



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Adjeb Mohammed Abdenour

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

Effet de la dose de fertilisants organiques (fumier de vache et fumier de chèvre) sur la croissance des plants de l'aubergine (*Solanum melongena* L.)

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
ROUGHI Tahar	MAA	Président
BENCHETTOUHAhmed	MCA	Examineur
HOUYOU Zohra	Professeur	Encadreur

Promotion Juin 2024

Remerciements

*Je voudrais tout d'abord exprimer toute ma reconnaissance au ma notre encadreur de ce mémoire, **Mme Houyou Zohra** pour sa patience pour son assistance tout au long de ce travail et de m'avoir prodiguer son aide.*

Je tiens également à remercier tous les enseignants de l'université Ammar Thelidji de Laghouat qui m'ont accompagné dans mon parcours d'études universitaires et toute l'équipe de travail de l'université Ammar Thelidji, surtout le département des sciences Agronomique et les ingénieurs des laboratoires pour nous avoir aider tout au long de ce travail.

Je voudrais également remercier les membres du jury pour avoir accepter d'évaluer ce travail et pour toutes leurs remarques et critiques pertinentes.

Je remercie tous mes amis d'avoir terminé ce travail et atteint ces résultats, malgré nos différents sujets, mais nous étions comme une seule équipe.

À tous ceux qui, ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail Merci infiniment.

Dédicaces

*Je dédie ce mémoire à mes chers parents ma maman,
mon père, mes sœurs et mes frères ;*

*Ma profonde gratitude pour tout ce qui ont consenti d'efforts et
de moyens pour me voir réussir dans mes études ;*

A toute la famille ADJEB et a toutes mes amies ;

*Surtout Amis de la résidence universitaire : Houssame,
Belkacem& Islam*

Au final, je voudrais me remercier pour tout.

Sommaire

الملخص	I
Résumé.....	II
Abstract.....	III
Liste des figures.....	IV
Liste des tableaux.....	V
Liste des abréviations.....	VI
Introduction.....	1
Chapitre 1 :Synthèse bibliographique	
1-L'aubergine Origine et historique.....	4
2- La famille des solanacées.....	5
3 - Classification de l'aubergine	6
3-1- Classification botanique.....	6
3-2 Classification génétique	6
4-Description botaniques de la famille	6
4-1 Les feuilles.....	7
4-2 Les fleurs	7
4-3 Le fruit	7
4-4 Le système racinaire.....	7
4-5 Les graines.....	7
5-Les différentes variétés.....	7
6-Les exigences édapho-climatiques.....	8
7-Opérations culturales de l'aubergine.....	9
8-Importance économique.....	10
8-1- La production dans le monde.....	10
8-2La production en Algérie	10
9-Importance nutritionnelle et médicinale de l'aubergine.....	11
Propriétés pharmacologiques	11
10-Les maladies et les ravageurs.....	12

Chapitre 2:Matériel et méthodes

I.Objectifs et description de l'expérimentation.....	14
I.1. Rappel des objectifs.....	14
I.2.Lieu de l'expérience.....	14
I.3.Conditions expérimentales	14
I.4.Le Substrat (terre).....	14
I.5.Les fumures organiques utilisées.....	15
I.6.Les Conteneurs.....	15
I.7.Le Matériel végétal.....	15
I.8.Préparation du substrat terre.....	15
I.9.Doses d'amendement utilisées.....	16
1.9.1.Description des différentes doses de fertilisation.....	16
I.10.Dispositif expérimental.....	16
II.Conduite de l'expérience et notations des mesures.....	17
II.3.L'arrosage ou irrigation.....	17
II.4.Les Paramètres mesurés sur les plants.....	17
II.4.1.Mesure des paramètres de croissance des plants.....	18
II.4.1.1.Hauteur des tiges des plants(cm).....	18
II.4.1.2.Longueur des racines des plants(cm).....	18
II.4.1.3.Vitesse de croissance des tiges et des racines des plants.....	18
II.4.1.4.Indice de vigueur des plants.....	18
II.4.1.5.Taux relatif moyen de développement des plants(TRMD).....	18
II.4.2.Mesure des paramètres biochimiques et physiologiques des plants.....	18
II.4.2. 1.Dosage des sucres totaux (mg/gMF).....	19
II.4.2. 2.Dosage de la chlorophylle(mg/gMF).....	19
II.4.2. 3.Dosage de la proline(mmol/gMF).....	19
II.5.Analyse physico-chimique des échantillons de terre et des fumiers utilisés.....	20
III.Analyses statistiques des données.....	21
 Chapitre 3: Résultats Et Discussion	
I.RESULTATS.....	23
I.Terre et fumier utilisés.....	23
I-1-Paramètres physico-chimiques du substrat sol et des fumiers.....	23
II.Paramètres de croissance et de développement des plants.....	24
II-1Hauteurs des tiges des plants.....	

	24
II-2 Hauteurs des racines.....	26
II-3 Indice de vigueur des plants.....	27
II-4 Vitesse de croissance des plants.....	27
II-4-1 Vitesse de croissance des tiges des plants.....	27
II-4-2 Vitesse de croissance des racines.....	28
II-5 Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants.....	29
III-Paramètres biochimiques et physiologiques.....	31
III-1 Sucre totaux.....	31
III-2 Chlorophylle.....	32
III-3 Proline accumulée.....	33
IV-Analyses en composante principale.....	34
II-Discussion.....	36
I-1-Paramètre physico-chimiques.....	37
I-2-Rapport C/N.....	37
II-Paramètre de croissance et de développement des plants.....	37
III-Paramètre biochimiques et physiologiques des plants d'aubergine.....	38
Conclusion	40
Perspectives	41

المخلص:

تظهر الزراعة العضوية كنموذج جديد للزراعة بهدف تقليل المخاطر الغذائية المرتبطة بالجزيئات ذات الأصل الصناعي المستخدمة في إنتاج الخضروات. تم إجراء هذا العمل بهذه الرؤية على نبات الباذنجان

(*Solanum melongena* L.) بهدف تحديد تأثير جرعة الأسمدة العضوية على نمو النباتات. في البيوت البلاستيكية التابعة لقسم العلوم الزراعية بجامعة عمار ثلجي الأغواط، تمت زراعة نباتات الباذنجان من صنف "بلاك بيوتي" لمدة 63 يومًا، مع إضافة نوعين من السماد (البقر والماعز) بأربع جرعات مختلفة (10%، 12.5%، و15%). تم إجراء تحليلات فيزيائية وكيميائية (pH، $CaCO_3$ ، N_{tot} ، Na، C_E ، C_{org}) على الركيزة والأسمدة. خلال فترة 63 يومًا، قمنا بإجراء قياسات بيومترية على النباتات المزروعة (ارتفاع السيقان، طول الجذور، معدل النمو، ومعدل التطور النسبي المتوسط). في نهاية الاختبار، قمنا بقياس محتويات الأوراق الطازجة للنباتات من (السكريات الكلية، البرولين، والكلوروفيل الكلي). أظهرت النتائج أن سماد البقر أغنى بالعناصر المعدنية حيث يحتوي على k (1.11 غ/كغ) Na، Na 0.22 غ/كغ، وكذلك النيتروجين الكلي (0.39 غ/كغ) والكربون العضوي (39.5 غ/كغ). كانت القياسات البيومترية للنباتات، ارتفاع السيقان وطول الجذور على التوالي (4.66 سم)، (5.55 سم) لدى الجرعة الأولى من سماد البقر و (4.2 سم)، (6.16 سم) لدى الجرعة الثانية من سماد الماعز. كان معدل نمو السيقان أفضل عند الجرعة الأولى من سماد الماعز (0.11 سم/يوم). كانت محتويات البرولين بين (0.54 و 4.89 ملغ/غ المادة الطازجة)، والسكريات الكلية بين (16.02 و 23.15 ملغ/غ المادة الطازجة)، والكلوروفيل الكلي بين (7.74 و 14.56 ملغ/غ المادة الطازجة). أظهرت ANOVA التي تم إجراؤها على المعايير الفسيولوجية المقاسة على النباتات اختلافات غير معنوية. كشفت هذه التجربة أن جرعة سماد الماعز (12.5% D2F2 C) هي الأفضل بالنسبة للقوة، التطور، والنمو لنباتات الباذنجان.

الكلمات الدالة: الباذنجان (*Solanum melongena* L.)، بلاك بيوتي، روث سماد عضوي، جرعة من السماد الطبيعي، معدلات النمو، مؤشر النشاط، الكلوروفيل الكلي، السكر الكلي، البرولين

Résumé

L'agriculture biologique apparaît comme un prototype 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 L'aubergine (*Solanum melongena* L.), en vue de déterminer l'effet de la dose de fertilisants organique sur la croissance des plants. Au niveau de la serre expérimentale du département des sciences agronomiques de l'Université Amar Thelidji Laghouat les plants de variété d'aubergine (black beauty), ont été cultivés pendant 63 jours, en apportant deux types de fumiers (vache et chèvre) avec quatre doses respectivement (10% ; 12,5% et 15%). Des analyses physico-chimiques (pH, CaCO₃, Ntot, Na, K, CE et Corg) ont été effectuées sur le substrat et sur les fumiers. Durant les 63 jours nous avons effectué des mesures biométriques sur les plants cultivés (hauteur des tiges, longueur des racines, vitesses de croissance et taux relatif moyen de développement), à 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 K (1,11 g/kg), Na (0,22 mg/kg) et aussi en azote totale (0,39 g/kg) et en carbone organique (39,5 g/kg). Les mesures biométriques des plants , la hauteur des tiges des plants ainsi que celle des racines étaient respectivement (4,66 cm), (5,55cm) chez la dose 1 fumier de vache et (4,2 cm), (6,16 cm) chez la dose2 fumier de chèvre.

La vitesse de croissance des tiges était meilleure chez dose 1 fumier de chèvre (0.11cm/jour). . Les teneurs, en proline sont entre (0,54 et 4,89 mmol/ g MF), en sucre totaux entre (16,02 et 23,15 mg/g MF) et en chlorophylle totale (7,74 et 14,56 mg/g MF).

L'ANOVA effectuée sur les paramètres physiologiques mesurés sur les plants ont révélé des différences non significatives. Cette expérience a révélé que la dose du fumier de chèvre D2F2 C (12,5%) est la meilleure pour la vigueur, le développement et la croissance des plants d'aubergine

Mots clé : Aubergine (*Solanum melongena* L.), fertilisant organique, vitesse de croissance, indice de vigueur, chlorophylle totale, sucres totaux, proline.

Abstract:

Organic farming emerges as a prototype of a new agriculture, aimed at reducing food risks associated with industrial-origin molecules used in vegetable production. This study was conducted with this objective on eggplant (*Solanum melongena* L.) to determine the effect of organic fertilizer dosage on plant growth. In the experimental greenhouse of the Agronomic Sciences Department at Amar Thelidji Laghouat University, eggplant plants of the Black Beauty variety were cultivated for 63 days. Two types of manure (cow and goat) were applied at four doses respectively (10%, 12.5%, and 15%). Physico-chemical analyses (pH, CaCO₃, N_{tot}, Na, K, EC, and C_{org}) were performed on the substrate and the manure. During the 63 days, biometric measurements were taken on the cultivated plants (stem height, root length, growth rate, and average relative development rate). At the end of the test, the contents of (total sugars, proline, and total chlorophyll) were measured in the fresh leaves of the plants. The results showed that cow manure is richer in mineral elements with K (1.11 g/kg), Na (0.22 mg/kg), total nitrogen (0.39 g/kg), and organic carbon (39.5 g/kg). The biometric measurements of the plants, the stem height, and the root length were respectively (4.66 cm), (5.55 cm) for dose 1 cow manure and (4.2 cm), (6.16 cm) for dose 2 goat manure. The growth rate of the stems was better with dose 1 goat manure (0.11 cm/day). Proline contents ranged between (0.54 and 4.89 mmol/g MF), total sugars between (16.02 and 23.15 mg/g MF), and total chlorophyll (7.74 and 14.56 mg/g MF). ANOVA performed on the physiological parameters measured on the plants revealed no significant differences. This experiment showed that the dose of goat manure D2F2 C (12.5%) is the best for the vigor, development, and growth of eggplant plants.

Keywords: Eggplant (*Solanum melongena* L.), organic fertilizer, growth rate, vigor index, total chlorophyll, total sugars, proline.

Liste des figures

Numéro	Titre	Page
N°1	Représentation des principales parties d'aubergine (Mcgregor, 1976)	6
N°2	Représentation des conteneurs et du dispositif expérimentale	15
N°3	Aspect de la variété utilisée	16
N°4	Variations de la température moyenne journalière au cours de l'essai	17
N°5	La hauteur des tiges à semaine 4	24
N°6	La hauteur des tiges à semaine 5	24
N°7	La hauteur des tiges à semaine 6	24
N°8	La hauteur des tiges à semaine 7	24
N°9	La hauteur des tiges à semaine 8	24
N°10	La hauteur des tiges à semaine 9	24
N°11	La cinétique de la hauteur des tiges	24
N°12	Hauteur des racines	25
N°13	Indice de vigueur pour les deux variétés.	26
N°14	Vitesse de croissance de tige pour les deux	27
N°15	Vitesse de croissance des racines	28
N°16	Taux de matière fraîche	29
N°17	Taux de matière sèche	30
N°18	Taux d'H ₂ O	31
N°19	Taux relatif moyen de développement (TRMD 4) des plants	33
N°20	Taux relatif moyen de développement (TRMD 5) des plants	33
N°21	Taux relatif moyen de développement (TRMD 6) des plants	33
N°22	Taux relatif moyen de développement (TRMD 7) des plants	33
N°23	Taux relatif moyen de développement (TRMD 8) des plants	33
N°24	Sucres totaux (mg/g MF).	34
N°25	Chlorophylle (mg/g MF).	35
N°26	Proline accumulée dans feuilles fraîches des plants	36
N°27	ACP des paramètres mesurés sur les plants	37

Liste des tableaux

Numéro	Titre	Page
Tableau N ° 1	Les variétés d'aubergine et leurs principales caractéristiques (Sanogo, 2006)	7
Tableau N ° 2	Les recommandations des apports des éléments majeurs en plein	8
Tableau N ° 3	Les apports en sol sous abri	8
Tableau N ° 4	Production mondiale de l'aubergine (FAOSTAT 2015)	10
Tableau N ° 5	Maladies et ravageurs de l'aubergine (Hortipratic ctifl, 2003)	12
Tableau N ° 6	Caractéristiques physico-chimiques de l'eau utilisée pour l'irrigation	17
Tableau N ° 7	Paramètres physico-chimiques.	38

Liste des sigles et abréviations

D0	Témoin.
D1	Dose 1.
D2	Dose 2.
D3	Dose 3.
F1V	Fumier de vache.
F2C	Fumier de chèvre.
VC	Vitesse de croissance.
TRMD	Taux relatif moyenne de développement.
pH	Potentiel Hydrogène.
CE	Conductivité Electrique.
K	Phosphore.
C_{organique}	Carbone organique.
Na	Azote.
Cm	centimètre.
%	Pourcent
MO	Matière organique.
Qx	quintaux.
Pr	Probabilité de risque.
mg/gMF	Milli-gramme par gramme de Matière fraîche.
mmol/gMF	Milli-mole par gramme de Matière fraîche.
°C	Degrés Celsius.
Mm	Millimètre.
Do	densitéoptique.
H	Heur.
FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
MF	Matière fraîche.
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database

Introduction

Introduction

L'aubergine (*Solanum melongena* L.). Elle est l'une des cultures légumières les plus populaires au monde (FAO, 2014). Cette plante est originaire de l'Asie du sud où son nom indien brinjala a été progressivement altéré d'une langue latine à l'autre : Berngela (portugais), barengena (espagnole), merinjano (provençal), melanzana (italien), alberginya (catalan), aubergine (français) et baadjan (arabe) (**Messianet al., 2009**)

L'aubergine est une espèce non tubéreuse d'importance agronomique économique de la famille des solanacées. Elle est cultivée depuis des siècles en Asie, en Afrique, en Europe et dans le Proche-Orient (**Bohs et Weese, 2010**). Chaque année environ 50 millions de tonnes d'aubergines cultivées sont produites sur plus de 1800000 ha dans le monde (**FAOSTAT, 2014**). La production d'aubergines en Algérie atteignant de (100000 tonnes) en 2011-2012, distribuée dans plusieurs wilayas, dont Laghouat, Tipaza et Mostaganem. La culture sous abri, couvrant 188 hectares et produisant (9000 tonnes), est concentrée à 70% à Biskra (**Agroligne, 2014**). L'aubergine est bien connue pour ses propriétés médicinales et a également été recommandée comme un excellent remède pour les troubles hépatiques et les maladies diabétiques patients (**Sabluet al., 2014**). Ses fruits ont une faible teneur en calories et contiennent de fortes concentrations d'acides phénoliques, bénéfiques pour la santé humaine (**Mennella et al., 2012**). Néanmoins, nombreuses études ont apporté que cette plante est modérément sensible à la salinité (**Ünlükara et al., 2010**).

L'utilisation inappropriée d'engrais minéraux pour la culture maraîchère entraîne des apports déséquilibrés et, à long terme, une accumulation de certains métaux lourds dans les sols agricoles (**Kiba, 2012**). En effet, de nombreuses recherches ont révélé les effets négatifs à long terme de ces engrais sur la fertilité des sols, notamment leur impact acidifiant, ainsi que les risques de toxicité pour les fruits cultivés dans de telles conditions (**Sedogo, 1993 ; Bado et al., 1997 ; Bonzi, 2002**). Pour répondre à cette problématique, il est nécessaire d'adopter des systèmes de cultures maraîchères plus durables et productifs. La gestion intégrée de la fertilité des sols apparaît comme une solution viable pour contrer la diminution de la fertilité des sols. (**Bationo et al. 2012**), cette approche permet de maintenir la durabilité des systèmes de production et d'assurer une meilleure compétitivité des produits. Cela peut être réalisé par l'utilisation de fertilisants organiques. En effet, de nombreuses études ont démontré

les effets bénéfiques de la matière organique sur les propriétés physico-chimiques et biologiques des sols, et par conséquent sur les rendements des cultures maraîchères **(Kitabala et al., 2016)**.

Cette étude s'inscrit dans cette perspective en explorant l'utilisation d'engrais organiques d'origine animale, tels que le fumier de vache et le fumier de chèvre, pour influencer la production de plants maraîchers. Pour tester cette hypothèse, nous avons réalisé une expérience en appliquant trois doses différentes (50, 62,5 et 75 g/kg) de ces deux types des fumiers (vache et chèvre) sur des plants d'aubergine de la variété Black Beauty. L'objectif est de déterminer quel type de fumier et quelle dose permettent d'obtenir des plants d'aubergine vigoureux. Ce mémoire est structuré en trois chapitres : le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur la culture de l'aubergine ; le deuxième chapitre décrit le matériel et les méthodes utilisés pour atteindre notre objectif ; et le troisième chapitre présente les résultats et la discussion. Le mémoire est terminé par une conclusion et des perspectives.

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

Chapitre 1

1- L'aubergine Origine et historique

L'aubergine (*Solanum melongena* L) est une plante d'une grande importance dans de nombreux pays, notamment au Japon, en Asie, au Moyen-Orient, dans le Proche-Orient, en Méditerranée et en Afrique. (Hirakawa et al., 2014)

L'aubergine (*Solanum melongena* L) est une espèce végétale de grande importance au Japon, ainsi que dans plusieurs pays d'Asie, du Moyen-Orient, du Proche-Orient, de la Méditerranée et d'Afrique (Hirakawa et al., 2014). Originaire d'Extrême-Orient, ce légume-fruit est devenu emblématique de la cuisine méditerranéenne après un long parcours. La plante sauvage dont il est issu poussait initialement au Moyen-Orient et en Afrique de l'Est avant d'être transportée en Asie du Sud-est, où elle a été domestiquée il y a environ 3 000 à 4 000 ans. Ensuite, des cultivateurs en Inde, en Birmanie et dans le sud de la Chine ont sélectionné les variétés pour augmenter la taille de ses fruits (Tourte, 2005).

Aujourd'hui, la production mondiale d'aubergines est principalement dominée par l'Italie et l'Espagne, qui ensemble produisent plus de 75% du total. En France, les importations d'aubergines ont augmenté de 50% depuis le début des années 1990 (Daniel, 2002). En outre, d'autres espèces d'aubergines sont également cultivées en Amérique du Sud (*Aethiopicum*) et en Asie (*Macrocarpon*) (Submitted, 2012).

En Afrique du Nord, l'aubergine a voyagé de Ghadamès (situé en Libye, à la frontière sud de la Tunisie), d'Ouargla (Algérie) et de Sidjil massa (Maroc), pour atteindre le Soudan au Moyen Âge en traversant le Sahara, ce qui a conduit à son expansion actuelle dans la région (Tourte, 2005). Adaptée aux régions chaudes, en Algérie, les zones potentielles de production incluent le littoral (Alger, Tipaza, Boumerdes, Mostaganem), le sub-littoral (Blida), les plaines intérieures (Laghouat, M'sila, Mascara) et le sud (Ghardaïa) (Itcmi, 2022).

2- La famille des solanacées

La famille des solanacées est l'une des plus importantes du monde végétal, comptant environ 2300 espèces. Ces plantes sont utilisées par l'homme de multiples façons : à des fins alimentaires, condimentaires, médicinales, pharmaceutiques, narcotiques, magiques et ornementales (Marchoux et al., 2008)

3 - Classification de l'aubergine

3-1- Classification botanique

- La classification de (**Cronquist 1988**), nous avons la systématique suivante

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Embranchement : Magnoliophyt

Classe : Magnoliopsida

Sous-classe : Asteridae

Ordre : Solanales

Famille : Solanaceae

Genre : Solanum

Espèce : *Solanum melongena L.*



3-2 Classification génétique :

L'aubergine, (*Solanum melongena L.*) est une espèce autogame, à tendance allogame du fait d'une pollinisation entomophile. Elle est une plante en C3 (**Sarker et al., 2011**), diploïde à 12 chromosomes ($2n = 24$) (**Caruso et al., 2017**). Elle appartient au genre (*Solanum*), qui comprend le plus grand nombre d'espèces de la famille des Solanacées. Il existe de nombreuses espèces sauvages ou cultivées apparentées qui se croisent plus ou moins aisément avec (*S.melongena.a*).

4-Description botaniques de la famille :

L'aubergine, *Solanum melongena L.*, est une plante de la famille des solanacées (*Solanaceae*). Naturellement bisannuelle, elle est principalement cultivée comme une annuelle (**Jeshajahu, 2018**). Cette plante peut aussi se présenter comme un petit arbrisseau pérenne avec une durée de vie courte. Elle atteint généralement une hauteur de 1 à 1,50 m, possède une longue racine pivotante, et ses tiges ainsi que ses rameaux sont couverts de poils étoilés avec 8 à 10 bras (**J. Bosser, 2000**)

4-1 Les feuilles :

Les feuilles sont grandes et simples, avec une disposition alternée le long des tiges. Elles sont lobées, avec un pétiole mesurant de 6 à 10 cm de long. Le limbe des feuilles est ovale à oblong, avec un sommet aigu à obtus, et une base tronquée, obtuse ou oblique, mesurant 5 à 20 cm de long sur 4 à 15 cm de large. La face inférieure des feuilles est densément pubescente, recouverte d'un indument de poils étoilés de couleur grisâtre ou gris violacé (**Chen et al., 2000; Grubben et al., 2004**).

4-2 Les fleurs :

Les fleurs de l'aubergine sont grandes, de couleur violette ou blanche, et souvent solitaires (**Chen et al, 2000**)(**Grubben et al, 2004**). Elles sont pédonculées, opposées aux feuilles, et présentent souvent plusieurs parties additionnelles. Le pédoncule mesure environ un pouce de long, et est pulvérulent et épineux. Le calice, en forme de cloche, est également pulvérulent et épineux, avec six à huit divisions linéaires et aiguës. La corolle est rotacée, légèrement plissée, avec des divisions presque triangulaires et aiguës, en nombre égal à celui des divisions du calice. Les étamines sont au nombre de six à huit chez les individus cultivés (**Richard, 1823**)

4-3 Le fruit :

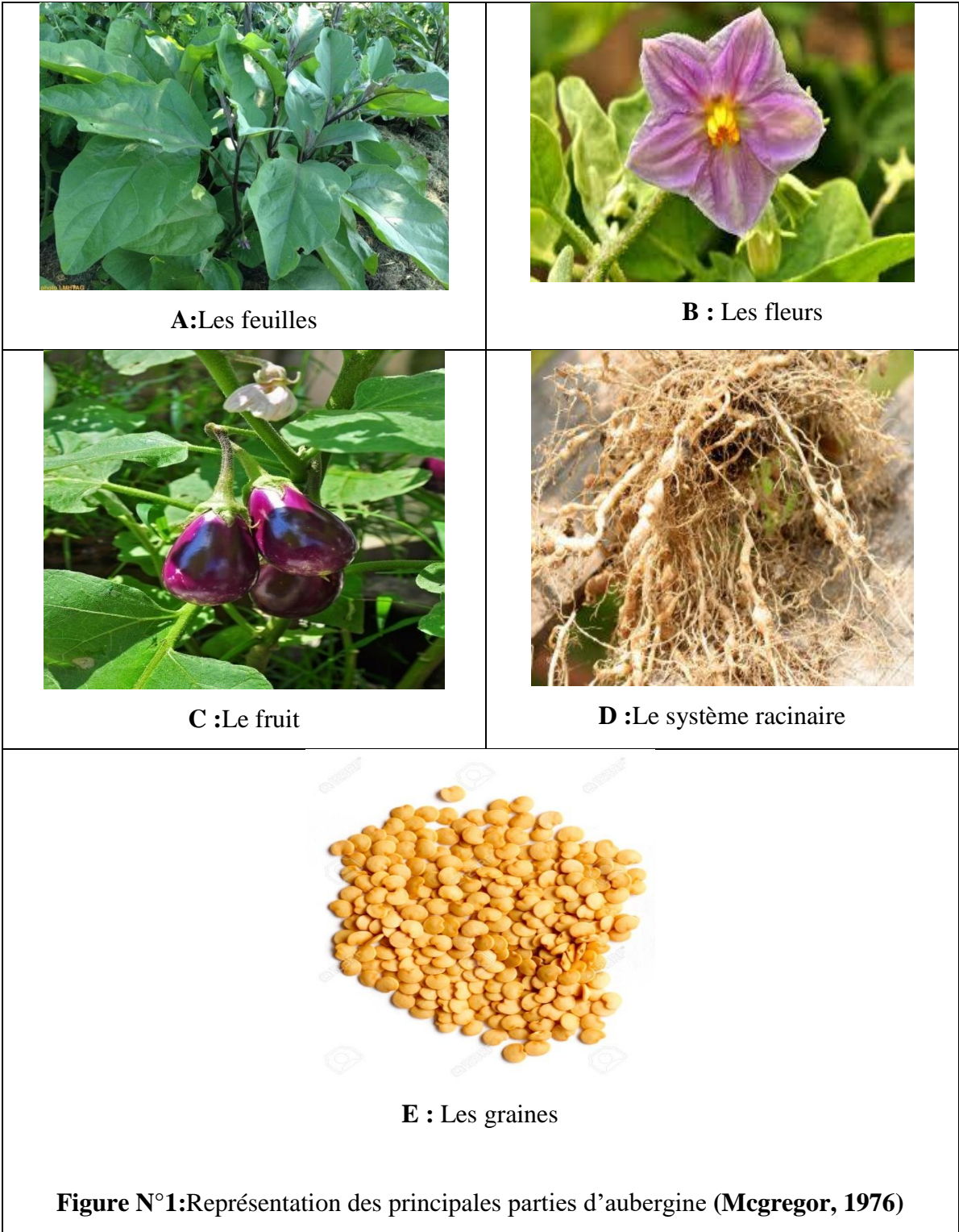
Est un pendentif est une baie charnue dont la forme peut varier. Il peut être subglobuleux, ovoïde, oblong, obvoïde, long et cylindrique, allongé ou piriforme. Ses dimensions varient entre 2 et 35 cm de longueur (parfois plus) et entre 2 et 20 cm de largeur (**Chen et al, 2000**).

4-4 Le système racinaire :

Le système racinaire est pivotant en semis direct ou fasciculé avec quelques racines adventives dans le cas de repiquage. Il reste relativement peu profond (50 cm) mais est suffisamment puissant pour explorer un large volume de terre (Patricia Errard, 2003). Les solanacées cultivées montrent une grande diversité non seulement au niveau des espèces, mais aussi en ce qui concerne leurs origines géographiques, leurs modes de production, les organes utiles et les modes de consommation(**Marchoux et al, 2008**).

4-5 Les graines :

Sont petites, marron jaunâtre, lisses et réniformes légèrement plus grosses que de la tomate .la germination est parfois irrégulière dans les 6 à12 mois qui suivent leur récolte, cette dormance est facilement levée par séjour au froid sec de 4°C à 6°C. (**Chaux et Foury, (1994) et Erard ,2003**)



5-Les différentes variétés de *solanum melongena L* :

L'aubergine est une espèce caractérisée par une grande variabilité dans ses traits morphologiques, tels que la couleur et la forme des fruits, l'habitat de croissance, et la vigueur des plants. Elle présente également divers attributs physiologiques, comme la précocité de la floraison, l'absorption de l'eau et la transpiration (Chen, 2000). Les variétés d'aubergines à pelure pourpre foncé sont plus consommées que les variétés à pelure claire (Beecher, 2006). Les variétés sont assez nombreuses et diffèrent suivant la forme, la couleur des fruits et le cycle.

TableauN°1: Les variétés d'aubergine et leurs principales caractéristiques (Sanogo, 2006) :

Variétés	Précocité (jours)	Fruit		
		Forme	Couleur	Taille/poids
Barbentane	70-75	Long	Violet foncé	D :7-8cm L:22-25cm
Black Beautly	80-85	Globuleux	Violet foncé	L : 15cm200-500g
F1 Adama	70	Allongé cylindrique	Violet foncé	D : 6cmL:20cm
F1 bonica	75-80	Ovale	Violet foncé	300-400g
F1 Kalenda	60-80	Allongé,forme demassue	Violet foncé brillant	D :7-9cm L20-22cm250-350g

5-Les exigences édapho-climatiques

• La température:

L'aubergine, de nature thermophile, est bien adaptée aux conditions tropicales et aux régions tempérées avec des étés chauds. Cette plante pousse d'autant mieux que la température est élevée.

Elle est plus sensible aux basses températures que la tomate et le piment, notamment lors de la plantation. Les températures optimales se situent entre 22°C et 26°C durant la journée, et entre 16°C et 20°C durant la nuit. Le développement végétatif devient médiocre en dessous de 15°C et se bloque autour de 10-12°C.

Lorsque les températures dépassent 35°C, la croissance végétative et le rythme de formation des feuilles ralentissent, et la floraison est retardée (Erard, 2003).

Les températures les plus favorables pour l'anthèse et la pollinisation sont entre 25°C et 30°C. En dessous de 20°C, la reproduction et la fertilité du pollen sont réduites. Les températures du sol sont également cruciales, une plage de 18°C à 20°C

étant nécessaire pour une bonne implantation de la culture. Pour la germination, les températures optimales se situent entre 25°C et 30°C (**Chaux et Foury, 1994**).

- **Humidité:**

L'aubergine nécessite théoriquement moins d'humidité ambiante que le piment, mais davantage que la tomate. L'humidité relative optimale pour sa croissance se situe entre 50% et 65% (**Erard, 2003**)

- **Luminosité:**

Cette espèce nécessite une bonne luminosité pour assurer son développement végétatif, ainsi que pour la floraison et la nouaison (**Erard, 2003**).

- **Le sol :**

L'aubergine est la plante la moins exigeante en termes de type de sol, préférant toutefois les sols sablo-argileux ou limono-argileux, légers et riches en éléments minéraux. Les sols trop humides ne lui conviennent pas, car ils peuvent rapidement provoquer des symptômes d'asphyxie, particulièrement chez les jeunes plants.

Le pH du sol doit être proche de la neutralité, entre 5,5 et 6,8. Dans un sol trop acide, la végétation devient moins vigoureuse et les chutes de fleurs sont plus fréquentes (**Erard, 2003**). L'optimum de salinité est similaire à celui de la tomate, se situant entre 0,5 et 0,6 ms.

L'azote, le phosphore et le potassium sont les nutriments principaux, ou éléments majeurs, nécessaires à la croissance des plantes (**Cooke, 1972**). Il est indéniable que durant la croissance de la plante, un déficit ou une insuffisance de ces nutriments a un effet négatif sur la reproduction, la croissance et le rendement de la plante (**Vine, 1953 ; Solubo, 1972**). L'utilisation adéquate d'engrais est donc un facteur clé pour améliorer la culture de l'aubergine (**Souza et al., 2017**). L'application d'engrais minéraux est cruciale pour sa croissance et son développement, influençant ainsi sa productivité (**El-Nemr et al., 2012**). La fertilisation est l'une des mesures les plus importantes pour augmenter le rendement de l'aubergine (**Kostadinov et Kostadinova, 2014**).

Selon **Agbo et al., (2012)** et **Ullah et al., (2008)**, la diminution du rendement de l'aubergine est principalement due à un apport inadéquat et intempestif de nutriments, nécessaire pour compenser ceux perdus lors de la récolte continue des fruits. (**Huth et Pellmyr, 1977**) soulignent que l'état nutritionnel du sol et le déroulement de l'application d'engrais sont parmi les facteurs influençant le rendement en fruits de l'aubergine. Des études sur la culture de l'aubergine montrent qu'elle répond

favorablement à l'application d'engrais azoté, phosphaté et potassique (**Oloniruha, 2011 ; Sharma et Brar, 2008**). La réponse de l'aubergine aux nutriments varie de 75 à 300 kg d'azote, de 30 à 224 kg de phosphore et d'au moins 80 kg de potassium par hectare (**Sharma et Brar, 2008**).

Selon **Idio et Adinya (2017)**, dans une étude sur l'aubergine soumise à différentes doses de NPK, le rendement était meilleur dans les parcelles fertilisées comparées aux parcelles témoins. L'étude indique également que l'application de l'engrais NPK a un effet significatif sur le rendement en fruits de l'aubergine entre 10 et 13 jours après la transplantation. De nombreux chercheurs ont également observé qu'une augmentation de la quantité d'engrais NPK entraînait une croissance végétative accrue, ainsi qu'une amélioration du rendement et de la qualité des fruits de l'aubergine (**Meniutiu, 2006 ; Balliu et al., 2007**). Pour produire une tonne de fruits frais, cette culture nécessite de 3 à 3,5 kg d'azote, de 0,2 à 0,3 kg de P₂O₅ et de 2,5 à 3,5 kg de potassium (**Hegde, 1997**)

- **Les exigences nutritionnelles:**

L'aubergine est classée parmi les espèces ayant de fortes exigences en éléments fertilisants (Chaux, 1994).

Tableau N°2: Les recommandations des apports des éléments majeurs en plein champ : en (Kg /ha),pour un rendement escompté : 30 à 40 t /ha (Erard, 2003)

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Fumie rminérale totale	150 180	100 150	180 250	40 80
Endé but de la culture	1/3	1/2 ou 1	½	1
Apartir de nouaison des Premiers fruits	2/3	1/2 ou 0	½	1

Tableau N°3 : Les apports en sol sous abri : en (Kg/ha),pour un rendement escompté 80 t/ha : nous devons apporter : (Erard, 2003)

N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
1	0,5	1,5	0,3-0,4

6-Opérations culturales de l'aubergine

Le cycle de production de l'aubergine dure environ 120 jours (**Chen et al., 2002**). La production commence généralement par la mise en place d'une pépinière, bien que certains agriculteurs préfèrent le semis direct (**Aguiar et al., 1998**). La pépinière peut être réalisée sur une plate-bande ou dans des caissettes alvéolées.

L'utilisation de caissettes est recommandée car elles permettent de transplanter les plants sans perturber leur système racinaire. Pour que les graines germent, une température de 24 à 29°C est nécessaire (**Chen et al., 2002**). À cette température, les plantules devraient émerger en 6 à 8 jours. La transplantation des plants se fait après environ un mois et demi, lorsque les plants ont développé 4 à 5 vraies feuilles et sont prêts à être transplantés sur le terrain.

La préparation du terrain comprend des opérations comme le labourage, le hersage, et l'apport d'amendements si nécessaire. L'aubergine étant une plante exigeante en éléments nutritifs (**Hegde, 1997**), une application d'engrais minéral ou de matière organique peut favoriser sa croissance et son rendement. Avant la transplantation, il est important de durcir les plants pendant six à neuf jours pour réduire le choc de transplantation et les habituer à une exposition solaire plus forte. Les plantules doivent être arrosées soigneusement 12 à 14 heures avant d'être repiquées au champ. La transplantation doit être effectuée en fin d'après-midi ou par temps nuageux pour minimiser le choc. Les plants doivent être transplantés en creusant un trou suffisamment profond pour que la première vraie feuille soit juste au-dessus de la surface du sol, puis le sol doit être fermement tassé autour des racines. Les sillons doivent être irrigués immédiatement après le repiquage (**Chen et al., 2002**).

L'aubergine est susceptible à de nombreuses maladies et ravageurs. Il est donc crucial de prendre des mesures préventives et d'appliquer des pesticides si nécessaire pour contrôler les attaques.

7-Importance économique :











7-1- La production dans le monde

L'aubergine occupe une place économique significative dans les régions tropicales et tempérées. Les principaux producteurs mondiaux d'aubergine sont la Chine et l'Inde (**FAO 2010**).

La Chine représente 58,55% de la production mondiale totale, avec plus de (24501936 tonnes) produites, tandis que l'Inde, deuxième producteur mondial avec 25,24% de la production, produit (10563000 tonnes). L'Égypte suit avec 2,94% de la production mondiale (1229790 tonnes), puis l'Iran avec 2,12% (888500 tonnes), et la Turquie avec 2,03% (849 998 tonnes). L'Indonésie produit 1,15% de la production mondiale (482 305 tonnes), l'Iraq 0,93% (387435 tonnes), le Japon 0,79% (330100

tonnes), l'Italie 0,72% (302551 tonnes), et les Philippines 0,50% (208 252 tonnes). Plus de 4 000000 acres (1600000 hectares) sont consacrés à la culture de l'aubergine dans le monde.

Tableau N°4: Production mondiale de l'aubergine (FAOSTAT 2015)

Production en tonnes 2012-2013 Données de FAOSTAT (FAO)				
 Chine	27698600	58%	28433500	58%
 Inde	12634000	26%	13444000	27%
 Iran	1300000	3%	1345185	3%
 Égypte	1193854	3%	1194115	2%
 Turquie	799 285	2%	826 941	2%
 Indonésie	518 827	1%	509 380	1%
 Irak	422 336	1%	510 918	1%
 Japon	327 400	1%	321 200	1%
 Espagne	245 900	1%	206 300	0%
Autres pays	2581638	5%	2617673	5%
 Monde	47721840	100%	49418212	100%

En 2018 la production mondiale avait monté à 54 Mt, les trois premiers pays producteurs étant la Chine 34,1 Mt, l'Inde 12,8 Mt loin devant l'Égypte 1,4 Mt.

7-2 La production en Algérie

La production d'aubergines a plus que doublé depuis 2000, atteignant près de (100000 tonnes) en 2011-2012. Cette production est particulièrement notable à Laghouat (16000 tonnes en 2012), Mostaganem (14000 tonnes), Tipaza (7900 tonnes) et Alger (9300 tonnes). La culture sous abri, couvrant 188 hectares et produisant (9000 tonnes), est concentrée à 70% à Biskra (**Agroligne, 2014**)

8-Importance nutritionnelle et médicinale de l'aubergine

L'aubergine, en plus de son importance nutritionnelle et agricole, présente des avantages thérapeutiques significatifs. Diverses recherches ont montré que les extraits d'aubergine possèdent des effets curatifs remarquables sur divers troubles tels que les brûlures, les verrues, les infections inflammatoires, la gastrite, la stomatite et l'arthrite (**Im et al., 2016**). Les aubergines produisent une variété de métabolites secondaires et d'autres composés tels que les glyco-alcaloïdes, les antioxydants et les vitamines, qui jouent un rôle crucial dans le maintien d'une bonne santé. Par exemple, un composé

phénolique important, l'acide chlorogénique (acide 5-O-caféoyl-quinique; CGA), est présent dans la peau des fruits d'aubergine (**Prohens et al., 2013**). Les aubergines sont également une riche source de composés anthocyanes, qui non seulement confèrent leur couleur caractéristique mais ont également des effets bénéfiques contre le diabète (Casati et al., 2016). Les aubergines sont riches en nutriments essentiels, y compris des minéraux, des vitamines, des fibres, des protéines, des antioxydants et divers phytochimiques qui favorisent la récupération et le maintien de la santé (**Noda et al., 2000; Whitaker et Stommel, 2003**).

- **Hypocholestérolémiante** : Traditionnellement utilisée pour abaisser le taux de cholestérol dans le sang, l'aubergine contient des phytostérols qui limitent l'absorption du cholestérol alimentaire, ainsi que des fibres solubles comme la pectine, qui piègent une partie des graisses du repas. La consommation régulière d'aubergine est donc recommandée pour prévenir les maladies cardiovasculaires.

- **Antidiabète** : Les fibres et les polyphénols présents dans l'aubergine réduisent l'index glycémique des repas en inhibant partiellement une enzyme digestive, ce qui contribue à abaisser la glycémie sanguine. De plus, l'effet antioxydant de l'aubergine aide à limiter le stress oxydatif, qui est un facteur aggravant du diabète de type 2.

- **Prévention du cancer** : Les polyphénols antioxydants contenus dans l'aubergine jouent un rôle protecteur contre certains cancers. Ils sont réputés pour bloquer la prolifération des cellules cancéreuses dans plusieurs organes tels que le foie, le colon et les poumons. Ces bénéfices sont observés principalement dans le cadre d'une alimentation équilibrée et variée

- **Propriétés pharmacologiques :**

Des études ont démontré que les extraits d'aubergine inhibent le développement des tumeurs dans le sang et préviennent l'inflammation pouvant mener à l'athérosclérose (**Nisha, 2009**). "La nasunine" une anthocyanine extraite des peaux des aubergines violettes (**Todaro, 2009**), est un composé phénolique qui joue un rôle dans l'inhibition de la formation des radicaux hydroxyles et la capture des radicaux super oxydes. Elle est efficace in vitro contre la peroxydation lipidique (**Noda, 2000**). L'aubergine est très peu calorique et riche en fibres, ce qui en fait un excellent aliment pour perdre du

poids et éviter le cholestérol (**Selena, 2008**). En effet, sa faible teneur en calories et sa richesse en fibres facilitent la perte de poids et offrent divers bienfaits (Lacoste S., 2012). De plus, l'aubergine possède des propriétés antiseptiques, diurétiques et hémostatiques (**Brigitte, 2009**). Elle améliore la digestion et aide à prévenir les maladies dégénératives et cardiovasculaires (**Kahlon, 2007**).

9-Les maladies et les ravageurs

Les principales menaces pour la culture de l'aubergine en plein champ sont la Verticilliose, les doryphores, les pucerons et les aleurodes. On observe également une augmentation des attaques de punaises et de noctuelles. Les déformations, les tâches et la décoloration des fruits sont souvent causées par des événements climatiques défavorables, des problèmes de nouaison et des pratiques culturales inadaptées comme l'irrigation (**Hortipratic ctifl, 2003**).

Le tableau ci-dessous résume quelques maladies et ravageurs qui infecte la plante de l'aubergine :

Tableau N°5 :Maladies et ravageurs de l'aubergine (Hortipratic ctifl, 2003).

Parasites Oumaladies	Symptomes	Facteurs Favorables	Observations
Aleurodes ou mouches blanches <i>(Trialeurodes vaporariorum)</i>	Piqûres des feuilles Présence de miellat, Fumagine.	Présencesd'adventices, Plants infestés.	Auxiliaires parasitoïdes ou prédateurs sous abris.
Pucerons(<i>Aphisgossypii</i>)	Déformation des feuilles,fumagine.		Auxiliaires parasitoïdes et prédateurs sous abris.
Doryphores <i>(Leptinotarsa decemlineata)</i>	Défoliation.	Proximité de pomme de terre.	Bacillus Thurengiensis Sp tenebrionis (Efficace sur jeunes larves).
Noctuelles	Perforationdes feuilles.		Surtout en fin de saison (Efficace sur jeunes larves).
Acariens tétranyques	Piqûres sur feuilles Jusqu'à dessèchement.	Temps chaud et sec.	Surtout sous abris Prévoir des bassinages.
Punaises <i>(Lygocoris pabulinus Linnaeus)</i>	Flétrissement des feuilles,décoloration Des Bourgeons floraux.	Proximité de cultures type soja ou bois	
Verticilliose champignon du sol	Plage décolorée du feuillage ;flétrissement des plantes.	Températures fraîches ; Asphyxie racinaire ; Luminosité faible.	Eviter précédents tomates, cucurbitacées Plantes greffées(pour cultures sous abris).
Botrytis	Sur feuilleset fruits.	Climat humide et brouillard.	Bien conduire l'aération sous abris.
Virus mosaïque du Tabac Virus 1du concombre	Uniquement sur variété non hybride ex :Barbentane.		

Chapitre 2: Matériel et Méthodes

1. Objectifs et description de l'expérimentation:

1.1. Rappel des objectifs:

Notre expérience vise à tester la réponse des plants d'aubergine (*Solanum...*), à deux types d'engrais organiques, respectivement, le fumier de chèvre et le fumier de vache et à différentes doses.

1.2 Lieu de l'expérience:

"Notre expérience s'est déroulée sous serre, au niveau du département des Sciences Agronomiques de l'Université de Laghouat."

1.3 Conditions expérimentales:

1.3.1 Le substrat (sol) utilisé pour l'expérimentation:

Le substrat utilisé dans notre expérience est un mélange de sol prélevé en Janvier 2022 dans les zones agricoles (Tadjmout et Daya Gueblia), ces zones sont situées dans la wilaya de Laghouat.

1.3.2 Les fumiers organiques utilisés :

Lors de ces travaux, nous avons utilisé deux types d'engrais organiques :

- Le fumier de vache bien décomposée de plus de 7 ans;
- Fumier sec de chèvre de plus de 3 ans;
- Les deux fumiers nous ont été fournis par des éleveurs de la région de Laghouat. Ces fumiers ont été sujets à des analyses physico-chimiques.

1.3.3 Les Conteneurs:

Les conteneurs utilisés sont des pots en plastique (Figure N°2), caractérisés par: une hauteur de 12 cm, un diamètre de 14 cm, une couleur brune, une capacité de 1,5 kg. Ils sont équipés à leur base permettant par des orifices de drainage pour l'évacuation des excès d'eau d'arrosage.

1.3.4 Préparation du substrat (sol):

Afin de garantir un environnement propice à la culture, nous avons mélangé et tamisé la terre collectée pour éliminer tout résidu indésirable tel que les graviers ou les racines des résidus. Cela a également contribué à homogénéiser la taille des particules du substrat, ce qui permet d'assurer un meilleur drainage de l'eau et une bonne aération du sol pour le développement propice des plants cultivés.

1.3.5. Doses d'amendements organiques utilisées:

D'après LaFrance (2007), l'apport de 30 à 50 tonnes/ha d'amendements organiques est favorable à la croissance des cultures maraîchères, à condition que ces matières organiques soient bien décomposées.

L'aumônier (1979) souligne que les cultures maraîchères ne supportent pas bien les fumures organiques abondantes et qu'il est donc recommandé de leur réserver des terres ayant reçu des apports d'amendements organiques avant leur mise en culture.

1.3.6. Description des différentes doses de fertilisation utilisées:

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

- **Le traitement noté (D0)** : qui représente le substrat sol non fertilisé, ou témoin ;
- **Le traitement noté (D1)**: qui représente le substrat sol non fertilisé auquel est apporté du fumier avec une quantité de 10% ;
- **Le traitement noté (D2)**: qui représente substrat le sol non fertilisé auquel est apporté du fumier avec une quantité de 12.5% ;
- **Le traitement noté (D3)** : qui représente le substrat sol non fertilisé auquel est apporté du fumier avec une quantité de 15%.

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

1.3.7.L'arrosage ou irrigation:

L'arrosage est effectué tous les deux jours avec l'eau du robinet de l'université Amar TELIDJI, durant notre travail expérimental, la dose retenue représente un ajout de 350 ml d'eau. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau utilisée pour l'irrigation sont données dans le tableau N°6

Tableau N°6: Caractéristiques physico-chimiques de l'eau utilisée pour l'irrigation

T(°C)	pH	Conductivité (µs/cm)	Turbidité (NTU)	TDS(mg/l)
14,7	7,87	1166	23,4	689

Source: Algérienne Des Eaux(Laghout 2024).



Figure N°2: Représentation des conteneurs et du dispositif expérimentale.

1.4. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est l'aubergine (*Solanum melongena* L.) ; la variété choisie est la variété black beauty (Figure N° 3), qui se caractérise par :

- ✓ Cultures doivent être homogènes et résistantes ;
- ✓ Peut-être cultivée en pleine terre et en serre ;
- ✓ La hauteur de la plante est de 120 cm ;
- ✓ Donne aux fruits une maturité précoce (110 jours de la germination à la maturité) ;
- ✓ Buissons - puissants, charnus, avec un bon système racinaire ;
- ✓ A tendance à construire activement une masse verte ;
- ✓ A de grandes feuilles ;
- ✓ La plante est résistante à de nombreuses maladies : virus du tabac, mosaïque du concombre, tétranyque..... ;
- ✓ Rendement élevé, longue période de préservation des qualités commercialisables ;
- ✓ Le taux de germination des graines dépasse 75%, ce qui est un indicateur élevé ;
- ✓ Le poids des fruits atteint 450 à 550 grammes dans des conditions agricoles appropriées ;
- ✓ Il se caractérise par la forme ovale renflée des fruits ;
- ✓ Couleur noir violet vif.



Figure N°3:Aspect de la variété utilisée

1.5 Dispositif expérimental :

Le protocole expérimental adopté lors de notre essai est entièrement randomisé avec deux facteurs à différents niveaux :

✓ Le facteur 1: est le type de fumier à 2 niveaux: fumier de chèvre noté (F1), fumier de vache noté (F2);

✓ Le facteur 2: est la dose de fumier avec 4 niveaux ou traitements (D0; D1; D2;D3).

Le plan totalement randomisé (PTR) est réalisé avec trois répétitions pour chaque dose utilisée et à raison de 10 plants par contenant.

Le principal avantage du PTR est sa simplicité pour les calculs et l'analyse de la variance (ANOVA), notamment lorsque le nombre de répétitions n'est pas uniforme pour tous les traitements (Fieberg et al. 2020).

2. Conduite de l'expérience et notations des mesures

2.1. Le semis et la levée des graines germées

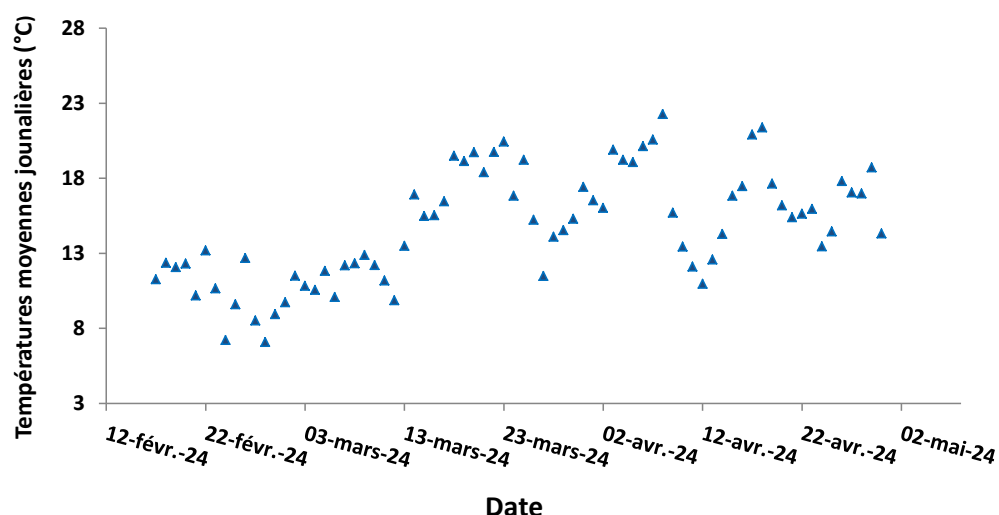
Le semis des graines de l'aubergine a été réalisée le 17/02/2024, dans les conteneurs à une profondeur d'environ 2 à 3mm du substrat fertilisé et utilisé à cette fin et à raison de dix (10) graines par conteneur. Les graines utilisées sont ramenées du commerce de la ville de Laghouat. Nous avons considéré graines germées, lorsque, le coléoptile

apparaît et émerge à la surface du substrat. Le taux moyen de germination (capacité de germination) des graines de la variété d'aubergine utilisée est 90%.

2.2. Conditions expérimentales et suivi de la température:

Durant toute l'expérience, les températures journalières diurnes mesurées en degré Celsius (°C), sont enregistrées à mi-journée, à savoir (12h).

Nous constatons (Figure N°4), que la température durant notre travail expérimental fluctue entre un minimum de 7,03(°C) enregistré au début de l'expérimentation durant la germination des semences et un maximum aux alentours de 23,68 (°C) observé en fin d'expérimentation. Nous remarquons que ces valeurs ont été favorable pour la germination, la croissance et le développement des plants d'aubergine. 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.



FigureN°4: Variations de la température moyenne journalière au cours de l'essai.

2.3. Paramètres mesurés sur les plants cultivés:

Nous avons suivi la biométrie (croissance et développement) des plantes ainsi que des paramètres biochimiques et physiologiques, afin d'évaluer le comportement des aubergines vis-à-vis des facteurs étudiés.

Dans nos travaux, nous considérons les plants, comme des plantules à un bon stade physiologique, celles qui ont des feuilles brillantes et bien développées, une tige développée et un système racinaire remplissant bien la motte (Delamarre, 2014).

2.3. 1. Mesure des paramètres de croissance des plantes:

Selon Delamare al (2014), la période de culture des plants disponible le marché (du semis à la plantation) varie en fonction du type et de la variété ; elle varie de 35 à 55 jours, notamment en fonction des possibilités d'espacement entre eux. Les paramètres mesurés sur les plants sont comme suit :

2.3.1.1. Hauteur des tiges des plants (cm):

Ce paramètre est mesuré en centimètres (cm) à l'aide d'une règle graduée, du collet jusqu'à l'apex. Les mesures sont effectuées après 21 jours (3 semaines) du semis, c'est un temps qui nous a paru suffisant pour pouvoir manipuler les plants émergés sans les endommager, ces mesures sont effectuées de façon hebdomadaire (chaque semaine) et ce durant 42 jours (6 Semaines).

2.3.1.2. Longueur des racines des plants (cm):

Après 63 jours (9 semaines), suivant la date du semis des graines, la longueur (cm), de la partie souterraine des plants est également mesurée en centimètres à l'aide d'une règle graduée.

2.3.1.3. Vitesse de croissance des tiges et des racines des plants:

Ce paramètre est mesuré à la fin de l'expérience. Le principe consiste à diviser la hauteur des tiges (cm) ou la longueur des racines (cm) par le nombre de jours écoulés (63 jours). La vitesse de croissance est alors exprimée en (cm/jour)

2.3.1.4. Indice de vigueur des plants:

C'est un indicateur très important qui permet de déterminer le traitement pour lequel le plant d'aubergine est le plus vigoureux (Radford, 1967). L'indice de vigueur (IV) est calculé à la fin de l'essai à l'aide de la relation suivante :

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

2.3.1.5. Taux relatif moyen de développement des plants (TRMD):

Le taux relatif moyen de développement des plants est un outil utile pour l'analyse quantitative de la croissance des plantes et ses implications physiologiques (Radford, 1967). Dans notre cas ce paramètre est mesuré toutes les semaines selon les mesures des hauteurs des plants. Il est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$TRMD = \frac{[\text{Ln}(h_2) - \text{Ln}(h_1)]}{(t_2 - t_1)}$$

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

2. 3. 2. Mesure des paramètres biochimiques et physiologiques des plants:

Ces paramètres sont mesurés au 63^{ème} jour, à la fin du travail expérimental après 9 semaines de la date du semis .

2. 3. 2. Mesure des paramètres biochimiques et physiologiques des plants:

Ces paramètres sont mesurés au 63^{ème} jour, à la fin du travail expérimental.

2. 3. 2. 1. Mesure de la teneur en eau des plants cultivés :

La teneur en eau est mesurée au 63^{ème} jour, sur des plantules immédiatement après leur récolte.

Un échantillon de la plante est pesé immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF) et est mis dans une étuve à air réglée à 105 °C pendant 24 heures. Après dessiccation ; l'échantillon est pesé de nouveau et remis à l'étuve jusqu' à avoir un poids sec constant.

La teneur en eau est donnée par la formule :

$$w(\%) = \frac{y - x}{x} \times 100$$

y : Poids humide de l'échantillon.

x : Poids de l'échantillon après dessiccation et stabilisation du poids sec.

Les mesures de la teneur en eau permettent de mesurer aussi la matière fraîche (MF) et la matière sèche (MS) des plants cultivés.

2. 3. 2. 2. Dosage des Sucres totaux (mg/g MF):

Les sucres solubles totaux, incluant saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles, et les polysaccharides, sont dosés selon la méthode au phénol de Dubois et al. (1956). La procédure consiste à prélever 100 mg de matière fraîche, à les placer dans des tubes à essais, puis à ajouter 5 ml d'éthanol à 80% pour extraire les sucres. On ajoute ensuite 20 ml d'eau distillée à l'extrait obtenu, formant ainsi la solution à analyser.

Pour le dosage, les tubes sont chauffés au bain-marie pendant 30 minutes à 70°C afin d'évaporer l'alcool. Dans des tubes à essais propres, on place 1 ml de la solution à analyser, à laquelle on ajoute 1 ml de phénol à 5% (dilué dans de l'eau distillée), puis rapidement 5 ml d'acide sulfurique concentré à 96%, en évitant de verser l'acide sur

les parois du tube. La solution devient jaune-orange à la surface. Elle est homogénéisée au vortex pour stabiliser la couleur.

Les mesures d'absorbance sont effectuées à une longueur d'onde de 640 nm. Les résultats des densités optiques sont alors rapportés sur une courbe étalon des sucres solubles, exprimés en termes de glucose, saccharose, et fructose.

2. 3. 2. 3. Dosage de la Chlorophylle (mg/g MF):

Dans des tubes à essais, on place 100 mg d'échantillon de feuilles fraîches de plants d'aubergine, découpées en petits fragments, et on y ajoute 5 ml d'acétone à 80%. Le mélange est laissé à macérer pendant 48 heures. Les concentrations de la chlorophylle totale sont mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre aux longueurs d'onde de 663 et 645 nm. L'appareil est étalonné avec une solution témoin d'acétone à 80%. La concentration de la chlorophylle totale dans les feuilles fraîches est calculée à l'aide de la formule suivante:

$$\text{Chlorophylle total (mg/g MF)} = 20,2 * \text{DO}(645) + 8,02 * \text{DO}(663)$$

Où : DO représente la densité optique mesurée par spectrophotométrie.

2. 3. 2. 4. Dosage de la Proline (mmol/g MF):

La proline, ou acide pyrrolidine-2-carboxylique, est l'un des vingt principaux acides aminés constituant les protéines. La proline est facilement oxydée par la ninhydrine ou le tricetohydrindène. Ce dosage repose sur cette réaction, suivant le protocole décrit par (El Jaafari 1993) et utilisant la méthode de (Troll et Lindsey 1955), simplifiée par (Raisio et al. 1987).

On prélève 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 minutes, les tubes étant couverts de papier aluminium pour éviter la volatilisation de l'alcool.

Après refroidissement, on prélève 1 ml de l'extrait auquel on ajoute :

- ✓ 1 ml d'acide acétique (CH_3COOH) ;
- ✓ 25 mg de ninhydrine ($\text{C}_9\text{H}_6\text{O}_4$);
- ✓ 1 ml d'un mélange contenant ;
- ✓ 120 ml d'eaudistillée;
- ✓ 300 ml d'acideacétique;
- ✓ 80 ml d'acide orthophosphorique (H_3PO_4);

La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30 minutes à 100°C, et vire au rouge. Après refroidissement, 5 ml de toluène sont ajoutés, puis la solution est agitée pour séparer deux phases : une phase supérieure rouge contenant la proline et une phase inférieure transparente sans proline. Après élimination de la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée et déshydratée par ajout de sulfate de sodium anhydre (Na_2SO_4). La densité optique (DO) est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 528 nm. Les valeurs obtenues sont converties en taux de proline grâce à une courbe étalon établie à partir de solutions de concentrations connues en proline, permettant de déterminer les teneurs en proline dans les feuilles des plantes.

2. 5. Analyse Physico-chimique des Fumiers Utilisés:

L'analyse physico-chimique des échantillons de terre et des fumiers utilisés est réalisée dans les laboratoires du département des sciences agronomiques, selon les procédures (**Mathieu et Piétrain 1998, 2003**). Les teneurs en potassium (K) et en sodium (Na) des échantillons de sol sont déterminées en utilisant un photomètre à flamme industriel PFP7 (Royaume-Uni).

Les mesures de pH et de conductivité électrique (CE) sont effectuées dans une solution aqueuse (1/5, échantillon de sol/eau) agitée pendant 30 minutes, puis mesurées à l'aide d'un pH-mètre numérique (H12002) et d'un EC-mètre (Conductimètre WTW INOLAB Niveau 1). La matière organique est estimée au début et à la fin de l'expérimentation (64ème jour) par incinération dans un four à moufle à 650°C pendant 5 heures (**Mathieu et Piétrain, 2003**). Le carbone organique est ensuite déterminé en divisant la matière organique par 1,72.

L'azote total (N_{tot}) est également déterminé, en utilisant la méthode de Kjeldahl (**Bremer et Ulvane, 1982**). Les teneurs en calcaire total de la terre sont mesurées en utilisant un calcimètre de Bernard. Les fractions granulométriques du mélange de terre sont obtenues après tamisage à sec, en passant les échantillons de terre dans une série de tamis vibrés pendant 30 minutes dans un vibreur conçu à cet effet (**SSS, 2014**).

3. Analyses Statistiques des Données:

Les paramètres mesurés sur les plants ainsi que ceux mesurés sur les substrats utilisés (terre non fertilisée, terre fertilisée et fumiers) ont été soumis à des analyses statistiques à l'aide des logiciels Minitab 17 et Excel Stat 2016.

Chapitre : Résultats et Discussions

1- Résultats

I. Terre et fumiers utilisés

I- 1 Paramètres physico-chimiques

L'analyse granulométrique a révélé (Tableau N°7), que la terre utilisée contient une proportion de sable représentant 98,75% de sa composition totale, tandis que la fraction d'argile et de limons est très faible, seulement (1,24%). De plus, il est noté que la terre utilisée est de nature calcaire, avec une teneur assez élevée en calcaire, atteignant 16,32%.

Le tableau N° 7, montre aussi, que la terre présente le pH le plus élevée 8,14 ; le fumier de chèvre a le pH le plus faible 7,78. Le fumier de chèvre présente la conductivité électrique la plus élevée 6.29 (ms/cm) avec une teneur en sodium relativement élevée 0,43(mg /kg), la teneur en potassium K la plus élevée 1,32 (g/kg) est observée dans le fumier de chèvre et est sous forme de traces seulement enregistré dans la terre non améliorée. L'analyse du composant azote totale, montre que le fumier de vache contient une importante concentration 0,39 (g/kg), la matière organique est la plus présente dans le fumier de vache.

Tableau N°7: Paramètres physico-chimiques.

Paramètre	(Substrat) Terre non améliorée	Fumier de chèvre	Fumier de vache
Sables (%)	(98.75±1.68)	/	/
Limons+ Argile (%)	(1.24±0.12)	/	/
CaCO ₃ (%)	(16.32±3.08)	/	/
pH	(8.14±0.10) ^a	(7.78 ±0.23) ^b	(7.93±0.02) ^{ab}
CE (ms/cm)	(0.28±0.01) ^c	(6.29±0.05) ^a	(5.75±0.02) ^b
Na (mg/kg)	(0.03±0.005) ^c	(0.43±0.0005) ^a	(0.22±0.00) ^b
K (g/kg)	(traces ±0.000) ^c	(1.32±0.009) ^a	(1.11±0.009) ^b
C _{organique} (g/kg)	(1.83±0.30) ^c	(26.6 ±2.75) ^b	(39.5 ±8.31) ^a
N (g/kg)	(0.06±0.0003) ^c	(0.9±0.03) ^b	(0.39±0.008) ^a

II -Paramètre de croissance et de développement des plants

II-1- Hauteur des tiges des plants

- La hauteur des tiges à la semaine 4 est présentée dans la (figure N°5). Cette figure montre, la longueur de tige la plus élevée (2,36 cm), pour D1 fumier de vache. Nous observons aussi que la longueur de tige est la plus faible (1,03 cm) chez D3 fumier de chèvre. Les hauteurs des tiges à semaine 4 sont comprises entre (1,4 et 2,1 cm), pour les autres doses avec les deux types de fumiers.

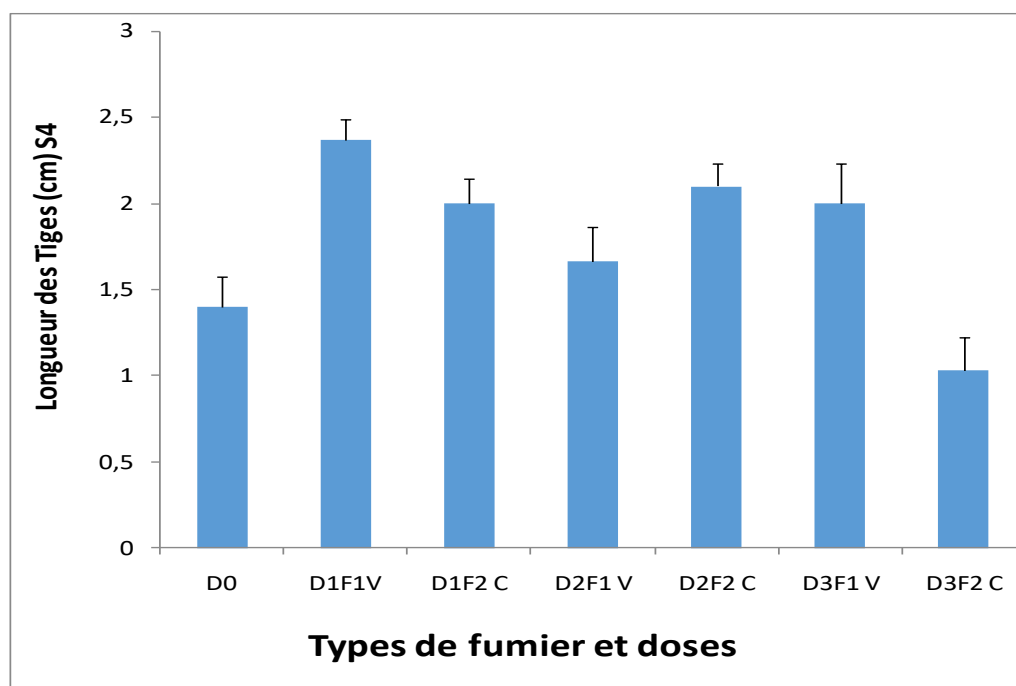


Figure N°5 : La hauteur des tiges à semaine 4

- La figure N°6 présente les hauteurs des tiges à la semaine 5. Elle révèle que la hauteur des tiges est la plus importante (2,97 cm), chez la dose D1 fumier de vache. La hauteur des tiges est faible (1,45 cm) chez la dose D3 fumier de chèvre. Les hauteurs des tiges à 5 semaines sont entre (1,94 cm) et (2,67 cm) pour les autres doses, aux deux types de fumiers (vache et chèvre).

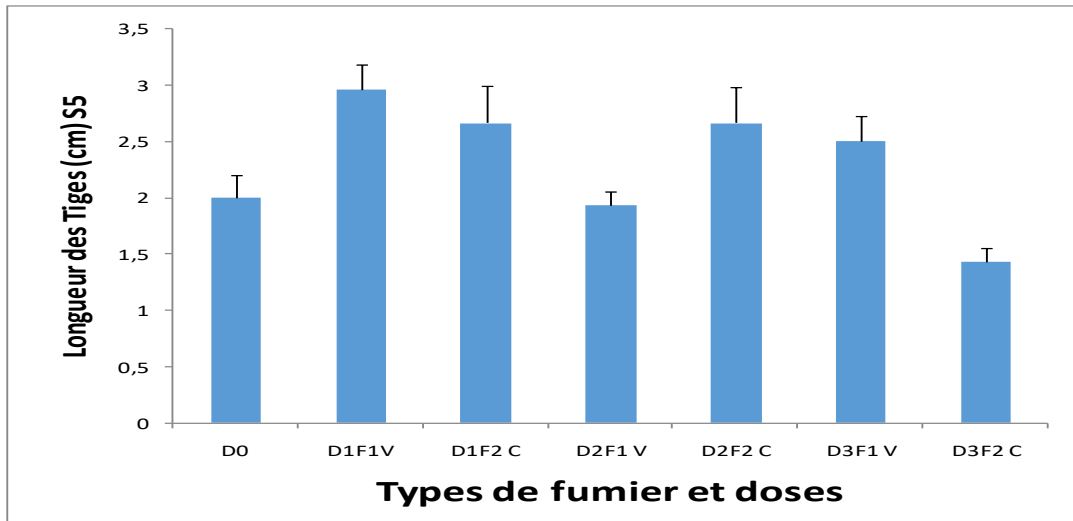


Figure N°6 : La hauteur des tiges à semaine 5

- La figure N°7, représente la hauteur de tige à semaine 6. Nous observons que la hauteur est élevée (3,4 cm), chez la dose D1 fumier de vache, la plus faible hauteur (1,73 cm) est observée pour D3 fumier de chèvre. A semaine 6, les hauteurs des tiges sont comprises entre (2,23 et 3cm), pour les deux types de fumier dans les autres doses.

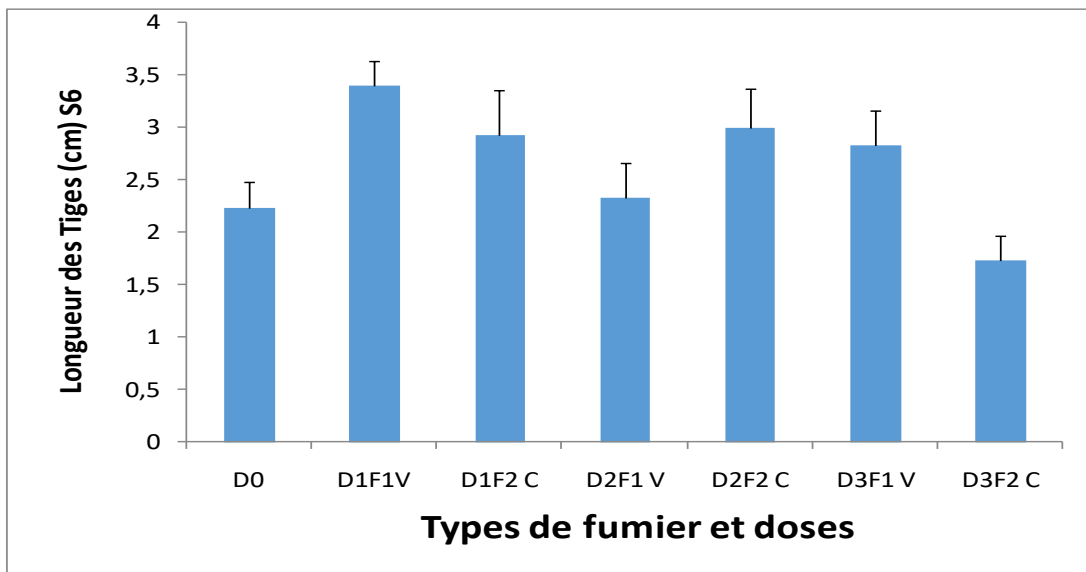


Figure N°7 : La hauteur des tiges à semaine 6

- La figure N°8, représente la hauteur de tige à semaine 7. Nous observons que la hauteur est élevée (3,83 cm), chez la dose D1 fumier de vache, la plus faible hauteur (2 cm) est observée pour D3 fumier de chèvre. A semaine 7, les hauteurs des tiges sont comprises entre 2,5 et 3,33 (cm), pour les deux types de fumier dans les autres doses.

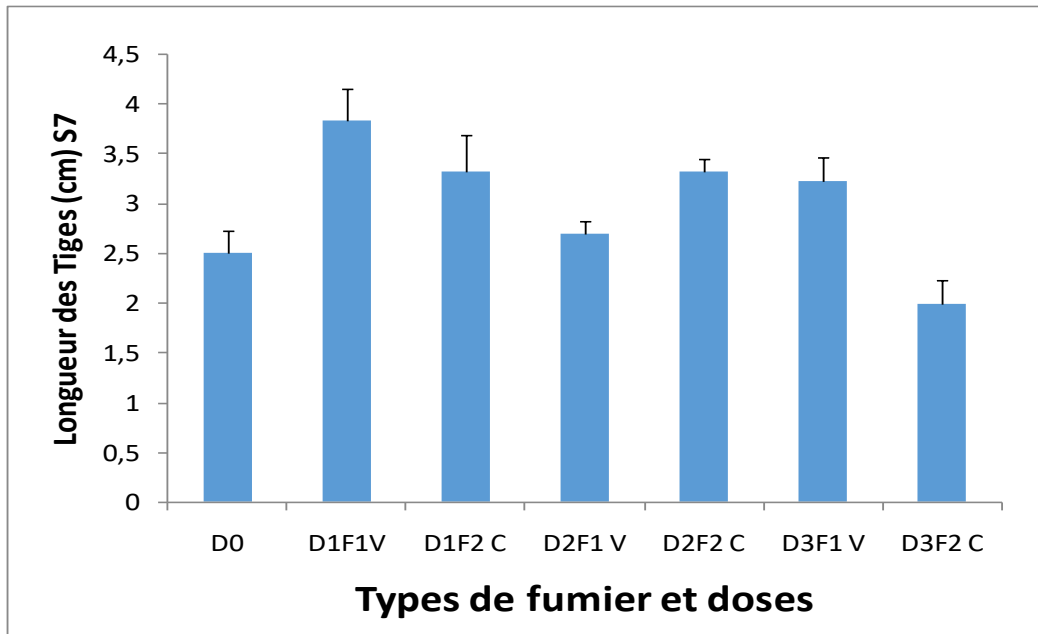


Figure N°8: La hauteur des tiges à semaine 7

- La figure N°9, représente la hauteur de tige à 8 semaines. Nous observons que la hauteur est élevée (4,5 cm), chez la dose D1 fumier de vache, la plus faible hauteur (2,43 cm) est observée pour D3 fumier de chèvre. A 8 semaines, les hauteurs des tiges sont comprises entre (2,76 et 3,83cm), pour les deux types de fumier dans les autres doses.

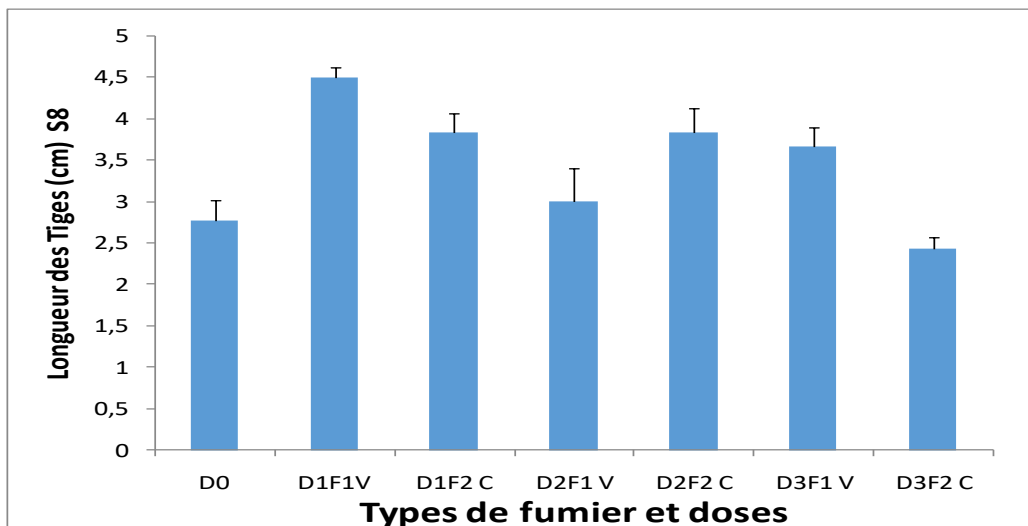


Figure N°9 : La hauteur des tiges à semaine 8

- La figure N°10, représente la hauteur de tige à 9 semaines. Nous observons que la hauteur est élevée (4,67 cm), chez la dose D1 fumier de vache, la plus faible hauteur

(2,67cm) est observée pour D3 fumier de chèvre. A 9 semaines, les hauteurs des tiges sont comprises entre 3,16 et 4,2 (cm), pour les deux types de fumier dans les autres doses.

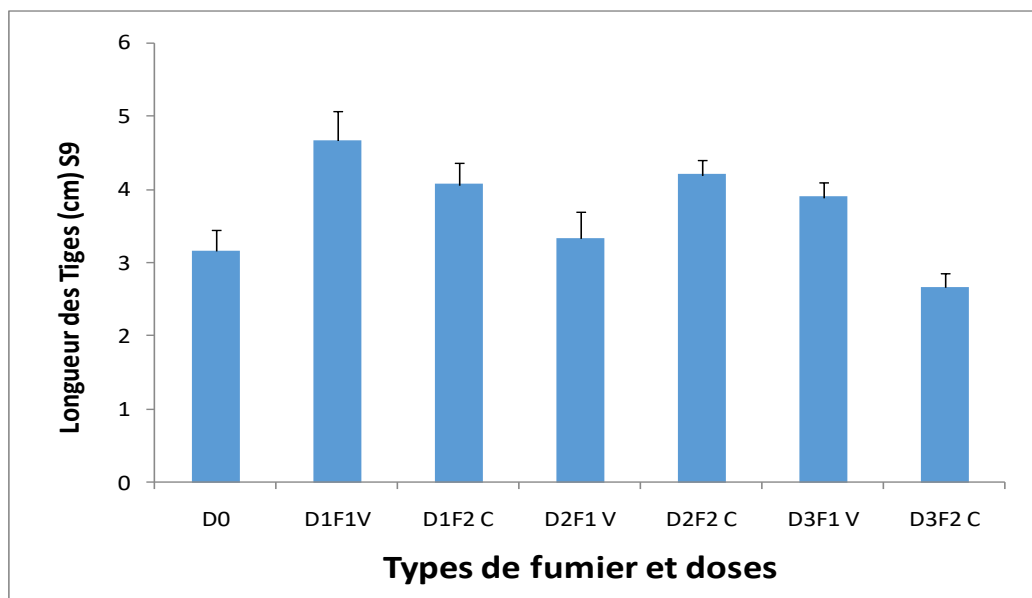


Figure N°10 : La hauteur des tiges à 9 semaines

- La cinétique de la hauteur des tiges

- La cinétique de la hauteur des tiges de la culture aubergine est représentée dans la figure N°11, qui montre que la hauteur la plus élevée 4,67 (cm) est observée pour la dose D1 fumier de vache en fin de l'expérimentation. Nous observons aussi quela plus faible hauteur de tige 1,03 (cm) pour la dose D3 fumier de chèvre observée ou début de mesure quatrième semaine de l'expérimentation.

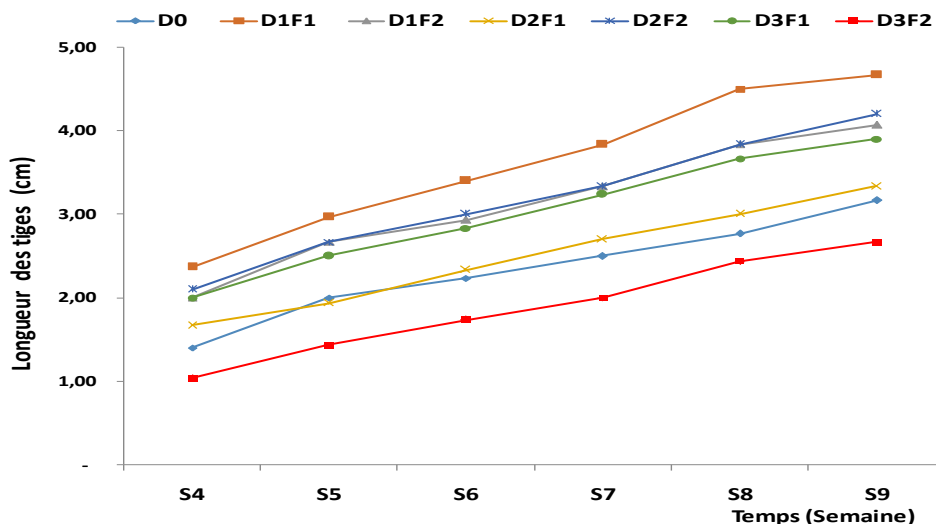


Figure N°11 : Cinétique de la hauteur des tiges au cours de l'essai.

II -2- Longueur des racines

- La figure N°12, représente les hauteurs des racines à 63 jours (9 semaines). On remarque la racine la plus longue 6,16 (cm) pour le traitement D2 F2 fumier de chèvre. Les racines les plus courtes (4,16 cm) sont observées pour le traitement D3 F2 fumier de chèvre.

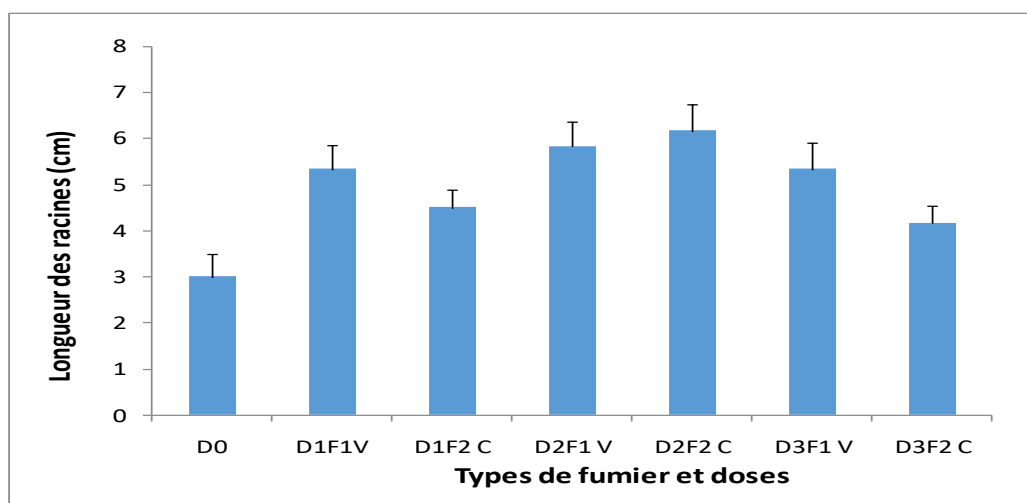


Figure N°12 : Les hauteurs des racines à 9 semaines

II -3- Indice de vigueur des plants

La figure N° (13), présente l'indice de vigueur pour la variété d'aubergine "**black beauty**" fertilisée au fumier de chèvre et au fumier de vache à dose différentes. Nous

observons que cet indice est le plus élevée (9,33) pour le traitement D2F2 fumier de chèvre. Le plus faible indice (5,55) est observé pour la dose D0 Témoin. Des indices de vigueur entre (6,15 et 9) sont observés pour les autres doses de fumiers vache et chèvre. L'Analyse de la variance ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0005$) et l'interaction des facteurs (type de fumier et dose de fumier) est relativement élevée ($R^2 = 78,27\%$).

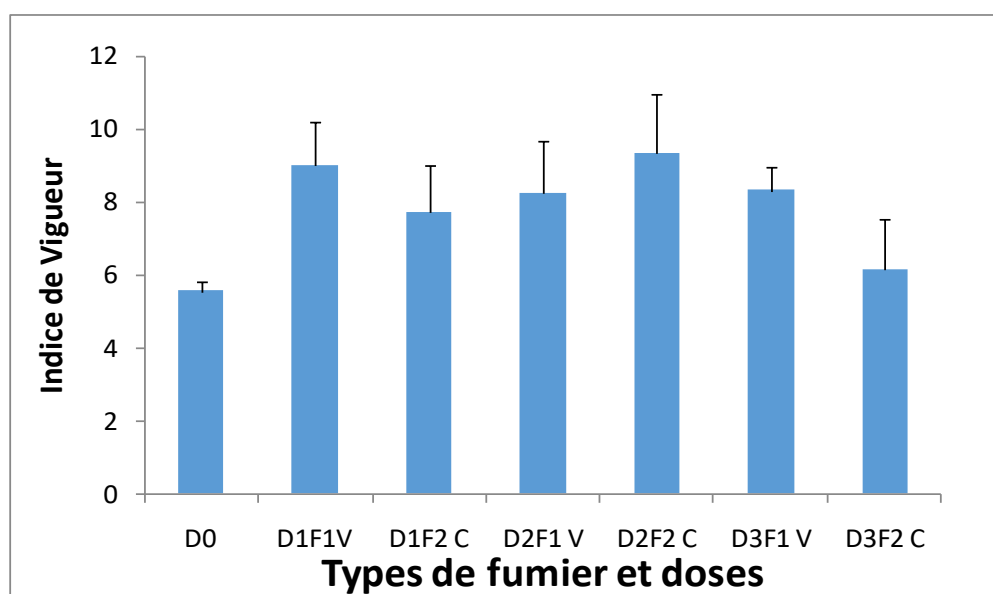


Figure N°13: Indice de vigueur

II-4 Vitesse de croissance des plants

II-4-1- Vitesse de croissance des tiges des plants :

La vitesse de croissance de tige des plants est lue dans la figure N°14, nous observons que la vitesse de croissance des tiges est élevée (0,11 cm/jour) pour les plants traités avec la dose D1F1 fumier de vache. La vitesse de croissance la plus faible (0,06 cm/jour) est observée pour la dose D3F2 fumier de chèvre.

L'ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0490$) l'interaction entre le facteur type de fumier et dose de fumier est assez élevé ($R^2 = 87,64\%$).

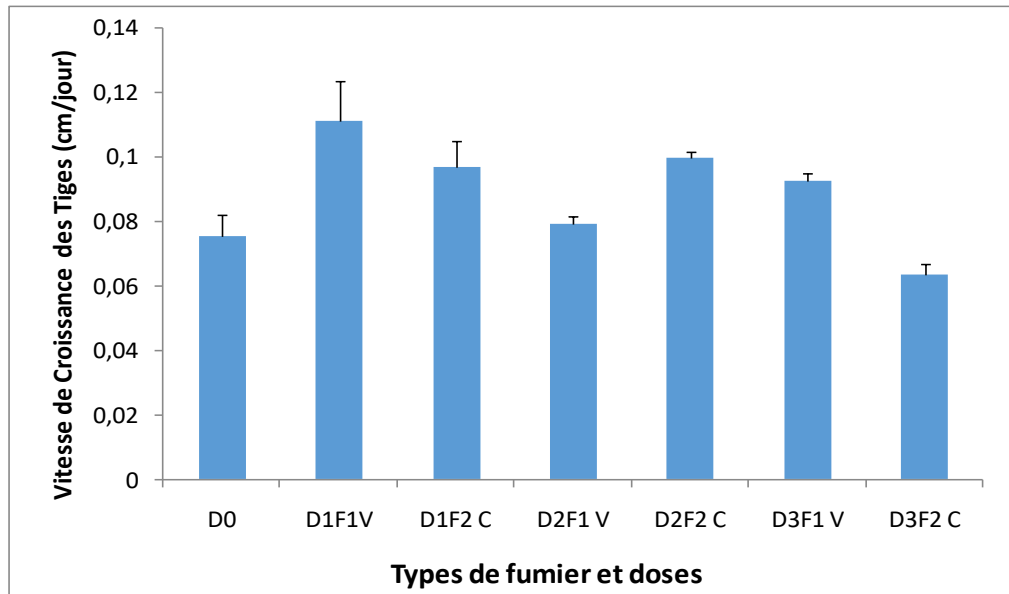


Figure N°14 : Vitesse de croissance de tige

II-4-2- Vitesse de croissance des racines :

Le graphe de la figure 15, représente la vitesse de croissance des racines des plants d'aubergine. On remarque que la vitesse de croissances est relativement élevée (0,14 cm/jour) chez les plants traités avec la dose D2F2 fumier de chèvre. La vitesse de croissance la plus faible (0,09cm/jour) est enregistrée chez les plants traités avec la dose D3F2 fumier de chèvre.

L'Analyse de la variance ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0348$) l'interaction entre le facteur type de fumier et dose de fumier est élevée ($R^2 = 78,06\%$).

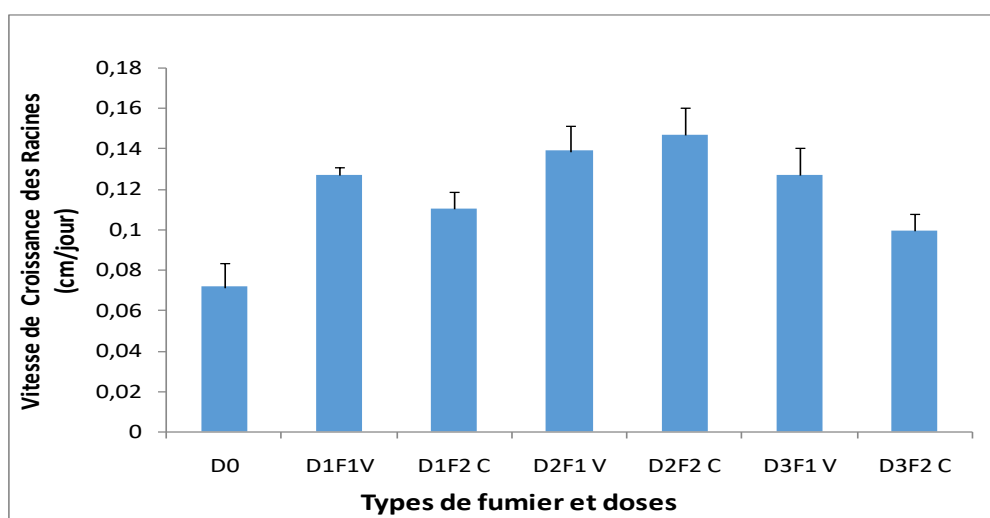


Figure N°15 : Vitesse de croissance des racines

II-5- Taux de matière fraîche des plants

- Taux de matière fraîche des plants est variable durant a 63 jour on observe selon la figure (16), Taux de matière fraîche de la partie aérienne le plus élevée 0,35 chez D2 F2 fumier de chèvre .Le plus faible taux 0,017 est observé chez le dose D0 témoin. Taux de matière fraîche est entre (0,17 et 0,31) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

L'Analyse de la variance révéle qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,026$). L'interaction 2 le facteur (type de fumier et dose de fumier) est assez élevé ($R^2 = 82,79\%$).

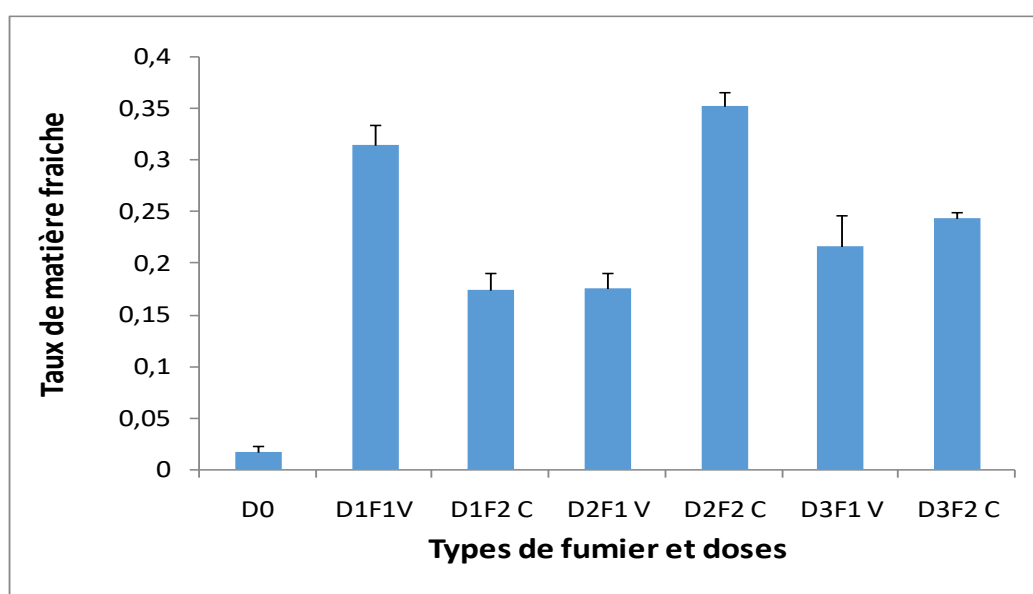


Figure N°16: Taux de matière fraîche

II-6- Taux de matière sèche des plants

Taux de matière sèche est variable durant les 63 jours, on observe selon la figure (17), le taux le plus élevée 0,040 chez les plants traités avec D1F1 fumier de vache .Le plus faible taux 0,007 est observé pour la dose D0 témoin. Le taux de matière sèche est entre (0,021 et 0,033) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

L'Analyse de la variance révéle qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,045$). L'interaction 2 le facteur (type de fumier et dose de fumier) est élevé ($R^2 = 73,03\%$).

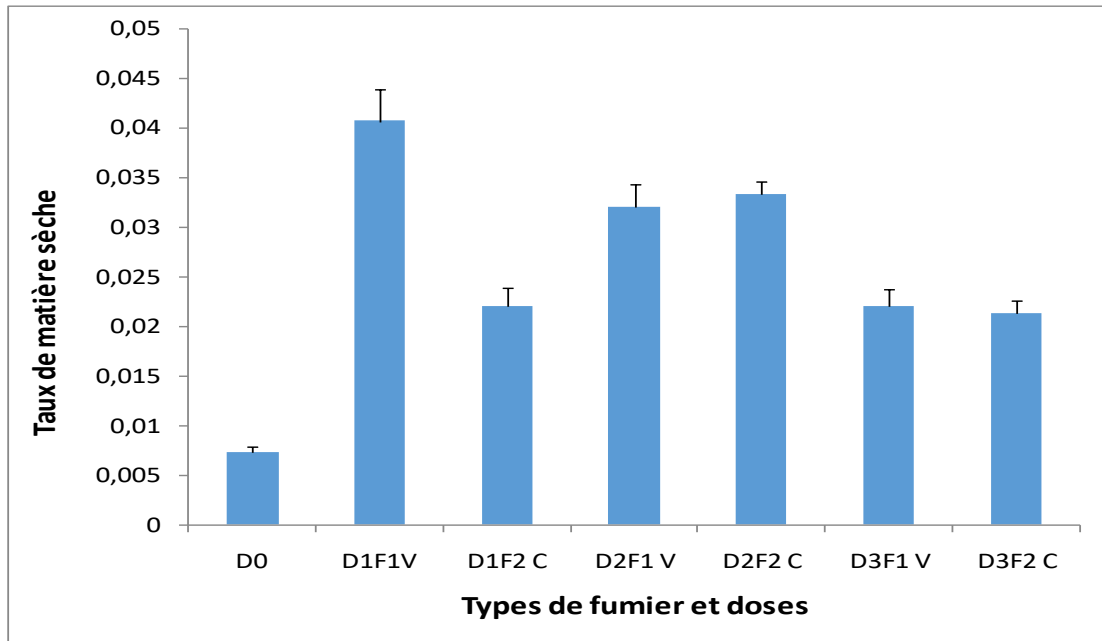


Figure N°17: Taux de matière sèche

II-7- Taux d'H₂O dans la partie aérienne des plants

- Taux d'H₂O est variable durant les 63 jours de l'expérimentation, on observe selon la figure (18), le taux d'H₂O le plus élevée 0,90 chez les plants au traitement D2F2fumier de chèvre .Le plus faible taux 0,53 est observé chez le dose D0 témoin. Le taux d'H₂O est entre (0,60 et 0,89) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

L'Analyse de la variance révéle qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,047$). L'interaction 2 le facteur (type de fumier et dose de fumier) est assez élevé ($R^2 = 92,59\%$).

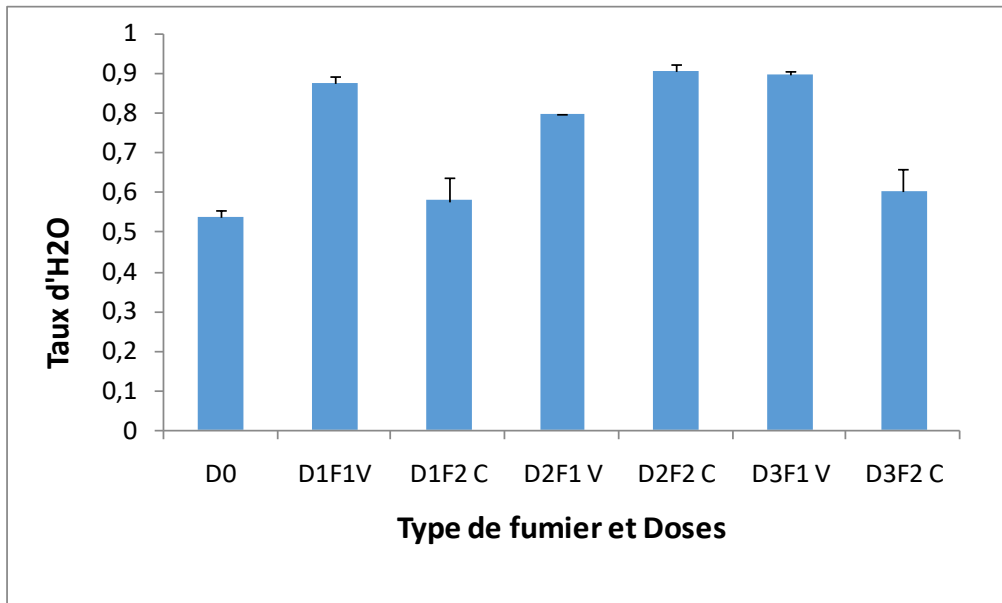


Figure N°18: Taux d'H₂O dans les feuilles fraîches des plants.

II -8- Taux relatif moyen de développement (TRMD) des plants

- Le taux relatif moyen de développement des plants est variable durant la semaine 4. On observe selon la figure (19), le taux de développement le plus élevée 0,05 chez D0 témoin. Le plus faible taux 0,023 est observé pour la dose D2F1 fumier de vache. Le taux de développement des plants est entre (0,027 et 0,034) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

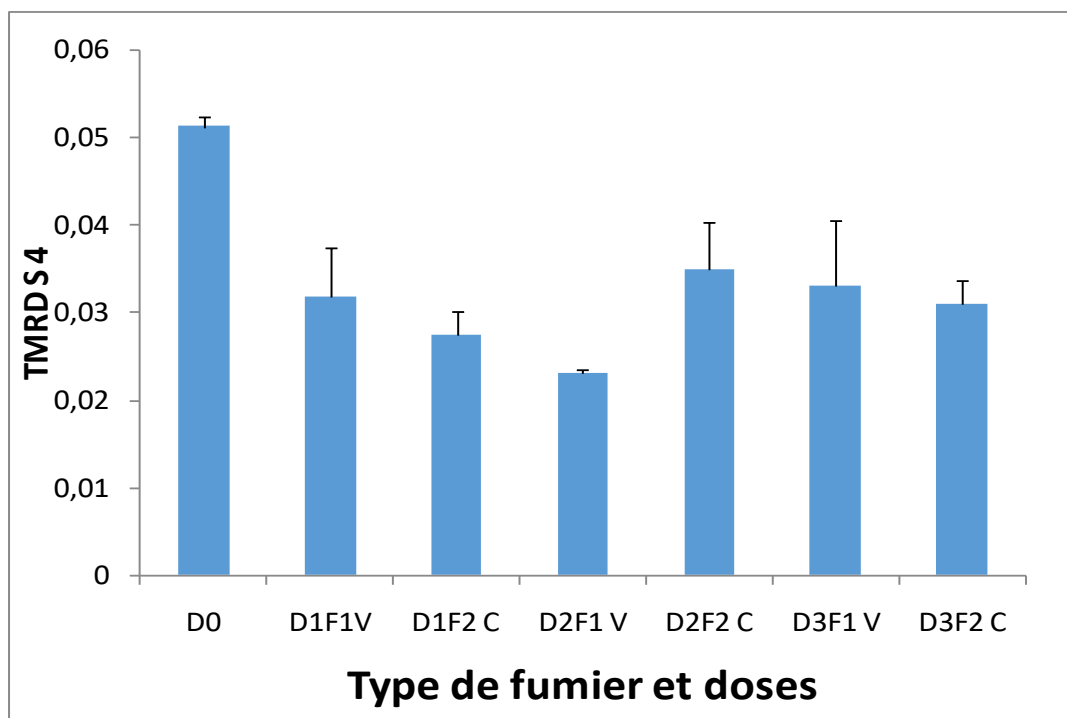


Figure N°19: Taux relatif moyen de développement (TRMD 4) des plants

- Le taux relatif moyen de développement des plants est variable durant la semaine 5
 On observe selon la figure (20), le taux de développement le plus élevée 0,026 chez D2 F1 fumier de vache. Le plus faible taux 0,009, est observé chez la dose D1F2 fumier de chèvre. Le taux de développement des plants est entre (0,015 et 0,018) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

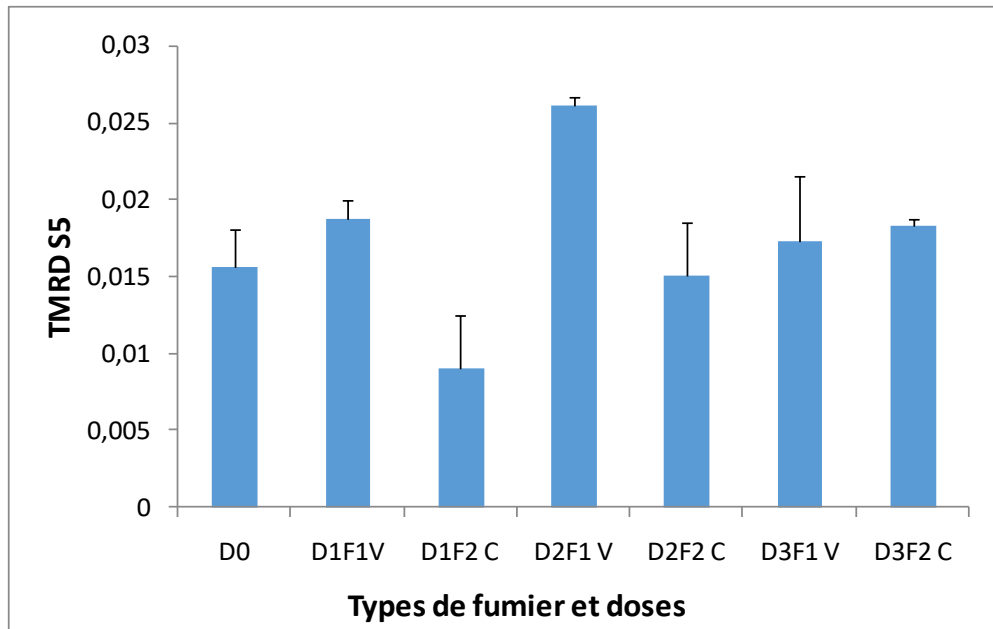


Figure N°20: Taux relatif moyen de développement (TRMD 5) des plants

- Le taux relatif moyen de développement des plants est variable durant la semaine 6
 On observe selon la figure (21), le taux de développement le plus élevée 0,021 chez D2 F1 fumier de vache .Le plus faible taux 0,013 est observé chez la dose D1F2 fumier de chèvre. Le taux de développement des plants est entre (0,013et 0,019) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

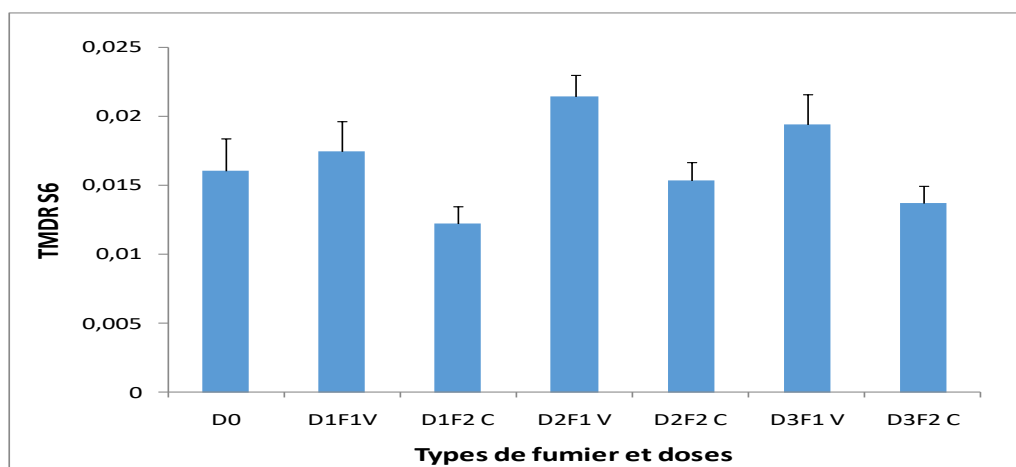


Figure N°21 : Taux relatif moyen de développement (TRMD 6) des plants

- Le taux relatif moyen de développement des plants est variable durant la semaine 7. On observe selon la figure (22), le taux de développement le plus élevée 0,022 chez D2 F1 fumier de vache. Le plus faible taux 0,013 est observé chez les doses D1F2 fumier de chèvre et D2 F1 fumier de vache. Le taux de développement des plants est entre (0,014 et 0,018) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

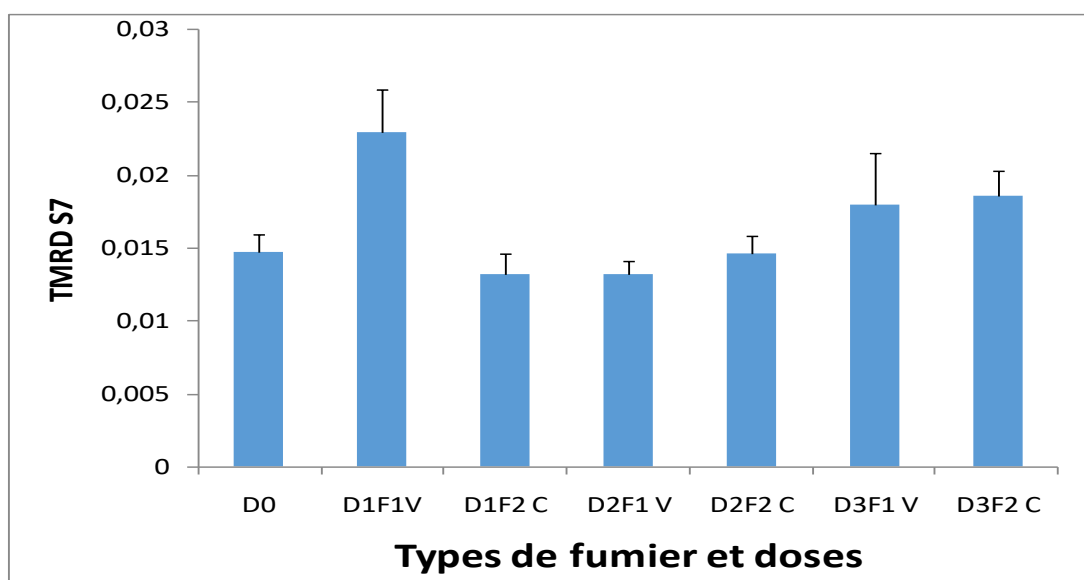


Figure N°22 : Taux relatif moyen de développement (TRMD 7) des plants.

- Le taux relatif moyen de développement des plants est variable durant la semaine 8 on observe selon la figure (23), le taux de développement le plus élevée 0,019 chez D0 témoin. Le plus faible taux 0,005 est observé chez les doses D1F2 fumier de chèvre. Le taux de développement des plants est entre (0,009 et 0,013) pour les autre doses aux deux type de fertilisant.

L'Analyse de la variance révéla qu'il existe une différence non significative ($P < 0,05$). L'interaction entre les facteurs (type de fumier et dose de fumier) est élevée ($R^2 = 72,53\%$).

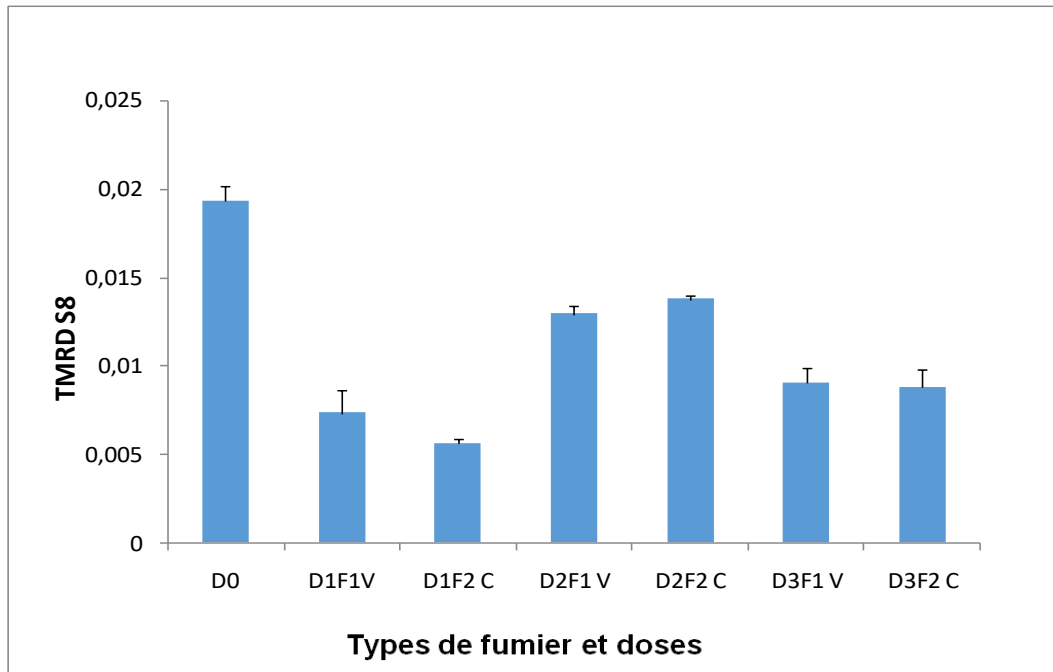


Figure N°23 : Taux relatif moyen de développement (TRMD 8) des plants.

III - Paramètres biochimiques et physiologiques

III – 1- Sucre totaux dans les feuilles des plants

La figure N°24, représente la teneur en sucres totaux (mg/g MF) à 63jour des plants d'aubergine. On observe que la quantité de sucre est élevée 23,15 (mg/g MF) chez les plants de la dose D2 F2 fumier de chèvre, et la quantité la plus faible 16,02 (mg/g MF) est observée chez ceux de la dose D3 F1 fumier de vache. Les quantités sont variables entre 19,99 et 22,57 (mg/g MF) pour les autres doses et les deux types de fumier (fumier de vache et fumier de chèvre).

L'Analyse de la variance ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($P < 0,38$) l'interaction entre le facteur type de fumier et dose de fumier est ($R^2 = 33,14\%$).

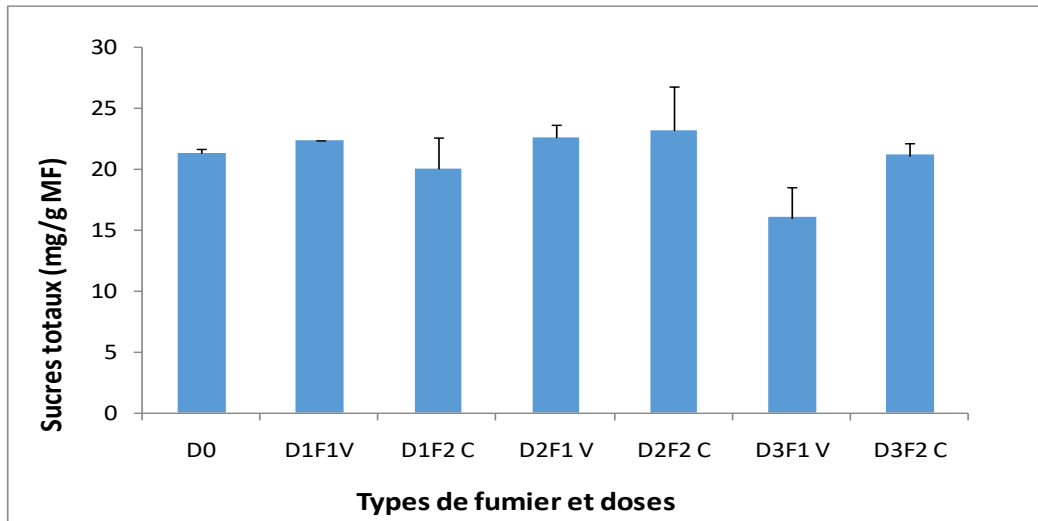


Figure N°24: Sucres totaux (mg/g MF).

III – 2- Chlorophylle totale dans les feuilles des plants

La figure N°25, Représente la teneur en Chlorophylle (mg/g MF) à 63 jours des plants d'aubergine. On observe que la quantité de Chlorophylle est élevée 14,65 (mg/g MF) chez les plants de la dose D1F1fumier de vache, et la quantité la plus faible 7,74 (mg/g MF) est observée chez ceux de la D2 F2 fumier de chèvre. Les quantités sont variables entre 8,07 et 12,43(mg/g MF) pour les autres doses et les deux types de fumier (fumier de vache et fumier de chèvre).

L'Analyse de la variance ANOVA a révélé qu'il existe une différence non significative ($Pr < 0,05$) l'interaction entre le facteur type de fumier et dose de fumier est ($R^2 = 54,02\%$).

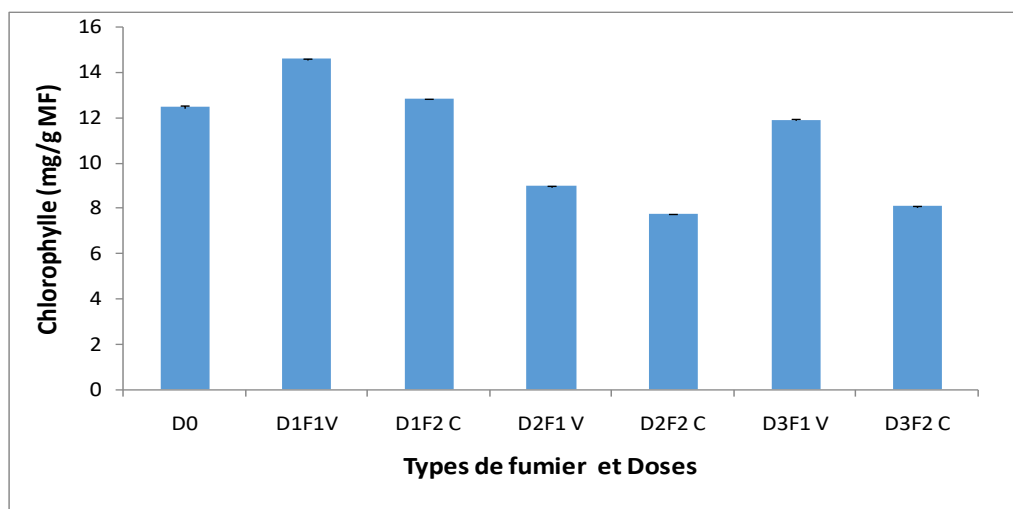


Figure N°25: Chlorophylle (mg/g MF).

III – 3- Proline dans les feuilles des plants

La figure N°26, représente la teneur en Proline (mmol/g MF) à 63 jours des plants d'aubergine. On observe que la quantité de Proline est élevée 4,89(mg/g MF) chez les plants de la dose D1 F1 fumier de vache, et la quantité la plus faible 0,54 (mg/g MF) est observée chez ceux de la D3 F2 fumier de chèvre. Les quantités sont variables entre 0,92 et 1,80 (mg/g MF) pour les plants des autres doses et les deux types de fumier (fumier de vache et fumier de chèvre).

L'Analyse de la variance ANOVA a révélé qu'il existe une différence significative ($Pr < 0,0001$) l'interaction entre le facteur type de fumier et dose de fumier est ($R^2 = 89,20\%$).

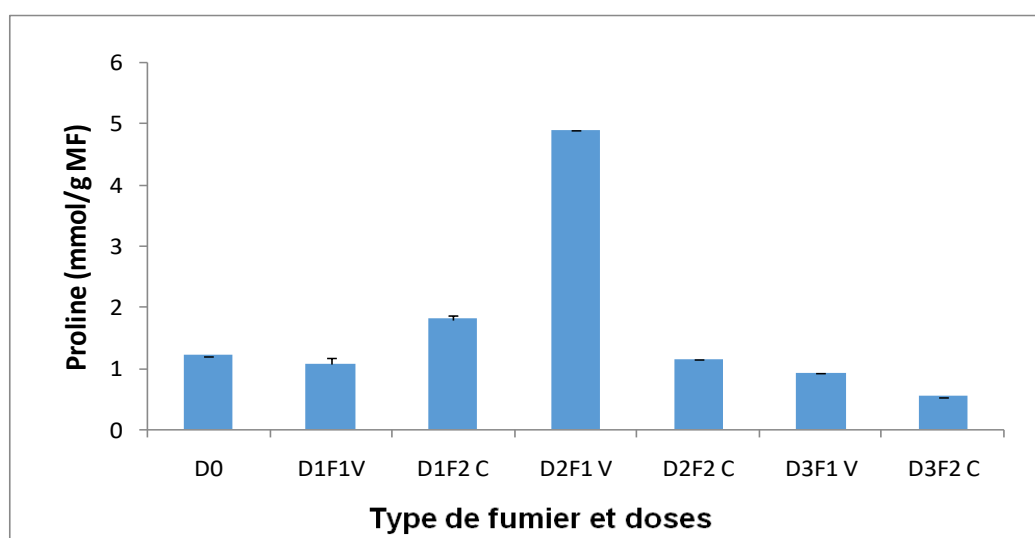


Figure N°26: Proline accumulée dans feuilles fraîches des plants

IV. Analyse en Composante Principale

Dans notre cas, d'après la Figure (27), on pourra assumer que l'axe F1 est lié à D2 F1V, D3 F1V, D1 F2C, , alors que l'axe F2 est essentiellement lié à aux autres doses et type de fumiers. En analysant les données on s'aperçoit que les paramètres de croissance des racines des plants de l'aubergine culture, la teneur en eau des tissus ainsi que l'indice de vigueur des plants sont liées à D2 F2C. Cependant, la liaison des paramètres proline et sucre totaux est avec la dose D2 F1V. Cette figure, permet aussi de visualiser que pour le paramètre physiologique chlorophylle des plants, seraient à la 9 Emme semaine de leur développement très influencés par D1F2C. La figure(27), visualise aussi que les corrélations sont positives entre les paramètres de croissance des tiges avec D1F1V. De même, les corrélations sont négatives entre D2F1V et la teneur en sucres totaux et la proline accumulée par les plants. Nous observons aussi

des corrélations négatives entre l'indice de vigueur, la croissance des racines, la teneur en eau avec la D2F2C.

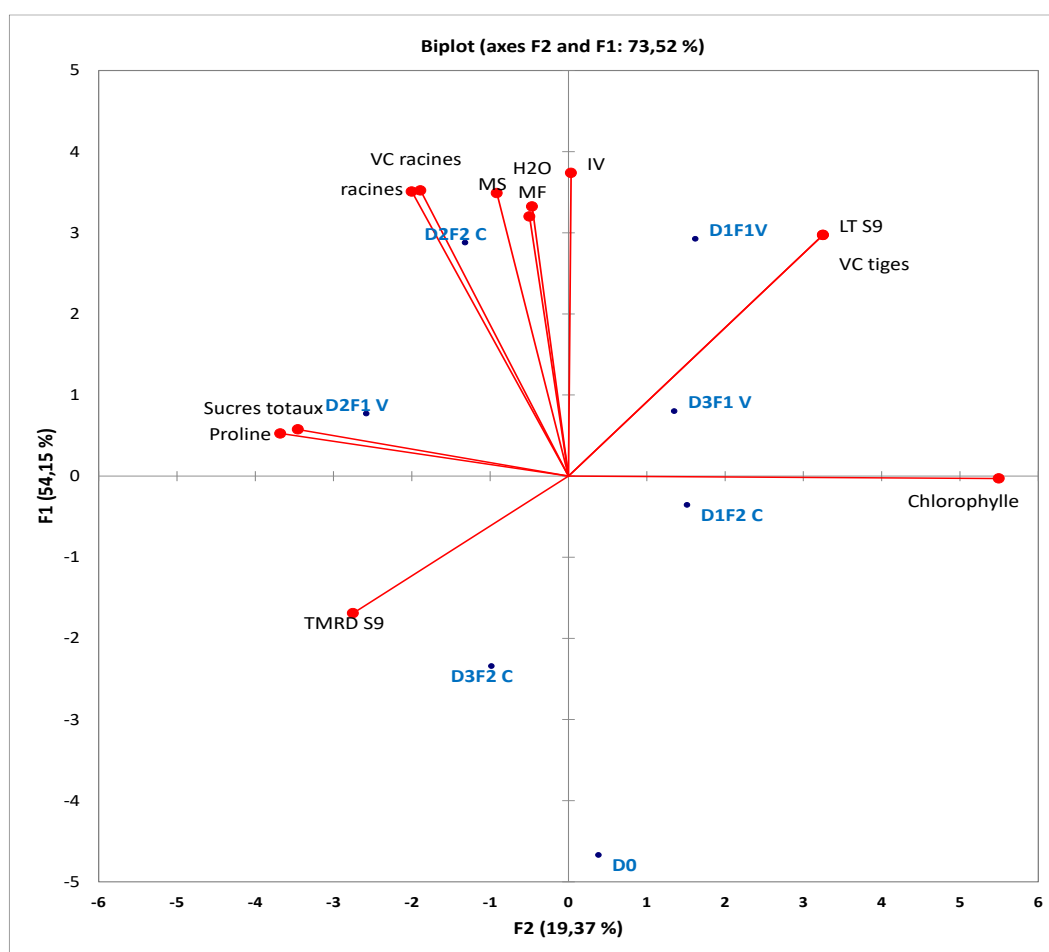


Figure N°27 : ACP des paramètres mesurés sur les plants

II- Discussion

I- Paramètre physico-chimiques du substrat

L'analyse de la granulométrie, indique que notre sol est léger (sableux) et présente un drainage rapide. La texture du sol, qui est une caractéristique intrinsèque et inaltérable, joue un rôle crucial dans le drainage et la disponibilité de l'eau, ainsi que dans la capacité du sol à retenir et échanger les nutriments (Jake, 2018). Le sol étudié est alcalin, avec un pH compris entre 7 et 8,5. Cependant, il est moins riche en éléments minéraux par rapport aux fertilisants organiques tels que le fumier de vache et le fumier de chèvre. L'analyse de ces derniers révèle qu'ils sont riches en calcium, en potassium, en azote, et présentent également une teneur élevée en carbone organique.

II – Paramètre de croissance et de développement des plants de L'aubergine

Cette étude vise à déterminer les doses optimales pour les fumiers de vache et chèvre sur les paramètres de croissance de l'aubergine. Il ressort des résultats de cette étude une variation très hautement significative des paramètres de croissance (hauteur des tiges, hauteur des racines et indice de vigueur, vitesse de croissance) entre les différentes dates de mesure. En effet, le rythme de croissance est plus important entre Semaine (6) et mesure Semaine (8). Ce qui pourrait s'expliquer par un niveau décomposition et une libération optimale d'éléments nutritifs notamment l'azote comme le stipule (**Bacyé, 1993**)

Concernant, l'effet du type de fertilisant et de la dose, il y a un effet significatif observé pour la hauteur des plants même si en valeur absolue la hauteur des plants est globalement plus importante avec l'effet fertilisant de vache et la dose D1F1V et D3F1V pour l'effet dose. Ce résultat peut s'expliquer par une bonne maturité du fumier comme indiqué par (**Larbi, 2006**) selon qui, la qualité des composts et les doses appliquées influencent directement les performances agromorphologiques.

Le taux relative moyen de développement des plants durant la TMRD P4 (Semaine 4) , aucune différence significative entre les différentes doses n'est observée quel que soit le type de fertilisant. Le taux relative moyenne de développement des plants le plus important est enregistré à la terre non fertile, une baisse de taux peut s'observer avec des fumiers immatures (**Larbi, 2006**).

et taux relatif moyen de développement des plants durant la TMRD P7 (Semaine 8), leur résultat montrent qu'il est significativement différent c'est l'effet du type de fertilisant et de la dose, le taux importante avec l'effet fertilisant de vache et la dose 1 et dose 3 respectivement, peut expliquer les nutriments notamment l'azote sont directement utilisé par les plantes au cours du temps (**Sylvia et al., 2005**)

Le taux relatif moyen de développement des plants durant la TMRD P8(Semaine 9), leur résultat montrent qu'il est significativement différent c'est l'effet du type de fertilisant et de la dose, le taux importante est D0 que les autres doses par rapport à TMRD P7(Semaine 8), ce qui se passe peut s'expliquer par le fait que la plupart des cultures de la famille des solanacées (Solanaceae), y compris les tomates et les aubergines, ne préfèrent pas un pourcentage élevé d'engrais organiques. Notez que nous avons appliqué 3 doses différentes : 10%, 12,5 % et 15% est considéré comme un pourcentage élevé .Ce dernier est considéré comme un pourcentage élevé par

rapport aux travaux précédents, car la plage de 1 à 5 est considérée comme optimale en fonction de (**Ben maiza, 2022**)

III – Paramètre biochimiques et physiologiques des plants d'aubergine

- Notre travail vis à déterminer les doses optimales pour les fumiers de vache et chèvre sur les paramètres biochimique et physiologique. Le test statistique prouve des différences hautement significatives au niveau de chlorophylle et sucre totaux et l'effet de dose et type de fertilisant, il y a un effet significatif observé pour la teneur en sucre totaux et la chlorophylle les deux sont importante avec l'effet de fumier de vache à la dose 1 et 2 et l'effet de fumier chèvre à la dose 2 de pour l'effet de dose, toujours la qualité et la dose aussi la variété influe sur la teneur en sucre et chlorophylle. La fertilisation azotée stimule la synthèse de la chlorophylle mais non la photosynthèse (Ernez et Lannoye 1991).

- L'altération de l'état physiologique des plantes, causée par des conditions environnementales défavorables. Concernant l'accumulation de proline, le test statistique montre des différences non significatives ; cela pourrait être dû à l'influence d'autres facteurs qui n'ont pas été pris en compte. Nos résultats révèlent une accumulation de proline dans les feuilles d'aubergine traitées avec deux types différents de fumiers à diverses doses, en particulier avec le fumier de vache à la dose D2F1, bien qu'un effet non significatif ait été observé pour cette accumulation. De nombreuses études indiquent qu'une augmentation marquée de la proline est connue comme un bio marqueur de stress (**Panda, 2003 ; Ben Khaled et al., 2003 ; Abdul, 2004 ; Leprince et al., 2004**). Cependant, selon une autre perspective, l'accumulation de proline n'est pas une réponse adaptative au stress, mais plutôt un signe de perturbation métabolique (**Hernandez et al., 2000**).

Conclusion

Conclusion:

Dans ce travail nous avons procédé aux analyses physico-chimiques d'un mélange de terre agricoles ainsi que deux types de fumiers (Chèvre et vache). Ensuite nous avons testé, à différentes doses, l'effet des deux fumiers sur la croissance, le développement et la vigueur de variété d'aubergine (Black beauty), 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 chèvre ;
- La hauteur des tiges de variété de l'aubergine a été caractérisée par une dynamique croissante, l'accroissement meilleur avec le fumier de vache notamment la dose D1F1 V ;
- La longueur des racines des racines s'est avérée aussi meilleure pour le fumier de chèvre notamment la dose D2F2 C ;
- Les vitesses de croissance des tiges pour ont manifesté les meilleures valeurs avec le fumier de vache, notamment la dose D1F1V ; et des racines pour ont manifesté les meilleures valeurs avec le fumier de chèvre, notamment la dose D2F2 C ;
- La dynamique des taux relatifs moyens de développement des tiges s'est caractérisé par des phases d'accroissement et de décroissement révélant une adaptation des plants aux traitements ;
- L'indice de vigueur mesuré sur les plants 'est caractérisé par les meilleures valeurs avec le traitement D2F2 C ;

-
- Les paramètres biochimiques et physiologiques (Sucres totaux, Chlorophylle et proline), mesurés dans les feuilles fraîches des plantules ont manifesté leurs insensibilités aux traitements utilisés durant le travail expérimental ;
- L'analyse en composante principale a révélé que le traitement D2F2 C est optimal pour la production de plants vigoureux et avec une bonne croissance des plants d'aubergine.

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 chamelles...) sur la croissance des plants d'aubergine ;
- 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

- Abdul, W. (2004).** Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 45: 133-141.
- Agbo, C., Chukwudi, P., & Ogbu, A. (2012).** Effects of rates and frequency of application of organic manure on growth, yield and biochemical composition of *Solanum melongena* L.(cv.'Ngwa Local') Fruits. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 14(2), 1952-1960.
- Aguiar, J., Molinar, R., & Valencia, J. (1998).** Eggplant production in California. *Vegatable Research an Information Center*, 1-3.
- Arias I.C.M ;Bhome and I.pinker (2003).** cultivation of Asian eggplan (*Solanummelongena* L.).
- Bacye, B. (1993).** Influence des systèmes de culture sur l'évolution du statut organique et minéral des ferrugineux et hydromorphes de la zone soudano-sahélienne (Province du Yatenga, Burkina Faso). Thèse doctorat, université d'Aix Marseille III, 243p.En effet, l'azote dans le compost est apporté sous forme organique ; ce qui nécessite une transformation de l'azote organique en azote minérale pour une bonne assimilation par les plantes (**Cobo et al., 2002**).
- 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.
- Balliu, A., Sallaku, G., & Kuci, S. (2007,October).** Nitrogen concentration in nutrient solution and module volume effects on the growth characters and yield potentials of eggplant seedlings. In *International Symposium on High Technology for Greenhouse System Management: Greensys2007* 801, 1373-1378.
- Beecher Gr, Holden Jm, Haytowitz Db, Gebhardt Se., (2006).** Prior RI. Concentrations Of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *J Agric Food Chem.* 2006;54(11):4069–75.View Article Pub Med Google Scholar.
- Ben khaled, L. Morte Gómez A., Ouarraquel, M., Oihabi, A.(2003).** Réponses physiologiques et biochimiques du trèfle (*Trifolium alexandrinum* L.) à la double association Mycorhizes-Rhizobium sous une contrainte saline. *INRA, EDP Sciences. Agronomie.* 23: 571–580.
- Ben maiza,(2022).**Effet de la dose de fertilisants organiques (fumier de vache et fumier de cheval) sur la croissance de plants de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
- Bohs, L and Weese, T, (2010).**Eggplant origins: Out of Africa, into the Orient. *Taxon*, 59, 49-56.
- Bonzi, M. (2002).** Evaluation et détermination du bilan de l'azote en sols cultivés du centre Burkina
- Bosser, J. (2000).** Flore des Mascareignes: 127 Convolvulacées à 135 Acanthacées. *IRD Edition*, p 27-28.
- Bremner, J.M., Mulvaney, C.S. (1982).** Nitrogen—Total. *Methods Soil Anal. Part 2. Chem. Microbiol. Prop. Am Soc Agron*, 9, 595–624.
- Brigitte. M, Chapitre I : Synthèse Bibliographique 15(2009).** Il L'aubergine a des propriétés antiseptiques, diurétiques et hémostatiques. améliore la digestion et aide à prévenir le risque des maladies dégénératives, les maladies cardiovasculaires.

- Caruso, G., Pokluda, R., S kara, A., Kalisz, A., Jezdinsky, A., & Grabowska, A. (2017).** Agricultural practices, biology and quality of eggplant cultivated in Central Europe. A review. *Horticultural Science*, 44(4), 201-212.
- Chaux, C.L., Foury, C. L.(1994).** Cultures légumières et maraichères .Tome II : légumineuses potagères, légumes fruit .Tec et Doc Lavoisier, Paris. p 563_214.
- Chen.C,H.M.Li, and Kalb, T(2002) :** eggplant production.
- Cronquist.a. (1988).**The evolution and Classification of Flowering plants. New York.
- Daniel Brossard (Ctifl Dpm), Novembre, (2002) .** Mémento Fruits &légumes, CTIFL, centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, 248, 249NY.
- El-Nemr, M., & al., e. (2012).** Yield and Fruit Quality of Eggplant as Affected by NPK-Sources and Micronutrient Application. *Journal of Applied Sciences Research*, 1351-1357.
- Erard, CTIFL., (2003) .** l'aubergine, Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. P32.
- FAO (2014).** FAOSTAT Production Databases. Available online at: <http://www.faostat.fao.org> (Accessed January 30, 2024).
- FAO STAT (2015),** sur faostat3.fao.org (consulté le 17 octobre 2015)
- Grubben G.J.H., Denton O.A.,(2004).** Ressources végétales de l'Afrique Tropicale 2(PROTA) ; légume, wageningen, pays-bas, P548-553.
- G.Marchoux, P.Gognalons and K.Gebre Selassie, Coord , (2008).**virus des solanacées:Du genome viral à la protection des cultures ,Edition Quae,paris,P.1,27 ,28.
- Hegde, D. (1997).** Nutrient Requirements of Solanaceous Vegetable Crops. Food and Fertilizer Technology Center.
- Hegde, D. (1997).** Nutrient Requirements of Solanaceous Vegetable Crops. Food and Fertilizer Technology Center.
- Hernandez, S., Deleu C., Larher F.(2000).** Accumulation de proline dans les tissus foliaire de tomates en réponse à la salinité. *Life Science*, 323: 551-557.
- Hirakawa H, Shirasawa K, Miyatake K, Nunome T, Negoro S, Ohyama A, Yamaguchi H, S Sato, Isobe S, Tabata S, Fukuoka H.,(2014).**DNA Research, sous presse. Projet de séquence génomique de l'aubergine (*Solanum melongena* L.) : les espèces représentatives de *Solanum* indigènes à l'ancien monde).
- Hortipratic CTIFL (2003),** Fiches aubergine industrie OP Sud Ouest Bio 2007, CDA 31 2007, aubergine CIVAM BIO 66 2003.
- Huth, C.J & Pellmyer,D. (1997).** Nutrient requirements of solanaceous vegetable crops. *Indian journal of agricultural sciences* 58, 668-672.
- Idio, A., & Adinya, I. (2017).** Analysis of different rates of N.P.K. (15:15:15) fertilizer on yield of eggplant (*Solanum melongena*) in cross River University of Technology Teaching and Research Farm,Obubra Campus, Cross River State , Nigeria. *Net journal of agricultural science*,5(4), 121-125.
- Im K, Lee JY, Byeon H, Hwang KW, Kang W, Whang WK, Min H,(2016).** In Vitro antioxidative and anti-inflammatory activities of the ethanol extract of eggplant (*Solanum melongena*) stalks in macrophage RAW 264.7 cells. *Food Agr Immunol.*, 27: 758-771.
- Jake, Munroe, (MAAARO) (Mai, 2018).**ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation et des Affaires rurales de l'Ontario Publication 611F, 3e édition .
- Jeshajahu ., 18 January (2018).** Eggplant By Lat. *Solanum melongena*, Solanaceae, Fr. Aubergine, Ger. Eierfrucht, It. Melanzana, Sp. Berenjena,. Nothmann Book Handbook of Fruit Set and Development 1st Edition.

- Kader, A.A., (2008).** Flavor quality of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1863–1868. -(statistiques du Ministère de l’Agriculture. agroligne., 2014 ;N° 87.
- 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 IOR/Bobo, Burkina Faso. 120p.
- Kihara, J., Fatondji, D., Jones, J. W., Hoogenboom, G., Tabo, R., & Bationo, A. (Eds.). (2012).** Improving soil fertility recommendations in Africa using the decision support system for agrotechnology transfer (DSSAT). Springer Science & Business Media.
- 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
- Kostadinov, K., & Kostadinova, S. (2014).** Nitrogen efficiency in eggplants (*Solanum melongena* L.) depending on fertilizing. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(2), 287-292.
- Larbi, M. ; (2006).** Influence de la qualité des composts et de leurs extraits sur la protection des plantes contre les maladies fongiques. Thèse de doctorat. Université de Neuchâtel, Faculté des Sciences, 161.
- Le prince, A.S., Lefebvre D., Ghars M.A., Parre E., Thierry L., Bordenave M., Richard L., Savouré, A. (2004).** Signalling pathways involved in proline metabolism regulation under hyperosmotic stress in *Arabidopsis thaliana*. *Bull. biot.* 134: 69-74.
- Mathieu, C. ; Pieltain, F. (2003).** Analyse Chimique des Sols Méthodes Choisies ; TEC & DOC Lavoisier: Paris, France; 388p.
- Mcgregor , SE ,(1976) .** Eggplant. chapitre 6: common vegetables for seed and fruit insect pollination of cultivated crop.
- Mennella, G; Lo Scalzo, R; Fibiani, M; D’Alessandro, A; Francese, G; Toppino, L; Acciarri, N; de Almeida, A.E.; Rotino, G.(2012).** Chemical and bioactive quality traits during fruit ripening in eggplant (*S. melongena* L.) and allied species. *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 11821–11831.
- Messiaen ,C,M ; Messiaen P. F, (2009).** Le potager familial méditerranéen, Ed. Quae, Hermann, Paris, 100-102p.
- N.C. CHEN, H.M.LI., (2000).** Cultivation and breeding of eggplant, Asian vegetable Research and Development center.
- Nisha, P., Abdul Nazar, P. & Jayamurthy. P., (2009).** A comparative study on antioxidant activities of different varieties of *Solanum melongena*. *Food and Chemical Toxicology* 47, 2640–2644.
- Noda ,Y; Kaneyuki ,T; Igarashi ,K; and Mori A,(2000).** Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant peels. *Toxicology.*, 148(2-3): 119-123.4.
- Noda, Y., Kneyuki, T., Igarashi, K., Mori, A. & Packer, L., (2000).** Antioxidant activity of nasunin, an anthocyanin in eggplant Peels. *Toxicology* 148, 119–123.
- Oloniruha, J. A. (2011).** Effect of Graded Levels of Nitrogen on Growth and Yield of Eggplant (*Solanum Melongena*) in Kabba, Southern Guinea Savanna Ecological Zone of Nigeria. *Journal of Life Sciences* 5, 725-727.
- Panda, S. K.(2003).** Heavy-metal phytotoxicity induces oxidative stress in a moss, *Taxithellium* sp. *Science*. 84(5), 10: 631-633.
- Prohens J, Whitaker BD, Plazas M, Vilanova S, Hurtado M, Blasco M, Gramazio P, Stommel JR,(2013).** Genetic diversity in morphological characters and phenolic acids content resulting from an interspecific cross

- between eggplant, *Solanum melongena*, and its wild ancestor (*S. incanum*). *Ann Appl Biol.*, 162: 242-257.
- Radford P J .(1967).** Growth analysis formulae- Their use and Abuse. *Crop Science*, Vol7, N°3,
- RICHARD, A. (1823).** Botanique médicale, ou histoire naturelle et médicale : des médicaments, des poisons et des aliments, tirés du règne végétal. Edition Béchet jeune, volume 1, p 291.
- Sabolu et al, (2014).**(*Solanum melongena* L.) growth and evapotranspiration. *Irrig. Drain.* 2010, 59, 203–214.
- Sanogo.(2006).**Cultures maraîchères. https://www.memoireonline.com/02/16/9434/m_Determination-des-isothermes-de-sorption-adsorption-desorption--de-l-aubergine-solanum-mel4.html.cas.
- Sarker, B., Roy, B., Sultana, B., & Basak, B. (2011).** Yield potential of some eggplant varieties under plant growth regulator. *Journal of Innovation and Development Strategy*, 5(1), 34-37.
- Sedogo, P. M, (1993).** Evolution des sols ferrugineux lessivés sous culture: incidence des modes de gestion sur la fertilité. Doctorat es Sciences Naturelles (Agroécopédologie). Université Nationale de Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire. 295p.
- Selena, C., (2008).** Mes petites soupes magiques : Fraîches, désaltérantes, ces soupes nouvelle génération » sauront égayer déjeuners ou dîner d'une touche originale et colorée. Leduc. Éditions, p32.
- Sharma, S., & Brar, J. (2008).** Nutritional requirements of brinjal (*Solanum melongena* L.)-A review. *Agric.Rev.* 29(2), 79-88.
- Souza, Á. H., Rezende, R., Lorenzoni, M. Z., Seron, C. D., Hachmann, T. L., & Lozano, C. S. (2017).** Response of eggplant fertigated with doses of nitrogen and potassium. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 21(1), 21-26.
- Submitted, (2012):**HALID, <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00752358>., P.14.
- Sylvia D. M., Hartel P. G., Furhmann J., Zuberer D. (2005).** Principles and applications of soil microbiology. 2nd Edn. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, 81p.
- Todaro, A., Cimino, F., Rapisarda, P., Catalano, A.E., Barbagallo, R. N. & Spagna G., (2009).** Recovery of anthocyanins from eggplant peel. *Food Chemistry* 114, 434- 439.
- TOURTE., (2005).** Histoire de la recherche agricole en Afrique Tropicale Francophone volume 1, aux sources de l'agriculture africaine : de la préhistoire au moyen âge, FAO2005.
- Ünlükara, A; Kurunç, A; Kesmez, G.D; Yurtseven, E; Suarez, D.L(2010).** Effects of salinity on eggplant.
- Whitaker BD, Stommel JR(2003).**Distribution of Hydroxycinnamic acid conjugates in fruit of commercial eggplant (*Solanum melongena* L.) cultivars. *J Agr Food Chem.*, 51(11): 3448-3454.