



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique



Université Constantine 1 Frères Mentouri
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة قسنطينة 1 الإخوة منتوري
كلية علوم الطبيعة والحياة

Département : Écologie et Environnement

قسم : علم البيئة و المحيط

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Écologie et Environnement

Spécialité : Écologie fondamentale et appliqué

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

Utilisation des déchets agroalimentaires (coquilles d'œufs et son de blé) comme biofertilisants

Présenté par : Douadi Ibtissem
Saadaoui Dhikra

Le : 12/06/2024

Jury d'évaluation :

Président : Sahli Leila (Professeur - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Touati Laid (Professeur - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Examinatrice : Boughaba Rokia (MAB - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Année universitaire

2023 - 2024

Remerciements

Remerciements

Nous remercions Dieu tout-puissant de nous avoir donné la force, le courage, la santé et la patience pour accomplir ce modeste travail. Louange à Dieu.

Tout d'abord, nous remercions Monsieur Touati Laid d'avoir fait l'honneur de nous encadrer, et pour tout le temps qu'il nous a consacré malgré ses nombreuses occupations. Merci pour votre patience, votre sympathie et la confiance durant le déroulement de ce travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions. Nos remerciements les plus vifs au Dr. Sahli Leila pour avoir accepté de présider le jury, et nous tenons à exprimer nos remerciements à Mme. Boughaba Roukia d'avoir accepté de juger et examiner ce travail.

Nos remerciements s'adressent surtout à Monsieur Boulacel Mouad pour sa gentillesse, sa sympathie, son aide et son soutien dans le déroulement de ce travail.

Nous tenons également à exprimer notre gratitude envers Mme Hadji Toka et Mme Rassoul Sabrina pour leur amabilité, leur sympathie et leur contribution précieuse tout au long de ce travail.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire de fin d'étude, nous exprimons notre sincère reconnaissance.

Dédicaces

Dédicaces

À mes parents, ce mémoire est le fruit de votre amour, de votre soutien inébranlable et de vos innombrables sacrifices. Votre foi en mon potentiel m'a donné la force de persévérer et d'atteindre mes objectifs. Papa, ton dévouement, tes conseils avisés et ton exemple de persévérance ont été mes guides tout au long de ce parcours. Maman, ta sagesse, ta patience et tes encouragements constants ont été une source de réconfort et de motivation inestimables. À vous deux, je vous exprime ma plus profonde gratitude et mon amour éternel.

Mes chères sœurs Bouthaina, Alaa et Chahd, vous avez été mes confidentes, mes soutiens indéfectibles et mes meilleures amies tout au long de cette aventure. Votre compréhension, votre patience et votre affection, vos encouragements et votre croyance en moi ont été des moteurs essentiels pour atteindre ce but. Merci pour votre présence constante et pour avoir toujours été là pour moi.

À ma grande famille, avec toute ma gratitude et mon amour. Merci pour votre soutien inconditionnel et vos encouragements constants, tout au long de ce voyage.

À mes chères amies et sœurs, Merieme et Takwa, ainsi qu'à mon binôme devenue comme une sœur pour moi, Ibtissem, merci pour votre présence dans ma vie.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à chacun d'entre vous pour votre rôle crucial dans la réalisation de ce mémoire. Sans votre soutien, votre amour et votre encouragement, je n'aurais pas pu arriver aussi loin. Ce travail est autant le vôtre que le mien.

Saadaoui Dhikra

Dédicaces

Le parcours d'obtention du diplôme n'a pas été facile, il a été semé de défis et de difficultés.

Mais grâce à mon père qui m'a encouragé, soutenu et cru en moi pour achever mon travail, et qui est la raison de la réussite de ce travail, mon cher père Hachemi, l'homme qui a éclairé mon chemin par ses conseils, Que Dieu vous accorde santé et longue vie.

À la femme qui m'a soutenu et me soutiendra toujours à tout moment, ma chère mère Faiza.

À ceux qui m'ont soutenu, mon cher frère Hamza, à mes chères sœurs, Roumeissa et

Nourhène. À notre princesse Ibtihal Hibat Al-Rahman. Je n'oublierai jamais ma chère amie et sœur Dhikra.

Douadi Ibtissem

Table des matières

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des figures

Liste d'abréviations

Introduction 1

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1 Déchets 4

1.1.1 Définition des déchets 4

1.1.2 Classification des déchets..... 4

1.1.3 Gestion des déchets 5

1.1.4 Valorisation des déchets..... 6

1.2 Le biofertilisant 6

1.3 Les déchets des coquilles d'œufs 7

1.3.1 Les coquilles d'œufs..... 8

1.3.1.1 Définition, structure, composition et valeur nutritionnelle des œufs 8

1.3.1.2 Définition des coquilles..... 9

1.3.1.3 Composition de la coquille..... 9

1.4 Le son de blé 9

1.4.1 Définition de son de blé 9

1.4.2 La composition chimique du son de blé..... 10

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude 12

2.1.1 Situation géographique de la région de Constantine 12

2.1.2 Climat 12

2.1.3 Occupation des sols 13

2.1.4 Hydrographie..... 13

2.2 Matériel et méthodes 13

2.3 Matériel végétal utilisé 14

2.4 Préparations de la poudre des coquilles d'œufs 14

2.5 Préparation des différents traitements 15

2.6 Plantation et arrosage 16

2.7 Paramètres physico-chimiques de sol 16

2.7.1 Mesure du Potentiel Hydrogène (pH) du sol..... 16

2.7.2 Mesure de conductivité du sol..... 17

2.8 Paramètres morphologiques 18

2.8.1 Taux de germination.....	18
2.8.2 La longueur des tiges.....	18
2.8.3 Nombre des feuilles.....	18
2.9 Paramètres physiologiques.....	18
2.9.1 Teneur en proline	18
2.9.2 Teneur en sucres solubles.....	19
2.9.3 Teneur de chlorophylle.....	20

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

3.1 Paramètres physico-chimiques de sol	23
3.1.1 Mesure du Potentiel Hydrogène (pH) du sol.....	23
3.1.2 Mesure de conductivité du sol.....	24
3.2 Paramètres morphologiques	25
3.2.1 Taux de germination.....	25
3.2.2 La longueur des tiges.....	26
3.2.3 Nombre des feuilles.....	27
3.3 Paramètres physiologiques.....	29
3.3.1 Teneur en proline	29
3.3.2 Teneur en sucres solubles.....	30
3.3.3 Teneur de chlorophylle.....	31
Conclusion.....	34
Références bibliographiques	40

Résumé

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Déchets des coquilles d'œufs	07
02	Les différentes parties d'un œuf et leurs composants majoritaires	08
03	Situation géographique de la wilaya de Constantine	12
04	Température et précipitation annuelle de Constantine	13
05	Les graines de tomate Heinz 1350	14
06	Préparations de la poudre des coquilles d'œufs	15
07	Préparations de sol	15
08	Mesure de PH du sol	17
09	Mesure de conductivité du sol	18
10	Dosage de proline	19
11	Dosage de sucre soluble	20
12	Dosage de la chlorophylle	21
13	Variation de Potentiel Hydrogène (pH) des différents sols	23
14	Variation de conductivité des différents sols	24
15	Variation de taux de germination de pois chiche et tomate pour les différents sols	25
16	Variation de longueur des tiges de pois chiche et tomate pour les différents sols.	26
17	Variation de nombre des feuilles de pois chiche et tomate pour les différents sols	27
18	Variation de teneur en proline de pois chiche et tomate pour les différents sols	29
19	Variation de teneur en sucre de pois chiche et tomate pour les différents sols	30
20	Variation de chlorophylle de pois chiche et tomate pour les différents sols	31

Liste d'abréviations

DSD : Déchets Spéciaux Dangereux

PCB : polychlorobiphényles

DASRI : Déchets d'Activités de Soins à Risques Infectieux

DS : Déchets Spéciaux

CEE : Centre for Environmental Education

CaCO : Carbonate de Calcium

CaOH : Calcium Hydroxide

ST : Sol témoin

SC : Sol + coquilles d'œufs

SCSB : Sol + coquilles d'œufs + son de blé

SCS : Sol + coquilles d'œufs solide

SCSbS : Sol + coquilles d'œufs + son de blé solide

SCL : Sol + coquilles d'œufs liquide

SCSbL : Sol + coquille d'œufs + son de blé liquide

MF : Matière Fraiche

Introduction

Introduction

Introduction

L'agriculture en Algérie constitue un secteur économique crucial, couvrant une vaste étendue du territoire national et présente dans plus de 90 % des 1541 municipalités répertoriées. Ce secteur joue un rôle important dans l'économie du pays. Les céréales sont parmi les cultures les plus importantes en Algérie, avec une production dépassant les 05 millions de tonnes. Les légumes viennent ensuite, parmi lesquels les tomates occupent une superficie de plus de 23 977 hectares, avec une production estimée à 1 286 286 tonnes en 2017. De plus, les pois chiches sont également cultivés sur une superficie d'environ 40 000 hectares, reflétant ainsi la diversité des cultures agricoles et leur importance dans la satisfaction des besoins du marché intérieur ainsi que dans le soutien de l'économie nationale (**Fadhéla, 2021**).

Les serres géantes ou serres canariennes sont de plus en plus utilisées par les agriculteurs, ce qui permet d'augmenter considérablement les productions agricoles. Selon un utilisateur de ce type de serre, elles permettent non seulement d'améliorer nettement la production, mais aussi de la doubler. Par exemple, au lieu des 800 quintaux à l'hectare, une production de 1500 quintaux est obtenue sur la même superficie [21].

L'utilisation des engrais chimiques dans l'agriculture moderne est devenue une préoccupation majeure en raison de leur impact potentiel sur l'environnement. Bien que ces engrais soient largement employés pour accroître la productivité des cultures en fournissant des éléments nutritifs essentiels tels que l'azote, le phosphore et le potassium, leur utilisation intensive entraîne également des effets négatifs sur les écosystèmes naturels (**Bezziche, 2023**).

Les déchets générés par les industries agroalimentaires sont en constante augmentation, exacerbée par la diversité des produits alimentaires offerts aux consommateurs. Représentant une menace pour l'environnement, leur gestion devient un enjeu crucial, tant sur le plan environnemental qu'économique (**Fritah, 2015**).

Ces déchets présentent un intérêt potentiel en raison de leur composition variée. Parmi eux, on trouve les coquilles d'œufs, le son de blé et les peaux de banane, qui sont une source de molécules chimiques complexes exploitables par l'Homme. Les nombreux effets bénéfiques de ces composés issus de sources naturelles en font des composts naturels précieux (**Fritah, 2015**).

Le compostage est une méthode de valorisation biologique des sous-produits qui produit du compost, une matière organique utilisée pour régénérer les sols. L'utilisation de compost

Introduction

comme amendement et fertilisant organique améliore la qualité des sols, contribue à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et offre une alternative au traitement des bio déchets. En agriculture, l'emploi du compost aide à protéger les sols en réduisant l'utilisation d'engrais chimiques (**Beldi, 2018**).

Cette présente étude a pour but de valoriser les déchets agro-alimentaires, en utilisant les coquilles d'œufs et le son de blé comme biofertilisants pour une agriculture verte et durable. Ce manuscrit est structuré de la façon suivante :

En premier lieu, on commence par une introduction. Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur les déchets agroalimentaires. Ensuite, le deuxième chapitre est réservé pour matériel et méthodes utilisées pour la réalisation de cette présente étude.

Cependant, un troisième chapitre, présente les résultats et les discussions qu'ils peuvent susciter Enfin, cette étude se termine par une conclusion générale.

Synthèse
Bibliographique

Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1 Déchets

1.1.1 Définition des déchets

L'étymologie du mot "déchet" En fait, le terme vient du latin "cadere" qui signifie "tomber". Exprime l'éloignement et la séparation, ce qui reflète bien l'idée que les déchets sont des objets que l'on abandonne ou dont on se sépare. Au fil du temps, avec l'évolution de la technologie et l'augmentation de la population, les déchets sont devenus plus visibles et envahissants. C'est leur concentration et le manque de prise en compte qui posent problème pour les populations humaines (**Tristan, 2018**).

Un déchet est défini comme tout résidu d'un processus de production, de transformation, ou d'utilisation, toute substance, matériau produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon et qui est de nature à produire des effets nocifs sur le sol, la flore et la faune, à dégrader les sites ou les paysages, à polluer l'air ou les eaux, à engendrer des bruits ou des odeurs. D'une façon générale, à porter atteinte à la santé de l'homme et à l'environnement (**Byckahouad, 2022**).

1.1.2 Classification des déchets

Les déchets peuvent être classés selon plusieurs critères, tels que leur origine (urbains, de soins, agricoles, ultimes), leur nature physique (solides, liquides, gazeux, boues), leur nature chimique (organiques, minéraux, métalliques, acides, basiques, polymériques, sels résiduels), et leur potentiel polluant et toxicité (dangereux, non dangereux, inertes).

Selon la loi 01-19, les déchets sont classés en 3 types :

-Déchets ménagers et assimilés.

-Déchets inertes.

-Déchets spéciaux il existe des déchets spéciaux dangereux [1].

- Les déchets ménagers et assimilés

Les déchets ménagers et similaires incluent tous les déchets qui proviennent des maisons ainsi que ceux qui proviennent des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres, et qui sont similaires aux déchets ménagers par leur nature et leur composition [2].

- **Déchets inertes**

Les déchets inertes sont une sous-catégorie de déchets non dangereux. Ils ne se décomposent pas et ne présentent pas de risques pour la santé ou l'environnement. Ils sont principalement composés de matériaux minéraux tels que le béton, la brique, la pierre, la terre, le verre, les métaux non dangereux, les céramiques, etc. Ces matériaux sont considérés comme inertes car ils ne contiennent pas de substances toxiques en quantités significatives. Cependant, ils peuvent contenir des traces de substances nocives, comme des métaux lourds, qui doivent être gérées correctement pour éviter toute contamination de l'environnement [3].

- **Déchets spéciaux dangereux (DSD)**

Selon l'article 03 de la loi 01-19 du 12 décembre 2001 :

Tous les déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement, par exemple : Produit chimique boues, déchets de colle et mastic contenant des solvants organiques aux autres, transformation PCB mis en rebut (polychlorobiphényles), les DASRI (Boutemak, 2020).

- **Déchets spéciaux (DS)**

Les déchets spéciaux sont des déchets qui nécessitent des mesures particulières de conditionnement et de collecte en raison de leur composition, de leurs propriétés physicochimiques ou biologiques, ou du danger résultant d'une élimination inappropriée. Exemple : peintures, produit de nettoyage, détachant, nettoyeurs, graisses, médicaments (Boutemak, 2020).

1.1.3 Gestion des déchets

La gestion des déchets comprend la collecte, le transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination des déchets produits par l'activité humaine. Le but est de réduire leur impact sur la santé humaine, l'environnement et l'esthétique locale. Cela concerne tous les types de déchets, qu'ils soient solides, liquides ou gazeux, et chaque type a son propre processus de traitement spécifique. De plus, des mesures peuvent être prises pour réduire la production de déchets et promouvoir le recyclage et la réutilisation des matériaux convertibles (Laabidi, 2022).

1.1.4 Valorisation des déchets

○ Définition de la valorisation

Valoriser, c'est donner de la valeur à quelque chose. Valoriser un déchet recoupe toute action qui permet d'en tirer de l'énergie, de trouver un nouvel usage à la matière qui le compose, de tirer une matière première secondaire utile à la fabrication du même bien et de trouver un nouvel usage ou qui permet à un déchet de redevenir utile pour d'autres.

D'après la directive européenne 75/442/CEE du conseil du 15 juillet 1997 la caractéristique essentielle de l'opération de valorisation consiste à faire remplir aux déchets une fonction utile. Ils se substituent pour cela à l'usage d'autres matériaux qui auraient dû être utilisés pour remplir cette fonction, afin de préserver les ressources naturelles. La valorisation se décline en : valorisation de la matière qui permet de réutiliser les éléments constitutifs du déchet en les intégrant dans le circuit économique ; valorisation biologique permettant la production d'engrais et de compost et valorisation énergétique (**Brik et Guerriche, 2021**).

○ La valorisation des déchets

Est une attitude positive plus économe, plus responsable qui œuvre dans le but de la protection de l'environnement et la santé de l'homme. De nos jours les déchets constituent un produit qu'il faut exploiter au mieux afin d'entirer meilleur profit. La valorisation est non seulement utile, mais aussi souhaitable. Toute l'activité humaine consiste à créer des richesses en partant d'un produit pour en fabriquer un autre, en transformant les choses pour en créer de nouvelles. Le déchet peut être ce produit qu'il faut savoir utiliser et transformer pour en faire un matériau utile, une véritable matière première ou secondaire (**Brik et Guerriche, 2021**).

1.2 Le biofertilisant

Les biofertilisants sont des produits composés de micro-organismes vivants qui favorisent la croissance des plantes grâce à leurs propriétés. Ils aident les végétaux en agissant de plusieurs manières sur les nutriments du sol et de l'atmosphère :

- Amélioration de l'absorption des nutriments : les micro-organismes transforment les éléments nutritifs immobilisés en formes facilement assimilables par les plantes.
- stimulation de la fixation de l'azote : certains micro-organismes capturent l'azote atmosphérique et le rendent utilisable pour les plantes.
- favorisation du développement racinaire : les micro-organismes contribuent à la croissance de

racines plus saines et plus vigoureuses, permettant aux plantes d'absorber davantage d'eau et de nutriments.

- production de substances stimulantes : certains micro-organismes produisent des substances qui favorisent la croissance et le développement des plantes.
- amélioration de la fertilité du sol : les micro-organismes améliorent la structure du sol et augmentent sa teneur en matière organique [4].

1.3 Les déchets des coquilles d'œufs

Les coquilles d'œufs (**figure 1**) sont souvent récupérées des déchets de restauration et de transformation alimentaire. Elles sont peu coûteuses et abondantes, et présentent des caractéristique intéressantes pour de nombreuses applications potentielles ; La coquille d'œuf est constituée à 95.1% d'éléments minéraux, notamment de carbonate de calcium sous forme de calcite cristallisée, mais aussi 3.3% de protéines qui constituent la trame initiale de la coquille et de 1.6 % d'eau étant formée principalement de carbonate de calcium (CaCO_3), la coquille d'œuf est largement utilisée comme aliment pour animaux, comme substitut de chaux ($\text{Ca}(\text{OH})$) ou comme engrais (**Byckahouad, 2022**).



Figure 01 : Déchets des coquilles d'œufs (photo prise par Douadi le 04.03.2024).

1.3.1 Les coquilles d'œufs

1.3.1.1 Définition, structure, composition et valeur nutritionnelle des œufs

Un œuf est le produit de la ponte d'un oiseau femelle. Il contient un germe entouré de substance de réserve et protégé par une coquille calcaire poreuse pour permettre les échanges. La forme est généralement ellipsoïdale avec un gros bout et un bout pointu. Le poids moyen d'un œuf de poule est de 53 à 63 grammes. Les parties comestibles de l'œuf représentent 90% de son poids et renferment 77% d'eau. En moyenne, la coquille représente 10% de l'œuf, le blanc ou albumen 65%, le jaune ou vitellus 25%.

Les œufs des différentes espèces animales qui les produisent, les volatiles surtout, ont une composition caractéristique et peu variable, il y a trois principaux constituants (**figure 2**) :

- Un constituant minéral externe, la coquille.
- et deux constituants organiques internes ; le blanc et le jaune [5].

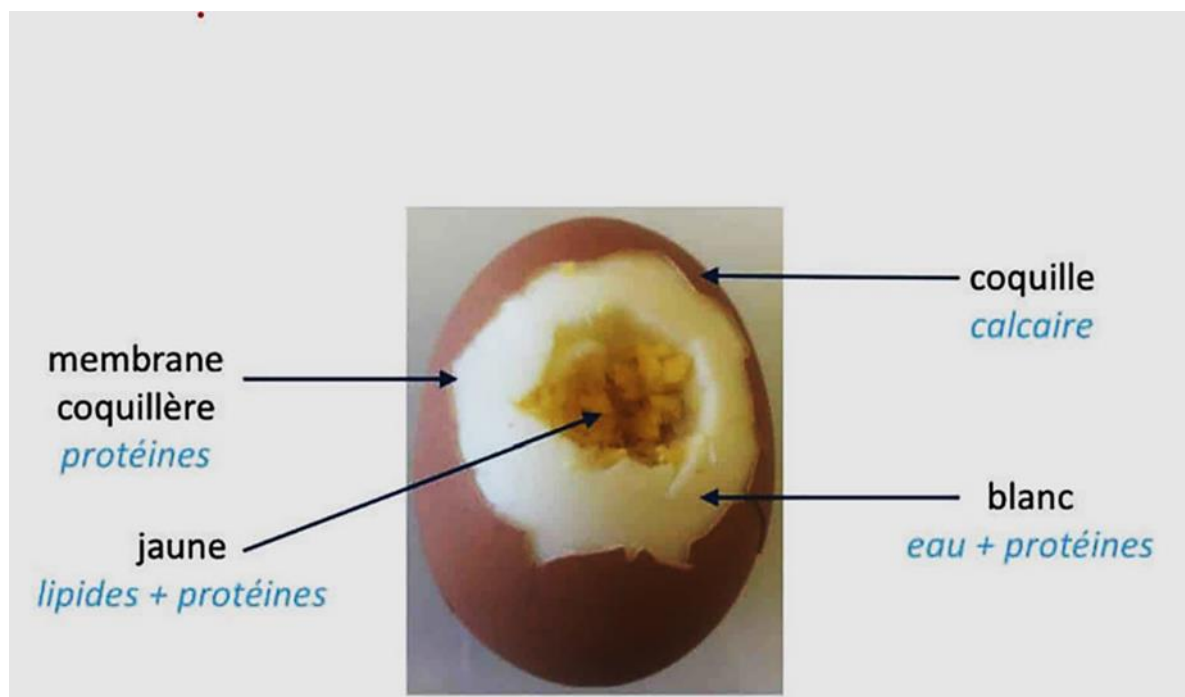


Figure 02 : Les différentes parties d'un œuf et leurs composants majoritaires (Clède, 2022).

1.3.1.2 Définition des coquilles

La coquille constitue une barrière physique empêchant toute pénétration microbienne. Elle contrôle les échanges gazeux avec l'environnement, garantissant ainsi le développement normal du futur poussin. De plus, elle préserve les qualités internes de l'œuf de consommation pendant le stockage.

Qu'elle soit blanche, tachetée ou uniformément pigmentée, la coquille est principalement composée de minéraux. Ce n'est pas un simple revêtement, mais un dépôt de sels minéraux intégré dans une structure de fibres protéiques [5].

- **L'origine de la coquille**

La coquille se forme à partir du calcium sanguin, transféré par le sang à l'organe reproducteur de la poule et déposé sur la membrane coquillière de l'œuf [5].

- **Les membranes coquillères**

Il y a deux membranes coquillères : une membrane interne qui enveloppe l'albumen et une membrane externe qui tapisse la paroi interne de la coquille et adhère à la couche mamellaire au pôle. La plus grande des deux membranes se sépare pour former la chambre à air.

À la ponte, l'œuf est plein, et c'est uniquement en refroidissant que la chambre à air se forme par l'évaporation de l'eau contenue dans le blanc, ce qui entraîne la séparation des deux membranes [5].

1.3.1.3 Composition de la coquille

La coquille contient 1,6 % d'eau et 3,3 % de protéines qui forment sa structure. La partie minérale, représentant 95,6 %, est majoritairement composée de carbonate de calcium (93,6 %) sous forme de calcite. Elle contient également du carbonate de magnésium et du phosphate tricalcique, chacun à environ 0,8 %. En termes de composition globale, le calcium constitue 37,3 % du poids total de la coquille (2,3 grammes pour une coquille de 6 grammes), le carbonate représente 58 %, et le magnésium et le phosphore chacun 0,35 % [5].

1.4 Le son de blé

1.4.1 Définition de son de blé

Le son de blé est en effet un coproduit d'intérêt pour les bioraffineries. Il provient des procédés de meuneries et de bioraffineries et correspond aux enveloppes végétales qui entourent et

protègent le grain de blé. Actuellement, il est principalement utilisé en alimentation animale, mais il a un potentiel sous-exploité pour la production de molécules à haute valeur ajoutée [6].

1.4.2 La composition chimique du son de blé

Les fibres cellulosiques présentes dans le son de blé sont bénéfiques pour augmenter ses apports quotidiens en fibres et favoriser le transit intestinal dans le cadre d'un régime équilibré. Le blé est principalement constitué d'une écorce formée par une superposition de couches ligneuses. Cette écorce est responsable du son. Le son est l'un des éléments les plus abondants du blé. Il renferme de nombreux nutriments : phosphore, manganèse, magnésium, zinc, sélénium, cuivre entre autres. Il est richement enrichi en vitamines B1, B3, B6, E [7].

Matériel et méthodes

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

2.1 Présentation de la zone d'étude

2.1.1 Situation géographique de la région de Constantine

La ville de Constantine se trouve à 36° 22' de latitude Nord et 6° 37' de longitude Est par rapport au méridien de Greenwich. Elle est située à 431 km à l'est d'Alger, à 86 km de Skikda et à 159 km d'Annaba. Elle est bordée au nord par la wilaya de Skikda, à l'est par la wilaya de Guelma, à l'ouest par la wilaya de Mila et au sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi (figure 03) avec une superficie de 2 287,77 km², elle représente 0,09 % de la superficie totale du pays (DPAT, 2002).

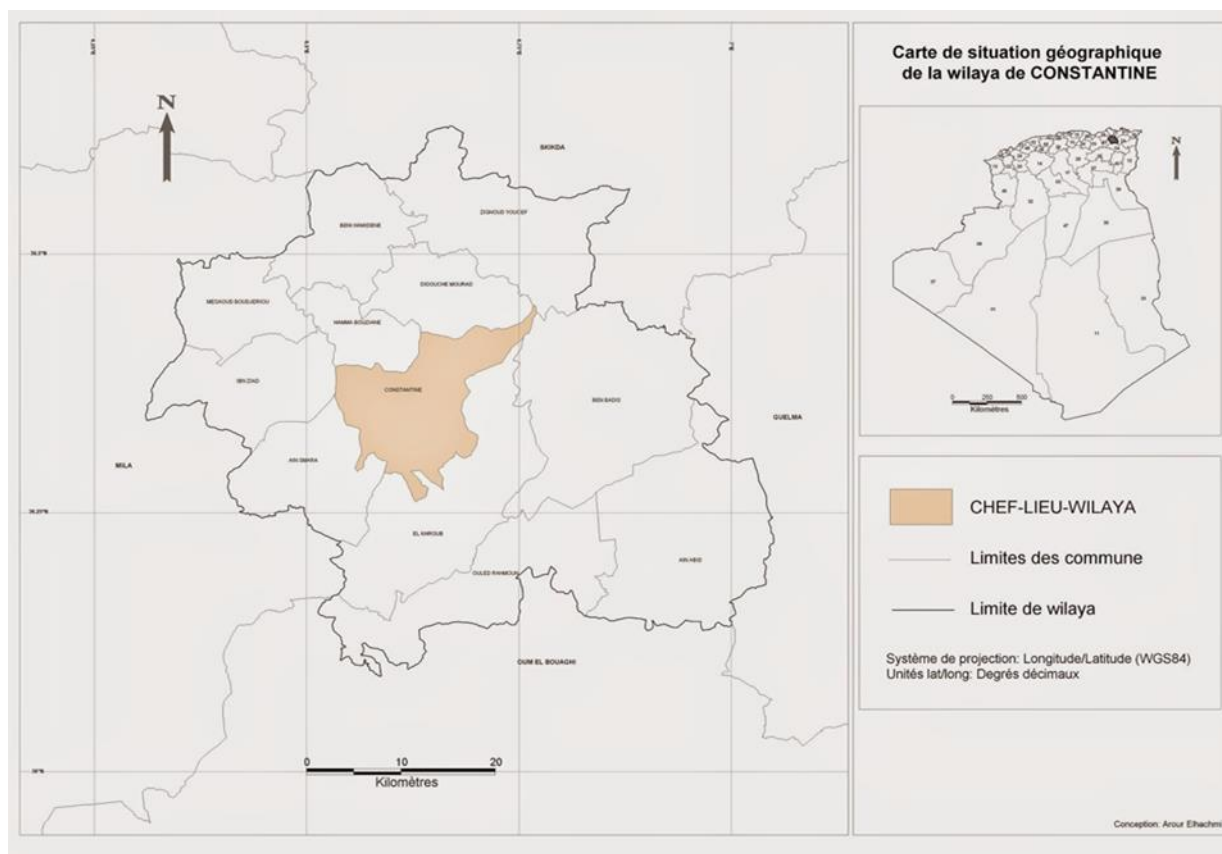


Figure 03 : Situation géographique de la wilaya de Constantine [8].

2.1.2 Climat

Le climat est méditerranéen avec des étés très chauds et des hivers exposés aux vagues de froid et aux chutes de neige (**figure 04**). Les températures peuvent atteindre (-10 C°) en hiver et dépasser (40C°) en été. Les précipitations annuelles à Constantine sont d'environ 485mm, avec un pic de 60mm en janvier et décembre [9].

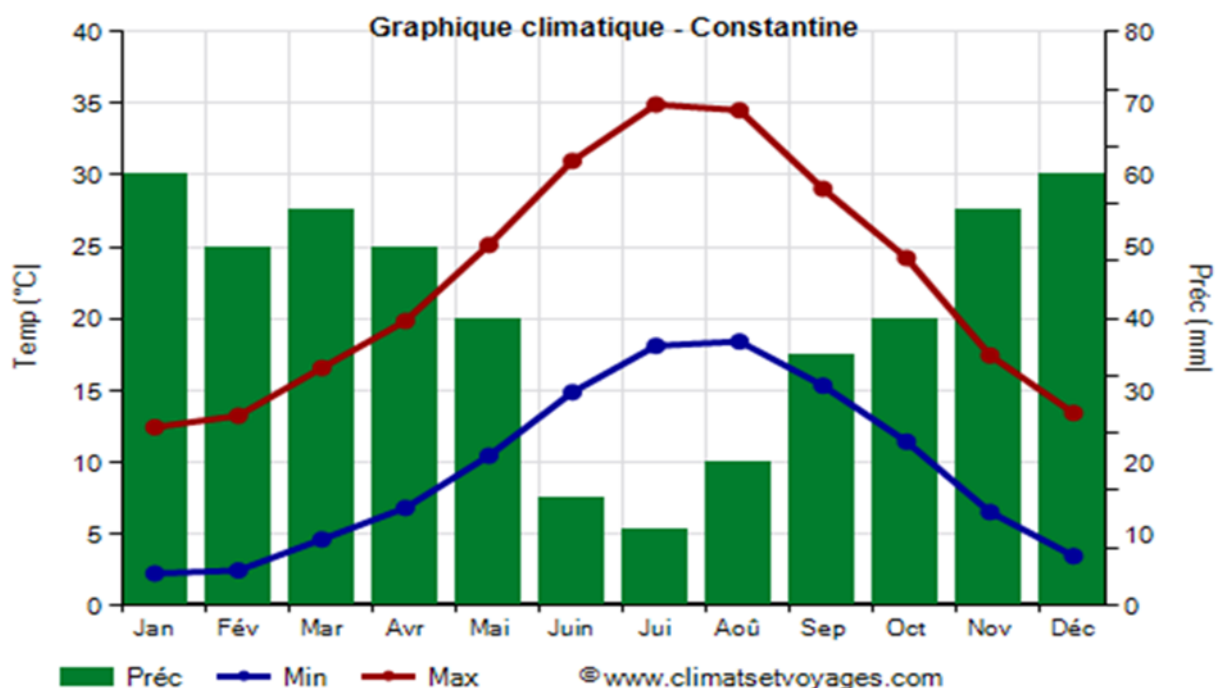


Figure 04 : Température et précipitations annuelles de Constantine (1991/2020) [9].

2.1.3 Occupation des sols

Constantine est une région qui se distingue par la présence de nombreuses terres agricoles occupe une grande partie, se représentant 79.56 % de la totale de Wilaya. Les terres comprennent des terres argileuses riches en ressources agricoles (Aoulmi et Boukerzaza, 2021). La wilaya de Constantine compte une superficie agricole totale d'environ 175 939 hectares, dont environ 126 747 hectares sont exploitables dans ses douze communes. Pour garantir le succès de la saison agricole en cours, des moyens matériels tels que des tracteurs et des équipements d'irrigation ont été mobilisés pour les céréalicultures [10].

2.1.4 Hydrographie

Les principaux cours d'eau de la région s'écoulent d'ouest en est et comprennent l'Oued El Mellah, le Rhumel et le Boumezoug. Parmi eux, le Rhumel et le Boumezoug sont les plus significatifs. Leur confluence se situe à l'entrée sud de la zone urbaine historique (Almi et Zeghebib, 2018).

2.2 Matériel et méthodes

Cette étude est menée entre le 04 mars et le 14 mai 2024, afin d'évaluer l'efficacité de l'utilisation de compost d'œufs et de son de blé comme pour la croissance des plantes de tomates

et de pois chiches, réalisée au Laboratoire de Valorisation et de Développement des Ressources Phylogénétiques de l'Université Frères Mentouri Constantine.

2.3 Matériel végétal utilisé

- **La tomate Heinz 1350**

La variété Heinz 1350 (**figure 05**) présente une grande uniformité, une grande vitalité, une résistance naturelle aux maladies et un rendement amélioré. Elle a été découverte en 1963 par l'américain Henry John Heinz. Les graines sont semées entre février et avril et récoltées de fin juillet à fin septembre. Cette espèce mesure en moyenne entre 80 et 120 cm de hauteur. Elle donne naissance à des fruits ronds, lisses, rouges, qui ne craquent pas [20].



Figure 05 : Les graines de tomate Heinz 1350 (photos présent par Saadaoui le 20.03.2024).

- **Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.)**

(*Cicer arietinum* L.) est une espèce de plantes de la famille des Fabacées. On le cultive en Méditerranée et il est réputé pour sa grande quantité de glucides assimilables et son taux élevé de protéines végétales. Il s'agit d'une graine moyenne, ronde, avec une pointe. Elle dégage un parfum intense et maintient sa forme lors de la cuisson. Les lipides, les substances azotées, l'amidon, les sucres, les sels minéraux (phosphore, potassium, magnésium, calcium, sodium, silice), les vitamines B et C sont les principaux composants [11].

2.4 Préparations de la poudre des coquilles d'œufs

- La collecte des coquilles d'œufs chez les restaurants.
- Nettoyage des coquilles d'œufs avec l'eau de robinet pour éliminer toute les impuretés ou résidus de nourriture.
- Séchage à l'étuve pendant 1 heure.

- Broyage des coquilles d'œufs avec un mixeur électrique jusqu'à obtenir une poudre fine et homogène.



Figure 06 : Préparations de la poudre des coquilles d'œufs (photos prises par Douadi le 07.03.2024).

2.5 Préparation des différents traitements

Le sol utilisé est celui de Laboratoire de Développement et de Valorisation des Ressources Phytogénétiques.

a. L'état solide (l'arrosage avec l'eau de robinet)

- **Sol 01 (sol témoin)** : il y a 6 pots dans chaque pot, on met 100 g de sol.
- **Sol 02 (sol et coquilles d'œufs)** : il y a 6 pots dans chaque pot, on met 2/3 sol (66,67 g) et 1/3 coquilles d'œufs (33,33 g).
- **Sol 03 (sol, coquilles d'œufs et son de blé)** : il y a 6 pots dans chaque pot, on met 2/3 sol et 1/3 le mélange (16,67 g de coquilles d'œufs et 16,67 g de son de blé).



Figure 07 : Préparation de sol (photo prise par Saadaoui le 13.03.2024).

b. L'état liquide

- **Liquide 01** : dans une bouteille de 5 litres, ajouter 5 litres d'eau et 100 g de coquilles d'œufs, laisser le liquide pendant 24h avant l'arrosage des 6 pots de sol.

- **Liquide 02** : dans une bouteille de 5 litres, ajouter 5 litres d'eau, 50 g de coquilles d'œufs et 50 g de son de blé, laisser le liquide pendant 24h avant l'arrosage de 6 pots de sol.

2.6 Plantation et arrosage

La plantation a eu lieu le 20.03.2024 au niveau de la serre de Laboratoire de Développement et de Valorisation des Ressources Phytogénétiques de l'Université Frères Mentouri Constantine.

- Pour le pois chiche : il y a 15 pots dans chaque pot on met 3 graines de pois chiche.

- Pour la tomate : il y a 15 pots dans chaque pot on met 3 graines de tomate.

L'arrosage a été effectué tous les 4 jours, chaque pot a été arrosé avec 100 ml d'eau.

2.7 Paramètres physico-chimiques de sol

2.7.1 Mesure du Potentiel Hydrogène (pH) du sol

La mesure du pH a été effectuée le 02 mai 2024 au niveau de Laboratoire 01 de Biologie Végétale et d'Amélioration des plantes de bloc des sciences Université des Frères Mentouri Constantine 1. La méthode utilisée est celle de (McKeague, 1978 ; Mclean, 1982).

- Peser 50 g de sol sèche à l'air (moins de 2mm) dans un bécher en verre de 100 ml.
- Ajouter 50 ml d'eau distillé à l'aide d'une éprouvette graduée de 50 ml.
- Mélanger bien la suspension à l'aide d'une baguette en verre, puis laisser reposer la suspension pendant 30 minutes.
- Remuer le mélange toutes les 10 minutes pendant cette période.
- Après une heure, remuer bien le mélange.
- Directement, insérer l'électrode de combinée dans la suspension (à une profondeur d'environ 3 cm) ; prendre la lecture après 30 secondes.
- Retirer l'électrode de combinée de la suspension et la rincer bien à l'eau distillé dans un autre bécher ; sécher bien l'excès avec un chiffon en papier doux.

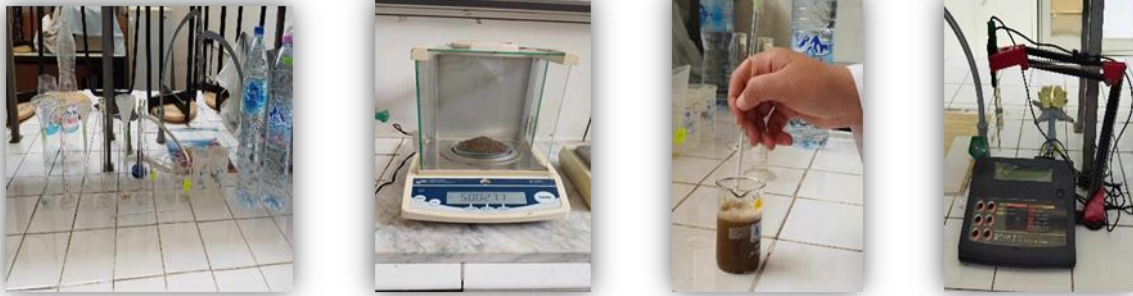


Figure 08 : Mesure de pH du sol (photos prises par Douadi le 02.05.2024).

2.7.2 Mesure de conductivité du sol

La mesure de conductivité a été effectuée le 02 mai 2024 au niveau de Laboratoire 01 de Biologie Végétale et d'Amélioration des plantes bloc des sciences Université des Frères Mentouri Constantine 1. La méthode utilisée est celle de (Richards, 1954).

- Peser 50 g de sol séché dans un bécher en verre de 100 ml.
- Ajouter 50 ml d'eau distillé à l'aide d'une éprouvette graduée de 50 ml.
- Filtrer la suspension à l'aide d'une pompe à vide.
- Placer un papier filtre rond Whatman dans un entonnoir de Büchner.
- Humidifier le papier filtre avec l'eau distillé et s'assurer qu'il est centré à la base de l'entonnoir en couvrant tous les trous.
- Mettre en marche la pompe à vide ; ouvrir le robinet de la pompe puis ajouter la suspension dans l'entonnoir Büchner.
- Continuer la filtration jusqu'à ce que le sol dans l'entonnoir commence à se craqueler.
- Si le filtrat n'est pas complètement clair, il doit être filtré à nouveau, Transférer le filtrat clair dans un flacon de 50 ml, puis insérer la cellule de conductivité dans la solution.
- Retirer la cellule du filtrat et la rincer bien à l'eau distillée dans un bécher, sécher bien avec un chiffon en papier doux.



Figure 09 : Mesure de conductivité du sol (photos prises par Douadi le 02.05.2024).

2.8 Paramètres morphologiques

2.8.1 Taux de germination

La germination est notée après le 8^{ème} jour, il est exprimé par le rapport :

Nombre de graine germée dans le dernier jour sur le nombre total de graine. Le taux de germination a été déterminé selon la formule de Côme (1970) : $G (\%) = 100(NGG/NTG)$.

- G (%) représente le pourcentage de germination.
- NGG représente le nombre de graines germées.
- NTG représente le nombre total de graines incubées.

2.8.2 La longueur des tiges

La longueur des tiges a été mesurée à l'aide d'une règle graduée et ce pour évaluer la croissance de la plante vis -à-vis du biofertilisant.

2.8.3 Nombre des feuilles

Le nombre de feuilles de toutes les plantes a été compté à la fin de la phase de croissance.

2.9 Paramètres physiologiques

Toutes les mesures ont été effectuées au niveau du Laboratoire de Développement et de Valorisation des Ressources Phytogénétiques Université des Frères Mentouri Constantine 1.

2.9.1 Teneur en proline

La méthode de dosage utilisée est celle de (Troll et Luidsley, 1955).

- Pour chaque échantillon, 100 mg de matière végétale ont été prélevés.
- Ajouter 2 ml de méthanol à 40 %.
- Chauffer à 85°C dans un bain marie pendant 60 minutes, après refroidissement.

- Prendre 1 ml de la solution d'extraction.
- Ajouter 2 ml d'acide acétique, 25 mg de ninhydrine et 1 ml du mélange (120 ml d'eau distillée, 300 ml acide acétique, 80 ml acide orthophosphorique).
- L'ensemble est porté à ébullition pendant 30 minutes au bain-marie (100°C), la solution vire à rouge.
- Puis refroidi et ajouter 5 ml de toluène deux phases se séparent (une phase supérieure et une inférieure).
- Après agitation au vortex, une pincée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) anhydre est ajoutée dans chaque tube pour récupérer la phase supérieure.
- La densité optique est mesurée à 528 nanomètres par spectrophotomètre après 48 heures.



Figure 10 : Dosage de proline (photos prisent Saadaoui le 14.05.2024).

2.9.2 Teneur en sucres solubles

Les sucres solubles sont dosés par la méthode de (Dubois et al, 1956). Méthode de phénol.

- Prendre 50 mg de la matière végétale, dans des tubes à essai.
- Ajouter 1,5 ml d'éthanol à 80% (16 ml d'éthanol dans 20 ml d'eau distillé) pour l'extraction des sucres.
- Laisser à température ambiante pendant 48 heures à l'obscurité.
- Filtrer le contenu, et ajouter 20 ml de l'eau distillé à l'extrait (solution à analyser). Dans des tubes à essai.
- Prendre 1 ml de la solution à analyser.
- Ajouter 1 ml de phénol à 5% (5 ml de de phénol dans 100 ml d'eau distillé).
- Ajouter 5 ml d'acide sulfurique.

- La lecture est réalisée à 490 nm.



Figure 11 : Dosage des sucres (photo prise par Douadi le 19.05.2024).

2.9.3 Teneur de chlorophylle

La chlorophylle est dosée par la méthode de (Francis et al. 1970).

- Prendre 50 mg de matière fraîche.
- Ajouter 10 ml d'une solution préparée à partir de 75% d'acétone et de 25% d'éthanol.
- On les conserve dans des boîtes noires fermées pendant 48 heures à 30°C et à l'obscurité.
- La densité optique est mesurée à 663 nm pour la chlorophylle a et à 645 nm pour la chlorophylle b.
- La teneur est déterminée comme suit : $\text{Chl (Total)} (\mu\text{g/g MF}) = \text{chl a} + \text{chl b}$.



Figure 12 : Dosage de la chlorophylle (photo prise par Douadi le 14.05.2024).

Résultats et discussion

Chapitre 3 : Résultats et Discussions

3.1 Paramètres physico-chimiques de sol

3.1.1 Mesure du Potentiel Hydrogène (pH) du sol

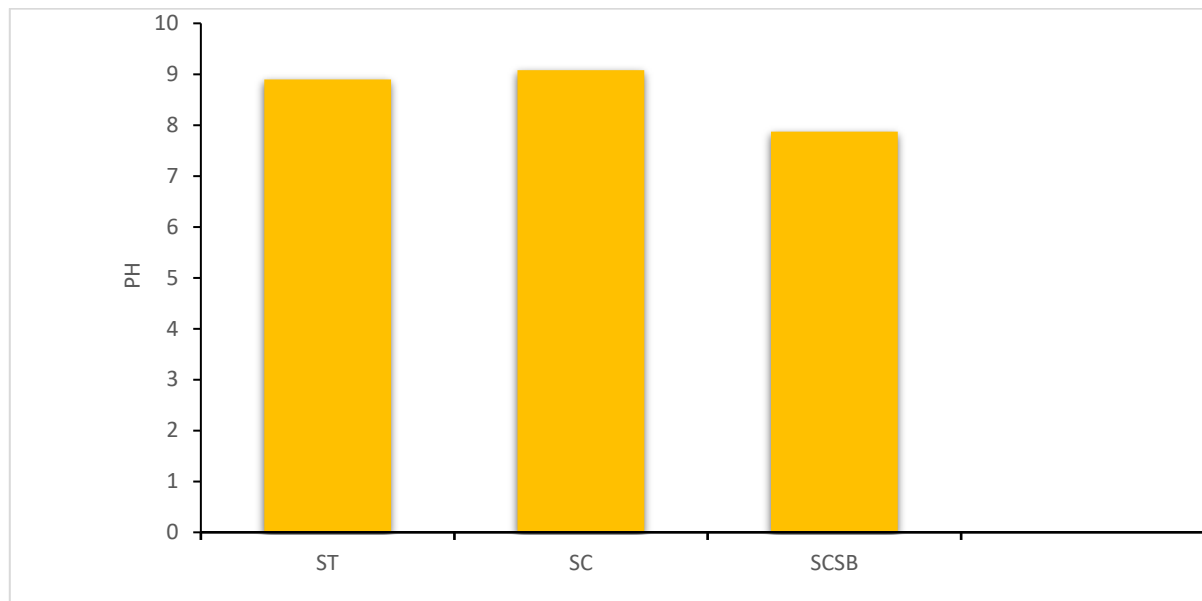


Figure 13 : Variation de Potentiel Hydrogène (pH) des différents sols étudiés.

Les données présentées dans la **figure 14** indiquent le pH des trois échantillons de sol différents :

- Le pH du sol témoin est de 8,9, Cela signifie que le sol est légèrement alcalin, il favorise la croissance des plantes [12].

-L'ajout de coquilles d'œufs au sol a entraîné une légère augmentation du pH à 9,08, Les coquilles d'œufs peuvent entraîner une légère augmentation du pH car elles sont composées principalement de carbonate de calcium [5], une substance alcaline qui peut neutraliser l'acidité du sol [13]. Tandis que, l'addition de son de blé en plus des coquilles d'œufs a fait baisser le pH à 7,87. Le son de blé est riche en acide phytique, un composé naturel qui se lie aux minéraux tels que le calcium et le magnésium, les rendant moins disponibles pour les plantes. L'acide phytique peut également se lier aux ions hydrogène, ce qui contribue à abaisser le pH du sol [14].

3.1.2 Mesure de conductivité du sol

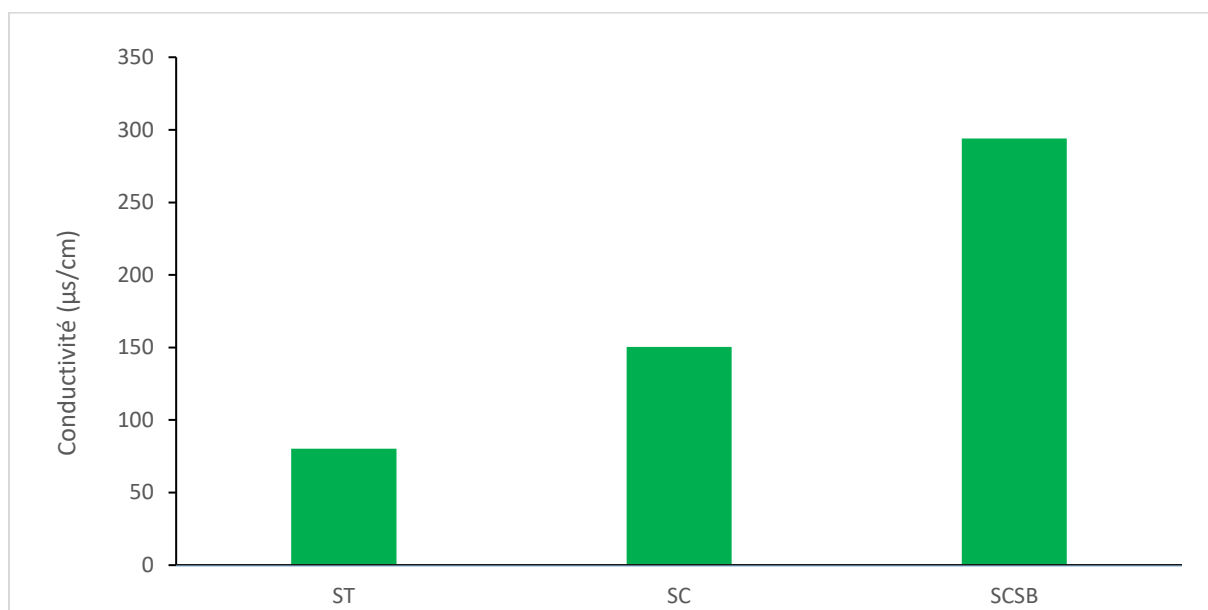


Figure 14 : Variation de la conductivité des différents sols étudiés.

La conductivité électrique (CE) de trois types de sol différents est illustrée dans la **figure 14** :

La conductivité du sol témoin est de 80,3 µS/cm. Cela indique que le sol a une salinité relativement faible. Cependant, l'ajout de coquilles d'œufs au sol a entraîné une augmentation significative de la conductivité pour une valeur atteignant 150,4 µS/cm. Cette hausse est due à la libération d'ions calcium et carbonate lors de la dissolution des coquilles d'œufs dans l'eau du sol [15]. En occurrence, l'addition de son de blé en plus des coquilles d'œufs a fait augmenter la conductivité encore plus, atteignant 294 µS/cm. Cette augmentation de conductivité est due à la libération d'ions de calcium et carbonate par les coquilles d'œufs en plus, Le son de blé, lorsqu'il se décompose, libère des nutriments et des minéraux dans le sol, cette libération inclut des ions, qui augmentent la conductivité [15].

3.2 Paramètres morphologiques

3.2.1 Taux de germination

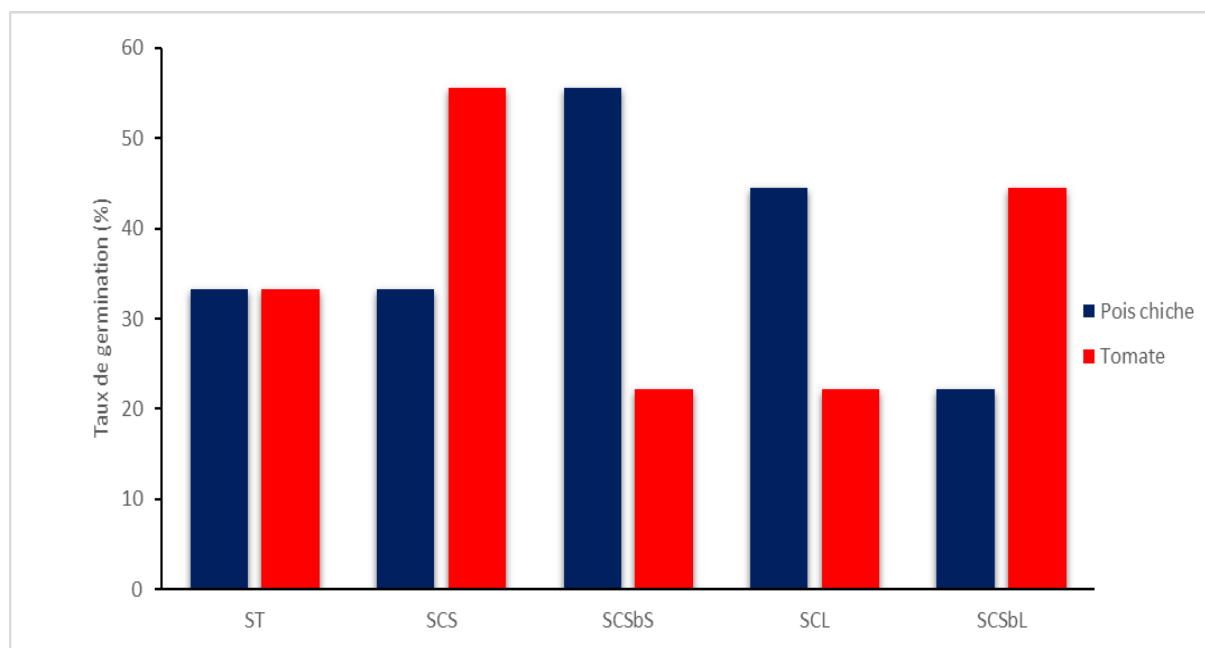


Figure 15 : Variation de taux de germination de pois chiche et tomate pour les différents sols.

Les résultats du taux de germination sont présentés dans la **figure 15**. Ils montrent que la germination des deux variétés de Pois chiche et Tomate a eu lieu dans les différents types de sols traités y compris le témoin. En ce qui concerne le pois chiche, le taux de germination le plus élevé a été enregistré dans le sol enrichi avec les coquilles d'œufs et son de blé (55.55 %) par rapport au sol témoin (33.33 %). Les coquilles d'œufs sont riches en calcium [5], ce qui peut améliorer la structure du sol et augmenter la disponibilité des nutriments pour les plantes [16], et c'est ainsi que le son de blé est une source de nutriments essentiels, notamment de l'azote [7]. Il peut augmenter les chances de germination et de croissance des graines.

En outre, le taux de germination le plus faible a été observé dans le sol arrosé avec de l'eau enrichie en coquilles d'œufs et son de blé avec un taux qui avoisine 22.22 % par rapport au sol témoin. L'ajout de matières organiques telles que les coquilles d'œufs et le son de blé peut affecter l'activité microbienne du sol. Certains micro-organismes peuvent décomposer ces matières organiques, libérant des composés qui pourraient être inhibiteurs pour la germination des graines.

Cependant, pour les tomates, le taux de germination le plus élevé a été enregistré dans le sol enrichi avec les coquilles d'œufs par rapport au sol témoin (33.33 %), avec un taux de 55.55 %.

L'enrichissement du sol avec des coquilles d'œufs peut augmenter la disponibilité du calcium et d'autres minéraux essentiels [5], favorisant une germination plus rapide et plus robuste des graines de tomate. Alors que, le taux de germination le plus faible (22.22 %) a été observé pour les deux types de sol (sol enrichi avec les coquilles d'œufs et son de blé et celui arrosé par l'eau avec coquilles d'œufs), par rapport le sol témoin. Les coquilles d'œufs peuvent augmenter le pH du sol [13], le rendant plus alcalin. Un pH trop élevé peut inhiber la germination des graines de tomate, qui préfèrent un pH légèrement acide à neutre (Bouklachi, 2015).

3.2.2 La longueur des tiges

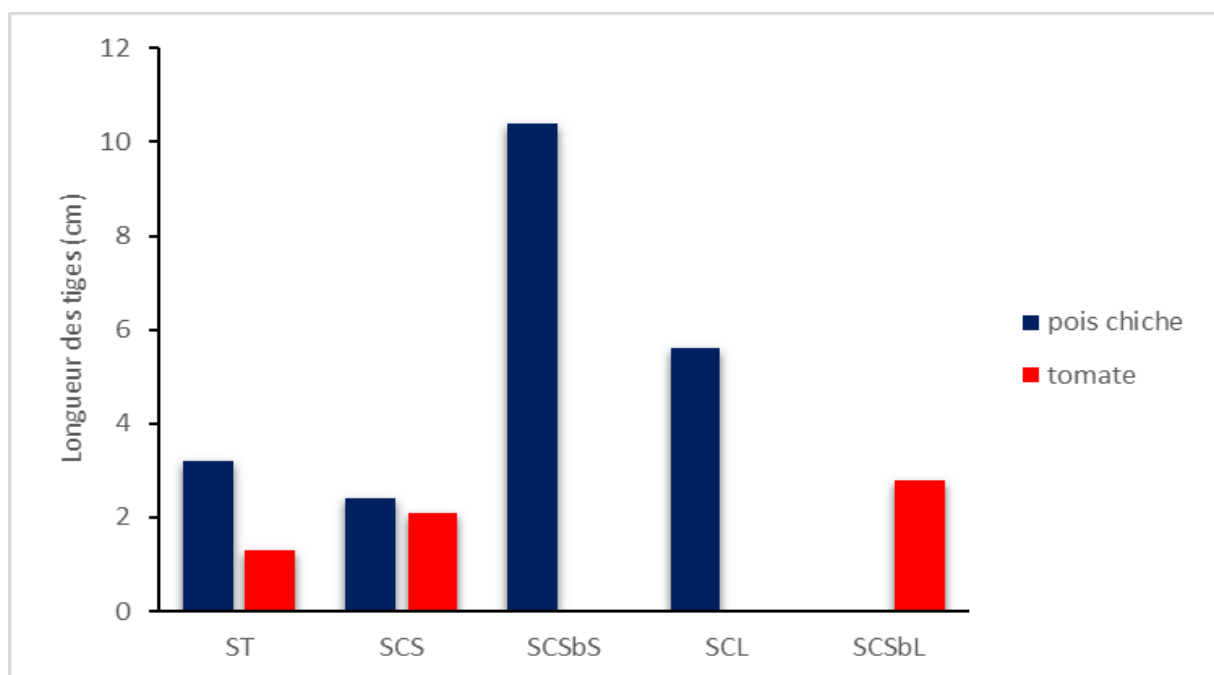


Figure 16 : Variation de longueur des tiges de pois chiche et tomate pour les différents sols.

La figure 16 illustre les résultats de la longueur des tiges dans les différents traitements par rapport au témoin pour les deux variétés de pois chiche et tomate. Cependant le pois chiche cultivé dans un sol traité avec les coquilles d'œufs a subi un effet négatif sur la longueur des tiges (2.4 cm) par rapport au sol témoin (3.2 cm). Les coquilles d'œufs augmentent le pH du sol [13]. Il semble que les pois chiches sont sensibles à des variations importantes du pH, ce qui peut affecter leur capacité à absorber les nutriments nécessaires à la croissance des tiges [16]. L'ajout de son de blé au sol avec les coquilles d'œufs, a entraîné une augmentation supplémentaire de la longueur des tiges (10.4 cm) par rapport au sol témoin. Aussi, l'addition de son de blé au sol enrichi avec les coquilles d'œufs pourrait créer un équilibre optimal de nutriments, favorisant ainsi la croissance des tiges des plantes [17]. Le son de blé, en tant qu'amendement riche en nutriments [7], peut compléter les avantages apportés par les coquilles

d'œufs, créant ainsi un environnement de croissance favorable. L'arrosage du sol avec de l'eau et les coquilles d'œufs a conduit une augmentation moyenne de longueur des tiges 5.6 cm par rapport au sol témoin. L'arrosage pourrait faciliter la libération des nutriments contenus dans les coquilles, les rendant ainsi plus accessibles aux tiges des plantes.

Cependant, pour les tomates, on observe que l'ajout de coquilles d'œufs au sol a conduit à une augmentation moyenne de la longueur des tiges 2.1 cm par rapport au sol témoin (1.3 cm). Les coquilles d'œufs sont une source naturelle de calcium [5], un élément vital pour la croissance des tiges des plantes [18]. Cette augmentation de la longueur des tiges pourrait être attribuée à la libération de calcium provenant des coquilles d'œufs dans le sol. L'arrosage du sol avec de l'eau et les coquilles d'œufs et son de blé a eu un effet positif sur la croissance des tiges, en augmentant leur longueur avec 2.8 cm par rapport au sol témoin. La présence simultanée d'eau, de coquilles d'œufs et de son de blé dans le sol peut créer un environnement propice à la croissance des tiges. Les coquilles d'œufs fournissent du calcium [5], le son de blé peut enrichir le sol en nutriments nécessaire au tiges [7].

3.2.3 Nombre des feuilles

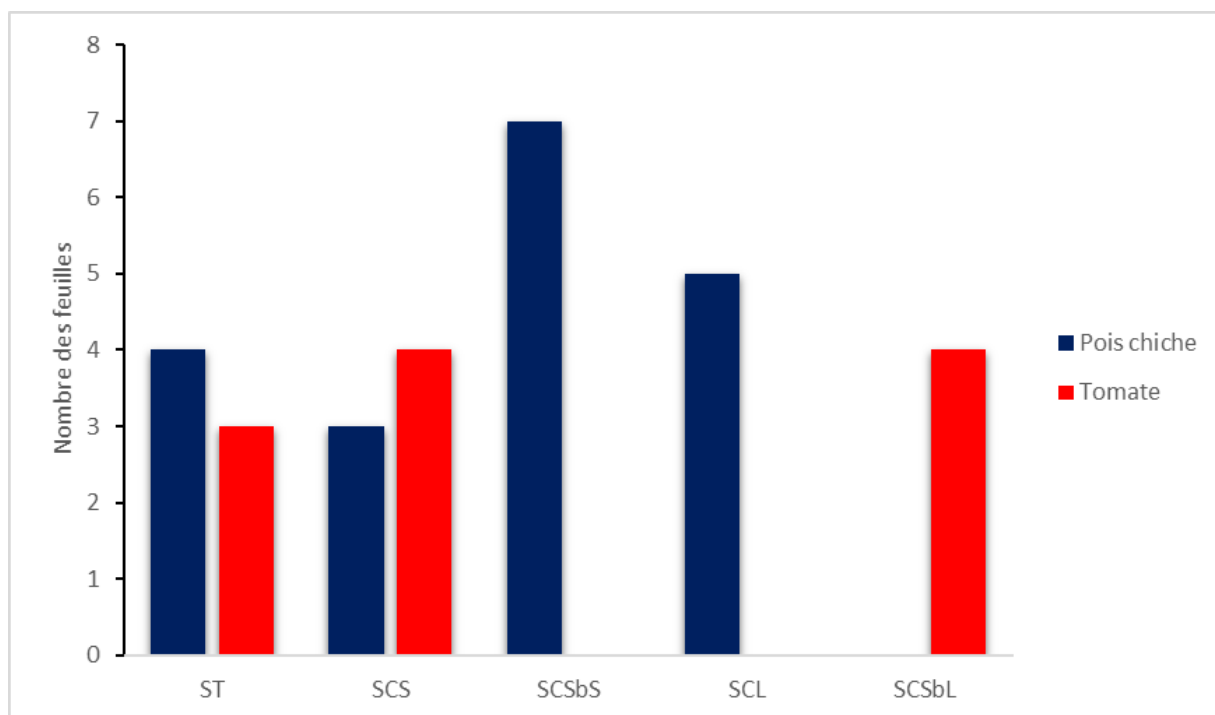


Figure 17 : Variation de nombre des feuilles de pois chiche et tomate pour les différents sols étudiés.

Les résultats concernant le nombre des feuilles pour les deux variétés étudiées sont illustrés dans la **figure 17**. L'ajout de coquilles d'œufs au sol a eu un effet négatif sur le nombre des feuilles pour le pois chiche (3 feuilles) par rapport au sol témoin (4 feuilles). Les coquilles d'œufs peuvent modifier le pH du sol lorsqu'elles se décomposent, ce qui peut affecter l'absorption des nutriments par les plantes et influencer leur croissance et leur développement, y compris le nombre de feuilles produites [13]. Ainsi que, le sol enrichi avec du son de blé et les coquilles d'œufs, a entraîné une augmentation supplémentaire de nombre des feuilles (7 feuilles) par rapport au sol témoin. Le son de blé et les coquilles d'œufs peuvent fournir une gamme variée de nutriments essentiels pour la croissance des plantes. Cette combinaison peut répondre de manière optimale aux besoins nutritionnels des plantes, favorisant ainsi un développement foliaire robuste. L'arrosage du sol avec de l'eau contenant les coquilles d'œufs a conduit à une augmentation moyenne de nombre des feuilles (5 feuilles) par rapport au sol témoin. Les coquilles d'œufs sont riches en calcium et autres minéraux essentiels [5] qui peuvent favoriser la croissance et la santé des feuilles. Le calcium est notamment crucial pour la structure et la fonction des tissus foliaires [19].

Cependant, pour les tomates, l'addition de coquilles d'œufs au sol a conduit à une augmentation moyenne du nombre des feuilles de (4 feuilles) par rapport au sol témoin (3 feuilles). Les coquilles d'œufs sont une source naturelle de calcium [5], un nutriment essentiel pour la croissance des plantes. Le calcium est nécessaire à la formation de parois cellulaires solides et peut influencer la croissance et le développement des feuilles [19].

L'arrosage du sol avec de l'eau et les coquilles d'œufs avec son de blé a provoqué un effet positif sur le nombre des feuilles, en augmentant leur nombre des feuilles de (2 feuilles) par rapport au sol témoin. La combinaison d'eau, de coquilles d'œufs et de son de blé peut fournir un ensemble diversifié de nutriments et de composés organiques bénéfiques pour la croissance des feuilles. Cette synergie peut avoir un impact positif sur le développement foliaire des plantes.

3.3 Paramètres physiologiques

3.3.1 Teneur en proline

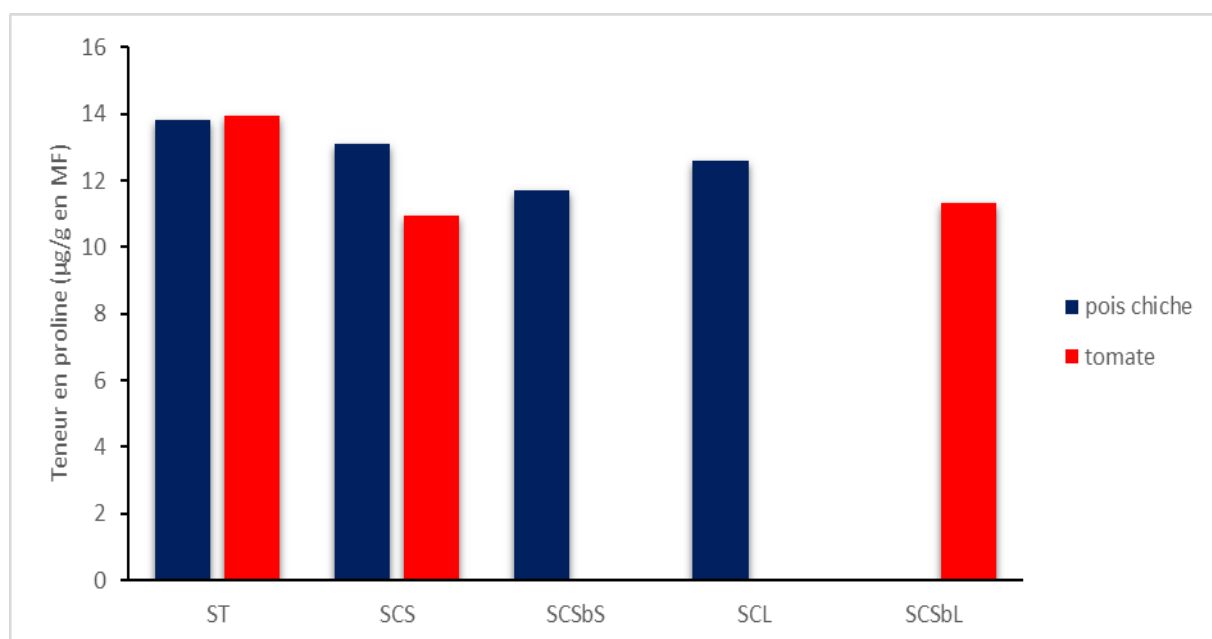


Figure 18 : Variation de teneur en proline de pois chiche et tomate pour les différents sols.

Les résultats de la teneur de proline pour les deux variétés de pois chiche et tomate sont présentés dans la **figure18**. En général, pour le pois chiche, la concentration la plus élevée a été enregistrée dans le sol témoin (13.8 µg/g en MF), ce qui indique un plus grand stress environnemental (**Morsli, 2010**). Tandis que, Le sol enrichi avec les coquilles d’œufs a enregistré une concentration faible (13.1 µg/g en MF) par rapport au sol témoin, suggère que la plante n’est pas exposée au stress, donc il y a une légère amélioration des conditions environnementales. La concentration la plus faible a été enregistrée dans le sol avec les coquilles d’œufs et son de blé (11.69 µg/g en MF) par rapport au sol témoin. Cela suggère que ce mélange était le plus efficace pour réduire le stress sur les pois chiches. De même, le sol arrosé par l’eau et les coquilles d’œufs a diminué la concentration (12.58 µg/g en MF) par rapport au sol témoin, qui indique un impact positif plus important sur l’amélioration de la qualité du sol (**Morsli, 2010**).

Cependant, pour la tomate, la concentration la plus élevée est enregistrée dans le sol témoin (13.93 µg/g en MF), ce qui indique un stress environnemental élevé. La concentration la plus faible est enregistrée dans le sol traité avec les coquilles d’œufs (10.93 µg/g en MF) par rapport le sol témoin, d’où l’efficacité de cet ajout pour réduire le stress sur les tomates. Bien que, le sol arrosé par l’eau avec les coquilles d’œufs a diminué la concentration de proline (11.32 µg/g

en MF) par rapport au sol témoin, ce qui nécessite une amélioration des conditions environnementales.

3.3.2 Teneur en sucres solubles

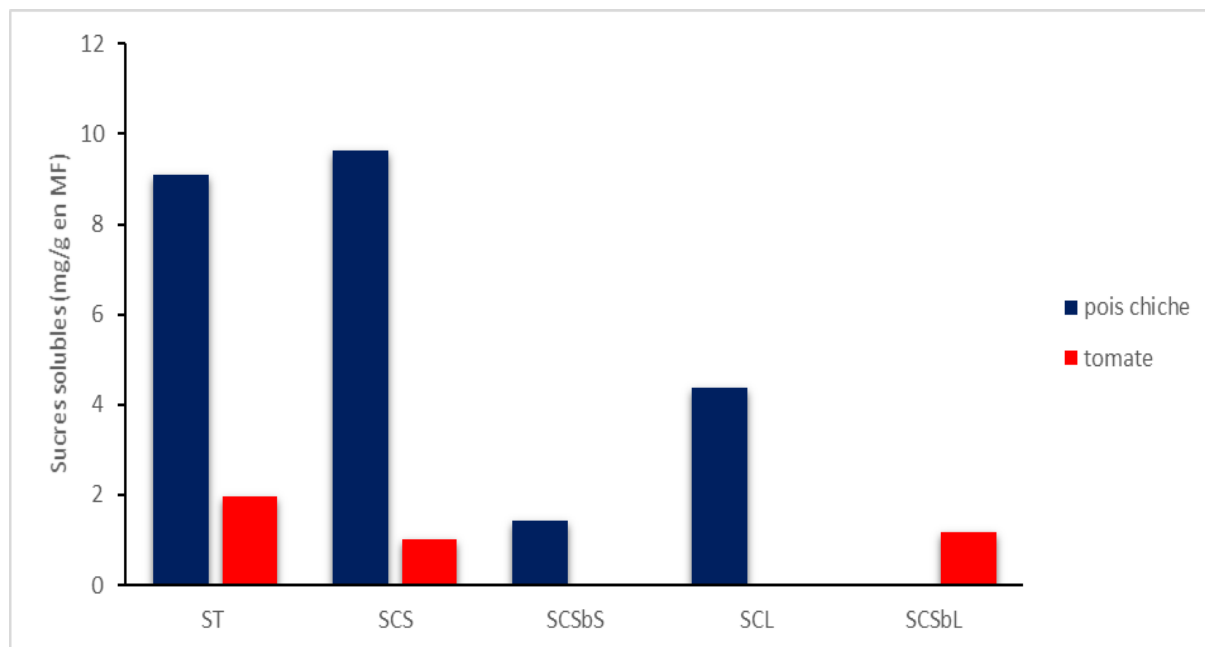


Figure 19 : Variation de teneur en sucre solubles de pois chiche et tomate pour les différents sols.

Les résultats sur la teneur en sucres solubles sont présentés dans la **figure 19** pour les deux variétés de pois chiche et tomate. La concentration la plus élevée pour le pois chiche a été enregistrée dans le sol traité avec les coquilles d'œufs (9.62 mg/g en MF) par rapport au témoin (9.1 mg/g en MF), suggère que la plante exposée au stress (**Chaib et al, 2015**). Alors que, La concentration la plus faible a été enregistrée dans le sol enrichi avec les coquilles d'œufs et le son de blé (1.43 mg/g en MF) par rapport au sol témoin. Cela signifie que, ce milieu est plus favorable pour la croissance de pois chiche avec des bonnes conditions contre le stress. Contrairement, le sol arrosé par l'eau et les coquilles d'œufs a fait diminuer la concentration des sucres solubles (4.36 mg/g en MF) par rapport au sol témoin. Il exprime les conditions environnementales favorables pour la plante et cela signifie davantage qu'elle n'est pas stressée.

Cependant, pour la tomate, la concentration des sucres solubles la plus élevée a été enregistrée dans le sol témoin (1.96 mg/g en MF), Cela montre que la plante est sous stress. La concentration la plus faible est enregistrée effectivement dans le sol traité avec les coquilles d'œufs (1.002 mg/g en MF) par rapport au sol témoin. Il signifie que la plante germe dans des bonnes conditions et sans de stress. Le sol arrosé par l'eau enrichie avec les coquilles d'œufs et

le son de blé a fait diminuer la concentration des sucres solubles (1.18 mg/g en MF) par rapport au sol témoin, indique que le stress est relativement réduit et que la plante germe à l'aise.

3.3.3 Teneur de chlorophylle

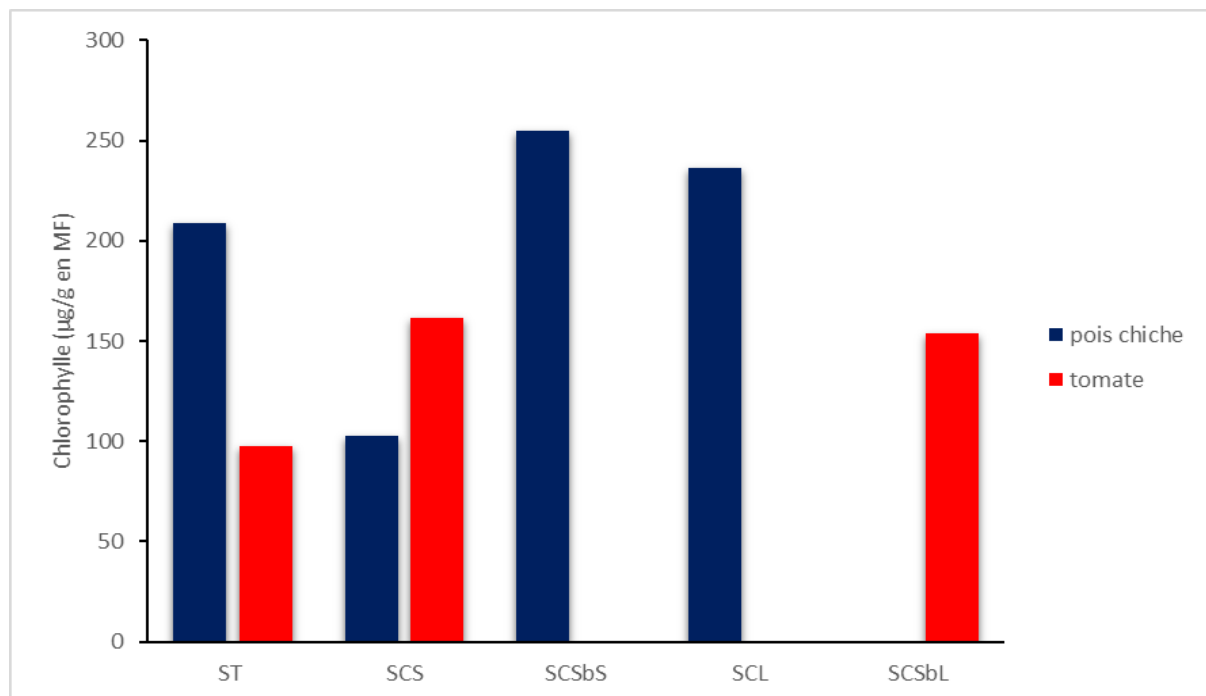


Figure 20 : Variation de chlorophylle de pois chiche et tomate pour les différents sols.

La **figure 20** illustre les résultats de la teneur en chlorophylle pour les deux variétés de pois chiche et tomate. Concernant, le pois chiche, la teneur en chlorophylle la plus élevée a été enregistrée dans le sol traité avec les coquilles d'œufs et son de blé (255 µg/g en MF) par rapport le témoin (209 µg/g en MF). Les coquilles d'œufs et le son de blé peuvent apporter des nutriments et des composés bénéfiques au sol comme le calcium, le potassium et le phosphore [5], favorisant ainsi la croissance et le développement des plantes, y compris la production de chlorophylle. En outre, la concentration la plus faible a été enregistrée dans le sol enrichi avec les coquilles d'œufs (102.8 µg/g en MF) par rapport le sol témoin. Ce milieu est moins efficace pour la production de chlorophylle chez la plante (Djahra et al. 2015). Le sol arrosé par l'eau avec les coquilles d'œufs a augmenté la concentration en chlorophylle (236 µg/g en MF) par rapport au sol témoin. L'ajout de coquilles d'œufs peut augmenter la disponibilité des nutriments dans le sol, ce qui peut améliorer la santé et la vitalité des plantes, favorisant ainsi une production accrue de chlorophylle.

Cependant, pour la tomate, la concentration la plus élevée est enregistrée dans le sol traité avec les coquilles d'œufs (161,8 µg/g en MF) par rapport au témoin (97,5 µg/g en MF). Il est possible

que les coquilles d'œufs aient fourni des minéraux ou des éléments nutritifs [5], qui ont stimulé la production de chlorophylle chez les plantes de tomate, contribuant ainsi à une croissance plus robuste. Enfin, Le sol arrosé par l'eau avec les coquilles d'œufs et son de blé a augmenté la concentration (153,6 µg/g en MF) par rapport au sol témoin. Les coquilles d'œufs et le son de blé peuvent avoir fourni des nutriments ou des conditions favorables à la croissance des plantes, contribuant ainsi à une augmentation de la concentration de la chlorophylle.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la valorisation des déchets agroalimentaires (coquilles d'œufs et son de blé) comme biofertilisants dans l'agriculture durable. Pour cela, des différents traitements aux sols solides et liquides ont été effectués (ST, SCS, SCSS, SCL et SCSL) en étudiant leur influence sur les caractéristiques morphologiques (taux de germination, longueur des tiges et nombre de feuilles) et physiologiques (teneur en proline, teneur en sucres solubles et la teneur de la chlorophylle) des plantes de tomates et de pois chiches.

Les résultats obtenus ont montré que :

- ✓ Le pH est légèrement alcalin pour les différents sols traités.
- ✓ La conductivité la plus élevée a été enregistrée dans le sol enrichi avec les coquilles d'œufs et le son de blé.
- ✓ Le taux de germination le plus élevé pour les pois chiches est observé dans le SCSS, et dans le SCS pour les tomates.
- ✓ Le SCSS a entraîné un bon résultat pour la longueur des tiges des plantes de pois chiche et le SCSL pour les tomates.
- ✓ Le nombre des feuilles le plus élevé pour les plantes de pois chiche a été observé dans le SCSS, et pour les plantes des tomates dans le SCS et SCSL.
- ✓ Le SCSS pour le pois chiche et le SCS pour les tomates sont les sols les plus efficaces pour diminuer le stress des plantes et augmenter la teneur en chlorophylle produite par les deux variétés des plantes.

Les résultats obtenus démontrent l'efficacité prometteuse de ces amendements naturels pour améliorer la qualité des sols et la croissance des cultures de pois chiche et de tomate.

A travers cette étude de cette étude, on recommande :

- D'autres analyses sur les sols traités, telles que le dosage de l'azote et du phosphore, la détermination de la teneur en matière organique.
- L'examen de l'influence des traitements sur la capacité de rétention d'eau du sol.
- La réalisation des tests de stress salin et hydrique afin d'évaluer l'impact de ces biofertilisants sur la résistance des plantes à ces conditions de stress.

Résumé

Résumé

Résumé

L'étude a été réalisée dans des conditions contrôlées dans la serre du Chaabat-El rsas, de l'Université des Frères Mentouri Constantine 1 et au laboratoire de Développement et de Valorisation des Ressources Phytogénétiques, L'objectif de cette étude est d'évaluer l'utilisation des déchets agroalimentaires (coquilles d'œufs et son de blé), comme biofertilisants dans l'agriculture. Cinq traitements différents ont été effectués (ST, SCS, SCSS, SCL, SCSL) afin d'étudier leur influence sur les paramètres morphologiques et physiologiques des deux variétés de plantes (pois chiche et tomate), pour améliorer la fertilité du sol et la croissance des plantes. Les résultats ont montré que les coquilles d'œufs et le son de blé sont riches en éléments nutritifs essentiels pour les plantes tels que l'azote, le calcium, le phosphore et le potassium, et ont eu un effet positif sur la croissance des plantes en particulier, le SCSS pour le pois chiche et le SCS pour la tomate.

Mots clés : Valorisation, déchets agroalimentaires, coquilles d'œufs, son de blé, biofertilisants.

Abstract

The study was conducted under controlled conditions in the glasshouse of Chaabat-El rsas, University of Frères Mentouri Constantine 1, and at the Laboratory of Development and Valorization of Phylogenetic Resources. The aim of this study is to evaluate the use of agro-food waste (eggshells and wheat bran) as biofertilizers in agriculture. Five different treatments (ST, SCS, SCSS, SCL, SCSL) were applied to investigate their influence on the morphological and physiological parameters of two plant varieties (chickpea and tomato), aiming to enhance soil fertility and plant growth. The results showed that eggshells and wheat bran are rich in essential nutrients for plants such as nitrogen, calcium, phosphorus, and potassium, and had a positive effect on plant growth, particularly SCSS for chickpeas and SCS for tomatoes.

Keywords : Valorization, agro-food waste, eggshells, wheat bran, biofertilizers.

الملخص

أجريت الدراسة في ظروف متحكم بها بالببيت الزجاجي بشعبة الرصاص، بجامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1 وعلى مستوى مخبر تطوير وتنمين الموارد الوراثية النباتية. كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم استخدام النفايات الزراعية الغذائية (قشور البيض ونخالة القمح) كسماد حيوي في الزراعة. تم تنفيذ خمسة معالجات مختلفة (تربة شاهدة، تربة مع قشور البيض في الحالة الصلبة، تربة مع قشور البيض ونخالة القمح في الحالة الصلبة، تربة مع قشور البيض في الحالة السائلة، تربة مع قشور البيض ونخالة القمح في الحالة السائلة) لدراسة تأثيرها على المعايير المورفولوجية والفيزيولوجية لنوعين من النباتات (الحمص والطماطم)، بهدف تحسين خصوبة التربة ونمو النباتات. أظهرت النتائج أن قشور البيض ونخالة القمح غنية بالعناصر الغذائية الأساسية للنباتات مثل النيتروجين، الكالسيوم، الفوسفور والبوتاسيوم، وكان لها تأثير إيجابي على نمو النباتات، خصوصاً التربة مع قشور البيض ونخالة القمح في الحالة الصلبة بالنسبة للحمص وتربة مع قشور البيض في الحالة الصلبة بالنسبة للطماطم.

الكلمات الرئيسية: التنمين، النفايات الزراعية الغذائية، قشور البيض، نخالة القمح، الأسمدة الحيوية.

Références

bibliographiques

Références bibliographiques

Almi A et Zeghebib R. (2018). Élément urbain et l'évaluation de son impact sur la biodiversité cas de la commune de Constantine. Mémoire de Master en Gestion Durable des Écosystèmes et Protection de l'Environnement. Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. 46p.

Aoulmi R et Boukerzaza H. (2021). Le grande Constantine : une agriculture périurbaine multifonctionnelle pour un développement territorial de Constantine. *Sciences Humaines*. Vol 23, n°1 : p 685-695.

Bezziche H. (2023). Les impacts négatifs des engrais chimiques sur l'environnement et la santé publique. Mémoire de Licence en Hygiène et Sécurité et Environnement. Université De Kasdi Merbah Ouargla. 62p.

Bouklachi A. (2015). Importance du potentiel hydrogène d'un environnement salin sur la nutrition minérale de deux glycophytes cultivées. Mémoire de magister en Amélioration des Productions Végétales. Université de Blida 1 .173p.

Boutemak k. (2020). La gestion des déchets spéciaux et la valorisation de déchet de la laine de roche contaminée. Mémoire de master en Gestion Durable des Déchets et Procédés de Traitements. Université de Blida 1. 51p.

Brik L et Guerriche A. (2021). La valorisation des déchets. Mémoire de master en Ecologie Microbienne. Université des frères Mentouri Constantine. 40p.

Byckahouad D. (2022). L'influence d'un ajout minéral sur les performances des matériaux cimentaires. Mémoire de master en Génie Civil. Université 8 mai 1945 de Guelma. 69p.

Chaib G, Benlaribi M, Hazmoune T. (2015). Accumulation d'osmoticums chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous stress hydrique. *European Scientific Journal* August 2015 edition vol.11, No.24. 378-395p.

Clède Sylvain. (2022). De la coquille au jaune : une étude infrarouge d'un œuf. *L'Actualité Chimique*. N°478 : 9p.

(DPAT). (2002), Direction de Planification et de l'Aménagement du Territoire, Constantine.

Références bibliographiques

Djahra A B, Benmakhlouf Z, Benkherara S, Benkaddour M, Bordjiba O. (2015), Effet du stress salin sur la teneur en eau et certains osmolytes chez le blé dur *Triticum durum* var kebir pulvérisé par une phytohormone synthétisée : Benzyl-Amino-Purine (Bap). *European Journal of Scientific Research*, Vol. 5, n°2. 71-81p.

Fadhéla S B. (2021) Etude d'évaluation de biofertilisant sur le développement et l'agressivité de *Meloidogyne* Spp. Des cultures maraichères. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Biotechnologies. Université de Blida 1. 236p.

Fritah K. (2015). Traitement des Déchets de l'Industrie Agro-Alimentaire. Mémoire du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie de l'Environnement. Ecole Nationale Polytechnique Alger. 44p.

Laabidi S. (2022). Techniques de recyclage des plastiques au niveau industriel. Mémoire de Master en Gestion des Changements Environnementaux En Méditerranée. Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj. 59p.

Morsli L. (2010). Adaptation du blé dur (*triticum durum* Desf) dans les conditions des hautes plaines constantinoises. Thèse de Doctorat en Biologie Végétale et Amélioration des plantes. Université Badji Mokhtar. Annaba. 99p.

Tristan T. (2018). Les déchets, France, 2^{ème} Edition DUNOD, 304p.

Sites d'internet

[1] <https://www.douane.gov.dz/> Consulté le 25.03.2024.

[2] <https://and.dz/rapports/> Consulté le 22.03.24.

[3] <https://www.aspireseau.com/blog/tout-savoir-dechets-inertes-reglementations-enjeux-solutions-gestion> Consulté le 26.03.2024.

[4] <http://www.biofertilisants.fr/> Consulté le 26.03.2024.

[5] https://fac.umc.edu.dz/vet/Cours_Ligne/Cours/HIDAOA4/coquille_oeufs.pdf Consulté le 25.05.2024 Consulté le 05.05.2024.

[6] <https://www.wheatbransurfactants.eu/fr/chapitre/2-le-haut-potentiel-de-valorisation-du-son-de-ble> Consulté le 03.04.2024

[7] <https://www.celnat.fr/ref/son-de-ble> Consulté le 02.05.2024.

Références bibliographiques

- [8] <https://decoupageadministratifalgerie.blogspot.com/2014/10/cartegeographiqueCONSTANTINE.html> Consulté le 21.05.2024.
- [9] <https://www.climatsetvoyages.com/climat/algerie/constantine> Consulté le 03.05.2024.
- [10] <https://www.aps.dz/regions/162349-constantine-91-000-hectares-de-terres-agricoles-reserves-a-la-production-des-cereales> Consulté le 21.05.2024.
- [11] <https://radioalgerie.dz/news/fr/reportage/73425.html> Consulté le 25.05.2024.
- [12] [https://wepot.ch/ph-du%20sol/#:~:text=Sol%20neutre%20\(pH%20autour%20de,dans%20un%20sol%20%C3%A9g%20%C3%A8rement%20alcalin](https://wepot.ch/ph-du%20sol/#:~:text=Sol%20neutre%20(pH%20autour%20de,dans%20un%20sol%20%C3%A9g%20%C3%A8rement%20alcalin) Consulté le 31.06.2024.
- [13] [https://www.ipni.net/publication/nssfr.nsf/0/14E034F623D6982D852582110056ADC8/\\$FILE/NSS-FR-2.pdf](https://www.ipni.net/publication/nssfr.nsf/0/14E034F623D6982D852582110056ADC8/$FILE/NSS-FR-2.pdf) Consulter le 31.06.2024.
- [14] <https://www.auparadisduthe.com/blog/bienfaits-du-son-deble/#:~:text=Le%20son%20de%20bl%C3%A9%20contient,le%20calcium%20et%20le%20fer>. Consulté le 31.06.2024.
- [15] <https://www.hannainstruments.fr/nouvelles/le-guide-pratique-pour-tester-la-conductivite-du-sol/> Consulté le 01.06.2024.
- [16] <https://www.dasaelfer.com/fr/1%C3%A9gumineuses/pois%20chiche> Consulté le 01.06.2024.
- [17] <https://www.quitoque.fr/blog/article/utilisations-des-coquilles-oeuf> Consulté le 01.06.2024.
- [18] <https://www.vaniperen.com/fr/quel-est-le-role-du-calcium-dans-la-croissance-des-plantes/#:~:text=Le%20calcium%20est%20un%20%C3%A9l%C3%A9ment%20passif%20%20qui%20repose%20sur%20la,parties%20en%20cours%20de%20croissance>. Consulté le 30.05.2024.
- [19] <https://www.vaniperen.com/fr/quel-est-le-role-du-calcium-dans-la-croissance-des-plantes/> Consulté le 28.05.2024.
- [20] <http://www.lefigaro.fr/societes/2014/08/25/20005-20140825ARTFIG00290-le-ketchup-heinz-toujours-le-meme-138ans-apres.php> Consulté le 15.04.2024.
- [21] <https://radioalgerie.dz/news/fr/reportage/73425.html> Consulté le 25.05.2024.

Année universitaire : 2023-2024

Présenté par : Saadaoui Dhikra

Douadi Ibtissem

Intitulé : Utilisation des déchets agroalimentaires (coquilles d'œufs et son de blé) comme biofertilisants

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Ecologie Fondamentale et Appliquée

Résumé

L'étude a été réalisée dans des conditions contrôlées dans la serre du Chaabat-El rsas, de l'Université des Frères Mentouri Constantine 1 et au laboratoire de Développement et de Valorisation des Ressources Phylogénétiques, L'objectif de cette étude est d'évaluer l'utilisation des déchets agroalimentaires (coquilles d'œufs et son de blé), comme biofertilisants dans l'agriculture. Cinq traitements différents ont été effectués (ST, SCS, SCSS, SCL, SCSL) afin d'étudier leur influence sur les paramètres morphologiques et physiologiques des deux variétés de plantes (pois chiche et tomate), pour améliorer la fertilité du sol et la croissance des plantes. Les résultats ont montré que les coquilles d'œufs et le son de blé sont riches en éléments nutritifs essentiels pour les plantes tels que l'azote, le calcium, le phosphore et le potassium, et ont eu un effet positif sur la croissance des plantes en particulier, le SCSS pour le pois chiche et le SCS pour la tomate.

Mots-clefs : Valorisation, déchets agroalimentaires, coquilles d'œufs, son de blé, biofertilisants.

Laboratoires de recherche : laboratoire de Développement et de Valorisation des Ressources Phylogénétiques (U Constantine 1 Frères Mentouri).

Président du jury : Sahli Leila (PROF - U Constantine 1 Frères Mentouri).

Encadrant : Touati Laid (PROF - UFM Constantine 1).

Examinatrice : Boughaba Rokia (MAB - UFM Constantine 1),