



UNIVERSITE
Abdelhamid Ibn Badis
MOSTAGANEM

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET
POPULAIRE



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة عبد الحميد ابن باديس مستغانم

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS DE MOSTAGANEM

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agronomie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Aménagement hydro-agricole

MÉMOIRE PRESENTE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER LMD

Présentée par

ROUICHI NOUR ELHOUDA

Thème

Optimisation des paramètres de production de la culture de la courgette (Hanane) améliorer par un compost urbain sous une serre contrôlé avec l'integration des objects IOT

Soutenue publiquement le 07/10/2025

Devant le jury:

MCB. AMIRI OUAFAA

Directrice de mémoire

Université de Mostaganem

MCA. Benouadah Salima

Présidente

Université de Mostaganem


MCA. BOUALEM Abdelkader

Examineur

Université de Mostaganem

Anné: 2024-2025

Remerciements



Tous d'abord je remercie ALLAH qui m'a aidé et me donne la patience et le courage et m'a soutenu tout au long de mon parcours académique, et m'a permis d'achever ce mémoire de master après une longue interruption des études.

Au début de ce travail, j'aimerais exprimer ma profonde gratitude et ma reconnaissance à mon enseignante, Mlle Amiri Ouafaa, pour son dévouement, son engagement et sa patience tout au long de la réalisation de ce travail, ainsi que pour le temps et les efforts qu'elle m'a consacré et qui m'ont permis de mener à bien cette recherche. Je lui adresse mes plus vifs remerciements et rends hommage à sa haute personnalité.


Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude au professeur Benkhalifa Mohamed pour son aide précieuse qu'il nous a apportée, les facilités qu'il m'a mises à ma disposition au niveau de la ferme expérimentale, ainsi que pour son souci constant de répondre à mes besoins. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance et de ma considération.

Je souhaite également exprimer toute ma gratitude au professeur Nemmiche Said pour son soutien, son aide précieuse et sa contribution à la facilitation de nombreuses étapes de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de toute ma reconnaissance et mon profond respect.

J'exprime aussi ma considération la plus sincère aux membres du jury, en particulier à Mme Benouadah Salima et à M. Boualem Abdelkader, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'examiner ce travail et pour leurs remarques et suggestions constructives qui l'ont enrichi.

J'adresse également mes remerciements les plus chaleureux à l'équipe de la ferme expérimentale, notamment Mr. Maamar, Achir, Kadour, ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont apporté leur aide précieuse dans l'accomplissement de ce travail.

Enfin, je remercie de tout cœur toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont participé à l'élaboration de ce mémoire





Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mon cher époux Abdelkarim Afghoul, compagnon de route et véritable soutien,
merci d'avoir toujours été à mes côtés, dans les moments difficiles comme dans les instants
de joie.

Je t'offre ce travail en témoignage de mon respect, de ma gratitude et de mon profond
attachement.

je le dédie également à mes parents bien-aimés, source de ma force, de ma patience et de mon
inspiration,

grâce à qui j'ai pu surmonter les étapes les plus ardues de mon parcours académique.

Je prie Dieu de vous accorder santé et longue vie.

Je dédie aussi ce travail à mes chères sœurs, Rabab, Nour el Hayat, ainsi qu'à mon frère bien-
aimé Abdelghani.

A mes précieuses amies Iman et Souad

À vous tous, tout mon amour et ma profonde considération.



الملخص

في الجزائر، تُهيم التربة الرملية الفقيرة بالمادة العضوية على أغلب الأراضي الزراعية، ما يحدّ بشكل كبير من قدرتها الإنتاجية، وهو ما ينطبق بشكل خاص على ولاية مستغانم. إدخال المادة العضوية وخصوصاً في شكل سماد مستخرج من النفايات الحضرية (أسواق، مخلفات الفواكه والخضروات) حلاً فعالاً لتحسين خصائص تربة والخصائص المورفولوجية للنبات.

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم تأثير شكلين من السماد الصلب والسائل، على خصائص التربة. وقد شملت التجربة ثلاث جرعات من السماد الصلب، محددة بـ 10 كغ و 20 كغ و 30 كغ أما السماد السائل فقد تم إعداده وفق طرق مختلفة إذ خُففت الجرعة الاصلية في 9 لترات من الماء للجرعة الاولى بينما استخدمت نسب التخفيف ب 3/2 و 3/1 للجرعتين 2 و 3 , ولأغراض المقارنة بين الجرعات ، تم استخدام قطعة أرضية غير معالجه.

شملت التقييمات عدداً من المعايير، منها الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة مثل درجة الحموضة والموصلية الكهربائية محتوى النتروجين والفسفور والبوتاسيوم، المادة العضوية ورطوبة التربة. وتقييم الخصائص المورفولوجية للنبات، بما في ذلك المساحة الورقية، عدد الأوراق والسيقان، عدد الأزهار، وحجم ووزن الثمار

بالإضافة إلى ذلك، تم قياس الإنتاجية لكل معالجة لتحديد تأثير كل شكل وجرعة من السماد على نمو النباتات وعاندها.

أظهرت نتائج الدراسة أن تطبيق أعلى جرعة من السماد الصلب (30 كغ) ساهم في تحقيق أفضل تحسين لخصوبة التربة، مرفقاً بزيادة ملموسة في إنتاجية نبات الكوسا. أما بالنسبة للسماد السائل، فقد كانت الجرعة 2 المخففة بنسبة 3/2 هي الأكثر فعالية. وتُعزى هذه التأثيرات الإيجابية إلى الإمداد المتوازن بالعناصر الغذائية الأساسية النتروجين والفسفور والبوتاسيوم، إضافة إلى تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتربة، مثل درجة الحموضة، الموصلية الكهربائية، محتوى المادة العضوية، ورطوبة التربة.

ويساهم إثراء التربة بالمادة العضوية في تعزيز بنيتها ونفاذيتها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء، بينما يدعم الإمداد بالعناصر الغذائية النمو الخضري وإنتاج الثمار. بالتالي، يُعد استخدام السماد، سواء كان صلباً أو سائلاً، استراتيجية فعالة لزيادة إنتاجية المحاصيل مع الحفاظ على جودة التربة، مقدماً نتائج مرضية ومستدامة لإدارة الأنظمة الزراعية

كلمة المفتاحية: السماد، الجرعة، خصائص الفيزيائية والكيميائية، الكوسا، الخصوبة

Résumé

En Algérie, la majorité des terres agricoles sont dominées par des sols sableux pauvres en matière organique, ce qui limite fortement leur aptitude à la production. C'est notamment le cas dans la wilaya de mostaganem. L'apport de matière organique, en particulier sous forme de compost issu de déchets urbains (marchés, résidus de fruits et légumes), constitue une solution efficace pour améliorer les propriétés physiques et chimiques du sol et stimuler sa fertilité.

Cette étude a été conduite dans le but d'évaluer l'effet de deux formes de compost, solide et liquide, sur les propriétés du sol et les paramètres morphologique. L'expérimentation a porté sur trois doses de compost solide, fixées à D10 kg, D20 kg et D30 kg, tandis que le compost liquide a été préparé selon différentes modalités : dilution dans 9 litres d'eau pour la dose D1, puis proportions de 2/3 et 1/3 pour les doses D2 et D3 respectivement. Un témoin non amendé a été utilisé comme référence. L'évaluation a concerné plusieurs paramètres, notamment les caractéristiques physiques et chimiques du sol (pH, conductivité électrique, teneurs en azote, phosphore et potassium, matière organique, humidité du sol), ainsi que les caractéristiques morphologiques des plantes (surface foliaire, nombre de feuilles et de tiges, nombre de fleurs, taille et poids des fruits). Le rendement a également été mesuré pour chaque traitement.

Les résultats de l'étude ont montré que l'application de la dose la plus élevée de compost solide (D30 kg) a entraîné la meilleure amélioration de la fertilité du sol et une augmentation significative du rendement de la courgette. En ce qui concerne le compost liquide, la dose D2, diluée à une proportion de 2/3, a fourni les résultats les plus favorables. Ces effets positifs s'expliquent par l'apport équilibré en éléments nutritifs essentiels (N, P, K), ainsi que par l'amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol, telles que le pH, la conductivité électrique, la teneur en matière organique et l'humidité du sol. L'enrichissement du sol en matière organique contribue à améliorer sa structure, sa porosité et sa capacité de rétention en eau, tandis que l'apport en éléments nutritifs favorise le développement végétatif et la production des fruits. Ainsi, l'utilisation de compost, qu'il soit solide ou liquide, s'avère être une stratégie efficace pour augmenter la productivité des cultures tout en préservant la qualité du sol, offrant des résultats à la fois satisfaisants et durables pour la gestion agricole.

Mots clés : Compost, dose, paramètres, courgette, fertilité

Abstract

In Algeria, most agricultural lands are characterized by sandy soils with low organic matter content, which considerably limits their productive potential. This limitation is particularly evident in the Mostaganem region. The incorporation of organic matter, especially compost derived from urban waste (market, fruit, and vegetable residues), represents an effective strategy to enhance soil fertility by improving its physical and chemical properties.

This study aimed to evaluate the effects of two forms of compost, solid and liquid, on soil characteristics and zucchini performance. The experimental design included three doses of solid compost (10kg, 20kg, and 30kg), and three treatments of liquid compost: diluted in 9 L of water (first dose), and applied at 2/3 and 1/3 proportions (second and third doses, respectively). An untreated control was used for comparison. Soil parameters assessed included pH, electrical conductivity, nitrogen, phosphorus, potassium, organic matter, and soil moisture. In addition, plant morphological traits (leaf area, number of leaves and stems, number of flowers, fruit size and weight) and yield were measured.

The results showed that the highest solid compost dose (30kg) produced the greatest improvement in soil fertility and a significant increase in zucchini yield. For liquid compost, the second dose (2/3 dilution) gave the most favorable results. These effects are attributed to a balanced supply of essential nutrients (N, P, K) and the enhancement of soil properties such as pH regulation, electrical conductivity, organic matter enrichment, and soil moisture retention. The addition of organic matter improved soil structure, porosity, and water-holding capacity, while the nutrient supply promoted vegetative growth and fruit production.

Overall, the use of compost, in both solid and liquid forms, proved to be an efficient strategy for enhancing crop productivity and maintaining soil quality, offering sustainable solutions for agricultural management.

Keywords: compost, dose, zucchini, parameter, fertility

Table des matières

Synthèse bibliographique

Introduction générale	01
Chapitre I : Les paramètres physico-chimiques du sol	
I.1. Introduction	6
I.2. Définition du sol	7
I.3. Les phases constitutives du sol et leurs caractéristiques générales	8
I.3.1 Phase solide	8
I.3.2. Phase liquide	8
I.3.3. Phase gazeuse	8
I.4. Profil pédologique	9
I.4.1. Horizon O	9
I.4.2. Horizon A	9
I.4.3. Horizon B	9
I.4.4. Horizon C	9
I.4.5. Horizon R	10
I.5. Fertilisation du sol	10
I.6. Propriétés du sol	11
I.6.1. Propriétés physiques du sol	11
I.6.1.1 Texture et l`analyse granulométrie	11
I.6.1.2. Structure	12
I.6.1.3. Porosité	13

I.6.1.4. Humidité	13
I.6.2. Les Propriétés chimiques du sol	13
I.6.2.1. PH du sol	13
I.6.2.2. La Conductivité Électrique	14
I.6.2.3. La matière organique	15

Chapitre II : Généralité sur la courgette

II.1. Introduction	18
II.2. Définition	18
II.3. Zone de production et l'importance en Algérie	19
II.4. Les variétés de courgette en Algérie	19
II.5. Caractéristique Botanique	19
II.5.1. Systématique	19
II.5.2. Morphologique	20
II.6. Caractéristiques biochimiques	21
II.7. Exigences pédoclimatiques et édaphique écologiques de la culture de courgette	21
II.7.1. Écologique	21
II.7.1.1. Habitat	21
II.7.1.2. Température.....	22
II.7.1.3. Sol	22
II.7.1.4. L'humidité et irrigation	22
II.7.1.5. Lumière	22

II.7.1.6. Engrais	22
II.8. Cycle biologique de la courgette.....	23
II.8.1. Germination.....	23
II.8.2. Floraison	23
II.8.3. Fructification.....	23
II.8.4. Pollinisation de la courgette.....	24
II.9. Technique culturale de courgette	24
II.9.1. Préparation du sol	24
II.9.2. Semis	25
II.9.3. Fertilisation	25
II.9.4. Conduite de l'irrigation	26
II.9.5. Désherbage	26
II.9.6. Entretien	26
II.9.7. La récolte et rendement	27
II.9.8. Maladies et ravageurs.....	27
II.10. Gestion des pathologies et ravageur de la Courgette	30
II.11. Calendrier cultural de la culture de courgette.....	31

Chapitre III : Le Compost

III.1. Définition.....	33
III.1.1. Qu'est-ce que le compost ?	33
III.2. Compostage	33

III.3. Avantage de compost.....	34
III.4. Rôle du compost dans la structuration et la stabilité du sol.....	34
III.5. L'influence sur la chimie du sol	34
III.6. Exploitation des déchets et réduire l'effet de pollution	34
III.7. Type de compostage	35
III.7.1. Compostage aérobie	35
III.7.2. Compostage anaérobie	35
III.8. Paramètres de compostage	35
III.8.1 Paramètre physico-chimique	35
III.8.1.1. Teneur en eau ou humidité	36
III.8.1.2. Rapport C/N	36
III.8.1.3. Valeur de PH.....	37
III.8.1.4. Apport d'oxygène.....	38
III.8.1.5 Granulométrie.....	38
III.8.1.6. Teneur en MOT.....	39
III.8.1.7. Température.....	39
III.9. Déroulement de compostage	39
III.9.1. Les phases de compostage	39
III.10. Microbiologie de compost.....	41
III.11. Les microorganismes du compost.....	41
III.12. Les Macroorganismes.....	42

III.13. Les différents composts	42
III.13.1. Le compost d'origine urbaine.....	42
III.13.2. Les Composts des déchets industriels	43
III.13.3. Les Composts d'effluents d'élevage	43
III.14. Pourquoi composté ???	43
III.15. Quels déchets composter ?	44
III.15.1. Les déchets verts	44
III.15.2. Les déchets ménagers et assimilés	44
III.16. Valeurs agronomiques du compost	44

Partie Expérimentale

Chapitre II : Matériel et méthodes

II.1. Présentation de site d'étude	48
II.1.1. Climat	48
II.1.2. Irrigation	49
II.2. Matériel et produits utilisés	49
II.2.1. Matériel de travail du sol (Semis et traitement)	49
II.2.2. Matériel végétal	50
II.2.3. Traitement utilisé	51
II.2.4. La production nationale de courgette	52
II.2.5. Dispositif expérimental	53
II.2.6. Origine et forme d'application du compost	54

II.2.7. Semis	54
II.2.8. Désherbage	55
II.2.9. La récolte	55
II.3. Méthodes d'analyses	55
II.3.1 Les paramètres physico-chimiques	55
II.3.1.1. Potentiel d'hydrogène (PH)	56
II.3.1.2. Conductivité électrique (CE)	57
II.3.1.3. L'Humidité	57
II.3.1.4. Taux de matière organique (MO)	58
II.5. Paramètres morpho-physiologiques du matériel végétal	
Stades phénologiques	59
II.5.1. Paramètres morphologiques	60
II.6. Analyse statistique	61
Chapitre III : Résultats et discussion	
III.1. Effet de l'application d'un compost urbain sur les paramètres physico-chimiques du sol (sous forme solide)	63
III.1.1. Conductivité électrique (CE)	63
III.1.2. Effets du compost sur le potentiel d'hydrogène du sol	63
III.1.3. Effets du compost sur l'humidité du sol	64
III.1.4. Effets du compost sur la teneur en azote totale du sol	65
III.1.5. Effets du compost sur la teneur en phosphore du sol	65
III.1.6. Effets du compost sur la teneur en potassium du sol	66
III.1.6. Effets du compost sur la teneur en MO du sol	66

III.2 Effets du compost urbain sur les paramètres morphologiques	67
III.2.1. Effet du compost sur le nombre et la longueur des tiges/plante.....	67
III.2.2. Effet du compost sur la surface foliaire de la plante	67
III.2.3. Effet du compost sur le nombre de fleurs par plante.....	68
III.2.4. Effet du compost solide sur le rendement et le poids des fruits de la courgette	69
III.3. Effet d'application du compost (sous forme liquide)	70
III.3.1. Conductivité électrique (CE)	70
III.3.2. Potentiel d'hydrogène (PH)	70
III.3.3. Humidité du sol (H%)	71
III.3.4. Effets du compost sur la teneur en azote totale du sol.....	71
III.3.5. Effets du compost sur la teneur en phosphore du sol.....	72
III.3.6. Effets du compost sur la teneur en potassium du sol.....	72
III.3.7. Effets du compost sur la teneur en matière organique du sol ..	73
III.4 Effet de l'application du compost sur les paramètres morphologique de la Courgette.....	74
III.4.1 Effet du compost sur le nombre et la longueur des tiges/plante	74
III.4.2. Effet de compost (liquide) sur la surface foliaire de la plante	74
III.4.3. Effet du compost sur le nombre de fleurs par plante	75
III.4.4. Effet du compost liquide sur le rendement et poids de la courgette	76

IV. Discussion	77
Conclusion.....	88
Références bibliographiques.....	89

Liste des abréviations

C/N : Rapport Carbone /Azote

Ca : Calcium actif

CAH : Complexe Argilo Humique

CE : Conductivité Electrique

CEC : Capacité d'Echange Cationique

D1 : Première dose

D2 : Deuxième dose

D3 : Troisième dose

D10 : Première dose

D20 : Deuxième dose

D30: Troisième dose

Da : Densité Apparente

Hu : Humidité relative moyenne (%)

K : Potassium

P : phosphore

N: azote

L: Longueur

L : largeur

MOt : Matière Organique totale

PH : Potentiel Hydrogène

PP : Précipitations et / ou la fonte des neiges total (mm)

T : Témoin

T : Température moyenne (°C)

TM : La température maximale (°C)

Tm : température minimale (°C)

W : Large

IOT : internet of things

Liste des Figures

Figure 01 : Étapes de la formation des sols

Figure 02: Couches du sol

Figure 03: Triangle textural des sols

Figure 04: La formation de la structure du sol repose sur différents processus
D'agrégation et de stabilisation des particules

Figure 05: Échelle standard de pH accompagnée de valeurs de pH de sols et
de

Produits communs

Figure 06: Sources principales de matière organique du sol

Figure 07: Illustration de la méthode de mesure des dimensions foliaires
(Longueur L et largeur W) chez la courgette

Figure 08 : Cycle de vie de la plante de courgette (*Cucurbita pepo* L.) : stades
de germination, croissance végétative, floraison, fructification et
développement racinaire

Figure 09 : Mécanisme de pollinisation de courgette

Figure 10 : *Botrytis cinerea* pourriture gris

Figure 11 : feuille de courgette atteint par oïdium.

Figure 12 : Mildiou sur feuille de cucurbitacée

Figure 13 : Pourriture molle (courgette

Figure 14 : cladosporiose sur courgette.

Figure 15 : Aleurodes adulte

Figure16 : pucerons de courgette

Figure 17: Arvi cola terrestres - Rat taupier,

Figure 18: le cycle du compostage

Figure 19: Courbe d'évolution théorique de la température au cours du compostage

Figure 20: Site d'expérimentation de Mazagran

Figure 21: les données météorologiques de la ville de Mostaganem

Figure 22: aménagement de terrain et préparation du sol et subdivision en mini-

Parcelles sous serre

Figure 23: Variété de courgettes « Hannan hybride F1

Figure 24: Les traitements utilisés

Figure 25: Le traitement Abamectine

Figure 26: Schéma du dispositif expérimentale de l'essai

Figure 27: amendement avec un compost urbain sous forme solide et liquide

Figure 28: Le semis des graines de courgette

Figure 29: Récolte des courgettes issues du traitement au compost solide et liquide

Figure 30: Les mesures des paramètres physico-chimiques du sol à l'aide d'un Capteur

Figure 31: Les échantillons du dol prélevés pour l'analysés

Figure 32: La mesure de PH

Figure 33: Les mesures de CE

Figure 34: sol après le séchage de l'étuve à 105°C

Figure 35: Détermination de la matière organique des sols par séchage à l'étuve et calcination au four à moufle

Figure 36 : pied à coulisse pour mesure longueurs, diamètres de fruit

Figure 37: Le diamètre des fruits a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse

Figure 38: Effet du compost solide sur l'évolution de la conductivité électrique du sol.

Figure 39: Effets du compost solide sur l'évolution de le pH du sol.

Figure 40: Effet du compost solide sur l'évolution de l'humidité du sol au cours du cycle végétatif.

Figure 41: Effet du compost solide sur l'évolution de l'azote total du sol.

Figure 42: Effet du compost solide sur l'évolution de phosphore total du sol.

Figure 43: Effets du compost solide sur l'évolution de potassium total du sol.

Figure 44: Effets du compost solide sur l'évolution de la matière organique du sol.

Figure 45: Effets du compost solide sur l'évolution du nombre et la longueur des tiges

Figure 46: Effets du compost solide sur l'évolution de la surface foliaire de la plante.

Figure 47: Effet de différentes doses du compost solide sur le nombre de fleurs par

Plante

Figure 48: Effets du compost solide sur l'évolution du poids de la courgette.

Figure 49: Effet du compost solide sur l'évolution de la longueur et de la largeur de la courgette

Figure 50: Effets du compost liquide sur l'évolution de la conductivité électrique du

Sol

Figure 51: Effet du compost liquide sur l'évolution de pH de sol.

Figure 52: Effet du compost liquide sur l'évolution de l'humidité du sol au cours du

Cycle végétatif.

Figure 53: Effets du compost liquide sur l'évolution l'azote total du sol.

Figure 54: Effets du compost liquide sur l'évolution du phosphore du sol.

Figure 55: Effets du compost liquide sur l'évolution la teneur en potassium du sol.

Figure 56: Effets du compost liquide sur l'évolution de la matière organique du sol.

Figure 57: Effets du compost liquide sur l'évolution du nombre et la longueur des

Tiges

Figure 58: Effets du compost liquide sur l'évolution de la surface foliaire de la plante.

Figure 59 : Effets du compost liquide sur l'évolution du nombre de fleurs par plante.

Figure 60: Effets du compost liquide sur l'évolution du poids de la courgette.

Figure 61 : Effets du compost liquide sur la longueur et largeur de courgette.

Liste des tableaux

Tableau 01: les textures des sols

Tableau 02: classification de courgette

Tableau 03: les variétés de la courgette

Tableau 04: les Maladies fongique de courgette

Tableau 05 : les Maladies bactérienne de la courgette.

Tableau 06: les ravageurs de la courgette

Tableau 07 : Rapport C/N de certains substrats

Tableau 08: Les traitements préventifs utilisés pour la courgette

Tableau 09 : Évolution des stades phénologiques de courgette après le semis

Tableau 10: Récapitulatif des paramètres morphologiques mesures chez la courgette

INTRODUCTION

GÉNÉRALE

Le sol est considéré comme la ressource clé de l'écosystème terrestre, essentielle non seulement à la production alimentaire, mais aussi à de multiples fonctions écologiques telles que le stockage du carbone, la régulation de l'eau et la conservation de la biodiversité. Les propriétés physiques et chimiques du sol jouent un rôle central dans la capacité à soutenir une production agricole durable face à une population mondiale en constante augmentation, tout en assurant les services écosystémiques indispensables (**Lal, 2020**). Cependant, cette croissance démographique rapide a conduit à une intensification des pratiques agricoles, souvent au détriment de la santé des sols. En effet, cette intensification provoque une dégradation progressive des sols, qui se manifeste notamment par une diminution de la matière organique, une altération de la structure du sol, une baisse de la disponibilité des nutriments essentiels pour les cultures, ainsi qu'une accélération de la minéralisation de la matière organique (**Smith et al., 2020**).

Dans ce contexte, l'Algérie se distingue par la possession de vastes étendues de terres arides et semi-arides, représentant plus de 80 % de la superficie totale du pays (**FAO, 2019**).

Ces zones sont caractérisées par des conditions climatiques sévères, notamment une rareté des précipitations et des températures élevées, ce qui affecte négativement la fertilité des sols et les capacités de production agricole (**Bensaci et al., 2025**). Ces contraintes s'accompagnent de défis environnementaux majeurs tels que la désertification et la dégradation de la couverture végétale, nécessitant ainsi une étude approfondie de ces territoires afin de mieux comprendre leurs propriétés physiques et chimiques (**Bensaci et al., 2025**). L'amélioration de la gestion de ces terres, notamment par l'adoption de pratiques durables telles que l'utilisation de matières organiques et l'optimisation des ressources en eau, constitue une démarche essentielle pour accroître leur productivité tout en préservant

l'équilibre des écosystèmes **Ouled Belgacem et al., (2020)**, Le compost est reconnu comme une source organique efficace et une alternative durable pour améliorer la fertilité des sols sableux, comparativement à l'utilisation d'engrais chimiques conventionnels. La qualité du compost repose sur sa richesse en matière organique et en éléments nutritifs, ainsi que sur l'absence de polluants nocifs (**Smith et al., 2018**).

En plus de fournir les éléments nutritifs essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium **Jones et al., (2016)**, le compost contribue également à augmenter de manière

significative le carbone organique total du sol (**Garcia et al., 2017**). Il améliore la structure physique du sol et sa capacité de rétention d'eau, ce qui optimise ses propriétés physiques et favorise les performances culturales (**Kumar et al., 2015**). De surcroît, le compost améliore diverses propriétés du sol, notamment l'augmentation du pH, du contenu en matière organique, de la conductivité électrique et de la capacité d'échange cationique, tout en renforçant la stabilité des agrégats, en augmentant la porosité et en réduisant la densité apparente du sol (**Zhang et al., (2021)**). Il est aussi utilisé comme paillis de surface pour limiter l'érosion sur les sols nus et en pente (**Smith et al., (2020)**) et constitue une alternative écologique efficace aux substrats traditionnels tels que la tourbe dans les cultures hors-sol (**Thompson et al., 2018**).

Par ailleurs, le compost représente un atout environnemental et économique majeur dans l'agriculture durable, contribuant activement à la préservation de la santé des sols et à l'équilibre des écosystèmes (**Iraji et al., (2025)**). Parmi les principaux types de ces amendements organiques, le compost urbain occupe une place centrale. Il est produit par la valorisation des déchets municipaux, tels que les déchets alimentaires, les résidus de jardins et les déchets de marchés, grâce à des techniques avancées transformant ces matières en un amendement organique adapté à l'usage agricole. Le compost urbain représente ainsi un moyen efficace de convertir les déchets organiques en une ressource agricole durable, contribuant à réduire la pression environnementale liée à l'accumulation des déchets urbains (**Brunetti et al., (2019)**), l'application du compost en tant qu'amendement du sol, dans les cultures légumières et notamment celle de la courgette (*Cucurbita pepo L*), a mis en évidence une amélioration significative des indicateurs morphologiques des plantes, se traduisant par une augmentation de la hauteur et du développement des parties aériennes (**Rekaby et al., 2024**). De plus, le compost améliore la qualité des fruits grâce à son apport équilibré en éléments majeurs et mineurs et à la stimulation de l'activité microbienne du sol, accélérant ainsi la minéralisation de la matière organique et la libération des nutriments essentiels à la croissance des plantes (**Singh et al., 2021**). Sur la base de ces éléments, la présente étude expérimentale s'est concentrée sur l'évaluation des effets de l'ajout de compost qu'il soit solide ou liquide, sur certaines propriétés physiques et chimiques du sol, ainsi que sur les paramètres morphologiques des plantes. Plus particulièrement, l'impact du compost a été examiné sur les caractéristiques morphologiques de la courgette cultivée en conditions

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Contrôlées sous serre, afin d'assurer la précision des résultats et une évaluation rigoureuse des effets.

Synthèse bibliographique

Chapitre I :
Les paramètres
physico-chimiques du
sol

I.1. Introductions

Le sol constitue l'une des ressources naturelles essentielles de la terre. Cependant, il est souvent considéré comme un acquis. La plupart des gens ne réalisent pas qu'il s'agit en réalité d'un véritable monde vivant, servant de support à presque toute vie terrestre. Les sols et leurs fonctions au sein d'un écosystème varient fortement d'un endroit à un autre en raison de nombreux facteurs, tels que les différences de climat, les matériaux parentaux dont ils sont issus et la position du sol dans l'environnement (**Globe, 2003**).

À ce titre, le sol représente une ressource primordiale pour la vie sur terre. Il est vital pour la production alimentaire, sert de support aux activités humaines, constitue une source précieuse de minéraux et de matériaux de construction, fonctionne comme un système naturel de filtration, et agit comme un réservoir d'eau. En tant qu'élément fondamental et irremplaçable, il est intrinsèquement intégré au quotidien des êtres vivants. Toutes les sociétés humaines exploitent le sol de différentes manières : pour l'agriculture, l'élevage, la sylviculture, l'extraction de matériaux destinés à la construction d'habitations ou d'infrastructures routières, l'épandage de déchets agricoles, industriels et urbains, ou encore l'aménagement d'espaces récréatifs. Par ailleurs, la perception même du sol varie considérablement selon les modes de vie et les pratiques culturelles (**Mathieu, 2020**).

Le sol abrite également une biodiversité microbienne remarquable : des milliers de nouvelles espèces de champignons, de bactéries et de prédateurs unicellulaires tels que les amibes ont été identifiées dans cet environnement complexe (**Selosse, 2021**).

La compréhension approfondie d'un sol repose sur l'analyse de ses constituants ainsi que de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques (**Jacques, 2021**). Dans cette optique, la présente section s'intéresse à l'étude détaillée des composantes du sol et de leurs principales caractéristiques. Toutefois, avant d'aborder ces éléments, il convient de présenter quelques notions fondamentales, notamment la définition du sol, les processus de sa formation (pédogenèse), son organisation verticale en horizons, ainsi que les services éco-systémiques qu'il rend aux systèmes naturels et agricoles (**Touré, 2023**).

I.2. Définition du sol

Le sol constitue un pilier fondamental de la biosphère, occupant une place centrale au sein des écosystèmes et du fonctionnement global de la planète. Il forme une interface dynamique entre l'atmosphère, la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère (Gobat *et al.*, 2010). Il abrite une diversité biologique remarquable, dominée notamment par des millions de bactéries Curtis *et al.*, (2002), faisant de lui à la fois un support et un habitat pour une multitude d'organismes vivants. Riche en matières organiques et minérales, le sol se caractérise par des propriétés physiques et chimiques complexes, qui lui confèrent la capacité de nourrir les plantes et de soutenir la vie. L'ensemble de ces caractéristiques fait du sol un système vivant, dynamique et organisé (Gobat *et al.*, 2010).

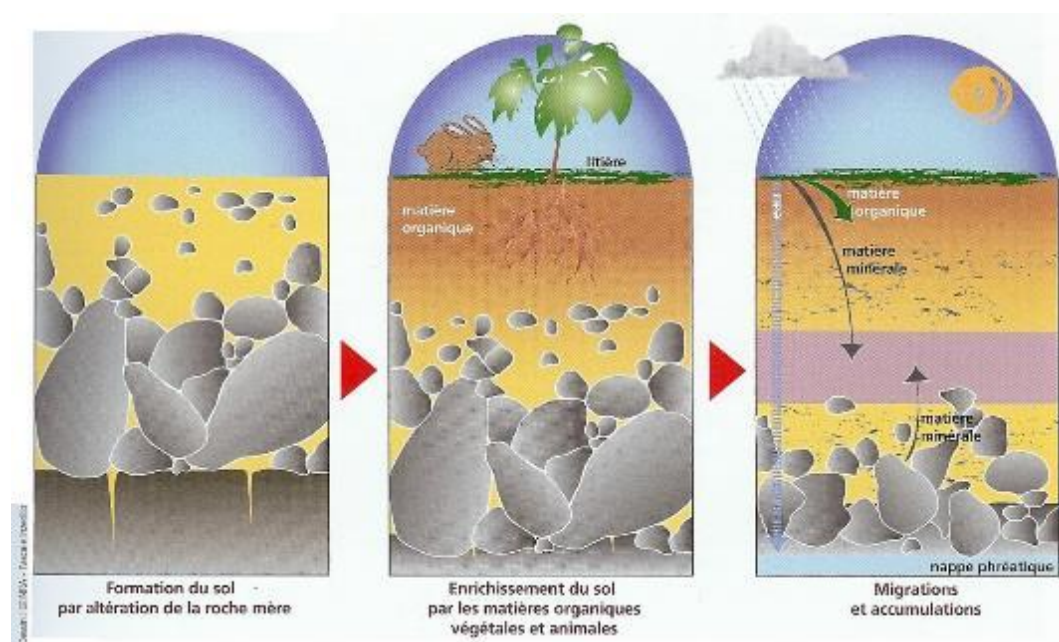


Figure 1 : Étapes de la formation des sols (INRA, 2009).

I.3. Les phases constitutives du sol et leurs caractéristiques générales

Le sol est un système hétérogène composé de phases minérales, organiques, liquides, gazeuses et vivantes. Cette organisation multiphasique, structurée par un réseau des pores, lui confère une perméabilité essentielle aux échanges hydriques, gazeux et nutritifs (**Gobat et al., 2010**)

I.3.1 Phase solide

Les constituants solide comprennent des minéraux issus de l'altération biochimique des roches mère, ainsi que des matières organiques provenant de la décomposition des êtres vivants. Les minéraux sont classés selon leur taille (granulométrie) et leur qualité minéralogie, La matière organique, elle est généralement classée selon son état biologique (vivante ou morte) et son degré de transformation chimique, allant des formes fraîches, rapidement biodégradables, aux formes humifiées, plus stables et durables dans l'écosystème pédologique (**Musy et Soutter, 1991**).

I.3.2. Phase liquide

Les constituants liquides du sol, ou solution du sol, comprennent l'eau issue des Précipitations, des nappes phréatiques ou du ruissellement, ainsi que diverses substances dissoutes telles que les glucides, les alcools, les acides organiques et minéraux, ainsi que les cations et les anions. Ces éléments sont caractérisés par leur origine (météorique ou phréatique), leur état physique (potentiel hydrique) et leur composition chimique, qui influence directement la disponibilité des éléments nutritifs et la fertilité du sol (**Gobat et al., 2010**)

I.3.3. Phase gazeuse

La phase gazeuse du sol, ou atmosphère du sol, se compose d'un mélange de gaz dont la composition est globalement similaire à celle de l'air atmosphérique, mais qui varie selon la profondeur et l'intensité de l'activité biologique. Cette variation résulte principalement de la consommation d'oxygène et de la production de dioxyde de carbone par les organismes vivants du sol (**Sposito, 1989**).

Dans les sols bien aérés, la teneur en oxygène se situe entre 180 et 205 ml/l d'air, mais elle diminue en milieu saturé ou près des racines, tandis que le CO₂ augmente, influençant

l'acidité et la chimie des carbonates. L'air du sol contient aussi CH₄, H₂S, NO₃⁻ et des composés organiques volatils, dont les concentrations varient selon les conditions environnementales et les activités humaines (Calvet, 2003).

I.4. Profil pédologique

Les horizons du sol sont des unités élémentaires utilisées pour subdiviser une couverture pédologique en volume considérés comme suffisamment homogènes. Cette homogénéité est relative et dépend de l'échelle d'investigation. Les horizons sont perceptibles à l'œil nu et permettent un prélèvement d'échantillons pratique. Ils sont considérés comme les entités de base pour identifier, caractériser et définir une couverture pédologique. Chaque horizon est un volume avec un contenu (description de ses constituants, organisations, caractères, propriété et caractéristiques analytiques) (Baize et Girard, 2008).

I.4.1. Horizon O

L'horizon organique, également désigné sous le terme d'horizon hologranique, se développe en milieu aéré (conditions aérobies) et se compose essentiellement de matières organiques d'origine végétale. Ces matières résultent de la décomposition progressive de débris végétaux tels que les feuilles, les aiguilles, les fruits, les écorces ou encore les racines fines. Le degré d'humification de ces résidus varie selon l'intensité de l'activité biologique, allant de fragments reconnaissables à une matière organique fortement transformée (Baize et Girard, 2008).

I.4.2. Horizon A

Les horizons A sont situés sous l'horizon organique O et présentent généralement une couleur foncée liée à leur composition organo-minérale. Ils précèdent les horizons éluviaux E, de teinte plus claire, caractérisés par un appauvrissement en carbonates et en hydroxydes sous l'effet du lessivage (Touré, 2023).

I.4.3. Horizon B

Cet horizon caractérisé par l'accumulation de matériaux lessivés, et divers composants comme l'argile, fer, la matière organique et le carbonate de calcium. Ces éléments proviennent principalement du lessivage par les eaux de percolation (pluie, irrigation) des horizons supérieurs, notamment l'horizon O. il se distingue par sa couleur, sa structure, la nature de ses constituant et sa granulométrie (Bobine *et al.*, 2012).

I.4.4. Horizon C

Ce sont des couches minérales profondes du sol qui ont été modifiées par la fragmentation ou par des transformations chimiques naturelles. Ces couches du sol se distinguent des autres car elles ne présentent pas une structure stable liée à l'activité biologique ou aux pratiques agricoles. On peut y reconnaître certains types comme les sols calcaires ou crayeux (**Baise et Girard, 2008**).

I.4.5. Horizon R

Il s'agit de l'horizon du matériau d'origine, située sous les horizons pédologiques. Elle est composée de roches compactes (granite, basalte, calcaire, grès) peu altérées. Cette strate peut présenter de fines fissures accessibles uniquement à certain racines (**FAO, 2015**).



Figure 2 : Couches du sol (Nature source, 2023).

I.5. Fertilisation du sol

La fertilité du sol constitue un pilier fondamental pour le maintien et l'amélioration durable de la productivité agricole. La fertilisation ne se limite pas à l'apport d'engrais minéraux, mais inclut également l'intégration d'amendements organiques et l'activation des processus biologiques naturels du sol, tels que la minéralisation de la matière organique et la fixation biologique de l'azote. L'efficacité de la fertilisation repose ainsi sur l'équilibre entre les propriétés chimiques, physiques et biologiques du sol, dans une perspective de gestion durable de sa fertilité (**Recous et al., 2015**). En outre, la pérennité de cette fertilité ne dépend pas

uniquement des apports externes, mais exige aussi le renforcement de la dynamique interne du sol, à travers la régulation des communautés microbiennes, la continuité des cycles biogéochimiques et l'amélioration de la structure physique. Un sol biologiquement actif, capable de maintenir une disponibilité optimale des nutriments, se révèle plus résilient face aux contraintes environnementales et aux processus de dégradation. par conséquent, une gestion raisonnée de la fertilisation doit reposer sur une approche intégrée, mobilisant à la fois les dimensions chimiques, physiques et biologiques, afin d'accroître la productivité agricole tout en préservant les fonctions écologiques essentielles du sol sur le long terme (**Bünemann et al., 2018**).

I.6. Propriétés du sol

I.6.1. Propriétés physiques du sol

I.6.1.1 Texture et l'analyse granulométrie

Correspond précisément à l'inventaire des tailles des particules minérales qu'on trouve dans Le sol (**Bobin et al., 2008**).

Loi La texture du sol correspond à la répartition relative des particules de sable, limon et argile. Elle se détermine à l'aide du triangle textural **Fardeau, (2015)**, et constitue l'une des propriétés les plus stables d'un sol. Sur le terrain, elle est souvent estimée par une méthode tactile dite « pifométrique ». En laboratoire, on utilise des techniques basées sur la vitesse de décantation des particules dans l'eau, selon la de stokes (**Fardeau, 2015**).

Cette texture influence directement la rétention d'eau et le potentiel hydrique du sol (**Radcliffe et al., 2010**).

Tableau 1 ; Les Textures des sols (Bobin et al., 2012).

Particules	Taille
PIERRE	7 cm à 20cm
Cailloux	Entre 2cm à 7cm
Graviers	Entre 2mm à 2cm
Sables	Entre 0,05mm à 2m
Limons	Entre 2microns à 0,05mm
Argiles	Taille inférieure à 2 microns

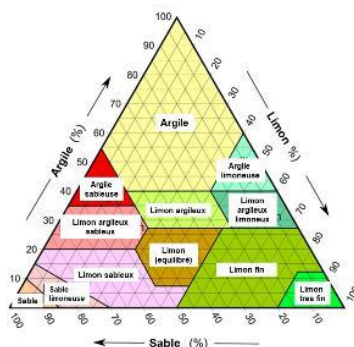


Figure 3 : Triangle textural des sols (Duchaufour, 1997).

I.6.1.2. Structure

La structuration du sol désigne l'organisation des phases solides, liquides et gazeuses du sol, ainsi que l'agencement des vides (pores) et des éléments solides à différentes échelles. Cette organisation influence directement les principales fonctions du sol, telles que la rétention et la circulation de l'eau, l'aération, l'enracinement des cultures, ainsi que l'habitat de la faune édaphique. Elle constitue donc un indicateur essentiel de la qualité, de la santé et du fonctionnement global du sol, des processus comme la floculation (regroupement des particules par attraction électrostatique) et la cimentation (stabilisation des agrégats par des liants organiques ou minéraux) sont essentiels à la formation des agrégats structuraux (cousin, 2017).

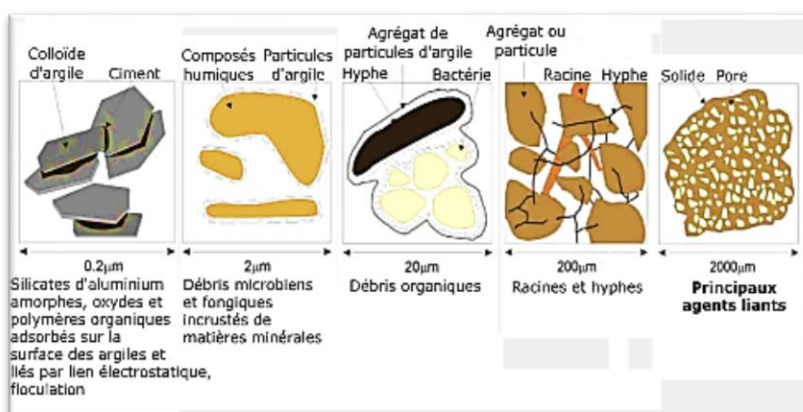


Figure 4 : La formation de la structure du sol repose sur différents processus d'agrégation et de stabilisation des particules (Tisdale et Oades, 1982).

I.6.1.3. Porosité

La porosité est définie comme le rapport entre le volume des pores et le volume total du sol. Elle constitue un indicateur de l'espace poreux relatif, généralement compris entre 0,3 et 0,6 (30 à 60 %). Les sols à texture grossière présentent généralement une porosité plus faible que les sols à texture fine, bien que la taille moyenne des pores individuels soit plus grande dans les premiers. Dans les sols argileux, la porosité varie fortement en raison de phénomènes tels que le gonflement, le retrait, l'agrégation, la dispersion, le compactage et la fissuration (**Hillel, 2004**).

I.6.1.4. Humidité

L'humidité du sol désigne la quantité d'eau présente dans le sol, laquelle peut exister sous trois formes principales : solide (gel), liquide ou vapeur. Dans les régions semi-arides, c'est l'eau sous forme liquide qui revêt une importance majeure, notamment pour son rôle dans les propriétés physiques du sol, que ce soit avant ou après une opération culturale. L'eau est retenue dans le sol de deux manières : d'une part, sous forme libre, elle circule dans les pores et espaces vides entre les particules du sol. D'autre part, elle peut être adsorbée à la surface des particules argileuses ou organiques, formant une fine pellicule qui influence fortement la cohésion et la résistance du sol. C'est cette dernière forme (l'eau adsorbée) qui joue un rôle déterminant dans le comportement du sol, notamment pour les travaux mécaniques ou agricoles, car elle affecte directement la résistance à la traction ou au cisaillement (**Smith et al., 1998**).

I.6.2. Les Propriétés chimiques du sol

I.6.2.1. PH du sol

Le pH du sol est considéré comme une variable physico-chimique majeure, car il influence directement de nombreuses réactions et processus chimiques dans le sol. Il reflète la concentration des ions hydrogène (H^+) en solution, et permet d'évaluer le niveau d'acidité ou d'alcalinité du sol. Ainsi, le pH constitue un indicateur essentiel de la fertilité et de la disponibilité des éléments nutritifs. Selon plusieurs auteurs, notamment **Sparks, (2003)**, le pH du sol peut être classé en différentes plages, allant de très acide à fortement alcalin. Par ailleurs, **Brady et Weil, (2008)** précisent qu'il est possible de distinguer trois types d'acidité dans les sols, chacun associé à une forme particulière de pH :

Chapitre I : les paramètres physico-chimiques du sol

- Le pH mesurant l'acidité active, liée aux ions H^+ présents dans la solution du sol,
- Le pH associé à l'acidité échangeable, correspondant aux ions H^+ et Al^{3+} adsorbés sur les colloïdes,
- Et enfin, le pH traduisant l'acidité résiduelle, liée aux sites d'adsorption non saturés des particules solides.

La présence de ces différentes formes d'acidité est principalement due aux processus d'adsorption des cations sur les surfaces colloïdales du sol (**Brady et Weil, 2008**). Le pH observé peut donc varier en fonction du type d'acidité mesuré (**Cottes, 2019**).

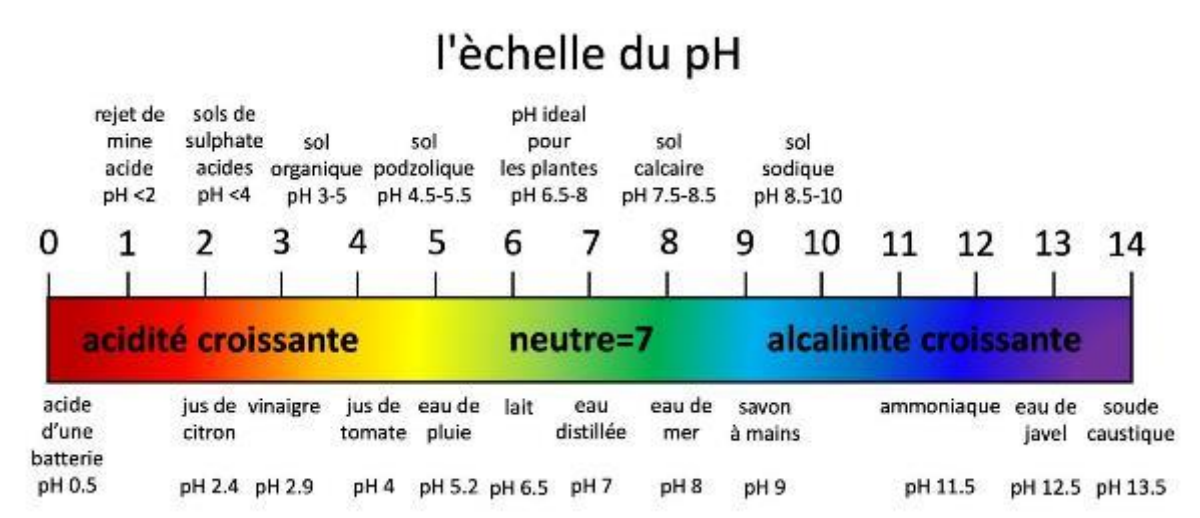


Figure 5 : Échelle standard de pH accompagnée de valeurs de pH de sols et de produits communs (Brady et Weill, 2008).

I.6.2.2. La Conductivité Électrique

La conductivité électrique (CE) du sol est une propriété physique qui reflète la capacité de l'eau contenue dans le sol à conduire un courant électrique. Elle dépend de la présence d'ions dissous notamment des cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+) et des anions (SO_4^{2-} , Cl^- , NO_3^- , HCO_3^-) qui circulent à travers les pores gorgés d'eau. Ces ions, en assurant la transmission des charges électriques, déterminent la valeur mesurée de la CE.

Celle-ci constitue un indicateur essentiel pour l'évaluation de la salinité des sols. Même en absence de salinité excessive, cette mesure constitue un indicateur utile pour estimer, d'autres propriétés édaphiques, telles que la teneur en humidité, la texture ou la profondeur des horizons supérieurs. Ainsi, les pédologues s'appuient sur cette information pour caractériser l'état physique global des sols et anticiper leur comportement agronomique (**Hawkins *et al.*, 2017**).

I.6.2.3. La matière organique

Les composants organiques du sol résultent de la dégradation de la matière organique issue des végétaux, des animaux et des micro-organismes. Ces composés subissent en permanence des transformations dans le sol, modifiées par divers processus géochimiques au cours du temps. Étant donné l'influence déterminante de la matière organique sur les propriétés et le fonctionnement du sol, son renouvellement constant constitue une nécessité pour préserver l'équilibre du système pédologique. En effet, sa présence constitue un indicateur fondamental de la fertilité et de la qualité des sols. C'est pourquoi elle est généralement l'un des premiers paramètres évalués lors de l'analyse d'un sol et de son environnement écologique (**Paré, 2011**).

Plusieurs processus biochimiques, physiques et chimiques permettent de préserver la matière organique du sol contre la décomposition. Il s'agit notamment de l'adsorption, c'est-à-dire l'attachement des composés organiques aux particules d'argile ou de limon, et de l'agrégation, qui conduit à la formation de structures stables. Ces mécanismes assurent certaine stabilité de la matière organique dans le sol (**Paradis, 2016**).

La matière organique joue un rôle clé dans les cycles biogéochimiques, influençant les propriétés physiques (porosité, structure, couleur), chimiques (capacité d'échange cationique, rétention des nutriments et des polluants), ainsi que biologiques (activité microbienne, chaîne trophique). Elle contribue aussi à l'approvisionnement des plantes en eau et en éléments nutritifs, participant ainsi activement à la dynamique globale du sol et au développement de la végétation (**Khedim, 2022**).

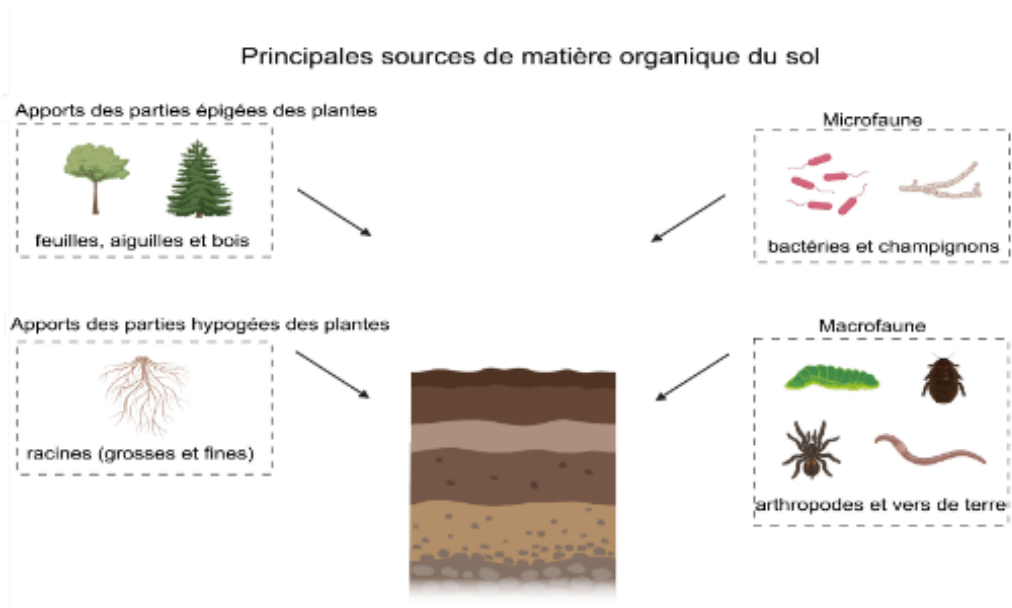


Figure 6 : Sources principales de matière organique du sol (Simpson, 2021)

Chapiter II :

Généralité sur la

courgette

II.1. Introduction

L'agriculture représente l'un des piliers fondamentaux du développement des sociétés humaines sous tous les aspects. Selon **Raymond, (2018)**, l'agriculture désigne l'ensemble des travaux destinés à la production de végétaux et d'animaux utiles à l'être humain, que ce soit pour se nourrir, se soigner, se vêtir ou pour répondre à d'autres fonctions vitales. Elle englobe à la fois les cultures végétales et l'élevage, souvent étroitement liés dans de nombreux systèmes agraires.

D'après **Gonin, (2022)**, les terres agricoles occupaient environ 38 % des terres émergées en 2021, dont la majorité était constituée de pâturages extensifs. Cette ampleur spatiale traduit non seulement l'importance mondiale de l'activité agricole, mais également la diversité de ses formes, qui varient selon les contextes : agriculture vivrière ou commerciale, intensive ou extensive, familiale ou industrielle, durable ou productiviste.

Par ailleurs, l'agriculture est aujourd'hui au cœur de nombreuses problématiques globales telles que la gestion de l'eau, le changement climatique, la sécurité alimentaire ou encore la transition énergétique. Elle s'inscrit également dans des dimensions économiques, sanitaires et culturelles, ce qui en fait un domaine d'étude incontournable pour comprendre les dynamiques contemporaines du développement territorial (**Géoconfluences, 2021**).

La courgette (*Cucurbita pepo* L.) connaît un engouement croissant et s'est imposée comme l'une des principales cultures horticoles cultivées et consommées, constituant une source économique importante pour les producteurs ainsi que pour le secteur horticole. Elle se positionne au quatrième rang parmi les légumes vendus en magasin, en particulier dans les zones côtières de la Méditerranée (**Formisano et al., 2021**).

II.2. Définition

Appelée également Zucchini, la courgette (*Cucurbita pep* L.) est une plante potagère annuelle appartenant à la famille des Cucurbitacées. Originnaire d'Amérique centrale, notamment du Mexique, elle est apparentée aux courges et aux concombres. Cultivée principalement pour ses fruits consommés à un stade très précoce de développement, elle se distingue par sa diversité variétale, incluant des types verts, jaunes ou ronds. Initialement typique de la cuisine méditerranéenne, la courgette est aujourd'hui largement répandue et appréciée pour sa richesse en vitamines A et C, ainsi qu'en minéraux comme le fer, le calcium et le phosphore. Morphologiquement, elle présente une tige courte et non ramifiée, un port dressé, de larges

feuilles pétiolées, et se caractérise par une floraison monoïque : des fleurs mâles et femelles apparaissent sur la même plante (Abatzian *et al.*, 2003).

La famille des Cucurbitacées regroupe des plantes dicotylédones grimpantes à croissance rapide, présentant des feuilles aux lobes palmés. Cette plante s'épanouit de préférence dans des sols légers, neutres et riches en humus. Le sol doit rester régulièrement frais pour favoriser un bon développement. Sensible au gel, la courgette apprécie particulièrement la lumière et la chaleur. Il est conseillé de ne pas cultiver les courgettes au même emplacement d'une saison à l'autre, et d'éviter leur proximité avec la pomme de terre en période de croissance. Car elles se font concurrence pour l'eau et les nutriments, et favorisent la formation d'un environnement humide, propice au développement des maladies fongiques et à la multiplication des insectes nuisibles (Alaoui, 2005).

II.3. Zone de production et l'importance en Algérie

En Algérie, le climat et les sols offrent des conditions particulièrement favorables à la culture de la courgette, grâce à leurs caractéristiques propices au développement de cette plante. Les régions côtières et semi-côtières, en particulier, présentent un environnement idéal pour sa croissance. La production nationale de courgettes a dépassé les 227 000 tonnes, un volume qui a doublé depuis l'an 2000. Les principales zones de production sont localisées dans les wilayas de mostaganem, alger, boumerdès, m'sila et tipaza (Agro line, 2014).

II.4. Les variétés de courgette en Algérie

Diamant ; diversité de teinte vert sombre, très productifs et assez hauts, les fruits ont une longueur de 20 à 24 cm avec un calibre uniforme, et l'emploi en serre partielle ou en plein Air (ACI, 2024)

Gris d'Alger ; caractérise par sa précocité, sa forme allongée et sa couleur verte striée de vert clair. Elle est efficace, tolère bien la sécheresse et s'acclimate parfaitement aux climats plus frais et humides (Sem, 2023).

Black beauty ; la courgette Black Beauty, aussi appelée courgette verte de milan, donne des fruits allongés et lisses, dotés d'une peau vert foncé brillante qui peut parfois être zébrée de vert plus clair à ramassé à une hauteur de 15 cm à 20 cm maximum. (Sem, 2023)

II.5. Caractéristique Botanique

II.5.1. Systématique

D'après **Schaefer et Renner, (2004)**, la systématique de (*Cucurbita pep L*), parmi les genres des cucurbitacées, une famille principalement composée des plantes herbacées grimpantes et de lianes ligneuses environ de 95 genres et 950-980 espèce.

La culture de la courgette se situe, d'après la typologie établie par **Feller *et al.*, (1995)**, dans la catégorie présentée au tableau suivant ;

Tableau 2 : classification de courgette (Feller *et al.*, 1995)

Régné	Planta
Devisio	Magnoliophytes
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Violales
Famille	Cucurbitacée
Genre	<i>Cucurbita L (1753)</i>
Espèce	<i>Cucurbita Pepo L (1753)</i>

II.5.2. Morphologique

La courgette est une plante herbacée dont les fleurs sont unisexuées, mâles et femelles. Les fleurs mâles produisent du pollen, tandis que les fleurs femelles donnent naissance aux fruits. Les espèces du genre *Cucurbita* présentent des tiges et des feuilles couvertes de poils, parfois épineux. Les feuilles sont de grande taille, parfois lobées ou tachetées, et des vrilles en spirale s'accrochent souvent à la tige, à l'aisselle des feuilles. Les feuilles et les tiges peuvent être rugueuses ou piquantes. Les fleurs, de couleur jaune à orange, en forme de trompette, se transforment en fruits de formes et de tailles variées. La courgette est une baie à enveloppe épaisse (péricarpe résistant et imperméable), appelée péponide chez les Cucurbitacées **Lacault, (2021)**, chez la courgette, les fruits sont syncarpes, c'est-à-dire que les carpelles sont soudés entre eux. La maturation de l'ovaire forme le péricarpe, composé de l'épicarpe, du mésocarpe et de l'endocarpe. La graine comprend un embryon (issu de la fécondation de l'oosphère), des tissus de réserve (cotylédons) et une enveloppe lignifiée. la graine de courgette est ex albuminée (sans albumen) : les cotylédons et l'embryon se développent aux dépens du périsperme (**Salehi *et al.*, 2019**).

L'estimation de la surface foliaire constitue une base essentielle pour les études physiologiques liées à la croissance végétative, aux relations photosynthétiques et aux échanges entre la plante et l'atmosphère. La surface et le poids des feuilles sont de bons indicateurs de la croissance des plantes, à partir desquels les paramètres de croissance peuvent être évalués (Salazar *et al.*, 2018). La compréhension de la croissance et du développement de la courgette facilite la mise en œuvre de techniques de gestion permettant d'optimiser son rendement (Pacheco *et al.*, 2020).

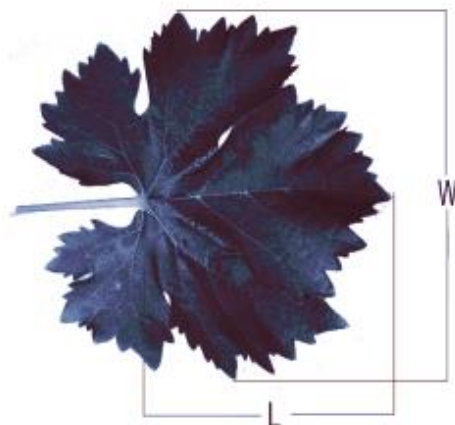


Figure 7 : Illustration de la méthode de mesure des dimensions foliaires (longueur L et largeur W) chez la courgette (Buttaro *et al.*, 2015).

II.6. Caractéristiques biochimiques

Les courgettes possèdent une richesse nutritionnelle notable, notamment en glucides, protéines, minéraux, acides gras et acides aminés (Salehi *et al.*, 2019). Par rapport aux graines de *C. moschata*, celles de *C. Pepo* et *C. maxima* présentent une teneur élevée en glucides (Salehi *et al.*, 2019)

Les graines de courgette sont riches en protéines et en acides gras, avec des taux variant de 27,48% à 38,0% pour les protéines et de 21,9% à 54,9% pour les acides gras. En outre, les graines de courgette renferment 17 des 20 acides aminés essentiels à la santé humaine (Salehi *et al.*, 2019).

II.7. Exigences pédoclimatiques et édaphique écologiques de la culture de courgette

II.7.1. Écologique

II.7.1.1. Habitat

Les genres de cucurbita Pepo. L sont des espèces cultivées dans les zones tropicales, subtropicales et tempérées du globe (Salehi *et al.*, 2019). Ces espèces se développent dans des habitats variés, allant des environnements secs aux zones humides, et on les trouve dans les prairies, les champs, sur les berges des rivières ou des lacs (Salehi *et al.*, 2019).

II.7.1.2. Température

Les espèces de Cucurbita se développent de manière optimale dans les climats chauds, lorsque les températures de l'air varient entre 18 et 27°C et que la température du sol se situe entre 16 et 20°C. Ainsi, une longue saison chaude constitue une condition essentielle pour assurer une production de qualité (Salehi *et al.*, 2019).

II.7.1.3. Sol

Les espèces du genre Cucurbita peuvent être cultivées dans une diversité de types de sols, mais elles montrent une préférence pour les sols fertiles et bien drainés. Un drainage efficace du sol est essentiel, permettant aux racines de ces plantes de s'étendre jusqu'à une profondeur d'environ un mètre, et le PH optimal du sol pour la culture des cucurbita se situe entre 6,0 et 6,5 (Salehi *et al.*, 2019).

II.7.1.4. L'humidité et irrigation

Pour La culture des courgettes, le taux d'humidité de l'air doit être se situer entre 56% et 80% (Passonogom, 2022).

Le premier arrosage est crucial immédiatement après la plantation. Les arrosages suivants sont réalisés une fois par semaine, ou ajustés en fonction du stade de développement des plantes et de l'état du sol. Il est essentiel de maintenir un apport en eau adéquat tout au long du cycle de culture. Plusieurs méthodes d'irrigation peuvent être utilisées pour la culture de la courgette, notamment l'irrigation par sillons, par infiltration, par aspersion, ou encore le système de goutte à goutte (Salehi *et al.*, 2019).

II.7.1.5. Lumière

La courgette a un besoin important en lumière. C'est pourquoi une forte exposition au soleil a un impact positif sur la productivité (**Bio, 2018**).

II.7.1.6. Engrais

L'application correcte des fertilisants est cruciale pour la culture des espèces du genre Cucurbita. Toutefois, un apport excessif d'engrais azoté en début de croissance peut entraîner un développement exagéré du feuillage, un retard dans la formation des fruits et, par conséquent, une diminution du rendement agricole. La culture de Cucurbita maxima nécessite l'utilisation d'engrais minéraux, notamment ceux contenant de l'azote (N), du phosphore (P) et du potassium (K), appliqués soit manuellement, soit en profondeur le long des rangs (**Salehi et al., 2019**)

II.8. Cycle biologique de la courgette

II.8.1. Germination

Les graines de courgette germent généralement entre 5 et 7 jours après le semis. Toutefois, la germination peut être accélérée à quatre jours lorsque le tégument est soigneusement incisé. Une température optimale constitue également un facteur déterminant pour favoriser ce processus (**Passonogoma, 2022**).

II.8.2. Floraison

La floraison commence 30 à 40 jours après la levée des plantules et se poursuit de manière

A Plus ou moins continue (**Grubben, 2004**).

II.8.3. Fructification

Les premiers fruits immatures peuvent être récoltés 50 à 60 jours après la germination, tandis que les fruits mûrs sont prêts à être récoltés après 90 à 100 jours. Dans des conditions de températures fraîches (10°C la nuit et 20°C le jour) (**Grubben, 2004**).



Figure 8 : Cycle de vie de la plante de courgette (*Cucurbita pepo* L.) : stades de germination, croissance végétative, floraison, fructification et développement racinaire (Mariaflaya ,2019).

II.8.4. Pollinisation de la courgette

La pollinisation est principalement assurée par les insectes, notamment les abeilles et les guêpes (Grubben, 2004). Les cucurbitacées ont besoin d'insectes, en particulier d'abeilles, pour la pollinisation (wehner et Maynard, 2003).

Le mécanisme de pollinisation est essentiel pour assurer une bonne fructification. Les fleurs mâles apparaissent en premier, avec une longue tige mince et sans pistil. Leurs étamines produisent le pollen nécessaire pour féconder les fleurs femelles. Les fleurs femelles, quant à elles, apparaissent après les mâles et possèdent un ovaire à la base, qui se transformera en courgette après pollinisation. Leurs pistils sont dotés d'un stigmate collant permettant de capturer le pollen. Le transfert du pollen est principalement effectué par les insectes pollinisateurs, comme les abeilles, qui transportent le pollen des fleurs mâles vers les femelles en cherchant du nectar, permettant ainsi la fécondation (Marion, 2023).



Figure 9 : Mécanisme de pollinisation de courgette (Zollinger ,2023).

II.9. Technique culturale de courgette

II.9.1. Préparation du sol

Condition idéaux : Un sol aère, fertile en matière organiques, avec un bon drainage et une exposition ensoleillée.

Un niveau d'acidité pH compris entre 5,5 et 7 est recommandé.

Travail du sol : Labourer ou bêcher sur une profondeur de 25 à 35cm pour permettre aux racines de se développer correctement.

Affiner la terre à l'aide d'une herse, d'une griffe ou d'un râteau pour obtenir une surface plane et sans mottes.

Effectuer un sous-solage si la terre est compacte (comme les sols argileux) afin d'éviter le tassement (DAG, 2017).

II.9.2. Semis

- Il est recommandé de procéder à l'imbibition des graines la veille du semis par l'utilisation de l'eau tiède.
- Le semis fait manuellement ou mécaniquement dans le sol.
- **Profondeur :** Pour faciliter et accélérer la germination, il est conseillé de placer les graines à une profondeur approximative de 2,5 cm dans des billons d'une élévation de 12,5 à 20 cm qui ont été préparés entre 7 et 10 jours auparavant.
- **Dose de semis :** l'écartement inter range recommander se situe entre 90 et 120 cm, la méthode de semis préconisée consiste à disposer les graines en poquets de 3 graines, avec une sélection ultérieure d'une seule plante par poquet. La distance intra rang, mesurée entre les plantes, doit être comprise entre 50 et 90 cm.
- La densité de peuplement optimale doit être déterminée en fonction des caractéristiques pédologiques, notamment la fertilité du sol, ainsi que de la disponibilité des ressources hydriques pour irrigation (Alaoui, 2005).
- Couvrir et plomber les graines avec du terreau.
- Pailler et arrosé afin de favoriser la levée (FAO, 1997).

II.9.3. Fertilisation

La culture de la courgette entraîne une exportation importante d'éléments nutritifs du sol, notamment l'azote (N), le phosphore sous forme de pentoxyde de phosphore (P_2O_5), et le potassium sous forme d'oxyde de potassium (K_2O). Chaque tonne de courgettes récoltée entraîne une exportation estimée entre 0,9 et 1,35 kg d'azote (N), 0,36 et 1,35 kg de P_2O_5 , ainsi que 0,8 et 2,25 kg de K_2O , en fonction des conditions pédoclimatiques et des pratiques culturales. La courgette, comme d'autres cultures légumières, peut offrir de bons rendements sur une large gamme d'acidité du sol. Toutefois, un chaulage est recommandé à raison de 4,5 à 5,5 tonnes de chaux par hectare lorsque le pH est inférieur à 5,6 ou lorsque la teneur en calcium est inférieure à 5 méq de Ca pour 100 g de sol (Alaoui, 2005)

Tableau 3 : Besoins indicatifs de la courgette pour un rendement (source frti-run 2008-CIRAD).

	Azote (N).	Phosphore (P).	Potassium (k).
Besoins	80Kg/ha	60kg/ha	160kg/ha

II.9.4. Conduite de l'irrigation

- Goutte à goutte
- La courgette exige une irrigation uniforme pour une croissance et un rendement optimum. L'irrigation doit être réduite à l'approche de la cueillette. Un total d'environ 300 à 500 mm d'eau est nécessaire selon la demande climatique (Alaoui, 2005).

II.9.5. Désherbage

Sur de petites surfaces, le désherbage peut être effectué manuellement à l'aide d'outils simples tels que la houe, le grattoir ou le râteau. Il existe également des outils équipés de manches longs, permettant de travailler plus confortablement tout en réduisant la fatigue Physique. L'un des moyens les plus efficaces pour limiter le développement des mauvaises herbes reste le paillage, qui agit en bloquant l'accès à la lumière. En effet, les semences de mauvaises herbes ne germent que si les conditions environnementales sont favorables, notamment la luminosité, l'humidité et la température. Un paillage d'épaisseur suffisante permet donc de freiner significativement leur développement tout en apportant d'autres avantages agronomiques (Maud, 2022)

II.9.6. Entretien

En saison sèche

- Application de paillage pour maintenir l'humidité du sol
- Arrosage quotidien en l'absence de précipitations
- Éclaircissage réalisé 3 à 4 jours après la levée pour favoriser l'aération et la lumière directe
- Sélection de deux plants vigoureux par poquet au stade 4 feuilles.

En saison estivale

- Limitation à deux tiges principales pour les variétés coureuses (étêtage au-dessus de la deuxième feuille) ;
- Pincement des tiges afin de stimuler la ramification et la fructification ;
- Marcottage des tiges au niveau des nœuds proches des fruits pour favoriser l'enracinement ;
- Mise en place de protections physiques pour les fruits en développement (INTEGRE, 2017).

II.9.7. La récolte et rendement

La récolte débute deux mois après le semis et peut s'étendre sur un mois, avec une fréquence de trois à quatre fois par semaine. Elle intervient lorsque les fruits atteignent la taille commerciale souhaitée, c'est-à-dire entre 20 à 25cm, avant que les graines ne deviennent visibles dans la chair (Messiane et Fagbayide, 2004).

Les variétés les plus performantes permettent des rendements compris entre 12 et 15 tonnes par hectare.

Les courgettes se cueillent avant qu'elles soient mûres, 40 à 50 jours à partir du semis et 3 à 6 jours après la floraison. La cueillette, qui doit être faite à l'aide d'un sécateur afin de ne pas endommager les plantes (Alaoui, 2005).

Post-récolte L'entreposage doit être effectué à une température variante entre 10 et 12°C et avec un taux d'humidité relative situé entre 90 et 95%, dans un espace adéquatement ventilé. L'entreposage ne doit pas excéder 1 à 2 jours (Alaoui, 2005).

II.9.8. Maladies et ravageurs

La courgette est très sensible aux ravageurs et aux maladies, certains pathogènes s'attaquant à cette culture économique importante. Il est donc essentiel de la protéger pour obtenir des courgettes de haute qualité et une production commerciale importante (Salehi *et al.*, 2019). Plusieurs agents pathogènes fongiques, bactériens et viraux sont mentionnés, ainsi les insectes qui les propagent (Salehi *et al.*, 2019). Les principales maladies classées dans le tableau ci-après.

Tableau 4 ; Maladies fongique de courgette (Gregis, 2023).




Maladie	Symptômes	Facteur	Figure
Botrytis cinerea Pourriture Grise	Feuilles ; Taches, rondes, parfois avec un halo clair sur les bords. Chancre humide enserrant la tige. Les fruits ; pourriture humide et sombre à l'extrémité	Température Douce entre 18 à 20°C Et Temps Humide.	 <p>Figure 10 : Botrytis cinerea – Pourriture gris (Scot Nelson / flickr.com)</p>
Oïdium, Podosphaera Xanthi et Golovinomyces cichoracearum	Des taches blanches sur les tiges et le feuillage qui se propagent sur les côtes de feuille	Trop d'humidité sur le feuillage et un sol trop sec	 <p>Figure 11 : feuille de courgette atteint par oïdium (Scot Nelson/flickr.com)</p>
Mildiou Pseudoperonospora cubensis.	Feuilles ; Petites tache jeunes Les fruits ; Peinent à se développer	Température d'entrée.	 <p>Figure 12 ; Mildiou sur feuille de cucurbitacée - (X. G. / Scot Nelson)</p>

Tableau 5 : Maladie bactérienne de la courgette.






<p>Pourriture molle Pectobact Eruim Carotovo,rum</p>	<p>Feuilles ; Un flétrissement et jaunissement liquéfaction des oranges</p>	<p>Climat trop Humidité laies favorisant le développement de la pourriture Molle.</p>	 <p>Figure13 ; pourriture molle (courgette (Schlaghecken Josef / wikimedia.org)</p>
<p>Nuile grise (Cladosporiose Cladosporium cucumerinum</p>	<p>Petites taches blanchâtres sur les feuilles et fruits Tiges ; Virant au brun foncé</p>	<p>Très humide et douce.</p>	 <p>Figure 14 ; (cladosporiose sur courgette. (Rasbawikimedia.org)</p>

Tableau 6 ; les ravageurs de la courgette (Isabelle C, 2019)

Ravageur	Les signe et dégâts	Figure
<p style="text-align: center;">Aleurodes</p> <p>Mouches Blanches</p>	<p>Des insectes piqueurs</p> <p>Nourrissent de la sève de plantes</p> <p>Les feuilles des plantés infestées Jaunissent et se couvrent de miellat</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 15 ; Aleurode (adulte) - (cquitin / flickr.com).</p>
<p style="text-align: center;">Les pucerons</p>	<p>Les feuilles et les jeunes plants ; décoloration, dessèchement</p> <p>Formation de fumagine.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 16 ; pucerons de courgette (INRAE, 2023)</p>
<p style="text-align: center;">Les acariens</p>	<p>Feuilles décolorées</p> <p>Feuilles sèches et recroquevilles.</p> <p>Visible des acariens</p> <p>Reduction de la photosynthèse</p> <p>Stress général.</p>	 <p style="text-align: center;">Figure 17 ; Arvi cola terrestres - Rat taupier, Campagnol terrestre - (Peter G Trimming / flickr.com).</p>

II.10. Gestion des pathologies et ravageur de la Courgette

Une bonne rotation des cultures est le meilleur moyen de minimiser les ravageurs et les maladies. Ainsi, l'utilisation de fongicides appropriés, tels que l'oxychlorure de cuivre, Bravo, Cobrafite, Dithane et le dichlorophène à des doses spécifiques, peut contrôler les pathogènes fongiques des espèces de cucurbitacées (Salehi *et al.*, 2019).

Oïdium ; Il faut arroser seulement à la base des courgettes, sans toucher au feuillage. On peut employer la bouillie bordelaise à des fins préventives et curatives (Gregis, 2023).

Pourriture grise ; Il est recommandé d'appliquer des pulvérisations de purin d'ortie, de prêle et de consoude toutes les deux semaines (Gregis, 2023).

II.11. Calendrier culturel de la culture de courgette

La culture de courgette se pratique selon les saisons, en plein champ ou sous serre :

- Courgette sous serre
- Date de semis : Septembre/ Octobre.
- Date de plantation : Octobre/ Décembre.
- Distance de plantation entre rangées : 1.10 à 1.30m.
- Entre ligne : 0.5 à 0.60m.
- Rendement : 30 à 50 t/ha.
- Courgette en plein champ.
- Semis direct : Mars/ Avril/ Mai.

Chapitre III:

Le Compost

III.1. Définition

III.1.1. Qu'est-ce que le compost ?

Le compost est un amendement organique, riche en humus, qui contribue à long terme à l'amélioration des propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Il résulte du processus de décomposition des bio déchets selon une méthode biologique de transformation aérobie, impliquant l'action combinée de micro-organismes, d'insectes et de vers de terre en présence d'oxygène. Une fois parvenu à un stade de maturité, Le compost présente une texture homogène et dégage une odeur rappelant celle du terreau mûr. Il s'agit d'une matière organique stable, semblable à l'humus, qui se décompose très lentement. Ainsi, les éléments nutritifs qu'il contient sont libérés progressivement dans le sol, ce qui permet une fertilisation douce, sans risque de brûlure pour les plantes ni impact négatif sur l'environnement (Michaud, 2013).

III.2. Compostage

Le compostage est un processus biologique contrôlé qui permet la dégradation des déchets organiques d'origine animale et végétale dans des conditions aérobies, c'est-à-dire en présence d'oxygène (Cédric, 2003). Cette décomposition est assurée par différentes communautés de micro-organismes, principalement des bactéries, des actinomycètes et des champignons, qui se développent au cours du processus de compostage (McClintock, 2004). Ce processus aboutit à la production d'un matériau stable, hygiénique et riche en composés humiques, appelé compost. Le compostage, impliquant l'activité microbienne sur la matière organique, nécessite une quantité importante d'oxygène et génère divers gaz tels que le dioxyde de carbone (CO_2) et la vapeur d'eau. Ce phénomène entraîne une réduction significative du poids et du volume des déchets initiaux (Bachelert, 2021).



Figure 18 : le cycle du compostage (Touraine et Vallées, 2023)

III.3. Avantage de compost

Le compostage des déchets organiques constitue une méthode de valorisation prometteuse, offrant des perspectives intéressantes pour l'enrichissement des sols en matière organique, tout en réduisant les risques environnementaux liés à l'accumulation de ces déchets et en diminuant leur volume (El Fels, 2014).

Il s'agit d'une technique biotechnologique reposant sur l'activité microbienne, permettant la transformation de déchets organiques en un amendement stable et riche, connu sous le nom de compost ,par ailleurs, le compostage contribue à l'élimination des mauvaises odeurs grâce à la conversion de l'azote ammoniacal , principal responsable des émanations désagréables — en azote organique, sous l'action des micro-organismes (Slimani,2022).

III.4. Rôle du compost dans la structuration et la stabilité du sol

L'application de compost contribue au renforcement de la structure du sol, en favorisant la formation du complexe argilo-humique. Ce dernier résulte de l'association entre les particules d'argile, la matière organique issue de l'humus, les micro-organismes et les cations, notamment le calcium (Ca^{2+}), qui joue un rôle stabilisateur fondamental.

Le complexe argilo-humique constitue également une réserve naturelle d'éléments nutritifs essentiels tels que le calcium (Ca^{2+}), le potassium (K^+), l'hydrogène (H^+), et le sodium (Na^+), indispensables à la nutrition des plantes. L'incorporation de compost au sol permet donc d'enrichir ce complexe, tout en améliorant la fertilité chimique et la capacité d'échange cationique. Par ailleurs, la formation d'agrégats stables grâce à la matière organique du compost augmente la résistance du sol à l'érosion hydrique et éolienne, réduisant sa vulnérabilité face aux aléas climatiques (Habchi, 2021).

III.5. L'influence sur la chimie du sol

La substance humique et le caractère basique du compost sont perçus comme excellents moyens pour lutter contre l'acidification et favoriser la stabilisation chimique du sol (Habchi, 2021).

III.6. Exploitation des déchets et réduire l'effet de pollution

Écotechnologie : le procédé de compostage permet de réduire les masses et les volumes de déchets (Habchi, 2021).

Biotechnologique : le processus de compostage s'appuie sur diverses capacités microbiennes pour convertir les déchets organiques en un compost stable et mûr. Les odeurs désagréables produites lors du processus de compostage tendent habituellement à la conversion de l'azote ammoniacal en azote organique par les microorganismes (**Habchi, 2021**).

III.7. Type de compostage

III.7.1. Compostage aérobie

Le compostage aérobie se produit en présence d'une quantité adéquate d'oxygène. Les microorganismes aérobies dégradent la matière organique à travers divers processus, produisant du dioxyde de carbone (CO₂), de l'ammoniaque NH₃, de l'eau, de la chaleur et de l'humus qui aboutit à un produit organique assez stable. La décomposition aérobie de la matière organique se fait à travers une série d'étapes intermédiaires vers des composés organiques tels que divers acides organiques, qui sont par la suite dégradés par des micro-organismes aérobies (**Habchi, 2021**).

III.7.2. Compostage anaérobie

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

- Odeurs désagréables du au pourrissement.
- Evolution plus lente que celle d'un compost aérobie (il lui faut environ un an pour être prêt) (**FOA, 2003**).

III.8. Paramètres de compostage

Une bonne maîtrise des facteurs intervenant dans le processus de compostage permet d'optimiser son efficacité, d'accélérer sa mise en œuvre et de garantir un meilleur suivi (**Charnay, 2005**).

III.8.1 Paramètre physico-chimique

Ils favorisent la création d'un environnement favorable au développement des microorganismes responsables de la décomposition de la matière organique. Les paramètres sont les suivants :

III.8.1.1. Teneur en eau ou humidité

La teneur en eau constitue un facteur essentiel pour l'activité microbienne au cours du compostage. Les micro-organismes ont besoin d'humidité pour se développer ; cependant, un taux d'humidité trop faible (inférieur à 20 %) entraîne une réduction significative de leur activité, freinant ainsi le processus de décomposition des substrats organiques (**Petric *et al.*, 2009**).

À l'inverse, une humidité excessive (supérieure à 70 %) provoque la saturation des pores du substrat, limitant l'apport en oxygène. cela favorise l'apparition de conditions anaérobies, peu propices à l'activité biologique et ralentissant le processus de compostage (**Mason, 2006**). L'humidité optimale pour un compostage efficace se situe généralement entre 40 % et 60 % (**Richard *et al.*, 2002**).

De plus, une partie de la chaleur produite durant le compostage provoque l'évaporation de l'eau, ce qui peut entraîner un assèchement du compost. Pour compenser cette perte, un arrosage régulier est nécessaire (**El Fels, 2023**)

III.8.1.2. Rapport C/N

Les éléments de carbone et de nitrogène sont considérés comme cruciaux pour l'alimentation des micro-organismes durant leurs processus. Les bactéries exploitent le carbone comme source d'énergie et l'azote pour la synthèse des protéines. Le rapport entre le carbone et l'azote, également connu sous le sigle C/N, est un élément primordial dans l'activité Biologique, car il détermine la proportion du carbone et de l'azote disponible. Sa valeur peut grandement varier en fonction de la composition intrinsèque du substrat destiné au compostage. Le tableau 5 présente les rapports C/N de certains substrats (**Habchi, 2021**).

Tableau 7 : Rapport C/N de certains substrats (Misra *et al.*, 2005).

Matière	Rapport C/N
Urines	0,8
Gazon coupé	12
Tabac	13
Légume	12-30
Ordures ménagères	25
Papier cartons	70
Branches - arbres	70
Paille de blés	128
Sciure de bois	200
Déchets urbaine	35
Déchets verts	30

De manière générale, le rapport carbone/azote (C/N) constitue un indicateur de la qualité de la matière organique.

Lorsqu'il est élevé, c'est-à-dire caractérisé par un excès de carbone et une carence en azote, l'activité des micro-organismes se trouve ralentie ou limitée, ce qui entraîne une décomposition plus lente du substrat.

À l'inverse, un rapport C/N trop faible traduit une forte concentration en azote, pouvant être perdue dans l'atmosphère par volatilisation sous forme d'ammoniac issu de la dégradation des acides aminés (Habchi, 2021).

III.8.1.3. Valeur de pH

Les déchets organiques susceptibles d'être compostés présentent généralement un pH compris entre 4,5 et 6, en raison de la présence d'acides organiques tels que les acides lactiques et acétiques dans les matières premières (Beck *Fetal et al.*, 2003).

Au cours du compostage, le pH subit plusieurs variations. La première phase, dite acidogène, bien que difficile à observer directement, se manifeste au début du processus sous l'action des bactéries acidogènes. C'est durant cette étape que sont produits certains acides organiques, issus de la dégradation des sucres simples, ainsi que du dioxyde de carbone

(CO₂), contribuant à une diminution du pH initial. Par la suite, une phase d'alcalinisation intervient. Celle-ci résulte soit de l'hydrolyse bactérienne des protéines, qui libère de l'ammoniac (NH₃), soit de la dégradation des acides organiques produits précédemment. Enfin, à l'issue du processus, lorsque le compost atteint sa maturité, le pH se stabilise généralement autour de 8, indiquant un milieu neutre à légèrement alcalin (**Habchi, 2021**).

III.8.1.4. Apport d'oxygène

Le compostage aérobie requiert de grandes quantités d'oxygène, surtout durant la phase initiale. L'aération fournit de l'oxygène et constitue donc un élément essentiel pour le compostage aérobie. Lorsque l'approvisionnement en oxygène est insuffisant, le développement des micro-organismes aérobies est entravé, ce qui freine le processus de décomposition. Par ailleurs, l'aération aide à réduire la surchauffe et à évacuer la vapeur d'eau ainsi que les autres gaz retenus dans le tas. Dans les climats chauds, le rejet de la chaleur est crucial en raison du risque accru de surchauffe et d'incendie. Donc, il est essentiel d'assurer une bonne ventilation. Pour une décomposition efficace. On peut y parvenir si la qualité physique des matériaux (dimension des particules et teneur en humidité), la dimension du tas ainsi que l'aération sont gérées et si le mélange est régulièrement retourné (**Misra et al., 2005**).

III.8.1.5 Granulométrie

La vitesse de dégradation du substrat est directement influencée par la taille de ses particules. plus la surface spécifique est grande, plus l'accès des micro-organismes à la matière organique est favorisé, ce qui entraîne une oxydation plus efficace du substrat (**Trémière et al., 2009**).

Une granulométrie optimale permet également une bonne circulation de l'air à l'intérieur du tas, assurant ainsi une oxygénation adéquate du compost et prévenant l'apparition de conditions anaérobies (**El Fels, 2014**).

Lorsque la taille des particules est trop fine, le compost peut manquer d'aération et subir un phénomène d'asphyxie. À l'inverse, des particules trop grosses favorisent une perte excessive d'humidité en raison d'une aération trop importante. C'est pourquoi un broyage préalable des déchets est essentiel pour atteindre une granulométrie équilibrée et assurer un bon mélange des matières (**Devisscher, 1997**).

III.8.1.6. Teneur en MOT

Le suivi du processus de compostage repose en grande partie sur l'évolution de la matière organique totale (MOT). Au cours de la décomposition biologique du substrat, la quantité de matière organique diminue progressivement, tandis que la proportion de matière minérale augmente. Cette réduction dépend de plusieurs facteurs, notamment du rapport carbone/azote (C/N), des conditions de compostage (température, aération, humidité), de la nature du substrat utilisé, ainsi que de la durée du processus. D'une manière générale, le compostage entraîne une perte de matière organique totale estimée entre 20 % et 60 % de la quantité initiale (**Habchi, 2021**).

III.8.1.7. Température

Lors de l'oxydation des substances organiques, les micro-organismes produisent de l'énergie qui se libère sous forme de chaleur (**Culot et Lebeau, 1999**). La température du compost est influencée par la quantité de chaleur générée durant la décomposition des déchets fermentescibles leur capacité calorifique. **Pujol, (2012)**, ainsi que par les échanges thermiques avec l'environnement, modulés par l'aération et les conditions du processus de compostage (**Berthe,2007**).

L'activité biologique aérobie n'est effective que dans une plage de température comprise entre 5 °C et 80 °C (**Ahn et al., 2008**).

III.9. Déroulement de compostage

III.9.1. Les phases de compostage

Le compostage est un processus biologique complexe qui peut être subdivisé en quatre étapes principales, en fonction de l'évolution de la température (**Amaury et Guardia, 2018**).

La phase mésophile ; Au cours de cette étape, les micro-organismes mésophiles consomment la fraction facilement biodégradable de la matière organique, ce qui entraîne une augmentation de leur population **Albrecht, (2007)**, ainsi que la production d'enzymes extracellulaires nécessaires à la dégradation des composés organiques plus complexes et plus résistants (**Amaury et Guardia, 2018**).

L'oxydation biologique de la matière organique par ces micro-organismes, processus exothermique, provoque une élévation progressive de la température. La durée de la phase Mésophile varie selon la nature du substrat et la méthode de compostage utilisée, elle peut s'étendre de quelques heures à plusieurs jours (**Bachelart, 2021**).

La phase thermophile ; La dégradation de la matière organique atteint son intensité maximale entre 50 °C et 60 °C, période durant laquelle l'activité des micro-organismes thermophiles est à son apogée. Cette étape, appelée phase thermophile, se caractérise par l'intervention de micro-organismes spécialisés capables de traiter les composés organiques complexes, tout en générant une quantité importante de chaleur. Lorsque la circulation de l'air dans les tas de compost est insuffisante ou inexistante, les températures peuvent atteindre jusqu'à 90 °C. Toutefois, au-delà de 65 °C, une baisse de l'activité microbienne est généralement observée, ce qui peut ralentir le processus de compostage et prolonger la décomposition des déchets. (**Solowiej *et al.*, 2021**).

La phase de refroidissement ; pendant laquelle l'activité biologique diminue, en raison de la réduction de la quantité de matière organique facilement biodégradable. La décomposition microbienne produit moins de chaleur que ce qui est perdu par les échanges de surface et l'évaporation, ce qui entraîne un refroidissement du compost. Durant cette étape, des micro-organismes mésophiles réinvestissent le compost, et la matière ayant une biodégradabilité plus lente est assimilée (**Francou, 2003**).

La phase de maturation : La phase de maturation, également appelée stabilisation, est la deuxième étape du compostage et est régie par des processus de biosynthèse de macromolécules humiques. Au cours de cette phase, les champignons et les actinomycètes dominent. Les cinétiques de transformation de la matière à cet endroit sont inférieures à celles observées durant la phase active (dominée par la décomposition lente de composés résistants tels que la lignine). La phase de maturation est essentiellement un processus de réorganisation de la matière humique (**Pujol, 2023**).

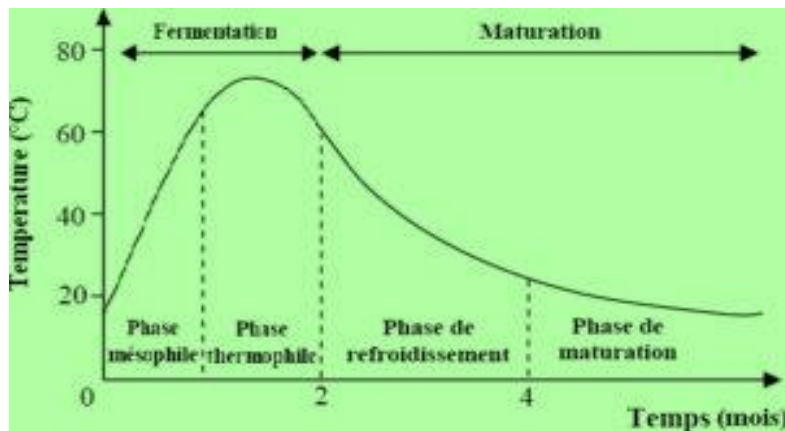


Figure 19 : Courbe d'évolution théorique de la température au cours du compostage (Doublet, 2008).

III.10. Microbiologie de compost

Le compostage, un processus vivant, est effectué par des micro-organismes. Un type spécifique de déchets attire des bactéries, des champignons, des cloportes, des araignées, des vers de terre, des souris, des moucheron et diverses larves qui contribuent à la décomposition de la matière, Pour qu'ils remplissent efficacement leur rôle, trois principes fondamentaux doivent être respectés. La première concerne l'humidité, qui implique des contributions élevées en eau et un accès à la pluie. La seconde condition, c'est l'oxygène : retourner les strates favorise l'activité des bactéries. Enfin, il est indispensable de garantir une diversité des apports organiques afin d'optimiser la qualité du compost (Ben Ayed *et al.*,2005).

III.11. Les microorganismes du compost

Les bactéries ; Les bactéries ont besoin de carbone et d'azote, qu'elles puisent dans les matières organiques. Une plus grande diversité de substrats organiques augmente les chances qu'elles disposent de l'ensemble des nutriments nécessaires à leur croissance. Le carbone (C) est utilisé comme source d'énergie : il est oxydé par les bactéries, générant de la chaleur et du dioxyde de carbone (CO₂), en parallèle, leur développement cellulaire et la multiplication de leur population reposent en grande partie sur les protéines, dont elles extraient l'azote indispensable à la synthèse de leurs constituants cellulaires (Chauvet , 2021)

Les champignons ; Bien que les champignons soient moins abondants que les bactéries ou les actinomycètes, ils constituent une masse plus substantielle. Les champignons sont des organismes élémentaires qui n'ont pas les composants requis pour la photosynthèse. Chaque cellule possède un noyau qui est enveloppé par une membrane. On peut les connecter entre eux à l'aide de longs filaments. Les champignons se nourrissent de substances organiques mortes ou en décomposition, et obtiennent leur énergie en dégradant ces matières organiques. À l'instar des actinomycètes, les champignons interviennent tant au début qu'à la fin des processus de décomposition, lorsque les matières organiques sont devenues plus aisément assimilables. Parmi tous les micro-organismes, ce sont les champignons qui prospèrent le mieux dans des conditions acides (**chauvet,2021**).

III.12. Les Macroorganismes

Les algues : Se développent en surface en présence de la lumière, mais leur rôle dans l'évolution de la matière organique en milieu aérobie reste toujours faible et incompréhensible (**Habchi, 2021**).

Les protozoaires : bactériophages ont une influence significative en fonction de la quantité de bactéries présentes dans les environnements (**Habchi ,2021**).

Les nématodes ; Ils constituent les invertébrés les plus présents dans le sol. Certains d'entre eux se nourrissent de matière organique en décomposition, tandis que d'autres agissent en tant que prédateurs, se nourrissant de nématodes, de bactéries, d'algues, de protozoaires et de spores fongiques. On trouve également des sortes nuisibles de nématodes qui s'en prennent aux racines des végétaux. (**Chauvet, 2021**).

Les animaux pluricellulaires ; Les fourmis, Les mille-pattes, Les acariens, Les araignées.

III.13. Les différents composts

III.13.1. Le compost d`origine urbaine

Le compostage urbain vise à capturer et à transformer les déchets organiques (en particulier les aliments, ainsi que d'autres « déchets » cosmopolites tels que les copeaux de bois d'arboriculture, la sciure de bois, les déchets de café et les feuilles) en compost, une ressource précieuse pour l'agriculture. Les déchets organiques dans les décharges sont un problème permanent au niveau mondial et peuvent produire des émissions de gaz à effet de serre lorsqu'ils se biodégradent dans des environnements de décharge anaérobie (**cropp ,2023**).

Les composts issus de milieux urbains constituent une ressource organique utile en agriculture, surtout dans les régions où l'élevage a cessé d'exister. En agriculture, leur emploi est soumis à des règles rendues obligatoires : la norme NFU 44 095 concerne les composts de boue, tandis que la norme NFU 44051 s'applique aux autres amendements organiques. Ces standards assurent la sécurité à court et moyen terme en contrôlant les taux d'éléments traces, de composés organiques, d'inertes et de pathogènes (**Houot *et al.*,2020**).

III.13.2. Les Composts des déchets industriels

Le compostage des résidus industriels représente une option encourageante pour le traitement des dérivés d'origine animale ou végétale. Cette méthode écoresponsable aide à diminuer les résidus en les convertissant en fertilisants organiques abondants, contribuant de ce fait à l'enrichissement des sols et à la minimisation des effets sur l'environnement (**Bernal *et al.*.,2009**)

III.13.3. Les Composts d`effluents d`élevage

Le fumier d'animaux constitue une source nutritive de premier choix pour les végétaux. À ce stade, le fumier brut peut renfermer des pathogènes, des graines indésirables et des effluves qui peuvent compliquer son manipulation et son application. Le compostage du fumier animal représente une méthode efficace pour le convertir en une ressource de valeur, qui peut servir à rehausser la santé du sol et favoriser le développement des plantes (**Bernal *et al.*, 2009**).

III.14. Pourquoi composter ???

Le compostage représente une méthode efficace pour gérer les volumes croissants de déchets organiques. Il offre la possibilité de transformer un déchet en un produit utile, avec une valeur agronomique et écologique, grâce à la création d'un amendement organique qui favorise la fertilité des sols. On outre, cela participe à une diminution presque de 50 % des quantités de déchets en termes de masses et volumes, comparativement aux volumes initiaux **Culot *et al.*, (2000)**, ainsi qu'à la gestion des odeurs et des pertes d'azote, assurant ainsi la stabilisation de la matière organique et prévenant les problèmes liés au stockage.

Une autre finalité du compostage est l'élimination des agents pathogènes et des graines indésirables via la phase thermophile du processus, ainsi que la libération d'agents inhibiteurs (**Leclerc, 2001**).

III.15. Quels déchets composter ?

III.15.1. Les déchets verts

Les déchets verts se réfèrent aux résidus organiques provenant de la gestion des espaces verts, des jardins privés, des serres, et des terrains sportifs (par exemple, feuilles mortes, coupes de gazon, tailles de haies et d'arbustes, branches), parmi d'autres source. Ces derniers peuvent également découler de l'exploitation forestière, de la récolte d'huiles essentielles (déchets lino-cellulosiques provenant de la lavande cultivée, de la sauge médicinale et d'autres plantes aromatiques, des aiguilles de pins, etc.), ou encore des opérations sur les marchés de gros de légumes et fruits ou des marchés ouverts quotidiens ou hebdomadaires (**Fersi et Hamdi, 2016**).

III.15.2. Les déchets ménagers et assimilés

Les résidus domestiques et assimilés : Ce groupe comprend tous les résidus provenant des foyers, des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres, qui sont considérés comme assimilables aux déchets domestiques en raison de leur nature et de leur composition cela inclut notamment les déchets de cuisine, les emballages, etc. (**Medjahed, 2021**).

III.16. Valeurs agronomiques du compost

La capacité du compost à enrichir ou à conserver la quantité de matière organique dans le sol détermine sa valeur amendante (**Habchi, 2021**).

Le compostage offre des avantages comme l'enrichissement de la fertilité et de la qualité du sol, ce qui contribue à accroître la productivité agricole, à enrichir la biodiversité du sol, à Diminuer les risques écologiques et à promouvoir un environnement plus favorable (**Garba et al., 2022**).

Partie Expérimentale

CHAPITRE II:

Matériel et méthode

Objectif de l'étude

Cette étude a pour objectif d'évaluer l'effet du compost urbain, sous ses formes solide et liquide, sur les propriétés physiques et chimiques du sol, et de mettre en évidence l'influence sur la croissance et la productivité de la courgette de la variété « Hanan ». Elle vise également à déterminer l'impact de ces améliorations sur certaines caractéristiques morphologiques de la plante.

II.1. Présentation de site d'étude

Cette expérimentation a été menée à la ferme expérimentale du département d'Agronomie de l'Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. L'étude a porté sur la culture de courgettes de la variété (Hannan).

La ferme expérimentale est située dans une zone entourée au nord par la daïra de Mostaganem, au sud par la daïra de Hassi Mameche, à l'ouest par la commune de Mazagran et à l'est par douar Djedid. Elle s'étend sur une superficie totale de 62,99 hectares, entièrement consacrés à l'exploitation agricole (DSA, 2015).



Figure 20 : Site d'expérimentation de Mazagran (Google Earth, 2025).

II.1.1. Climat

T : Température moyenne (°C)

TM : La température maximale (°C)

Tm : température minimale (°C)

H : Humidité relative moyenne (%)

PP : Précipitations et / ou la fonte des neiges total (mm)

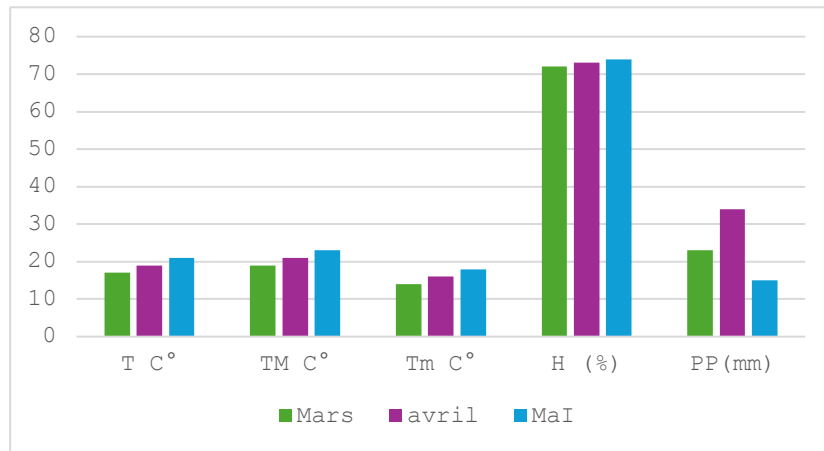


Figure 21: les données météorologiques de la ville de Mostaganem ((Historique-Meteo.net, 2025)

II.1.2. Irrigation

L'irrigation au niveau des micro-parcelles a été assurée par un système de type goutte à goutte, permettant une distribution localisée trois fois par semaine durant l'ensemble du cycle de culture de la courgette, soit du 1 mars au mai 2025, afin de garantir un apport hydrique régulier et adapté aux besoins de la plante.

II.2. Matériel et produits utilisés

II.2.1. Matériel de travail du sol (Semis et traitement)

Dans le cadre de cette étude expérimentale, la culture a été réalisée sous serre contrôlée, d'une superficie de 450 m² (50 m de longueur sur 9 m de largeur). Plusieurs outils agricoles ont été mobilisés lors des phases préliminaires d'aménagement du sol. Un tracteur agricole Sonali KA 75 DI-75XS équipé de disques a été utilisé pour décompacter les agrégats et fragmenter les éléments pierreux présents dans le sol.

Suite à la préparation du sol, un film de paillage plastique en polyéthylène a été installé pour couvrir la surface cultivée. L'utilisation de ce film de paillage permet une gestion intégrée des adventices par privation de lumière ce qui inhibe leur photosynthèse. De plus, il favorise

L'optimisation des paramètres édaphiques, notamment par le contrôle thermique du sol ainsi que la régulation de l'humidité et de l'eau disponible pour la plante.



Figure22 : Aménagement de terrain et préparation du sol et subdivision en mini-parcelles sous serre (originale, 2025).

II.2.2. Matériel végétal

La variété utilisée dans cette étude est la courgette hybride « Hannan F1 », développée et commercialisée en France. Ce cultivar est spécialement adapté aux conditions climatiques locales, tout en offrant de meilleures performances agronomiques et une qualité supérieure des fruits.

Le choix de la variété « Hannan F1 » s'est appuyé sur plusieurs critères agronomiques essentiels, notamment :

- Une bonne tolérance aux températures élevées en serre ;
- Une résistance efficace aux maladies fongiques et aux ravageurs ;
- Un cycle de développement court, compris entre 35 et 40 jours ;
- Un coût d'acquisition abordable ;
- Un potentiel de rendement élevé.



Figure 23 : Variété de courgettes « Hannan hybride F1 » (originale, 2025).

II.2.3. Traitement utilisé

Trois type de produits phytosanitaires ont été utilisés à des intervalles de temps régulier et

Selon des doses précisément contrôlés, comme indiqué dans le tableau ou a dessous

Tableau 9; Les traitements préventifs utilisés pour la courgette (Rouichi Nour el Houda ,2025)

Nom du Produit	Type	Formulation	Substance(s) Actives	Concentration	Cibles / Usages
Decatine	Insecticide Acaricide	Concentré émulsifiable (EC)	Abamectine	1,8 % Abamectine	-Mouches acariens - Thrips mineuses - Mildiou.
Promed	Insecticide non systémique	Granulés solubles (SG)	Emamectine (famille des avermectines)	50 g/kg (5 %)	- Chenilles (lépidoptères) - Mineuses des feuilles
Cidely Top	Fongicide	Suspension concentrée (SC) ou émulsion Dispersible	Non précisée (groupe 1063)	Non précisée	-Oïdium -Anthracnose (taches brunes sur feuilles)



Figure 24 : Les traitements utilisés (Rouichi nour el Houda, 2025).



Figure 25 : Le traitement Abamectine (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.2.4. La production nationale de courgette

La production agricole algérienne a été multipliée par trois au cours de la dernière décennie, grâce à des conditions climatiques favorables, à des terres fertiles et à un regain d'intérêt pour l'agriculture au niveau national (Freshplaza, 2025). La courgette est cultivée dans toutes Les zones d'Algérie, mais elle atteint sa plus grande superficie en région littorale et sublittoral (ITCMI, 2022).

Le total de la production nationale de courgette en 2020/2021 était d'environ 4048323 quintaux (ONS, 2021)

La production totale des cultures de courgette, y compris celles cultivées précocement ou sous serre depuis 2019/2020 à Mostaganem, s'étend sur une superficie de 1 690 hectares (MADR, 2020). La production de courgettes cultivées en tranchées dans la région a atteint près de 11 000 quintaux, s'ajoutant à une récolte totale de 157 000 quintaux de légumes variés (El Watan-dz, 2025).

II.2.5. Dispositif expérimental

Cette étude a été réalisée sur la culture de la courgette, avec un semis effectué manuellement en lignes, à raison de 12 plants par micro-parcelle. Une parcelle d'une superficie de 150 m² a été utilisée afin d'évaluer l'effet de trois doses de compost urbain, sous deux formes (liquide et solide). Pour la forme solide, les traitements appliqués correspondaient respectivement aux doses D10, D20 et D30. Ainsi, le compost liquide, la dose D1 a été préparée en mélangeant 1 L de compost avec 9 L d'eau et les doses D2 et D3 ont été diluées respectivement avec des proportions de 1/3 et 2/3 d'eau. Ces traitements ont été appliqués afin d'évaluer leurs effets sur les propriétés physiques du sol, les caractéristiques morphologiques des plants ainsi que sur le rendement de la culture. La parcelle expérimentale a été subdivisée en huit micro-parcelles de dimensions égales, Chacune d'une superficie d'environ 3 m², avec deux répétitions par traitement, la première micro-parcelle de chaque répétition a été utilisée comme témoin (contrôle).

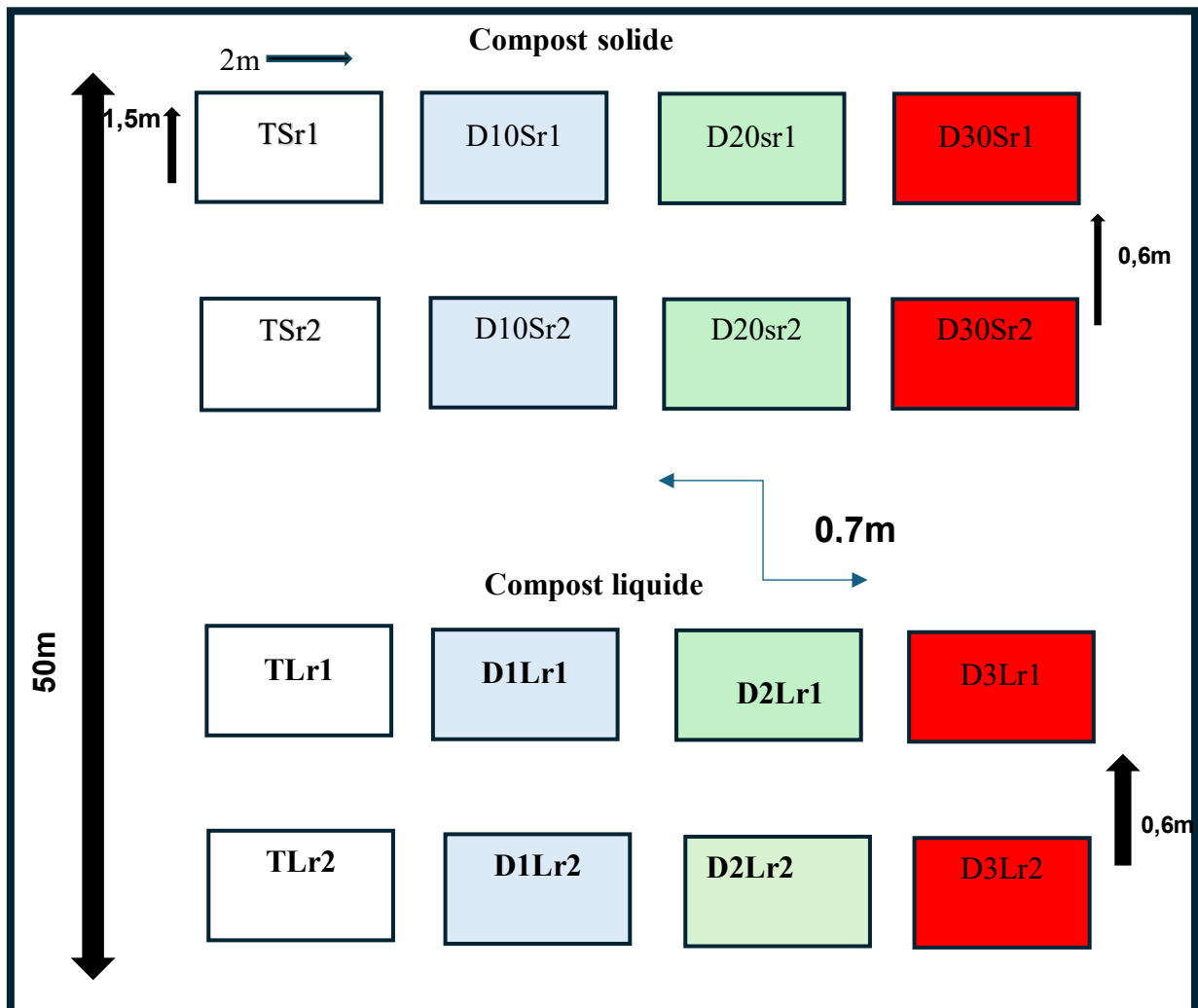


Figure 26 : Schéma du dispositif expérimentale de l'essai (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.2.6. Origine et forme d'application du compost

Le compost utilisé dans cette étude est un compost d'origine urbaine appelé Bio ferma Agro, obtenu à partir de déchets des légumes et des fruits. Il est produit par un processus biologique contrôlé, visant à assurer une décomposition optimale de la matière organique. Ce compost a pour objectif d'enrichir le sol, d'améliorer ses propriétés physico-chimiques et de favoriser la productivité des cultures.

Dans le cadre de cette expérimentation, le compost a été appliqué selon deux modalités distinctes :

- Sous forme solide (compost mûr, épandu directement sur le sol)
- Sous forme liquide, à travers un extrait aqueux de compost, utilisé comme amendement organique liquide.



Figure 27 : Amendement avec un compost urbain sous forme solide et liquide (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.2.7. Semis

Le semis a été réalisé le 1er mars 2025, de manière traditionnelle et manuelle, à une profondeur de 2 à 3 cm, en utilisant 2 graines par poquet, avec un écartement de 50 cm entre les plants, comme indiqué sous la figure (28)



Figure 28 : Le semis des graines de courgette (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.2.8. Désherbage

Durant le cycle de vie du plant de courgette, un léger désherbage des adventices a été réalisé, mais sans intervention intensive, le paillage plastique ayant contribué à limiter leur apparition.

II.2.9. La récolte

La première récolte des courgettes a débuté le 16 avril 2025, réalisée manuellement, et s'est terminée au mois de 26 mai 2025



Figure 29 : Récolte des courgettes issues du traitement au compost solide et liquide (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.3. Méthodes d'analyses

II.3.1 Les paramètres physico-chimiques

Des échantillons de sol ont été prélevés selon différentes doses au sein de quatre parcelles expérimentales : le témoin, la parcelle D10, la parcelle D20 et la parcelle D30. Les Prélèvements ont été réalisés sur l'ensemble des rangs représentatifs (compost solide et compost liquide), en vue d'effectuer une analyse physico-chimique complète du sol. Cette analyse a été réalisée à l'aide d'un capteur de sol 8 en 1 (IOT), équipé de dispositifs de détection environnementale connectés à un téléphone portable, permettant la mesure du pH, de la conductivité électrique (CE), ainsi que des éléments nutritifs majeurs (NPK). Toutefois, les résultats confirmés au laboratoire de science du sol de l'université abdelhamid ibn badis, en collaboration avec la faculté de médecine, se sont limités aux paramètres pH, Ce, Hu et Mo.



Figure 30 : Les mesures des paramètres physico-chimiques du sol à l'aide d'un capteur.



Figure 31 : Les échantillons du sol prélevés pour l'analyse (Rouichi pour el Houda, 2025).

II.3.1.1. Potentiel d`hydrogène (PH)

Un échantillon de 20 g de sol, préalablement tamisé à 2 mm, est introduit dans un flacon en verre et mélangé à 100ml d'eau distillée. Après 10 minutes d'agitation à température ambiante, le pH de la suspension est déterminé au moyen d'un pH-mètre (AFNOR, 1999)



Figure 32 : La mesure de PH (Rouichi nour el Houda , 2025).

II.3.1.2. Conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique a été mesurée selon la méthode CO-1 à l'aide d'un conductimètre électrique, conformément à Québec (1983). Pour l'analyse, 20 g de sol sec tamisé à 2 mm sont placés dans une fiole, puis 100 ml d'eau distillée y sont ajoutés. Après agitation, le mélange est laissé au repos pendant 30 minutes. Le surnageant est ensuite prélevé pour mesurer directement la conductivité électrique, exprimée en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

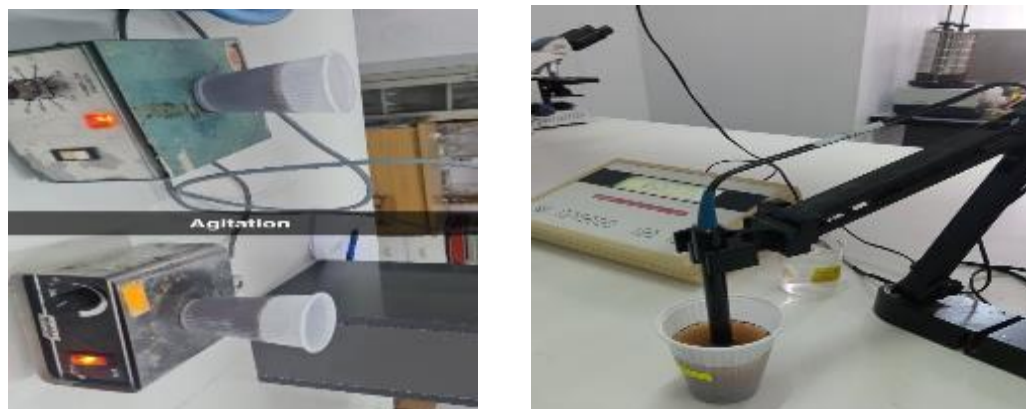


Figure 33 : Les mesures de CE (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.3.1.3. L'Humidité

Selon SDEC, (2023), l'humidité du sol a été déterminée par la méthode gravimétrique de détermination de la teneur en eau, consistant à sécher l'échantillon à l'étuve à 105 °C. Un Échantillon de 20 g de sol a été chauffé à température constante (105 °C) pendant 24 heures. La teneur en eau a été calculée à partir de la différence de masse avant et après séchage.



Figure 34 : sol après le séchage de l'étuve à 105°C (Rouichi nour el Houda, 2025).

II.3.1.4. Taux de matière organique (MO)

La teneur en matière organique est évaluée par la méthode MA-2 car elle est applicable à tous les sols et fumiers, basée sur une approche par calcination. L'échantillon de sol, tamisé à 2mm, est sèche et à 105°C pendant 24 heures, la mesure repose sur la perte de masse observée après combustion à 550°C dans un four à moufle, cette différence correspondant à la fraction organique (Québec, 1988).



Figure 35 : Détermination de la matière organique des sols par séchage à l'étuve et par calcination au four à moufle ((Rouichi nour el Houda, 2025).

II.5. Paramètres morfo-physiologiques du matériel végétal Stades phrénologiques

Tableau10 : Évolution des stades phrénologiques de courgette après le semis (Rouichi nour el Houda, 2025)

Stade phénologiques	Date	Jours après semis
Germination et émergence Des graines.	6 mars 2025	6jours
Apparition de la plantule et Début de développement foliaire.	13 mars 2025	13jours
Début du développement foliaire complet.	23 mars 2025	23jours
Initiation de la floraison.	27 mars 2025	27jours
Premiers fruits au stade immature.	7 avril 2025	34jours
Développement de la pigmentation de pleine maturité.	12 avril 2025	46jours

II.5.1. Paramètres morphologiques

Les mesures ont été effectuées sur toutes les plantes de chaque mini-parcelle en deux étapes ;

- Après le semis a 36jours.
- Etape finale après la récolte le 25 mai 2025

Tableau11 : Récapitulatif des paramètres morphologiques mesures chez la courgette (Rouichi nour el Houda, 2025)

Paramètres	Méthode de mesure/évaluation	Instrument utilisé	Moment de la mesure
La Tige Longueur /Nombre	Mesuré pour chaque parcelle	Ruban à mesurer	- stade initial 36jours après le semis - stade de maturité à partir la maturité de courgette
Surface foliaire (LA) Et nombre	Mesurée à partir -le stade initial -le stade de maturité.	Papier millimétré	Stade initial : apparition des feuilles pleinement développées Stade de maturité la surface foliaire a atteint son maximum
Fleurs Type et nombre	Comptage du nombre des fleurs (Femelle/Mâle)	Observation manuelle	Durant tout le cycle de développement
Fruits Nombre au début de maturation	Comptage des Premiers fruits à Maturité	Observation manuelle	Début de la Maturité
Longueur de fruit	Mesuré à partir -Stade initial -Le stade de maturité	Ruban à mesure	Tout au long du cycle Végétatif.
Poids Des fruits	Pesée fruits pour Chaque parcelle	Balance	Après la récolte
Diamètre Des fruits	Mesure avec précision	Pied à coulisse (Voire la figure)	À la maturité des Fruits (voire figure)
Rendements Total	Poids totaux de la courgette récoltée par parcelle	Calcule du rendement total	Fin de cycle (25 mai 2025)



Figure 36 : Pied à coulisse pour mesure longueurs, diamètres de fruit (Rouichi nour el Houda, 2025).



Figure 37 : Le diamètre des fruits a été mesuré à l'aide d'un pied à coulisse (Rouichi nour el Houda, 2025)

II.6. Analyse statistique

Les données obtenues ont été soumises à une analyse statistique à l'aide du logiciel Microsoft Excel. Ce dernier a également été utilisé pour le traitement des résultats et la construction des graphiques.

CHAPITRE III :

Résultats

Aucune source
spécifiée dans le
document actif.

Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats relatifs à l'effet de l'application du compost sous forme (liquide et solide), sur les propriétés physico-chimiques du sol étudié, ainsi que sur les paramètres morphologiques des résultats sont structurés selon une chronologie expérimentale rigoureuse. Pour chaque analyse, la moyenne des trois répétitions réalisées a été prise en considération afin d'assurer la fiabilité et la représentativité des données obtenues.

III.1. Effet de l'application d'un compost urbain sur les paramètres physico-chimiques du sol (sous forme solide)

III.1.1. Conductivité électrique (CE)

Les résultats de la conductivité électrique indiquent qu'elle n'a pas été affectée par l'application des différentes doses de compost (figure 38) Toutefois, une légère diminution, non significative, a été observée avec la première dose, estimée à 28,23 % par rapport au témoin, ainsi que des valeurs proches pour les doses D20 et D30, estimées respectivement à 23,32 % et 23,08 % par rapport au témoin.

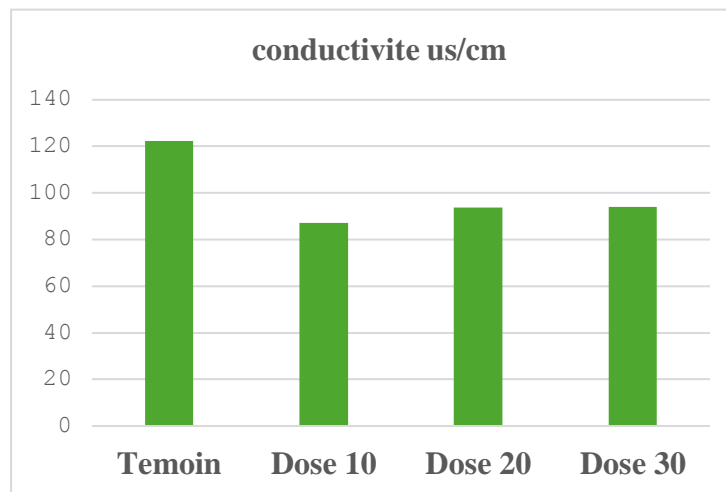


Figure 38 : Effet du compost solide sur l'évolution de la conductivité électrique du sol.

III.1.2. Effets du compost sur le potentiel d'hydrogène du sol

L'analyse des valeurs du pH, consécutive à l'application du compost, révèle que les doses D10 et D20 ont entraîné une diminution notable (figure39) par rapport au témoin, estimée respectivement à 1,82 % et 3,03 %. En revanche, la dose D30 a provoqué une augmentation de 1,82 % par rapport au témoin, portant la valeur du pH à 8,4.

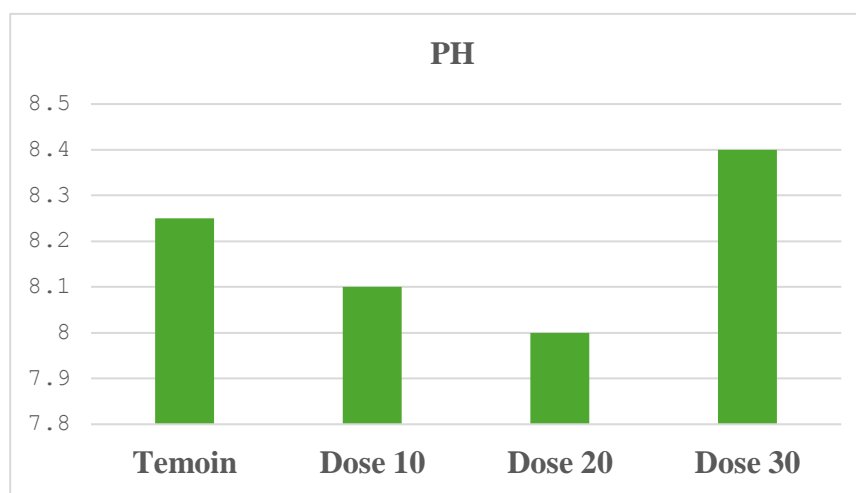


Figure 39 : Effets du compost solide sur l'évolution de le pH du sol.

III.1.3. Effets du compost sur l'humidité du sol

D'après les résultats de l'humidité du sol présentés dans la figure (40), et après l'application du compost, une diminution non significative a été observée avec la dose D20, estimée à (2,58%) % par rapport au témoin. En revanche, une augmentation significative a été enregistrée avec les doses D10 et D30, respectivement de (36,53 % et 25,46 %) par rapport au témoin. La valeur la plus élevée a été enregistrée pour la dose D10

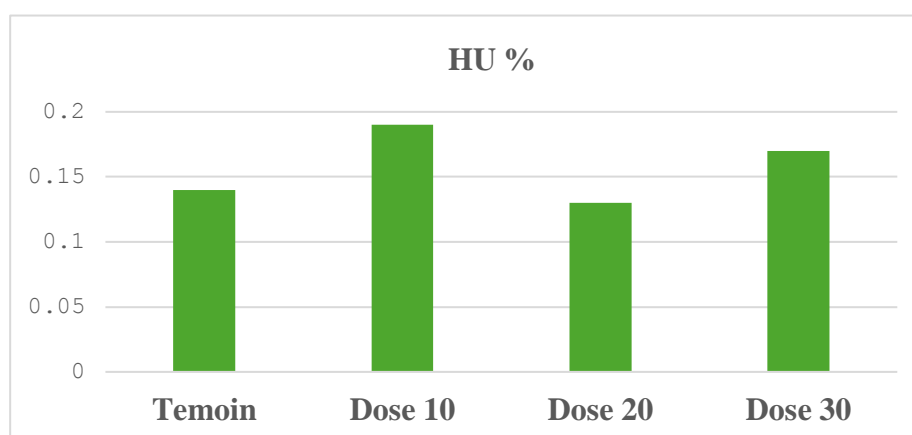


Figure 40 : Effet du compost solide sur l'évolution de l'humidité du sol au cours du cycle végétatif.

III.1.4. Effets du compost sur la teneur en azote totale du sol

Les résultats relatifs à la teneur en azote total du sol indiquent que la dose (D10) a enregistré la réponse la plus élevée, avec une augmentation de 100 %, suivie par la dose (D30) qui a montré une augmentation notable de (33,33 %) par rapport au témoin. En revanche, la dose (D20) elle est restée stable, demeurant au même niveau que le témoin. Ces résultats mettent en évidence la variabilité de l'efficacité des traitements, avec un net avantage pour la première dose.

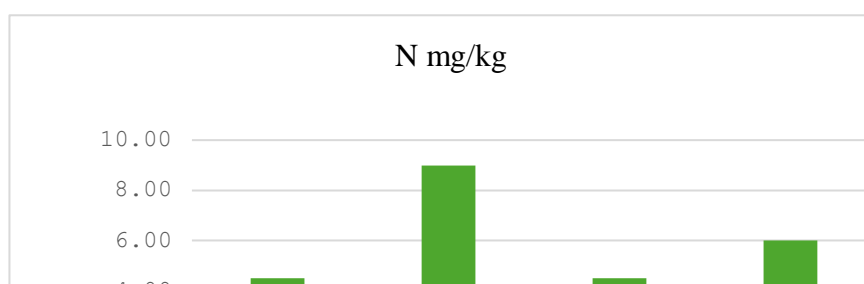


Figure 41 : Effet du compost solide sur l'évolution de l'azote total du sol.

III.1.5. Effets du compost sur la teneur en phosphore du sol

Il est important de noter que le phosphore disponible pour la plante a enregistré une augmentation significative avec la dose (D10), atteignant (84,62 %), et avec la dose (D30), atteignant (30,77 %) par rapport au témoin, tandis que la dose (D20) n'a pas été affectée restant au même niveau que le témoin. (Figure 42)

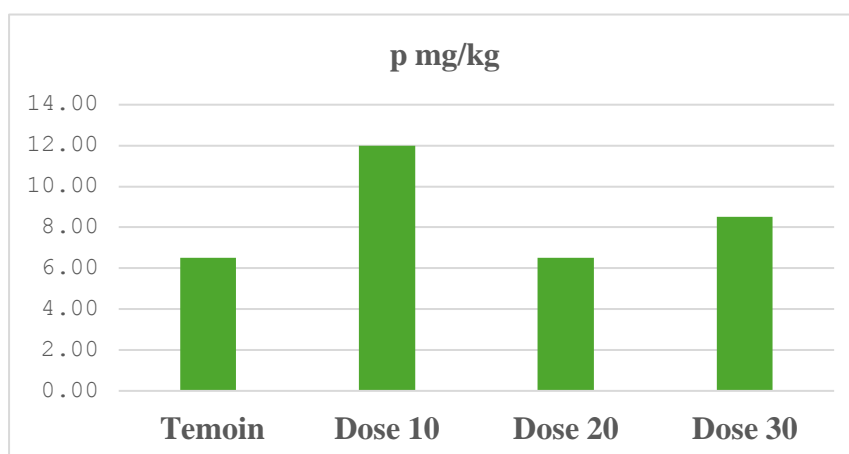


Figure 42 : Effet du compost solide sur l'évolution de phosphore total du sol.

III.1.6. Effets du compost sur la teneur en potassium du sol

L'analyse de la teneur en potassium du sol après application du compost a révélé que la dose (D10) entraînait une augmentation significative de (38,10 %) par rapport au témoin, tandis que la dose (D20) provoquait une diminution de (23,81 %). L'effet de la dose (D30) était très proche de celui du témoin, reflétant une variation de (4,76 %).

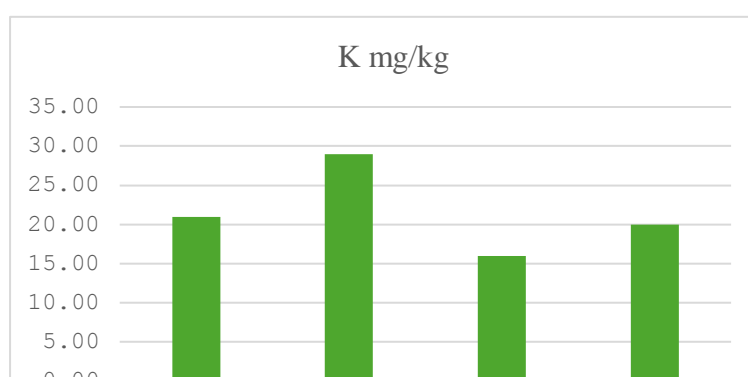


Figure 43 : Effets du compost solide sur l'évolution de potassium total du sol.

III.1.6. Effets du compost sur la teneur en matière organique du sol

Il est clair que l'effet du compost a été significatif sur la matière organique (figure 44), avec une Variation cohérente entre les doses, se traduisant par des pourcentages de (19,11 %, 37,56 % et 138,37 % respectivement pour les doses D10, D20 et D30. La valeur la plus élevée a été Enregistrée avec la dose D30, Ce qui met en évidence son efficacité dans l'augmentation de la Teneur en matière organique par rapport au témoin.

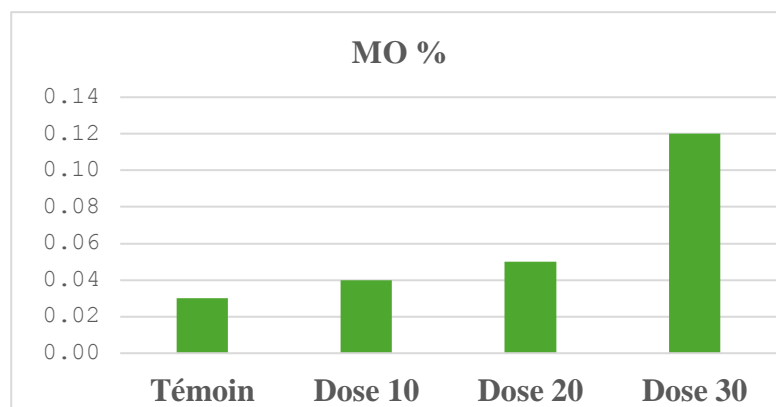


Figure 44 : Effets du compost solide sur l'évolution de la matière organique du sol.

III.2 Effets du compost urbain sur les paramètres morphologiques

III.2.1. Effet du compost sur le nombre et la longueur des tiges/plante

Les résultats de l'expérience sur les plants de courgette ont montré que l'application du compost avait un effet limité sur le nombre de tiges, les doses (D10 et D20) enregistrant une légère diminution de (4,76 % par rapport au témoin à la phase initiale, tandis que la dose (D30) a entraîné une augmentation significative de (14,29 %). En revanche, la longueur des tiges a présenté une réponse positive pour toutes les doses, avec des variations de (3,53 %, 21,18 % et 4,7 %) par rapport au témoin, tandis qu'à la phase finale, Une augmentation relative du nombre

et de la longueur des tiges a été observée, avec des variations de 8,7 %, 4,35 % et 21,7 % pour le nombre, et de 4 %, 17 % et 6,0 % pour la longueur, pour les doses D10, D20 et D30 par rapport au témoin. Ces résultats indiquent que le compost favorise nettement l’allongement des tiges, bien que son effet sur leur nombre reste limité

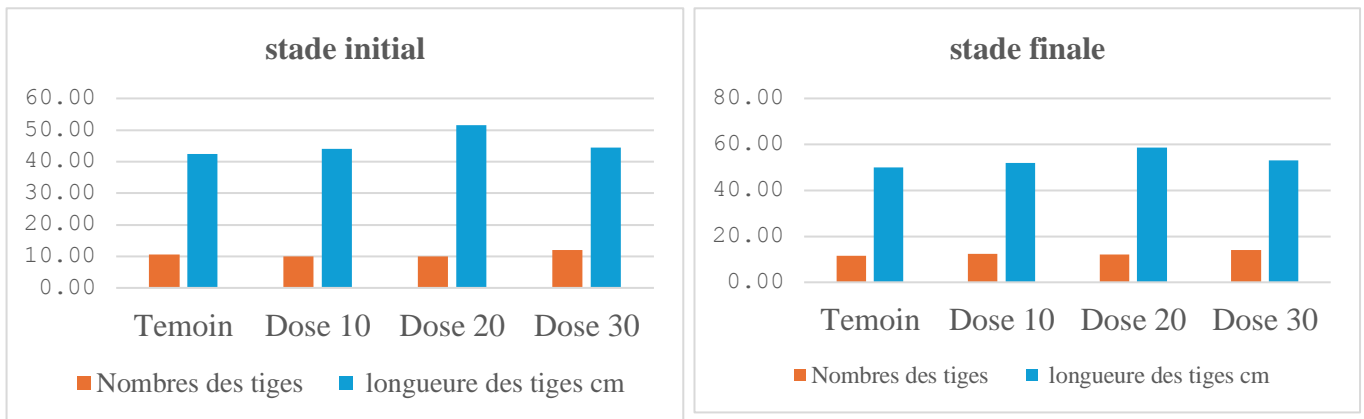


Figure 45 : Effets du compost solide sur l'évolution du nombre et la longueur des tiges.

III.2.2. Effet du compost solide sur la surface foliaire de la plante

Les résultats extraits du graphique, qui concernent les variables de croissance, ont clairement montré des effets significatifs sur la croissance végétative (surface foliaire) de la plante de courgette en raison des différentes doses de compost, avec un pourcentage le plus élevé enregistré à la dose D30, atteignant (32% et 39%) dans les deux stades par rapport au témoin. Alors qu'au stade initial, les doses D10 et D20 ont enregistré une augmentation significative estimée à 10,86 % 21,41% par rapport au témoin, au stade final nous avons observé une diminution aux mêmes doses, évaluée respectivement à 3,64 % et 3,93%

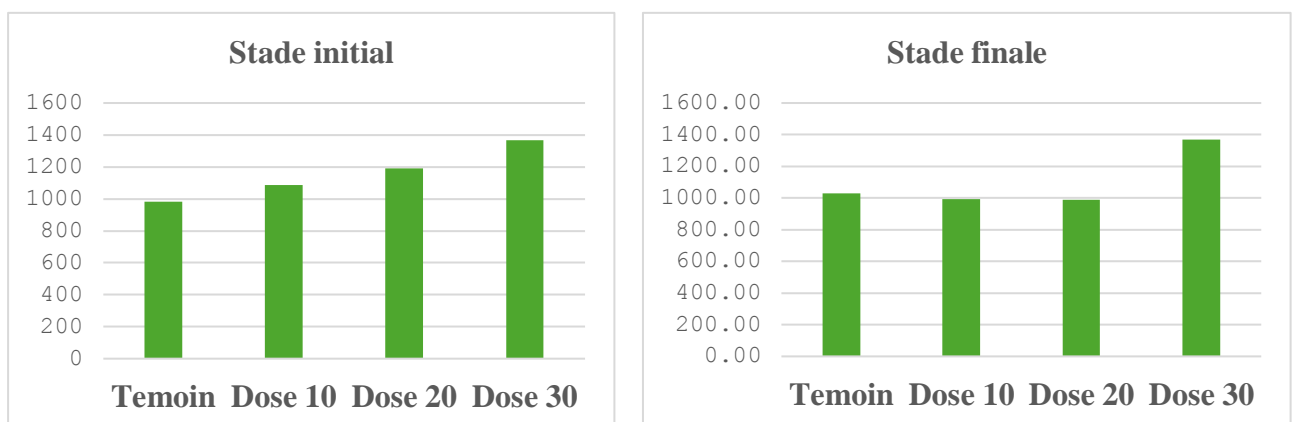


Figure 46: Effets du compost solide sur l'évolution de la surface foliaire de la plante.

III.2.3. Effet du compost solide sur le nombre de fleurs par plante

Les résultats, illustrés par l'analyse graphique, ont révélé une réponse significative des différentes doses sur le développement des fleurs mâles et femelles de la courgette. Un nombre élevé de fleurs mâles a été enregistré au début et à la fin de la croissance, accompagné par des augmentations variables des fleurs femelles. Au stade initial, les pourcentages d'augmentation des fleurs mâles ont été respectivement de 9 %, 23 % et 27 % pour les doses D10, D20 et D30 par rapport au témoin. En revanche, les fleurs femelles ont enregistré une diminution aux doses D10 et D20, estimée respectivement à 30 % et 20 %, tandis que la dose D30 a montré une augmentation de 30 % par rapport au témoin.

Au stade final, une augmentation du nombre de fleurs mâles a été observée aux doses D20 et D30, tandis que la dose D10 est restée stable. Parallèlement, une hausse importante du nombre de fleurs femelles a été notée aux doses D20 et D30, atteignant respectivement 57 % et 71 %, alors que la première dose (D10) a enregistré une diminution de 20 % par rapport au témoin.

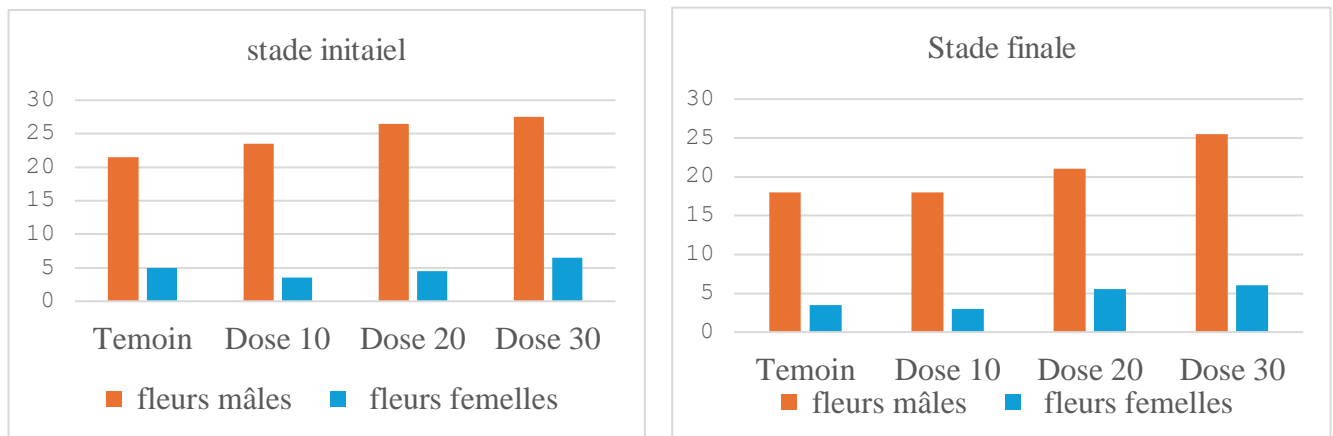


Figure 47 : Effet du compost solide sur l'évolution du nombre de fleurs par plante.

III.2.4. Effet du compost solide sur le rendement et le poids, longueur et largeur de la courgette

Il convient de souligner que l'application de compost à différentes doses a favorisé d'une manière significative la production de courgettes, entraînant une amélioration notable du rendement à toutes les doses testées. Le pourcentage le plus élevé a été enregistré à la troisième dose. L'étude a également montré des différences de longueur, de largeur et de poids des fruits par rapport au témoin non traité, avec des moyennes respectives de 8%, 12% et 24% pour D10,

D20 et D30. En revanche, une légère variation de la largeur des fruits a été observée, avec des pourcentages de 7%, 2% et 6% par rapport au témoin.

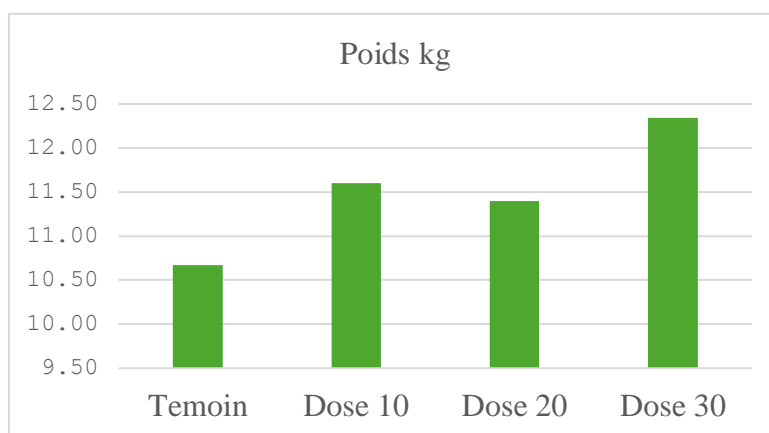


Figure 48 : Effets du compost solide sur l'évolution du poids de la courgette.

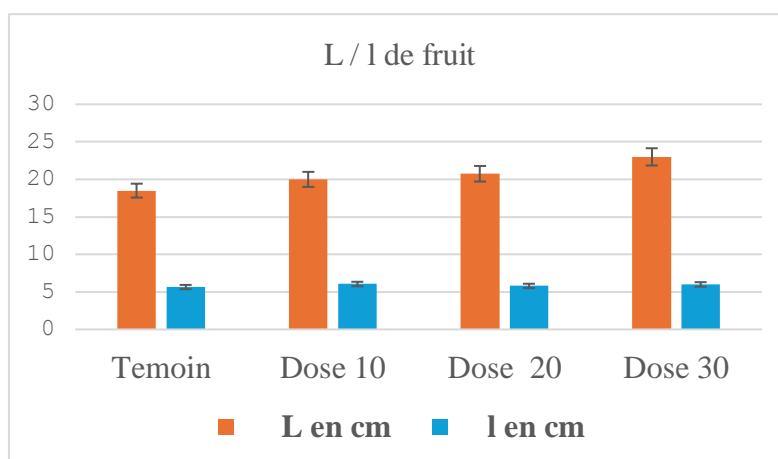


Figure 49 : Effet du compost solide sur l'évolution de la longueur et de la largeur de la courgette.

III.3. Effet d'application du compost (sous forme liquide)

III.3.1. Conductivité électrique (CE)

Les résultats de la conductivité électrique expriment des moyennes supérieures pour les parcelles où le compost urbain a été appliqué pour la culture de la courgette. Dans ce cas, les pourcentages d'augmentation sont de (36,52 %, 24,51 % et 9,22 %), respectivement pour les

Doses D1, D2 et D3. Pour les parcelles amendées avec du compost urbain, la valeur la plus élevée a été enregistrée avec la première dose (D1) diluée avec 9L d'eau par rapport à la parcelle témoin.

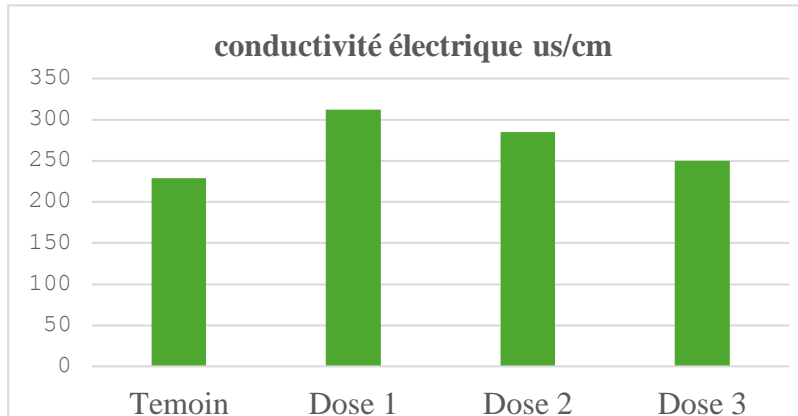


Figure 50 : Effets du compost liquide sur l'évolution de la conductivité électrique du sol.

III.3.2 Potentiel d'hydrogène (PH)

Les résultats montrent, à travers le graphique, que l'application de différentes doses du compost a entraîné une légère et constante augmentation du pH du sol par rapport au témoin. La plus forte augmentation a été observée avec la dose D1, soit 1,90 % tandis que les doses D2 et D3 ont enregistré une augmentation identique de 1,27 %, atteignant un pH de 8 par rapport au témoin, ce qui indique que le compost provoque une alcalinisation légère du sol.

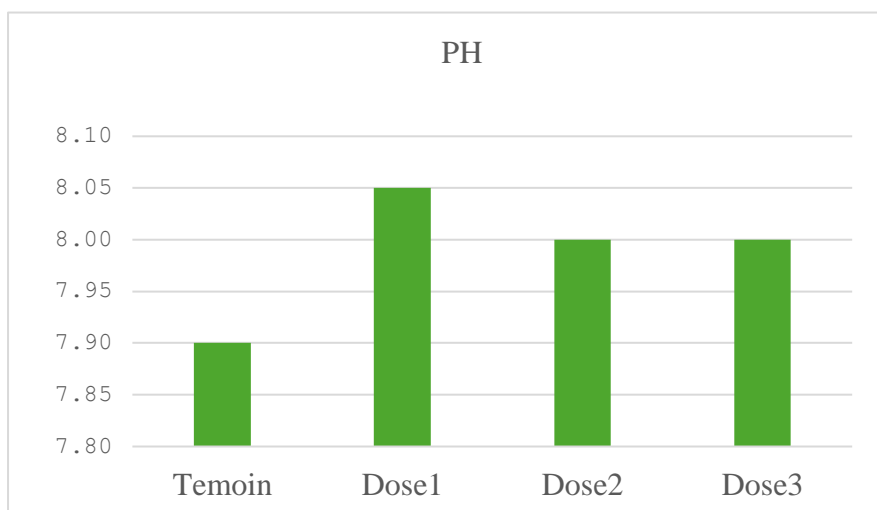


Figure 51 : Effet du compost liquide sur l'évolution de pH de sol.

III.3.3 Humidité du sol (H%)

Les résultats de l'humidité du sol pour l'ensemble des parcelles expérimentales de la culture de courgette, présentes dans la (figure 52), ont montré une augmentation variable estimée à 10,29% avec la dose élevée D3 diluée au tiers (1/3), tandis qu'une augmentation a été enregistrée avec les doses D1 et D2 estimées respectivement à (6 %, 6,57%) par rapport au témoin.

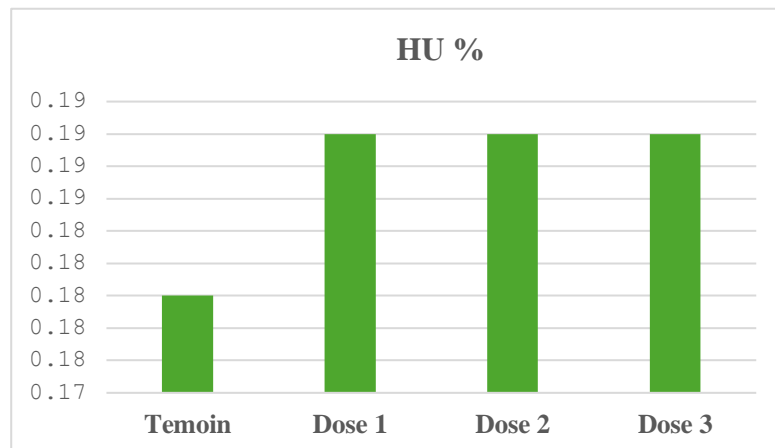


Figure 52; Effet du compost liquide sur l'évolution de l'humidité du sol au cours du cycle végétatif.

III.3.4 Effets du compost sur la teneur en azote totale du sol

La teneur en azote total du sol a présenté une augmentation significative avec un effet similaire pour les doses D1 et D3, atteignant 63,64 %, tandis que la dose D2 a entraîné une augmentation plus modérée de 36,36 % par rapport au témoin. Ces différences sont attribuées à la variation de la disponibilité de l'azote selon les doses appliquées.

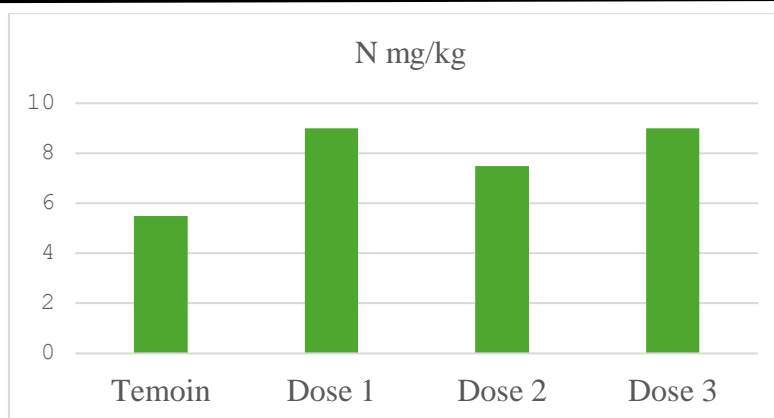


Figure 53 : Effets du compost liquide sur l'évolution l'azote total du sol.

III.3.5 Effets du compost liquide sur la teneur en phosphore du sol

Toutes les doses de compost ont entraîné une augmentation de la teneur en phosphore disponible dans le sol par rapport au témoin, atteignant (62,50) % pour D1 et (51,25 %) pour D3 et (37,50 %) pour D2, avec une supériorité marquée des doses D1 et D3 ont été diluées respectivement à un 9L d'eau et à deux tiers (2/3) par rapport au témoin.

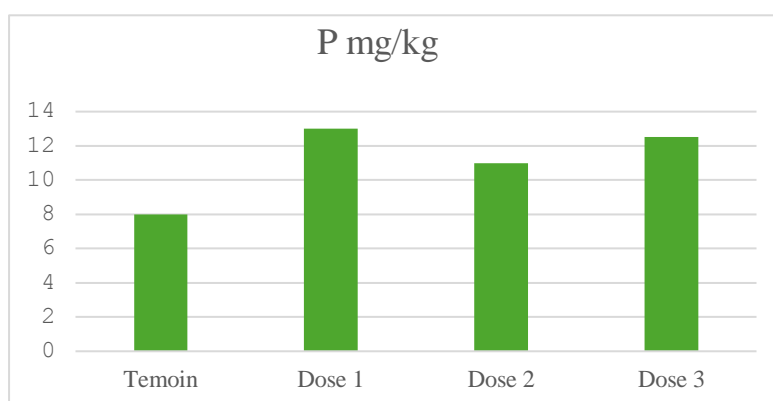


Figure 54 ; Effets du compost liquide sur l'évolution du phosphore du sol.

III.3.6 Effets du compost liquide sur la teneur en potassium du sol

La teneur en potassium disponible dans le sol a présenté des augmentations substantielles par rapport au témoin, atteignant (55,26 %) pour les doses D1 et D3, et (31,58 %) pour la dose D2. Ces données mettent en évidence l'effet positif des apports de compost sur l'enrichissement du sol en potassium, particulièrement marqué aux doses (D1 et D3),

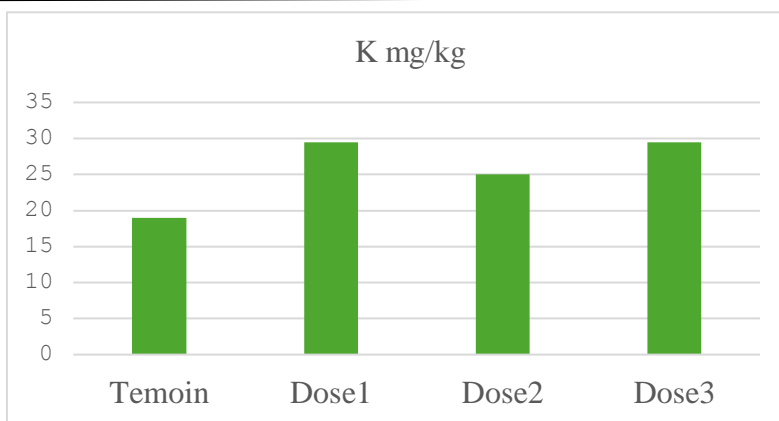


Figure 55 : Effets du compost liquide sur l'évolution la teneur en potassium du sol.

III.3.7 Effets du compost liquide sur la teneur en matière organique du sol

Les résultats ont montré que l'apport de compost a augmenté le taux de matière organique (MO) du sol, avec une légère augmentation pour la dose D1, estimée à 28,31 %, et des augmentations significatives de (53,28 % et 171 %) pour les doses D2 et D3 respectivement par rapport au témoin. La dose D3 a été la plus efficace, indiquant que les doses élevées améliorent l'amendement du sol.

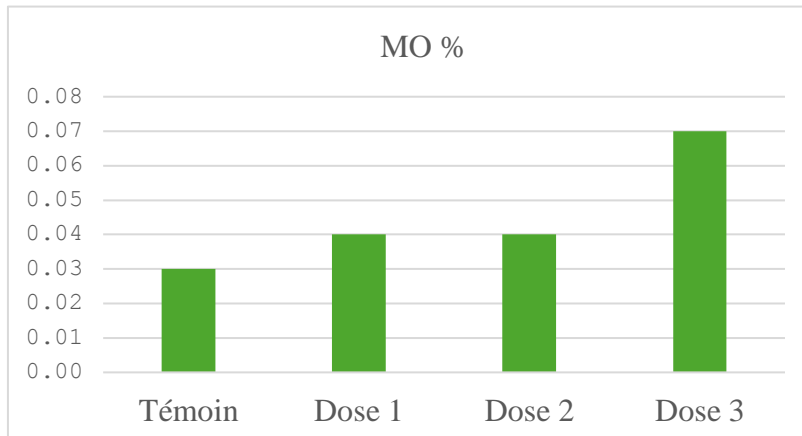


Figure 56 : Effets du compost liquide sur l'évolution de la matière organique du sol.

III.4 Effet de l'application du compost sur les paramètres morphologique de la courgette

III.4.1 Effet du compost liquide sur le nombre et la longueur des tiges/plante

Les résultats, présentés à travers l'analyse graphique, ont montré que le nombre de tiges est demeuré constant pendant la phase initiale. En revanche, la longueur des tiges a augmenté de (10 %, 15,71 % et 38,57 %) pour les doses D1, D2 et D3 par rapport au témoin, indiquant que le compost liquide stimule la croissance des tiges aux premiers stades. Lors de la phase finale, une diminution significative du nombre de tiges a été constatée (23,30 %) pour D1 et (15,32 %) pour (D2 et D3), tandis que la longueur des tiges a continué à augmenter, estimée à (7,79 %, 11,69 % et 16,88 %) respectivement, suggérant que le compost liquide favorise l'allongement des tiges même lorsque leur nombre diminue aux stades avancés de croissance.

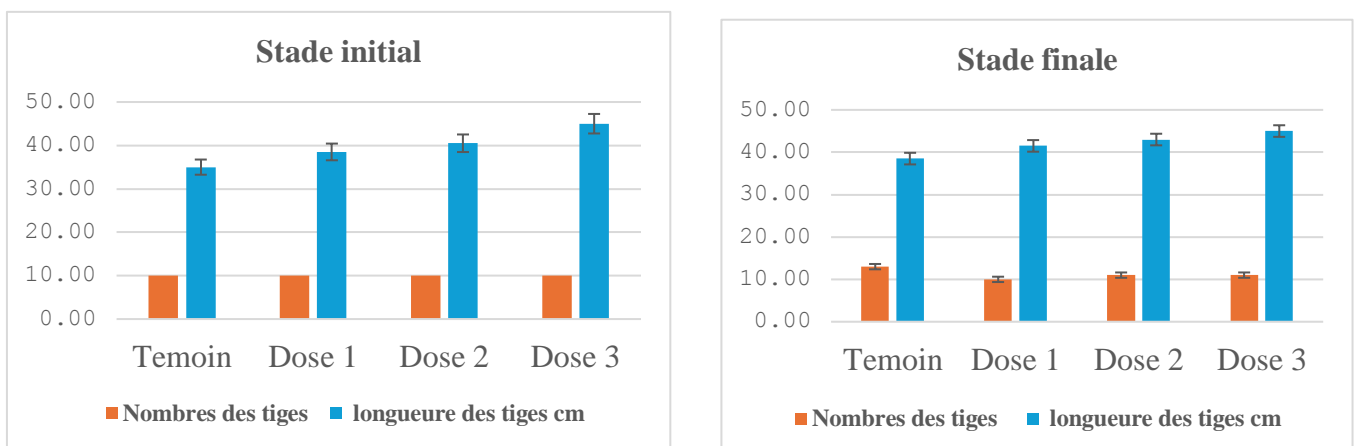


Figure 57 : Effets du compost liquide sur l'évolution du nombre et la longueur des tiges

III.4.2 Effet de compost liquide sur la surface foliaire de la plante

Les résultats, présentés sous forme graphique pour les paramètres de croissance, montrent un effet significatif des différentes doses de compost sur la croissance végétative, notamment la surface foliaire, par rapport au témoin non traité. Lors de la phase initiale, des augmentations de 10,71 %, 19,94 % et 29 % ont été observées pour les doses D1, D2 et D3 respectivement, tandis que lors de la phase finale, les augmentations ont été de 19,71 % et 14,17 % pour les doses D1 et D3, la dose D2 montrant une augmentation pratiquement négligeable par rapport au témoin.

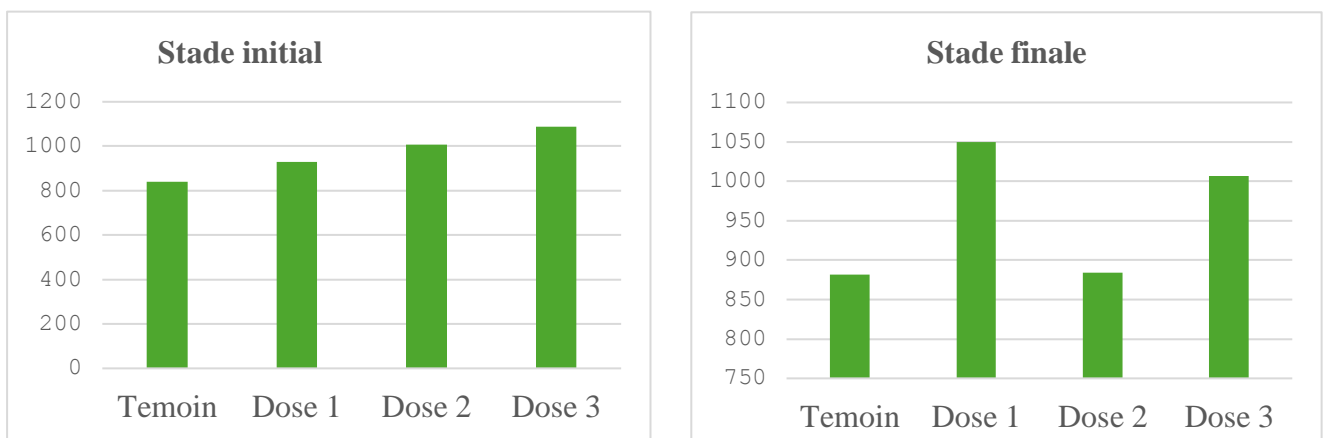


Figure 58: Effets du compost liquide sur l'évolution de la surface foliaire de la plante.

III.4.3 Effet du compost sur le nombre de fleurs par plante

D'après les résultats présentés graphiquement les différentes doses de compost ont influencé la croissance des fleurs de la plante. Cet effet a été particulièrement net chez les fleurs mâles, avec une augmentation significative dès la phase initiale de (16,67 % et 41,67 %) pour les doses D2 et D3, tandis que la dose D1 est restée stable. Lors de la phase finale, Les accroissements enregistrés ont atteint respectivement (52 %, 61 % et 73 %) pour les doses D1, D2 et D3 par rapport au témoin. En ce qui concerne les fleurs femelles, la phase initiale a montré une baisse avec la dose D1 de 14 %, alors qu'une augmentation significative a été observée avec les doses D2 et D3, atteignant respectivement (57 % et 71 %). Cette dynamique de croissance s'est maintenue lors de la phase finale, avec des augmentations respectives de 16 %, 40 % et 21 % pour les doses D1, D2 et D3 par rapport au témoin.

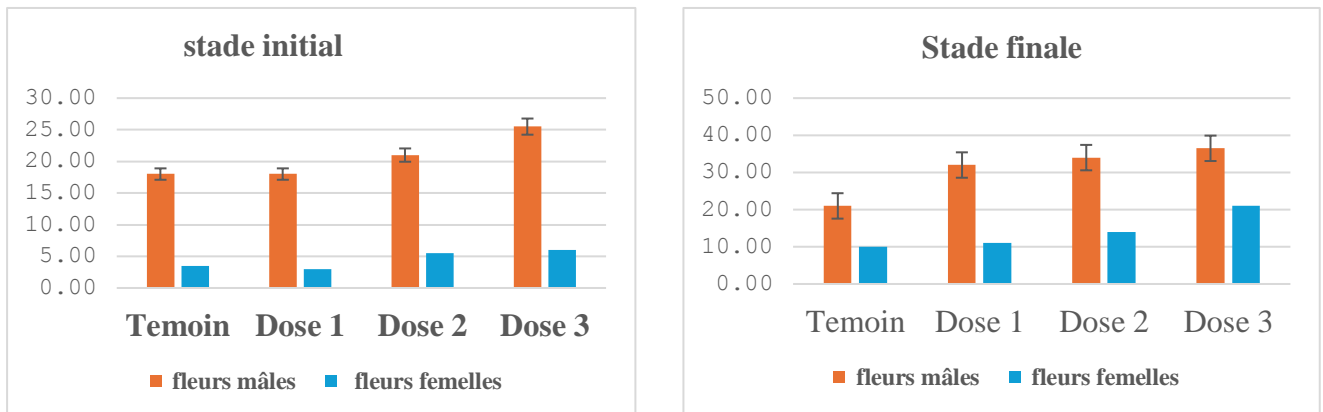


Figure 59 : Effets du compost liquide sur l'évolution du nombre de fleurs par plante.

III.4.4 Effet du compost liquide sur le rendement et poids, longueur et largeur de la courgette

Les résultats ont montré que le compost, appliqué à différentes doses (D1, D2 et D3) a influencé positivement le rendement du plant de courgette. Des augmentations notables ont été enregistrées, atteignant respectivement (66 % et 12 %) pour les doses D1 et D2 par

rapport au témoin, tandis qu'une légère diminution a été observée avec la dose D3. L'effet du compost s'est également étendu à la longueur et à la largeur des fruits produits. Pour la longueur, des augmentations significatives de (32 %, 29 % et 22 %) ont été observées respectivement pour D1, D2 et D3, avec l'augmentation la plus élevée enregistrée pour D1 par rapport au témoin. de même, en ce qui concerne la largeur des fruits, les résultats ont montré des valeurs élevées pour toutes les doses, atteignant respectivement (14 %, 8 % et 16 %) pour D1, D2 et D3 par rapport au témoin.

Figure 50 : Effets du compost liquide sur l'évolution du poids de la courgette.

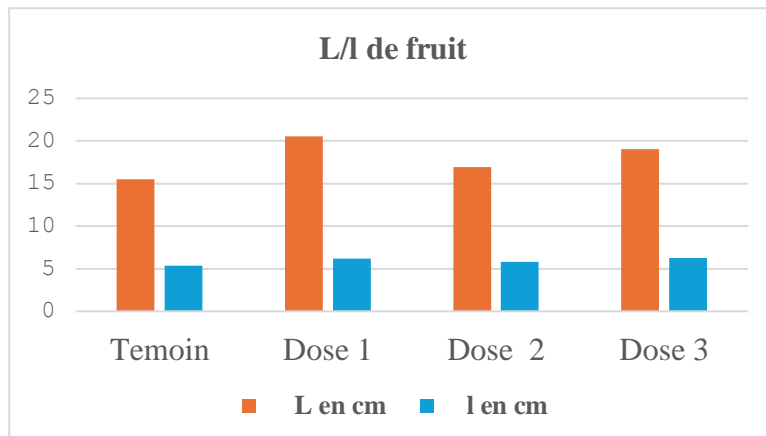


Figure 60 : Effets du compost liquide sur la longueur et largeur de courgette.

IV. Discussion

Le compost issu de la décomposition biologique contrôlée de matières organiques constitue une solution durable et efficace pour la réhabilitation des sols. Grâce à sa richesse en matière organique et en éléments nutritifs essentiels, il contribue à l'amélioration des propriétés physiques et chimiques des sols, tout en renforçant leur productivité agricole. Son

incorporation dans le sol permet d'améliorer sa structure **Jahan et al., (2022)**, l'utilisation continue ou à long terme du compost organique peut contribuer efficacement à l'amélioration de la fertilité des sols sur le long terme, en enrichissant leur teneur en éléments nutritifs et en améliorant leurs propriétés physico-chimiques (**Mazumder et al., 2021**).

Il est donc fondamental d'analyser l'influence des différentes doses de compost sur les propriétés physico-chimiques du sol, ainsi que sur le rendement et la qualité des cultures. Dans le cadre de notre expérimentation, les données collectées au terme des 70 jours d'application ont révélé des changements significatifs traduisant l'effet du compost sur la dynamique du sol. Les résultats montrent une légère augmentation du pH du sol suite à l'application du compost liquide, comparativement au témoin. Le pH est passé de 7,88 dans la parcelle témoin à (8,05) avec D1, puis s'est stabilisé à (8,00) avec D2 et D3 et pour l'application du compost solide était (8,1 pour D10 et de 8 pour D20 et 8,4 pour D30) Cette accroissement est attribuée à la libération de cations basiques (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) issus de la décomposition de la matière organique, ce qui contribue à réduire l'acidité du sol **Rusli et al., (2023)**, ce comportement a été rapporté dans plusieurs études qui confirment le rôle tampon du compost, particulièrement dans les sols acides ou modérément neutres **Paradelo et al., (2019)**, bien que l'augmentation observée soit modeste, elle traduit une meilleure stabilité chimique du sol. Cet effet pourrait également favoriser la disponibilité des éléments nutritifs, notamment le phosphore, ainsi que l'activité biologique du sol (**Wite et Okolo, 2021**). Ainsi, l'utilisation du compost, même à faibles doses, constitue une option durable pour maintenir un pH du sol favorable au développement des cultures.

Lors de l'application du compost solide au sol, une légère diminution du pH peut être observée, mais elle est généralement statistiquement non significative. Cette baisse est due aux processus biologiques de décomposition de la matière organique, qui produisent des acides organiques tels que l'acide folique et l'acide humique, susceptibles de réduire légèrement l'acidité du sol. Cependant, cet effet reste généralement limité en raison de la

Capacité du sol à compenser ces changements chimiques, notamment dans les sols à haute capacité d'échange cationique (**Zhang et al., 2017**). C'est ce qui s'est produit et ce que nous avons observé avec le compost solide aux doses D20 et D30, où une légère diminution a été notée, ce que confirme également la littérature scientifique. Toutefois, la courgette se caractérise par une capacité relative de tolérance et d'adaptation aux variations de pH et de

salinité, puisqu'elle peut croître aussi bien dans des conditions légèrement acides qu'alcalines, et supporter des niveaux modérés de salinité **Salehi et al., (2019)**, ce qui explique en partie la stabilité de sa performance productive malgré ces changements.

La conductivité électrique (CE) est une mesure essentielle de la concentration des ions dissous dans la solution du sol, reflétant le niveau de salinité et la disponibilité des nutriments (**Luo et al., 2021**). Nos résultats montrent que l'effet de l'amendement organique sur la conductivité électrique varie en fonction des caractéristiques du compost et du sol.

Une diminution de la conductivité électrique a été observée dans certains cas, notamment lors de l'utilisation de compost à base solide à des doses D10 et D20 par rapport au témoin, en parallèle avec l'augmentation des quantités de matière organique. Ces observations sont conformes aux études scientifiques. Cette baisse peut s'expliquer par une amélioration de la structure du sol, qui renforce sa capacité à retenir les cations sur les sites d'échange. Cela est particulièrement vrai avec l'augmentation des sites à charge négative (-COO) liés à la matière organique (**Chen et al., 2022**). De plus, ces résultats sont corroborés par des études récentes qui suggèrent que l'ajout de matières organiques peut réduire la disponibilité ionique dans le sol à long terme en les stabilisant et en améliorant les propriétés physiques du sol **Xu et al., (2023)**, en revanche, les doses du compost liquide ont entraîné une augmentation initiale de la conductivité électrique, respectivement de (36 %, 24,51 % et 9,22 %) aux doses (D1, D2 et D3), la valeur la plus élevée a été enregistrée pour la dose D1, correspondant à une dilution d'1 litre de compost pour 9 litres d'eau. Ce phénomène a été confirmé par les expériences. Cette augmentation est attribuée à l'apport direct d'ions solubles présents dans le compost, tels que le potassium, le calcium et le magnésium, qui élèvent temporairement la conductivité électrique (**Wang et al., 2020**).

Cependant, les recherches montrent que cette hausse peut être instable, car les processus d'absorption par les plantes et de fixation des ions peuvent réduire la conductivité électrique au fil du temps (**Zhang et al., 2021**).

Les études récentes indiquent que l'augmentation de la conductivité électrique (CE) du sol ne provient pas uniquement du compost, mais peut être principalement liée à la qualité de l'eau d'irrigation. En effet, lorsque l'eau d'irrigation contient une concentration élevée de sels dissous (Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , etc.), son utilisation répétée entraîne une accumulation de ces sels dans la zone racinaire et une élévation progressive de la Ce du sol (**Zhang et al., 2023 : Qadir et al., 2014**).

Par ailleurs, il a été démontré que l'augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation affecte négativement les propriétés physiques du sol, notamment par la diminution de la conductivité hydraulique, la saturation du sol et son évolution vers l'alcalinité, ce qui aggrave les problèmes de conductivité électrique (**Wang *et al.*, 2019**). D'un autre côté, le compost en particulier les composts organiques riches en sels — contribuent également à accroître la concentration ionique du sol, ce qui se traduit par une augmentation de la CE. Cependant, cet effet peut être atténué grâce à des pratiques d'irrigation appropriées, notamment l'application d'un lessivage consistant à apporter des volumes supplémentaires d'eau afin d'éliminer les sels accumulés (**Ayers et Westcot, 1985**).

La conductivité électrique de l'eau d'irrigation obtenue de nos analyses a atteint 3138 $\mu\text{S}/\text{cm}$, une valeur supérieure au seuil couramment observé ($\leq 2800 \mu\text{S}/\text{cm}$), ce qui explique en partie l'élévation de la CE du sol constatée dans l'essai.

Les résultats de la teneur en humidité du sol après l'ajout du compost (liquide et solide) ont montré des augmentations significatives estimées respectivement à (6 %, 6,75% et 10,29%) pour les traitements D1, D2 et D3 du compost liquide et la valeur la plus élevée a été enregistrée pour D3 étendu à une concentration de 1/3. Concernant le compost solide, des augmentations ont été observées pour les doses D10 et D30, atteignant respectivement (36,53 % et 25,46 %,) tandis que la dose D20 a enregistré une diminution de 2,58 % par rapport au témoin. , ces résultats confirment et renforcent les conclusions de plusieurs études scientifiques antérieures ont confirmé dans leur étude publiée que l'ajout de matières organiques telles que le compost améliore la capacité du sol à retenir l'eau, ce qui se traduit par une amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol. Les résultats de l'étude ont montré que le compost ne se limite pas à fournir des éléments nutritifs, mais contribue également à l'amélioration de la structure du sol en favorisant l'agrégation et en augmentant la porosité, ce qui accroît la capacité de rétention d'eau du sol. Ces améliorations permettent de réduire les pertes d'eau par évaporation et d'assurer une disponibilité prolongée de l'humidité pour les plantes, ce qui est particulièrement important dans les sols sujets à la sécheresse (**Mujdeci *et al.*, 2019**). La légère diminution de l'humidité du sol s'explique par un ensemble de facteurs physiques et biologiques. Sur le plan physique, une bonne aération et une élévation de la température en surface favorisent l'augmentation du taux d'évaporation, ce qui réduit l'humidité disponible pour les plantes. Sur le plan biologique, l'activité microbienne accrue — stimulée par l'apport organique — consomme une partie de cette humidité au cours des processus métaboliques et de décomposition, comme l'ont rapporté des études antérieures (**Bian *et al.*, 2021**). Ces

observations sont en accord avec les résultats obtenus dans notre expérimentation, où une baisse de l'humidité du sol a été enregistrée pour le traitement D20, notamment dans les parcelles traitées avec le compost solide, confirmant ainsi la validité des observations expérimentales et renforçant l'interprétation scientifique des résultats.

L'ajout de compost est une pratique agricole durable importante qui améliore les propriétés physiques du sol, en particulier pour les sols à faible teneur en matière organique et à structure faible. Le compost aide à renforcer l'agrégation des particules du sol, ce qui améliore sa structure et augmente sa capacité à retenir l'eau et l'air nécessaires à la croissance des plantes **Brady et Weil, (2017)**, le compost contribue à augmenter la porosité totale du sol, ce qui réduit sa compaction et stimule l'activité des micro-organismes bénéfiques **(Hillel,2004)**. L'application du compost au sol a permis de compenser la dégradation de la matière organique et d'augmenter sa teneur dans le sol. Après l'ajout de compost, la teneur en matière organique s'est améliorée d'une manière notable. Après l'ajout de compost solide, les résultats indiquent que l'augmentation de la matière organique dans le sol a été significative, estimée à (19,11 %, 37,56 % et 238,37 %) pour les doses D10, D20 et D30, respectivement. en ce qui concerne le compost liquide, les augmentations significatives ont été de 28,31 %, 53,38 % et 171,20 % pour les doses D1, D2 et D3, respectivement. La valeur la plus élevée a été enregistrée pour la dose D3, correspondant à un compost liquide dilué à un tiers (1/3), ces résultats observés aux doses D10, D20 et D30, tant pour le compost solide que pour le compost liquide, sont statistiquement significatifs et concordent avec les résultats de nombreuses études précédentes **Yüksel et Kavdır, (2020) ; Janati et al., (2022)**, ont mis en évidence que l'apport de compost contribue à l'augmentation de la teneur en matière organique du sol. Cette amélioration dépend à la fois de la quantité de matière organique appliquée et de sa rétention par le sol, ainsi que de la qualité des sources de carbone introduites, lesquelles influencent l'activité microbienne au sein du système de culture, les études montrent que l'effet du compost se prolonge sur une longue période, et cette

persistance pourrait être liée au contenu initial en azote, au pH ainsi qu'à la forte proportion d'huiles présentes dans le compost, des facteurs qui contribuent à ralentir l'activité microbienne et, par conséquent, à retarder la dégradation de la matière organique **(Atagana et al.,2003 ; Neves et al., 2009)**. C'est ce que l'on appelle la continuité de l'effet, qui reflète la capacité du compost à maintenir la matière organique dans le sol sur une période prolongée. Par ailleurs,

Weber *et al.*, (2007), ont rapporté que l'effet du compost sur la matière organique du sol peut se maintenir pendant au moins trois ans (**Yüksel et Kavdır, 2022**). Ces études renforcent ainsi la validité des résultats obtenus dans notre expérimentation pour le compost solide et le compost liquide.

Il a été observé que l'application d'amendements organiques au sol augmente la teneur en azote total, améliorant ainsi sa qualité. Les résultats ont montré que la teneur en azote total du sol a augmenté de manière significative avec l'application de trois doses du compost solide par rapport au témoin (sol non amendé), la dose D30 a entraîné la plus forte augmentation, représentant une augmentation plus élevée par rapport au témoin. Indiquant une efficacité notable de cette dose dans la libération de l'azote provenant du compost solide ajouté. Ces résultats confirment les observations de **Kebede *et al.*,(2023)**, selon lesquelles les sols amendés avec un engrais organique présentent des augmentations significatives en azote total par rapport aux sols non amendés. D'autres recherches ont également montré que l'utilisation du compost contribue efficacement à l'augmentation de l'azote dans le sol, car la décomposition microbienne de la matière organique est l'un des processus biologiques clés qui régissent le cycle de l'azote et sa disponibilité pour les plantes. Cette décomposition est réalisée par une communauté diversifiée de micro-organismes, tels que les bactéries et les champignons, qui dégradent les composés organiques complexes en composés minéraux plus simples grâce au processus de minéralisation (**Elherradi *et al.*, 2003**).

Plusieurs facteurs influencent la vitesse et l'efficacité de cette décomposition, notamment le type de matière organique ajoutée, le rapport carbone/azote (C/N) ainsi que physiques et chimiques du sol. Les études ont montré que les matières organiques avec un rapport C/N faible, comme le fumier animal, se décomposent plus rapidement et libèrent des quantités considérables d'azote en peu de temps, tandis que celles ayant un rapport élevé, comme certains types de compost, se décomposent plus lentement et fournissent un apport durable en azote à long terme (**Geisseler *et al.*, 2021 : Janati *et al.*, 2022**).

Le phosphore est un élément nutritif essentiel à la croissance des plantes, jouant un rôle clé dans le stockage de l'énergie, le développement des racines et l'accélération de la maturation des cultures (**Hellal *et al.*, 2013**). Après l'apport de compost (sous forme liquide ou solide), Il a été observé que la teneur en phosphore disponible pour les plantes s'accroissait avec l'augmentation des doses de compost. Le compost liquide a entraîné des augmentations

significatives estimées à (64,50 %, 37,50 % et 56,25 %) pour les doses D1, D2 et D3. En ce qui concerne le compost solide, il a montré des augmentations significatives estimées à (84,62 % et 30,70 %) pour les doses D10 et D30 par rapport au témoin, tandis que la dose D20 est demeurée stable par rapport au témoin, de nombreuses études indiquent que l'effet de l'ajout de compost sur l'augmentation du phosphore disponible dans le sol peut être limité à court terme, en raison des interactions du phosphore avec les composants du sol qui peuvent entraîner sa fixation sous une forme peu soluble ou moins assimilable par la plante, **Leogrande et al.,(2020)** et **Erana et al.,(2019)** ont montré que l'efficacité du compost dans la libération du phosphore dépend fortement de son degré de décomposition, du rapport carbone/azote, ainsi que du pH et de la capacité d'échange cationique du sol. De plus, l'étude de **Sharma et al., (2017)** a souligné que certains types de sols, notamment ceux riches en calcium, fer ou aluminium, peuvent entraîner la formation de composés phosphorés insolubles, limitant ainsi la disponibilité du phosphore pour les plantes malgré une augmentation globale de sa teneur dans le sol.

L'application de compost contribue principalement à l'augmentation des concentrations de potassium dans les sols par rapport aux sols non amendés. Ces observations rejoignent les conclusions de plusieurs recherches, telles que celles de **Zhang et al., (2018)** ; **Kumar et al., (2021)**, qui ont démontré une amélioration significative du potassium disponible après l'ajout de compost, ce qui favorise la fertilité du sol et accroît le rendement des cultures.

Des augmentations significatives de la teneur en potassium dans le sol ont été observées après l'application du compost, qu'il soit solide ou liquide. Pour le compost liquide, ces augmentations ont atteint 55,26 % pour les doses D1 et D3, diluées respectivement à un volume de 9L d'eau pour D1 et à proportion de 1/3 pour D3, tandis que la dose D2 a enregistré une augmentation de 31,58 %. Concernant le compost solide, la valeur la plus élevée a été observée pour la dose D10 avec une augmentation de 30,10 %, alors que la dose

D20 a présenté une diminution de 23,81 % par rapport au témoin, et la dose D30 a montré une faible augmentation de 4,76 %.

En accord avec les conclusions de nombreuses études, nos résultats ont montré une amélioration significative du niveau de potassium, ce qui concorde avec les travaux de **Zhang**

et al., (2018) et de **Qamar et al.**, (2019), lesquels ont mis en évidence des augmentations notables de la concentration en potassium à la suite de l'application de compost.

Cette amélioration est attribuée à la décomposition progressive de la matière organique contenue dans le compost, qui entraîne une libération lente et continue des éléments nutritifs, dont le potassium, assurant ainsi leur disponibilité pour les plantes sur de longues périodes tout en réduisant leurs pertes par lessivage ou évaporation. Par ailleurs, le compost améliore les propriétés physiques et chimiques du sol, notamment en augmentant la capacité d'échange cationique (CEC), ce qui favorise la rétention des ions positifs tels que le potassium et prévient leur perte rapide. De plus, le compost stimule l'activité des microorganismes du sol, lesquels jouent un rôle clé dans la dégradation de la matière organique et la libération des éléments nutritifs essentiels pour les plantes **Brady et weil**, (2016), une légère diminution du potassium peut survenir après une augmentation initiale, due à une absorption intensive par les plantes ou à des réactions chimiques qui fixent le potassium sous des formes non disponibles. Cet équilibre dynamique reflète les interactions entre le sol, les plantes et l'environnement **Marschner**, (2012), cela correspond aux résultats présentés dans le graphique, où nous avons observé, pour le compost solide à la deuxième dose, une légère diminution non significative par rapport au témoin,

L'expérimentation portant sur l'application du compost urbain solide et liquide à un sol cultivé en courgette a révélé des résultats notables, validés par l'analyse statistique. Globalement, l'utilisation du compost a exercé une influence significative, se traduisant par une amélioration de l'ensemble des paramètres évalués par rapport au témoin non traité. Il a été constaté que l'ajout de compost a eu un effet positif sur la croissance et la productivité des plantes dans les parcelles traitées, lesquelles ont surpassé celles cultivées dans un sol non amendé. Ces résultats sont en accord avec les études antérieures et corroborés par plusieurs travaux récents. **Jianzhong et al.**, (2023), les résultats ont montré que l'application du compost d'améliorer les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, ce qui s'est traduit par une croissance végétale accrue et une productivité supérieure, grâce à une meilleure aération du sol, une augmentation de sa teneur en matière organique et en éléments nutritifs, ainsi qu'une stimulation de l'activité microbienne dans la zone rhizosphérique (**Mohamed et al.**, 2024 ; **Tshala Upite et al.**, 2020).

Une variation nette a également été enregistrée par rapport au témoin au stade initial, où l'apport de compost liquide a montré une stabilité du nombre de tiges dans les doses traitées,

tandis qu'une augmentation significative de la longueur des tiges a été observée, atteignant respectivement (10 %, 15,71 % et 28,57 %) dans les traitements D1, D2 et D3, le niveau le plus élevé de longueur des tiges a été enregistré avec la dose D3, traitée avec un compost liquide dilué au tiers (1/3), par rapport au témoin.

Pour le compost solide, les résultats ont montré une légère diminution du nombre de tiges de 4,76 % pour les doses D10 et D20 par rapport au témoin, tandis que la dose D30 a enregistré une augmentation significative de (14,29 %) par rapport au témoin. Cette augmentation s'est accompagnée d'une augmentation de la longueur des tiges de (3,53 %, 21,18 % et 4,71 %) respectivement pour les traitements D10, D20 et D30, la valeur la plus élevée de longueur des tiges ayant été enregistrée avec la dose D20.

Au stade final, les doses traitées au compost solide ont entraîné une augmentation du nombre de tiges de (78 %, 4,35 % et 21,74 %) par rapport au témoin, accompagnée d'une hausse de la longueur des tiges de (4%,17 % et 6 %) respectivement pour les traitements D10, D20 et D30.

En revanche au stade final , les doses traitées au compost liquide ont montré une diminution du nombre de tiges par rapport au témoin, tandis qu'une augmentation significative de la longueur des tiges a été enregistrée, atteignant respectivement 7,79 %, 11,69 % et 16,88 % dans les traitements D1, D2 et D3, ces résultats concordent avec les observations de **Hegazy et al.,(2021) et Rekaby et al.,(2025)** qui ont indiqué que l'apport de compost organique a entraîné une augmentation significative de la longueur des tiges sans effet marqué sur leur nombre, ainsi qu'avec les conclusions de **El-Sayed et al., (2019)**, selon lesquelles l'accroissement de la longueur des tiges peut s'accompagner d'une stabilité ou d'une légère diminution du nombre de tiges, en raison d'une redistribution de la croissance entre les organes végétatifs et le compost contribue à équilibrer la nutrition des plantes en fournissant de l'azote et les éléments essentiels, et en stimulant la production d'auxines qui favorisent la croissance des organes végétatifs. Il améliore également l'environnement microbologique du

sol, ce qui active les micro-organismes responsables de la production d'hormones végétales naturelles, même en leur absence initiale dans le sol (**Abbey et al., 2024**).

De plus, les traitements appliqués avec du compost solide ont entraîné, au stade initial, une augmentation notable de la surface foliaire, atteignant respectivement (10,86 %, 21,41 % et 39,55 %) pour D10, D20 et D30, par rapport au témoin non traité. Au stade final, on a observé une diminution légère de 3,64% et 3,93% pour D10 et D20 par rapport au témoin, tandis que la dose D30 a enregistré une augmentation maximale de (32,85 %) par rapport au témoin. En ce qui concerne les traitements au compost liquide, ils ont montré, au stade initial, une augmentation de (10,71 %, 19,94 % et 29,52 %) respectivement pour D1, D2 et D3, la plus forte étant observée avec la dose D3. Au stade final, l'augmentation est restée présente, atteignant respectivement 6,23 %, 19,71 % et 14,17 % pour D1, D2 et D3, par rapport au témoin. C'est ce qu'ont confirmé les résultats de **Rekaby *et al.*, (2023)** ; **Yin *et al.*, (2025)**, Constat également observé dans notre propre expérimentation. L'application de compost à des doses variables entraîne une augmentation de la surface foliaire des plants de courgette (*Cucurbita pepo* L.). Cette augmentation est directement liée au niveau de la dose et à la teneur en matière organique. Les doses élevées (D3) ont permis d'obtenir la plus grande surface foliaire aussi bien aux stades précoces qu'aux stades finaux grâce à un apport équilibré en éléments nutritifs, à l'amélioration de la structure du sol et à une meilleure capacité de rétention en eau. En revanche, les doses intermédiaires (D1 et D2) ont montré une diminution relative aux stades finaux, n'améliorant la surface foliaire qu'aux stades précoces, en raison d'une consommation rapide des éléments nutritifs disponibles. L'efficacité du compost liquide dépend également de la méthode d'application (arrosage du sol ou pulvérisation foliaire), du type de compost utilisé et de la dose appliquée. Ainsi, des doses modérées permettent une absorption rapide des éléments nutritifs, tandis qu'un excès réduit l'efficacité, et que des doses faibles induisent un effet à court terme, comme cela a été observé pour les doses D10 et D20 au stade final avec le compost solide.

Concernant les fleurs femelles, les résultats montrent une différence notable entre le stade initial et le stade final.

Au stade final pour le compost solide, nous avons enregistré des pourcentages variables, du plus élevé au plus bas, soit (71,43 %) pour la dose D30, (57,14 %) pour la dose D20, comparés au témoin, tandis que la dose D10 a présenté une diminution de 14,29% par rapport au témoin. Au stade initial, une baisse du pourcentage de fleurs femelles a été observée pour les doses D10 et D20 estimée respectivement à 30 % et 10 % par rapport au témoin, alors qu'une augmentation significative de (30 %) a été notée pour la dose D30.

En ce qui concerne le compost liquide, au stade final, une augmentation de (10 %, 40 % et 110 %) a été relevée respectivement pour les doses D1, D2 et D3 comparées au témoin. La dose ayant produit et récolté le plus grand nombre de fleurs femelles est la dose D3, diluée à un ratio de 1:3 de compost liquide.

Au stade initial, les taux d'augmentation étaient de (57,74 % et 71,43 %) pour les doses D2 et D3 respectivement, comparés au témoin, tandis que la dose D1 est restée stable sans changement significatif c'est ce que confirment les études de **(Rekaby et al.,2023)**.

Les observations sur la culture, concernant les stades phénologiques de la plante cultivée durant la période allant de mars à mai, montrent que la meilleure production a été obtenue avec l'application de la dose de 30 kilogrammes de compost solide. En revanche, les rendements les plus faibles ont été enregistrés pour les doses D20, D10 ainsi que le témoin. Concernant le compost liquide, la meilleure production a été observée avec la dose D2 diluée à une proportion de 2/3, tandis que les autres doses ont donné des rendements relativement faibles.

L'amélioration du rendement lors de l'utilisation du compost, qu'il soit solide ou liquide, s'explique par les propriétés nutritionnelles et physiologiques que le compost apporte à la plante et au sol. Le compost est riche en matière organique et en éléments nutritifs essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium, qui améliorent la structure du sol et augmentent ainsi la productivité **Rekaby et al., (2023)**, Pour le compost solide, les études confirment que des doses élevées, comme 30 kilogrammes par unité de surface, fournissent une quantité suffisante de matière organique et de nutriments, ce qui conduit à une augmentation significative du rendement **Stevenson,(1994)**, comme observé dans notre expérience.

Quant au compost liquide Les études **Yin et al., (2025)**, ont montré que, il est considéré comme plus rapide dans la fourniture des éléments nutritifs en raison de sa méthode d'application, qui permet une absorption plus rapide des nutriments par l'arrosage ou la pulvérisation foliaire. Cela explique l'augmentation du rendement observée avec la dose D2 diluée à une proportion de 2/3, qui représente la dose optimale dans l'étude mentionnée.

CONCLUSION ET PRESPECTIVE

Conclusion

L'apport en amendements organiques est un facteur pour améliorer la fertilité des sols et augmenter la productivité des cultures. Les expériences ont montré que l'évolution cyclique du sol peut atteindre un état d'équilibre et de conformité naturelle en réduisant progressivement l'utilisation des engrais chimiques, tout en adoptant des alternatives organiques comme le compost pour améliorer la structure du sol et la disponibilité des nutriments d'une manière durable.

Les résultats de cette étude montrent que l'amendement des sols pauvres en éléments nutritifs par le compost urbain, qu'il soit solide ou liquide, constitue une alternative prometteuse pour améliorer la fertilité et la productivité.

- **Compost solide** : Les doses élevées (notamment D30) ont significativement augmenté taux de matière organique, amélioré les propriétés physico-chimiques du sol (structure, humidité, rétention en eau, disponibilité des nutriments), et favorisé la productivité ainsi que les caractéristiques morphologiques de la courgette (longueur des plants, surface foliaire, nombre de fleurs et de fruits, taille des fruits).
- **Compost liquide** : Les doses modérées (D2 avec dilution 2/3) ont amélioré la disponibilité des nutriments (N, P, K) et l'efficacité d'absorption par la plante, entraînant une meilleure croissance morphologique (précocité de floraison, augmentation du nombre de fruits) et un rendement élevé, sans impact chimique négatif sur le sol.

Le compost liquide est adapté pour des objectifs à court terme, permettant une amélioration rapide de la croissance et du rendement, tandis que le compost solide représente une solution à long terme pour restaurer la fertilité et les propriétés physico-chimiques du sol, tout en renforçant l'homogénéité et la durabilité des caractéristiques morphologiques et productives.

- ❖ **Compost liquide** : Il est préférable d'utiliser des doses modérées (par exemple D2) pour assurer un bon équilibre entre rendement et disponibilité des nutriments.

- ❖ L'application doit se faire via **fertigation** ou pulvérisation foliaire afin de garantir une distribution homogène et une absorption rapide des éléments nutritifs.
- ❖ **Compost solide** : Il est recommandé d'appliquer des doses élevées (D30) lors de la préparation du sol avant la plantation ou entre les saisons culturales.
- ❖ Bien l'incorporer dans le sol pour améliorer son efficacité et ses propriétés physiques (structure, humidité, rétention d'eau).
- ❖ **Surveillance** : Contrôler régulièrement le pH et la conductivité électrique (CE) pour éviter tout déséquilibre chimique dans le sol.

Références bibliographiques

- ❖ Abatizian, V., Lizot, J. F., Collin, F., & Brun, L. (2003). Produire des semences de courgette dans itinéraires agrobiologiques. IT, AB, et FNAMS 74, fiche technique, Rousseau, Paris, 1–4 p.
- ❖ Abbey, L., Asiedu, S. K., Chada, S., Ofoe, R., Amoako, P. O., Owusu-Nketia, S., Ajeethan, N., Kumar, A. P., & Nutsukpo, E. B. (2024). Photosynthetic activities, phytohormones, and secondary metabolites induction in plants by prevailing compost residue. *Metabolites*, 14(8), Article .<https://doi.org/10.3390/metabo14080>.
- ACI. (2024). Courgette. <https://www.aci-algerie.com/courgette/>
- ❖ Agro Line. (2014). Les pays émergents investissent la Méditerranée. Éditeur : Elias Cherif, n° 87, Algérie.
- ❖ ALEJANDRO, R. R. (2021). Geophysical methods for field-scale characterization of social structure (Thèse de doctorat). Université de Lausanne.
- ❖ Anonyme. (s.d.-a).Compostage. Urban Cuisine. <https://urbancuisine.io/blogs/le-mag/compostage>
- ❖ Anonyme. (s.d.-b). Healthy Farms Composting Animal Manures: A Guide to the Process. <https://wiki.tripleperformance.fr/wiki/Compostage>.
- ❖ Ayers, R. S., & Westcot, D. W. (1985). Water quality for agriculture (FAO Irrigation and Drainage Paper 29). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/4/t0234e/t0234e00>.
- ❖ Bachelart, J. (2021). Étude de l'étape de fermentation d'un procédé de Co-compostage de boues en STEU : diagnostic par mesures expérimentales et modélisation numérique (Thèse de doctorat). Université de Pau et des Pays de l'Adour, France.
- ❖ BAISE, D., & GIRARD, M. C. (Coord.). (2008). Référentiel pédologique. Association française pour l'étude du sol (AFES). Édition Quae.
 - Ben Ayed, L., Hassen, A., Jedidi, N., Saidi, N., Bouzaiane, O., & Murano, F. (2005). Caractérisation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques au cours d'un cycle de compostage d'ordures ménagères. Institut national de recherche

- scientifique et technique, Laboratoire eau et environnement, Hammam Lif (Tunisie).pp4.
- ❖ Ben Neriah, A., Assouline, S., Shavit, U., & Weisbrod, N. (2014). Impact des conditions ambiantes sur l'évaporation des milieux poreux. *Water Resources Research*, 50(8), 6696-6712. <https://doi.org/10.1002/2014WR015523>
 - ❖ Benlkasira, B. (2022). Anatomie des organes végétaux racine (Chapitre 3). Catalogue des cours en ligne UFCM1, Algérie.
 - ❖ Bensaci, E., Bakhti, F. Z., & Zougaghe, F. (2025). Impact des pesticides sur les propriétés physiques et chimiques des sols agricoles dans une région semi-aride d'Algérie (M'Sila). *Journal d'agriculture et de biologie appliquée*.
 - ❖ Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review *Bioresource Technology*, 100(22), 5444-5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008>
 - ❖ Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453
 - ❖ Bian, H., Li, C., Zhu, J., Xu, L., Li, M., Zheng, S., & He, N. (2022). Soil moisture affects the rapid response of microbes to the addition of labile organic carbon.
 - ❖ Bobine, C., Barbey, A., Marquet, S., & Trivier, V. (2012). Les sols. Guide pédagogique. Les journées de l'éducation relative à l'environnement. Altterre Bourgogne
 - ❖ Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). *The Nature and Properties of Soils* (15th Ed.). Pearson
 - ❖ Brown, S., Biswas, A., Caron, J., Dyck, M., & Bing, S. (2021). *La physique du sol. Introduction à la science du sol : De la théorie à la pratique en sol canadien*. Société canadienne de science du sol (SCSS).
 - ❖ Brunetti, M., Bensaci, E., & Benzerzour, M. (2019). The effects of urban waste compost on physical and chemical soil properties in Mostaganem region. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(2), 131–138. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0242>
 - ❖ Bünemann, E. K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R. E., De Deyn, G., de Géode, R., Fleskens, L., Geissen, V., Kuyper, T. W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van

- Groenigen, J. W., & Brussaard, L. (2018). Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105–125. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>
- ❖ CALVET, R. (2003). Le sol : Propriété et fonction. Tome 1 : Constitution et structure, phénomènes à l'interface. Éditions France Agricole. Institut Agronomique, Paris-Grignon.
 - ❖ Chauvet, J.-P. (2021). Compostage – Micro-organismes décomposeurs physiques. Jean-Paul Chauvet et Les Compagnons des Jardins. Devisscher, S. (1997). Propriétés et valorisation du compost. Mémoire D.E.S.S., Université de Picardie, 60 p.
 - ❖ Chen, J., Li, H., & Wang, Y. (2021). Effects of organic amendments on soil chemical properties and microbial community in a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 314, 107385.
 - ❖ Conseil des productions végétales du Québec. (1988). Méthodes d'analyse des sols, des fumiers, et des tissus végétaux. 104 p.
 - ❖ Cottes, J.-J.-G. (2019). Le couple Eh/pH du sol : Sa mesure, son impact sur la mobilité des nutriments et la croissance du tournesol (Thèse de doctorat). Université de Toulouse.
 - ❖ Cousin, I. (2017). Structuration du sol. In Les services écosystémiques rendus par les écosystèmes agricoles – Rapport scientifique EFESE (pp. 377–384). INRA.
 - ❖ Direction de l'Agriculture. (2017). Fiche technique sur les techniques de culture biologique de la courgette. Projet Intègre, Polynésie française.
 - ❖ Direction de l'Agriculture. (2018). Note technique sur la culture de la courgette en plein champ. Polynésie française.
 - ❖ Direction des services agricoles de mostaganem (Dsa), (2015), rapport statistique sur les principaux indicateurs en agriculture. Wilaya de mostaganem, DSA.
 - ❖ Eghball, B. (2000). Chemical composition of manure and compost from beef cattle feedlots. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 31(19–20), 2959–2978.
 - ❖ El Fels, L. (2023). Suivi physico-chimique, microbiologique et éco-toxicologique du compostage de boues de STEP mélangées à des déchets de palmier : validation de

- nouveaux indices de maturité (Thèse de doctorat). Institut National Polytechnique de Toulouse – INPT ; Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc.
- ❖ El Janati, M., Robin, P., Akkal-Corfini, N., Bouaziz, A., Sabri, A., Chikhaoui, M., Thomas, Z., & Oukarroum, A. (2022). Le compostage des résidus de palmiers dattiers favorise l'agriculture circulaire dans les oasis. *Conversion de la biomasse et bioraffinerie*, 13(16), 1–14.
 - ❖ *El Watan*, 2025. Lancement de la campagne de récolte des légumes sous serre à Mostaganem.
 - ❖ Elherradi, E., Soudi, B., & Elkacemi, K. (2003). Évaluation de la minéralisation de l'azote de deux sols amendés avec un compost d'ordures ménagères. *Étude et Gestion des Sols*, 10(3), 139–154
 - ❖ El-Sayed, S. F., Abd El-Razik, A. H., & Ali, M. M. (2019). Response of zucchini plants to organic amendments under field conditions. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 8(3), 998–100.
 - ❖ Erana, F. G., Tenkegna, T. A., & Asfaw, S. L. (2019). Effect of agro-industrial wastes compost on soil health and onion yields improvements: Study at field condition. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0286-2>
 - ❖ Esslimani, K. (2024). Étude de l'effet des conditions d'application de l'extraction sous pression réduite dans la zone non saturée du sol (Thèse de doctorat). École Centrale de Lyon. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-04696083>.
 - ❖ FAO. (2003). Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole – Chapitre 1. Techniques et processus de compostage. Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture <https://www.fao.org/4/y5104f/y5104f05.htm>
 - ❖ FAO. (2015). Insigne des sols. Série Yunga « Apprendre et agir ». Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.
 - ❖ Feller, C., Bleiholder, H., Buher, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meier, U., Stauss, R., Van den Boom, T., & Weber, E. (1995). Phänologische Entwicklungsstadien von Gemüsepflanzen: I. Fruchtgemüse. *Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst*, 47, 217–232.

- ❖ Ferrier, J.-D. (2005). Courgette: protection sanitaire. Chambre d'agriculture de l'Ain (CAA). 5 p.
- ❖ Fersi, M. A., & Hamdi, M. (2016). Gestion et valorisation des déchets verts en milieu urbain : cas de la ville de Tunis. *Revue des Sciences de l'Environnement*, 11(2), 123-135.
- ❖ FNAMS. (s.d.). Produire des semences de courgette dans un itinéraire agronomique (Cucurbita pepo L.). Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Maroc.
- ❖ Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). the state of the world's land and water resources for food and agriculture – Managing systems at risk. *FAO*. <http://www.fao.org/3/ca4954en/ca4954en.pdf>
- ❖ Formisano, L., Moreno, M. B., Ciriello, M., El-Nakheel, Ch., Corrado, G., Lucini, L., Colla, G., & Roupheal, Y. (2021). Trichoderma et le phosphite ont provoqué des signatures... [À compléter selon source].
- ❖ Gabra, O., Zanguina, A., Mella, T.-M., Kiari, A. S., & Saidou, M.-I. (2022). Étude de l'efficacité agronomique de composts de déchets de récolte sur deux cultures maraîchères : la tomate et la laitue. Université Abdou Moumoune, Faculté des Sciences et Techniques, Institut National de la Recherche Agronomique du Niger.
- ❖ Geisseler, D., Smith, R., Cahn, M., & Muramoto, J. (2021). Minéralisation de l'azote à partir d'engrais organiques et de composts : étude de la littérature et ajustement du modèle. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*.
- ❖ Géoconfluences. (2021). Agriculture. ENS de Lyon. <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/agri>
- ❖ GLOBE. (2003). Introduction - Sol. Programme GLOBE, p. 1.
- ❖ Gobat, J. M., Aragno, M., & Matthey, W. (2010). *Le sol vivant. Bases de pédologie, biologie des sols* (3e éd., revue et augmentée). Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- ❖ Gonin, A. (2022). Agricultures paysannes et agricultures productivistes : des mondes agricoles profondément inégaux. In É. Libourel & A. Gonin (Eds.), *Agriculture et changements globaux*. Atlande.

- ❖ Grubben, G. J. H., & Denton, O. A. (2004). Ressources végétales de l'Afrique tropicale (Vol. 2).
- ❖ Hawkins, E., Fulton, J., & Port, K. (2017). Utilisation de la conductivité électrique du sol (EC) pour délimiter la variation sur le terrain. *Agriculture et ressources naturelles*. <https://ohioline.osu.edu/>
- ❖ Hegazy, M. H., El-Shaikh, K. A., & Hassan, A. M. (2021). Effect of organic compost and biofertilizers on growth and yield of zucchini under sandy soil conditions. *Plant Archives*, 21(1), 148.
- ❖ Hellal, F. A. A., Nagumo, F., & Zewainy, R. M. (2013). Influence of phosphocompost application on phosphorus availability and uptake by maize grown in red soil of Ishigaki Island, Japan. *Sciences*, 4(2), 102–109.
- ❖ Hillel, D. (2003). Introduction to environmental soil physics. Academic Press, California.
- ❖ Hillel, D. (2004). Introduction to Environmental Soil Physics. Elsevier.
- ❖ Houot, S., Cambier, P., Deschamps, M., Benoit, P., Bodinau, Ch., Nicolardot, B., Morel, Ch., Linères, M., Bessonais, Y., Steinberg, Ch., et al. (2020). Compostage et valorisation par l'agriculture des déchets urbains. *Innovations Agronomiques*, 6 p.
- ❖ Irajli, F., Jiménez-Ballesta, R., Mongil-Manso, J., Pellejero, G., Miguélez, D., Najafi, P., & Trujillo González, J. M. (2025). The effects of compost application on soil properties: Agricultural and environmental benefits. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. <https://doi.org/10.57647/ijrowa-2025>.
- ❖ Jehan, M. S., Ujjaman, S., Rahman, M. S., Kamal, M. M., Islam, M. S., & Hasan, M. M. (2022). Propriétés physicochimiques et teneurs en nutriments du compost influencées par les déchets organiques et les méthodes de compostage. *Journal de la Société indienne des sciences du sol*, 70(1), 106–112
- ❖ Jianzhong, C., Qiao, Y., Jin, N., Gao, X., Liu, Y., Lyu, J., Zhang, G., Hu, L., & Yu, J. (2023). Yield and rhizosphere soil environment of greenhouse zucchini in response to different planting and breeding waste composts. *Microorganisms*, 11(4), 1026

- ❖ Jones, M. L., Thompson, S., & Wang, Y. (2016). Nutrient dynamics in compost-amended soils: Nitrogen, phosphorus, and potassium availability. *Agricultural Sciences*, 7(5), 361–374.
- ❖ Kebede, T., Diriba, D., & Boki, A. (2023). The effect of organic solid waste compost on soil properties, growth, and yield of Swiss chard crop (*Beta vulgaris* L.). *The Scientific World Journal*, 2023, Article ID 6175746.
- ❖ Khadim, N. (2022). *Dynamiques de la matière organique des sols de montagne : Analyse de chronoséquences et de climatoséquences* (Thèse de doctorat). Université Grenoble Alpes.
- ❖ Kumar, A., Alex, A., & Anuranjini, S. (2015). Biogas slurry: Source of nutrients for eco-friendly agriculture. *International Journal of Extension Research*, 2(1), 42–46. <http://www.journalijer.com>
- ❖ Kumar, M., Singh, P., & Singh, R. (2021). Impact of organic amendments on soil chemical properties and crop productivity: A review. *Soil & Tillage Research*, 212, 105112. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.10511>
- ❖ La Semence Bio. (2025). Courgette Black Beauty – Semences bio reproductible.
- ❖ Lacault, C. (2021). *Épidémiologie et étiologie de la nervation blanche de la courgette causée par des bactéries du complexe d'espèce Pseudomonas syringae* (Thèse de doctorat, sciences agricoles). Université d'Angers, France.
- ❖ Lacault, C. (2021). *Épidémiologie et étiologie de la nervation blanche de la courgette causée par des bactéries du complexe d'espèce Pseudomonas syringae* (Thèse de doctorat, sciences agricoles). Université d'Angers, France
- ❖ Lal, R. (2020). Soil health and carbon management: Key to climate change mitigation and food security. *Soil and Tillage Research*, 203, 104701.
- ❖ Leogrande, R., Vitti, C., Castellini, M., Garofalo, P., Samarelli, I., Lacolla, G., Montesano, F. F., Spagnuolo, M., Mastrangelo, M., & Stellacci, A. M. (2024). Residual effect of compost and biochar amendment on soil chemical, biological, and physical

- properties and durum wheat response. *Agronomy*, 14(4), 749.
<https://doi.org/10.3390/agronomy1404>
- ❖ Marschner, P. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants* (3^e éd.). Academic Press.
 - ❖ Mathieu, C. (2020). Le sol, l'épiderme vivant de notre planète. *Article.paris*, 15-28.
 - ❖ Maud. (2022). *Désherbage au potager : nos méthodes*. Techniques potager.
 - ❖ Maynard, D.-N., & Wenner, C.-T. (s.d.). *Cucurbitacées* (Vine Crops). Université de Floride, USA. 11 p.
 - ❖ Mazumder, P., Premier ministre, A., Jyoti, Khwairakpam, M., Mishra, U., & Kalamdhad, A. S. (2021). Amélioration des propriétés physico-chimiques du sol après l'application du compost : optimisation à l'aide de la méthodologie de surface de réponse comprenant la conception composite centrale. *Journal of Environmental Management*, 287, 112298.
 - ❖ Medjahed, H. (2021). Contribution à la caractérisation des déchets urbains solides issus des activités commerciales et de services, cas de la commune d'Annaba (Thèse de doctorat). Université Badji Mokhtar – Annaba, Algérie.
 - ❖ Meier, U. (2001). Stades phénologiques des mono- et dicotylédones cultivées. BBCH Monographie. Édition fédérale de recherches biologiques pour l'agriculture et la forêt, France. 167 p.
 - ❖ Métabolites secondaires distincts dans les plants de courgette. (s.d.). Article scientifique. Université de Naples Federico II & Université Cattolica, Italie
 - ❖ Michaud, L. (2013). *Le compost pourquoi ? Comment ?* Nouvelle édition. Édition Multi Mondes. 6 p.
 - ❖ Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. (2021). *Statistiques agricoles, superficies et productions* (Fiche technique). 87 p.
 - ❖ Misra, R. V., Roy, R. N., & Hiraoka, H. (2005). *Méthodes de compostage au niveau de l'exploitation agricole*. Documents sur le travail des terres et des eaux. FAO, Rome et Bangkok. 48 p
 - ❖ Mohamed, I., Farid, I. M., Siam, H. S., Abbas, M. H. H., Tolba, M., Mahmoud, S. A., Abbas, H. H., Abdelhafez, A. A., Elkelish, A., Scopa, A., Drosos, M., AbdelRahman, M. A. E., & Bassouny, M. A. (2024). A brief investigation on the prospective of co-composted biochar as a fertilizer for zucchini plants cultivated in arid sandy

- Environmental Science and Pollution Research. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-34779-9>.
- ❖ Mujdeci, M., Simsek, S., & Uygur, V. (2019). Effects of organic amendments on soil water retention characteristics under conventional tillage system. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(10), 6205–6211.
 - ❖ MUSY, A., & SOUTTER, M. (1991). *Physique du sol* (1ère éd.). Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
 - ❖ Nwite, J. N., & Okolo, C. C. (2021). Soil pH dynamics under organic amendments and implications for soil fertility management. *Journal of Soil Science and Environmental Management*, 12(4), 59–66.
 - ❖ Office national de statistique. (2021). N° 990 La production agricole
 - ❖ Ouled Belgacem, A., Dhehibi, B., Nejatian, A., Hilali, M. E.-D., Niane, A. A., & Ibrahim, A. O. (2020). Feasibility and technical study for establishing recycling date palm by-product unit (date palm waste) to produce organic fertilizers (compost) in the GCC countries. *International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA)*. <https://hdl.handle.net/20.500.11766/1240>.
 - ❖ Pacheco, A. B., Nascimento, J. G., & Mou, L. B. (2020). Méthodes non destructives et destructives pour déterminer la surface foliaire des courgettes. *Journal des études agricoles*, 8(3), 295. <https://doi.org/10.5296/jas.v8i3.16299>
 - ❖ Paradelo, R., Moldes, A., & Barral, M. T. (2019). Potential use of composts as soil amendments in acid soils: Effects on soil properties and plant growth. *Waste Management*, 84, 90–98.
 - ❖ Paradis, R. (2016). Distribution spatiale du carbone organique et de l'azote dans les sols en fonction des zones de récurrence d'inondation. *Université du Québec à Trois-Rivières*.
 - ❖ Passogonama, K. (2022). L'effet des différentes doses du biostimulant (H-N) sur la gestion des ravageurs de la variété Clarita F1 de la courgette (*Cucurbita pepo* L.) dans la commune de Pahre (Rapport de stage). École Nationale de Formation Association pour la Recherche Agricole de Matourkou, Burkina Faso.
 - ❖ Pétard, J. (1993). *Les méthodes d'analyses, tome 1 : analyses des sols*. Édition Nouméa ; Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, centre de Nouméa. Notes techniques : laboratoire commun d'analyses, 54 p.

- ❖ Pujol, A. (2023). Modélisation du procédé de compostage : Impact du phénomène de séchage (Thèse de doctorat). Institut National Polytechnique de Toulouse – INPT, Toulouse, France.
- ❖ Qadir, M., Quilléro, E., Nangia, V., Murtaza, G., Singh, M., Thomas, R.J., Drechsel, P., & Noble, A.D. (2014). Economics of salt-induced land degradation and restoration. *Natural Resources Forum*, 38(4), 282–295. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12054>
- ❖ Qamar, M., Hassan, M. U., Hussain, A., & Anwar, M. (2019). Effect of organic amendments on soil chemical properties and crop yield under maize-wheat cropping system. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 26(7), 1460–1466. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019>.
- ❖ Raymond, R. (2018). Agriculture et environnement : des ruptures industrielles vers une transition durable. [À compléter selon source]
- ❖ Raymond, R. (2018). Agriculture et environnement : des ruptures industrielles vers une redécouverte des agroécologies. In P. Arnould & L. Simon (Eds.), *Géographie des environnements (Coll. Major)*. Belin.
- ❖ Recous, S., Chabbi, A., Vertès, F., Thibeau, P., & Chenu, C. (2015). La fertilité des sols : quels sont ses déterminants ? Quelles approches et outils pour la qualifier ? Thèse de doctorat. Association Française pour la Production des Fourrages (AFPF), pp. 189–196.
- ❖ Rekaby, S. A., Ghoneim, A. M., Gebreel, M., Ali, W. M., Yousef, A. F., & Mahmoud, E. (2025). Impact of some organic fertilizers on nutrient uptake, zucchini (*Cucurbita pepo* L.) yield, and soil fertility properties. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 25(2), 1234-1248. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-0198>
- ❖ Rekaby, S. A., Ghoneim, A. M., Gebreel, M., Ali, W., & Yousef, A. F. (2023). Compost and vermicompost enhances the growth, uptake and quality of zucchini plants (*Cucurbita pepo* L.) grown on sandy soils (Version pré-publication). CoLab. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3188708/v1>.
- ❖ Rekaby, S. A., Ghoneim, A. M., Gebreel, M., Ali, W., Yousef, A. F., et al. (2024). Impact of some organic fertilizers on nutrients uptake, yield of Zucchini (*Cucurbita pepo* L.) and soil fertility properties. *Technology in Agronomy*, 4, e030. <https://doi.org/10.48130/tia-0024-0029>

- ❖ Rusli, L. S., Abdullah, R., Yaacob, J. S.A Osman, N. (2022). Organic amendments effects on nutrient uptake, secondary metabolites, and antioxidant properties of *Melastoma malabathricum* L. *Plants*, 11(2), and 153.
- ❖ Salehi, B., Sherif-Rad, J., Campagnolo, E., Adrar, A., Catalkaya, G., Shaheen, S. J. A. F., Giri, L., & Capsso, R. (2019). Plantes cucurbitacées : From farm to industry – Un accent clé sur son potentiel pharmacologique. Article scientifique, Comité de recherche des étudiants, École de médecine, Université des sciences médicales de Bam, Iran.
- ❖ Saoudi, K. H., & Boussalia, D. (2023). Contribution à l'étude du compostage aérobie des déchets ménagers pour la production d'un compost domestique (Mémoire de Master). Université Frère Mentouri, Constantine.
- ❖ Schaefer, H., & Renner, S. (2024). Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and new classification of the cucurbit family (Cucurbitaceae). Article Scientifique. University of Washington, Massachusetts, U.S.A.; University of Munich, Germany, 122–138 p.
- ❖ SDEC. (2023). Humidité du sol : les différentes techniques (Fiche technique). France.
- ❖ Selosse, M. A. (2021). Le sol, cet inconnu qu'on piétine... CNRSCE Journal, Paris.
- ❖ SEM Garden. (2023). Courgette petite grise d'Alger. SEM Garden. <https://sem-garden.com/nos-semences/semences-potageres/graines-courgettes/courgette-petite-grise-dalger>.
- ❖ Singh, R., Sharma, R. R., Kumar, S., Gupta, R. K., & Patil, R. T. (2021). Vermicompost: Its role in organic agriculture and environmental sustainability. *Agricultural Reviews*, 42(1), 1-12. <https://doi.org/10.18805/ag.R-210>
- ❖ Slimani, R. (2022). Valorisation par compostage des déchets organiques dans la wilaya de Tizi-Ouzou (Thèse de doctorat). Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- ❖ Smith, D. W., Simes, B. G., & O'Neill, D. H. (1998). Essai et évaluation des mécaniques et machines agricoles : Principes et applications. FAO, Rome.
- ❖ Smith, P., Soussana, J.-F., Angers, D., Schipper, L., Chenu, C., Rasse, D. P., Batjes, N. H., van Egmond, F., McNeill, S., Kuhnert, M., ... & al. (2019). How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Global Change Biology*, 26(1), 21 <https://doi.org/10.1111/gcb.14815>

- ❖ Solowiej, P., Prochaska, P., Wawrzyniak, A., Lapinski, K., Lewicki, A., & Dach, J. (2020). L'effet de l'élimination de la chaleur pendant la phase thermophile sur les aspects énergétiques du processus de compostage des biodéchets. Article scientifique. Université des Sciences de la Vie, Pologne.
- ❖ Stevenson, F. J. (1994). *Humus chemistry: Genesis, composition, reaction*, (2nd éd). pp. 45–110.
- ❖ TOURÉ, B. (2023). Caractérisation des propriétés physiques, chimiques et biologiques et évaluation des stocks de carbone organique dans les sols agricoles du département de Daloa (Centre-Ouest de la Côte d'Ivoire) (Thèse de doctorat). Université Félix Houphouët-Boigny. □ Alaoui, S. B. (2005). Référentiel pour la conduite technique de la courgette (*Cucurbita pepo* L.). [Livre]. \
- ❖ Tshala Upite, J., Kitabala Misonga, A., Kasongo Lenge Mukonzo, E., & Nyembo Kimuni. 2020. Effects of household composts on soil properties and vegetable crop productivity: Case of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(7), 3411–3428.
<https://doi.org/10.4314/ijbcs.v13i7.35>,
- ❖ Wang, H., Zheng, C., Ning, S., Cao, C., Li, K., Dang, H., Wu, Y., & Zhang, J. (2023). Impacts of long-term saline water irrigation on soil properties and crop yields under maize-wheat crop rotation. *Agricultural Water Management*, 286, 108383. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108383>
- ❖ Wang, X., Liu, Y., & Zhang, L. (2022). Impact of urban compost amendments on soil pH and nutrient availability in acidic soils. *Science of the Total Environment*, 806.
- ❖ Wang, Y., Xue, X., & Huang, C. H. (2019). Effects of saline water irrigation on soil properties in northwest China. *Environmental Earth Sciences*, 78(3), 85. <https://doi.org/10.1007/s12665-010-0738-5>
- ❖ Yin, J., Wang, J., Zhao, L., Cui, Z., Yao, S., Li, G., & Yuan, J. (2025). Compost tea: Preparation, utilization mechanisms, and agricultural applications potential – A comprehensive review. *Environmental Technology & Innovation*, 38, 104137. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2025.10413>.
- ❖ Yüksel, O., & Kavdır, Y. (2020). Effects of different compost applications on soil organic matter and some soil properties. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(3), 331–344.

- ❖ Yüksel, O., & Kavdır, Y. (s.d.). Improvement of soil quality parameters by municipal solid waste compost application in clay-loam soil. *Revue, Département de Science du Sol et Nutrition des Plantes, Faculté d'Agriculture, Université Tekirdağ Namık Kemal, Turquie & Université Çanakkale Onsekiz Mart, Turquie.*
- ❖ Zhang, H., Chen, H., & Li, X. (2018). Effects of compost application on soil nutrient status and crop yield in a wheat-maize rotation system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 266, 72–81. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.07.003>
- ❖ Zhang, L., Xu, Z., Wang, J., Wang, H., & Li, Q. (2017). Effects of biochar and compost on soil pH and nutrient availability in acidic soils. *Science of the Total Environment*, 581-582, 197–204.
- ❖ Zhang, Q., Zhou, G., & Sun, Y. (2021). Variation of soil pH with different compost types and rates in urban horticulture. *Journal of Environmental Management*, 289, 112525.
- ❖ Zhengtian, Y. (2022). Étude expérimentale de la fissuration hydrique d'un sol argileux (Thèse de doctorat). Université de Lorraine.