propriétés d'un sol ferralitique au Centre Cameroun. Tropicultura 29: 39-45

FAO, 2015. Foods and Agriculturals Oeganisation, Statistique agricole.

FAO. 2017.Laproduction mondiale des cultures maraichère. Ed. FAO.

- Fieberg, J.R.; Vitense, K.; Johnson, D.H. 2020.** Resampling-Based Methods for Biologists. PeerJ 2020, 8, e9089
- Finstein, M.S., J. Cirello, D.J. Suler, M.L. Morris, and P.F. Strom. 1986.** Monitoring and evaluating composting process performance. Journal Water Pollution control. Fed. 58:272-278.
- Gross J, 1991.** *Pigments in vegetables: chlorophylls and carotenoids*. An Avi Book, New
- Guet,G.,2005.** Mémento d'agriculture biologique, Agridécisions, Paris. 22
- Hilmi M, ShankaraNaika, J V Lidt de Jeude, M Goffau, B Van Dam.2005.** La culture de la tomate, 106 Pages, Fondation Agromisa et CTA, Wageningen.
- Huang Z, Zhang X, Zheng G, Guttermann Y., 2003-** Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron*. J Arid Environ, 55:453-464.
<https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/tc/Agricul-Fren.pdf>
<https://www.ctendance.fr/jardin/quand-mettre-fumier-jardin/>
<https://www.sablemarco.com/products/files/fumiervache.pdf>
- Idorenyin A.U. and Ugwoke KI, 2010.** Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* Race 1 on turmeric (*Curcuma longa* L.) as influenced by inoculum density and poultry manure amendment. Plant Pathology Journal, 9: 162-168.
- ILDIKO.K, GABOR.G, 2000-**Osmotic and salt stress induced alteration in soluble carbohydrate content in wheat seedlings. Crop Sciences. V40,p482-487.
- Ismail AE, Abd-El-Mageed MM, Rashad AA, and Awaad MS, 2011.** Root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* suppression and changes of grapevine yield properties determined by waste residues from jojoba, black seed oil extraction and slow release nitrogen fertilizer. Pak. J. Nematol., 29:187-205.
- ITCMI, 2010-**La culture de laitue. Fiche Tec. (Institut Technique des Cultures Maraichères et Industrielles) Alger. 5p.
- JITHESH.M.N,PRASHANTH.S.R.,SIVAPRAKASH.R.,PARIDAAJAY.K.,2006-**
- Kerkeni A, Horrigue-Raouani N, et Khedher MB, 2007.** Effet suppressif de cinq extraits de compost vis-à-vis du nématode à galles *Meloidogyne incognita*. Nematol. Médit., 35:15-21.
- KARA Nabila 2020** Estimation des besoins en eau des cultures maraichères par deux Méthodes (Penman Monteith par logiciel CROPWA T 8.0 et Turc) dans la wilaya de Biskra durant la période (1998-2018)
- Kiba D.I., 2012.**Diversité des modes de gestion de la fertilité des sols et leurs effets sur la qualité des sols et la production des cultures en zones urbaine, périurbaine et rurale au Burkina Faso. Thèse de doctorat LIOR/Bobo, Burkina Faso. 120p.

Kitabala M.A, Tshala V., Kalenda M.A., Tsbijika 1. M, et Mufind K.M, 2016. Effets de différentes doses de compost sur la production et la rentabilité de la tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) dans la ville de Kolwezi, Province du Lualaba (RD Congo). *Journal of Applied Biosciences* 102: 9669 – 9679.

Kolev N., 1976 Les cultures maraichères en Algérie :Légumes,Fruits ,Edj.BAILLIERE. Paris.V.I :207p.

Křístková, E, Doležalová, I, Lebeda, A, Vinter, V, et Novotná, A. (2008). Description of morphological characters of lettuce (*Lactuca sativa L.*) genetic resources. 2008(October

Lakhdari K, Kherfi Y. et Boulassel A, (2010)-Atlas des semences locales ouacclimatées

Latigui A., (1984). Effets des différents niveaux de fertilisation potassique sur la fructification de la tomate cultivée en hiver sous serre non chauffée. Thèse de Magister. INRA El-Harrach, Algérie

ligne]. INRA, Paris. 09/05/2018. 00:02 h. P 213-220. ISBN 2-7380-1066-6.

Lompo F., Segda Z, Gnankambary Z, et Ouandaogo N, 2009. Influence des phosphates naturels sur la qualité et la biodégradation d'un compost de pailles de maïs. *Tropicultura* 27 (2): 105-109.

Louis BASHALE MBUYI,2021,Caractérisation des Propriétés Physicochimiques et Sensorielles de la Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Cultivée dans la Zone de Mostaganem.

MADR, 2017.Cultures maraichères sous serres. Ministère de l'Agriculture et Développement Rural (S.D.S.). Série B, p.24.

Mallem Sounia 2020. Effet de nature de substrat sur la production des plants

Mappa D, 2010. *Les productions légumières: cahier d'activités*[en ligne]. Educagri Edition,

Marschner, H. (1995).Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd édition, Académique Presse. Ltd. ,London. 862 P.

Mathieu, C; Pieltain, F. 2003. Analyse Chimique des Sols Méthodes Choisies; TEC & DOC Lavoisier: Paris, France; 388p.

Mathieu, C; Pieltain, F.1998. Analyse Physique des Sols Méthodes Choisies; TEC & DOC Lavoisier: Paris, France; 274p.

Messiaen C.M, 1975. Le potager tropical. Tome 1. Généralités. Ed presses universitaires de France, 192p.Microbiol. Prop. Am Soc Agron, 9, 595–624.

MOLINARI .H.B,CORREA. M, CELSO. J, DAROS. E, DE CAMPOS M. K ,

DECARVALHO.F,JANEFIUZA.R,PORTELA.F.J.,BESPALHOK.C,PEREIRA.

L.F.,VIEIRA.L.G.E,2007-Evaluation of the stress-inducible production of proline in transgenic sugarcane (*Saccharum* spp.): osmotic adjustment, chlorophyll fluorescence and oxidative stress. *Physiologia Plantarum*. V130, n° 2 , p 218-229.

Mosli S.2018. Proposition d'un modèle de culture biologique Tomate/Datura et effet des biopesticides (métabolites secondaires) sur les bioagresseurs. Thèse de doctorat, 129P, ENASA Alger.

Munro D.B., et Small E., 1998. *Les légumes du Canada*. Presses scientifiques du CNRC, Ottawa (Ontario) Canada. P 243-248. ISBN 0-660-95418-4.

Ouadah Fatiha 2009: Lutte biologique contre les pucerons. Interaction entre parasitoïde et prédateurs: Cas du parasitoïde d'*Aphis gossypii* Glover (Hom : Aphididae) *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym: Braconidae : Aphidiinae) et de la cécidomyie prédatrice *Aphidoletes aphidimyza* Rondani (Diptère : Cecidomyiidae)

Pèron, J, 2006 . Références production légumières, Lavoisier. Paris : PP 494-498.

Pitrat M. et Foury C., 2003. *Histoires de légumes : des origines à l'orée du XXIe siècle*

Pochard E, Palloix A, Daubeze M, 1992. Le piment. 420p.

Radford P J .1967. Growth analysis formulae- Their use and Abuse. *Crop Science*, Vol7, N°3, p171-175.

Réalisé par <Patricia Erard, Ctifl> Octobre 2002. Le poivron, centre technique interprofessionnel des fruits et légumes Régions Arides), 78p

Robert, M., J. Antoine, F. Nachtergaele, J. Benites, R. Brinkman, R. Dudal, et al. 2002. La séquestration du carbone dans le sol pour une meilleure gestion des terres-Rapport sur les ressources en sols du monde (96)-FAO. URL (Déc. 2008):

S.S.S . 2014. Soil Survey Staff, S.S. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed.; USDA-Natural Resources Conservation Service: Washington, DC, USA, 2014.

Sedogo P. M, 1993. Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Doctorat es Sciences Naturelles (Agro-écopédologie). Université Nationale de côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire. 295p.

SHANKARAN., DE JEUD J.V.L., DE JEFFAU M. et VANDAM B., 2005. La culture de la tomate, production, transformation et commercialisation. Ed. Wageningen, Pays-Bas. 105p.

Sharma Pk, Hall DO.1991. Interaction of salt stress and photo inhibition on photosynthesis in barley and sorghum. *J. Plant Physiol.* 138:614-919.

SHUJI.Y, BRESSAN. A., HASEGAWA.P.M., 2002-Salt stress tolerance of

plants.JircasWorkingReport.25-33.

Sinaj S., Richner,W, Flisch R. et Charles R. (2009). Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages (DBFGCH). Revue suisse d'Agriculture 41 (1) : 1– 98

Tahri E. H. Belabed A. M. &Sadki K. Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticumdurum*) [en ligne]. n°21 (1997- 1998), 81-87 p

Thibodeau, P.O, et Minotti, P.L, 1969. The influence of calcium on the development of lettuce tipburn. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 94, 372-376

VALIMUNIZIGHA C., 2006 : Étude du comportement physiologique et agronomique de la tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en réponse à un stress hydrique précoce. Ed. Press .Univ.de Louvain , 196p.

York. P 3-4. ISBN 978-1-4613-5842-8.

ZHANG.F.Y,YANG.W.L,ZHAO.X.H,ZHANG.L.X,2004-Effects of salinity on growth and compatible solute so fcallusinduced from populous euphratica. Revue Cellular and Developmental Biology–Plant. V40,n° 05,p491-494.

ZHU .J-K., JAGENDORF A., CHINNUSAMY V., 2005- Understanding and improving alttoleranceinplants.Crop ScienceSocietyOfAmerica.V45,p 437-448.

ZITOUNI Dehbia DOUAR Kheira 2017 ÉTUDE BIOÉCOLOGIQUE DE LA FAUNE AUXILIAIRE DES APHIDES DE POIVRON SOUS SERRE

Annexe

	C Vide	p1	p2	MO(g)	Carbone orga	Corg (g/kg)	Carbone orga
Fumier de vacl	36,75	39,46	37,66	0,66420664	0,38616665	386,166652	38,6166652
Fumier de vacl	32,16	36,01	33,35	0,69090909	0,40169133	401,691332	40,1691332
Fumier de vacl	33,62	37,51	34,84	0,68637532	0,39905542	399,055419	39,9055419
Moyenne				0,68049702	0,3956378	395,637801	39,5637801
Ecart type				0,01428884	0,00830747	8,30746678	0,83074668

Fumier de che	32,43	38,32	36,72	0,27164686	0,15793422	157,93422	15,793422
Fumier de che	32,43	36,1	34,71	0,37874659	0,22020151	220,201508	22,0201508
Fumier de che	34	36,75	35,7	0,38181818	0,22198732	221,987315	22,1987315
Moyenne				0,34407054	0,20004101	200,041015	20,0041015
Ecart type				0,06273955	0,03647648	36,4764837	3,64764837

Terre non amé	35,15	45,32	45	0,03146509	0,01829366	18,293659	1,8293659
Terre non amé	31,38	42,89	42,52	0,03214596	0,01868951	18,6895116	1,86895116
Terre non amé	30,24	44,06	43,63	0,03111433	0,01808973	18,089725	1,8089725

Moyenne				0,03157513	0,01835763	18,3576319	1,83576319
Ecart type				0,00052454	0,00030497	0,30496786	0,03049679

Traitement pur	Potassium(K) mg/g	k (g/kg)	
sol L1		3	-0,099 Traces
sol L2		3	-0,099 Traces
sol L3		3	-0,099 Traces
Moyenne			-0,099
Ecartype			0
VachePur L1		75	1,125
Vache Pur L2		74	1,108
Vache Pur L3		75	1,125
Moyenne			1,11933333
Ecartype			0,00981495
ChevalPur L1		86	1,312
Cheval Pur L2		87	1,329
Cheval Pur L3		87	1,329
Moyenne			1,32333333
Ecartype			0,00981495

Traitement pur	Sodium Na	Na(g/kg)
sol L1	4	0,0399
sol L2	3	0,0298
sol L3	4	0,0399
Moyenne		0,03653333
Ecartype		0,00583124
VachePur L1	22	0,2217
Vache Pur L2	22	0,2217
Vache Pur L3	22	0,2217
Moyenne		0,2217
Ecartype		0
ChevalPur L1	14	0,1409
Cheval Pur L2	13	0,1308
Cheval Pur L3	14	0,1409
Moyenne		0,13753333
Ecartype		0,00583124

	Volume déga	CaCO3 dans	CaCO3 (%)
Terre = 1g	32	0,19595836	19,5958359
Terre = 1g	22	0,13472137	13,4721372
Terre = 1g	26	0,15921617	15,9216167
moy			16,3298632
ecart type			3,08219409

	C	Vide	p1	p2	MO ((g)	Morg	Mo (g/g	terre moy
E D1 Vacl	35,98	50,03	49,51	0,52	0,037011	37,0106762	21,517835	
E D1 Vacl	34,07	48,82	48,28	0,54	0,03661	36,6101695	21,2849823	
E D1 Vacl	30,19	46,7	46,1	0,6	0,036342	36,3416111	21,1288437	
Moy							21,3105536	
Ect							0,19575234	
E D2 Vacl	31,31	46,13	45,4	0,73	0,049258	49,2577598	28,6382324	
E D2 Vacl	35,23	50,74	49,9	0,84	0,054159	54,1586074	31,4875624	
E D2 Vacl	32,34	47,81	47	0,81	0,052359	52,3594053	30,4415147	
Moy							30,1891032	
Ect							1,44133758	
E D3 Vacl	36,29	51,88	50,98	0,9	0,057729	57,7293137	33,5635545	
E D3 Vacl	34,21	47,51	46,55	0,96	0,07218	72,1804511	41,9653786	
E D3 Vacl	34,34	51,41	50,38	1,03	0,06034	60,3397774	35,0812659	
Moy							36,8700663	
Ect							4,47744539	
E D1 Che	36,67	50,09	49,83	0,26	0,019374	19,3740686	11,2639933	
E D1 Che	32,09	51,48	51,07	0,41	0,021145	21,1449201	12,2935582	
E D1 Che	37,06	51,63	51,33	0,3	0,02059	20,5902539	11,9710779	
Moy							11,8428765	
Ect							0,52661906	
E D2 Che	34,74	49,6	49,12	0,48	0,032301	32,3014805	18,7799305	
E D2 Che	32,26	49,54	48,83	0,71	0,041088	41,087963	23,8883506	
E D2 Che	32,66	49,17	49,11	0,06	0,003634	3,63416111	2,11288437	
Moy							14,9270551	
Ect							11,3875466	
E D3 Che	31,51	46,16	45,43	0,73	0,049829	49,8293515	28,9705532	
E D3 Che	34,07	49,6	48,76	0,84	0,054089	54,0888603	31,4470118	
E D3 Che	29,59	44,57	43,85	0,72	0,048064	48,0640854	27,9442357	
Moy							29,4539336	
Ect							1,80072276	

	PH		CE	
Fumier de vac	7,91	Fumier de vac	5,74	5,74
Fumier de vac	7,95	Fumier de vac	5,74	5,74
Fumier de vac	7,95	Fumier de vac	5,78	5,78
Moyenne	7,93666667	Moyenne	5,75333333	
Ecart type	0,02309401	Ecart type	0,02309401	
Fumier de che	7,36	Fumier de che	4,25	4,25
Fumier de che	7,82	Fumier de che	4,35	4,35
Fumier de che	7,62	Fumier de che	4,29	4,29
Moyenne	7,6	Moyenne	4,29666667	
Ecart type	0,23065125	Ecart type	0,05033223	
Terre non amé	8,03	Terre non amé	293	0,293
Terre non amé	8,15	Terre non amé	295	0,295
Terre non amé	8,24	Terre non amé	268	0,268
Moyenne	8,14	Moyenne	0,28533333	
Ecart type	0,10535654	Ecart type	0,01504438	

	Carbone organique	Azote (g/KG)	C/N
Substrat non fertilisé MOY	18,35763188	0,5635	32,5778738
Substrat non fertilisé Ecar	0,304967861	0,24253763	1,25740433
D1 Vache Moy	21,31055364	0,539	39,5372053
D1 Vache Ecart Type	0,195752335	0,06929646	2,82485314
D2 Vache Moy	30,18910319	0,9065	33,3029268
D2 Vache Ecart Type	1,441337579	0,34648232	4,15991664
D3 Vache Moy	36,87006631	0,735	50,1633555
D3 Vache Ecart Type	4,477445389	0,34648232	12,9225796
D1 Cheval Moy	11,84287647	0,294	40,2818927
D1 Cheval Ecart Type	0,526619062	0,06929646	7,59950836
D2 Cheval Moy	14,92705515	0,784	19,0396112
D2 Cheval Ecart Type	11,38754664	0,69296465	16,4330846
D3 Cheval Moy	29,45393358	0,588	50,0917238
D3 Cheval Ecart Type	1,80072276	0,1	18,0072276

	Masse initiale 10l	Tamis 500	Tamis 25	Tamis 20 (sables)	Fond (Ar)
Terre non amélio	27,58	25,63	45,42	98,63	1,37
Terre non amélio	27,55	26,8	44,52	98,87	1,13
Terre non amélio	27,27	25,44	46,06	98,77	1,23
Moyenne	27,4667	25,957	45,333	98,757	1,2433
Ecart type	0,17098	0,7365	0,7736	1,6811	0,1206

	Ph	CE	Ca Co3	K	Na	C	N debut	N fin jour	
Fumier de vache	7,91	5,74		1,13	0,222	386,2	0,3862	0,00022	0,076
Fumier de vache	7,95	5,74		1,11	0,222	401,7	0,4017	0,00022	0,081
Fumier de vache	7,95	5,78		1,13	0,222	399,1			
Fumier de cheva	7,36	4,25		1,31	0,141	157,9	0,1579	0,00013	0,122
Fumier de cheva	7,82	4,35		1,33	0,131	220,2	0,2202	0,00014	1,273
Fumier de cheva	7,62	4,29		1,33	0,141	222			
Terre non améli	8,03	0,293	19,596	-0,1	0,04	18,29	0,0183	4E-05	0,064
Terre non améli	8,15	0,295	13,472	-0,1	0,03	18,69	0,0187	3E-05	0,058
Terre non améli	8,24	0,268	15,922	-0,1	0,04	18,09			

Dose et type	Volume HCl (l)	Azote (mg)	mg/g terre	mg/kg	N(g/kg)
Témoin	1,5	3,675	0,735	735	0,735
Témoin	0,8	1,96	0,392	392	0,392
MOY					0,5635
Ect					0,24253763
D1 Vache	1,2	2,94	0,588	588	0,588
D1 Vache	1	2,45	0,49	490	0,49
MOY					0,539
ECT					0,06929646
D2 Vache	1,9	4,655	0,931	931	0,931
D2 Vache	1,8	4,41	0,882	882	0,882
Moy					0,9065
Ect					0,03464823
D3Vache	2	4,9	0,98	980	0,98
D3Vache	1	2,45	0,49	490	0,49
Moy					0,735
Ect					0,34648232
D1 Cheval	0,5	1,225	0,245	245	0,245
D1 Cheval	0,7	1,715	0,343	343	0,343
MOY					0,294
Ect					0,06929646
D2 Cheval	1,5	3,675	0,735	735	0,735
D2 Cheval	1,7	4,165	0,833	833	0,833
MOY					0,784
Ect					0,06929646
D3Cheval	1,2	2,94	0,588	588	0,588
D3 Cheval	1,2	2,94	0,588	588	0,588
MOY					0,588
Ect					0
Vache pur	7,6	18,62	3,724	3724	3,724
Vache pur	7,3	17,885	3,577	3577	3,577
MOY					3,6505
Ect					0,1039447
Cheval pur	5	12,25	2,45	2450	2,45
Cheval pur	4,9	12,005	2,401	2401	2,401
MOY					2,4255
Ect					0,03464823

Dose et	15 sem	7 sem	9sem	Chloro	Sucre	Proline	Racin	IV	TRM D P1	TRM D P2	TRM D P	V C PA	V C PR	Varié	Fumier	Dose	Culture
Doux Téri	1	5	7	0	0	0,79524	8	5	0,06324	0,1073	1,839	0,03646	0,0417	2	3	1	poivre
Doux Téri	0	0	0	0	0	0,79524	0	5	0,06324	0,1073	1,839	0,03646	0,0417	2	3	1	poivre
Doux Téri	0	0	0	0	0	0,79524	0	5	0,06324	0,1073	1,839	0,03646	0,0417	2	3	1	poivre
Doux D1	2	2	5,3	0,0526	1,9062	2,07643	3	11,367	0,08634	0,0462	1,987	0,10208	0,0755	2	2	2	poivre
Doux D1	2	4	8	0,0526	1,9062	2,07643	6	11,367	0,08634	0,0462	1,987	0,10208	0,0755	2	2	2	poivre
Doux D1	1	2	6,3	0,0526	1,9062	2,07643	5,5	11,367	0,08634	0,0462	1,987	0,10208	0,0755	2	2	2	poivre
Doux D2	2	5	10	0,0525	1,9958	1,76558	8,5	15,5	0,08634	0,0611	2,195	0,13281	0,1094	2	2	3	poivre
Doux D2	2,5	5	7,5	0,0525	1,9958	1,76558	6	15,5	0,08634	0,0611	2,195	0,13281	0,1094	2	2	3	poivre
Doux D2	3	4	8	0,0525	1,9958	1,76558	6,5	15,5	0,08634	0,0611	2,195	0,13281	0,1094	2	2	3	poivre
Doux D3	2	8	9	0,0442	2,0841	1,79952	6,5	14,867	0,08634	0,0462	2,2	0,12969	0,1026	2	2	4	poivre
Doux D3	2	5	6	0,0442	2,0841	1,79952	4,5	14,867	0,08634	0,0462	2,2	0,12969	0,1026	2	2	4	poivre
Doux D3	2	4	9,9	0,0442	2,0841	1,79952	8,7	14,867	0,08634	0,0462	2,2	0,12969	0,1026	2	2	4	poivre
Doux D1	1,5	2	6	0,3802	1,7247	1,81958	6,5	11,367	0,07675	0,0192	1,746	0,08542	0,0922	2	1	2	poivre
Doux D1	2	3	5	0,3802	1,7247	1,81958	6,2	11,367	0,07675	0,0192	1,746	0,08542	0,0922	2	1	2	poivre
Doux D1	2	3	5,4	0,3802	1,7247	1,81958	5	11,367	0,07675	0,0192	1,746	0,08542	0,0922	2	1	2	poivre
Doux D2	1	2	4	0,0343	1,8191	1,56118	5	7,6	0,09378	0,0122	1,536	0,07031	0,0484	2	1	3	poivre
Doux D2	2,5	3	5	0,0343	1,8191	1,56118	4,3	7,6	0,09378	0,0122	1,536	0,07031	0,0484	2	1	3	poivre
Doux D2	1	2	4,5	0,0343	1,8191	1,56118	0	7,6	0,09378	0,0122	1,536	0,07031	0,0484	2	1	3	poivre
Doux D3	2,5	3	5	0	1,7344	0	4,5	6,8333	0,09378	0,0313	1,699	0,08333	0,0234	2	1	4	poivre
Doux D3	2,5	3	5	0	1,7344	0	0	6,8333	0,09378	0,0313	1,699	0,08333	0,0234	2	1	4	poivre
Doux D3	3	4	6	0	1,7344	0	0	6,8333	0,09378	0,0313	1,699	0,08333	0,0234	2	1	4	poivre

Dose et typ	5sem	7 sem	9 sem	Chloro	Sucre	Prolin	Racine:	IV	TRM D P1	TRM D P2	TRM D P	V C PA	VC PR	Varié	Fumu	Dose
Rio Grand T	5,76	3	5	0,0363	2,86214	1,2804	4,5	9,667	0,0868	0,07758	0,014	0,094	0,057	2	3	1
Rio Grand T	1,46	3,33	5	0,0363	2,86214	1,2804	3	9,667	0,0868	0,07758	0,014	0,094	0,057	2	3	1
Rio Grand T	2,03	6,5	8	0,0363	2,86214	1,2804	3,5	9,667	0,0868	0,07758	0,014	0,094	0,057	2	3	1
Rio Grand C	4,93	7,66	18	0,0474	4,21008	0,6549	6	24,07	0,1023	0,07143	0,043	0,245	0,131	2	2	2
Rio Grand C	6,33	9,83	11	0,0474	4,21008	0,6549	10,2	24,07	0,1023	0,07143	0,043	0,245	0,131	2	2	2
Rio Grand C	3,23	9,43	18	0,0474	4,21008	0,6549	9	24,07	0,1023	0,07143	0,043	0,245	0,131	2	2	2
Rio Grand C	4,56	9	16	0,0531	3,61234	2,2184	11	17,83	0,1138	0,04533	0,038	0,161	0,117	2	2	3
Rio Grand C	4,83	9,66	15	0,0531	3,61234	2,2184	11,5	17,83	0,1138	0,04533	0,038	0,161	0,117	2	2	3
Rio Grand C	4,83	9,66	15	0,0531	3,61234	2,2184	0	17,83	0,1138	0,04533	0,038	0,161	0,117	2	2	3
Rio Grand C	2,83	6,5	26	0,0601	1,60374	2,442	18	35,67	0,0979	0,05544	0,092	0,354	0,203	2	2	4
Rio Grand C	7,76	14,66	24	0,0601	1,60374	2,442	12	35,67	0,0979	0,05544	0,092	0,354	0,203	2	2	4
Rio Grand C	2,43	4,83	18	0,0601	1,60374	2,442	9	35,67	0,0979	0,05544	0,092	0,354	0,203	2	2	4
Rio Grand C	3,8	3,83	6	0,043	0,80998	2,5091	5	12,33	0,1077	0,00052	0,03	0,104	0,089	2	1	2
Rio Grand C	3,86	3,96	6	0,043	0,80998	2,5091	6,5	12,33	0,1077	0,00052	0,03	0,104	0,089	2	1	2
Rio Grand C	4,23	4,33	8	0,043	0,80998	2,5091	5,5	12,33	0,1077	0,00052	0,03	0,104	0,089	2	1	2
Rio Grand C	2,83	3,66	5	0,0391	2,52092	0,7474	2,5	8,433	0,0979	0,01715	0,021	0,081	0,051	2	1	3
Rio Grand C	4	3,5	5	0,0391	2,52092	0,7474	4,3	8,433	0,0979	0,01715	0,021	0,081	0,051	2	1	3
Rio Grand C	3,56	4,16	5,5	0,0391	2,52092	0,7474	3	8,433	0,0979	0,01715	0,021	0,081	0,051	2	1	3
Rio Grand C	3,73	4	6	0,042	2,8573	2,1674	3,5	9	0,0942	0,01832	0,039	0,086	0,055	2	1	4
Rio Grand C	3,66	3,5	4,5	0,042	2,8573	2,1674	4	9	0,0942	0,01832	0,039	0,086	0,055	2	1	4
Rio Grand C	2,53	3,33	6	0,042	2,8573	2,1674	3	9	0,0942	0,01832	0,039	0,086	0,055	2	1	4

Variété et T5 sem	7sem	9sem	Chloro	Sucres	Proline	L Raci IV	TRM D	TRM D	TRM D	V C PA	VC PR	Variété	Fumu	Dose		
Batavia Bra	0,88	2,1	6	0,0409	2,2378	0,238	6,4	9,878	0,059	0,058	0,07	0,09375	0,1	1	3	1
Batavia Bra	0,88	2,1	4	0,0409	2,2378	0,238	6,4	9,878	0,059	0,058	0,07	0,09375	0,1	1	3	1
Batavia Bra	0,88	2,1	2,5	0,0409	2,2378	0,238	6,4	9,878	0,059	0,058	0,07	0,09375	0,1	1	3	1
Batavia Bra	2,333	3,33	12,5	0,036	2,3333	1,377	11,7	17,7	0,093	0,003	0,098	0,17448	0,1833	1	2	2
Batavia Bra	2	2,33	9	0,036	2,3333	1,377	11,7	17,7	0,093	0,003	0,098	0,17448	0,1833	1	2	2
Batavia Bra	3	2	12	0,036	2,3333	1,377	11,7	17,7	0,093	0,003	0,098	0,17448	0,1833	1	2	2
Batavia Bra	3,667	6	14,5	0,0342	3,2409	0,912	8,33	26,26	0,104	0,046	0,06	0,26302	0,1302	1	2	3
Batavia Bra	3,333	7	18	0,0342	3,2409	0,912	8,33	26,26	0,104	0,046	0,06	0,26302	0,1302	1	2	3
Batavia Bra	3,333	7,67	18	0,0342	3,2409	0,912	8,33	26,26	0,104	0,046	0,06	0,26302	0,1302	1	2	3
Batavia Bra	0,333	5,67	9	0,0355	1,905	0,528	13,3	26,01	0,091	0,065	0,06	0,23958	0,2083	1	2	4
Batavia Bra	4,667	6,33	16	0,0355	1,905	0,528	13,3	26,01	0,091	0,065	0,06	0,23958	0,2083	1	2	4
Batavia Bra	2	6,67	21	0,0355	1,905	0,528	13,3	26,01	0,091	0,065	0,06	0,23958	0,2083	1	2	4
Batavia Bra	1	1	6	0,0429	4,0891	0,631	0	7,107	0,027	0,019	0,141	0,05729	0	1	1	2
Batavia Bra	0,15	0	0	0,0429	4,0891	0,631	0	7,107	0,027	0,019	0,141	0,05729	0	1	1	2
Batavia Bra	0,15	0,33	5	0,0429	4,0891	0,631	0	7,107	0,027	0,019	0,141	0,05729	0	1	1	2
Batavia Bra	3	2,67	4	0,0358	0,28	0,534	6,63	7,289	0,07	0,011	0,078	0,07292	0,1036	1	1	3
Batavia Bra	0,667	1	5	0,0358	0,28	0,534	6,63	7,289	0,07	0,011	0,078	0,07292	0,1036	1	1	3
Batavia Bra	0,15	0,67	5	0,0358	0,28	0,534	6,63	7,289	0,07	0,011	0,078	0,07292	0,1036	1	1	3
Batavia Bra	4	2	5,5	0,0392	2,1628	0,61	7,1	8,27	0,084	0,004	0,063	0,08073	0,1109	1	1	4
Batavia Bra	1	1,67	6	0,0392	2,1628	0,61	7,1	8,27	0,084	0,004	0,063	0,08073	0,1109	1	1	4
Batavia Bra	0,667	2,33	4	0,0392	2,1628	0,61	7,1	8,27	0,084	0,004	0,063	0,08073	0,1109	1	1	4

	Carbone (g/kg)	Azote (g/kg)	C/N fin
Substrat non fertilis	0,061047	0,0008575	71,1913
Substrat non fertilis	0,004111	0,000173241	23,7304
D1 Vache Moy	0,078488	0,0011025	71,1913
D1 Vache Ecart Typ	0,004111	0,000173241	23,7304
D2 Vache Moy	0,090116	0,00245	36,7822
D2 Vache Ecart Typ	0,020555	0,001385929	14,8315
D3 Vache Moy	0,220932	0,0030625	72,1412
D3 Vache Ecart Typ	0,090444	0,000173241	0
D1 Cheval Moy	0,697674	0,0011025	632,811
D1 Cheval Ecart Typ	0,813995	0,000173241	0
D2 Cheval Moy	0,093023	0,0196	4,74608
D2 Cheval Ecart Typ	0,016444	0,034648232	0,47461
D3 Cheval Moy	0,229651	0,0028175	81,5088
D3 Cheval Ecart Typ	0,061666	0,001905653	32,3597