



UNIVERSITÉ
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

République Algérienne Démocratique et Populaire
Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem
Faculté Des Sciences de La Nature et de La Vie
Département de Biotechnologie



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOTECHNOLOGIE

Spécialité : Biotechnologie et valorisation des plantes

Par

BENJELLAL Assinete Fatima Zahra

Thème :

Rôle de déchets de thé déjà infusé (engrais bio) sur la croissance et le rendement de l'aubergine

Soutenue le 07/07/2026 devant le jury composé de :

Présidente	Dr. Douas Bengoudira Fatiha	MCA	Université de Mostaganem
Encadreur	Dr. Mortet Ahmed	MCB	Université de Mostaganem
Examinatrice	Dr. Osmane Badiaa	MCB	Université de Mostaganem

Année Universitaire : 2025/2026

Remerciements

Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux. Paix et salut sur notre **Prophète Mohammed (ﷺ)**.

Avant tout, je remercie Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé la vie, la santé, la force, la patience, la sagesse et la volonté nécessaires pour mener à bien ce modeste travail.

Ce mémoire, intitulé « **Rôle des déchets de thé déjà infusé (engrais bio) sur la croissance et le rendement de l'aubergine** », a été réalisé sous la direction de **Dr. Mortet Ahmed Habib**.

Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude pour son encadrement, sa disponibilité, sa patience, ses précieux conseils, son soutien constant ainsi que la confiance qu'il m'a accordée tout au long de la réalisation de ce travail. Ses compétences scientifiques, sa rigueur et ses orientations ont été d'une aide précieuse et ont largement contribué à l'aboutissement de cette étude.

J'adresse mes sincères remerciements à **Madame la Présidente du jury, Dr. Douas Fatiha**, pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider ce jury et d'évaluer ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à **Madame l'Examinatrice, Dr. Osmane Badia**, pour avoir accepté d'examiner ce mémoire et pour le temps consacré à son évaluation, ainsi que pour ses remarques et suggestions enrichissantes.

Je remercie chaleureusement l'ensemble des enseignants du **Département de Biotechnologie et Valorisation des Plantes** de l'**Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem**, pour la qualité de leur enseignement, leur disponibilité ainsi que les connaissances et les compétences qu'ils m'ont transmises tout au long de mon parcours universitaire.

J'adresse également mes plus sincères remerciements à **la ferme de Mazagran**, qui m'a accueillie et m'a offert les conditions nécessaires à la réalisation de la partie expérimentale de ce travail. Mes remerciements vont également à l'ensemble des travailleurs de la ferme pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité, leur aide précieuse et leur collaboration tout au long de cette étude.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire et m'ont apporté leur soutien durant cette expérience.

À toutes et à tous, j'adresse mes plus sincères remerciements et ma profonde reconnaissance.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères à mon cœur
À ma chère grand-mère,

Toi qui m'as élevée avec un amour inconditionnel, qui as cru en moi et qui m'as appris les valeurs du travail, du courage et de la persévérance. Bien que tu nous aies quittés le jour de l'Aïd, avant de voir ce rêve se réaliser, ton souvenir m'accompagne à chaque étape de ma vie et dans chacune de mes réussites. Ce diplôme est aussi le tien. Qu'Allah t'accorde Sa miséricorde et t'accueille dans Son vaste Paradis. Tu demeureras à jamais dans mon cœur.

À ma chère sœur et mon enseignante bien-aimée, Nouria,

Tu as été mon guide, mon modèle et ma plus belle source d'inspiration depuis mon plus jeune âge. Ton affection, tes précieux conseils et la confiance que tu as toujours placée en moi ont contribué à faire de moi la personne que je suis aujourd'hui.

Même si tu n'es plus parmi nous, ton souvenir continue de m'accompagner et de m'inspirer chaque jour. Je t'offre ce travail avec un amour éternel. Qu'Allah t'accorde le plus haut degré du Paradis.

À mon merveilleux père, le meilleur papa du monde,

Merci d'avoir toujours été mon refuge, mon plus grand soutien et une source inépuisable de courage. Par ton amour, tes sacrifices et tes encouragements, tu m'as donné la force de poursuivre mes rêves sans jamais renoncer.

Je t'adresse ce travail avec une immense fierté et une profonde reconnaissance. Cette réussite est autant la tienne que la mienne.

À ma très chère maman,

À celle qui m'a toujours entourée de son amour, de sa tendresse et de ses prières. Merci pour ta patience, tes sacrifices et ton soutien indéfectible à chaque étape de mon parcours.

Sans toi, ce chemin aurait été bien plus difficile.

À mes chers frères, Achraf et Ahmed Yacine,

Merci pour votre présence, vos encouragements et tous les moments de complicité que nous avons partagés. Votre confiance en moi m'a toujours encouragée à avancer avec détermination.

Assinete Fatima Zahra



Résumé

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet des déchets de thé déjà infusés sur la croissance des plantules d'aubergine (*Solanum melongena* L.). L'expérimentation a été réalisée à la ferme de Mazagran (Mostaganem) en utilisant deux modes d'application des déchets de thé : en amendement solide incorporé au sol et en solution liquide d'irrigation, à des concentrations de 1%, 2% et 3%, comparées à un témoin.

Les résultats obtenus montrent que les déchets de thé améliorent significativement la croissance des plantules. Les traitements à **2% et 3%**, en particulier sous forme liquide, ont favorisé l'augmentation de la longueur des tiges et des racines, du nombre de feuilles, de la surface foliaire ainsi que des biomasses fraîche et sèche. Une amélioration du statut hydrique des plantes a également été observée, avec une augmentation de la teneur relative en eau et une diminution de la perte relative en eau. Les analyses biochimiques ont révélé une augmentation des teneurs en chlorophylles, en sucres, en polyphénols et en flavonoïdes chez les plantules traitées.

Ces résultats montrent que les déchets de thé constituent un amendement organique prometteur, capable d'améliorer la croissance et les performances physiologiques de l'aubergine, tout en contribuant à la valorisation des déchets agroalimentaires et au développement d'une agriculture plus durable.

Mots-clés : *Solanum melongena* L., déchets de thé, croissance, paramètres physiologiques, composés biochimiques, amendement organique.

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of spent tea waste on the growth of eggplant (*Solanum melongena* L.) seedlings. The experiment was conducted at the Mazagran experimental farm (Mostaganem, Algeria) using two application methods: solid tea waste incorporated into the soil and liquid tea extract applied through irrigation at concentrations of 1%, 2%, and 3%, compared with an untreated control.

The results showed that tea waste significantly enhanced seedling growth. The **2% and 3% treatments**, particularly in liquid form, promoted increases in shoot and root length, leaf number, leaf area, and fresh and dry biomass. An improvement in the water status of the seedlings was also observed, reflected by higher relative water content and lower relative water loss. Biochemical analyses revealed increased chlorophyll, sugars, total polyphenols, and flavonoids contents in treated seedlings.

These findings indicate that spent tea waste is a promising organic amendment capable of improving the growth and physiological performance of eggplant while contributing to the recycling of agro-food waste and promoting sustainable agricultural practices.

Keywords: *Solanum melongena* L., spent tea waste, growth, physiological parameters, biochemical compounds, organic amendment.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى تقييم تأثير مخلفات الشاي المستعملة بعد النقع على نمو شتلات الباذنجان. أُجريت التجربة في مزرعة مزغران بولاية مستغانم (الجزائر)، حيث استُخدمت مخلفات الشاي بطريقتين: كمحسن عضوي يخلط مع التربة، وكمستخلص سائل يضاف مع مياه الري، وذلك بتركيزات 1% و2% و3%، مقارنة مع شاهد دون إضافة.

أظهرت النتائج أن مخلفات الشاي حسّنت بشكل ملحوظ نمو الشتلات، حيث حققت التراكيز 2% و3%، خاصة عند استعمالها في الصورة السائلة، أفضل النتائج من خلال زيادة طول الساق والجذور، وعدد الأوراق، والمساحة الورقية، والكتلة الحيوية الطازجة والجافة. كما لوحظ تحسن في الحالة المائية للنباتات، تمثل في ارتفاع المحتوى المائي النسبي وانخفاض الفقد النسبي للماء. وأظهرت التحاليل الكيميائية الحيوية زيادة في محتوى الكلوروفيل والسكريات والبوليفينولات والفلافونويدات لدى الشتلات المعاملة.

تؤكد هذه النتائج أن مخلفات الشاي تُعد محسناً عضوياً واعداً يمكنه تحسين نمو وأداء شتلات الباذنجان، مع المساهمة في تهمين المخلفات الزراعية الغذائية وتعزيز ممارسات الزراعة المستدامة.

الكلمات المفتاحية: الباذنجان، مخلفات الشاي، النمو، المؤشرات الفسيولوجية، المركبات الكيميائية الحيوية، المحسن العضوي.

Liste des figures

Figure 1 : Système racinaire de l'aubergine	7
Figure 2 : Les feuilles de l'aubergine.	8
Figure 3 : Les fleurs de l'aubergine (Photo originale).	8
Figure 4 : fruit d'aubergine.	9
Figure 5 : Les variétés d'aubergine (Bhasker et Ramesh Kumar, 2015)	10
Figure 6 : Plan de fertilisation spécifique pour l'aubergine.	11
Figure 7: Thrips (A), Mouches blanches (B), Helicoverpa armigera (C) sur tomate,	12
Figure 8 : les pucerons sur la feuille d'aubergine.	13
Figure 9 : les principaux pathogènes de l'aubergine	13
Figure 10 : La classification botanique de l'espèce Camellia Sinensis (Cronquist,1988).	20
Figure 11: La plante Camellia sinensis (Ashida et al., 2004).	21
Figure 12: Phases de métamorphose des feuilles du Camellia Sinensis (Monograph, 2000). ..	23
Figure 13: Étapes clés du processus de fabrication du thé vert (Zhang et al.,2021).	23
Figure 14 : les principales molécules des polyphénols (Mossion, 2007).	25
Figure 15 : Caféine (Abdul Mumin, 2006).	26
Figure 16: Théophylline et Théobromine (David R,2009).	26
Figure 17 : les différents types de pigments (© Parlons sciences, 2022).	28
Figure 18 : Localisation géographique de la wilaya de Mostaganem.	32
Figure 19: Ferme de Mazagran.	33
Figure 20 : Sachet de semences de l'aubergine variété CLASSIC F1 de Clause Vegetable Seeds utilisée dans l'expérience.	34
Figure 21 : le thé infusé utilisé dans l'expérience.	34
Figure 22 : étape 1 : hydratation des graines.	35
Figure 23: dispositif expérimental des traitement thé solide (compost).	36
Figure 24 : dispositif expérimental de traitements de thé liquide.	37
Figure 25: Variation de la longueur racinaire, de la longueur aérienne et de la longueur totale en fonction des traitements.	46
Figure 26 : Effet des traitements sur le poids frais des plantules.	49
Figure 27. Effet des différents traitements sur le poids sec racinaire, aérien et total des plantes.	51
Figure 28. Effet des différents traitements sur la matière sèche totale (%) des plantes.	53
Figure 29. Effet des différents traitements sur la surface foliaire (cm ²) des plantes.	54
Figure 30. Effet des différentes concentrations de marc de thé sur la teneur relative en eau (RWC %) des plantes.	56
Figure 31. Effet des différents traitements sur la perte relative en eau (RWL) des plantes après 30, 60 et 120 minutes.	58
Figure 32. Effet des différents traitements sur la matière sèche foliaire des plantes.	59
Figure 33. Effet des différents traitements sur le déficit hydrique de saturation (DHS) des plantes.	61
Figure 34: Effet des différents traitements sur la teneur moyenne en chlorophylle des plantes.	62
Figure 35 : Variation de la teneur en caroténoïdes xanthophylles (µg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.	64
Figure 36 : Variation de la teneur en sucres solubles (mg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.	66
Figure 37 : Variation de la teneur en polyphénols (mg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.	68
Figure 38 : Variation de la teneur en flavonoïdes (mg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.	71

Liste Des Tableaux

Tableau 1: les variétés d'aubergine et leurs principales caractéristiques	9
Tableau 2 : Production mondiale de l’aubergine	16
Tableau 3 : Statistique de ministère d’agriculture en 2023 de l’aubergine en Algérie	16
Tableau 4 : Types des thés.	22
Tableau 5 : Éléments chimiques du thé vert	24
Tableau 6: les principales composées minérales	27
Tableau 7: Les teneurs en vitamines du thé vert	28
Tableau 8 : Doses du marc de thé dans le sol (amendement).	35

Listes Des Abréviations

Abréviation	Signification
AA	Acides aminés
ADP	Adénosine diphosphate
ANSES	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ATP	Adénosine triphosphate
CGA	Acide chlorogénique (Acide 5-O-caféoylquinique)
cm	Centimètre
°C	Degré Celsius
EC	Épicatéchine
ECG	Épicatéchine gallate
EGC	Épigallocatechine
EGCG	Épigallocatechine gallate
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
F1	Première génération hybride
g	Gramme
G %	Taux de germination
h	Heure
ha	Hectare
HR	Humidité relative
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
ITA	Institut Technique Agricole
JGF	Jours jusqu'à la germination finale
kg	Kilogramme
L	Litre
MDG	Moyenne journalière de germination
mg	Milligramme
mL	Millilitre
mm	Millimètre
N	Azote
Ng	Nombre total de graines
P	Phosphore
POD	Peroxydase
PPO	Polyphénoloxydase
qx	Quintal
RWC	Relative Water Content (Teneur relative en eau)
RWL	Relative Water Loss (Perte relative en eau)
T	Témoin
t ₅₀	Temps nécessaire pour atteindre 50 % de germination
V	Volume
%	Pourcentage
µg	Microgramme

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	III
Abstract.....	IV
الملخص	V
Liste des figures.....	VI
Liste Des Tableaux.....	VII
Listes Des Abréviations.....	VIII
TABLE DES MATIERES.....	IX
INTRODUCTION GENERALE	1
Introduction.....	2
Rappels bibliographiques	4
1.1 Production d’aubergines à l’échelle mondiale.	7
1.2 Description botanique de l'aubergine.....	7
A. Système racinaire.....	7
B. Feuilles	8
C. Fleurs	8
D. Fruit	9
1.3 Variétés.....	9
1.4 Exigences climatiques de la plante	10
1.4.2 Humidité relative	10
1.4.3 Sol.....	11
1.4.4 Besoins en eau	11
1.5 Fertilisation	11
1.6 Principales maladies et ravageurs de l’aubergine	11
a) Mildiou	12
b) Pucerons.....	13
c) Principaux pathogènes de l’aubergine.	13
d) Tache foliaire à <i>Cercospora</i> (Cercospora Leaf Spot ou Frog-Eye Spot)	14
e) Alternariose ou brûlure précoce (Early Blight).....	14
f) Oïdium (Powdery Mildew).....	14
g) Tache cible (Target Spot)	14
h) Maladie des petites feuilles (Little Leaf Disease).....	15
i) Brûlure à Phomopsis et pourriture des fruits.....	15
j) Pourriture molle à Choanephora	15
k) Anthracnose	15
➤ L’aubergine en Algérie :.....	16
➤ Importance nutritionnelle et médicinale de l’aubergine.....	17

CHAPITRE II : GÉNÉRALITÉS SUR LE THÉ	19
2. Classification Systématique	20
2.1 Description botanique	20
2.2 Répartition géographique et habitat	21
2.3 Les variétés de thé	21
2.4 Production et consommation du thé vert dans le monde.....	22
2.5 Les procédés de fabrication des thés verts	23
2.6 Compositions chimiques des feuilles de thé	23
2.6.1 Les polyphénols	24
2.6.2 Les bases puriques	25
➤ La caféine	25
➤ La théophylline et la théobromine	26
2.6.3 Les glucides	26
2.6.4 Les enzymes	26
2.6.5 Les composés minéraux.....	27
2.6.6 Les pigments.....	27
2.6.7 Les vitamines.....	28
2.6.8 Les acides aminés	28
2.6.9 Les lipides.....	28
2.7 L'effet de l'utilisation de thé vert comme un engrais bio.....	29
Partie expérimentale.....	30
CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODES	31
➤ Objectif de l'étude	32
3. Localisation géographique du site expérimental.....	32
3.2 Ferme de Mazagran	32
4. Matériel végétal	33
4.2 Thé infusé.....	34
4.3 Pré-germination	35
4.4 Substrat de culture (sol)	35
5.1.2 Deuxième partie : arrosage avec eau enrichie en déchets de thé (thé liquide).....	36
5.2 Semis et conduite de l'expérience.....	37
▪ Arrosage :	37
▪ Récolte des plantes	38
6. Paramètres étudiés	38
6.1 Paramètres morphologiques et biométriques	38
6.1.1 Longueur racinaire, aérienne et totale.....	38
6.1.2 Poids frais aérien, racinaire et total.....	38
6.1.3 Poids sec aérien, racinaire et total.....	39

6.2	Paramètres physiologiques (hydriques)	40
6.2.2	Matière sèche foliaire (MSF).....	40
6.2.3	Teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC).....	40
6.2.4	Taux de déperdition d'eau (Relative Water Loss) RWL	41
6.2.5	Déficit hydrique de saturation (DHS).....	42
6.3	Paramètres biochimiques	42
6.3.2	Dosage des sucres solubles totaux	43
6.3.3	Dosage des polyphénols totaux.....	43
6.3.4	Dosage des flavonoïdes totaux	44
6	Analyses statistiques.....	44
	CHAPITRE IV : Résultats et Discussion	45
4.	RÉSULTATS.....	46
4.1	Effet des traitements sur la longueur des plantules	46
4.2	Effet des traitements sur le poids frais des plantules	48
4.3	Effet des traitements sur le poids sec des plantules	50
4.4	Effet des traitements sur la matière sèche totale des plantules.....	52
4.5	Effet des traitements sur la surface foliaire des plantules	54
4.6	Effet des traitements sur teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC) des plantules.....	55
4.7	Effet des traitements sur le taux de perte relative en eau (Relative Water Loss) RWL des plantules.	57
4.7	Effet des traitements sur la matière sèche foliaire (MSF) des plantules.	59
4.8	Effet des traitements sur le déficit hydrique de saturation (DHS) des plantules..	60
4.9	Effet des traitements sur la teneur moyenne en chlorophylle des plantules.....	61
4.10	Effet des traitements sur la teneur moyenne en caroténoïdes xanthophylles.....	63
4.11	Effet des traitements sur la teneur moyenne en sucres solubles.....	65
4.12	Effet des traitements sur la teneur moyenne en polyphénols	68
4.13	Effet des traitements sur la teneur moyenne en flavonoïdes	70
	CONCLUSION GENERALE	74
	Conclusion et perspectives.....	75
	Références Bibliographique	77
	Références Bibliographique.....	78
	Annexe	86

INTRODUCTION GENERALE

Introduction

Face à l'accroissement constant de la population mondiale et à la demande alimentaire grandissante qui en découle, il devient indispensable d'adopter des stratégies de production adaptées permettant d'optimiser le rendement des cultures horticoles tout en préservant l'environnement (**Fanzo, 2015 ; Shu et al., 2022**). L'amélioration de la productivité agricole constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour assurer la sécurité alimentaire mondiale, notamment dans un contexte marqué par la raréfaction des ressources naturelles, la dégradation des sols et les effets croissants des changements climatiques.

Les engrais chimiques, bien qu'ils apportent aux plantes les éléments nutritifs essentiels tels que l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K), présentent de nombreux effets néfastes sur la santé humaine et l'environnement (**Cai et al., 2018**). Plusieurs études ont montré qu'ils accélèrent la dégradation des sols (**Liu et Xie, 2018**), contaminent les eaux de surface et les eaux souterraines (**Zhang et al., 2018**), réduisent les rendements agricoles ainsi que la qualité nutritionnelle des cultures (**Rahman et Zhang, 2018**). En outre, leur utilisation favorise l'apparition de maladies chez l'homme et les animaux (**Nicolopoulou-Stamati et al., 2016**) et contribue à la diminution de la biodiversité (**Wintermantel et al., 2019**). À long terme, cette dépendance aux fertilisants minéraux peuvent compromettre la durabilité des systèmes agricoles et accentuer les déséquilibres écologiques.

Dans ce contexte, l'agriculture biologique apparaît comme une alternative prometteuse pour une production plus durable, reposant sur l'utilisation d'engrais respectueux de l'environnement et de pratiques agricoles plus écologiques (**Vasseghian et al., 2022**). Parmi ces alternatives, les amendements organiques occupent une place importante. Ils améliorent significativement la productivité agricole en fournissant aux plantes des quantités adéquates de nutriments tout en préservant les propriétés physicochimiques du sol (**Turan et al., 2019**). Le marc de thé, résidu organique abondamment produit après l'infusion des feuilles de thé, constitue un amendement potentiel pouvant être valorisé en agriculture. Souvent considéré comme un déchet ménager ou agroalimentaire, il renferme néanmoins une quantité appréciable de matière organique, de composés phénoliques et d'éléments minéraux susceptibles d'améliorer la fertilité des sols et le développement des plantes.

En Algérie, l'agriculture représente un secteur stratégique en raison de son rôle essentiel dans la sécurité alimentaire, l'aménagement du territoire et le développement des filières agro-industrielles. Face aux défis liés aux changements climatiques et à l'augmentation de la

Demande alimentaire, il est nécessaire de développer des stratégies permettant d'améliorer l'adaptation des espèces cultivées afin d'accroître la qualité et le rendement des productions agricoles (**Den Hartigh, 2014**). La valorisation des résidus organiques disponibles localement s'inscrit dans cette perspective de développement durable et d'économie circulaire, en permettant à la fois la réduction des déchets et l'amélioration des performances agricoles.

Parmi les cultures maraîchères les plus importantes destinées à l'alimentation humaine figurent l'aubergine (*Solanum melongena* L.). Cette espèce est l'un des légumes les plus cultivés et consommés dans le monde en raison de sa valeur nutritionnelle, de son intérêt économique et de sa capacité d'adaptation à diverses conditions climatiques (**FAO, 2014**). En raison de son importance agronomique et de sa sensibilité aux conditions de culture, l'aubergine représente un modèle intéressant pour évaluer l'efficacité de nouveaux amendements organiques.

Dans le cadre du développement d'une agriculture plus durable et respectueuse de l'environnement, cette étude porte sur l'utilisation du marc de thé comme amendement organique dans la culture de l'aubergine. L'objectif principal est d'évaluer son effet sur les plantules d'aubergine à travers l'analyse des paramètres morphologiques, biométriques et biochimiques. Deux modes d'application ont été étudiés : l'application racinaire et la pulvérisation foliaire. L'étude vise également à évaluer, dans le cas de l'application racinaire, la capacité du marc de thé à améliorer l'absorption des nutriments et à réduire le recours à la fertilisation minérale conventionnelle. Les expérimentations ont été réalisées dans des conditions agronomiques contrôlées afin d'apprécier le potentiel de valorisation de ce résidu organique dans la culture de l'aubergine et de contribuer au développement de pratiques agricoles plus durables.

Le présent mémoire est structuré en deux parties principales. La première partie, consacrée à la synthèse bibliographique, comprend deux chapitres : le premier présente les généralités sur l'aubergine, tandis que le second est consacré au thé, à sa composition et à ses propriétés. La deuxième partie est dédiée à l'étude expérimentale et comprend un chapitre décrivant les matériels et méthodes, suivi d'un chapitre présentant les résultats obtenus et leur discussion. Enfin, ce travail s'achève par une conclusion générale résumant les principaux résultats et proposant quelques perspectives de recherche.

Rappels bibliographiques

CHAPITRE I : L'aubergine (*Solanum melongena* L)

L'aubergine est une plante potagère largement cultivée pour ses fruits nutritifs. Sa croissance dépend fortement des conditions du sol et des apports en nutriments.

1. Généralités sur l'aubergine (*Solanum melongena* L)

L'aubergine (*Solanum melongena* L.), également connue sous le nom de brinjal, melanzane ou berenjena est l'une des cultures légumières les plus appréciées dans tous les pays tropicaux et subtropicaux (Doijode, 2012). Le terme aubergine provient du fruit qui a la forme d'un œuf. C'est un légume prisé, cultivé pour ses fruits que l'on peut manger (Liu et al., 2021).

La famille des Solanaceae est l'une des familles de plantes à fleurs les plus indispensables et étendues. Elle occupe une vaste gamme d'habitats écologiques dans les zones tropicales (Meyer, Bamshad, Fuller et Litt, 2014).

L'aubergine est une plante qui préfère la chaleur, largement cultivée dans les zones de l'Amérique du Nord. (Scorsatto et al, 2019) ; Daunay et Hazra, 2012). Elle produit une vaste gamme de fruits qui diffèrent par leurs formes, leurs tailles et leurs couleurs (San José et al., 2016).

Cette famille qui comporte 98 genres et environ 2.700 espèces. Environ la moitié des espèces de Solanacées appartiennent au genre *Solanum*.

La classification de l'aubergine selon Douglas Harper, 2017, est comme suit :

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne.	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement (Division)	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	<i>Solanales</i>
Famille	<i>Solanaceae ; Solanacées</i>
Sous-famille	<i>Solanoideae</i>
Genre	<i>Solanum</i>
Sous genre	<i>Leptostemonum (Dun) Bitt</i>
Espèce	<i>Solanum melongena</i> L.

Plantée principalement pour son fruit qui est consommé comme un légume-fruit, elle se cultive dans les régions chaudes d'Algérie. Les zones à considérer seraient les suivantes :

- Côte : Alger, Tipaza, Boumerdes et Mostaganem.

- Sous-littoral : Blida,
- Plaines intérieures : Laghouat, Ghardaïa, M'sila et Mascara.

En Algérie, les types de plantes les plus répandus sont : Galine, Adria, Berinda, Rima, Violette longue Hâtive (VLH), Black Beauty, Ronde de Valence et Rondona.

1.1 Production d'aubergines à l'échelle mondiale.

C'est environ 60,8 millions de tonnes par an, avec un chiffre d'affaires net dépassant les 60 milliards de dollars US par an, ce qui classe ces solanacées en cinquième position derrière la pomme de terre, la tomate, le poivron et le tabac (FAO, 2023).

1.2 Description botanique de l'aubergine

L'aubergine est une plante herbacée généralement cultivée comme annuelle bien qu'elle soit de nature bisannuelle (Jeshajahu, 2018). Elle présente un port buissonnant, avec une hauteur variante entre 0,5 et 1,5 m et des tiges ramifiées recouvertes de poils étoilés (Bossier, 2000).

A. Système racinaire

Le système racinaire est de type pivotant en semis direct, ou fasciculé avec des racines adventives en cas de repiquage. Bien que relativement superficiel (environ 50 cm), il permet une bonne exploration du sol (Errard, 2003 ; Gebhardt et Christiane ,2016).

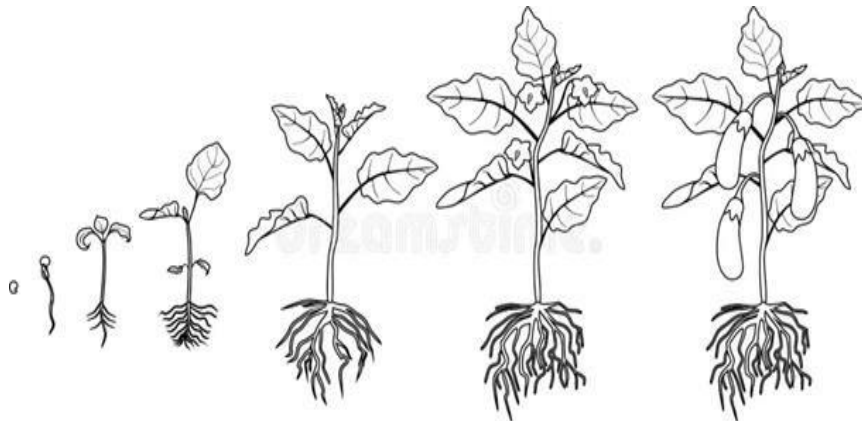


Figure 1 : Système racinaire de l'aubergine

B. Feuilles

Elles sont grandes, alternes, simples et parfois lobées, avec une face inférieure densément pubescente, alternatives sur les tiges en loques. Pétiole de 6 à 10 cm, légèrement acéré au sommet et tronqué, oblique à la base. Dimensions : 5-20 cm sur 4-15 cm ; le limbe est ovale à oblong et présente une pubescence dense sur la face inférieure due à un indument de Poil étoilé de teinte grisâtre à verdâtre (Chen et al., 2000 ; Grubben et al., 2004).



Figure 2 : Les feuilles de l'aubergine.

C. Fleurs

Les fleurs de couleur violette à mauve, sont généralement solitaires ou regroupées en petits ensembles. Elles sont hermaphrodites et apparaissent en moyenne entre 60 et 80 jours après le semis selon les conditions de culture.

Elles peuvent être isolées ou groupées en bouquets de 2 à 5 fleurs, placées en face des feuilles mesurant de 3 à 5 cm de longueur, et dans le fruit, jusqu'à 7 cm. Le calice est de forme tubulaire - campanulée, d'environ 2 cm de longueur, doté de 5 à 7 lobes, épineux et duveteux, persistant et s'élargissant lors de la maturation du fruit où il se divise fréquemment. La corolle est gamopétale profondément 5-6 lobes et formant une étoile, teintée de violet - violet et blanc en dessous des lobes (Khangte et al., 2017).

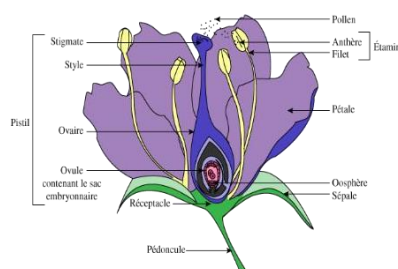


Figure 3 : Les fleurs de l'aubergine (Photo originale).

D. Fruit

Le fruit est une baie charnue, de forme variable (globuleuse, allongée ou piriforme), pouvant atteindre jusqu'à 30 cm de longueur. Il contient de nombreuses graines petites, aplaties et de couleur jaunâtre à brun clair (**Chen Et al., 2000 ; Bosser, 2000**). Il s'agit d'un pendentif, une baie charnue à la forme variable, allant de subglobuleuse à ovoïde, oblongue ou ovoïdes, voire cylindrique longiligne ; ou étirée et en forme de poire, mesurant de 2 à 35 cm de longueur (occasionnellement plus longue), et de 2 à 20 cm de largeur (**Chen et al., 2000**).



Figure 4 : fruit d'aubergine.

1.3 Variétés

Elles sont assez nombreuses et diffèrent suivant la forme, la couleur des fruits et le cycle.

Tableau 1: les variétés d'aubergine et leurs principales caractéristiques (**Sanogo, 2006**).

Variété	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 : 15cm 200-500g
F1 Adama	70	Allongé cylindrique	Violet foncé	D : 6cm L : 20cm
F1 bonica	75-80	Ovale	Violet foncé	300-400g
F1 Kalenda	60-80	Allongé, forme de massue	violet foncé brillant	D : 7-9cm L : 20-22cm 250-350g



Figure 5 : Les variétés d'aubergine (Bhasker et Ramesh Kumar, 2015)

1.4 Exigences climatiques de la plante

1.4.1 Température

L'aubergine, plante thermophile, s'implante et pousse d'autant mieux qu'il fait chaud. Les minima thermiques optimums sont de 22 à 26 °C dans le jour et de 16 à 20 °C dans la nuit. Les températures du sol sont également importantes : 18 à 20 °C, elles sont requises pour une bonne implantation (ERARD ,2003). Le développement végétatif devient médiocre à des températures inférieures à 15 °C et se bloque aux alentours de 10 à 12 °C. Au-delà de 35 °C, la croissance végétative et la floraison sont retardées. L'optimum se situe entre 25 et 30 °C, ce qui correspond également à la température de germination (Shimira & Taşkın, 2022).

1.4.2 Humidité relative

L'humidité relative optimale se situe entre 50 et 65 %. Cependant, une hygrométrie trop élevée favorise le développement de champignons et peut entraîner des problèmes de nouaison (Makosso, 2010).

1.4.3 Sol

L'aubergine préfère un sol **sablo-limoneux**, bien drainé et riche en matière organique, avec un pH compris entre 5,5 et 6,8 (Messiaen, 2001).

1.4.4 Besoins en eau

L'aubergine est une culture exigeante en eau, avec des besoins saisonniers généralement compris entre 400 et 800 mm (4000–8000 m³/ha). Les besoins sont particulièrement élevés pendant la floraison, la nouaison et le grossissement des fruits. Un déficit hydrique associé à des températures élevées réduit la photosynthèse et l'expansion cellulaire des fruits, ce qui entraîne une diminution de leur poids et de leur calibre (Pereira et al., 2024).

1.5 Fertilisation

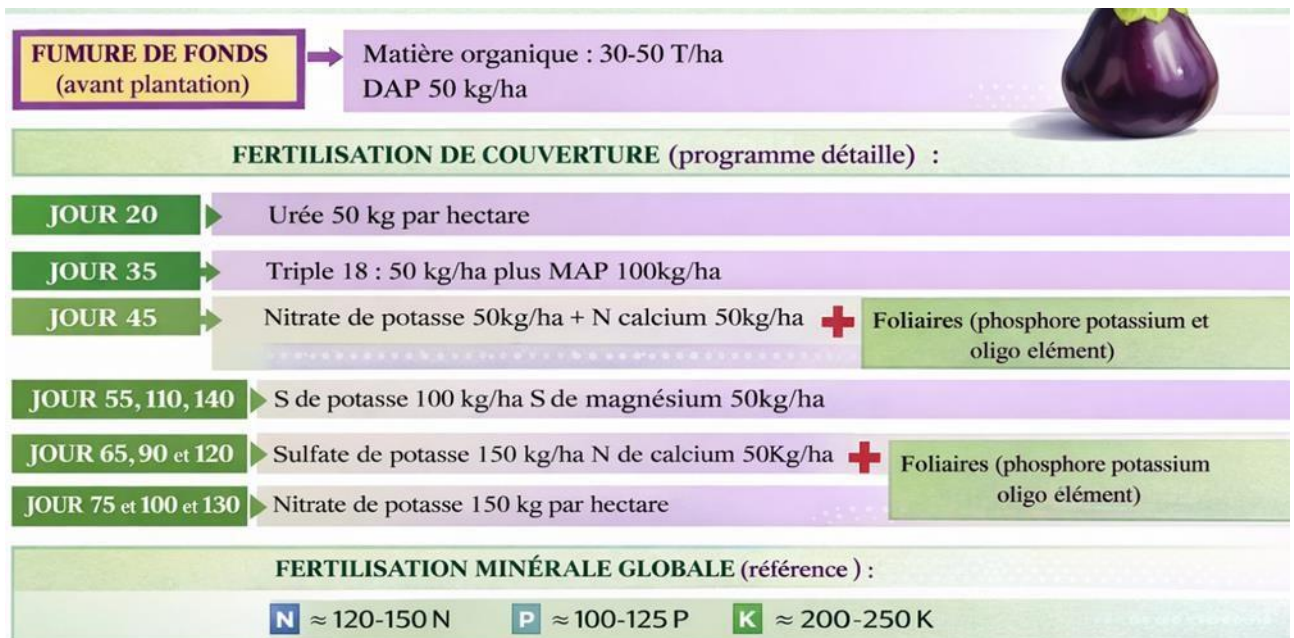


Figure 6 : Plan de fertilisation spécifique pour l'aubergine.

1.6 Principales maladies et ravageurs de l'aubergine

Les dégâts engendrés par les maladies et certains ravageurs constituent un aspect très important et redouté dans le secteur maraîcher. Ces dégâts ont même poussé certains producteurs à abandonner leurs parcelles (Brévault et al., 2014).

Selon (Catherine, 2008), les maladies de la culture d'aubergine sont : divers champignons du sol (*Sclerotium rolfsii*, *Rhizoctania sotani*, *Pythium ssp*) peuvent provoquer des pourritures du collet (fonte de semis). Certains ravageurs et maladies peuvent toutefois être contrôlés s'ils

Sont détectés avant leur pullulation, en utilisant une méthode de lutte appropriée. Les bioagresseurs suivants sont les plus rencontrés sur l'aubergine douce :

- a) Les trips (*Thrips palmi* et *Frankliniella occidentalis*)
- b) Les mouches blanches (*Bemisia tabaci* et *Trialeurodes vaporariorum*)
- c) Les noctuelles (*Helicoverpa armigera* et *Daraba laisalis*)
- d) Les champignons dont *Phytophthora capsici*
- e) L'oïdium causé par *Leveillula taurica*
- f) Les nématodes à galles comme *Meloidogyne spp*

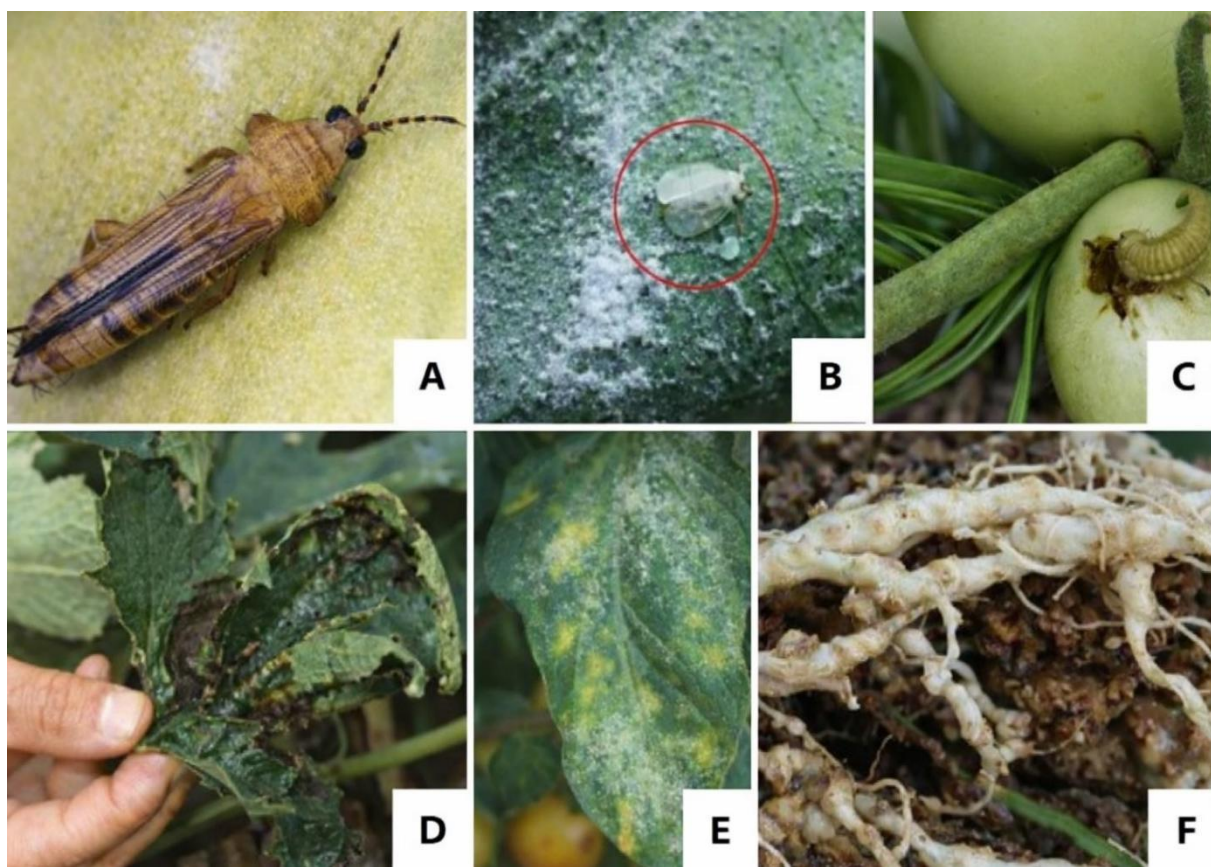


Figure 7: Thrips (A), Mouches blanches (B), *Helicoverpa armigera* (C) sur tomate, *Phytophthora capsici* (D), *Leveillula taurica* (E) sur des feuilles de solanacées et *Meloidogyne spp* (F) sur les racines de plantes de tomate. Source : (Sall et Edbo, 2017 ; Tendeng, 2017 ; INRA, 2021).

a) Mildiou

Le mildiou de l'aubergine est causé par *Phytophthora infestans*. Il se manifeste par des taches gris-brun huileuses sur les tiges, des taches marronnes avec un duvet blanc sur la face inférieure des feuilles, et des fruits brunâtres, bosselés et durs. Cette maladie apparaît surtout en conditions humides (mai à septembre) et est favorisée par une mauvaise aération (Cesare *et al.*, 2011).

b) Pucerons

Les pucerons sont de petits insectes suceurs de sève qui représentent la superfamille des Aphidoidea, de l'ordre des Hémiptères attaquant de nombreuses cultures, dont l'aubergine. Ils se regroupent sur les jeunes pousses, les feuilles et les tiges pour sucer la sève de la plante. Leur présence entraîne un affaiblissement de la plante, un ralentissement de la croissance, ainsi que la déformation et le jaunissement des feuilles. Ils peuvent aussi favoriser l'apparition de maladies secondaires en produisant du miellat (**Dagmara Żyła, et al., 2017**).



Figure 8 : les pucerons sur la feuille d'aubergine.

c) Principaux pathogènes de l'aubergine.

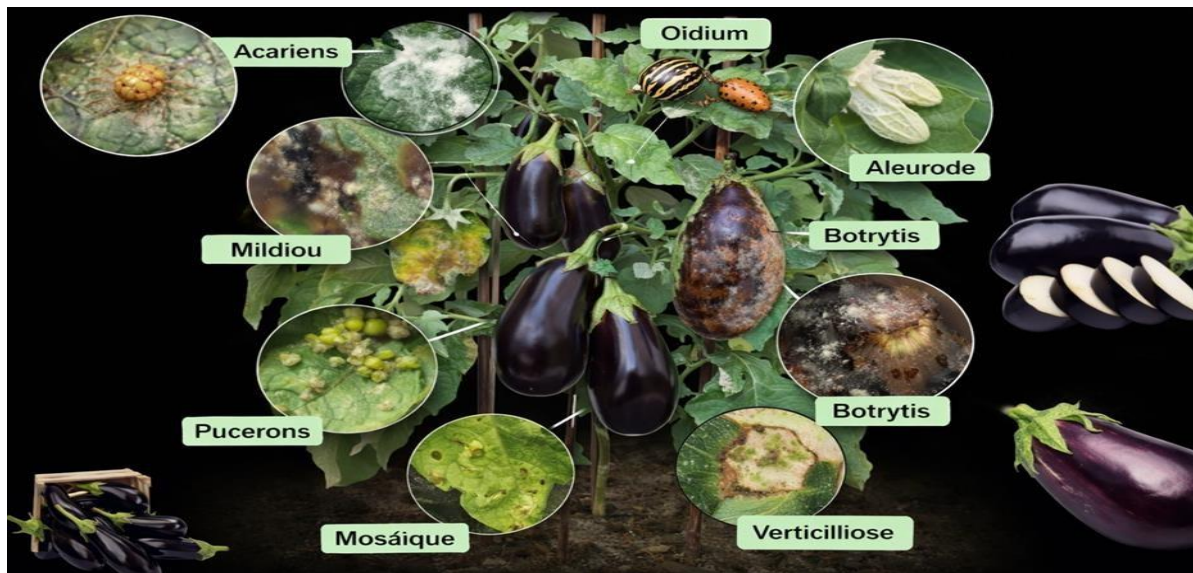


Figure 9 : les principaux pathogènes de l'aubergine

<https://plandejardin-jardinbiologique.com/maladies-parasites-aubergines.html>

d) Tache foliaire à *Cercospora* (*Cercospora* Leaf Spot ou Frog-Eye Spot)

La tache foliaire à *Cercospora* est une maladie de l'aubergine causée par un champignon. Elle provoque de petites taches brunes à anneaux concentriques sur les feuilles, qui peuvent ensuite se perforer et tomber. Elle est favorisée par l'humidité élevée et peut survivre dans les débris végétaux du sol, Elle entraîne une forte perte de feuilles et une baisse du rendement.

La prévention repose sur des plants sains, une bonne aération des cultures et l'élimination des parties infectées (**Kumar et al., 2020**).

e) Alternariose ou brûlure précoce (*Early Blight*)

La brûlure précoce de l'aubergine, causée par *Alternaria* spp., est une maladie qui attaque toutes les parties aériennes de la plante. Elle se manifeste par des taches brunes à anneaux concentriques sur les feuilles, qui s'étendent progressivement et entraînent leur chute prématurée (**Farr & Rossman 2021**).

Elle se développe surtout en conditions chaudes et humides et se conserve dans les résidus de culture. La dissémination se fait par le vent et l'eau. Les pertes peuvent être importantes, avec une baisse de rendement et de qualité (**Xu et al. 2018**).

La lutte repose principalement sur des mesures préventives : semences saines, élimination des résidus infectés, bonne aération des plants et utilisation de variétés résistantes.

f) Oïdium (*Powdery Mildew*)

L'oïdium de l'aubergine est une maladie fongique qui se manifeste par des taches blanches poudreuses sur les feuilles, pouvant recouvrir toute la plante. Les feuilles finissent par jaunir, se dessécher et tomber (**Ramathani 2018**).

Il se développe rapidement et provoque une forte défoliation, entraînant une baisse de croissance et de rendement.

La lutte repose surtout sur l'hygiène culturale, une bonne aération des plants et l'élimination des parties infectées. L'utilisation de variétés résistantes est la méthode la plus efficace (**McCreight 2006**).

g) Tache cible (*Target Spot*)

La tache cible est une maladie fongique causée par *Corynespora cassiicola* qui attaque surtout les feuilles de nombreuses plantes, dont l'aubergine. Elle provoque des lésions qui s'élargissent et fusionnent, entraînant une défoliation prématurée (**MacKenzie et al. 2018**).

Le champignon survit dans les débris végétaux et se dissémine par le vent, la pluie et les semences contaminées, surtout en conditions chaudes et humides ; Elle entraîne une baisse importante du rendement (**Smith et al. 2007**).

La lutte repose sur des plants sains, l'élimination des feuilles infectées, la destruction des résidus et une bonne aération des cultures.

h) Maladie des petites feuilles (Little Leaf Disease)

La maladie des petites feuilles est causée par des phytoplasmes transmis par des insectes comme les cicadelles. Elle provoque un nanisme, des feuilles très petites et une croissance buissonnante des plants d'aubergine (**Rao & Kumar 2017**).

Les plantes infectées produisent peu ou pas de fleurs, et les fruits peuvent être déformés ou non développés (**Saranya & Umamaheswaran 2014**); Elle entraîne de fortes pertes de rendement, surtout en cas d'infection précoce.

La lutte repose sur le contrôle des insectes vecteurs, l'élimination des mauvaises herbes et l'utilisation de variétés résistantes.

i) Brûlure à Phomopsis et pourriture des fruits

La maladie causée par *Phomopsis vexans* (ou *Diaporthe vexans*) est l'une des plus graves de l'aubergine, touchant les feuilles, tiges et surtout les fruits. Elle se développe en conditions chaudes et humides (**Pandey 2010**).

Elle provoque de petites lésions brunes sur les fruits qui s'élargissent et entraînent leur pourriture, avec des pertes pouvant atteindre 30 % du rendement.

La lutte repose sur l'utilisation de semences saines, l'élimination des résidus de culture, la rotation des cultures et l'usage de variétés résistantes (**Adikaram & Yakandawala 2020**).

j) Pourriture molle à Choanephora

La pourriture molle à *Choanephora* est une maladie fongique des fruits causée principalement par *Choanephora cucurbitarum* (**Das et al., 2017**). Elle provoque des zones aqueuses qui évoluent rapidement en pourriture brun foncé avec apparition de mycélium blanc à la surface. Le champignon pénètre surtout par les blessures et se développe en conditions chaudes et très humides, entraînant des pertes importantes en période pluvieuse (**Das et al., 2017**).

La lutte repose sur un bon drainage, l'espacement des plants, la limitation des blessures et la rotation des cultures.

k) Anthracnose

L'anthracnose de l'aubergine, causée par *Colletotrichum* spp., est une maladie fongique qui attaque surtout les fruits. Elle se manifeste par des taches sombres, enfoncées et humides qui s'étendent rapidement et provoquent la pourriture du fruit (**Farr & Rossman 2021**).

Elle se développe en conditions chaudes et humides et se dissémine par les semences, le vent et les éclaboussures d'eau. Elle entraîne de fortes pertes de rendement et de qualité.

La lutte repose sur l'utilisation de semences saines, la destruction des résidus infectés, la réduction des blessures et l'irrigation goutte-à-goutte, avec parfois des traitements fongicides préventifs (Xu et al. 2018).

1.7 Importance de l'aubergine

1.7.1 Importance économique

➤ L'aubergine dans le monde

Les premiers pays producteurs d'aubergine au niveau mondiale sont la chine, l'inde l'Égypte et la Turquie. En Europe, les principaux producteurs sont l'Italie, l'Espagne et la France.

Tableau 2 : Production mondiale de l'aubergine (FAO, 2023).

Pays	Production (tonnes)	Part mondiale (%)
Chine	39 200 000	64,5 %
Inde	12 800 000	21,1 %
Égypte	1 330 000	2,2 %
Turquie	817 000	1,3 %
Iran	650 000	1,1 %
Indonésie	620 000	1,0 %
Japon	280 000	0,5 %
Autres pays	5 103 000	8,3 %
Total mondial	60 800 000	100 %

➤ L'aubergine en Algérie :

Tableau 3 : Statistique de ministère d'agriculture en 2023 de l'aubergine en Algérie

Wilaya	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement moyen (qx/ha)	Type de conduite dominant
Adrar	180	32 400	180,0	Culture de plein champ en zones sahariennes, récoltes précoces
Chlef	420	105 000	250,0	Maraîchage irrigué de plein Champ dans la vallée du Chélif
Laghouat	110	24 200	220,0	Périmètres de piémont et micro-irrigation

Oum El Bouaghi	45	8 100	180,0	Culture de saison estivale
Béjaïa	210	54 600	260,0	Zones côtières et vallée de la Soummam
Biskra	1 450	580 000	400,0	Plasticulture intensive et cultures sous serre
Béchar	95	15 200	160,0	Cultures oasiennes et parcelles irriguées
Blida	380	106 400	280,0	Maraîchage intensif de la Mitidja
Bouira	140	26 600	190,0	Cultures irriguées affectées par les restrictions hydriques
Tamanrasset	40	6 000	150,0	Cultures sous palmeraies et périmètres sahariens
Tlemcen	350	73 500	210,0	Plein champ et tunnels plastiques
Tiaret	85	15 300	180,0	Maraîchage des zones d'altitude du Sersou
Alger	220	59 400	270,0	Ceinture maraîchère périurbaine
Djelfa	160	30 400	190,0	Cultures irriguées par forages
Jijel	310	96 100	310,0	Maraîchage littoral sous abris froids
Sétif	90	17 100	190,0	Cultures estivales des Hautes Plaines
Saïda	50	10 000	200,0	Production de saison destinée au marché local
Skikda	440	136 400	310,0	Bassins maraîchers du Saf-Saf et d'El Hadaiek
Total	4 775	1 396 300	292,4	Moyenne de l'échantillon étudié

➤ **Importance nutritionnelle et médicinale de l'aubergine**

En plus de son importance nutritionnelle et agricole, l'aubergine possède également de nombreuses propriétés thérapeutiques. Plusieurs études ont montré que ses extraits peuvent avoir des effets bénéfiques dans le traitement de divers troubles tels que les brûlures, les verrues, les infections inflammatoires (**Ndiaye Sy et al., 2016**), la gastrite, la stomatite et l'arthrite (**Im et al., 2016**).

L'aubergine est riche en métabolites secondaires ainsi qu'en divers composés bioactifs, notamment les glycoalcaloïdes, les antioxydants et les vitamines, qui contribuent au maintien

D'une bonne santé. Parmi ces composés, l'acide chlorogénique (acide 5-O-caféoylquinique, CGA), présent principalement dans la peau du fruit, occupe une place importante (**Prohens et al., 2013**).

Par ailleurs, l'aubergine constitue une source importante d'anthocyanes, responsables de sa pigmentation et reconnues pour leurs effets protecteurs, notamment dans la prévention et la gestion du diabète (**Casati et al., 2016**). En outre, ce légume contient une grande variété de nutriments essentiels indispensables à la croissance de l'organisme, à la réparation des tissus et au maintien des fonctions vitales.

L'aubergine est ainsi considérée comme un aliment complet, riche en minéraux, vitamines, fibres alimentaires, protéines, antioxydants et divers composés phytochimiques dotés d'activités biologiques intéressantes (**Noda et al., 2000 ; Whitaker & Stommel, 2003**).

CHAPITRE II : GÉNÉRALITÉS SUR LE THÉ

Le thé (*Camellia Sinensis*) est une boisson ancestrale, largement consommée à travers le monde pour la diversité de ses variétés, (Watson, 2013). D'après une légende chinoise, le thé aurait été découvert vers 2700 av. J.-C. par l'empereur Shen Nong, lorsque des feuilles de thé tombèrent accidentellement dans de l'eau bouillante. Originaire d'Asie, le thé vert est resté confiné à cette région jusqu'à la fin du XVI^e siècle (Mahmood et al., 2010).

2. Classification Systématique

La classification botanique de l'espèce *Camellia Sinensis* selon (Cronquist, 1988) est citée ci-dessous :

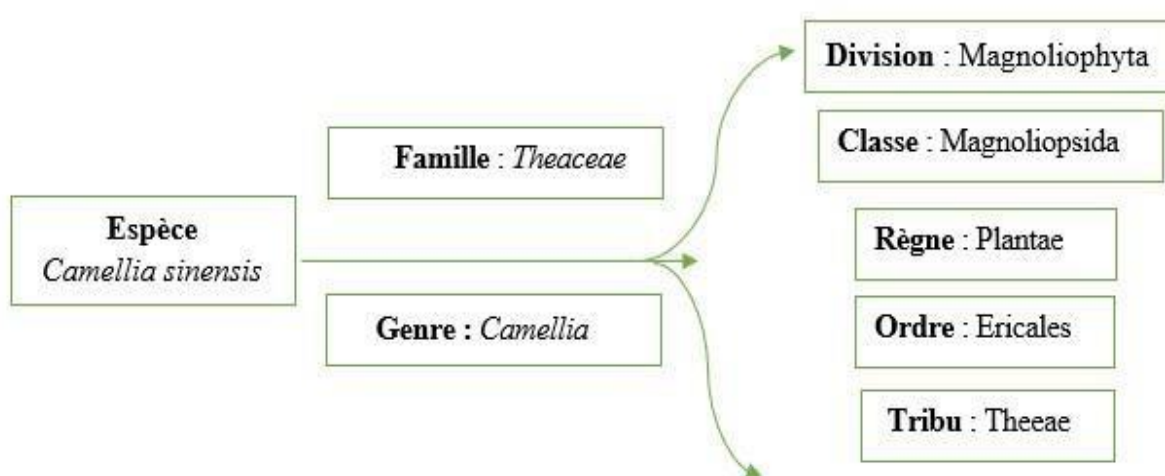


Figure 10 : La classification botanique de l'espèce *Camellia Sinensis* (Cronquist, 1988).

2.1 Description botanique

Le thé est une plante à feuillage persistant de la famille des Théacées, originaire d'Asie, principalement des régions de Chine, d'Inde et d'Asie du Sud-Est. Elle est cultivée pour la production des feuilles de thé, utilisées pour produire différents types de thé (Cabrera et al., 2006). Nombreuses sont les personnes qui croient que le théier est un arbuste, en raison de sa taille rasée au sol qui facilite la récolte dans les plantations. Cependant, le théier est un arbre à part entière qui peut atteindre, selon la variété, 5 à 15 mètres. (Quelques théiers naturels du Yunnan ;

La province en Chine remonte à près de 2000 ans et dépasse les 25 mètres. Le théier, techniquement désigné sous le nom « *Camellia Sinensis* », est donc un véritable « camélia chinois ». Cet arbre à feuillage persistant se développe naturellement dans les régions asiatiques situées au nord du tropique, sous un climat de type mousson.

Le théier possède un système racinaire assez profond, ce qui lui permet d'absorber l'eau et les nutriments même dans les sols pauvres (**Mondal et al., 2004**). Il est vêtu de fleurs blanches ayant des sépales légèrement unis à la base, munies de 5 pétales et d'un grand nombre d'étamines jaunes pâles (**Kozai et al., 2019**).

Le fruit est une capsule pluriloculaire arrondie de petite taille: une enveloppe robuste qui contient des graines brunes et sphériques ayant un diamètre de 4 à 15 mm (**Chen et al., 2012**). On peut presser des graines pour obtenir une huile. Le plus vieil arbre à thé du monde, âgé de 1800 ans, se trouve à Pu'er, dans la province chinoise du Yunnan (**Mondal et al., 2004**).



Figure 11: La plante *Camellia sinensis* (**Ashida et al., 2004**).

2.2 Répartition géographique et habitat

Le théier est originaire des régions subtropicales et tropicales de l'Asie de l'Est, mais il est maintenant cultivé dans de nombreuses parties du monde grâce à son importance économique et culturelle (**Liam Drew, 2019**). *Camellia sinensis* a été d'abord cultivée en Asie du Sud (Chine, Japon et Corée), mais à nos jours, il est largement cultivé dans toute l'Asie, l'Afrique, diverses parties du Moyen-Orient (**Mahmood et al., 2010**), l'Europe et l'Amérique du Nord (**Kursad et al., 2009**).

2.3 Les variétés de thé

Le thé est classé en plusieurs types en fonction de la façon dont les feuilles de *Camellia sinensis* sont traitées après la récolte. Les méthodes de transformation influencent la couleur, la saveur, l'arôme et les propriétés de chaque type de thé (**Edeas, 2005**).

Il est possible de classer les thés en 5 familles principales :

Tableau 4 : Types des thés.

Les types de Thé	Définition	
Le thé blanc	Thé très peu transformé, élaboré à partir de jeunes bourgeons et de feuilles. (Edeas, 2005).	
Le thé vert	Thé non oxydé, obtenu après une chauffe rapide des feuilles pour préserver leurs composés naturels (Racine, 2016).	
Le thé oolong	Thé partiellement oxydé, situé entre le thé vert et le thé noir. (Sharangi, 2009).	
Le thé noir	Thé totalement oxydé, ce qui lui donne une couleur foncée et des arômes puissants (Sharangi, 2009).	
Le thé jaune	Thé ayant subi une fermentation microbienne après oxydation (Racine, 2016).	

2.4 Production et consommation du thé vert dans le monde

Le théier, utilisé en Chine depuis 5000 ans, est à l'origine de l'industrie mondiale du thé. La production de thé vert est dominée par la Chine, suivie du Japon et du Vietnam, tandis que l'Inde développe aussi ce secteur. Sa consommation s'est étendue à l'Europe et aux États-Unis pour ses bienfaits, et au Maghreb où il est souvent associé à la menthe. Enfin, tous les types de thé proviennent de *Camellia sinensis* et se différencient par leurs procédés de transformation (Tavassoli & Shams, 2020).

2.5 Les procédés de fabrication des thés verts

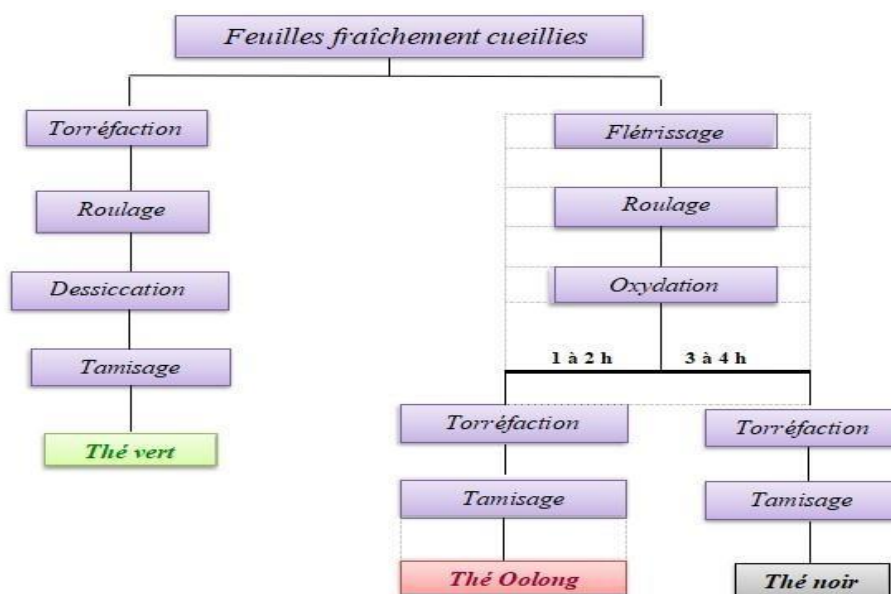


Figure 12: Phases de métamorphose des feuilles du *Camellia Sinensis* (Monograph, 2000).

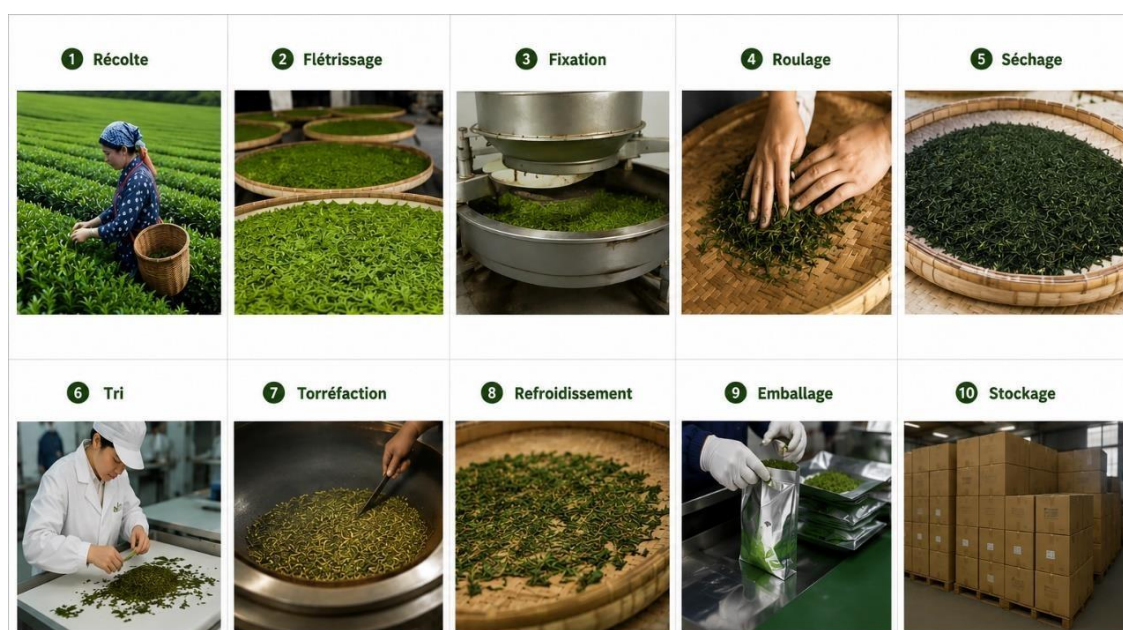


Figure 13: Étapes clés du processus de fabrication du thé vert (Zhang et al., 2021).

2.6 Compositions chimiques des feuilles de thé

Les plantes contiennent de nombreux métabolites secondaires, généralement divisés en trois types : les terpènes (ou terpénoïdes), flavonoïdes, isoflavonoïdes, les anthocyanines, lignines et tanins et les alcaloïdes, les glycosides cyanogéniques, les glucosinolates (Benassou, 2013). Les feuilles de thé renferment des milliers de composés chimiques qui, une fois traités, donnent naissance à des complexes et à de nouveaux composés. Quand nous préparons du thé

En infusant des feuilles, nos sens sont stimulés par des milliers de composés volatils et non volatils (**Mahmoude et al.,2014**).

Tableau 5 : Éléments chimiques du thé vert Yuan et al. (2022).

Composant	Concentration (%)
Polyphénols (simples)	25 - 35%
Cellulose, Lignine, Amidon etc.	20 - 30%
Protéine	10 - 20%
Lipides	3 - 9%
Minéraux	4 - 8%
Polysaccharides	4 - 7%
Acides Aminés	3 - 4%
Caféine	2 - 4%
Chlorophylle & Caroténoïdes	2 - 3%
Composés volatiles	Traces

2.6.1 Les polyphénols

Les polyphénols sont un groupe de composés chimiques naturels « tous en commun la présence d'un ou de plusieurs cycles benzéniques portant une ou plusieurs fonctions hydroxyles ». Ils sont particulièrement appréciés pour leurs puissants effets antioxydants, qui aident à protéger les cellules du corps contre les dommages causés par les radicaux libres, des molécules instables pouvant entraîner le vieillissement cellulaire et plusieurs maladies (**Bruneton, 1999**).

- **Les acides phénoliques** : jouent également un rôle important, en contribuant à ses propriétés bénéfiques pour la santé et à ses caractéristiques gustatives (**Nkhili, 2009**).
 - Les AA hydroxybenzoïques (l'acide salicylique et l'acide gallique)
 - Les AA hydroxycinnamiques (l'acide caféique et l'acide férulique).
- **Les catéchines** : principaux polyphénols du thé, représentent environ 12 à 24 % du thé sec. Elles se déclinent en plusieurs formes, dont les plus importantes sont l'EGCG, l'EGC, l'ECG et l'EC (**Bellebcir, 2008**). Ces composés bioactifs sont abondants dans les feuilles fraîches du théier et possèdent de puissantes propriétés antioxydantes. (**Banerjee & Chaudhuri, 2005**).

- **Les flavonoïdes** : Les flavonoïdes sont une classe importante de polyphénols présents dans de nombreux végétaux, Ils sont reconnus pour leurs puissantes propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (Nkhili, 2009).
- **Les flavonols** : sont une sous-catégorie de flavonoïdes, présents dans le thé vert ainsi que dans divers fruits et légumes (Balentine et al., 2000) : Les flavonols les plus présents dans le thé vert incluent : Kaempférol, Quercétine, Myricétine.
- **Les tanins** : Les tanins du thé, appartenant à la famille des polyphénols, jouent un rôle clé dans la saveur, la couleur ; Ils interagissent avec les protéines et d'autres molécules (Ross, 2005).

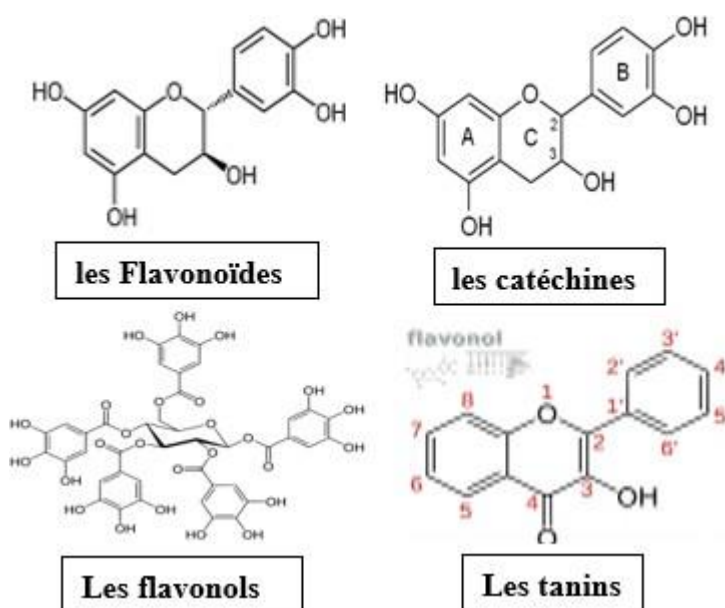


Figure 14 : les principales molécules des polyphénols (Mossion, 2007).

2.6.2 Les bases puriques

Les bases puriques, également appelées alcaloïdes de la xanthine ou alcaloïdes puriques, sont des substances présentes dans le thé vert, parmi lesquelles on retrouve principalement la caféine, la théobromine et la théophylline. Du fait de leur biosynthèse ne faisant pas intervenir un acide aminé intact, ces composés sont généralement classés parmi les non-alcaloïdes (Gruenwald et al., 2007).

➤ La caféine

La caféine ou La théine, également appelée 1,3,7-triméthylxanthine ou méthylthéobromine, est un alcaloïde de la famille des méthylxanthines présent dans de nombreux aliments, qui agit comme stimulant psychotrope (Klegou, 2005).

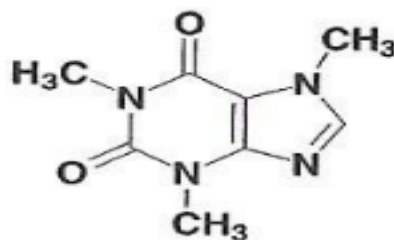


Figure 15 : Caféine (Abdul Mumin, 2006).

➤ La théophylline et la théobromine

La théophylline c'est un alcaloïde appartenant à la catégorie des méthylxanthines tout comme la caféine et la théobromine. Elle est présente dans les feuilles de thé et possède des propriétés stimulantes (Luttge et al.,2015)

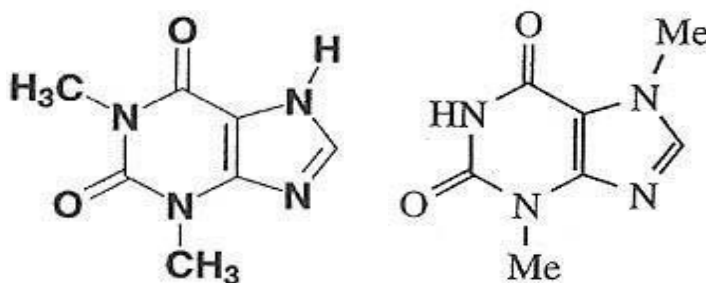


Figure 16: Théophylline et Théobromine (David R,2009).

2.6.3 Les glucides

Les feuilles accumulent l'ATP issu de la photosynthèse sous forme de sucres et d'amidon. Cette énergie emmagasinée est ensuite mobilisée pour assurer les fonctions métaboliques essentielles. Chez le thé, les glucides participent activement aux réactions enzymatiques impliquées dans le processus d'oxydation et contribuent également à la synthèse des polyphénols dans les jeunes feuilles. Par ailleurs, ils apportent une note sucrée qui améliore la saveur globale du thé (Sharma & Bhatia, 2017).

2.6.4 Les enzymes

La **polyphénoloxydase** (PPO) et la **peroxydase** (POD) sont effectivement deux des principales enzymes présentes dans les feuilles de *Camellia sinensis* (Li & Chen, 2018).

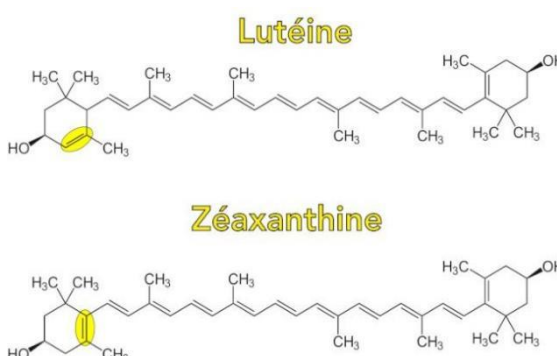
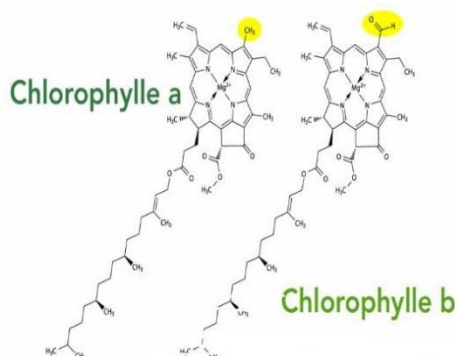
2.6.5 Les composés minéraux

Tableau 6: les principales composées minérales. (Meena et al., 2014).

Le potassium	Le potassium est, après l'azote, un élément essentiel pour le théier (<i>Camellia sinensis</i>). Il intervient dans les principales fonctions Physiologiques de la plante et est indispensable à sa croissance et à la qualité du thé
Le fluor	Le fluor est un oligo-élément présent en faible quantité dans les feuilles de <i>Camellia sinensis</i> . Sa teneur varie selon le sol, les conditions de culture et l'âge des feuilles, les jeunes feuilles en contenant généralement moins que les feuilles matures.
L'aluminium	L'aluminium est un élément naturellement présent dans les feuilles de <i>Camellia sinensis</i> , qu'elles accumulent à partir du sol en quantités variables.
Les éléments minéraux à concentration mineure	Calcium ; magnésium ; manganèse ; fer ; zinc ; cuivre

2.6.6 Les pigments

Les pigments végétaux sont responsables de l'absorption de la lumière pour la photosynthèse et donnent leur couleur aux feuilles. Il existe deux grands groupes de pigments dans les feuilles de thé frais : chlorophylle et les caroténoïdes (Helmenstine, 2021). Ces pigments se condensent au cours du flétris sage et de l'oxydation et deviennent plus sombres. La couleur verte des chlorophylles est convertie en pigments noirs, appelés phéophytines donnant un aspect plus sombre aux thés oxydés. (Morris & McCarty, 2005).



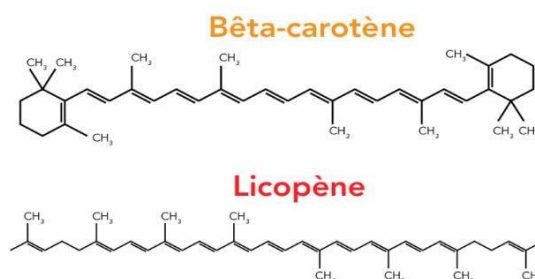


Figure 17 : les différents types de pigments (© Parlons sciences, 2022).

2.6.7 Les vitamines

La feuille de thé fraîche contient une quantité significative de vitamine A. On y trouve également des vitamines C et E, On retrouve également plusieurs vitamines appartenant au groupe B, comme la thiamine (B1), la riboflavine (B2), la niacine (B3), l'acide pantothénique (B5), l'inositol (B7), la biotine (B8) et l'acide folique (B9) (Bourgoin t *al.*, 2019).

Tableau 7: Les teneurs en vitamines du thé vert (ANSES,2020)

Quantité Vitamines	Teneur pour 100g
Bêta-carotène (provitamine A)	< 5 µg
Vitamine K1	< 0,8 µg
Vitamine B1 (thiamine)	< 0,015 mg
Vitamine B5 (acide panthonéique)	0,13 mg
Vitamine B3 (niacine)	0,21 mg
Vitamine B6	< 0,01 mg

2.6.8 Les acides aminés

Les acides aminés sont des molécules unitaires présents dans la feuille de thé se composent principalement de 19 acides aminés, Le plus abondant des acides aminés est la théanine (Deng & Liu, 2018) :

2.6.9 Les lipides

La teneur globale en lipides varie de **4 à 16,5%**, alors que différentes familles sont abondantes en fonction de l'âge de la feuille de thé. Ainsi la jeune feuille est particulièrement riche en **phosphatidyl éthanoline** et **phosphatidylcholine**. Plus la feuille vieillit, plus elle s'enrichit en mono- et digalactosylglycéride. (Feng & Zhang, 2013).

2.7 L'effet de l'utilisation de thé vert comme un engrais bio

La fertilité de terres agricoles dépend en large partie du recyclage des nutriments dans le sol. Généralement, ce recyclage est effectué en grande partie par les communautés bactériennes du sol. On assume donc souvent que la diversité bactérienne du sol peut constituer un indicateur de sa santé/fertilité. Cependant, certaines pratiques agricoles conventionnelles nuisent à la diversité bactérienne du sol. Parmi ces pratiques, le labourage et les applications d'intrants chimiques tels que les pesticides, les antibiotiques et les engrais influencent négativement la diversité microbienne. Par conséquent, des recherches actives sont menées pour développer des façons de rétablir la diversité microbienne dans les sols en agriculture conventionnelle. Plusieurs alternatives biologiques ont été développées au fil des ans, aboutissant à des produits commerciaux en tant que biostimulants incluant des substances d'origines biologiques, des microorganismes ou la combinaison des deux. Entre autres, le thé compost a été développé et suggéré comme étant un produit riche en microorganismes bénéfiques, ayant les capacités d'améliorer les cultures et la durabilité des systèmes agricoles biologiques (**Ingham, 2005**).

La fertilité des sols, en particulier les sols ferralitiques reconnus pour leur pauvreté en azote et en phosphore (**Koné et al., 2009**), est l'utilisation de compost.

Une bonne pratique agricole qui implique l'apport de substances organiques tels que les engrais organiques, les résidus de récolte ou différents types de composts pourrait améliorer leur fertilité (**Weber et al., 2007**). En effet, l'utilisation des composts produits avec les déchets organiques améliorent les propriétés des sols, rend disponible des nutriments dans le sol et réduit les risques de pollution (**Crichton et al., 2000 ; Laos et al., 2000 ; Douglas et al., 2003 ; Kowaljow et Mazzarino, 2007 ; Weber et al., 2007**).

Partie expérimentale

CHAPITRE III : MATÉRIEL ET MÉTHODES

➤ Objectif de l'étude

Le but de ce travail est d'étudier l'effet des déchets de thé sur la croissance et les caractéristiques morpho-hydriques de *Solanum melongena* L, en évaluant leur influence sur différents paramètres physiologiques et biochimiques de la plante au cours de l'expérience.

L'objectif principal est également de déterminer si les déchets de thé peuvent être utilisés comme une source naturelle et écologique capable d'améliorer la croissance des plantes et la qualité du sol, tout en contribuant à la valorisation des déchets organiques dans une perspective d'agriculture durable.

3. Localisation géographique du site expérimental

3.1 Situation géographique

La wilaya de Mostaganem se situe dans la partie nord-ouest de l'Algérie, sur le littoral méditerranéen. Elle bénéficie d'une position géographique favorable ainsi que d'un climat méditerranéen caractérisé par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides. Ces conditions climatiques, associées à la fertilité des sols et à la disponibilité des ressources hydriques, favorisent le développement de nombreuses cultures maraîchères, notamment celle de *Solanum melongena*.

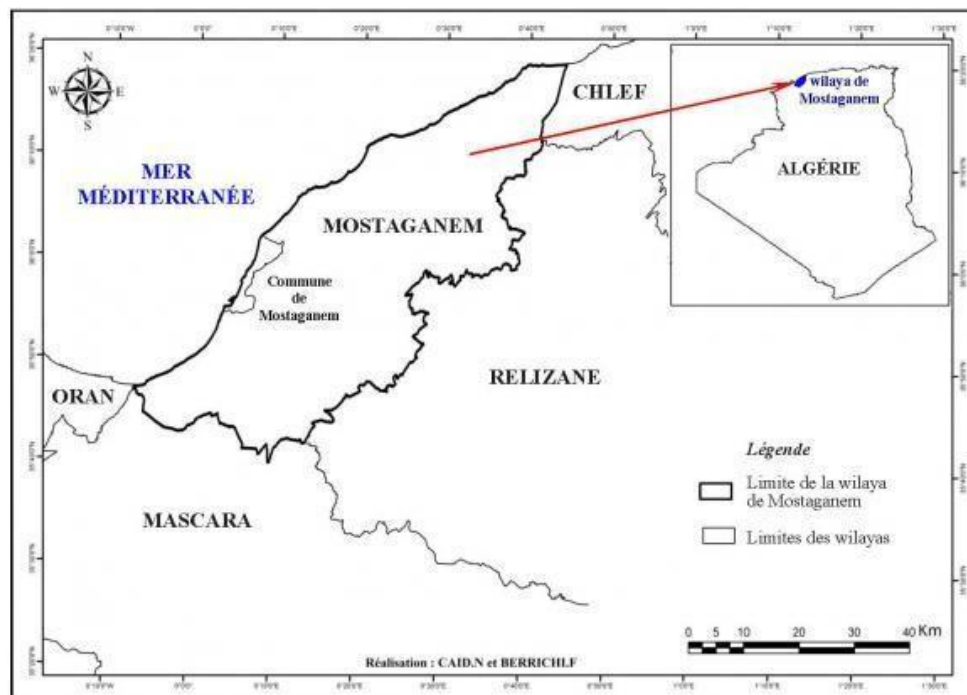


Figure 18 : Localisation géographique de la wilaya de Mostaganem.

3.2 Ferme de Mazagran

Mazagran est une région agricole de la wilaya de Mostaganem reconnue pour ses activités agricoles et maraîchères. Grâce à ses terres fertiles et à ses conditions climatiques favorables,

Cette zone contribue au développement de plusieurs cultures, notamment celle de *Solanum melongena*. Les exploitations agricoles de Mazagran participent à l'amélioration de la production maraîchère locale en adoptant différentes techniques culturales visant à augmenter la qualité et le rendement des cultures. Cette région représente ainsi un site d'étude favorable pour l'agriculture avec des nouvelles techniques dont l'évaluation de l'effet des amendements organiques.

Localisation géographique : Coordonnées précises (35°53'N, 0°12'E), altitude 150m, wilaya Mostaganem

Caractéristiques du site : 25 hectares

Données climatiques : Pluviométrie 350mm, températures 12-28°C, impact changement climatique (+1,2°C, -15% pluies)



Figure 19: Ferme de Mazagran.

4. Matériel végétal

4.1 Aubergine (*Solanum melongena*)

La variété utilisée dans notre expérience est la variété CLASSIC F1 Pelliculé (obtention HM.CLAUSE), C'est une variété d'origine Thaïlande, qui vient de connaître un début d'adoption dans les régions de Mostaganem et d'autres régions agricoles d'Algérie.



Figure 20 : Sachet de semences de l'aubergine variété CLASSIC F1 de Clause Vegetable Seeds utilisée dans l'expérience.

4.2 Thé infusé

Nous avons choisi le thé (déchets de thé après infusion) afin d'étudier l'effet de ce produit sur la croissance de l'aubergine. Dans notre expérience, nous avons utilisé un thé de marque **DIAF**.

Le choix de thé infusé est justifié par ses propriétés bénéfiques pour les plantes et le sol. En effet, il constitue un engrais organique naturel riche en éléments nutritifs essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium, favorisant ainsi la croissance des plantes et l'amélioration de la fertilité du sol.

De plus, le thé infusé contribue à améliorer la structure du sol, stimule le développement des jeunes plants et peut être utilisé comme un amendement organique dans les semis. Il participe également à la conservation de l'humidité du sol et agit comme répulsif naturel contre certains nuisibles, sans présenter d'effet toxique pour l'environnement.



Figure 21 : le thé infusé utilisé dans l'expérience.

4.3 Pré-germination

Avant leur utilisation, les graines d'aubergine ont été mises à tremper dans l'eau pendant une heure jusqu'au 2 heures afin de favoriser leur hydratation et d'améliorer la germination. Les graines ont été directement repiquées dans les pots de culture.



Figure 22 : étape 1 : hydratation des graines.

4.4 Substrat de culture (sol)

Dans notre étude, nous avons utilisé un sol provenant de la ferme de Mazagran appartenant à ITA Mostaganem. Le sol a été préalablement tamisé à l'aide d'un tamis de 2 mm afin d'éliminer les débris et les grosses particules. Ensuite, il a été mélangé avec un terreau industriel dans une proportion de 2V/1V (sol/terreau) pour obtenir un substrat favorable à la croissance des plants d'aubergine.

5. Conduit de l'expérience

5.1 Dispositif expérimental

5.1.1 Première partie : Dosage (fertilisation) du sol (thé comme amendement)

Le sol utilisé pour la culture de l'aubergine (*Solanum melongena*) a été amendé et mélangé avec du thé infusé à différentes doses, conformément aux proportions indiquées dans le tableau 1, afin d'évaluer son effet sur les propriétés du sol et le développement de la plante.

Tableau 8 : Doses du marc de thé dans le sol (amendement).

Traitement	Témoin	1%	2%	3%
Le thé infusé dans le sol	Sans apport	1% de marc de thé	2% de marc de thé	3% de marc de thé

Le sol dosé est réparti dans des pots de 5kg afin de permettre le démarrage du développement initial de l'aubergine (*Solanum melongena*).

Le dispositif expérimental adopté pour cette étude est une randomisation complète comportant 20 pots répartis en 4 traitements avec 5 répétitions pour chaque traitement. Les pots sont répartis comme suit :

- **Témoin (T)** : 5 répétitions contenant uniquement le sol (sans amendement de thé) et arrosées avec de l'eau normale.
- **Traitement 1 %** : 5 répétitions contenant 50 g de thé solide mélangé au sol.
- **Traitement 2 %** : 5 répétitions contenant 100 g de thé solide mélangé au sol.
- **Traitement 3 %** : 5 répétitions contenant 150 g de thé solide mélangé au sol.

Tous les traitements de cette première partie d'expérience sont arrosés avec de l'eau normale.

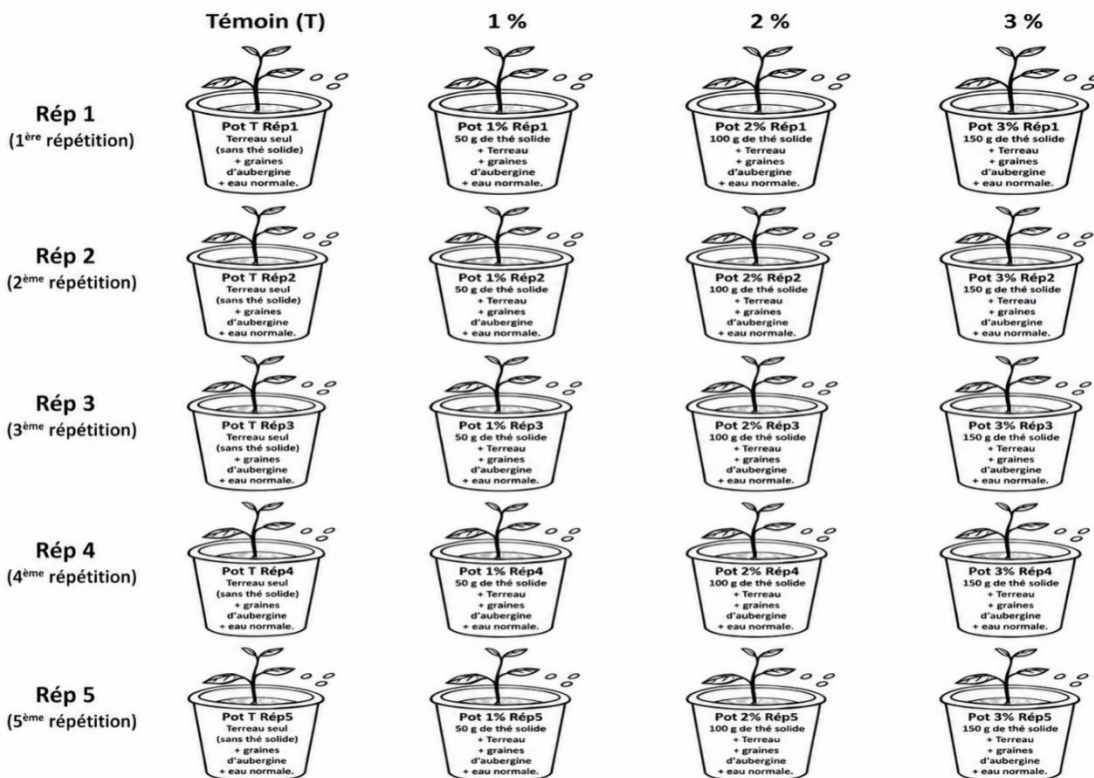


Figure 23: dispositif expérimental des traitement thé solide (compost).

5.1.2 Deuxième partie : arrosage avec eau enrichie en déchets de thé (thé liquide)

La deuxième partie suit le même dispositif expérimental avec 20 pots répartis en 4 traitements et 5 répétitions par traitement :

- **Témoin (T)** : 5 répétitions contenant uniquement la terre et arrosées avec de l'eau normale.
- **Traitement 1 %** : 5 répétitions avec 50 g de déchets de thé mélangés à 5 L d'eau d'arrosage.
- **Traitement 2 %** : 5 répétitions avec 100 g de déchets de thé mélangés à 5 L d'eau.
- **Traitement 3 %** : 5 répétitions avec 150 g de déchets de thé mélangés à 5 L d'eau.

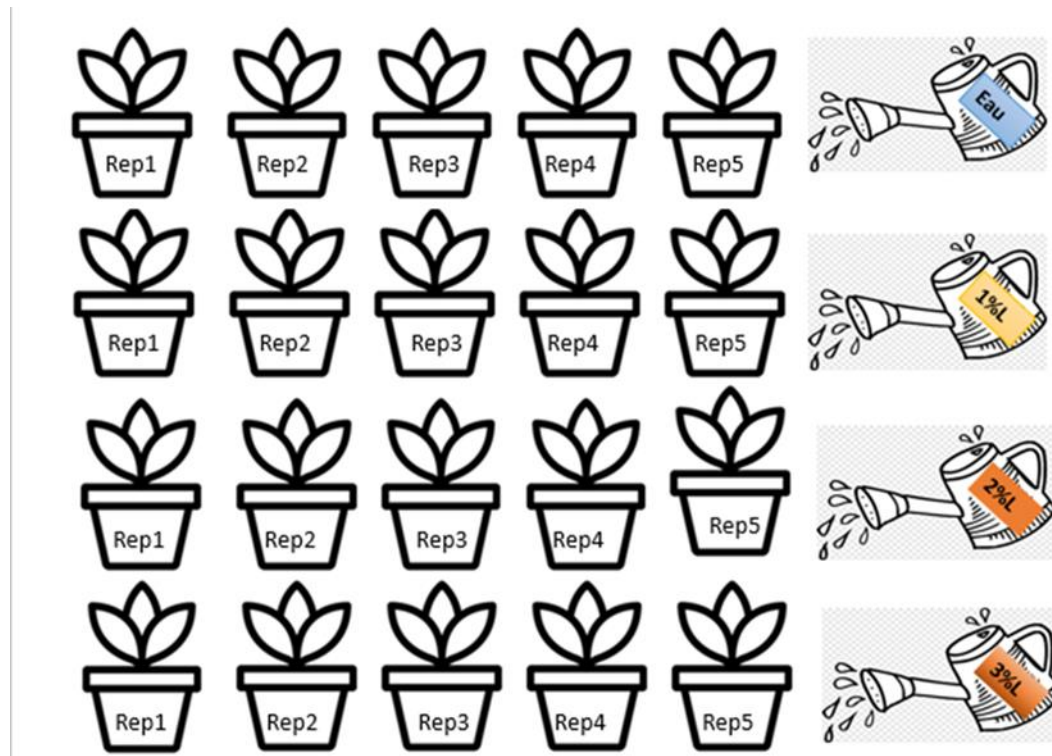


Figure 24 : dispositif expérimental de traitements de thé liquide.

5.2 Semis et conduite de l'expérience

Afin d'observer les effets du traitement dès le début de l'essai, 03 graines d'aubergine (*Solanum melongena*) ont été semées directement dans chaque pot. Après un certain temps, on laisse juste une plante. Pour limiter la compétition, les adventices ont été systématiquement éliminées dès leur émergence. Par ailleurs, un suivi visuel régulier a été instauré durant toute la période expérimentale pour surveiller l'état sanitaire des plants et détecter l'apparition de symptômes tels que des chloroses, des jaunissements ou des nécroses.

▪ Arrosage :

L'irrigation des plants a été effectuée régulièrement à raison de 03 arrosages par semaine à l'aide de l'eau du robinet (eau de puits) pour la première partie.

▪ Récolte des plantes

La récolte des plants d'aubergine (*Solanum melongena*) a été réalisée après 92 jours de culture. Les racines ont été soigneusement lavées, puis les parties aériennes et racinaires ont été séparées afin de procéder aux différentes analyses et mesures des paramètres étudiés.

6. Paramètres étudiés

L'évaluation des différents paramètres étudiés a été commencée à partir de la troisième semaine après le semis.

6.1 Paramètres morphologiques et biométriques

Les plants d'aubergine (*Solanum melongena*) ont été délicatement retirés des pots, puis les parties aériennes ont été séparées des racines. Ces dernières ont été soigneusement lavées sous un jet d'eau afin d'éliminer les résidus du sol, puis essorées entre deux papiers filtres.

6.1.1 Longueur racinaire, aérienne et totale

La longueur racinaire (LR), définie comme la distance entre le collet et l'extrémité de la racine principale, a été mesurée en centimètres (cm) à l'aide d'une règle graduée. Ce paramètre renseigne sur le développement du système racinaire des plantes. De même, la longueur aérienne (LA), correspondant à la distance séparant le collet de l'extrémité apicale de la tige, a été mesurée afin d'apprécier la croissance de la partie aérienne. La longueur totale de la plante (LT) a ensuite été déterminée en additionnant les longueurs racinaire et aérienne selon la relation suivante :

$$LT = LR + LA$$

Où

- **LT** : longueur totale de la plante (cm)
- **LR** : longueur racinaire (cm)
- **LA** : longueur aérienne (cm)

6.1.2 Poids frais aérien, racinaire et total

Après la récolte des plants d'aubergine (*Solanum melongena*), les parties aériennes et racinaires ont été séparées soigneusement. Les racines ont été lavées à l'eau afin d'éliminer les particules de sol, puis séchées délicatement à l'aide de papier filtre.

Le poids frais des parties aériennes (PF_{AE}) et des parties racinaires (PF_R) a été déterminé immédiatement après la séparation à l'aide d'une balance de précision afin d'éviter toute perte d'eau susceptible d'influencer les résultats. Le poids frais totale a été effectué en ajoutant le poids aérien au poids racinaire comme suit:

$$PF_T = PF_{AE} + PF_R$$

Où

- PF_T : Poids frais total de la plante (g)
- PF_{AE} : Poids frais racinaire (g)
- PF_R : Poids frais aérien (g)

Ce paramètre permet d'évaluer la biomasse fraîche totale produite par les plants en réponse aux différents traitements appliqués.

6.1.3 Poids sec aérien, racinaire et total

Après la détermination du poids frais, les parties aériennes et racinaires ont été placées séparément dans le papier d'aluminium, puis mises à sécher dans une étuve à 80 °C pendant 72 heures jusqu'à obtention d'un poids constant.

À la fin du séchage, les échantillons ont été pesés autrement à l'aide d'une balance de précision afin de déterminer le poids sec des parties aériennes (PS_{AE}) et le poids sec des parties racinaires (PS_R).

6.1.4 La surface foliaire SF « cm^2 »

La surface foliaire a été déterminée selon la méthode de Paul (**Paul et al., 1979**). Les feuilles sont choisies au hasard pour chaque plante afin de déterminer la surface de la feuille selon la formule décrite par **Bezzala, (2005)**. Elle a été mesurée de la manière suivante :

$$SF = (\pi \times a \times b) / 4$$

- SF : surface foliaire (cm^2)
- π : 3,14
- a : la longueur de limbe en (cm)
- b : la largeur de limbe en (cm)

Cette formule assimile la forme de la feuille à une ellipse et permet d'obtenir une estimation rapide et fiable de la surface foliaire.

6.2 Paramètres physiologiques (hydriques)

6.2.1 Matière sèche totale (MS_T)

La matière sèche totale (MS_T) a été déterminée après le séchage des différentes parties de la plante à l'étuve jusqu'à obtention d'un poids constant. La MS_T a été calculée selon la formule suivante :

$$MS_T = (PS / PF) * 100$$

Avec :

- **MS_T** : Matière sèche totale de la plante (%) ;
- **PS** : Poids sec (g) ;
- **PF** : Poids frais (g).

Ce paramètre permet d'évaluer la quantité de biomasse réellement produite par la plante, indépendamment de sa teneur en eau, et constitue ainsi un indicateur fiable de sa croissance et de son développement (TAIZ, L. Et *al.*, 2010).

6.2.2 Matière sèche foliaire (MS_F)

La matière sèche foliaire a été déterminée après le séchage des feuilles d'Aubergine à l'étuve jusqu'à obtention d'un poids constant. Elle a été calculée à l'aide de la formule suivante :

$$MS_F = (PS_F / PF_F) * 100$$

Avec :

- **MS_F (%)** : Pourcentage de matière sèche foliaire.
- **PS_F** : Poids sec des feuilles après séchage.
- **PF_F** : Poids frais des feuilles avant séchage.

6.2.3 Teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC)

La teneur relative en eau (RWC) a été déterminée selon la méthode de Barrs et Weatherley (1962), telle qu'adaptée par Scippa et *al.* (2004). Le protocole consiste à prélever le limbe foliaire pour en mesurer la masse fraîche (PF).

Les échantillons sont ensuite immergés par leur base dans de l'eau distillée et placés à l'obscurité à 4 °C pendant 24 heures afin d'atteindre un état de turgescence maximale. Après essuyage, la masse de la feuille à pleine turgescence (PT) est enregistrée. Enfin, après une dessiccation à l'étuve (48 heures à 80 °C), la masse sèche (PS) est obtenue.

La RWC est calculée en utilisant la formule définie par Clarke et McCaig (1982). »

$$\text{RWC (\%)} = [(PF - PS) / (PT - PS)] \times 100$$

- **PF** : Poids Frais (g)
- **PT** : Poids en Turgescence (g)
- **PS** : Poids Sec (g)

6.2.4 Taux de déperdition d'eau (Relative Water Loss) RWL

La perte d'eau par transpiration (Relative Water Loss, RWL) a été déterminée selon la méthode de Clarke et al. (1989). Les feuilles ont été prélevées à la base du limbe puis placées dans des tubes à essai contenant de l'eau distillée. Elles ont été maintenues à l'obscurité pendant 24 heures afin d'atteindre leur état de pleine turgescence, correspondant au poids initial de turgescence (PI). Par la suite, les feuilles ont été transférées sur une paillasse à température ambiante pour permettre le suivi de la perte en eau. Les pesées ont été réalisées à trois intervalles de temps : après 30 minutes (RWL30), 60 minutes (RWL60) et 120 minutes (RWL120). Enfin, les échantillons ont été séchés à l'étuve à 80 °C pendant 24 heures jusqu'à obtention d'un poids constant, correspondant au poids sec (PS). Les valeurs de perte d'eau ont été calculées selon la formule proposée par Monneveux (1991).

$$\text{RWL30} = [(PI - P_{30 \text{ min}}) / Ps] \times [1 / (SF \times 30\text{min})]$$

$$\text{RWL60} = [(PI - P_{60 \text{ min}}) / Ps] \times [1 / (SF \times 60\text{min})]$$

$$\text{RWL120} = [(PI - P_{120 \text{ min}}) / Ps] \times [1 / (SF \times 120\text{min})]$$

Avec :

- **RWL** : exprimée en g / (cm² x min)
- **PI** : poids initiale (de turgescence) en g
- **P_{30 min}** : poids après 30 min (g)
- **P_{60 min}** : poids après 60 min (g)
- **P_{120 min}** : poids après 120 min (g)
- **PS** : poids sec (g)
- **SF** : surface foliaire (cm²)

6.2.5 Déficit hydrique de saturation (DHS)

Selon Gabriel, 2008. Le déficit hydrique est déterminé par la formule suivante :

$$\text{DHS (\%)} = [(MES - MEA) / MES] \times 100$$

Avec :

- **DHS (%)** : Déficit hydrique de saturation
- **MES** : Masse d'eau à saturation
- **MEA** : Masse d'eau actuelle dans les tissus

Le déficit hydrique est utilisé car il fournit une mesure relative, normalisée et physiologiquement interprétable de l'état hydrique des tissus végétaux, bien plus informative que des masses brutes seules.

6.3 Paramètres biochimiques

6.3.1 Teneur en pigments chlorophylliens

Les teneurs en chlorophylle a, chlorophylle b, chlorophylle totale (a + b) ainsi qu'en caroténoïdes/xanthophylles ont été déterminées selon les méthodes décrites par Lichtenthaler (1987) et Shabala et al. (1998), au niveau du tiers médian des jeunes feuilles.

L'extraction des pigments chlorophylliens a été réalisée à partir d'environ 100 mg de matériel végétal frais, découpé en petits fragments et placé dans des tubes à essai contenant 10 mL d'acétone à 95 %. Les échantillons ont ensuite été incubés à l'obscurité pendant 48 heures à 4 °C afin de favoriser l'extraction des pigments.

Les absorbances des extraits ont été mesurées à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible, après étalonnage avec une solution blanche d'acétone à 95 %. Les lectures ont été effectuées aux longueurs d'onde de 663,6 nm et 646,6 nm pour la chlorophylle a et b, respectivement, et à 470 nm pour les caroténoïdes.

Les concentrations des différents pigments, exprimées en mg·g⁻¹ de matière fraîche (MF), ont été calculées selon les équations proposées par Porra (2002).

$$\text{Chlorophylle a (mg.g}^{-1}\text{)} = [(12,25 \times \text{DO}_{663,6}) - (2,55 \times \text{DO}_{646,6})] \cdot V/M$$

$$\text{Chlorophylle b (mg.g}^{-1}\text{)} = [(20,31 \times \text{DO}_{646,6}) - (4,91 \times \text{DO}_{663,6})] \cdot V/M$$

$$\text{Chlorophylle a+b (mg.g}^{-1}\text{)} = [(17,76 \times \text{DO}_{646,6}) + (7,34 \times \text{DO}_{663,6})] \cdot V/M$$

$$\text{Caroténoïdes (mg.g}^{-1}\text{)} = [((1000 \times \text{DO}_{470}) - (1,90 \times \text{chl a} + 63,14 \times \text{chl b})) / 214] \cdot V/M$$

Avec :

- **DO** : Densité Optique
- **Chl a** : Chlorophylle a (mg.l^{-1})
- **Chl b** : Chlorophylle b (mg.l^{-1})
- **V** : Volume de l'extrait total en litre (l)
- **M** : Masse de la matière sèche en gramme (g)

✚ **V/M (Indice de dilution)** : est l'indice de conversion de l'unité où on multiplie dans cet indice pour converser l'unité de (mg.l^{-1}) à (mg.g^{-1}) pour tous les paramètres étudiés au-dessous).

6.3.2 Dosage des sucres solubles totaux

Les sucres solubles totaux ont été dosés selon la méthode au phénol de Dubois et al. (1956). L'extraction a été réalisée à partir de 100 mg de matière fraîche foliaire additionnée de 3 ml d'éthanol à 80 %. Après incubation à l'obscurité, l'alcool a été évaporé à l'étuve à 60°C puis l'extrait a été repris dans 20 ml d'eau distillée.

Pour le dosage, 2 ml de l'extrait ont été mélangés avec 1 ml de phénol à 5 % et 5 ml d'acide sulfurique concentré (96 %). Après homogénéisation et incubation au bain-marie à 30°C, l'absorbance a été mesurée à 485 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

La teneur en sucres solubles a été déterminée à partir d'une courbe étalon de glucose et exprimée en $\mu\text{g}/100 \text{ mg}$ de matière sèche (MS).

6.3.3 Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols totaux ont été déterminés par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu, couramment utilisée pour l'estimation globale des composés phénoliques dans les extraits végétaux (Singleton et al., 1999).

Une quantité d'environ 0,5 g de matière végétale a été broyée en présence de 10 ml de méthanol à 80 %. L'homogénat obtenu a été centrifugé pendant 10 à 15 minutes à 4000–6000 tr/min, puis le surnageant a été récupéré comme extrait phénolique. Par la suite, 0,5 ml d'extrait est mélangé à 2,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué au dixième). Après un temps de réaction de 5 minutes, 2 ml de carbonate de sodium (Na_2CO_3) à 7,5 % sont ajoutés. Le mélange est homogénéisé puis incubé pendant 30 minutes à température ambiante, à l'abri de la lumière.

L'absorbance est ensuite mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible, en utilisant un blanc préparé dans les mêmes conditions sans extrait.

La teneur en polyphénols totaux est déterminée à partir d'une courbe d'étalonnage réalisée avec l'acide gallique, et les résultats sont exprimés en mg équivalent acide gallique par gramme de matière fraîche (mg EAG mg⁻¹ MS).

6.3.4 Dosage des flavonoïdes totaux

Ce dosage est basé sur la formation de complexes entre les composés phénoliques et le trichlorure d'aluminium. Les complexes produits sont de couleur jaune absorbant dans le visible à 415nm (Alyafi, 2007).

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux a été réalisée par la méthode de Bahroun et *al.*, 1996.

A 01 ml de chaque extrait méthanolique, on ajoute 01 ml de solution méthanolique de chlorure d'Aluminium AlCl₃ à 2%. Après incubation de 15 minutes à température ambiante, l'absorbance est lue à partir du spectrophotomètre UV à 430 nm contre un blanc représenté par le méthanol additionné d'AlCl₃.

6 Analyses statistiques

Les analyses statistiques basées sur les tests de comparaison des moyennes, en utilisant 05 répétitions pour chaque dose, ont été appliquées à l'aide d'un logiciel **Stat Box 5**.

CHAPITRE IV : Résultats et Discussion

4. RÉSULTATS

Dans le cadre de cette expérimentation, l'exposition du l'aubergine dur au marc de thé a induit diverses adaptations physiologiques et morphologiques, dont les principales sont présentées ci-dessous :

4.1 Effet des traitements sur la longueur des plantules

La croissance longitudinale constitue l'un des indicateurs les plus utilisés pour évaluer l'effet des amendements organiques sur le développement végétatif des plantes. La longueur des racines traduit la capacité de la plante à explorer le sol et à absorber l'eau ainsi que les éléments nutritifs, tandis que la longueur aérienne reflète directement l'intensité de la croissance végétative et le potentiel photosynthétique du végétal. Quant à la longueur totale, elle représente un indicateur synthétique de la vigueur générale de la plante.

Les résultats de **la figure (25)** montrent que l'incorporation du marc de thé a favorisé la croissance de l'aubergine comparativement au témoin. La longueur racinaire passe de 16,92 cm chez le témoin à 24,80 cm sous le traitement 2 % L, soit une augmentation de près de 47 %. Les traitements 3 % L (23,94 cm) et 1 % L (21,80 cm) présentent également des valeurs élevées. En revanche, les traitements CS exercent un effet plus modéré sur ce paramètre.

La longueur aérienne augmente dans tous les traitements. Les valeurs les plus élevées sont observées sous 2 % CS (50,24 cm), 3 % CS (49,32 cm) et 1%CS (49,28 cm), alors que le témoin ne dépasse pas 41,98 cm.

La longueur totale suit une tendance similaire, atteignant son maximum avec le traitement 3%L (72,2 cm) et 2%L (71,84 cm), contre seulement 58,90 cm pour le témoin.

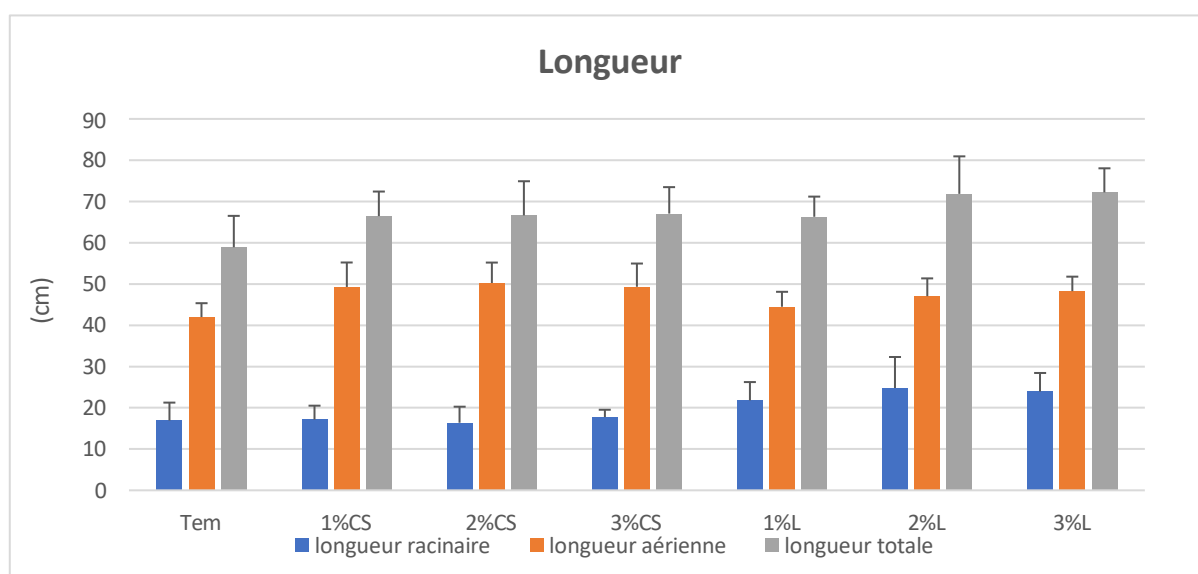


Figure 25: Variation de la longueur racinaire, de la longueur aérienne et de la longueur totale en fonction des traitements.

Toutefois, les tests statistiques de Newman-Keuls révèlent que ces différences ne sont pas vraiment significatives, classant tous les groupes dans une même catégorie homogène "A" juste pour la partie racinaire.

Cette amélioration du système racinaire est particulièrement importante puisque les racines constituent l'interface principale entre la plante et son environnement. Selon **Marschner (2012)**, un développement racinaire important augmente le volume de sol exploré, améliore l'acquisition des nutriments et favorise l'absorption de l'eau. Une racine plus longue permet également à la plante d'accéder aux ressources situées dans des horizons plus profonds du sol, améliorant ainsi son alimentation hydrique et minérale.

Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux rapportés par **Atiyeh et al., (2002)** qui ont observé une augmentation de la croissance racinaire chez la tomate (*Solanum lycopersicum* L) suite à l'application d'amendements organiques. Les auteurs expliquent cette réponse par une amélioration de la structure physique du substrat et une meilleure disponibilité des éléments nutritifs nécessaires à la division et à l'élongation cellulaires. De même, **Arancon et al. (2004)** ont montré que les matières organiques transformées biologiquement stimulent fortement le développement du système racinaire. Selon ces auteurs, l'amélioration de la porosité et de l'aération du substrat favorise la croissance des racines et augmente leur capacité d'absorption.

Concernant la partie aérienne, les résultats montrent également une amélioration notable de la croissance. Cette augmentation témoigne d'une stimulation de la croissance végétative des plants d'aubergine. Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, l'élongation de la tige dépend principalement de l'activité des méristèmes apicaux et de l'expansion cellulaire, deux processus fortement influencés par l'état nutritionnel de la plante. Une meilleure disponibilité des éléments minéraux favorise la synthèse des protéines, des acides nucléiques et des enzymes impliqués dans la croissance des tissus végétaux.

L'amélioration observée de la longueur aérienne pourrait également être associée à l'augmentation des teneurs en chlorophylles observée dans notre étude. En effet, une teneur élevée en pigments photosynthétiques améliore l'efficacité de la photosynthèse et augmente la production d'assimilats carbonés nécessaires à la croissance des organes aériens. Selon **Hopkins et Hüner (2009)**, la croissance de la tige dépend étroitement de la quantité de photoassimilats produits par les feuilles et redistribués vers les zones en croissance active. Les résultats obtenus rejoignent ceux de **Singh et Rao (2018)** chez l'aubergine, qui ont observé une augmentation significative de la hauteur des plants après l'application de fertilisants organiques.

Les auteurs ont attribué cette amélioration à une meilleure nutrition minérale et à une activité photosynthétique plus intense.

La longueur totale, qui combine les développements racinaire et aérien, a atteint ses valeurs maximales sous 3%L et 2%L. Cette augmentation globale traduit une amélioration générale de la vigueur des plants. Selon **Lambers et al. (2008)**, la croissance totale d'une plante résulte de l'équilibre fonctionnel entre les parties aériennes productrices d'assimilats et les racines responsables de l'approvisionnement en eau et en éléments nutritifs. Lorsque ces deux compartiments se développent simultanément, la plante optimise son fonctionnement physiologique et améliore son potentiel de croissance.

Par ailleurs, la présence de composés organiques bioactifs issus de la dégradation du marc de thé pourrait avoir contribué à stimuler la croissance des tissus végétaux. Selon **Canellas et Olivares (2014)**, certaines substances humiques issues des matières organiques agissent comme des biostimulants capables de favoriser la division cellulaire, l'élongation racinaire et le développement des parties aériennes.

4.2 Effet des traitements sur le poids frais des plantules

Le poids frais constitue un indicateur important de la croissance végétative des plantes. Il correspond à la masse totale des tissus végétaux immédiatement après la récolte, incluant à la fois la matière organique produite et l'eau contenue dans les cellules. Une augmentation du poids frais traduit généralement une amélioration de l'absorption de l'eau et des nutriments, ainsi qu'une croissance plus active des organes végétatifs.

Le poids frais révèle des écarts plus marqués entre les modalités. Le poids frais racinaire atteint son maximum avec le traitement 3%L (25,24 g) par rapport au témoin (14,6 g), tandis que le poids frais aérien est le plus élevé avec le traitement 3%CS (43,28 g) contre le témoin (21,32 g) avec une augmentation de croissance atteint 103%. En considérant le poids frais total, le traitement 3%CS présente la valeur la plus forte avec 65,26 g, suivi de près par le traitement 2%L avec 64,76 g et le traitement 3%L avec 58,26 g, alors que le témoin (0%) ne dépasse pas 35,92g (**Figure 26**).

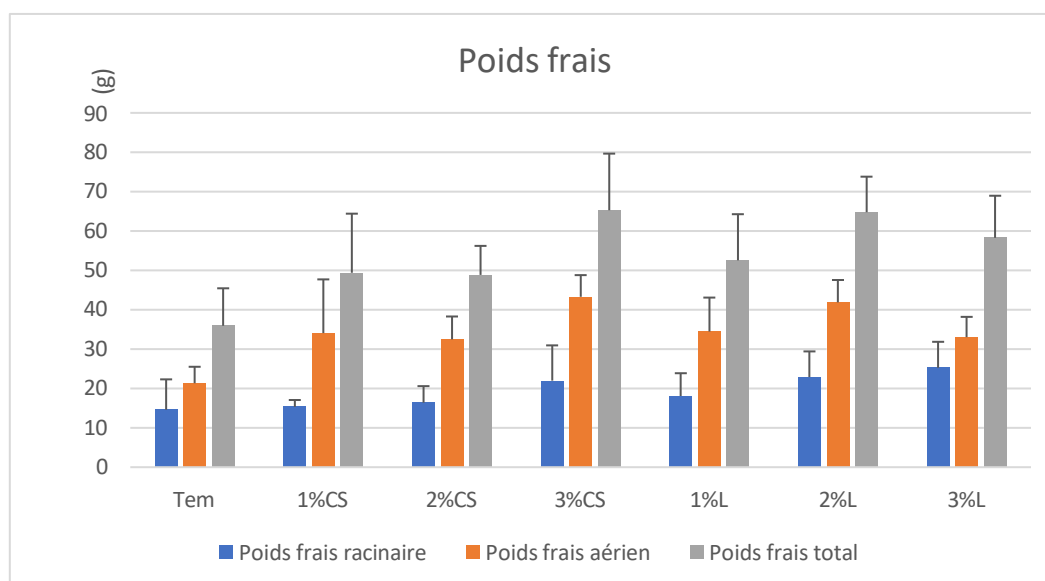


Figure 26 : Effet des traitements sur le poids frais des plantules.

L'analyse statistique indique une différence statistique entre le témoin posé dans le groupe B (pour la partie racinaire et totale) contre les autres doses situées dans les groupes A et AB. Pour la partie aérienne, l'analyse est non significative malgré les variations des valeurs moyennes.

Donc, l'amélioration de la biomasse fraîche traduit une meilleure absorption de l'eau et des nutriments. Le marc de thé semble avoir créé des conditions favorables au développement des organes végétatifs de l'aubergine. Il améliore également la structure du sol et sa capacité de rétention d'eau, ce qui facilite l'absorption des nutriments par les racines.

Les résultats obtenus sont aussi en accord avec ceux de **Atiyeh et al. (2002)** chez la tomate, qui ont rapporté une augmentation significative de la biomasse racinaire suite à l'application d'amendements organiques. Les auteurs expliquent cette réponse par l'amélioration de la disponibilité des nutriments et par l'action stimulatrice de certaines substances organiques sur la croissance des racines. De même, **Arancon et al. (2004)** ont observé une augmentation de la masse racinaire chez le fraisier (*Fragaria × ananassa*) sur des substrats enrichis en matières organiques. Selon ces auteurs, l'amélioration de la structure physique du substrat favorise l'aération et la circulation de l'eau, créant ainsi un environnement plus favorable au développement racinaire.

Le poids frais aérien a également été fortement stimulé par les traitements. L'augmentation enregistrée atteint ainsi plus du double de la valeur témoin. Cette amélioration traduit une croissance végétative intense caractérisée par une augmentation du volume des feuilles, des tiges et des autres organes aériens. Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, l'accumulation de biomasse aérienne dépend directement de l'efficacité photosynthétique de la plante. Les traitements ayant

Favorisé l'augmentation des chlorophylles observée dans notre étude ont probablement amélioré la fixation du carbone atmosphérique et la production de photoassimilats nécessaires à la croissance. Selon **Hopkins et Hüner (2009)**, l'expansion foliaire et l'accumulation de biomasse aérienne sont étroitement corrélées puisqu'elles résultent toutes deux de l'intensité de la photosynthèse et de la disponibilité des nutriments.

Chez l'aubergine, **Singh et Rao (2018)** ont observé des augmentations significatives de la biomasse aérienne après l'application d'amendements organiques. Les auteurs attribuent cette réponse à une amélioration de la nutrition minérale, notamment en azote, élément essentiel à la synthèse des protéines et au développement des tissus végétaux. L'amélioration du poids frais aérien observée dans notre étude pourrait également être liée à l'augmentation des teneurs en sucres solubles. Selon **Lambers et al. (2008)**, les glucides produits par la photosynthèse constituent les principales sources d'énergie et de carbone nécessaires à la formation de nouveaux tissus végétaux. Une accumulation importante de sucres favorise donc directement la croissance des parties aériennes.

Le poids frais total représente la résultante de l'ensemble des processus de croissance intervenant au niveau des racines et des parties aériennes. Cette augmentation de près de 80 % met en évidence l'effet très favorable du marc de thé sur la croissance globale des plants d'aubergine. Selon **Lambers et al. (2008)**, la production de biomasse totale dépend de l'équilibre fonctionnel entre le système racinaire et les parties aériennes. Les racines assurent l'approvisionnement en eau et en éléments nutritifs, tandis que les feuilles produisent les assimilats carbonés nécessaires à la croissance. Lorsque ces deux compartiments sont simultanément stimulés, la croissance globale de la plante est fortement améliorée. Selon **Marschner (2012)**, une meilleure nutrition minérale stimule simultanément la photosynthèse, le métabolisme énergétique et la croissance végétative, conduisant à une augmentation de la biomasse.

4.3 Effet des traitements sur le poids sec des plantules

Le poids sec constitue un indicateur particulièrement important de la croissance végétale puisqu'il représente la biomasse réellement produite par la plante après élimination de l'eau. Contrairement au poids frais, il reflète l'accumulation effective de matière organique résultant de la photosynthèse et de l'assimilation des nutriments.

Concernant le poids sec racinaire, les résultats montrent une amélioration notable chez les plants traités avec le thé infusé.

La valeur maximale est enregistrée sous le traitement 1 % CS (4,12 g), soit plus de trois fois la valeur observée chez le témoin (1,32 g). Cette augmentation indique que le développement du système racinaire a été fortement stimulé par l'apport du marc de thé. Les autres traitements présentent également des valeurs supérieures à celle du témoin, traduisant un effet globalement favorable du marc de thé sur la croissance des racines.

Pour le poids sec aérien, les valeurs les plus élevées sont observées sous les traitements 2 % L (6,42 g) et 3 % CS (6,28 g), alors que le témoin ne présente qu'une valeur de 3,04 g. L'augmentation du poids sec aérien témoigne d'une accumulation plus importante de matière organique dans les tiges et les feuilles.

Le poids sec total, qui représente la somme des biomasses racinaire et aérienne, suit la même tendance. Les valeurs maximales sont obtenues sous 3 % CS (9,82 g) et 2 % L (9,32 g), contre seulement 4,36 g chez le témoin. Ainsi, le traitement 3 % CS permet une augmentation d'environ 125 % de la biomasse sèche totale par rapport au témoin. Cette amélioration considérable traduit une réponse très favorable de l'aubergine à l'apport du marc de thé.

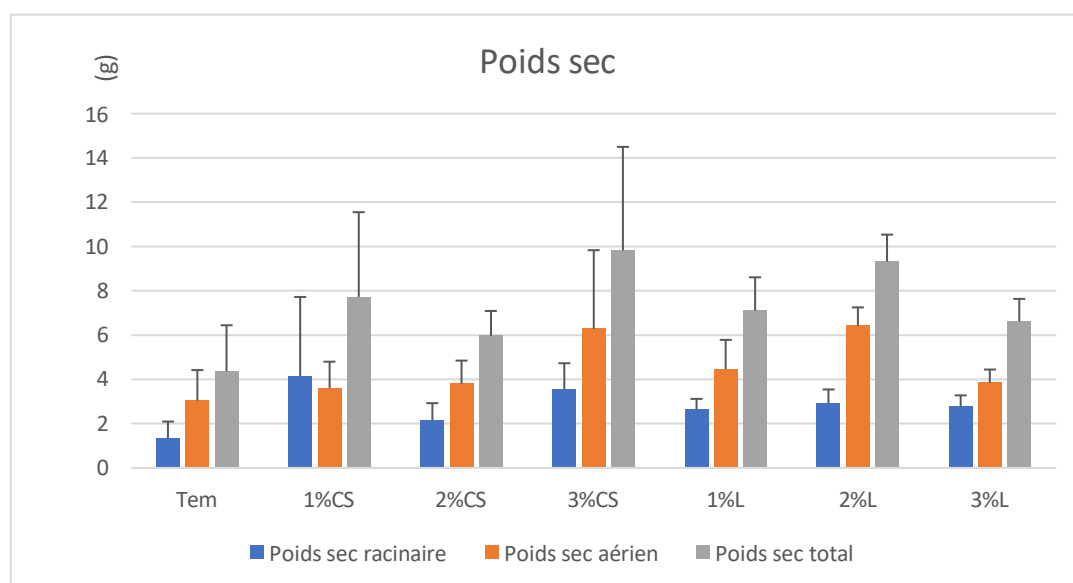


Figure 27. Effet des différents traitements sur le poids sec racinaire, aérien et total des plantes.

L'analyse statistique révèle par ailleurs que le témoin appartient au groupe homogène B alors que les traitements les plus performants appartiennent au groupe (A) ou aux groupes intermédiaires (AB), ce qui confirme l'effet bénéfique des amendements à base de marc de thé sur la production de biomasse sèche.

Dans notre étude, le poids sec racinaire a augmenté de manière importante sous l'effet des traitements à base de marc de thé. Cette augmentation traduit une accumulation importante de matière organique dans les racines et témoigne d'un développement efficace du système racinaire. Chez l'aubergine, **Mona et al., (2011)** ont également observé une augmentation significative de la biomasse racinaire sous l'effet de fertilisants organiques. Selon ces auteurs, l'amélioration de la disponibilité en éléments nutritifs stimule la formation de nouvelles racines et favorise l'accumulation de matière sèche dans les tissus souterrains.

Le poids sec aérien a également été fortement amélioré par les traitements. Cette augmentation supérieure à 100 % traduit une production importante de matière organique au niveau des parties aériennes. Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux rapportés par **Singh et Rao (2018)** chez l'aubergine, qui ont observé une augmentation significative du poids sec aérien après l'application de fertilisants organiques. Les auteurs expliquent cette réponse par une amélioration de la nutrition minérale et de l'efficacité photosynthétique.

Par ailleurs, l'accumulation de matière sèche aérienne est étroitement liée à l'expansion foliaire. Dans notre étude, les traitements ayant présenté les plus fortes biomasses aériennes correspondent également à ceux ayant montré les surfaces foliaires les plus importantes. Selon **Hopkins et Hüner (2009)**, une surface foliaire plus développée permet d'intercepter davantage de rayonnement solaire, augmentant ainsi la photosynthèse et la production de biomasse.

Le poids sec total représente l'indicateur le plus pertinent pour évaluer la croissance réelle de la plante. Les traitements les plus performants ont donc permis plus que doubler la biomasse sèche totale. Les résultats obtenus rejoignent ceux rapportés par **Das et al. (2014)** chez l'aubergine, qui ont observé une augmentation significative de la biomasse sèche totale sous l'effet de fertilisants organiques. Les auteurs ont montré que l'amélioration de la nutrition minérale favorise l'accumulation des assimilats carbonés et stimule la croissance globale des plants. Par ailleurs, **Marschner (2012)** souligne que la biomasse sèche constitue un indicateur direct de l'efficacité de conversion de l'énergie lumineuse en matière organique.

4.4 Effet des traitements sur la matière sèche totale des plantules

La matière sèche totale constitue un indicateur important de la croissance végétale, car elle reflète la quantité réelle de biomasse produite par la plante après élimination de l'eau. Une augmentation de la matière sèche est généralement associée à une meilleure croissance et à un développement plus important des plantes.

Concernant la matière sèche totale, les résultats montrent que l'application du marc de thé a entraîné une augmentation de la matière sèche totale des plantules d'aubergine par rapport au témoin. La valeur la plus faible est observée chez le témoin avec 10,30 %, tandis que la valeur la plus élevée est enregistrée avec le traitement 2%L (14,61 %). Les traitements 1%L (13,75 %) et 1 % CS (13,71 %) présente également des valeurs élevées. En revanche, le traitement 3 % L (11,91 %) montre une légère diminution par rapport aux autres traitements.

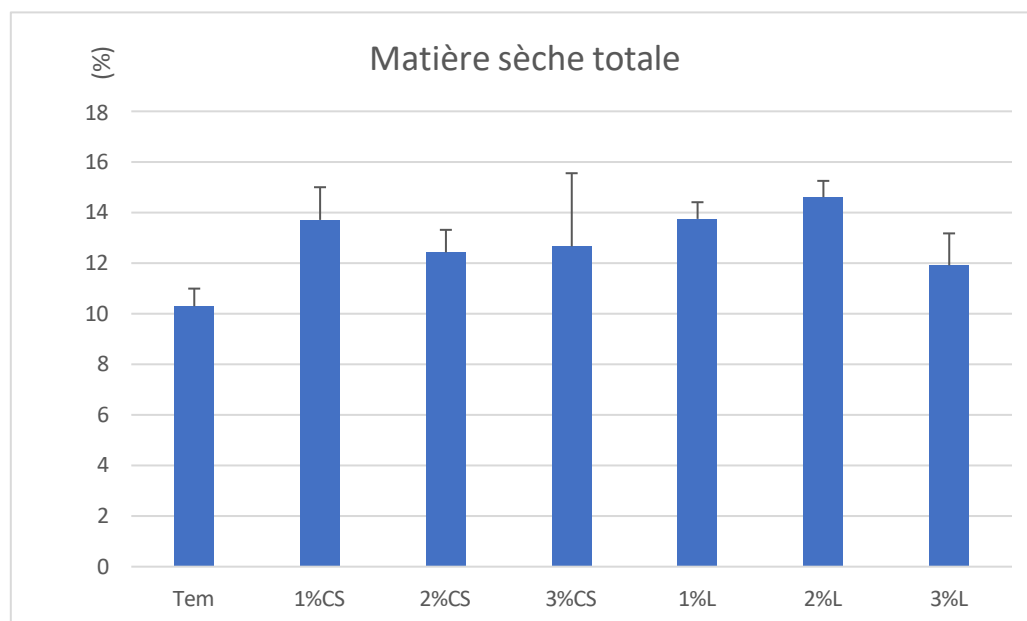


Figure 28. Effet des différents traitements sur la matière sèche totale (%) des plantes.

Concernant l'analyse statistique, on note des effets significatifs posant la dose 2%L, 1%L et 2%CS en groupe (A), les autres doses en groupe (AB) et le témoin en dernier groupe (B).

Contrairement au poids frais, fortement influencé par le statut hydrique des organes, la matière sèche reflète directement l'efficacité des processus physiologiques impliqués dans la production et l'accumulation de biomasse. Une augmentation de la matière sèche traduit généralement une amélioration de l'activité photosynthétique, de l'assimilation des nutriments et de la synthèse des composés organiques indispensables au développement végétal. Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, une augmentation de la teneur en chlorophylles améliore la capacité de captation de l'énergie lumineuse et favorise la fixation du dioxyde de carbone atmosphérique. Cette amélioration se traduit par une production accrue de glucides qui sont ensuite convertis en biomasse végétale.

Des résultats similaires ont également été rapportés par **Suthar (2009)** chez plusieurs cultures maraîchères (le gombo et la tomate), où l'utilisation d'amendements organiques a conduit à une augmentation de la matière sèche végétale. Selon cet auteur, les matières organiques améliorent

Simultanément la fertilité du sol, la disponibilité des nutriments et l'activité métabolique des plantes. L'amélioration de la matière sèche pourrait également être associée à une meilleure efficacité d'utilisation de l'eau. Les traitements ayant montré des valeurs élevées de matière sèche ont également présenté de bons niveaux de contenu relatif en eau (RWC). **Selon Blum (2011)**, une alimentation hydrique adéquate favorise les processus métaboliques impliqués dans la synthèse de biomasse et améliore l'efficacité de conversion des assimilats en matière organique.

4.5 Effet des traitements sur la surface foliaire des plantules

La surface foliaire est un paramètre morphologique important car elle détermine la capacité de la plante à intercepter la lumière et à réaliser la photosynthèse. Une augmentation de la surface foliaire permet généralement une meilleure production de matière organique et favorise la croissance de la plante.

Concernant la surface foliaire, les résultats montrent que l'application du marc de thé a entraîné une augmentation importante dans la surface foliaire par rapport au témoin. La valeur la plus faible a été enregistrée chez le témoin avec 44,72 cm², tandis que la valeur la plus élevée a été observée avec le traitement 3 % CS (148,85 cm²). Les traitements 2 % CS (124,87 cm²), 2 % L (109,23 cm²) et 3 % L (103,98 cm²) ont également présenté des valeurs élevées. Ce qui introduit par une augmentation entre 38% et 236% par rapport au témoin. Cette augmentation indique que le marc de thé a stimulé le développement des feuilles et favorisé l'expansion du limbe foliaire.

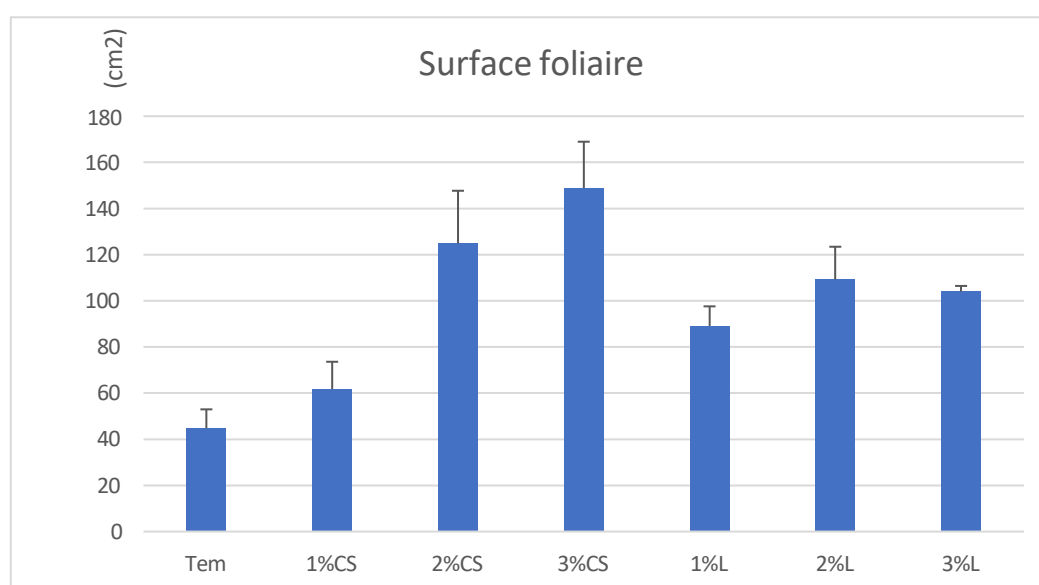


Figure 29. Effet des différents traitements sur la surface foliaire (cm²) des plantes.

Le test de Newman-Keuls révèle l'existence de différences significatives entre les traitements. Le traitement 3 % CS appartient au groupe homogène A, le traitement 2%CS est dans le groupe B, alors que les traitements 2%L, 3%L et 1%L sont posés dans le groupe BC, supérieure à celle du témoin et du traitement 1 % CS, classés dans le groupe D.

Dans notre étude, les traitements ont entraîné une augmentation remarquable de la surface foliaire des plants d'aubergine. Ces résultats témoignent d'une forte stimulation de la croissance foliaire sous l'effet du marc de thé. Les résultats peuvent être expliqués en partie par l'amélioration de la nutrition minérale des plants. Selon **Marschner (2012)**, l'azote joue un rôle majeur dans le développement foliaire puisqu'il intervient dans la synthèse des protéines, des enzymes et de la chlorophylle. Le phosphore participe à la production d'énergie nécessaire à la division cellulaire, tandis que le potassium régule l'équilibre hydrique et favorise l'expansion des cellules végétales. La disponibilité accrue de ces éléments grâce au marc de thé pourrait ainsi avoir favorisé le développement des feuilles observé dans notre expérimentation.

Les résultats obtenus rejoignent ceux de **Abou El-Magd et al. (2006)** chez l'aubergine, qui ont observé une augmentation significative de la surface foliaire suite à l'application de fertilisants organiques. Les auteurs ont montré que l'amélioration de la disponibilité des nutriments favorisait l'expansion foliaire et la croissance végétative des plants. Selon **Lambers et al. (2008)**, une plus grande surface foliaire permet une interception plus efficace du rayonnement lumineux, ce qui augmente la photosynthèse et favorise l'accumulation de biomasse. L'augmentation importante de la surface foliaire pourrait également expliquer les teneurs élevées en sucres solubles observées dans notre étude. En effet, une surface photosynthétique plus développée permet une fixation accrue du carbone atmosphérique et une production plus importante de glucides. Effet des traitements sur teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC) des plantules

La teneur relative en eau (RWC) est un indicateur physiologique important du statut hydrique de la plante. Elle reflète la capacité des tissus végétaux à retenir l'eau et à maintenir leur turgescence, ce qui est essentiel pour la croissance, la photosynthèse et la résistance au stress hydrique.

Concernant la teneur relative en eau, les résultats montrent que l'application du marc de thé a entraîné une augmentation progressive du RWC par rapport au témoin. La valeur la plus faible

Est observée chez le témoin (61,51 %), tandis que la valeur la plus élevée est enregistrée avec le traitement 3 % L (91,51 %). Les traitements 3 % CS (87,42 %), 2 % L (82,73 %) et 2 % CS (79,03 %) présente également des valeurs élevées. Ces résultats indiquent que les plants traités ont mieux conservé leur eau que les plants témoins.

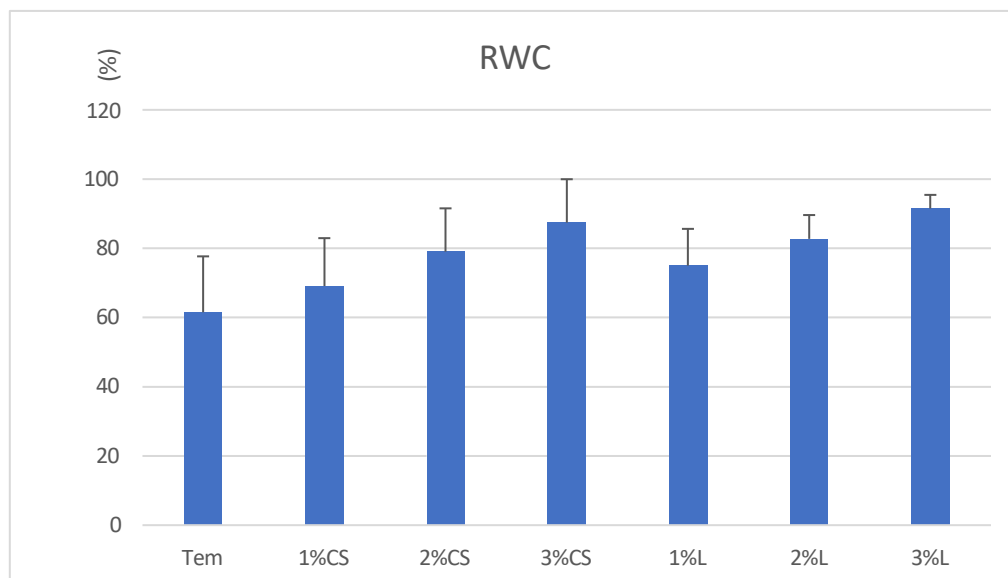


Figure 30. Effet des différentes concentrations de marc de thé sur la teneur relative en eau (RWC %) des plantes.

Le test de Newman-Keuls montre que le traitement **3 % L** appartient au groupe homogène **A**, tandis que le témoin appartient au groupe **B**, indiquant une augmentation significative de la teneur relative en eau sous l'effet des autres traitements positionnés dans le groupe (AB).

L'augmentation du RWC observée suggère que le marc de thé a favorisé l'absorption et la rétention de l'eau au sein des tissus végétaux. Selon **Kramer et Boyer (1995)**, un contenu relatif en eau élevé permet de maintenir la turgescence cellulaire, condition indispensable à l'élongation des cellules, à la croissance des organes végétatifs et au fonctionnement normal du métabolisme. Les cellules turgescents exercent une pression interne qui favorise l'expansion des tissus et le développement des feuilles, des tiges et des racines.

Dans notre expérimentation, les traitements les plus performants en matière de RWC ont également présenté des poids frais et secs racinaires élevés. Un système racinaire plus développé permet une exploration plus efficace du substrat et une absorption accrue de l'eau disponible. Selon **Marschner (2012)**, la capacité d'une plante à maintenir son statut hydrique dépend largement de l'efficacité de son système racinaire à capter les ressources hydriques du milieu. Par ailleurs, l'augmentation du RWC pourrait être associée à une amélioration des

Propriétés physiques du substrat. Les matières organiques sont reconnues pour leur capacité à augmenter la rétention de l'eau et à améliorer la structure du sol. Selon **Brady et Weil (2017)**, l'incorporation de résidus organiques favorise la formation d'agrégats stables, augmente la porosité du sol et améliore sa capacité de stockage de l'eau. Les racines disposent alors d'une réserve hydrique plus importante, ce qui contribue au maintien de la turgescence des tissus végétaux.

Les fortes valeurs observées sous 3 % L et 3 % CS indiquent que ces traitements ont permis aux plants d'aubergine de maintenir une hydratation optimale. Selon Larcher (2003), les plantes présentant un RWC supérieur à 80 % sont généralement considérées comme physiologiquement actives et peu affectées par le stress hydrique. Les valeurs obtenues dans notre étude témoignent donc d'un excellent état physiologique des plants traités.

4.6 Effet des traitements sur le taux de perte relative en eau (Relative Water Loss) RWL des plantules.

La perte relative en eau (RWL) est un indicateur de la capacité des feuilles à conserver leur eau après leur détachement. Une faible valeur de RWL traduit une meilleure rétention hydrique et une meilleure résistance au stress hydrique, tandis qu'une valeur élevée indique une perte d'eau plus importante.

Les résultats montrent que le témoin présente les valeurs de RWL les plus élevées aux trois temps de mesure (30, 60 et 120 min), avec respectivement 0,00057 ; 0,00050 et 0,00030 g/cm²/min. À l'inverse, les traitements à base de marc de thé ont globalement réduit la perte d'eau foliaire. Les plus faibles valeurs sont observées avec les traitements 2 % CS et 3 % CS, particulièrement à 30 et 60 minutes, indiquant une meilleure capacité des feuilles à retenir l'eau. Une diminution progressive du RWL est observée entre 30, 60 et 120 minutes pour l'ensemble des traitements, traduisant un ralentissement de la perte d'eau au cours du temps. Les traitements 2 % CS, 3 % CS et 3 % L présentent les valeurs les plus faibles, suggérant un effet favorable du marc de thé sur le maintien de l'état hydrique des plantules d'aubergine.

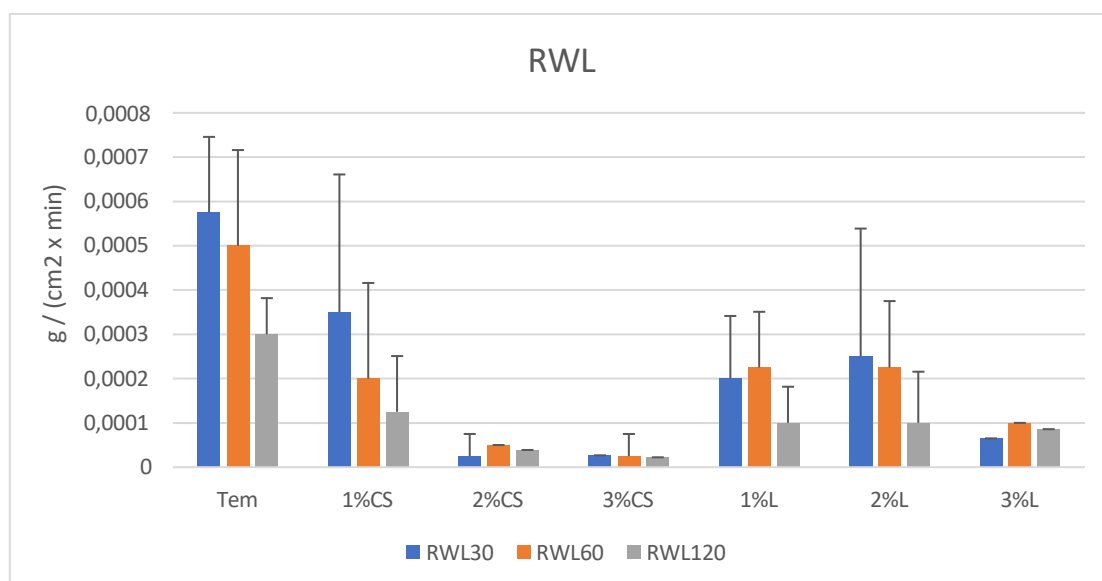


Figure 31. Effet des différents traitements sur la perte relative en eau (RWL) des plantes après 30, 60 et 120 minutes.

Cependant, le test de Newman-Keuls n'a révélé aucune différence statistiquement significative entre les traitements ($p > 0,05$), malgré les variations observées entre les moyennes.

Dans notre étude, les valeurs de RWL augmentent progressivement avec le temps chez tous les traitements, ce qui est normal puisque les feuilles continuent à perdre de l'eau après leur détachement. Cependant, l'intensité de cette perte varie considérablement selon les traitements appliqués. Les plants traités avec le marc de thé, notamment sous 3 % CS, 2 % CS et 3 % L, présentent systématiquement des pertes en eau plus faibles que le témoin, particulièrement après 60 et 120 minutes d'exposition. Cette réduction de la perte relative en eau indique que les feuilles des plants traités possèdent une meilleure capacité à retenir leur eau. Selon **Blum (2011)**, cette aptitude résulte généralement d'une amélioration de l'état physiologique des cellules, du maintien de la turgescence et d'une meilleure stabilité des membranes cellulaires. Des membranes plus stables limitent les mouvements passifs de l'eau vers l'extérieur et contribuent ainsi à ralentir le processus de déshydratation.

Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, les sucres jouent un rôle important dans l'ajustement osmotique en contribuant au maintien du potentiel hydrique cellulaire. L'accumulation de ces composés favorise la rétention de l'eau dans les cellules et réduit les pertes hydriques. Les résultats obtenus rejoignent ceux rapportés par **Farooq et al. (2009)**, qui ont montré que les plantes possédant une meilleure alimentation hydrique présentent généralement des pertes relatives en eau plus faibles et une meilleure résistance aux conditions de stress. L'amélioration du RWL observée dans notre étude pourrait également expliquer les augmentations enregistrées pour la croissance

Végétative. En effet, la conservation de l'eau dans les tissus favorise le maintien de la turgescence cellulaire, condition indispensable à l'expansion des feuilles, à l'élongation des tiges et à l'accumulation de biomasse. Selon **Larcher (2003)**, les plantes capables de limiter leurs pertes hydriques consacrent davantage d'énergie à la croissance qu'à la compensation du déficit en eau.

4.7 Effet des traitements sur la matière sèche foliaire (MSF) des plantules.

La matière sèche foliaire (MSF) reflète la quantité de biomasse réellement accumulée par les feuilles après élimination de l'eau. Elle renseigne ainsi sur l'efficacité des processus physiologiques liés à la photosynthèse, à l'absorption des nutriments et à la synthèse des composés organiques. Dans notre étude, les traitements à base de marc de thé ont globalement favorisé l'augmentation de la MSF chez les plantules d'aubergine par rapport au témoin, ce qui traduit un effet positif de cet amendement organique sur le développement foliaire.

Les résultats montrent que la matière sèche foliaire varie selon le type et la concentration du traitement appliqué. Le traitement témoin (Tem) présente la plus faible valeur, d'environ 17,5 g. L'application du compost solide (CS) entraîne une augmentation de la matière sèche foliaire par rapport au témoin. Le traitement 1 % CS enregistre la valeur la plus élevée (≈ 25 g), suivi de 3 % CS ($\approx 24,8$ g) et 2 % CS (≈ 22 g). Ces résultats suggèrent que les traitements à base de compost solide favorisent l'accumulation de matière sèche dans les feuilles, probablement grâce à une meilleure disponibilité des éléments nutritifs et à une amélioration de l'activité photosynthétique.

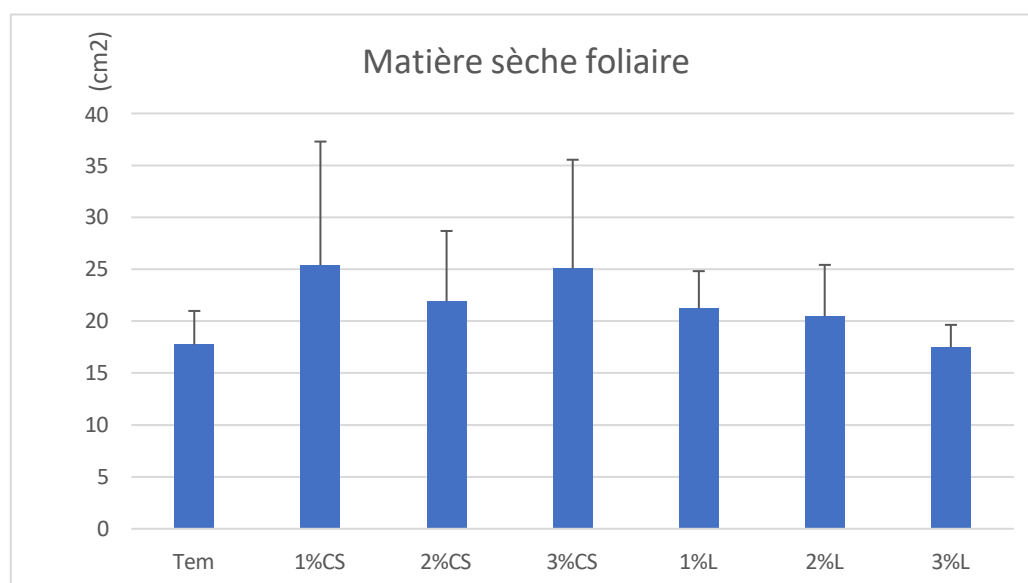


Figure 32. Effet des différents traitements sur la matière sèche foliaire des plantes.

Toutefois, le test de Newman-Keuls indique l'absence de différence significative entre les traitements ($p > 0,05$), ce qui suggère que les variations observées ne sont pas statistiquement significatives.

Malgré cette absence de significativité statistique, la tendance générale met en évidence une augmentation de la matière sèche foliaire chez les plants ayant reçu le marc de thé, suggérant une amélioration de l'accumulation de biomasse dans les feuilles. Cette augmentation peut être expliquée par une amélioration de l'activité photosynthétique. Les résultats obtenus dans notre expérimentation montrent en effet une augmentation des teneurs en chlorophylles chez plusieurs traitements. Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, une concentration élevée en chlorophylles améliore l'efficacité de la capture de l'énergie lumineuse et augmente la fixation du dioxyde de carbone, favorisant ainsi la synthèse de glucides. Ces glucides sont ensuite transformés en cellulose, protéines, lipides et autres constituants structuraux qui participent directement à l'augmentation de la matière sèche foliaire.

L'augmentation de la matière sèche foliaire pourrait également être liée à l'accumulation des métabolites secondaires observée dans notre étude. Les polyphénols, les flavonoïdes et les caroténoïdes représentent une fraction de la matière organique accumulée dans les feuilles. Selon **Lambers et al. (2008)**, une activité photosynthétique élevée stimule non seulement la production de glucides, mais également la biosynthèse des métabolites secondaires dérivés du métabolisme carboné. Ainsi, les augmentations observées pour ces composés contribuent probablement à l'élévation de la matière sèche foliaire.

4.8 Effet des traitements sur le déficit hydrique de saturation (DHS) des plantules.

Le déficit hydrique de saturation (DHS) est un indicateur physiologique qui traduit le manque d'eau dans les tissus végétaux par rapport à leur état de saturation maximale. Il permet de quantifier le stress hydrique subi par la plante. Plus la valeur du DHS est faible, meilleure est l'hydratation de la plante et sa capacité à maintenir un bon état physiologique.

Les données montrent une diminution du déficit hydrique avec les traitements, le témoin affiche le déficit le plus marqué avec 38,49 %, suivi par les doses croissantes d'amendements 1%CS, 1%L, 2%CS, 2%L et 3%CS diminuant de 30,90% à 12,58%. Le traitement 3%L permet de réduire ce déficit à seulement 8,49 %, démontrant une efficacité optimale dans la préservation de l'équilibre hydrique.

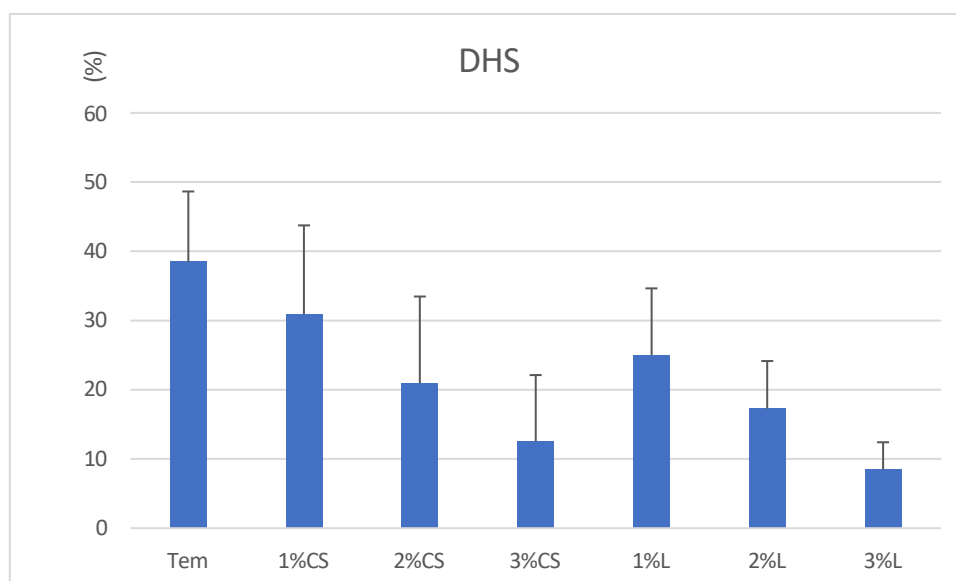


Figure 33. Effet des différents traitements sur le déficit hydrique de saturation (DHS) des plantes.

Cette amélioration est confirmée par le test de Newman-Keuls, où le groupe 3%L se détache nettement du témoin, illustrant un état de saturation hydrique bien meilleur.

La diminution importante du DHS observée dans notre étude confirme cette amélioration du statut hydrique. Selon **Slatyer (1967)**, le maintien d'un faible déficit hydrique constitue l'un des principaux mécanismes permettant aux plantes de préserver leur activité métabolique lorsque les conditions environnementales deviennent défavorables. Une réduction du DHS traduit généralement une meilleure capacité des racines à absorber l'eau et à compenser les pertes hydriques dues à la transpiration. **Brady et Weil (2017)**, confirment que l'augmentation de la matière organique permet au sol de stocker davantage d'eau disponible pour les plantes, ce qui contribue à réduire les déficits hydriques au niveau des tissus végétaux. En effet, les traitements présentant les plus faibles valeurs de DHS correspondent également à ceux qui présentent les valeurs les plus élevées de RWC. Cette relation inverse entre les deux paramètres a été décrite par **Barrs et Weatherley (1962)**, qui considèrent ces deux indicateurs comme complémentaires dans l'évaluation de l'état hydrique des plantes.

4.9 Effet des traitements sur la teneur moyenne en chlorophylle des plantules.

Les chlorophylles sont les principaux pigments photosynthétiques responsables de la capture de l'énergie lumineuse nécessaire à la photosynthèse. La chlorophylle (a) intervient directement dans les réactions photochimiques, tandis que la chlorophylle (b) agit comme pigment accessoire en élargissant le spectre d'absorption de la lumière. La chlorophylle totale constitue ainsi un indicateur fiable de la capacité photosynthétique des plantes.

Les résultats montrent que les traitements à base de marc de thé ont fortement influencé les teneurs en pigments chlorophylliens. La chlorophylle (a) varie de 680,12 $\mu\text{g/g}$ chez le témoin à 2321,05 $\mu\text{g/g}$ sous 3%L, soit une augmentation d'environ 241 %. Les traitements 2%CS (1696,98 $\mu\text{g/g}$) et 3%CS (1386,62 $\mu\text{g/g}$) présente également des valeurs élevées.

La chlorophylle (b) suit une tendance similaire. La valeur maximale est observée sous 3 % L (1659,12 $\mu\text{g/g}$), suivie de 2 % CS (1571,89 $\mu\text{g/g}$), alors que le témoin présente seulement 448,28 $\mu\text{g/g}$.

La chlorophylle totale augmente considérablement sous les traitements organiques. Le maximum est enregistré sous 3%L avec 3498,78 $\mu\text{g/g}$ contre 1128,40 $\mu\text{g/g}$ chez le témoin. Cette augmentation correspond à plus du triple de la teneur observée chez les plantes non traitées.

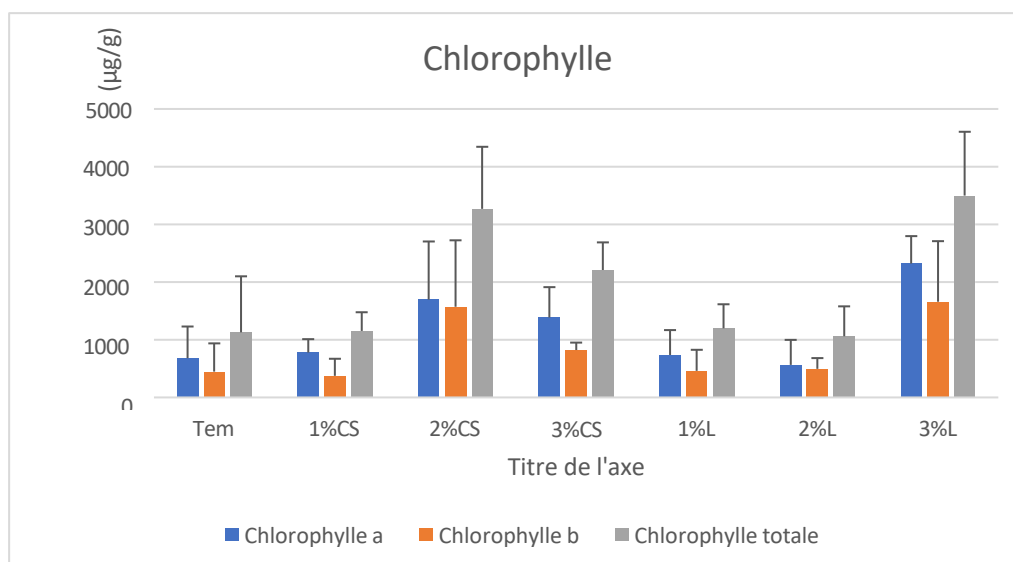


Figure 34: Effet des différents traitements sur la teneur moyenne en chlorophylle des plantes.

Concernant la chlorophylle (a), le test de Newman-Keuls classe le traitement 3%L dans le groupe homogène A, traduisant un effet significatif du de marc de thé liquide, alors que le témoin est positionné dans le groupe (B). Pour la chlorophylle (b) et totale, il n'y a pas vraiment un effet significatif car toutes les doses sont dans le même groupe homogène (A).

Dans notre étude, l'application du marc de thé a entraîné une augmentation importante des teneurs en chlorophylle (a), chlorophylle (b) et chlorophylle totale chez l'aubergine. Cette augmentation importante témoigne d'une amélioration de l'activité photosynthétique et de l'efficacité métabolique des plantes. Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, la synthèse des chlorophylles dépend fortement de la disponibilité en éléments minéraux, notamment l'azote, le magnésium et le fer. L'amélioration observée dans notre étude pourrait donc être attribuée à l'apport

Progressif de ces éléments par le marc de thé après sa transformation biologique, ce qui favoriserait la biosynthèse des pigments chlorophylliens.

Les résultats obtenus sont cohérents avec ceux de **Singh et Rao (2018)** chez l'aubergine, qui ont observé une augmentation significative des teneurs en chlorophylle sous l'effet d'amendements organiques. Les auteurs ont montré que l'amélioration de la nutrition minérale stimule directement la formation des chloroplastes et augmente la concentration des pigments photosynthétiques. De même, **Atiyeh et al. (2002)** ont rapporté que les matières organiques biologiquement transformées améliorent l'absorption des nutriments et favorisent la synthèse chlorophyllienne grâce à la présence de substances humiques capables de stimuler le métabolisme végétal. Ces substances augmentent notamment l'activité enzymatique impliquée dans la biosynthèse des pigments photosynthétiques.

L'augmentation simultanée de la chlorophylle (a) et de la chlorophylle (b) observée dans notre étude revêt une importance particulière. Selon **Lichtenthaler (1987)**, la chlorophylle (a) constitue le pigment directement impliqué dans les réactions photochimiques, tandis que la chlorophylle b élargit le spectre d'absorption lumineuse en transférant l'énergie captée vers la chlorophylle a. Une augmentation conjointe de ces deux pigments traduit donc une amélioration globale de l'efficacité photosynthétique. L'accroissement des teneurs chlorophylliennes pourrait également expliquer les fortes productions de biomasse observées précédemment chez les plants traités. En effet, une concentration élevée en chlorophylles permet une meilleure interception du rayonnement lumineux et favorise la production de photoassimilats nécessaires à la croissance végétative. Cette relation entre chlorophylle et accumulation de biomasse a été mise en évidence par **Marschner (2012)** chez plusieurs espèces cultivées.

4.10 Effet des traitements sur la teneur moyenne en caroténoïdes xanthophylles.

Les caroténoïdes et les xanthophylles sont des pigments accessoires jouant un rôle fondamental dans la photosynthèse et la protection des chloroplastes contre les dommages oxydatifs provoqués par l'excès de lumière.

Les résultats montrent que les teneurs en caroténoïdes et xanthophylles augmentent progressivement avec les traitements. La valeur la plus faible a été observée chez le témoin avec 58,08 µg/g, tandis que les valeurs les plus élevées ont été enregistrées pour les traitements 2 % L (581,78 µg/g), 3 % L (525,65 µg/g) et 3 % CS (516,25 µg/g). Les traitements 2 % CS et 3 % CS a également montré des teneurs élevées, atteignant respectivement 414,24 µg/g et

516,25 $\mu\text{g/g}$, alors que les traitements 1 % CS et 1 % L ont présenté des valeurs intermédiaires de 136,30 $\mu\text{g/g}$ et 179,11 $\mu\text{g/g}$.

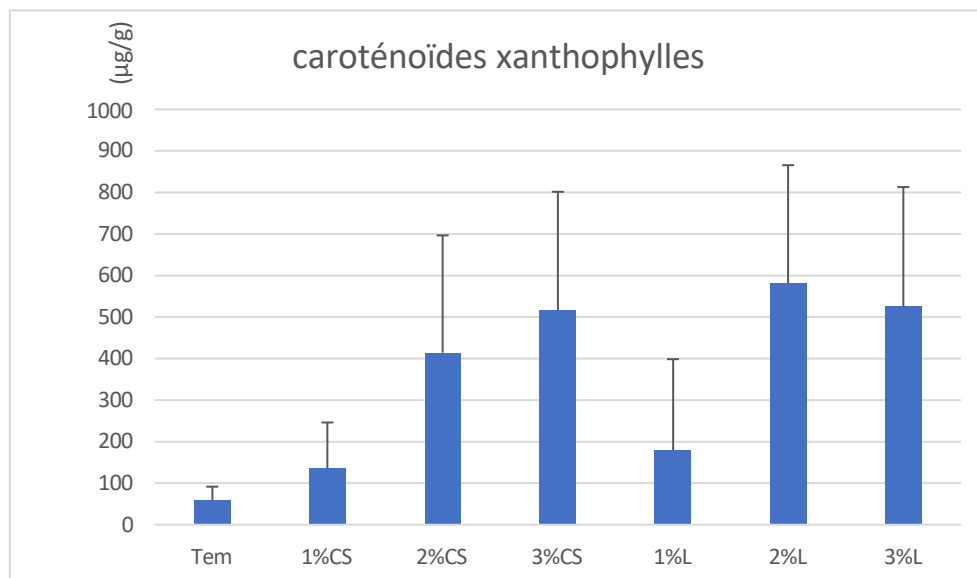


Figure 35 : Variation de la teneur en caroténoïdes xanthophylles ($\mu\text{g/g}$) des plants d’aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.

Les écarts-types sont relativement élevés pour l’ensemble des traitements, Cette variabilité explique les résultats du test de Newman-Keuls, qui a révélé une absence de différence statistiquement significative ($p > 0,05$) entre les traitements.

Concernant les caroténoïdes, bien que les différences statistiques ne soient pas significatives, leur augmentation sous les traitements 2 % L et 3 % L suggère une amélioration des mécanismes photoprotecteurs. Selon **Lichtenthaler (1987)**, les caroténoïdes jouent un rôle fondamental dans la protection du photosystème II contre la photo-oxydation et participent à la dissipation de l’énergie lumineuse excédentaire. Selon **Demmig-Adams et Adams (1996)**, les caroténoïdes jouent un double rôle dans les chloroplastes. D'une part, ils participent à la capture de l'énergie lumineuse en tant que pigments accessoires ; d'autre part, ils protègent les photosystèmes contre les dommages causés par l'excès d'énergie lumineuse. Ils empêchent notamment la formation excessive d'espèces réactives de l'oxygène susceptibles d'endommager les membranes chloroplastiques.

Les xanthophylles constituent un groupe particulier de caroténoïdes impliqué dans le mécanisme de dissipation thermique de l’énergie excédentaire. Selon **Niyogi et Truong (2013)**, le cycle des xanthophylles représente l'un des principaux systèmes photoprotecteurs des

Végétaux. Une augmentation de ces pigments améliore la capacité des plantes à résister aux stress environnementaux et à maintenir l'intégrité de leur appareil photosynthétique.

Les résultats obtenus rejoignent ceux de **Lazcano et Domínguez (2011)** qui ont montré que les composts liquides stimulent la synthèse des pigments photosynthétiques et antioxydants grâce à leur richesse en substances humiques et en microorganismes bénéfiques. Ces composés favorisent non seulement l'absorption des nutriments mais également la production de métabolites impliqués dans la protection des chloroplastes.

L'augmentation observée des caroténoïdes et des xanthophylles suggère donc un renforcement des mécanismes de défense photochimique chez les plants d'aubergine. Cette réponse pourrait être liée à une stimulation générale du métabolisme secondaire induite par le marc de thé. Des observations similaires ont été rapportées par **Nisha et al. (2009)** chez l'aubergine, où l'amélioration de l'état nutritionnel des plantes s'accompagnait d'une augmentation des composés antioxydants et des pigments protecteurs.

L'amélioration simultanée des chlorophylles et des caroténoïdes observés dans notre étude traduit donc une optimisation du fonctionnement photosynthétique des plants d'aubergine. Les chlorophylles augmentent la capacité de captation de l'énergie lumineuse, tandis que les caroténoïdes et les xanthophylles assurent la protection des structures photosynthétiques contre les phénomènes de photo-oxydation. Cette complémentarité permet d'expliquer l'amélioration de la croissance, de la biomasse et des paramètres physiologiques observés chez les plantes traitées au marc de thé.

4.11 Effet des traitements sur la teneur moyenne en sucres solubles

Les sucres solubles constituent les principaux produits de la photosynthèse. Ils participent au métabolisme énergétique, à la croissance végétale et aux mécanismes d'adaptation aux conditions environnementales.

Au niveau racinaire, les teneurs en sucres solubles varient entre 4,13 mg/g chez le témoin et 10,93 mg/g sous 1 % CS. Les traitements 3 % L (9,21 mg/g) et 3 % CS (8,79 mg/g) présentent également des valeurs élevées. Toutefois, les différences observées sont statistiquement non significatives.

Au niveau aérien, les teneurs augmentent fortement sous les traitements liquides. Le maximum est observé sous 2 % L avec 11,67 mg/g, suivi de 3 % L avec 9,35 mg/g et 1 % L avec 7,43

mg/g. Le témoin présente la valeur la plus faible (1,91 mg/g). L'analyse statistique révèle des différences significatives entre les traitements. Le test de Newman-Keuls met en évidence des différences significatives entre certains traitements. Le traitement 2 % L appartient au groupe homogène A, tandis que le témoin (1,91 mg/g), 1 % CS (3,12 mg/g) et 2 % CS (3,24 mg/g) appartient au groupe C et présentent les teneurs les plus faibles.

On note que les traitements solides augmentent les sucres de la partie racinaire à l'inverse des traitements liquides qui augmentent mieux les sucres de la partie aérienne.

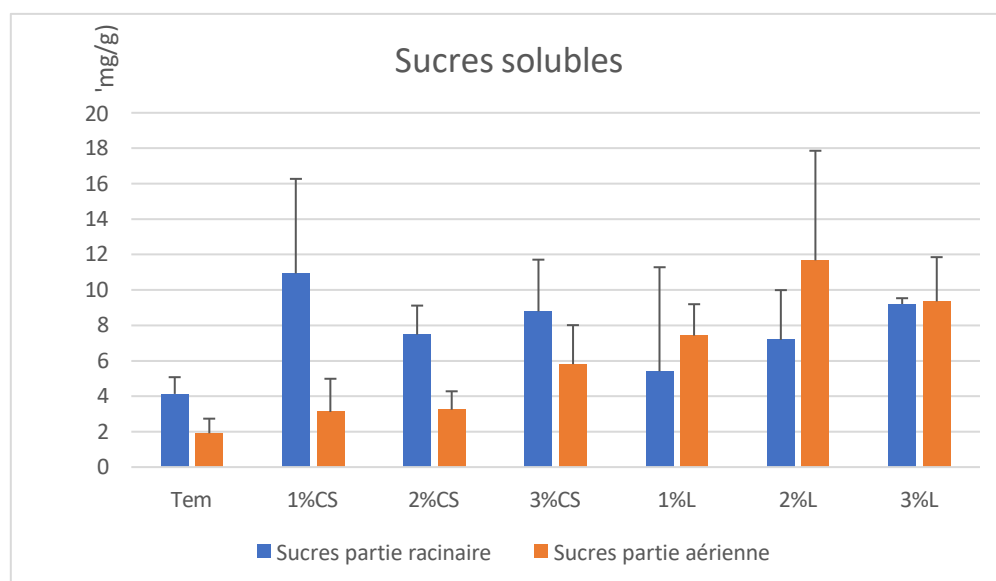


Figure 36 : Variation de la teneur en sucres solubles (mg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.

L'accumulation peut être directement reliée à l'augmentation des chlorophylles observée précédemment. En effet, selon **Hopkins et Hüner (2009)**, les sucres solubles représentent les principaux produits de la photosynthèse et leur accumulation traduit généralement une activité photosynthétique plus intense. Chez l'aubergine, **Das et al. (2017)** ont montré que l'amélioration de la nutrition organique augmente significativement les teneurs en glucides solubles, favorisant ainsi la croissance végétative et la production de biomasse. Selon **Marschner (2012)**, l'accumulation des sucres constitue également un mécanisme d'adaptation permettant d'améliorer l'osmorégulation cellulaire et la résistance des plantes aux contraintes environnementales.

Les résultats obtenus concordent avec ceux de **Marschner (2012)** qui souligne qu'une meilleure nutrition minérale, notamment en azote, phosphore et potassium, favorise l'activité photosynthétique et stimule l'accumulation des sucres dans les tissus végétaux. Le marc de thé

Étant une source de matière organique et d'éléments nutritifs, son incorporation pourrait avoir amélioré l'absorption minérale et, par conséquent, la synthèse des glucides. Chez l'aubergine, **Kumar et al. (2017)** ont observé que l'amélioration de la fertilisation organique entraînait une augmentation significative des sucres solubles dans les feuilles, associée à une hausse de la croissance végétative et du rendement. Les auteurs attribuent cette réponse à une amélioration du fonctionnement photosynthétique et à une meilleure disponibilité des nutriments. Par ailleurs, l'accumulation des sucres solubles ne reflète pas uniquement une augmentation de la photosynthèse. Selon **Hopkins et Hüner (2009)**, les sucres jouent également un rôle fondamental dans l'osmorégulation. Leur accumulation dans les cellules contribue à maintenir le potentiel osmotique, favorisant ainsi la rétention de l'eau et le maintien de la turgescence cellulaire. Cette observation est particulièrement intéressante dans notre étude puisque les traitements ayant présenté les teneurs les plus élevées en sucres correspondent également à ceux ayant montré les meilleurs résultats pour le RWC et les plus faibles valeurs de DHS.

Selon **Kramer et Boyer (1995)**, l'accumulation des glucides solubles constitue l'un des principaux mécanismes permettant aux plantes de maintenir leur équilibre hydrique. Les sucres agissent comme osmoprotecteurs en favorisant la rétention d'eau au niveau cellulaire et en protégeant les membranes biologiques contre les perturbations métaboliques. L'augmentation des sucres solubles observée dans les racines suggère également une amélioration du transport des photoassimilats depuis les feuilles vers les organes souterrains. Selon **Lambers et al. (2008)**, la translocation des sucres vers les racines favorise leur croissance et leur activité métabolique, ce qui améliore l'absorption de l'eau et des éléments minéraux. Ce mécanisme pourrait expliquer les augmentations importantes du poids frais et du poids sec racinaires observées dans notre étude.

En outre, les sucres constituent des précurseurs essentiels pour la synthèse de nombreux métabolites secondaires. Selon **Ruan (2014)**, les glucides interviennent dans la régulation de l'expression de nombreux gènes impliqués dans la croissance, le développement et la biosynthèse des composés phénoliques. Ainsi, les fortes teneurs en sucres observées sous les traitements les plus performants pourraient avoir contribué à l'augmentation simultanée des polyphénols et des flavonoïdes enregistrés dans notre expérimentation.

Dans l'ensemble, l'augmentation des sucres solubles observée dans notre étude traduit une amélioration significative du métabolisme carboné des plants d'aubergine. Cette accumulation résulte probablement de la combinaison de plusieurs facteurs : une augmentation des pigments photosynthétiques, une amélioration de la nutrition minérale, une meilleure efficacité

Photosynthétique et un état hydrique plus favorable. Ces sucres ont ensuite contribué à soutenir la croissance végétative, à améliorer la turgescence cellulaire et à stimuler la synthèse des métabolites secondaires, expliquant ainsi les performances physiologiques et morphologiques supérieures observées chez les plantes traitées au marc de thé.

4.12 Effet des traitements sur la teneur moyenne en polyphénols

Les polyphénols sont des métabolites secondaires impliqués dans les mécanismes de défense des plantes contre les stress biotiques et abiotiques. Ils possèdent également une forte activité antioxydante.

Les teneurs en polyphénols sont plus élevées dans les parties aériennes que dans les racines pour tous les traitements. Les valeurs les plus importantes sont observées avec le traitement 2 % L, qui atteint 25,58 mg/g dans la partie racinaire et 30,87 mg/g dans la partie aérienne. Les traitements 3 % CS et 3 % L présentent également des teneurs élevées en polyphénols.

À l'inverse, le témoin affiche les valeurs les plus faibles dans les deux parties de la plante. Ces résultats suggèrent que l'application du marc de thé favorise l'accumulation des composés phénoliques, particulièrement dans les parties aériennes.

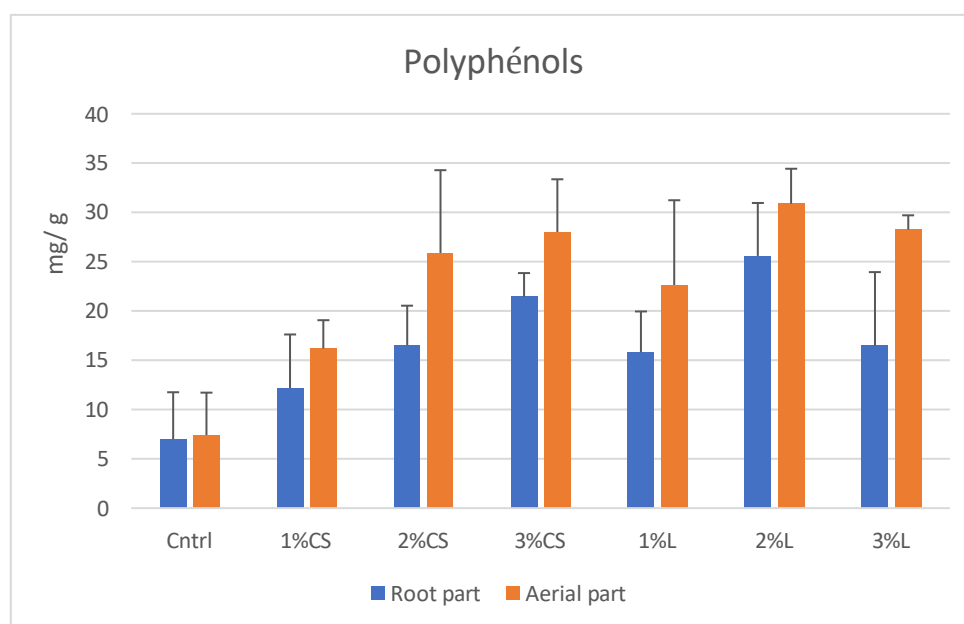


Figure 37 : Variation de la teneur en polyphénols (mg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.

Le test de Newman-Keuls appliqué aux teneurs en polyphénols de la partie racinaire montre que le traitement 2 % L appartient au groupe homogène A. Les traitements 3 % CS, 2 % CS, 3 % L, 1 % L et 1 % CS appartiennent aux groupes AB, indiquant qu'ils ne diffèrent pas

Significativement du traitement 2 % L ni entre eux. En revanche, le **témoin** appartient uniquement au groupe **B** et présente la teneur la plus faible. Pour la partie aérienne, le test de Newman-Keuls révèle des différences significatives entre les traitements. Le traitement 2 % L présente la teneur moyenne la plus élevée (groupe homogène **A**). Les traitements 3 % L et 3 % CS est aussi dans le groupe **A** et les traitements 2 % CS et 1 % L sont posés aux groupes **AB**, ce qui traduit des valeurs intermédiaires. Le traitement 1 % CS appartient au groupe **B**, tandis que le **témoin** appartient au groupe **C** et présente la valeur la plus faible.

Cette réponse est particulièrement intéressante car les polyphénols constituent l'un des principaux systèmes de défense antioxydante des plantes. Selon Rice-Evans et al. (1997), les polyphénols neutralisent les espèces réactives de l'oxygène produites au cours du métabolisme cellulaire et protègent les membranes contre les dommages oxydatifs. Chez l'aubergine, Stommel et Whitaker (2003) ont montré que les composés phénoliques représentent une fraction importante des antioxydants naturels présents dans les tissus végétaux et contribuent à la protection contre les stress environnementaux.

L'augmentation observée dans notre étude pourrait être liée à la présence de composés bioactifs issus du marc de thé ainsi qu'à l'amélioration de la nutrition minérale apportée par le lombricompost. Selon **Lazcano et Domínguez (2011)**, les composts stimulent fréquemment le métabolisme secondaire des plantes grâce aux substances humiques et aux molécules de signalisation produites lors du processus de lombricompostage. Selon **Taiz et Zeiger (2015)**, la biosynthèse des composés phénoliques dépend étroitement de l'activité photosynthétique puisque ces molécules dérivent principalement de la voie du shikimate et du métabolisme des glucides. Une augmentation de la production des sucres fournit davantage de précurseurs carbonés nécessaires à la synthèse des composés phénoliques.

L'augmentation observée pourrait également être liée à la composition du marc de thé lui-même. Les résidus de thé contiennent naturellement une quantité importante de composés phénoliques tels que les catéchines, les théaflavines et divers acides phénoliques. Selon **Karak et Bhattacharyya (2011)**, les déchets issus de l'industrie du thé renferment encore des concentrations appréciables de molécules bioactives susceptibles d'influencer positivement le métabolisme des plantes après leur incorporation au sol. La décomposition progressive de ces résidus pourrait favoriser la disponibilité de certains composés ou stimuler les voies métaboliques impliquées dans la synthèse des polyphénols.

Par ailleurs, plusieurs auteurs ont montré que les amendements organiques stimulent la production de métabolites secondaires chez les plantes. **Lazcano et Domínguez (2011)** ont rapporté que les matières organiques biologiquement transformées améliorent non seulement la nutrition minérale mais également l'activité métabolique des plantes, ce qui conduit souvent à une augmentation des composés phénoliques. Les auteurs attribuent cet effet à la présence de substances humiques et de molécules bioactives capables d'agir comme stimulateurs physiologiques. Selon **Marschner (2012)**, une meilleure disponibilité des éléments minéraux, notamment de l'azote, du phosphore et du potassium, favorise l'activité enzymatique impliquée dans la biosynthèse des métabolites secondaires. Les traitements appliqués dans notre étude ont probablement amélioré l'absorption de ces éléments nutritifs, ce qui aurait stimulé l'activité de la phénylalanine ammonia-lyase (PAL), enzyme clé de la voie des phénylpropanoïdes responsable de la synthèse des polyphénols.

L'accumulation des polyphénols peut également être interprétée comme un renforcement du système de défense antioxydant des plants d'aubergine. Selon **Rice-Evans et al. (1997)**, les polyphénols possèdent une forte capacité à piéger les radicaux libres et à limiter les réactions d'oxydation susceptibles d'endommager les membranes cellulaires, les protéines et les acides nucléiques. Une augmentation de ces composés améliore donc la protection des cellules végétales contre les dommages oxydatifs.

Des observations similaires ont été rapportées par **Nisha et al. (2009)** chez l'aubergine, où les variétés présentant les teneurs les plus élevées en polyphénols manifestaient également une activité antioxydante plus importante. Les auteurs soulignent que les composés phénoliques constituent l'un des principaux déterminants de la qualité nutritionnelle et fonctionnelle des tissus d'aubergine. La forte accumulation observée dans les parties aériennes pourrait être liée à l'exposition directe des feuilles aux facteurs environnementaux. Selon **Larcher (2003)**, les feuilles représentent le principal site de synthèse des composés phénoliques car elles sont directement exposées au rayonnement solaire et aux phénomènes de photo-oxydation. Les polyphénols jouent alors un rôle protecteur en absorbant une partie du rayonnement ultraviolet et en neutralisant les espèces réactives de l'oxygène générées au cours de la photosynthèse.

4.13 Effet des traitements sur la teneur moyenne en flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent l'un des groupes les plus importants de composés phénoliques. Ils participent à la protection antioxydante, à la défense contre les stress environnementaux et à la régulation de plusieurs processus physiologiques.

Les résultats montrent que les traitements à base de marc de thé ont eu un effet assez élevé sur les flavonoïdes racinaires, le traitement 2 % L a présenté la valeur la plus élevée (1,60 mg/g) suivi par les traitements 3%L et 3% CS (1,42 et 1,32 mg/g) contre 0,77 mg/g pour le témoin, donc une augmentation entre 71% et 106%.

Dans la partie aérienne, les traitements ont favorisé l'accumulation des flavonoïdes. Les teneurs les plus élevées ont été obtenues avec 3 % L (1,78 mg/g), 2 % CS (1,77 mg/g) et 3 % CS (1,75 mg/g), tandis que le témoin a présenté la valeur la plus faible valeur (0,72 mg/g).

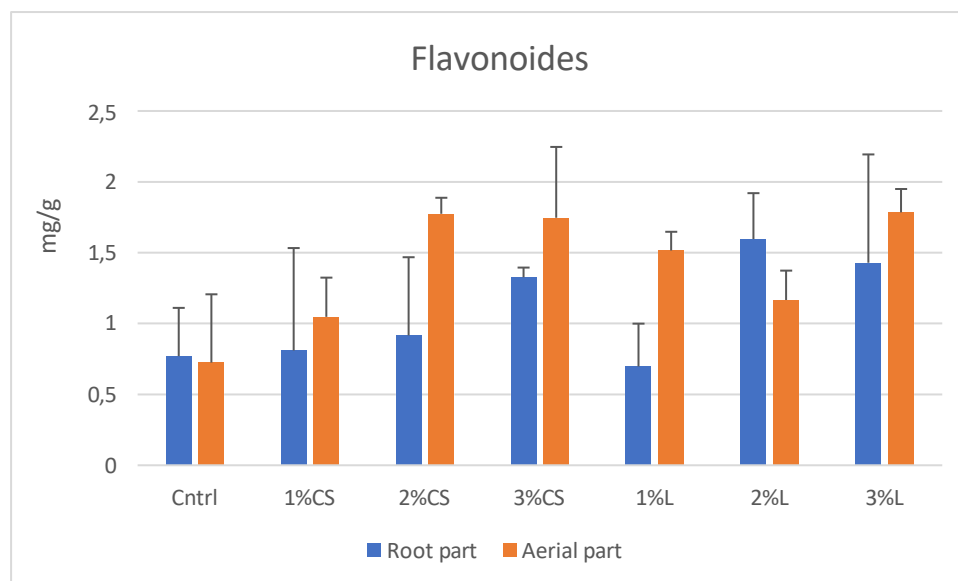


Figure 38 : Variation de la teneur en flavonoïdes (mg/g) des plants d'aubergine en fonction des différents traitements à base de marc de thé.

Le test de Newman-Keuls montre aucun effet significatif pour la partie racinaire à l'inverse de la partie racinaire qui enregistre 04 groupes homogènes allant de groupe A pour la dose 3%L et arrivant au groupe c pour le témoin.

Les flavonoïdes constituent une sous-classe majeure des polyphénols et jouent un rôle essentiel dans la protection des tissus végétaux contre les stress oxydatifs. L'accumulation des flavonoïdes observée dans notre étude pourrait être directement liée à l'augmentation des polyphénols totaux. En effet, les flavonoïdes représentent l'un des principaux groupes de composés phénoliques dérivés de la voie des phénylpropanoïdes. Selon **Dixon et Paiva (1995)**, la synthèse des flavonoïdes dépend de l'activation de plusieurs enzymes clés, notamment la phénylalanine ammonia-lyase (PAL), dont l'activité est fortement influencée par l'état physiologique et nutritionnel de la plante.

Les résultats obtenus montrent que les traitements ayant favorisé l'accumulation des flavonoïdes correspondent également à ceux qui ont induit les plus fortes teneurs en chlorophylles et en

sucres solubles. Cette relation est cohérente avec les observations de **Taiz et Zeiger (2015)**, qui soulignent que la synthèse des métabolites secondaires dépend largement des produits issus de la photosynthèse. Une activité photosynthétique plus intense fournit davantage de carbone assimilé susceptible d'être orienté vers la biosynthèse des composés phénoliques, dont les flavonoïdes. Selon **Marschner (2012)**, une amélioration de la nutrition minérale favorise également l'accumulation des flavonoïdes. Les éléments nutritifs tels que l'azote, le phosphore, le potassium et le magnésium interviennent dans le fonctionnement enzymatique et dans la synthèse des métabolites secondaires. L'amélioration de la disponibilité de ces éléments sous l'effet du marc de thé pourrait donc expliquer les teneurs élevées observées chez les plantes traitées.

Les flavonoïdes sont particulièrement reconnus pour leur rôle antioxydant. Selon **Pietta (2000)**, ils possèdent une capacité élevée à neutraliser les espèces réactives de l'oxygène (ERO) produites lors du métabolisme cellulaire ou sous l'effet des contraintes environnementales. Ils contribuent ainsi à protéger les membranes cellulaires, les protéines et les acides nucléiques contre les dommages oxydatifs. Chez l'aubergine, **Nisha et al. (2009)** ont montré que les flavonoïdes représentent une composante importante du potentiel antioxydant des tissus végétaux. Les auteurs ont observé une corrélation positive entre la teneur en flavonoïdes et l'activité antioxydante globale de différentes variétés d'aubergine. Ainsi, l'augmentation observée dans notre étude suggère une amélioration des mécanismes naturels de défense des plants.

Les flavonoïdes jouent également un rôle majeur dans la photoprotection. Selon **Agati et al. (2012)**, ces composés s'accumulent préférentiellement dans les tissus exposés à la lumière où ils absorbent une partie des rayonnements ultraviolets et limitent la formation des radicaux libres générés lors des réactions photosynthétiques. Cette fonction est particulièrement importante lorsque les teneurs en chlorophylles augmentent, comme cela a été observé dans notre expérimentation. L'augmentation simultanée des chlorophylles et des flavonoïdes suggère donc une adaptation équilibrée permettant d'améliorer la photosynthèse tout en protégeant l'appareil photosynthétique contre les phénomènes de photo-oxydation.

L'accumulation plus importante des flavonoïdes dans les parties aériennes par rapport aux racines est cohérente avec les observations rapportées par **Larcher (2003)**. Les feuilles constituent le principal site de biosynthèse des flavonoïdes en raison de leur exposition directe au rayonnement solaire. Ces composés y exercent principalement des fonctions photoprotectrices et antioxydantes, contribuant au maintien de l'intégrité des chloroplastes et

De l'efficacité photosynthétique. Par ailleurs, plusieurs études ont montré que les amendements organiques stimulent la biosynthèse des flavonoïdes. Atiyeh et al. (2002) ont observé une augmentation des composés phénoliques chez plusieurs cultures cultivées sur des substrats enrichis en matières organiques biologiquement transformées. Les auteurs attribuent cette réponse à la présence de substances humiques capables d'agir comme biostimulants et de moduler l'expression de gènes impliqués dans le métabolisme secondaire.

Enfin, l'augmentation des flavonoïdes pourrait également contribuer à la qualité nutritionnelle de l'aubergine. Selon Stommel et **Whitaker (2003)**, les composés phénoliques et flavonoïdiques sont responsables d'une grande partie des propriétés antioxydantes des fruits d'aubergine et participent à leur valeur nutritionnelle et fonctionnelle. Dans l'ensemble, les résultats obtenus montrent que le marc de thé stimule efficacement la biosynthèse des flavonoïdes chez l'aubergine. Cette augmentation traduit une activation du métabolisme secondaire, une amélioration des systèmes de défense antioxydante et un renforcement des mécanismes de photoprotection. Associée à l'augmentation des chlorophylles, des sucres solubles et des polyphénols, cette réponse contribue à expliquer l'amélioration globale des performances physiologiques et morphologiques observées chez les plants traités.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion et perspectives

Face aux défis liés à l'intensification de la production agricole, à la dégradation des ressources naturelles et aux impacts environnementaux des fertilisants chimiques, la valorisation des résidus organiques constitue une alternative prometteuse pour promouvoir une agriculture durable. Dans ce contexte, cette étude avait pour objectif d'évaluer l'effet du marc de thé infusé sur la croissance et le fonctionnement physiologique des plantules d'aubergine (*Solanum melongena* L.), en comparant deux modes d'application (solide et liquide) à différentes concentrations, afin d'apprécier son potentiel comme amendement organique susceptible de réduire le recours aux fertilisants minéraux.

Les résultats obtenus montrent que le marc de thé améliore significativement le développement des plantules d'aubergine. Les traitements ont favorisé la croissance racinaire et aérienne, augmenté la surface foliaire, les poids frais et secs ainsi que la matière sèche totale. Les traitements 2%L, 3%L et 3%CS se sont distingués par leurs meilleures performances, traduisant une stimulation de la croissance végétative et une accumulation plus importante de biomasse. Ces améliorations confirment que le marc de thé constitue une source organique capable de soutenir efficacement le développement de l'aubergine.

Les analyses physiologiques et biochimiques ont également mis en évidence une amélioration du fonctionnement métabolique des plants. L'augmentation du contenu relatif en eau (RWC), associée à la diminution du déficit hydrique de saturation (DHS) et de la perte relative en eau (RWL), traduit une meilleure alimentation hydrique des tissus. De plus, l'amélioration des teneurs en chlorophylles, caroténoïdes, sucres solubles, polyphénols et flavonoïdes témoigne d'une stimulation de l'activité photosynthétique et des mécanismes de défense antioxydants. L'ensemble de ces réponses physiologiques explique les meilleures performances de croissance observées chez les plants traités.

Au-delà de son intérêt agronomique, cette étude souligne l'intérêt environnemental de la valorisation du marc de thé. Ce résidu organique peut être transformé en une ressource utile pour la fertilisation des cultures, contribuant ainsi à la réduction des déchets, à la préservation de la fertilité des sols et à la diminution progressive de l'utilisation des engrais chimiques. Le marc de thé apparaît ainsi comme un amendement organique prometteur pouvant s'inscrire dans une stratégie de production plus durable et plus respectueuse de l'environnement.

Les résultats obtenus, bien qu'encourageants, ont été réalisés au stade des plantules et dans des conditions expérimentales contrôlées.

CONCLUSION GENERALE

Des recherches complémentaires sont donc nécessaires afin d'évaluer l'effet du marc de thé sur le cycle complet de l'aubergine, le rendement et la qualité des fruits, ainsi que son impact à long terme sur les propriétés physicochimiques et biologiques du sol. Il serait également intéressant d'étudier son utilisation en conditions de plein champ, son association avec d'autres amendements organiques ou biofertilisants et d'évaluer sa rentabilité économique. Ces perspectives permettront de mieux valoriser ce résidu organique et de favoriser son intégration dans les programmes de fertilisation durable des cultures maraîchères.

Références Bibliographique

Références Bibliographique

- 1) Abou El-Magd, M.M., El-Bassiony, A.M. & Fawzy, Z.F. (2006). Effect of organic manure with or without chemical fertilizers on growth, yield and quality of eggplant (*Solanum melongena* L.).
- 2) Adikaram, N. K. B., & Yakandawala, D. M. D. (2020). A checklist of plant pathogenic fungi and Oomycota in Sri Lanka. *Ceylon Journal of Science*, 49(1), 93–123.
- 3) Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S., & Tattini, M. (2012). Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science*, 196, 67–76.
- 4) Ashida, H., Furuyashiki, T., Nagayasu, H., Bessho, H., Sakakibara, H., Hashimoto, T., & Kanazawa, K. (2004). Anti-obesity actions of green tea: Possible involvements in modulation of the glucose uptake system and suppression of the adipogenesis-related transcription factors. *BioFactors*, 22(1–4), 135–140.
- 5) Atiyeh, R. M., Lee, S., Edwards, C. A., Arancon, N. Q., & Metzger, J. D. (2002). The influence of humic acids derived from organic wastes on plant growth. *Bioresource Technology*, 84(1), 7–14.
- 6) Balentine, D. A., Wiseman, S. A., & Bouwens, L. C. M. (2000). The chemistry of tea flavonoids.
- 7) Banerjee, B., & Chaudhuri, T. C. (Eds.). (2005). *Therapeutic effects of tea* (1st ed.). Science Publishers.
- 8) Barrs, H. D., & Weatherley, P. E. (1962). A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*, 15, 413–428.
- 9) Bellebcir, L. (2008). Étude des composés phénoliques en tant que marqueurs de biodiversité chez les céréales [Mémoire de Magister].
- 10) Benassou, N. (2013). Étude de l'activité antioxydante des polyphénols de quelques variétés de dattes [Mémoire de Master].
- 11) Blum, A. (2011). *Plant breeding for water-limited environments*.
- 12) Bosser, J. (2000). Flore des Mascareignes: 127 Convolvulacées à 135 Acanthacées (pp. 27–28). IRD Edition.
- 13) Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils*.
- 14) Brévault, T., Sylla, S., Diatte, M., Bernadas, G., & Diarra, K. (2014). *Tuta absoluta* Meyrick (Lepidoptera: Gelechiidae): A new threat to tomato production in Sub-Saharan Africa. *African Entomology*, 22(2), 441–444.

- 15) Bruneton, J. (1999). Pharmacognosie. Phytochimie : Plantes médicinales (3e éd., pp. 239–249, 309–327, 369–388, 1070–1079). Éditions TEC & DOC.
- 16) Cabrera, C., Artacho, R., & Giménez, R. (2006). Beneficial effects of green tea: A review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79–99.
- 17) Cai, J., Xia, X., Chen, H., Wang, T., & Zhang, H. (2018). Decomposition of fertilizer use intensity and its environmental risk in China's grain production process. *Sustainability*, 10, 1–15.
- 18) Canellas, L. P., & Olivares, F. L. (2014). Physiological responses to humic substances as plant growth promoter. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 1, 3.
- 19) Chen, N. C., Kalb, T., Talekar, N. S., & Wang, J. F. (2002). Suggested cultural practices for eggplant. Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC).
- 20) Cronquist, A. (1988). The evolution and classification of flowering plants (2nd ed.). New York Botanical Garden Press
- 21) Dagmara, Ż., Agnieszka, H., & Piotr, W. (2017). Polyphyly of the extinct family Oviparosiphidae and its implications for inferring aphid evolution (Hemiptera, Sternorrhyncha). *PLOS One*, 12(4), e0174791.
- 22) Das, R., Mandal, A. R., & Priya, A. (2014). Effect of organic nutrient management on growth and yield of eggplant (*Solanum melongena* L.).
- 23) Daunay, M. C., & Hazra, P. (2012). Eggplant. In K. V. Peter & P. Hazra (Eds.), *Handbook of vegetables* (pp. 257–322). Studium Press.
- 24) Demmig-Adams, B., & Adams, W. W. (1996). The role of xanthophyll cycle carotenoids in the protection of photosynthesis. *Trends in Plant Science*, 1(1), 21–26.
- 25) Dixon, R. A., & Paiva, N. L. (1995). Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*, 7, 1085–1097.
- 26) Edeas, M. (2007). Les secrets de santé du thé (pp. 14–17). Alpen Editions.
- 27) Erard, P., Bellamy, A., Berry, D., Buffière, A., Capy, A., Daunay, M.-C., et al. (2003). *L'aubergine*. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL).
- 28) Fanzo, J. (2015). Ethical issues for human nutrition in the context of global food security and sustainable development. *Global Food Security*, 7, 15–23.
- 29) Farooq, M., Wahid, A., Kobayashi, N., Fujita, D., & Basra, S. M. A. (2009). Plant drought stress : effects, mechanisms and management. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 185–212.
- 30) Gebhardt, C. (2016). The historical role of species from the Solanaceae plant family in genetic research. *Theoretical and Applied Genetics*, 129(12), 2281–2294.

- 31) Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48, 909–930.
- 32) Grubben, G. J. H. (2004). *Légumes*. PROTA.
- 33) Gruenwald, J., Brendler, T., & Jaenicke, C. (2007). *PDR for herbal medicine* (4th ed., pp. 414–422). Edition Thomson.
- 34) Hashimoto, H., Uragami, C., & Cogdell, R. J. (2016). Carotenoids and photosynthesis. *Subcellular Biochemistry*, 79, 111–139.
- 35) Helmenstine, A. M. (2025, June 10). Pigment definition and chemistry: What pigments are and how they work. ThoughtCo.
- 36) Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. A. (2009). *Introduction to plant physiology* (4th ed.). Wiley.
- 37) Ingham, E. R. (2005). *The compost tea brewing manual* (5th ed.). Soil Foodweb Inc.
- 38) Karak, T., & Bhattacharyya, P. (2011). Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(4), 400–408.
- 39) Khiangte, Z., & Lalramnghinglova, H. (2017). An ethnobotanical study of Ralte communities in the north eastern part of Mizoram, North East India. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 7(4).
- 40) Klegou, S. (2005). *Le théier, Camellia sinensis: Données pharmacologiques récentes* [Thèse de Pharmacie]. Université Paris XI.
- 41) Koné, B., Diatta, S., Sylvester, O., Yoro, G., Mameri, C., & Desaulles, A. (2009). Estimation de la fertilité potentielle des ferralsols par la couleur. *Agronomie Africaine*, 21(1), 39–48.
- 52) Kramer, P. J., & Boyer, J. S. (1995). *Water relations of plants and soils*. Academic Press.
- 53) Kumar, N., Kumar, A., Chand, G., & Biswas, S. K. (2020). Diseases of brinjals (eggplant) and their management. In *Diseases of fruits and vegetable crops: Recent management approaches*.
- 54) Lambers, H., Chapin, F. S., III, & Pons, T. L. (2008). *Plant physiological ecology* (2nd ed.). Springer.
- 55) Laos, F., Satti, P., Walter, I., Mazzarino, M. J., & Moyano, S. (2000). Nutrient availability of composted and noncomposted residues in a Patagonian Xeric Mollisol. *Biology and Fertility of Soils*, 31(6), 462–469.
- 56) Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology* (4th ed.). Springer.

- 57) Laterrot, H., & Janick, J. (2008). conography and history of Solanaceae: Antiquity to the 17th century. *Horticultural Reviews*, 1–111.
- 58) Lazcano, C., & Domínguez, J. (2011). The use of composted organic materials in sustainable agriculture: Impact on plant growth and soil fertility. Nova Science Publishers.
- 59) Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350–382.
- 60) Liu, G., & Xie, H. (2019). Simulation of regulation policies for fertilizer and pesticide reduction in arable land based on farmers' behavior—Using Jiangxi province as an example. *Sustainability*, 11, 1–22
- 61) Liu, X., Zhang, A., Shang, J., Zhu, Z., Li, Y., Wu, X., & Zha, D. (2021). Study on browning mechanism of fresh-cut eggplant (*Solanum melongena* L.) based on metabolomics, enzymatic assays and gene expression. *Scientific Reports*, 11, 6937.
- 62) Lüttge, U., Kluge, M., & Bauer, G. (2015). *Botanique: Traité fondamental* (3e éd., pp. 212, 221–222). Editions TEC & DOC.
- 63) MacKenzie, K. J., Sumabat, L. G., Xavier, K. V., & Vallad, G. E. (2018). A review of *Corynespora cassiicola* and its increasing relevance to tomato in Florida. *Plant Health Progress*, 19, 303–309.
- 64) Mahmood, T., Akhtar, N., & Khan, B. A. (2010). The morphology, characteristics, and medicinal properties of *Camellia sinensis* tea. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(19), 2028–2033.
- 65) Makosso, S. (2010). Utilisation combinée de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray et d'engrais NPK pour améliorer la production de *Solanum Melongena* L. dans la zone maraichère de Brazzaville.
- 66) Marschner, P. (2012). *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed.). Academic Press.
- 67) McCreight, J. D. (2006). Melon-powdery mildew interactions reveal variation in melon cultigens and *Podosphaera xanthii* races 1 and 2. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131(1), 59–65.
- 68) Messiaen, C. M. (2001). *Agriculture en afrique tropicale* (p. 1634).
- 69) Meyer, S., Reeb, C., & Bosdeveix, R. (2004). *Botanique, biologie et physiologie végétale* (p. 461). Editions Moline.
- 70) Mondal, S., Ghosh, D., & Roy, S. (2004). Anticancer properties of *Camellia sinensis*: Molecular mechanisms and therapeutic potential. *Phytomedicine*, 11(5), 504–510.

- 71) Mossion, A. (2007). Etude de la composition minérale et organique des liqueurs de thé et de leurs caractéristiques organoleptiques [Thèse]. Institut National de Polytechnique de Toulouse.
- 72) Mumin, A., Akhter, K. F., Abedin, M. Z., & Hossain, M. Z. (2006). Determination and characterization of caffeine in tea, coffee and soft drinks by solid phase extraction and high-performance liquid chromatography (SPE–HPLC). *Malaysian Journal of Chemistry*, 8(1), 45–51.
- 73) Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P., & Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: The urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in Public Health*, 4, 1–8.
- 74) Niyogi, K. K., & Truong, T. B. (2013). Evolution of flexible non-photochemical quenching mechanisms that regulate light harvesting in oxygenic photosynthesis. *Current Opinion in Plant Biology*, 16(3), 307–314.
- 75) Nkhili, E. Z. (2009). Polyphénols de l’Alimentation : Extraction, Interactions avec les ions du Fer et du Cuivre, Oxydation et Pouvoir antioxydant [Thèse de Doctorat]. Université Cadi Ayyad – Marrakech.
- 76) Pandey, A. (2010). Studies on fungal diseases of eggplant in relation to statistical analysis and making of disease calendar. *Recent Research in Science and Technology*, 2(9), 1–3.
- 77) Pereira, L. S., Paredes, P., Rodrigues, G. C., et al. (2024). Water requirements and crop coefficients of edible, spicy and medicinal herbs and vegetables: A review aimed at supporting plant and water management. *Irrigation Science*, 42, 1199–1228
- 78) Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63, 1035–1042.
- 79) Prohens, J., Whitaker, B. D., Plazas, M., Vilanova, S., Hurtado, M., Blasco, M., Gramazio, P., & Stommel, J. R. (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*). *Annals of Applied Biology*, 162, 242–257.
- 80) Racine, J., & Chartier, F. (2016). Thé : Histoire, terroirs, saveurs. Les éditions l’homme.
- 81) Rahman, K. M. A., & Zhang, D. (2018). Effects of fertilizer broadcasting on the excessive use of inorganic fertilizers and environmental sustainability. *Sustainability*, 10, 1–15.

- 82) Rao, G. P., & Kumar, M. (2017). World status of phytoplasma diseases associated with eggplant. *Crop Protection*, 96, 22–29
- 83) Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 152–159.
- 84) Ross, I. A. (2005). Tea common names and its uses. In *Medicinal plants of the world* (Vol. 3, pp. 1–19). Humana Press.
- 85) Ruan, Y. L. (2014). Sucrose metabolism: Gateway to diverse carbon use and sugar signaling. *Annual Review of Plant Biology*, 65, 33–67.
- 86) San José, R., Plazas, M., Sánchez-Mata, M. C., Cámara, M., & Prohens, J. (2016). Diversity in composition of scarlet (*Solanum aethiopicum*) and gboma (*Solanum macrocarpon*) eggplants and of interspecific hybrids between *S. aethiopicum* and common eggplant (*S. melongena*). *Journal of Food Composition and Analysis*, 45, 130–140.
- 87) Shabnam, B., Moniruzzaman, M., Hoque, S., & Khan, A. H. (2015). Effect of tea residues and used tea leaves on the growth and nutrient uptake of red amaranth (*Amaranthus tricolor* L.).
- 88) Sharangi, A. B. (2009). Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.): A review. *Food Research International*, 42(5–6), 529–535.
- 89) Sharma, R., Sharma, A., Kumari, A., Kulurkar, P. M., Raj, R., Gulati, A., & Padwad, Y. S. (2017). Consumption of green tea epigallocatechin-3-gallate enhances systemic immune response, antioxidative capacity and HPA axis functions in aged male swiss albino mice. *Biogerontology*, 18, 367–382.
- 90) Shimira, F., & Taşkın, H. (2022). Current progress on the responses of eggplant to ultra-low temperatures during production. *Horticultural Studies*, 39(2).
- 91) Shu, X., He, J., Zhou, Z., Xia, L., Hu, Y., Zhang, Y., & Wang, C. (2022). Organic amendments enhance soil microbial diversity, microbial functionality and crop yields: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 829, 154627.
- 92) Slatyer, R. O. (1967). Plant-water relationships.
- 93) Stommel, J. R., & Whitaker, B. D. (2003). Phenolic acid content and composition of eggplant fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128, 704–710.
- 94) Suthar, S. (2009). Impact of organic amendments on growth and biomass accumulation in vegetable crops.
- 95) Taiz, L., & Zeiger, E. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.

- 96) Turan, V., Schröder, P., Bilen, S., Insam, H., Fernández-Delgado Juárez, M., & et al. (2019). Co-inoculation effect of *Rhizobium* and *Achillea millefolium* L. oil extracts on growth of common bean and soil microbial-chemical properties. *Scientific Reports*, 9(1), 15178.
- 97) Vasseghian, Y., Arunkumar, P., Joo, S. W., Gnanasekaran, L., Kamyab, H., Rajendran, S., & Klemeš, J. J. (2022). Metal-organic framework-enabled pesticides are an emerging tool for sustainable cleaner production and environmental hazard reduction. *Journal of Cleaner Production*, 373, 133966.
- 98) Weber, J., Karczewska, A., Drozd, J., Licznar, M., Licznar, S., Jamroz, E., & Kocowicz, A. (2007). Agricultural and ecological aspects of a sandy soil as affected by the application of municipal solid waste composts. *Soil Biology and Biochemistry*, 39(6), 1294–1302.
- 99) Whitaker, B. D., & Stommel, J. R. (2003). *Distribution of hydroxycinnamic acid conjugates in fruit of commercial eggplant (Solanum melongena L.) cultivars*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3448–3454.
- 100) Wintermantel, D., Odoux, J. F., Chadœuf, J., & Bretagnolle, V. (2019). Organic farming positively affects honeybee colonies in a flower-poor period in agricultural landscapes. *Journal of Applied Ecology*, 56(8), 1960–1970.
- 101) Xu, S. J., Aktaruzzaman, M., Kim, B. S., Kim, J. Y., et al. (2018). First report of anthracnose caused by *Colletotrichum fioriniae* on eggplant fruits in Korea. *Plant Disease*, 102(12), 2642.
- 102) Zhang, L., Ho, C. T., Zhou, J., Santos, J. S., Armstrong, L., & Granato, D. (2021). Chemistry and biological activities of processed *Camellia sinensis* teas: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(2), 1267–1347.

Annexe

Annexe 1 : Longueur

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Longueur racinaire	16,92	17,16	16,38	17,74	21,8	24,8	23,94
Longueur aérienne	41,98	49,28	50,24	49,32	44,48	47,04	48,26
Longueur totale	58,9	66,44	66,62	67,06	66,28	71,84	72,2

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Longueur racinaire	4,336	3,356	3,891	1,785	4,432	7,512	4,496
Longueur aérienne	3,369	5,927	4,948	5,635	3,629	4,32	3,52
Longueur totale	7,608	5,963	8,276	6,41	4,892	9,085	5,83

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
6.0	2%L	24,8	A
7.0	3%L	23,94	A
5.0	1%L	21,8	A
4.0	3%CS	17,74	A
2.0	1%CS	17,16	A
1.0	Tem	16,92	A
3.0	2%CS	16,38	A

Annexe 2 : Poids frais

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Poids frais racinaire	14,6	15,32	16,38	21,98	18,08	22,9	25,24
Poids frais aérien	21,32	34,06	32,46	43,28	34,46	41,86	33,02
Poids frais total	35,92	49,38	48,84	65,26	52,54	64,76	58,26

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Poids frais racinaire	7,71	1,743	4,208	8,962	5,785	6,507	6,606
Poids frais aérien	4,188	13,645	5,82	5,503	8,62	5,688	5,165
Poids frais total	9,522	15,014	7,372	14,388	11,72	9,035	10,691

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES Homogènes	
4.0	3%CS	43,28	A	
6.0	2%L	41,86	A	
5.0	1%L	34,46	A	B
2.0	1%CS	34,06	A	B
7.0	3%L	33,02	A	B
3.0	2%CS	32,46	A	B
1.0	Tem	21,32		B

Annexes

Annexe 3 : Poids Sec

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Poids sec racinaire	1,32	4,12	2,16	3,54	2,64	2,9	2,78
Poids sec aérien	3,04	3,6	3,8	6,28	4,46	6,42	3,84
Poids sec total	4,36	7,72	5,96	9,82	7,1	9,32	6,62

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Poids sec racinaire	0,773	3,6	0,764	1,187	0,477	0,644	0,497
Poids sec aérien	1,378	1,198	1,046	3,553	1,322	0,829	0,602
Poids sec total	2,082	3,828	1,128	4,677	1,508	1,215	1,013

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
6.0	2%L	6,42	A	
4.0	3%CS	6,28	A	B
5.0	1%L	4,46	A	B
7.0	3%L	3,84	A	B
3.0	2%CS	3,8	A	B
2.0	1%CS	3,6	A	B
1.0	Tem	3,04		B

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
4.0	3%CS	9,82	A	
6.0	2%L	9,32	A	B
2.0	F1n2	1%CS	A	B
5.0	1%L	7,1	A	B
7.0	3%L	6,62	A	B
3.0	2%CS	5,96	A	B
1.0	Tem	4,36		B

Annexe 4 : Matière sèche totale

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Matière sèche totale	10,29508	13,70757	12,42257	12,65792	13,7475	14,60557	11,9095
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
	0,695544	1,290925	0,891783	2,895814	0,659042	0,644148	1,263562

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
6.0	2%L	14,60557	A	
5.0	1%L	13,7475	A	
2.0	1%CS	13,70757	A	
4.0	3%CS	12,65792	A	B
3.0	2%CS	12,42257	A	B
7.0	3%L	11,9095	A	B
1.0	Tem	10,29508		B

Annexes

Annexe 5 : surface foliaire

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Surface foliaire	44,72142	61,78535	124,8699	148,8458	89,09158	109,2253	103,981

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
	8,23919	11,7974157	22,8219346	20,1040152	8,5001053	14,204972	2,4715769

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
4.0	3%CS	148,8458	A			
3.0	2%CS	124,8699		B		
6.0	2%L	109,2253		B	C	
7.0	3%L	103,981		B	C	
5.0	1%L	89,09158			C	
2.0	1%CS	61,78535				D
1.0	Tem	44,72142				D

Annexe 6 : RWC : Relative water content

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
RWC	61,509	69,096	79,033	87,418	74,985	82,727	91,507

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
	16,154	13,841	12,501	12,542	10,629	6,876	3,919

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
7.0	3%L	91,507	A	
4.0	3%CS	87,418	A	B
6.0	2%L	82,727	A	B
3.0	2%CS	79,033	A	B
5.0	1%L	74,985	A	B
2.0	1%CS	69,096	A	B
1.0	Tem	61,509		B

Annexes

Annexe 7: RWL

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
RWL30	0,000575	0,00035	0,000025	2,67665E-05	0,0002	0,00025	6,49864E-05
RWL60	0,0005	0,0002	4,99603E-05	0,000025	0,000225	0,000225	0,0001
RWL120	0,0003	0,000125	3,88861E-05	2,22738E-05	0,0001	0,0001	8,57598E-05

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
RWL30	0,0001708	0,0003109	0,00005	0	0,0001414	0,0002887	0
RWL60	0,000216	0,000216	0	0,00005	0,0001258	0,00015	0
RWL120	0,0000816	0,0001258	0	0	0,0000816	0,0001155	0

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES			F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES	
1.0	Tem	0,000575	A			1.0	Tem	0,0005	A	
2.0	1%CS	0,00035	A	B		5.0	1%L	0,000225		B
6.0	2%L	0,00025		B		6.0	2%L	0,000225		B
5.0	1%L	0,0002		B		2.0	1%CS	0,0002		B
3.0	2%CS	0,000025		B		7.0	3%L	0,0001		B
7.0	3%L	0		B		4.0	3%CS	0,000025		B
4.0	3%CS	2,68E-05		B		3.0	2%CS	5E-05		B

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES	
1.0	Tem	0,0003	A	
2.0	1%CS	0,000125		B
6.0	2%L	0,0001		B
5.0	1%L	0,0001		B
7.0	3%L	8,58E-05		B
4.0	3%CS	2,68E-05		B
3.0	2%CS	3,89E-05		B

Annexe 8: Matière sèche foliaire

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Matière sèche foliaire	17,732	25,404	21,928	25,072	21,242	20,478	17,5
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
	3,247	11,887	6,753	10,47	3,571	4,937	2,139

Annexe 9 : DHS : déficit hydrique de saturation

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
DHS	38,49	30,904	20,966	12,582	25,015	17,273	8,493

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
	10,154	12,841	12,501	9,542	9,629	6,876	3,919

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	Tem	38,49	A	
2.0	1%CS	30,904	A	B
5.0	1%L	25,015	A	B
3.0	2%CS	20,966	A	B
6.0	2%L	17,273	A	B
4.0	3%CS	12,582	A	B
7.0	3%L	8,493		B

Annexe 10 : Chlorophylle

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Chlorophylle a	680,1188	778,615	1696,981	1386,621	736,71	564,3275	2321,052
Chlorophylle b	448,2832	374,4059	1571,891	822,3209	461,58	495,938	1659,12
Chlorophylle totale	1128,402	1153,021	3268,872	2208,942	1198,29	1060,266	3498,779

Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Chlorophylle a	549,3938	232,149	1006,233	525,4128	431,3495	433,9229	475,5427
Chlorophylle b	489,5594	296,09	1151,981	128,8909	364,6734	186,5048	1050,121
Chlorophylle totale	970,8775	323,9141	1075,823	478,4593	417,1338	518,6875	1106,296

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES		F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGE NES	F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGE NES
7.0	3%L	2321,052	A		7.0	3%L	1659,12	A	7.0	3%L	3498,779	A
3.0	2%CS	1696,981	A	B	3.0	2%CS	1571,891	A	3.0	2%CS	3268,872	A
4.0	3%CS	1386,621	A	B	4.0	3%CS	822,3209	A	4.0	3%CS	2208,942	A
2.0	1%CS	778,615		B	6.0	2%L	495,938	A	2.0	1%CS	1153,021	A
5.0	1%L	736,71		B	5.0	1%L	461,58	A	5.0	1%L	1198,29	A
1.0	Tem	680,1188		B	1.0	Tem	448,2832	A	1.0	Tem	1128,402	A
6.0	2%L	564,3275		B	2.0	1%CS	374,4059	A	6.0	2%L	1060,266	A

Annexe 11 : caroténoïdes xanthophylles

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
caroténoïdes xanthophylles	58,0755	136,2982	414,2415	516,2476	179,1104	581,7822	525,652
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
	33,55371	109,8662	282,3362	285,3399	219,4852	283,8939	287,3383

Annexe 11 : sucres solubles

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Sucres partie racinaire	4,132475	10,9348	7,481675	8,789949	5,409825	7,178525	9,20545
Sucres partie aérienne	1,911775	3,118975	3,2397	5,8113	7,425525	11,67315	9,35425
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Sucres partie racinaire	0,943355	5,335961	1,635494	2,919501	5,872958	2,812276	0,328187
Sucres partie aérienne	0,822479	1,867925	1,039136	2,201794	1,770133	6,184716	2,497281

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES		
6.0	2%L	11,67315	A		
7.0	3%L	9,35425	A	B	
5.0	1%L	7,425525	A	B	C
4.0	3%CS	5,8113		B	C
3.0	2%CS	3,2397			C
2.0	1%CS	3,118975			C
1.0	Tem	1,911775			C

Annexe 12 : sucres solubles

	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Sucres partie racinaire	4,132475	10,9348	7,481675	8,789949	5,409825	7,178525	9,20545
Sucres partie aérienne	1,911775	3,118975	3,2397	5,8113	7,425525	11,67315	9,35425
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Sucres partie racinaire	0,943355	5,335961	1,635494	2,919501	5,872958	2,812276	0,328187
Sucres partie aérienne	0,822479	1,867925	1,039136	2,201794	1,770133	6,184716	2,497281

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES		
6.0	2%L	11,67315	A		
7.0	3%L	9,35425	A	B	
5.0	1%L	7,425525	A	B	C
4.0	3%CS	5,8113		B	C
3.0	2%CS	3,2397			C
2.0	1%CS	3,118975			C
1.0	Tem	1,911775			C

Annexe 12 : Polyphénols

	Cntrl	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Root part	6,9945	12,16755	16,52087	21,43895	15,81055	25,58283	16,48448
Aerial part	7,410825	16,20215	25,88337	28,01452	22,632	30,87428	28,26043
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Polyphénols partie racinaire	4,762016	5,449791	4,014189	2,407026	4,14031	5,372233	7,459055
Polyphénols partie aérienne	4,304263	2,861768	8,397587	5,343139	8,599033	3,553539	1,443287

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES		F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES		
6.0	2%L	25,58283	A		6.0	2%L	30,87428	A		
4.0	3%CS	21,43895	A	B	7.0	3%L	28,26043	A		
3.0	2%CS	16,52087	A	B	4.0	3%CS	28,01452	A		
7.0	3%L	16,48448	A	B	3.0	2%CS	25,88337	A	B	
5.0	1%L	15,81055	A	B	5.0	1%L	22,632	A	B	
2.0	1%CS	12,16755	A	B	2.0	1%CS	16,20215		B	
1.0	Tem	6,9945		B	1.0	Tem	7,410825			C

Annexe 13 : Flavonoides

	Cntrl	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Root part	0,77	0,809975	0,916325	1,3263	0,697225	1,59635	1,42905
Aerial part	0,7245	1,047225	1,7745	1,74635	1,5154	1,166325	1,7845
Ecartype	Tem	1%CS	2%CS	3%CS	1%L	2%L	3%L
Flavonoides partie racinaire	0,34059	0,722827	0,551805	0,068728	0,302226	0,323793	0,764401
Flavonoides partie aérienne	0,482009	0,276916	0,112997	0,499979	0,132141	0,207281	0,164949

F1	LIBELLES	MOYENNE	GROUPES HOMOGENES		
7.0	3%L	1,7845	A		
3.0	2%CS	1,7745	A		
4.0	3%CS	1,74635	A		
5.0	1%L	1,5154	A	B	
6.0	2%L	1,166325	A	B	C
2.0	1%CS	1,047225		B	C
1.0	Tem	0,7245			C

Annexe 14 : Dispositif expérimental des plants d'aubergine soumis aux différents traitements.



Annexe 15 : Courbes d'étalonnage

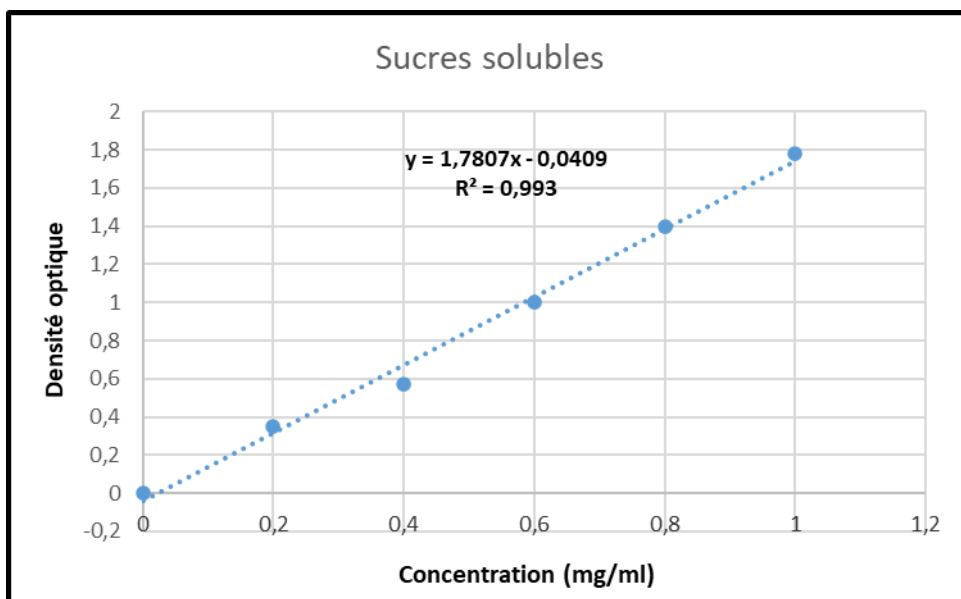


Figure I : Courbe d'étalonnage des sucres solubles par l'utilisation de glucose

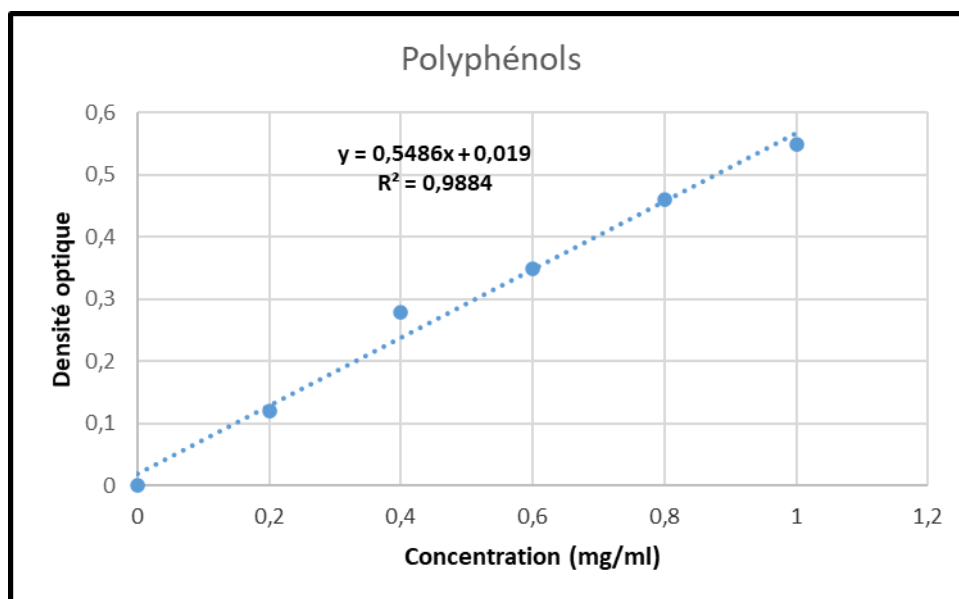


Figure II : Courbe d'étalonnage des polyphénols par l'utilisation de l'acide gallique

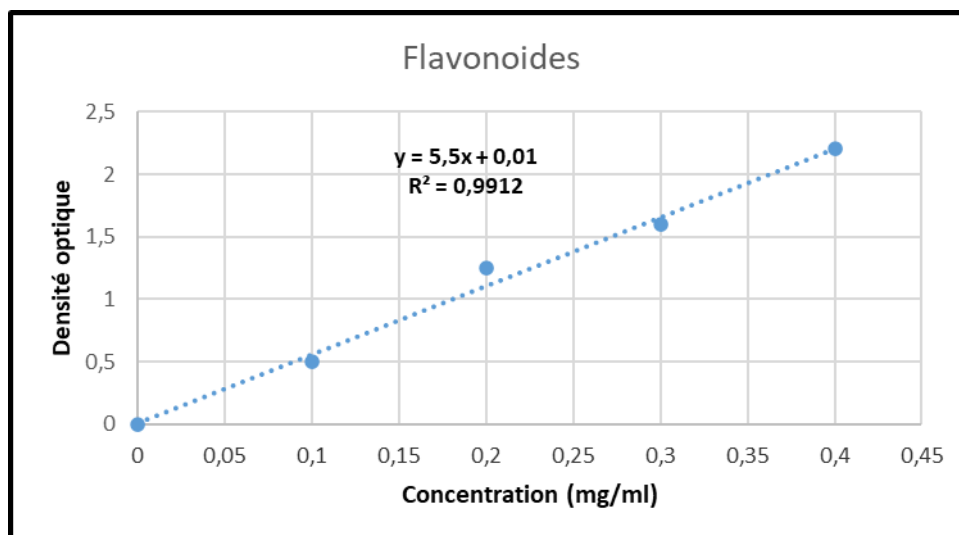


Figure III : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes par l'utilisation de quercétine.