



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة زيان عاشور- الجلفة

Université Ziane Achour – Djelfa

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم العلوم الزراعية والبيطرية

Département des Sciences agronomiques et vétérinaires

Projet de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

En : Sciences Agrovétérinaires

Spécialité : Eau et environnement

Thème :

**L'effet de la bouillée de (pomme de terre, carotte, betterave) sur
la croissance de la fève (*Vicia faba*. L).**

Présenté par : M^{elle}. KHELFAOUI Djamilia

M^{elle}. BENCHEIKH Bouchra

Soutenu le : 04/10/2023

Devant le jury composé de :

Président : M^{me}. SENNI Rachida M.C.A Université de Djelfa

Encadreur : M^r. MORTET Ahmed M.C.B Université de Djelfa

Examineur : M^r. GHAFLOUL Mounir M.A.A Université de Djelfa

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

Le Messager d'Allah, que la prière et la paix du Dieu soient sur lui, a dit : "Celui qui ne remercie pas les gens ne remercie pas le Dieu Tout-Puissant, et quiconque vous accorde une faveur, récompensez-le. Si vous ne le pouvez pas, alors priez pour lui. "

Et conformément à ce hadith et en reconnaissance du beau, nous louons Dieu Tout-Puissant et le remercions de nous avoir permis d'achever cet humble travail, et merci à chaque enseignant qui nous a fait bénéficier de ses connaissances depuis les premières étapes de l'étude jusqu'à ce moment.

*Nous adressons également un mot de remerciement et une grande gratitude et appréciation à notre professeur superviseur, **Mortet Ahmed** pour nous avoir supervisés et l'avoir aidé accomplir ce travail. Merci pour votre contribution à l'enrichissement du sujet de notre étude. Mots de remerciement pour votre droit. Nous demandons à Dieu de faire tous vos efforts et votre dévouement envers nous dans la balance de vos bonnes actions. Nous demandons à Dieu de toujours vous voir en bonne santé et de vous accorder la santé et le bien-être, et que nous aurons bientôt l'occasion d'être sous votre supervision. Si Dieu le veut.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements aux membres du comité de discussion (**Senni Rachida**) et (**Ghafoul Mounir**) pour avoir accepté l'invitation à discuter cette recherche et à l'enrichir de leurs précieux avis et observations.*

*Nous exprimons également nos sincères remerciements et notre gratitude au professeur "**Ghafoul Mounir**" pour son aide précieuse et formidable tout au long de notre travail. Tous les mots de remerciement ne remplissent pas votre droit.*

*A l'amie « **Bencherik Djedila** » pour son aide, et à toutes les personnes qui nous ont soutenus de près ou de loin, je demande à Dieu Tout-Puissant de faire de vous un atout pour la patrie, que Dieu vous bénisse et vous récompense de la plus pleine des récompenses.*

Djamila, Bouchra



Dédicace



Louange à Dieu, assez, et prières et paix soient sur l'élú bien-aimé, sa famille et ses compagnons. Dieu soit loué pour le succès dans mon appréciation de cette étape de ma carrière universitaire. Dans ce mémoire, je dédie le fruit de mes efforts :

*A personne la plus précieuse de la vie, qui a éclairé mon chemin avec ses conseils et ses prières et était une pure mer d'amour et qui a rendu et n'a pas attendu de remerciements, à celle qui m'a appris la patience, à ma chère mère **Khadija**, je demande à Dieu de perpétuer sa santé et de prolonger sa vie.*

*A celui qui m'a frayé le chemin de la connaissance et a donné, alors donne abondamment, à celui dont je porte le nom avec fierté, mon cher père **Kaddour**, je demande à Dieu de te garder comme une couronne au-dessus de nos têtes et de prolonger ta vie.*

A mon sanctuaire et mon soutien après Dieu, mes frères et sœurs et tous leurs enfants. Vous avez été en effet mon soutien et mon énergie positive pour moi. Vous avez suffi et rempli mon devoir. Je demande à Dieu votre bien-être dans ce monde et dans l'au-delà, et vous faire parmi les sommets et la fierté de notre famille.

A tous mes amis qui partagent avec moi l'amitié et l'amour mutuel.

Djamila.





Dédicace



« *Certes, il y'a des travaux pénibles mais la joie de la réussite n'a-t-elle pas à compenser nos douleurs* »-Jean de la bruyère Je.

Tiens à remercier tout d'abord mon Dieu de m'avoir donné la capacité d'écrire et de réfléchir, la force d'y croire et la patience d'aller jusqu'au bout de rêve.

A la plus belle créature que Dieu a créé sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité...

*A ma **chère mère***

*A mon **père**, ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.*

*A mes **frères**: Abdelhamid, salah Addin*

*A mes **jolies sœurs**: Mona et Wahiba et mon adorable **petit frère**: Omar Elfarouk. En témoignage de l'attachement et de l'amour, je vous dédie ce travail avec mes vœux de bonheur, de santé et de réussite.*

*A toute **ma famille** (Bencheik, Saadi, Hassen) et **deuxième papa** (Belkacem).*

*A mes **chers amis**, en particulier (Soundous et Sara) et mes **cousins et cousines**.*

*Et spécialement à mon binôme: **Djamila**.*

*A tous **ceux** qui m'ont donné la force de continuer...*

Bouchra.



Résumé

L'idée du sujet de cette recherche est l'une des nouvelles techniques en biologie pour réduire les dommages de l'agriculture chimique, que ce soit sur les sols, les plantes ou même les humains. L'étude est concentrée sur la mesure de l'effet de la fertilisation de l'eau bouillante des légumes sur la fertilité du sol d'une part, et de connaître la réponse de la fève (*Vicia faba.L*) positivement ou négativement d'autre part, en étudiant plusieurs caractéristiques: caractéristiques bio-morphologiques, physiologiques, biochimiques et même germinatives.

Les plantes ont été semées, selon un dispositif expérimental en randomisation, avec huit groupes basés sur une dose de 10% d'eau bouillie contre les légumes (témoin ; pommes de terre ; carottes ; betteraves ; pommes de terre+ carottes ; carottes + betteraves ; pommes de terre + betteraves ; pommes de terre + carottes + betteraves) avec cinq répétitions par chaque lot.

L'analyse des résultats obtenus de notre étude montre un changement dans l'acidité du sol, où nous avons enregistré une augmentation du pH du sol d'une manière qui convient à la croissance de la culture.

Une amélioration significative des caractéristiques de germination a également été observée, car les résultats ont montré un effet positif à la fois sur le taux, la vitesse et la cinétique de germination.

L'étude des caractéristiques morphologiques a enregistré une augmentation significative, par rapport au témoin, dans la longueur de la tige, le nombre de feuilles, la surface foliaire, le nombre et le poids des gousses et des graines. En termes de propriétés de l'eau, il y a effet positif concernant les paramètres hydriques, dans les feuilles de fève, ainsi qu'une amélioration des propriétés biochimiques en parlant de la chlorophylle, de protéines et des sucres solubles.

Il a été constaté que les traitements à l'eau bouillante des légumes avaient un effet positif sur la croissance des fèves, notamment en termes de morphologie et de physiologie, car elles présentaient un bon comportement de croissance en termes de quantité. De manière générale, les résultats obtenus ont montré que l'eau de betterave a donné les meilleures valeurs que les autres eaux bouillies, suivie par l'eau de pomme de terre.

Donc, nous recommandons d'utiliser l'eau bouillante des légumes comme une alternative efficace, peu coûteuse et respectueuse de l'environnement par rapport aux engrais chimiques.

Mots clés : Irrigation, Bouille (Eau bouillante), Fève, Pomme de terre, Carotte, Betterave.

Abstract

The idea of subject of this research is one of the new techniques in biology to reduce damage of chemical agriculture, whether on soils, plants or even humans. The study is focused on measuring the effect of boiling water fertilization of vegetables on the soil from one hand, and knowing the response of the broad bean (*Vicia faba*. L) Positively or negatively from the other. Hand, by studying several characteristics: bio-morphological, physiological, biochemical and even germinative characteristics.

Plants were sown, according to a randomized experimental design, with eight groups based on a dose of 10% boiled water against vegetables (control; potatoes; carrots; beets; potatoes + carrots; carrots + beets; potatoes + beets; potatoes + carrots + beets) with five replicates per each batch.

The analysis of results obtained from our study shows a change in the acidity of soil, where we recorded an increase in pH of soil in a way that is suitable for growth of the crop.

A significant improvement in germination characteristics was also observed, as the results showed a positive effect on germination rate, speed and kinetics.

The study of morphological characteristics recorded a significant increase, compared to the control, in length of the stem, number of leaves, leaf area, number and weight of pods and seeds. In terms of water properties, there is a positive effect regarding water parameters, in bean leaves, as well as an improvement in biochemical properties, speaking of chlorophyll, proteins and soluble sugars.

Boiling water treatments of vegetables were found to have a positive effect on faba bean growth, especially in terms of morphology and physiology, as they exhibited good growth behavior in terms of quantity. Generally, the results obtained showed that beetroot water gave the best values than other boiled waters, followed by potato water.

So, we recommend using boiling vegetables water as an effective, inexpensive and environmentally friendly alternative to chemical fertilizers.

Keywords: Irrigation, Boiling water, Broad bean, Potato, Carrot, Beetroot.

تعد فكرة هذا البحث من التقنيات الجديدة في علم الأحياء للحد من أضرار الزراعة الكيمائية سواء على مستوى التربة أو النباتات أو حتى البشر. ركزت الدراسة على قياس تأثير ماء الخضراوات المغلي على التربة من جهة، ومعرفة استجابة الفول (*Vicia faba. L*) إيجاباً أو سلباً من جهة أخرى، وذلك من خلال دراسة عدة خصائص : الخصائص الحيوية البيومورفولوجية والفسولوجية والكيموحيوية وحتى الإنباتية.

زرعت النباتات حسب التصميم التجريبي العشوائي، بثمانى مجموعات تعتمد على تركيز 10% ماء مغلي أمام الخضار (شاهد، بطاطس، جزر، شمندر، بطاطس + جزر، شمندر، بطاطس + جزر، شمندر، بطاطس + شمندر، بطاطس + جزر + شمندر) مع خمس تكررات لكل دفعة.

أظهر تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من دراستنا تغيراً في حموضة التربة، حيث سجلنا زيادة في درجة الحموضة بشكل مناسب لنمو المحصول.

لوحظ تحسن معنوي في خصائص الإنبات حيث أظهرت النتائج تأثيراً إيجابياً على كل من معدل الإنبات والسرعة والحركية.

سجلت دراسة الخصائص المورفولوجية زيادة معنوية في طول الساق، عدد الأوراق، مساحة الورقة، عدد ووزن القرون والبذور، وذلك مقارنة بالشاهد. فيما يتعلق بخصائص الماء، هناك تأثير إيجابي فيما يتعلق ببارامترات المياه، ضمن أوراق الفاصوليا، وكذلك تحسين الخواص الكيمائية الحيوية، عبر الحديث عن الكلوروفيل والبروتينات والسكريات القابلة للذوبان.

وجد أن المعاملة بماء الخضراوات المغلي لها تأثير إيجابي على نمو الفول، خاصة من حيث الشكل والفسولوجيا، حيث أظهرت سلوك نمو جيد من حيث الكمية. وبشكل عام، أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن ماء البنجر أعطى أفضل القيم مقارنة مع المياه المغلية الأخرى، يليه ماء البطاطس.

ولذلك ننصح باستخدام الماء الخضار المغلي كبديل فعال وغير مكلف وصديق للبيئة مقارنة بالأسمدة الكيماوية.

الكلمات المفتاحية : الري ، ماء الخضراوات المغلي، الفول، البطاطس، الجزر، الشمندر

Table des matières

Remerciements.....I
Dédicace.....II
Résumé.....IV
Abstract.....V
الملخص.....VI
Table des matières.....VII
Liste des abréviations.....XII
Liste des figures.....XIV
Liste des tableaux.....XVI

Introduction 1

Partie 1 Synthèse bibliographique

Chapitre I Généralités Sur L'eau

I. Généralités sur l'eau.....3
I.1. Définition de l'eau3
I.2. Cycle de l'eau4
I.3. Classification des eaux.....5
I.3.1. Eau naturelles5
I.3.1.1. Les eaux souterraines.....5
I.3.1.2. Eaux de surface.....5
I.4. Eaux de mers et océans6
I.4.1. Eaux usées6
I.4.2. Eaux de consommation.....7
I.5. Paramètres physico-chimiques de l'eau.....7
I.5.1. Température (T).....7
I.5.2. Potentiel d'hydrogène (pH)7
I.5.3. Conductivité.....8
I.5.4. Turbidité (T)8

I.5.5.	Dureté (TH)	9
I.5.6.	Matières en suspension(MES)	9
I.6.	Différents type de sources.....	9
I.6.1.	Source d’affleurement	9
I.6.2.	Source d’émergence	10
I.6.3.	Source de déversement	10
I.7.	Eau de cuisson.....	10
I.7.1.	Eau de légumes	10
I.7.2.	Avantages de l’eau de la cuisson pour la plantes	11

Chapitre II La Plante : La Fève (Vicia faba L)

II.	1. Origine et répartition géographique.....	13
II.2.	Description de l'espèce <i>Vicia faba</i>	13
	1-Racines.....	13
	2-Tige	13
	3-Feuilles.....	14
	4-Fleurs.....	14
	5-Fruits	14
	6-Graines	15
II.3.	Position systématique de fève.....	15
II.4.	Intérêts de la culture des fèves	16
	II.4.1. Intérêt alimentaire.....	16
	II.4.2. Intérêt agronomique.....	16
II.5.	Variétés de la fève.....	16
II.6.	Composants de la fève	18
II.7.	Production et consommation de la fève en Algérie	18

Partie 2: Etude expérimentale

Chapitre III Matériel et méthodes

III.	Objectif de l’étude.....	20
III.2.	Localisation géographique du site expérimental.....	20
III.3.	Matériel végétal.....	20
	III.3.1. Graines de fève (<i>vicia faba</i>).....	20

III.3.2. Additifs liquides	21
III.4. Test de la capacité germinative des sains utilisés	21
III.5. Préparation	22
III.5.1. Préparation des pots.....	22
III.5.2. Doses de fertilisation	22
III.6. Germination.....	22
III.6.1. Taux de germination final.....	23
III.6.2. Cinétique de germination.....	23
III.6.3. Vitesse de germination	23
III.6.4. Moyenne journalière de germination (MDG = Mean Daily Germination)	23
III.7. Etude de la croissance	24
III.7.1. Conduite de l'expérience	24
III.8. Paramètres étudiés.....	25
III.8.1. Paramètres morphologiques et biométriques.....	25
III.8.1.1. Cinétique de longueur	25
III.8.1.2. Cinétique de nombre de feuilles	25
III.8.1.3. Surface foliaire.....	25
III.8.1.4. Longueur aérienne, racinaire et totale.....	25
III.8.1.5. Poids aérien, racinaire et totale	26
III.8.1.6. Nombre de gousses (ou épis).....	26
III.8.1.7. Vitesse de croissance (VC)	25
III.8.2. Paramètres hydriques.....	26
III.8.2.1. Teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC).....	26
III.8.2.2. Taux de déperdition d'eau (relative water loss) RWL.....	26
III.8.2.3. Matière sèche (MS).....	27
III.8.2.4. Déficit hydrique de saturation (DHS).....	27
III.8.3. Paramètres biochimiques	28
III.8.3.1. Teneurs en pigments chlorophylliens	28
III.8.3.2. Teneurs en protéines totales.....	29
III.8.3.2.1. Principe	29
III.8.3.2.2. Protocole	29
III.8.3.2.3. Teneurs en sucres solubles.....	30

III.8.3.2.3.1. Principe	30
III.8.3.2.3.1. Protocole	31
III.8.4. Parametres physico-chimiques.....	31
III.8.4.1. Mesure du PH	31
III.8.4.1.1. Protocole	31
III.8.4.1. Mesure du conductivitéélectrique	32
III.8.4.1. Protocole	32

Chapitre IV Résultats et discussion

IV.1. Germination	33
IV.1.1. Taux de germination	33
IV.1.2. Cinétique de germination de la fève	33
IV.1.3. Vitesse de germination de la fève	34
IV.1.4. Moyenne journalière de germination (MDG) de la fève	35
IV.1.5. Discussion	36
IV.2. Paramètres morpho-biométriques	37
IV.2.1. La cinétique de la longueur.....	37
IV.2.2. La cinétique de nombre de feuilles	37
IV.2.3. La surface foliaire	38
IV.2.4. Surface foliaire totale.....	39
IV.2.5. vitesse de croissance	39
IV.2.6. La longueur finale des parties aérienne, racinaire et totale.....	40
IV.2.7. Le poids frais aérien, racinaire et totale	41
IV.2.8. Le nombre de fruits (cornes).....	42
IV.2.9. Le poids de cornes	43
IV.2.10. Le poids de graines	43
IV.2.11. Discussion	44
IV.3. Interprétations des paramètres hydriques	45
IV.3.1. Effet du l'eau bouillante sur la matière sèche (MS) de la fève <i>vicia faba.L</i> ...	45
IV.3.2. La teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC).....	46
IV.3.3. Effet du l'eau bouillante (P, C, B) sur le taux de déperdition d'eau (relative water loss) RWL de fève <i>Vicia faba .L</i>	46

IV.3.4.	Effet du l'eau bouillante (pomme de terre, carotte, betterave) sur le déficit hydrique de saturation (DHS)	47
IV.3.5.	Discussion	48
IV.4.	Etude des paramètres biochimiques chez la fève <i>Vicia faba</i> .L.....	50
IV.4.1.	Teneur de la chlorophylle	50
IV.4.2.	Teneur de protéines.....	51
IV.4.3.	Teneur en sucre soluble	52
IV.4.4.	Discussion	52
IV.5.	Caractérisation chimique biologique du substrat de culture (sol et l'eau).....	55
IV.5.1.	Caractéristiques chimiques	55
IV.5.2.	Conductivité électrique	55
IV.5.3.	Humidité	56
IV.5.4.	Discussion	48
Conclusion		59

Références bibliographiques

Annexes

Liste des Abréviations

- ♣ **B** : Betterave
- ♣ **BC** : Betterave +Carotte
- ♣ **C** : Carotte
- ♣ **CE** : Conductivité Electrique
- ♣ **Chl (a/b)** : Le rapport de chlorophylle a sur la chlorophylle b
- ♣ **Chl (a+b)** : Chlorophylle totale
- ♣ **Chl a** : Chlorophylle a
- ♣ **Chl b** : Chlorophylle b
- ♣ **DHS** : Déficit hydrique de saturation
- ♣ **MDG**: Mean Daily Germination
- ♣ **MF** : Matière fraiche
- ♣ **MO** : Matière organique
- ♣ **MS** : Matière sèche
- ♣ **meq** : Milliéquivalent
- ♣ **NS** : Non significatif
- ♣ **P** : Pomme de terre
- ♣ **PB** : Pomme de terre + Betterave
- ♣ **PC** : Pomme de terre+ Carotte
- ♣ **PCB** : Pomme de terre + Carotte + Betterave
- ♣ **PH** : Potentiel d'Hydrogène
- ♣ **PF** : Poids Frais
- ♣ **PT** : Poids en Turgescence
- ♣ **PS** : Poids Sec
- ♣ **P_{30 min}** : Poids après 30 min
- ♣ **P_{60 min}** : Poids après 60 min
- ♣ **P_{120 min}** : Poids après 120 min
- ♣ **Qx/ha** : Quintaux par hectare
- ♣ **RWC** : Relative Water Content
- ♣ **RWL**: Relative water loss
- ♣ **S**: Significatif

- ♣ SF : Surface Foliaire
- ♣ SNT : Sol Non Traité
- ♣ T°_{eb} : Température d'ébullition
- ♣ t₅₀ : Temps moyen correspondant à la germination de 50% de graines
- ♣ T : Témoin

Liste des figures

Figure 1 : La répartition de l'eau sur la terre..... 4

Figure 2 : Cycle de l'eau 4

Figure 3 : Schéma de l'aquifère à nappe captive. 5

Figure 4 : Eaux de surface..... 6

Figure 5 : Eaux d'océan 6

Figure 6: Eaux de légumes 11

Figure 7 : La tige de la fève..... 13

Figure 8 : Les feuilles de la fève. 14

Figure 9 : Les fleurs de la fève..... 14

Figure 10: Les fruits de la fève..... 15

Figure 11: Les graines de la fève. 15

Figure 12: Variétés de la fève. 17

Figure 13: Le site de l'étude..... 20

Figure 14: Semences de la fève 21

Figure 15: L'eau bouillante..... 21

Figure 16: Expérience testée 24

Figure 17: Principe de fixation de bleu de Coomassie dans la méthode de BRADFORD 29

Figure 18: Formation des composés furfuraliques en milieu acide. 30

Figure 19: Effet des doses de bouillie sur le taux de germination de la fève 33

Figure 20: Évaluation des doses de bouillie sur la cinétique de germination de la fève 34

Figure 21: Effet des doses de bouillie sur la vitesse de germination de la fève. 35

Figure 22: Effet des doses de bouillie sur la moyenne journalière de germination 33

Figure 23: Évaluation des doses de bouillante sur la cinétique de la longueur de la fève 37

Figure 24: Évaluation des doses de bouillie sur la cinétique de nombre de feuilles de la fève.... 38

Figure 25: Effet des doses de bouillie sur la surface foliaire de la fève 38

Figure 26: Effet des doses de bouillée sur la surface foliaire totale de la fève	39
Figure 27: Évaluation des doses de bouillée sur la vitesse de croissance de la fève	40
Figure 28: Effet des doses de bouillée sur la longueur aériennes, racinaire et totale.....	41
Figure 29: Effet des doses de bouillée sur le poids frais aérien, racinaire et totale	42
Figure 30: Effet des doses de bouillée sur le nombre des cornes de la fève.	42
Figure 31: Effet des doses de bouillée sur le poids des cornes de la fève.....	43
Figure 32: Effet des doses de bouillante sur le poids des graines de la fève	44
Figure 33: Effet des doses de bouillée sur la matière sèche de la fève	45
Figure 34: Effet des doses de bouillée sur la teneur relative en eau (RWC) de la fève	46
Figure 35: Effet des doses de bouillée sur le taux de déperdition d'eau (RWL).....	47
Figure 36: Effet des doses de l'eau bouillée sur le déficit hydrique de saturation de la fève.....	48
Figure 37: Effet des doses de bouillée sur les teneurs en chlorophylle de la fève.....	50
Figure 38: Effet des doses de bouillée sur les teneurs en protéines totales de la fève.	51
Figure 39: Effet des doses de bouillée sur les teneurs en sucres solubles de la fève	52
Figure 40: Effet du PH du sol et de l'eau irrigation.....	55
Figure 41: Effet de la Conductivité électrique ($\mu\text{s}/\text{cm}$) du sol et l'eau irrigation.....	56
Figure 42: Effet de l'Humidité de sol.....	57

Liste des tableaux

Tableau 1:Classification des eaux selon leur pH. 8

Tableau 2:Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité. 8

Tableau 3:Classes de turbidité de l'eau 9

Tableau 4:Relation entre la dureté de l'eau et la concentration équivalente en CaCO₃ 9

Tableau 5 :Composition moyenne de la graine de la fève. 18

Tableau 6: Évaluation de la superficie et production de la fève en Algérie..... 19

Introduction



INTRODUCTION

L'agriculture biologique, qui est connue comme une méthode agricole écologique avec des dimensions économiques et sociales, vise à produire des aliments propres de manière sûre, en tenant compte de l'équilibre naturel et sans perturber le système écologique (ESRAA, 2018). Elle s'appuie sur la fertilisation organique pour prévenir la détérioration des sols et augmenter leur fertilité, pour augmenter la valeur productive des terres agricoles et réduire la pollution. Par conséquent, l'utilisation des déchets organiques est l'un des facteurs importants qui conduisent à la fourniture d'engrais pour les plantes et le sol. La fertilisation organique est également un enjeu important dans l'agriculture moderne, car il s'agit de l'équilibre nutritionnel pour répondre aux besoins de base de la plante ainsi que de la réduction de la fertilisation minérale. La matière organique a la particularité d'adsorber les macro et micronutriments, ce qui la rend plus disponible dans la zone d'épandage des racines (F.A.O, 1999). La matière organique joue un rôle important dans le maintien de l'acidité modérée du sol, qui assure une bonne croissance des plantes, et fournit des éléments nutritifs dans le sol. Cette dernière est contenue dans quelques déchets végétaux utilisés pour l'amélioration de l'agriculture (BOYHAN *et al.*, 2011).

C'est pourquoi nous avons utilisé de l'eau bouillie des légumes en raison des avantages que ces légumes et nutriments contiennent, ils se répandent donc dans l'eau, elle est donc riche en potassium, calcium et azote. Quand elle refroidit, elle devient prête pour l'arrosage. Cette eau est considérée comme une solution organique bénéfique pour le sol et les plantes et leur apporte des vitamines.

Ce travail vise à la valorisation de l'eau bouillante (des légumes) et son rôle dans l'amélioration de la production agricole de grains, se débarrasser de la fertilisation chimique et de ses effets négatifs à long terme, recycler les déchets des maisons et des usines de manière utile et obtenir un produit de santé biologique sécuritaire. Dans ce cadre, notre contribution se situe à ce niveau de problématique, c'est dans ce domaine que s'inscrit l'objectif de ce travail où on a choisi d'étudier les effets de l'eau bouillante des légumineuses sur l'une des plantes graminées (la fève "*Vicia faba*. L").

Cette étude est structurée en deux parties :

● La partie théorique se compose de deux chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons inclus des informations générales sur l'eau, son importance et ses caractéristiques les plus importantes. Dans le deuxième chapitre, nous avons discuté des fèves, leur importance nutritionnelle et leurs types.

● Une deuxième partie pratique, à travers laquelle nous avons cherché à atteindre les objectifs de notre étude sur le terrain, nous l'avons donc également divisée en deux chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons traité de matériel et méthodes de recherche, et dans le deuxième chapitre, nous avons présenté les résultats de l'étude et les discuté après les avoir analysés statistiquement avec les derniers programmes statistiques.

● L'étude s'est conclue par une conclusion générale comprenait les résultats les plus importants et donnait des perspectives pour mieux améliorer l'étude.

Partie 1
Synthèse bibliographique



Chapitre I
Généralités Sur L'eau



CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'EAU

I. Généralités sur l'eau

L'eau est d'une importance biologique et économique capitale. Elle est à la fois un aliment, éventuellement un médicament, une matière première industrielle, énergétique et agricole, et un moyen de transport (HENRI, 2012). L'eau est une denrée de plus en plus rare en Algérie et de moins en moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'agriculture et de l'industrie qui se disputent une disponibilité limitée (DJEDDI, 2006).

La question de l'approvisionnement en eau devient chaque jour plus préoccupante et cela pour plusieurs raisons : la démographie galopante et la sécheresse qui s'est accrue sont parmi ces raisons (BENSALEM, 2008). Des facteurs structurels et économiques liés au développement des secteurs agricole et industriel viennent encore accroître la demande et les besoins en eau (KASBI, 2016).

I.1. Définition de l'eau

C'est une substance naturelle, souvent liquide et inodore, incolore, et sans saveur à l'état pur, de formule chimique H_2O , et elle peut se trouver dans les trois états de la matière (solide, liquide, ou gazeux). L'eau est l'un des agents ionisants les plus connus, on l'appelle fréquemment le solvant universel (ENCYCLOPEDIE, 2006).

Nom féminin du latin *arqua*, l'eau est un corps insipide et liquide à la température ordinaire. Elle est considérée par les anciens comme l'un des quatre éléments de base avec le feu, l'air et la terre. Elle est le substrat fondamental des activités biologiques et le constituant le plus important des êtres vivants (70% de leurs poids en moyenne). La majeure partie de l'eau (97%) est contenue dans les océans (Figure 1), et est salée, ce qui la rend inutilisable pour l'homme.

Les 3% restants d'eau douce ne sont pas entièrement disponibles pour l'homme. En effet, environ 68,3% de celle-ci se présente à l'état solide dans les glaciers et 31,4% seulement se trouve à l'état liquide dans les nappes phréatiques, les lacs d'eau douce, les rivières et l'eau contenue dans la matière vivante... etc., une faible proportion de ces 31,4% est sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère (ASSOULINE *et al*, 2007).

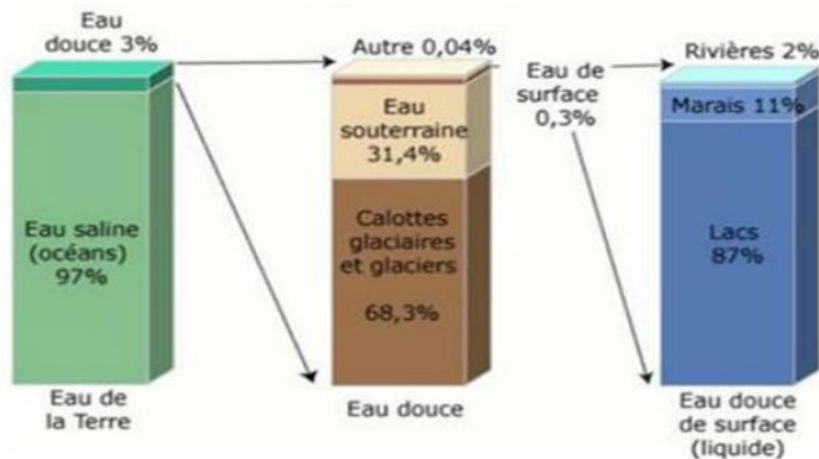


Figure 1 : La répartition de l'eau sur la terre (VASCO, 2017).

I.2. Cycle de l'eau

L'eau ne reste pas dans un état donné, ses mouvements, accompagnés de ses changements d'état, constituent le cycle de l'eau, appelé aussi cycle hydrologique. Ce dernier est le résultat des échanges entre les différents réservoirs d'eau : les océans, les fleuves, les lacs, les glaces, l'atmosphère, etc. L'eau fait partie d'un cycle naturel en perpétuel mouvement entre la terre et l'atmosphère. Elle s'évapore constamment au-dessus des océans, des lacs et des forêts. Elle devient, par la suite, condensée sous forme de nuage et elle est transportée dans le ciel par les vents. Les nuages précipitent sous forme de pluie, neige ou grêle sous l'action de phénomènes météorologiques complexes, où interviennent surtout les vents et les différences de températures (BOUZIANI, 2000).

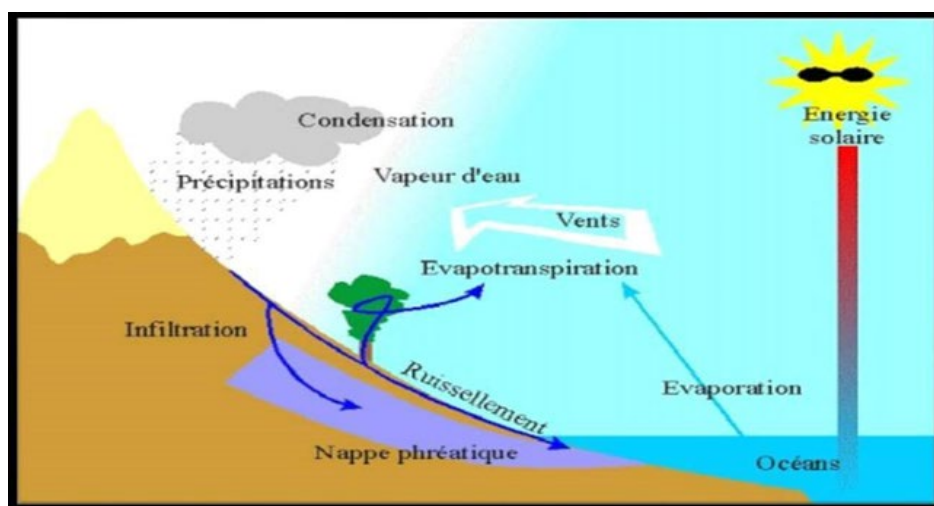


Figure 2 : Cycle de l'eau (MOUFFOK, 2008).

Ce cycle suit son cours selon cinq étapes qui sont l'évaporation, la condensation, la précipitation, l'infiltration et le ruissellement (SELHI et SMAIL, 2004).

I.3. Classification des eaux

I.3.1. Eaux naturelles

Les réserves disponibles d'eaux naturelles sont constituées : des eaux souterraines (infiltration, nappe), des eaux de surface retenues ou en écoulement (barrages, lacs, rivières) et des eaux de mer.

I.3.1.1. Eaux souterraines

Du point de vue hydrogéologique, les couches aquifères se divisent en :

✓ **Nappes phréatiques ou alluviales** : peu profondes et alimentées directement par les précipitations pluvieuses ou les écoulements d'eau en dessus

✓ **Nappes captives** : plus profondes que le premier et séparées de la surface par une couche imperméable. L'alimentation de ces nappes est assurée par l'infiltration sur leurs bordures. La nature du terrain sous lequel se trouvent ces eaux est un déterminant de leurs compositions chimiques, cependant elles sont appelées aussi les eaux propres car ils répondent en général aux normes de potabilité. Pourtant, ces eaux sont moins sensibles aux pollutions accidentelles, elles perdent totalement leur pureté originale dans le cas de contamination par des polluants (CARDOT, 1999).

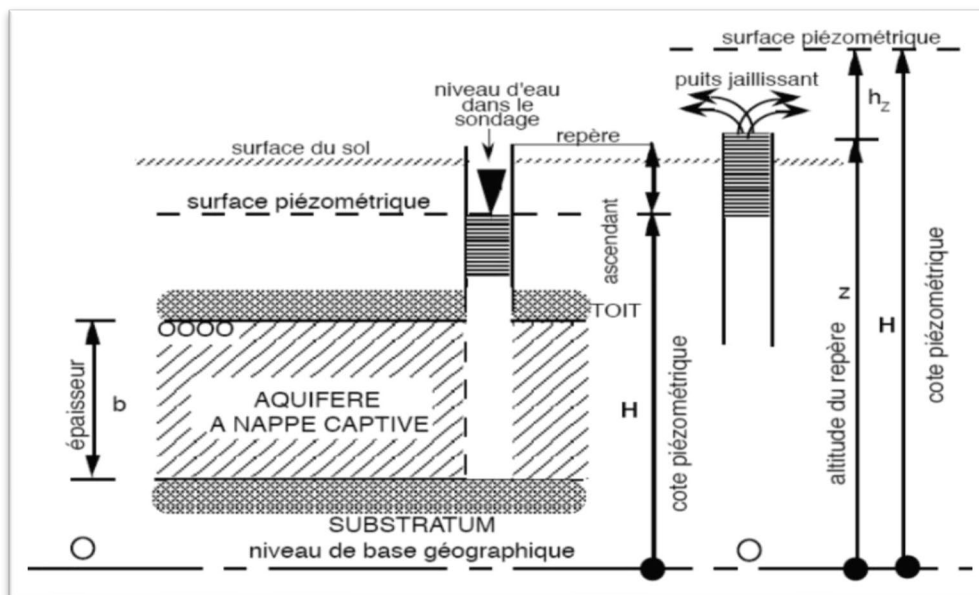


Figure 3 : Schéma de l'aquifère à nappe captive (CASTANY, 1982).

I.3.1.2. Eaux de surface

Par opposition aux eaux souterraines, l'eau de surface est l'eau qui se trouve à la surface ou proche de la surface du sol. Dans une zone donnée, il s'agit pour l'essentiel des cours d'eau, des

océans, des lacs et des eaux de ruissellement qui s'y trouvent. Sa température varie en fonction du climat et des saisons. Ces matières en suspension sont variables selon la pluviométrie, la nature et le relief des terres à son voisinage. Sa composition en sels minéraux est variable en fonction du terrain, de la pluviométrie et des rejets. Une eau de surface est ordinairement riche en oxygène et pauvre en dioxyde de carbone (DEGREMONT, 2005).



Figure 4 : Eaux de surface (WIKIPEDIA, 2011).

I.4. Eaux des mers et océans

Les mers et les océans constituent des énormes réservoirs d'eau. Elles représentent près de 97.4% du volume d'eau existant actuellement sur notre planète. Les eaux de mers sont caractérisées par une grande salinité, ce qui rend leur utilisation difficile ; notamment leur coût très élevé pour leur traitement (DEGREMONT, 2005).

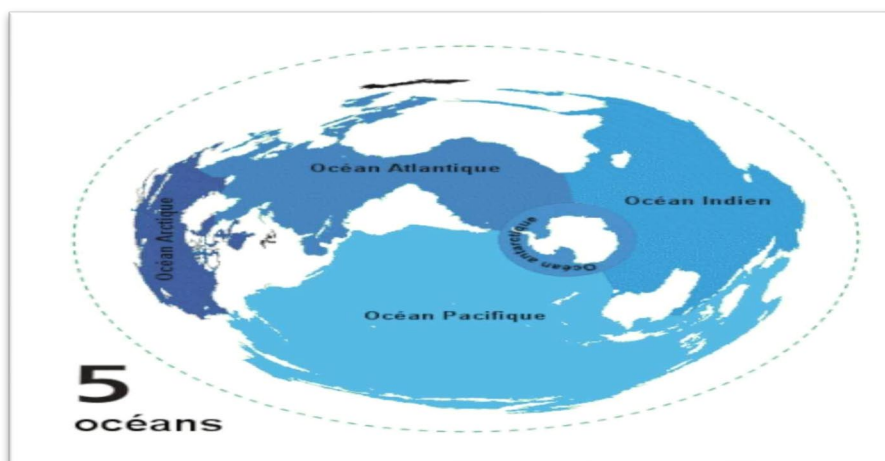


Figure 5 : Eaux des océans (WIKIPEDIA, 2007).

I.4.1. Eaux usées

Les eaux usées sont les eaux résiduaires d'une industrie ou d'une communauté, qui sont destinées à être rejetées après usage. Elles sont des eaux ayant perdues, par leur utilisation

industrielle ou domestique, leur pureté initiale, et qui sont devenues impropres à d'autres utilisations de qualité. Les eaux usées, ne doivent pas être rejetées en masse dans le milieu naturel avant d'avoir été traitées en vue de l'élimination des polluants indésirables par passage dans une station d'épuration (AQUAPORTAIL, 2008).

I.4.2. Eaux de consommation

Une eau potable est une eau douce chimiquement et biologiquement saine, conforme pour un usage lié à la consommation humaine pour éviter toute maladie. Les normes appliquées à une telle eau ne devraient pas être inférieures à celles proposées dans la dernière édition de "Normes internationales pour l'eau potable" publiée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). L'eau du robinet est très utilisée par les ménages car son niveau de potabilité est élevé. L'eau potable est une eau non salée, une eau douce suffisamment sûre et saine pour être consommée par l'humain ou utilisée avec un faible risque de préjudice immédiat ou à long terme (AQUAPORTAIL, 2008).

I.5. Paramètres physico-chimiques de l'eau

I.5.1. Température (T)

La température est un facteur important dans la vie aquatique. Un changement de la température affecte les diverses propriétés de l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et des gaz. Elle influe sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau. La température a une influence aussi sur le pouvoir auto-épuration des cours d'eaux (DEGREMONT, 2005).

I.5.2. Potentiel d'hydrogène (PH)

L'échelle des pH s'étend en pratique de 0 (très acide) à 14 (très alcalin) ; la valeur médiane "7" correspond à une solution neutre à 25°C (Tableau 2). Le pH d'une eau naturelle peut varier de "4" à "10" en fonction de la nature acide ou basique des terrains traversés. Le pH n'a pas de signification hygiénique, mais il présente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de l'eau (RODIER, 1984).

- ✓ Des pH faibles augmentent le risque de présence de métaux sous forme ionique plus toxique (HOUMEL, 2017).
- ✓ Des pH élevés augmentent les concentrations d'ammoniac, qui est toxique (HOUMEL, 2017).
- ✓ Le pH d'une eau potable doit se situer entre 6.5 et 9.5 (O.M.S, 2006).

Tableau 1 : Classification des eaux selon leur pH (C.I.E.,2005).

PH<5	Acidité forte ==>présence des acides minéraux ou organiques dans les eaux naturelles
PH=7	PH neutre
7<pH<8	Neutralité approchée ==> majorité des eaux de surface
5,5<pH<8	Majorité des eaux souterraines
PH=8	Alcalinité forte, évaporation intense

I.5.3. Conductivité électrique

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques séparées l'une de l'autre de 01cm. Elle est l'inverse de la résistivité électrique. Elle augmente avec la teneur des sels dissous et dépend de la température. On l'exprime usuellement en micro siemens par centimètre ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (SELHI *et* SMAIL, 2004).

Tableau 2 : Minéralisation des eaux en fonction de la conductivité (SAMAKE, 2002).

Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C	Minéralisation
Cond< 100	Eau de minéralisation très faible
100≤Cond≤200	Eau de minéralisation faible
200≤Cond≤400	Eau de minéralisation peu accentuée
400≤Cond≤600	Eau de minéralisation moyenne
600≤Cond≤1000	Eau de minéralisation important
Cond≥1000	Eau de minéralisation excessive

I.5.4. Turbidité (T)

La turbidité a pour origine de la présence de matières en suspension qui donnent un aspect trouble à l'eau. Autrement dit, c'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée par la présence des matières en suspension fines comme les argiles, les limons, les grains de silice et les micro-organismes. Pour la sécurité du consommateur, l'eau destinée à la consommation doit présenter une turbidité inférieure à 5 NTU (Unité de Turbidité Néphélométrique) (RODIER *et a l.* 2009).

Tableau 3 : Classes de turbidité de l'eau (RODIER *et al.* 2009).

NTU < 5	Eau claire
5 < NTU < 30	Eau légèrement trouble
NTU > 30	Eau trouble

I.5.5. Dureté (TH)

La dureté ou le titre hydrotimétrique (TH) correspond à la somme des concentrations en cations Ca^{2+} et Mg^{2+} à l'exception des alcalins. Une eau est dite douce, lorsqu'elle est pauvre en ces cations et elle est dite dure lorsqu'elle est riche en ces derniers (LEDLER, 1986 *et* HAOUSSA, 2013).

Tableau 4 : Relation entre la dureté de l'eau et la concentration équivalente en CaCO_3 (HADEF *et* HASNI, 2017).

Dureté de l'eau	Concentration en mg/l
Eau douce	0 à 60
Eau moyennement douce	60 à 120
Eau dure	120 à 180
Eau très dure	Plus de 180

I.5.6. Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important qui marque généralement le degré de pollution. Ce sont des matières qui ne sont ni colloïdales, ni solubilisés et elles-peuvent être organiques ou minérales. La présence des matières en suspension, diminue la concentration en oxygène dissous, ce qui rend les activités des micro-organismes faibles et par conséquent une diminution du phénomène d'autoépuration (HADEF *et* HASNI, 2017).

I.6. Différents types de sources

I.6.1. Source d'affleurement

Lorsque la couche imperméable inférieure d'une nappe aquifère affleure au sol d'une vallée, l'eau de cette nappe apparaît à la surface sous forme d'un chapelet de source. Elles appartiennent à cette catégorie (VILAGINES, 2000).

I.6.2. Source d'émergence

Bien que la couche perméable soit fissurée en direction du sol, on peut avoir un débit alimentant un trou d'eau, souvent envahi de végétation par une ou plusieurs fractures ou l'on peut voir l'eau bouillonner. Le débit localisé de ces sources est souvent important, leur risque de tarissement est inégal (GOMELLA *et* GUERREE, 1980).

I.6.3. Source de déversement

Ce type de sources se rencontre dans les terrains fissurés en surface, calcaires et surtout granites (le réseau de fissures vient rencontrer la surface du sol, avec une pente qui permet d'y conduire l'eau). Généralement, leur débit est faible pratiquement constat et peuvent facilement tarir (BONNIN, 1982) ; elles naissent sur les pentes ou des grandes hauteurs (au-dessus du fond de la vallée), généralement leur débit est faible (BOUZIANI, 2000).

I.7. Eau de cuisson

C'est un engrais naturel redoutable qu'il serait dommage de jeter. Qu'on cuisinier des pâtes, du riz ou des légumes, cette eau contient de nombreux nutriments, vitamines et minéraux essentiels à la croissance des plantes. Chaude et salée, l'eau de cuisson peut également être un excellent désherbant biologique (L'ARROSEUR ,2021).

I.7.1. Eau de légumes

Par la vapeur ou la casserole ; la cuisson, à la vapeur ou à l'eau bouillit, a un effet différent sur les micronutriments des légumes. L'eau bouillie libère naturellement beaucoup de minéraux et vitamines des cellules végétales. Cette eau est donc très riche et très intéressante pour les plantes. La cuisson à la vapeur est meilleure sur le plan nutritionnel dans la mesure où elle laisse une plus grande partie de ces minéraux et vitamines dans les légumes. Par conséquent, elle est moins riche et bénéfique pour les plantes. Voici les légumes dont on peut récupérer l'eau de cuisson pour arroser : Eau de cuisson des artichauts, des haricots verts, des lentilles au jardin, d'asperge, de pomme de terre, de pois chiche, de betterave. Si vous mangez vos légumes crus, faites bouillir leurs épluchures et morceaux non comestibles avant de les jeter ou de les composter. Le bouillon que vous obtiendrez sera excellent pour vos plantes (L'ARROSEUR, 2021).



Figure 6 : Eaux de légumes (Photo Originale).

I.7.2. Avantages de l'eau de la cuisson des plantes

Le recyclage des eaux alimentaires est une excellente manière de compléter les végétaux à moindre coût. Concrètement, lorsqu'on fait bouillir les pâtes, les légumes ou les œufs, une grande partie des micronutriments qu'ils contiennent se retrouvent dans l'eau. Cela est plutôt dommage pour nous qui n'allons pas profiter en les mangeant, mais ils ne sont pas perdus pour autant. Il s'agit donc d'une eau riche, notamment du phosphore, de l'azote et du calcium, qui sont les principaux minéraux qu'on retrouve dans les engrais traditionnels. C'est-à-dire qu'en utilisant cette méthode régulièrement, on n'aura plus besoin de fertiliser les sols et les plantes favorites avec des produits moins naturels. Cette méthode est en plus très accessible, et ne demande aucune installation particulière. Qu'on habite un petit appartement en plein centre-ville ou une villa à la campagne, elle sera très simple à mettre en place. Ce n'est en revanche pas le cas du compostage ou de l'arrosage à l'eau de pluie qui demandent un espace de stockage et l'accès au réseau de gouttière. Elle est tout d'abord beaucoup plus facile à mettre en place que le compostage (L'ARROSEUR, 2021).

Chapitre II
La Fève (Vicia faba. L)



CHAPITRE II : LA FEVE (*VICIA FABAL*)

II. 1. Origine et répartition géographique

La féverole (*Vicia faba*. L), également appelée fève ou féverole, est une importante légumineuse de saison fraîche qui a une longue histoire de culture. À l'heure actuelle, la féverole est la quatrième légumineuse de saison fraîche la plus plantée au monde et elle est principalement cultivée en Chine, en Éthiopie et en Australie. (JINGBIN *et al.* 2023).

La production mondiale annuelle est estimée à environ 200 000 tonnes (SMITH *et al.* , 2021). Les féveroles sont une bonne source de protéines pour les humains, en particulier ceux d'Asie de l'Ouest et d'Afrique du Nord, et constituent un aliment abordable pour le bétail dans les régions développées, telles que l'Europe et l'Australie (WANWEZI, 2022). La féverole est une culture autogame avec des niveaux importants de pollinisation croisée qui varient considérablement d'un cultivar à l'autre (IYAD ,2004).

II.2. Description de l'espèce *Vicia faba*

1- Racines

Les racines sont pivotantes, puissantes et de taille importante, avec une forte ramification secondaire et les nodosités sont abondantes dans les premiers centimètres du sol (LOUNISSI, 2021).

2- Tige

La fève présente une tige simple, dressée, creuse et dissection quadrangulaire, sans ramification et se dresse sur plus de 01m de haut. La tige est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type décroissance indéterminée (AMARA, 2014).



Figure 7 : La tige de la fève (Photo Originale).

3- Feuilles

Les feuilles sont alternes, composées-pannées, constituées de 02 à 04 paires de folioles ovales, mucronées, sans vrille, de couleur verte glauque ou grisâtre. Les stipules sont bien visibles en forme dentées (CHAUX *et* FOUY, 1994).



Figure 8 : Les feuilles de la fève (Photo Originale).

4- Fleurs

Les fleurs classiques de légumineuses sont portées aux aisselles des nœuds reproducteurs en grappes de 2 à 12 selon le type. Les fleurs sont grandes de 02 à 03 cm, blanches tachées de noir (PATRICK *et al.* 2008).



Figure 9 : Les fleurs de la fève (Photo Originale).

5- Fruits (gousses)

Les fruits sont des gousses charnues qui peuvent avoir de 10 à 20 cm de longueur selon les variétés et peuvent contenir un nombre variable de graines (03 à 09). A l'état jeune, les gousses sont de couleur verte puis noircissent à maturité (CHAUX *et* FOURY, 1994). Elles sont pourvues d'un bec et sont renflées au niveau des graines (BRINK BELAY, 2006).



Figure 10 : Les fruits de la fève (Photo Originale).

6- Graines

Les graines sont charnues, de couleur vert tendre à l'état immature, elles développent, à complète maturité, un tégument épais et coriace de couleur brun rouge à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à contour presque circulaire ou réniforme (CHAUX *et* FOURY, 1994). Les graines possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron. CHAUX *et* FOURY (1994) rapportent que la faculté germinative de la graine peut se maintenir 06 à 10 ans et même au-delà et que la graine est à germination hypogée, c'est-à-dire que les cotylédons restent en terre.



Figure 11 : Les graines de la fève (Photo Originale).

II.3. Position systématique de la fève

Vicia faba. L est l'espèce la plus éloignée du genre *Vicia*, et ses chromosomes sont plus larges et moins nombreux comparativement aux autres espèces (*V. faba* : $n = 06$, autres espèces souvent : $n = 7$). Au sein de l'espèce *V. faba*, il existe trois sous espèces. La féverole, représentée par *V. faba minor* et *V. faba equina*, qui se caractérise par des grains de petite taille, tandis que la

fève potagère, qui correspond à *V. faba major*, est représentée par des grains de calibre important (BENGOUGA ,2017).

Les légumineuses constituent une grande famille, avec 690 genres et environ 18000 espèces, dont fait partie la fève qui est une plante herbacée annuelle, appartenant à celle des fabacées (GHETAI *et* SEGHIR, 2020).

- ✚ **Règne** : Plantae
- ✚ **Sous-règne** : Tracheobionta
- ✚ **Division** : Magnoliophyta
- ✚ **Classe** : Magnoliopsida
- ✚ **Sous-classe** : Rosidae
- ✚ **Ordre** : Fabales
- ✚ **Genre** : *Vicia*
- ✚ **Espèce** : *Vicia faba*.

II.4. Intérêts de la culture des fèves

II.4.1. Intérêt alimentaire

La production de la fève est utilisée pour la consommation humaine, animale et l'exportation. La quantité de fève consommée est d'environ 2,4 kg par personne par an. Elle dépasse le niveau de consommation des autres légumineuses alimentaires (EL-AHRACH, 2020). Elle est utilisée aussi bien pour l'alimentation humaine (utilisée dans différents plats culinaires depuis la formation des gousses jusqu'à la récolte du grain sec (KHALID, 2007).

II.4.2. Intérêt agronomique

La fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg/ha; Elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique (EL-AHRACH, 2020). Ils sont également utilisés comme engrais vert pour les sols pauvres des zones arides (MEZANI, 2015), outre sa capacité à tolérer la salinité (AMIRA, 2010).

II.5. Variétés de la fève

Il existe quatre variétés de fèves en Algérie, qui sont :

a- Séville

C'est une variété précoce à gousses longues, renferment 5 à 6 grains volumineux. Sa tige est d'une hauteur de 70cm, elles distinguant des autres variétés par la couleur de

son feuillage, d'un vert assez franc. Ses gousses présentent une largeur d'environ 3cm et une longueur de 25cm (MEZANI, 2011).

b- Aguadulce

Une variété demi précoce, très répandue en culture, elle se caractérise par une végétation haute de 1,10 à 1,20 m et possède des gousses de couleur vert franc, volumineuse et très longue, pouvant atteindre 20 à 25 cm renfermant 7 à 9 graines. Cette variété très productive introduite avec la Séville d'Espagne (BOURKAIB, 2014).

c- Muchaniel

C'est une variété très précoce, elle a des gousses de couleur vert clair, de 20 cm de longueur en moyenne, renfermant 05 à 06 grains blancs, elle est très productive (CHAUX et FOURY, 1994).

d- Féverole

Elle possède un système racinaire très repoussant et structurant, et de surcroît l'une des plus performantes en matière de fixation de l'azote (THOMAS, 2008). Les graines de féverole sont de forme ovale, plus ou moins régulière, et parfois rétrécie en leur milieu suivant les variétés, de couleur allant de brune à rouge foncée. Selon LEBRETON *et al.* (2009), la féverole n'est pas sensible à l'*Aphanomyces* du pois, de plus les limaces sont très peu friandes de féverole, voir les repoussent et préfèrent les autres plantes, ce qui en fait une plante assez facile à installer et réussir (THOMAS, 2008).

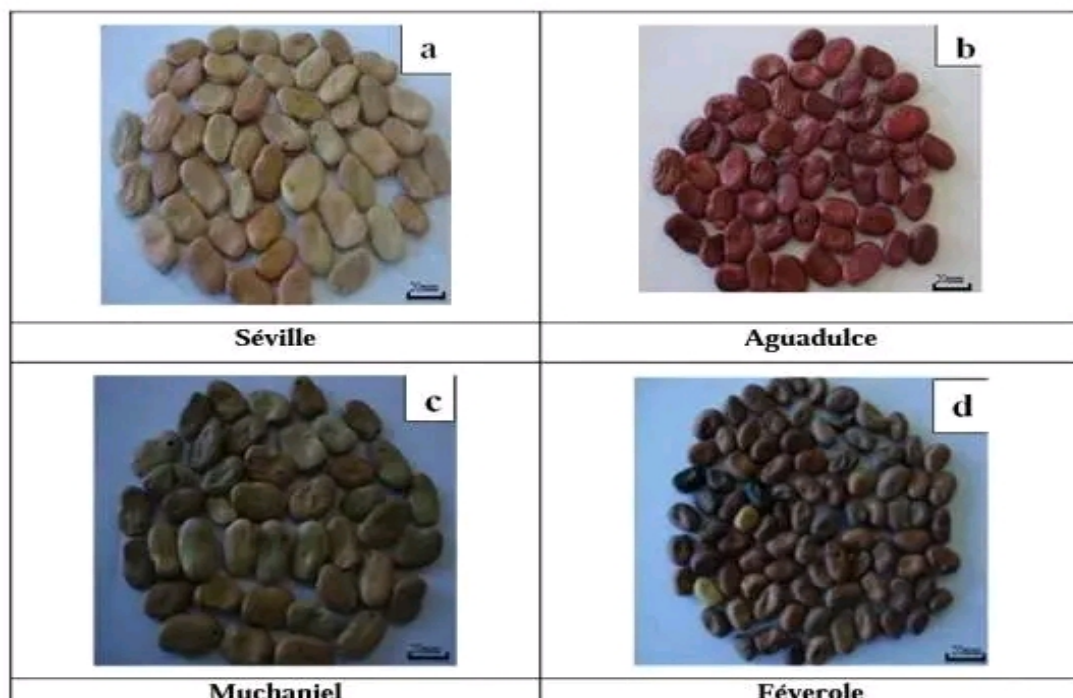


Figure 12 : Variétés de la fève (MEZANI, 2011).

II.6. Composants de la fève

Tableau 5 : Composition moyenne de la graine de fève (BESSAOU, 2020).

Composition(g)	Vitamines (mg)
Glucides 10,0	Acide ascorbique..... 82,00
Protides..... 5,40	Provitamine A (carotène)..... 0,100
Lipides 0,30	B1 (thiamine)..... 0,300
Eau 82,0	B2 (riboflavine)..... 0,200
Fibres alimentaire..... 6,50	B3 (nicotamide)..... 1,800
Minéraux (mg)	Apport énergétique
Potassium..... 210,0	K calorie..... 64,00
Phosphore 105,0	K joules..... 268,0
Calcium..... 24,0	
Magnésium..... 18,00	
Soufre 27,00	
Sodium..... 4,0	
Chlore..... 14,00	

II.7. Production et consommation de la fève en Algérie

En Algérie, la fève est retenue notamment pour la consommation humaine sous forme de gousses fraîches, ou en grains secs (Tableau 6). La fève est cultivée sur l'ensemble des zones agro-écologique d'Algérie. En effet, elle se trouve dans la zone littorale jusqu'aux hauts plateaux et dans la zone sublittoral. À l'ouest elle est cultivée dans les wilayas de Tlemcen, Mascara, Chleff ; à l'est, elle est cultivée à Skikda, Bejaia, Guelma ; dans la région de Biskra, la fève est également très cultivée (FELIACHI, 2002).

Tableau 6 : Évaluation de la superficie et production de la fève en Algérie (FAO, 2016).

Campagne Agricole	Superficies (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2006-2007	31284	279735	8,9
2007-2008	30688	235210	7,7
2008-2009	32278	364949	11,3
2009-2010	34210	366250	10,7
2010-2011	37090	379820	10,2
2011-2012	36835	405070	11
2012-2013	37668	423860	11,2
2013-2014	37499	413889	11
2014-2015	39977	448070	11,2
2015-2016	35147	375980	10,7
Moyennes	35267,6	369283,3	10,39

D'après le tableau 6, la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 35267,6 ha. Elle présente des variations d'une année à une autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, sur une moyenne de 10 années. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente un moyen de 10,39qx/ha. Le rendement maximal a été noté durant la campagne agricole 2008/2009 avec 11,3qx/ha ; par contre, le rendement minimal est enregistré durant l'année 2007/2008.

Partie 2:
Etude expérimentale



Chapitre III
Matériel et Méthodes



CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

III.1. Objectif de l'étude

Le but de ce travail est d'étudier l'effet de bouillée (pommes de terre, carottes et betteraves) sur la croissance des fèves (*Vicia faba*).

III.2. Localisation géographique du site expérimental

Les travaux ont été réalisés dans ferme pilote de située dans la pépinière modèle du département des sciences de la nature et de la vie à l'université Ziane Achour Djelfa.

- ✚ Latitude : 34°39' 31" Nord.
- ✚ Longitude : 3°17' 23" Est.
- ✚ Altitude par rapport au niveau de la mer : 1.35Km.

Le climat se caractérise par un hiver froid rigoureux avec un été chaud et sec. La pluviométrie est faible. Cette zone des hauts-plateaux se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride.

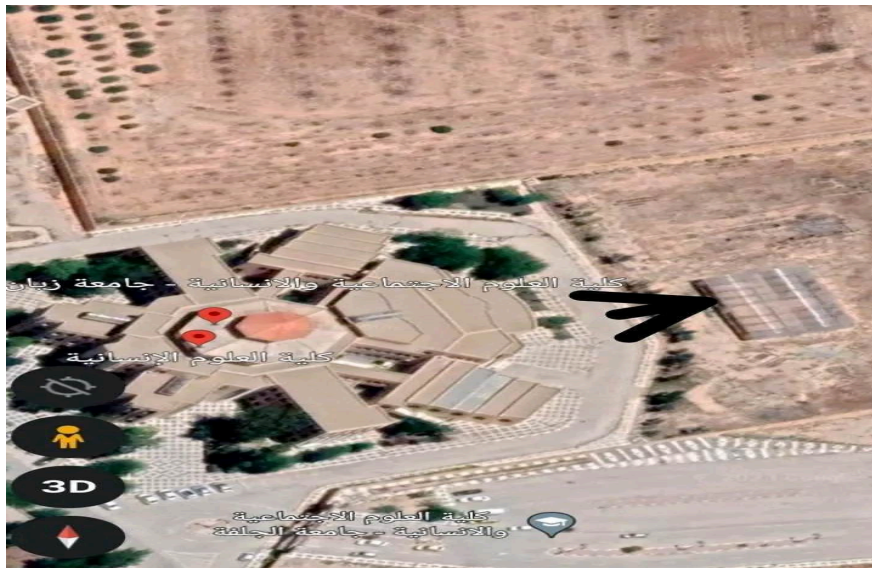


Figure 13 : Le site de l'étude (Google Earth, 2023).

III.3. Matériel végétal

III.3.1. Graines de la fève (*Vicia faba*)

La variété utilisée dans notre expérimentation est la variété *Picasso*. C'est une variété d'origine, bien adaptée avec un large spectre de conditions climatiques, notamment pour le froid. Nous l'avons apportée de Agromosta (Wilaya de Mostaganem).



Figure 14 : Semences de la fève (photo originale).

III.3.2. Additifs liquides

Nous avons apporté des légumes (pommes de terre, carottes et betteraves) et les avons cuit chacun d'eux séparément, avec une concentration de 10% (100g de légumes dans 1L d'eau de robinet), à une température de 100°C.

Nous choisissons bouillée (pommes de terre, carottes et betteraves) ; c'est parce-que les légumes, à la cuisson, libèrent toutes les substances qu'ils contiennent. Elle est adaptée aux plantes et efficace pour fertiliser le sol. C'est un excellent engrais naturel (bio-fertilisant), elle contient un pourcentage élevé du phosphore, d'azote et de potassium. Ainsi, c'est un bon allié des plantes. Il améliore la floraison des plantes, la qualité du sol et fournit des nutriments.



Figure 15 : L'eau bouillée (Photo Originale).

III.4. Test de la capacité germinative des grains utilisés

Avant utilisation, les graines sont mises en germination dans des boites de pétrie. Elles sont incubées durant quelques jours dans l'obscurité et à température ambiante ; et juste après l'émergence de la radicule les plantules sont repiquées. Le test nous a donné un pourcentage de germination de 82%.

III.5. Préparation

Dans notre étude, nous avons utilisé des sols de la zone de *Ras El-Ayoun*, située au sud de Djelfa. Le sol est pré-tamisé par un tamis à mailles de 02 mm et mélangé avec un compost naturel à raison de 2V/1V respectivement.

III.5.1. Préparation des pots

Des pots en plastiques d'une capacité de 04Kg, d'un diamètre de 30cm et d'une hauteur de 40cm, dont le fond est tapissé avec du gravier afin d'assurer le drainage. Ils sont remplis d'un substrat composé d'un mélange sable -terreau. Cette valeur de poids est retenue pour déterminer la capacité de rétention du substrat : cette caractéristique hydrique est nécessaire car elle permet le calculer les quantités de solution à apporter lors de l'arrosage, et elle est fonction de la nature du substrat, de son poids dans les pots et de l'âge de la plante (BELKHODJA, 1996). Après la germination, les plantules sont repiquées soigneusement à raison de 02 plantules par pot et irriguées à 60% de la capacité de rétention du substrat (soit environ 250 ml de la solution nutritive par pot) déterminée après le calcul de leur capacité de rétention.

III.5.2. Doses de fertilisation

Dans notre expérience, nous avons utilisé différentes doses d'eau bouillie (pommes de terre, carottes, betteraves) selon le suivant :

- ✚ Témoin (Eau de robinet) (T)
- ✚ Bouillie de Pomme de terre (P)
- ✚ Bouillie de Carotte (C)
- ✚ Bouillie de Betterave (B)
- ✚ Bouillie de Pomme de terre + Betterave (PB)
- ✚ Bouillie de Carotte + Betterave (CB)
- ✚ Bouillie de Pomme de terre + Carotte (PC)
- ✚ Bouillie de Pomme de terre + Carotte + Betterave (PCB)

III.6. Germination

Afin de déterminer l'effet de bouillie (pommes de terre, carottes, betteraves), sur la croissance de la fève, un test de germination a été réalisé sous les différentes concentrations mentionnées. Les graines, au nombre de 280, sont lavées à l'eau distillée. Elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes de plastique de 20 cm de diamètre pour les différentes concentrations (07

graines par boîte avec cinq répétitions pour chaque dose). Les boîtes sont placées dans l'obscurité à une température de 25 °C et une humidité relative élevée pendant une semaine.

Au cours de cet essai, les paramètres étudiés sont :

III.6.1. Taux de germination final

Le taux de germination constitue le meilleur moyen d'identification de la concentration qui présente la limite physiologique de germination des graines. Il est exprimé par le rapport de nombre de graines germées sur le nombre total de graines (MAZLIAK, 1982).

$$G = (g / Ng) \times 100$$

- ♣ G : Taux de germination (%)
- ♣ g : Nombre de graines germées
- ♣ Ng : Nombre de graines mises à germer

III.6.2. Cinétique de germination

Pour mieux appréhender la signification écologique du comportement germinatif des graines étudiées ainsi que l'ensemble des événements qui commencent par l'étape cruciale d'absorption de l'eau et se terminent par l'élongation de l'axe embryonnaire et l'émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l'embryon. Le nombre de graines germées est noté à 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 jours après le début de l'expérience (LANG, 1965).

III.6.3. Vitesse de germination

Elle permet d'exprimer l'énergie de germination responsable de l'épuisement des réserves de la graine. La vitesse de germination est estimée par le temps moyen (**t50**) qui correspond à la germination de 50% du lot de graines (LANG, 1965).

III.6.4. Moyenne journalière de germination (MDG = Mean Daily Germination)

Elle correspond le pourcentage de germination final sur le nombre de jours à la germination finale (OSBORNE *et al.*, 1993).

$$MDG = G / JGF$$

- ♣ MDG (%) : Moyenne journalière de germination
- ♣ G (%) : Taux de germination
- ♣ JGF : Nombre de jours à la germination finale

III.7. Etude de la croissance

III.7.1. Conduite de l'expérience

a) Semis

Les graines de la fève (*Vicia faba*) sont mises à germer directement dans des pots (à raison de 03 graines par pot) pour s'en assurer ; et après l'apparition des plantules, on laisse juste 2. Les mauvaises herbes qui avaient poussé dans les pots ont été enlevées dès leur apparition, afin que leur présence n'affecte pas la croissance de la plante. Tout au long de l'expérience, une observation visuelle a été faite (pour la croissance, la décoloration, le jaunissement, la nécrose, etc.)

b) Arrosage

L'irrigation est entreprise régulièrement 02 fois par semaine, une par la solution à tester et une autre par l'eau de robinet (puits).

c) Récolte

La récolte des plantes a lieu au bout de 98 jours pour la fève (*Vicia faba*). Les racines sont lavées soigneusement, les parties (aérienne et racinaire) ont été séparées pour mesurer les paramètres choisis.

d) Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental de la fève (*Vicia faba*) a été approuvé à l'aide de 05 répétitions (Fig. 16).



Figure 16 : Le dispositif expérimental (Photo Originale).

III.8. Paramètres étudiés

Le calcul des paramètres a été effectué depuis la deuxième semaine du semis.

III.8.1. Paramètres morphologiques et biométriques

Les effets, sur les plantes étudiées, sont mis en évidence par l'évaluation des paramètres suivants :

III.8.1.1. Cinétique de longueur

La longueur des plantes a été effectuée, par centimètre (cm), chaque 07 jours depuis la deuxième semaine jusqu'à la plante cesse de grandir.

III.8.1.2. Cinétique de nombre de feuilles

Le nombre de feuilles est calculé chaque 07 jours depuis la deuxième semaine de repiquage jusqu'au le nombre a cessé d'augmenter.

III.8.1.3. Surface foliaire

Pour déterminer la surface foliaire formée, on a choisi aléatoirement trois feuilles par plante. Ainsi, la surface foliaire (S) est déterminée selon la formule décrite par (BEZZALA, 2005) comme suivant :

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

- ♣ S : Surface foliaire en (cm²)
- ♣ π : 3,14
- ♣ a : Longueur de limbe en (cm)
- ♣ b : Largeur de limbe en (cm).

Ainsi, la surface foliaire totale (SFT) en cm², est déduite selon la formule suivante :

$$SFT = S \times N$$

- ♣ SFT : Surface foliaire totale en (cm²)
- ♣ S : Surface foliaire en (cm²)
- ♣ N : Nombre moyen des feuilles par plante

III.8.1.4. Longueur aérienne, racinaire et totale

La hauteur des tiges et racines, de chaque plante, est mesurée à la fin de l'expérience, après traitement, et exprimée en (cm) à l'aide d'une règle graduée.

III.8.1.5. Poids aérien, racinaire et totale

Après la récolte, le poids frais en (g), aérien, racinaire et totale de chaque plante a été effectué à l'aide d'une balance.

III.8.1.6. Nombre de gousses

Dans la fin de notre expérimentation, on a calculé le nombre de gousses pour connaître la capacité de la plante à produire des fruits sous l'ombre des solutions utilisées.

III.8.1.7. Vitesse de croissance (VC)

Elle est déterminée selon la formule décrite comme suivant :

$$VC = (L_S - L_{S0}) / 7$$

- ♣ L_S : Longueur de la semaine actuelle
- ♣ L_{S0} : Longueur de la semaine précédente

III.8.2. Paramètres hydriques

III.8.2.1. Teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC)

La teneur relative en eau (RWC) est déterminée par le pourcentage d'eau présent dans la feuille (BARRS *et* WEATHERLEY, 1962 ; SCIPPA *et al.*, 2004). Cette méthode consiste à couper les feuilles à la base de limbe puis de peser ces feuilles (poids frais PF), l'extrémité sectionnée est trempée dans des tubes contenant de l'eau distillée et portée à l'obscurité à 4 °C pendant 24 heures afin d'obtenir un taux maximal de réhydratation. La feuille est retirée et passée dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface puis pesée à nouveau pour déterminer le poids à saturation (poids en pleine turgescence PT). Chaque échantillon est ensuite mis à sécher à l'étuve pendant 48 heures à 80 °C puis pesée une dernière fois (poids sec PS). La teneur relative en eau (RWC) est calculée selon la formule de (CLARKE *et* MC-CAIG, 1982).

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

- ♣ P_F : Poids Frais
- ♣ P_T : Poids en Turgescence
- ♣ P_S : Poids Sec

III.8.2.2. Taux de déperdition d'eau (Relative Water Loss RWL)

La perte d'eau par transpiration (RWL) est évaluée selon la méthode de CLARKE *et al.* (1989). Les feuilles sont coupées à la base de limbe et trempées dans des tubes à essai remplis d'eau distillée et portées à l'obscurité pendant 24 heures pour peser le poids de turgescence initiale

(PI). Ensuite, elles sont placées sur une paillasse au laboratoire à température ambiante. Les feuilles sont pesées à trois temps différents : après 30 min (RWL₃₀), après 60 min (RWL₆₀) et après 120 min (RWL₁₂₀). Chaque feuille est mise dans l'étuve à 80 °C pendant 24 heures. Puis, on les pèse (c'est le poids sec PS). Les valeurs de déperdition sont déterminées par la formule de MONNEVEUX, (1991).

$$\text{RWL}_{30} = [(PI - P_{30\text{min}}) / P_s] \times [1 / (S_F \times 30)]$$

$$\text{RWL}_{60} = [(PI - P_{60\text{min}}) / P_s] \times [1 / (S_F \times 60)]$$

$$\text{RWL}_{120} = [(PI - P_{120\text{min}}) / P_s] \times [1 / (S_F \times 120)]$$

- ♣ **RWL** : Exprimée en g / (cm² x min)
- ♣ **P_I** : Poids initiale (de turgescence) (g)
- ♣ **P_{30 min}** : Poids après 30 min (g)
- ♣ **P_{60 min}** : Poids après 60 min (g)
- ♣ **P_{120 min}** : Poids après 120 min (g)
- ♣ **P_s** : Poids sec(g)
- ♣ **S_F** : Surface foliaire (cm²)

III.8.2.3. Matière sèche (MS)

Les plantes sont retirées et rincées de tous déchets et bien essuyées en utilisant du papier buvard, ensuite on procède à leur pesée (c'est le poids total frais PF). Les échantillons sont ensuite mis à sécher à l'étuve à 80 °C pendant 24 heures, puis ils sont pesés (c'est le poids total sec PS). La matière sèche (MS) a été évaluée selon AFNOR, (1982) par la formule suivante :

$$\text{MS (\%)} = (PS / PF) \times 100$$

- ♣ **MS (%)** : Pourcentage de la matière sèche
- ♣ **P_s** : Poids sec (g)
- ♣ **P_F** : Poids frais (g)

III.8.2.4. Déficit hydrique de saturation (DHS)

On calcule le poids d'eau par la différence entre le poids frais (soit actuelle ou en saturation) et le poids sec. Selon GABRIEL (2008), le déficit hydrique est déterminé par la formule suivante :

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

- ♣ **DHS (%)** : Déficit hydrique de saturation
- ♣ **ME_S** : Masse d'eau à saturation (g)
- ♣ **ME_A** : Masse d'eau actuelle dans les tissus (g)

III.8.3. Paramètres biochimiques

III.8.3.1. Teneurs en pigments chlorophylliens

La teneur en chlorophylle a, chlorophylle b, chlorophylle totale (a+b), et caroténoïdes / xanthophylles est déterminée selon la méthode de (LICHTENTHALER, 1987) et (SHABALA *et al.*, 1998) au niveau de tiers médians des plus jeunes feuilles.

Pour extraire les pigments chlorophylliens, environ 100 mg de matériel végétal issu de chaque concentration, coupé en petit fragments, est mis dans un tube à essai contenant 10 ml d'acétone à 95%. L'ensemble est conservé à l'obscurité durant 48 heures à 04 °C. L'étape suivante est la lecture de la densité optique de la solution à l'aide d'un spectrophotomètre UV réglé aux longueurs d'onde suivantes : 663,6 nm et 646,6 nm pour déterminer la teneur en chlorophylle a et chlorophylle b, et 470 nm pour déterminer la teneur en caroténoïdes. L'appareil est étalonné avec la solution témoin à base d'acétone à 95%. Les concentrations en chlorophylles a, b, totale et caroténoïdes/xanthophylle, exprimées en mg.g⁻¹ MF, sont calculées par les équations de PORRA (2002).

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

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

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

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

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

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

III.8.3.2. Teneurs en protéines totales

III.8.3.2.1. Principe

C'est un dosage colorimétrique, basé sur le changement d'absorbance, se manifestant par le changement de la couleur du bleu brillant de Coomassie G250 (déplacement du pic d'absorption de 465 nm à 595 nm : changement de teinte du milieu qui passe du brun orangé au bleu) après liaison (complexification) avec les acides aminés basiques (arginine, histidine, lysine) et les résidus hydrophobes des acides aminés présents dans la ou les protéines.

Ce colorant existe sous trois formes différentes (anionique, neutre, cationique) ayant chacune un spectre d'absorption caractéristique. C'est la forme anionique qui interagit (de manière non covalente) préférentiellement avec les protéines. La fixation du bleu de Coomassie se réalise si la molécule à évaluer comporte des groupements fonctionnels basiques et/ou aromatiques. Le changement d'absorbance est proportionnel à la quantité de colorant lié, indiquant donc la concentration en protéines dans l'échantillon (BRADFORD, 1976).

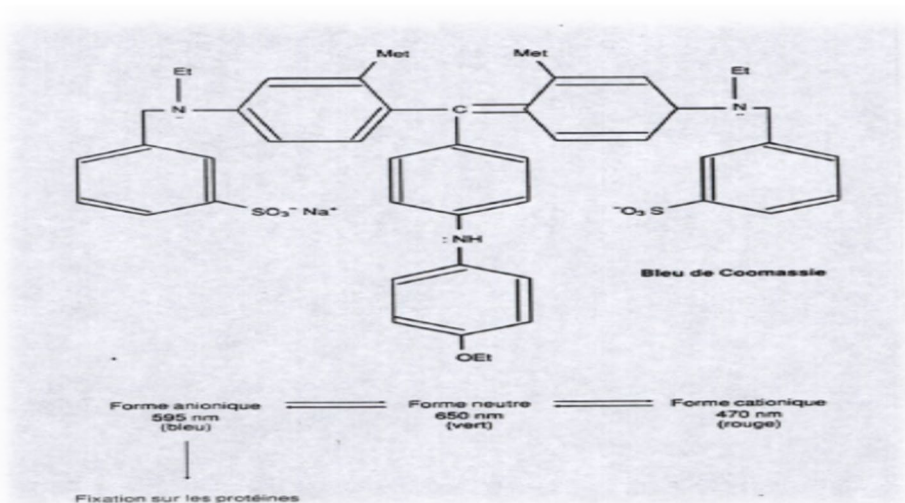


Figure 17 : Principe de fixation de bleu de Coomassie dans la méthode de BRADFORD (1976).

III.8.3.2.2. Protocole

La méthode retenue pour le dosage des protéines totales est celle de BRADFORD (1976) qui utilise le BSA (Sérum d'Albumine de Bovin) comme standard.

La méthode consiste à prendre 100 mg de matériel végétal, chaque échantillon est broyé, à l'aide d'un mortier, avec 5 ml de l'eau distillée. La solution obtenue est filtrée et versée dans un tube à essai contenant 5 ml de l'eau distillée.

Pour le dosage, on prend 0,2 ml de réactif de Bradford avec 0,2 ml de la solution à analyser et 1,6 ml de l'eau distillée, le tout est bien agité avec le vortex. L'étalonnage de l'appareil s'effectue en prenant 0,2 ml de réactif de Bradford avec 1,6 ml de l'eau distillée. Après 5 minutes à 1 heure, on procède à la lecture de l'absorbance à 595 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV. La quantité des protéines totales est déterminée à partir de l'équation suivante :

$$Y = 0,341X + 0,004$$

- ♣ Avec $R^2 = 0,996$
- ♣ Y : valeur de l'absorbance (DO)
- ♣ X : quantité des protéines totales (mg.l^{-1})

III.8.3.2.3. Teneurs en sucres solubles

III.8.3.2.3.1. Principe

Le dosage des sucres réducteurs est effectué par la méthode de phénol/acide sulfurique dont le principe repose sur la réaction suivante : l'acide sulfurique concentré provoque, à chaud, le départ de plusieurs molécules d'eau à partir des oses. Cette déshydratation s'accompagne par la formation d'un hydroxy-méthylfurfural (HMF) dans le cas des hexoses et d'un furfural dans le cas des pentoses. Ces composés se condensent avec le phénol pour donner des complexes colorés (chromophores jaunes-orangés). Leur apparition est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 485-490 nm (LINDEN *et* LORIENT, 1994).

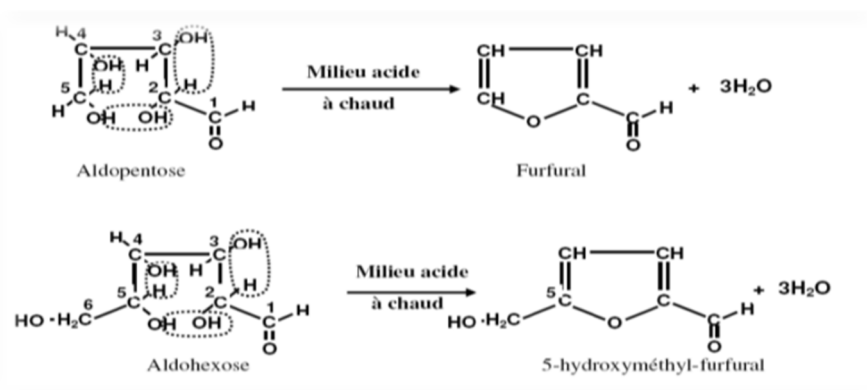


Figure 18 : Formation des composés furfuraliques en milieu acide (LINDEN *et* LORIENT, 1994).

III.8.3.2.3.2. Protocole

Les sucres solubles totaux (glucose, fructose, saccharose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosés par la méthode de DUBOIS *et al.* (1956).

La méthode consiste à prendre 100 mg (de chaque concentration) de matériel végétal dans des tubes à essai. Aux quels, on ajoute 3 ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres totaux, et on laisse pendant 48 heures à température ambiante.

Au moment du dosage, les solutions sont passées dans l'étuve durant 30 min à 80 °C pour évaporer l'alcool. Quand les tubes sont refroidis, on met 2 ml de la solution à analyser dans des tubes en verre propres, et on ajoute 1 ml de phénol 5%. Rapidement, on ajoute 5 ml d'acide sulfurique concentré 96% en évitant de verser l'acide contre les parois (car la réaction est exothermique). On obtient une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur. On laisse les tubes 10 min avant de les placer au bain marie à 30 °C pendant 20 min. Les solutions sont procédées à la lecture de l'absorbance à 485 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV. L'appareil est étalonné avec une solution témoin à base de 2 ml d'éthanol à 80%, 1 ml de phénol 5% et 5 ml d'acide sulfurique concentré 96%. La quantité des sucres solubles totaux est déterminée à partir de l'équation suivante :

$$Y = 1,7807 X - 0,0409$$

- ♣ Avec $R^2 = 0,993$
- ♣ **Y** : valeur de l'absorbance (DO)
- ♣ **X** : quantité des sucres solubles totaux (mg.l^{-1})

III.8.4. Paramètres physico-chimiques

III.8.4.1. PH

III.8.4.1.1. Protocole

La détermination du pH se fait avec le rapport 1:2.5 sol/eau (de type HANNA instruments HI8314) par l'utilisation de la méthode de GREWELLING *et* PEECH (1960).

- Peser 20g du sol broyé et tamisé à 2mm dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml de l'eau distillée.
- Agiter pendant quelques minutes à l'aide de l'agitateur magnétique.
- Après l'étalonnage du pH-mètre (par les solutions tampons), introduire avec précaution l'électrode de verre dans la suspension (l'échantillon).
- Lire le pH quand l'aiguille est stabilisée.

🚧 Dans la plupart des terres, cette stabilisation est réalisée dans la première minute, mais dans certains cas, il est parfois nécessaire d'attendre jusqu'à 4 minutes.

III.8.4.2. Conductivité électrique

III.8.4.2.1. Protocole

La conductivité électrique s'effectue avec le rapport 1:5 sol/eau (de type HANNA instruments HI8633) par la méthode de RHODES citée dans MATHIEU *et* PIELTAIN(2003).

- Peser 10g du sol broyé et tamisé à 2mm dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml de l'eau distillée.
- Secouer-le quelques minutes dans l'agitateur magnétique.
- Laisser reposer une demi-heure.
- Mesurer la conductivité en notant la température.

Chapitre IV
Résultats et Discussion



CHAPITRE IV : RÉSULTATS ET DISCUSSION

IV.1. Germination

IV.1.1. Taux de germination

Les résultats illustrés dans la figure 19 montrent que le taux de germination est élevé et atteint $100 \pm 00.00\%$ pour le traitement avec l'eau de carotte (C), de pomme de terre + carotte (PC) et de carotte + betterave (CB), diminuant à $98.21 \pm 3.57\%$ pour la dose pomme de terre + carotte + betterave (PCB), arrivant à $94.64 \pm 10.71\%$ avec bouillée de la pomme de terre (P), de betterave (B), et de pomme de terre + betterave (PB), mais reste élevé par rapport au témoin qui a enregistré une valeur de $89.28 \pm 13.67\%$.

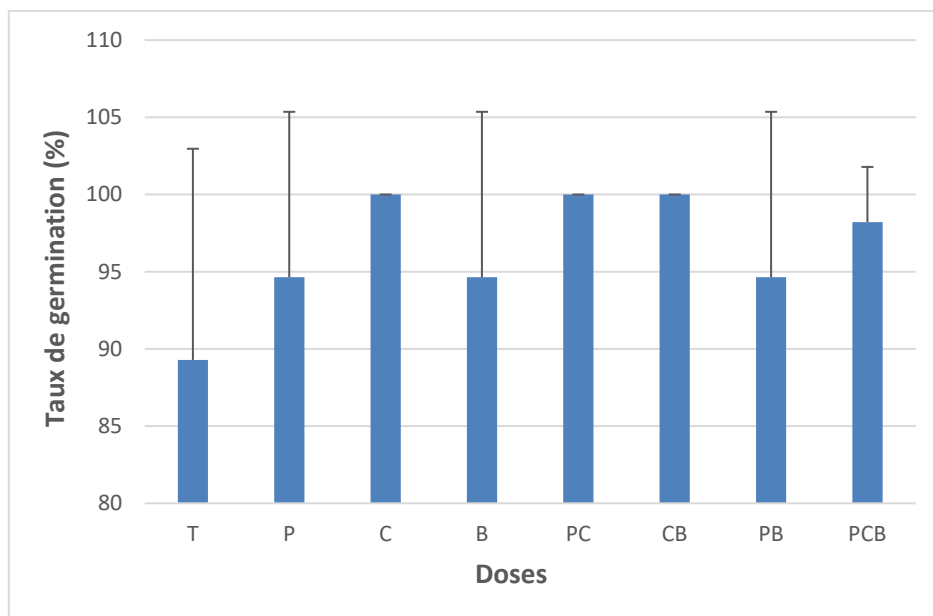


Figure 19 : Effet des doses de bouillée sur le taux de germination de la fève.

L'analyse statistique montre qu'il y a un petit effet significatif entre les doses des bouillées sur le taux de germination des graines de fève, mais pas une grande différence parce que les traitements utilisés sont dans le même groupe homogène (groupe A).

IV.1.2. Cinétique de germination

D'après les résultats de la figure 20, l'étude de l'évolution de la capacité germinative des graines de la fève montre que l'effet des concentrations de l'eau bouillante est significatif après le 3^{ème} jour avec la germination d'une moyenne de 3,25 graines pour la dose carotte (C) par rapport au témoin qui marque un nombre de 2,75. Après le 04^{ème} jour, le nombre des graines germées augmente dans toutes les doses, et la concentration de pomme de terre + carotte (PC) atteint la première position avec 05 graines germées.

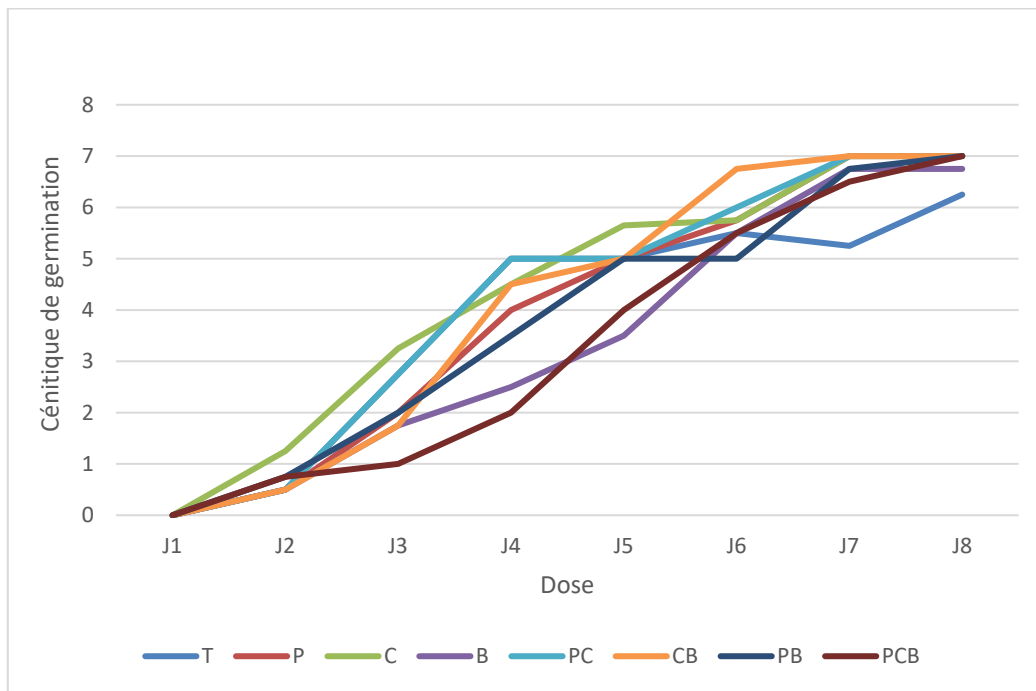


Figure 20 : Evolution des doses de bouillée sur la cinétique de germination de la fève.

Cette augmentation reste évoluer jusqu'au 7^{ème} jour où elle atteint la moyenne de 07 graines germées (germination totale) dans les traitements (C), (PC), (CB) par rapport au témoin qui enregistre 6,25 graines. Après ce jour, le nombre de graines germées reste stable sauf que dans la dose betterave (B) où il enregistre une graine germée plus, avec un nombre de 06,75 dans le 8^{ème} jour.

IV.1.3. Vitesse de germination

Les résultats illustrés dans la figure 21 montrent que l'effet des doses utilisées semble avoir été de nature à modifier la vitesse de germination des graines de la fève (*Vicia faba*. L) d'une façon positive ; où sauf la dose de betterave (B) qui enregistre 5.5 ± 0.57 J ; donc, une augmentation avec 10% dans la durée de germination des graines par rapport aux graines de témoin (5 ± 1.2 J) ; il y a une observation d'une diminution de cette durée de 4.5 ± 0.58 J jusqu'au 3.75 ± 0.96 J respectivement pour les concentrations de pomme de terre (P), pomme de terre + betterave (PC), carotte + betterave (CB) et carotte (C).

L'analyse statistique, basée sur le test de Newman Keuls, ne montre aucun effet significatif des différentes concentrations sur des graines de la fève malgré l'augmentation dans la vitesse de germination.

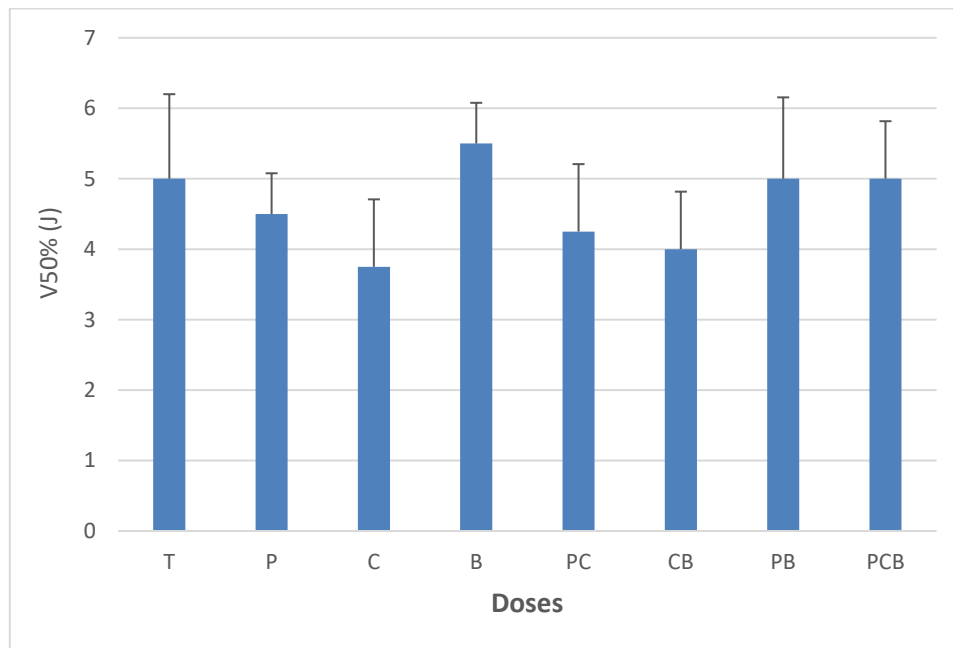


Figure 21 : Effet des doses de bouillée sur la vitesse de germination de la fève.

IV.1.4. Moyenne journalière de germination (MDG)

L'analyse des résultats relatifs à l'effet des doses de bouillée sur la moyenne journalière de germination des graines de la fève montre l'existence d'un effet non significatif.

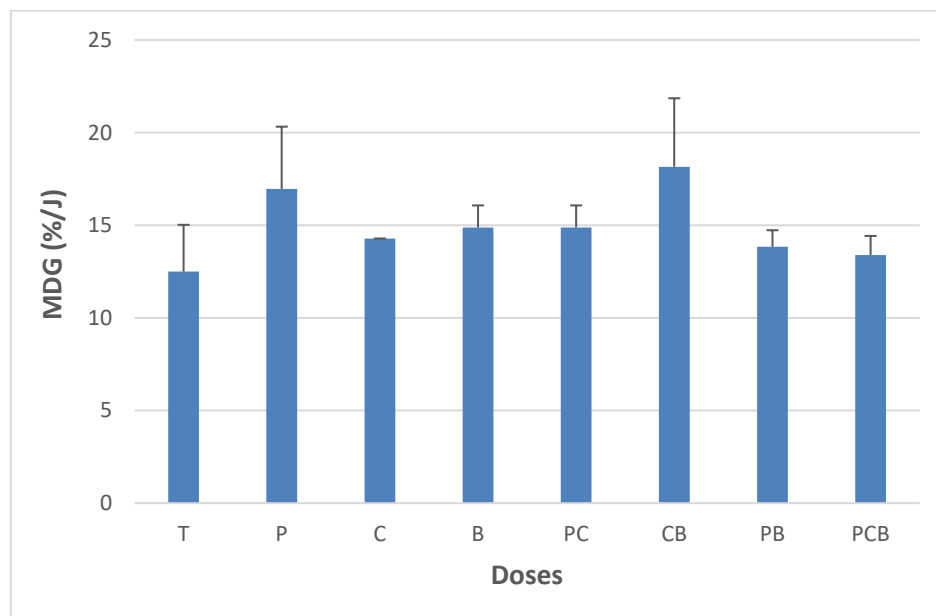


Figure 22 : Effet des doses de bouillée sur la moyenne journalière de germination de la fève.

La moyenne journalière augmente par +5,65%, de $12.5 \pm 2.52\%$ (concernant le témoin) pour atteindre une valeur de $18.15 \pm 3.70\%$ par jour dans la dose carotte + betterave (CB) passant par $16.96 \pm 3.35\%$ pour la dose pomme de terre (P).

Comme pour le reste des doses ajoutées (C, B, PC, PB, PCB), il y a toujours une augmentation entre +1,33 et +2,38% en pourcentage journalière par rapport au témoin (fig. 22).

IV.1.5. Discussion

La germination constitue un évènement important déterminant du succès ou de l'échec de l'établissement des plantes qui sont sujettes à de multiples difficultés lors de leur développement. Ces obstacles réduisent la capacité germinative et entraînent des changements dans la physiologie, la morphologie et le métabolisme de la plante et par conséquent sur sa production (FARAJOLLAHI *et al.* 2014).

Pour la cinétique de germination, il y a l'existence de 03 phases successives comme suit : la première phase est une phase de latence, nécessaire à l'apparition des premières germinations où le taux de germination reste trop faible. La durée de cette phase se varie selon la concentration utilisée, elle est courte dans la dose de carotte (C). La deuxième phase est une phase un peu linéaire avec une augmentation rapide évoluant proportionnellement au temps dans toutes les doses où elle est courte dans le témoin et un peu longue dans les autres concentrations. La troisième phase stationnaire correspond à un palier traduisant la capacité germinative dans les conditions de l'expérience, puisqu'au cours de la germination, l'activité biologique du grain continue à se développer, et lorsque la production enzymatique et la modification de l'endosperme ont atteint leurs niveaux optimaux, cette activité doit être arrêtée (MORTET, 2019).

La vitesse de germination, évaluée par le temps moyen correspondant à la germination de 50% des graines (t_{50}), est augmentée significativement contre les doses de l'eau bouillante. Concernant la moyenne journalière de germination, on remarque une augmentation bien remarquable où la moyenne journalière est augmentée dans toutes les doses de l'eau bouillante.

En ajoutant des doses d'eau bouillie aux légumes, cela a donné une augmentation de la vitesse de germination, en particulier lors de l'ajout de l'eau de carottes (C), de l'eau de pommes de terre + carottes (PC) et de bouillie de carottes + betteraves (CB) à 100% de germination.

Des résultats similaires ont été observés par (ALI MOHAMED *et al.* 2017) lors de l'ajout d'acide salicylique aux plants de haricots en germination. Les mêmes résultats ont été obtenus par JIRIAIE *et al.*, (2013) montrant que l'acide salicylique provoque l'augmentation du taux de germination des graines de blé dur *Triticum durum* sous la concentration 0.1 mm.

IV.2. Paramètres morpho-biométriques

IV.2.1. Cinétique de la longueur

La figure 23 montre l'effet des différentes doses de bouillie sur la croissance de la longueur de la fève *Vicia faba. L* au cours du temps.

Les résultats enregistrent une augmentation de la longueur, pour chaque plante, où ils commencent après la 1^{ère} semaine par 2.91cm pour le témoin et 3.08 cm pour la dose pomme de terre + carotte + betterave (PCB), (les autres traitements sont inférieurs de la valeur du témoin), ces longueurs continuent d'évoluer constatant un changement de leur rang jusqu'à la neuvième semaine où tous les doses dépassent la valeur du témoin. Arrivant à la dernière semaine (12^{ème}), on note des longueurs entre 40.57 et 42.20 cm par rapport au témoin (35.92 cm) avec une augmentation atteinte à 17.48% pour la solution de betterave (B). Après ce jour, les plantes n'enregistrent aucune augmentation de longueur.

Les courbes permettent de distinguer la phase de latence nécessaire à l'émergence de la première germination avant l'initiation de la croissance. Les doses d'eau bouillante de légumes ont un effet positif pendant la période de développement.

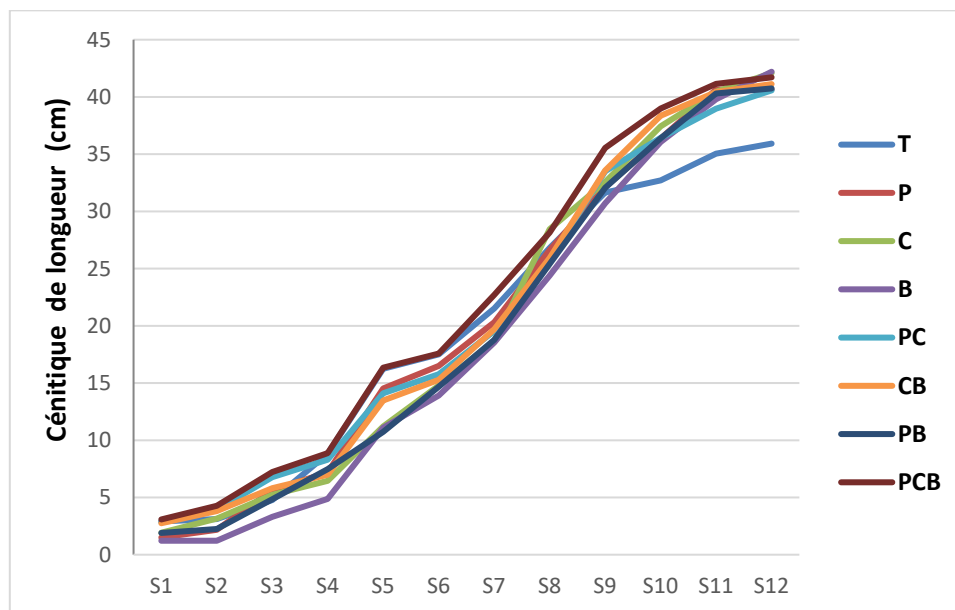


Figure 23 : Évaluation des doses de bouillie sur la cinétique de la longueur de la fève.

IV.2.2. Cinétique du nombre de feuilles

Comme indiqué dans la figure au-dessous, les résultats montrent que le nombre est presque le même à 15 jours pour chaque dose ; mais depuis la 3^{ème} semaine, le témoin prend un avantage

aux autres traitements jusqu'à la 9^{ème} semaine où il dépasse 100 feuilles contrairement aux autres (inférieurs de 100).

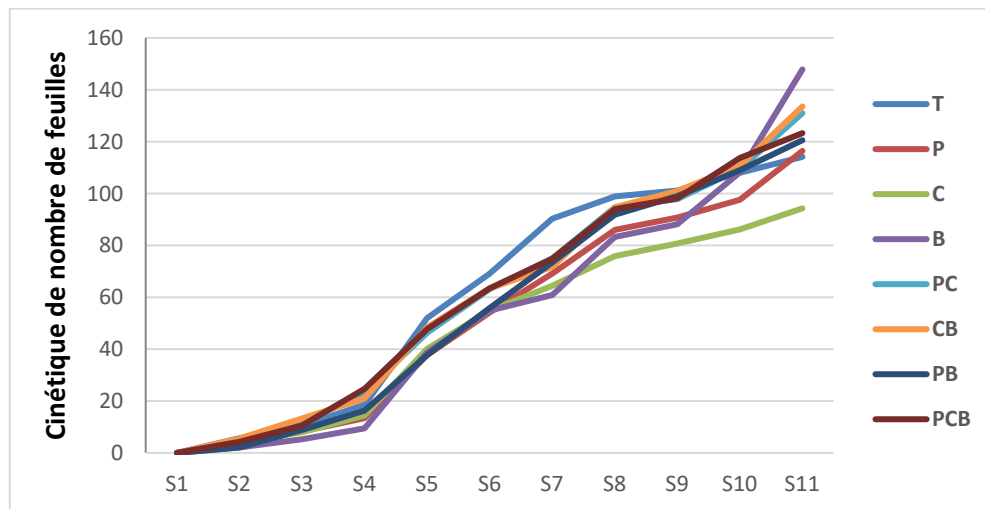


Figure 24 : Évaluation des doses de bouillée sur la cinétique du nombre de feuilles de la fève.

Après la 10^{ème} semaine, et sauf la carotte (C), l'effet bénéfique est remarquable où les plantes atteignent un nombre de feuilles entre 120 (pour PB) et 147 (pour B) ; donc une augmentation de +5.26% et +28.94% par rapport au témoin (114 feuilles). (Fig 24).

IV.2.3.Surface foliaire

Concernant la figure 25, les feuilles de témoin atteignent une surface foliaire moyenne de $8.01 \pm 1.55 \text{ cm}^2$, cette surface est augmentée progressivement pour les trois doses : betterave (B), carotte (C) et carotte + betterave (CB) à des valeurs de $16.33 \pm 2.25 \text{ cm}^2$, $15.56 \pm 3.22 \text{ cm}^2$ et $15.08 \pm 1.58 \text{ cm}^2$; donc une augmentation de 81.24%, 72.69% et 67.36 % respectivement.

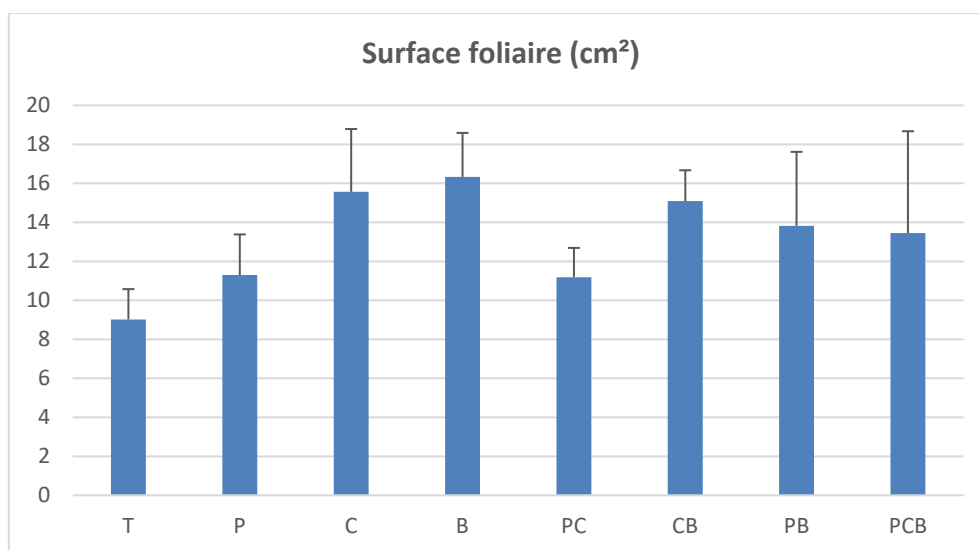


Figure 25 : Effet des doses de bouillée sur la surface foliaire de la fève.

L'analyse statistique révèle un effet hautement significatif qui donne 03 groupes homogènes séparant le groupe témoin (rangé dans le groupe B) de différentes doses bouillée (rang du groupe A) pour la dose betterave (B) et (rang du groupe AB) représenté par le reste des doses utilisées.

IV.2.4. Surface foliaire totale

Les résultats notés dans la figure 26 montrent une grande augmentation de +253.96 % dans la surface foliaire totale pour la dose de l'eau de betterave (B) par rapport au témoin qui nous a donné une surface de $1114.11 \pm 415.06 \text{ cm}^2$. Cette augmentation est due au nombre de feuilles qu'était élevé dans les plantes traitées par rapport aux plantes témoins. Sauf les plantes irriguées par le mélange de pomme de terre + carotte (PC) qui sont presque comme le témoin, les autres sont dans le même sens que le (B) avec une augmentation entre +60% et +232%.

L'analyse de la variance ANOVA montre la présence de 06 groupes homogènes ; un groupe (A) représentant la dose betterave ; le groupe (AB) représentant : la carotte et le mélange de carotte + betterave; le groupe (BC) pour le mélange de pomme de terre + betterave ; le groupe (CD) représentant le mélange de pomme de terre + carotte + betterave, le groupe avant dernier (DE) pour la pomme de terre ; et le dernier groupe (E) rassemblant le mélange de pomme de terre + carotte et le témoin.

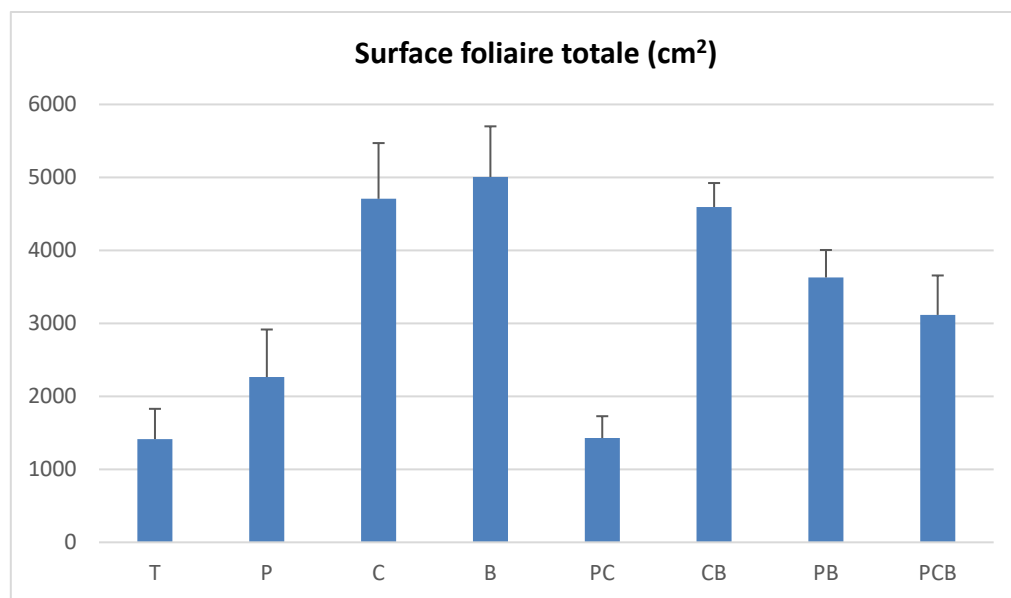


Figure 26 : Effet des doses de bouillée sur la surface foliaire totale de la fève.

IV.2.5. Vitesse de croissance

On utilise ce paramètre pour comparer la différence de croissance chaque semaine entre les doses entre eux (fig.27).

Les vitesses de croissance se développent de 3^{ème} semaine pour atteindre leur valeur maximale à la 4^{ème} semaine avec 1.05 et 1.01 cm/j pour les doses pomme de terre + carotte + betterave (PCB) et betterave (B) contre le témoin ayant 0.95 cm/j. Ces valeurs sont diminuées d'une façon inattendue après une semaine (5^{ème} semaine) avec -76% concernant le témoin et -84% pour la dose (PCB); Puis, les valeurs ont de nouveau augmenté, atteignant leurs plus hauts niveaux autre fois au cours de la huitième semaine avec 1.04 cm/j pour le (PC) et 1.00 cm/j pour le (PB).

Après cette semaine, la vitesse de croissance est diminuée puisque les plantes ont atteint leur dernier stade ; donc, on obtient des valeurs moins de 0.20 cm/j pour les doses utilisées arrivant à 0.07 cm/j concernant la dose de (PCB) à la 11^{ème} semaine.

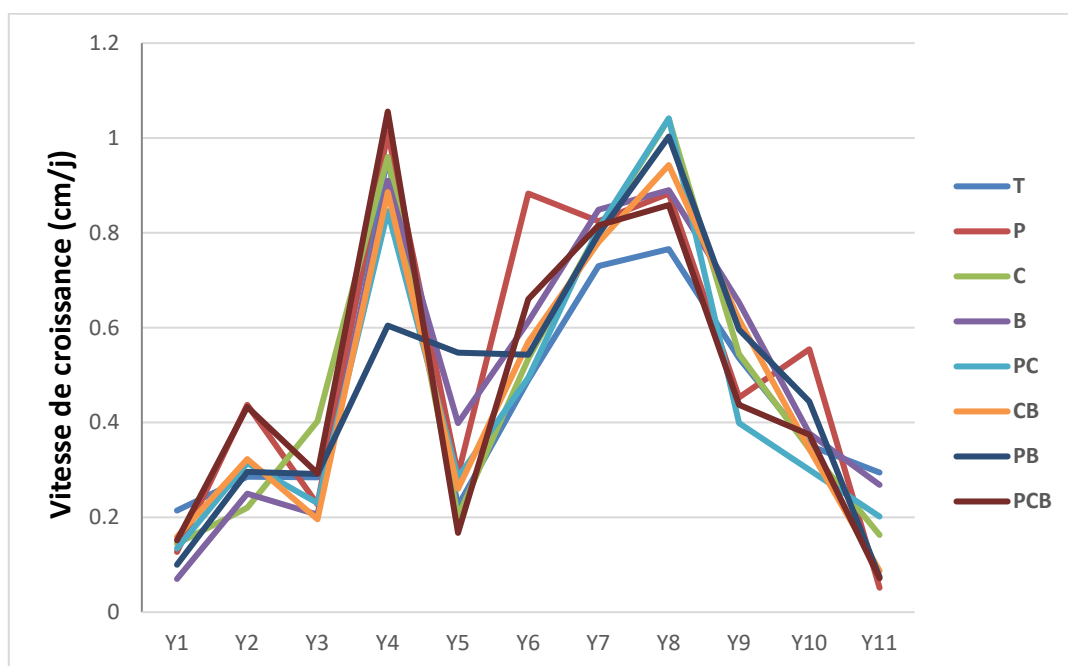


Figure 27 : Évaluation des doses de bouillée sur la vitesse de croissance de la fève.

IV.2.6. Longueur finale aérienne, racinaire et totale

Concernant la figure 28, on enregistre une différence hautement significative de 04 groupes homogènes avec l'augmentation de valeurs de la longueur totale de la fève par rapport au témoin (63.38 ± 0.40 cm) classé dans le groupe (C), où on note 69.2 ± 2.68 cm pour la dose carotte + betterave contenue dans le groupe (BC), passant par 73 ± 2.55 cm, 73.8 ± 5.31 cm, 74.6 ± 5.84 cm et 74.64 ± 4.19 cm respectivement pour les doses (PC), (PCB), (PB) et (C) positionnées dans le groupe homogène (AB) et arrivant à 79.3 ± 7.83 cm pour la dernière dose de betterave (B) portant une augmentation atteinte à +24.29% par rapport au témoin et classée dans le groupe homogène (A).

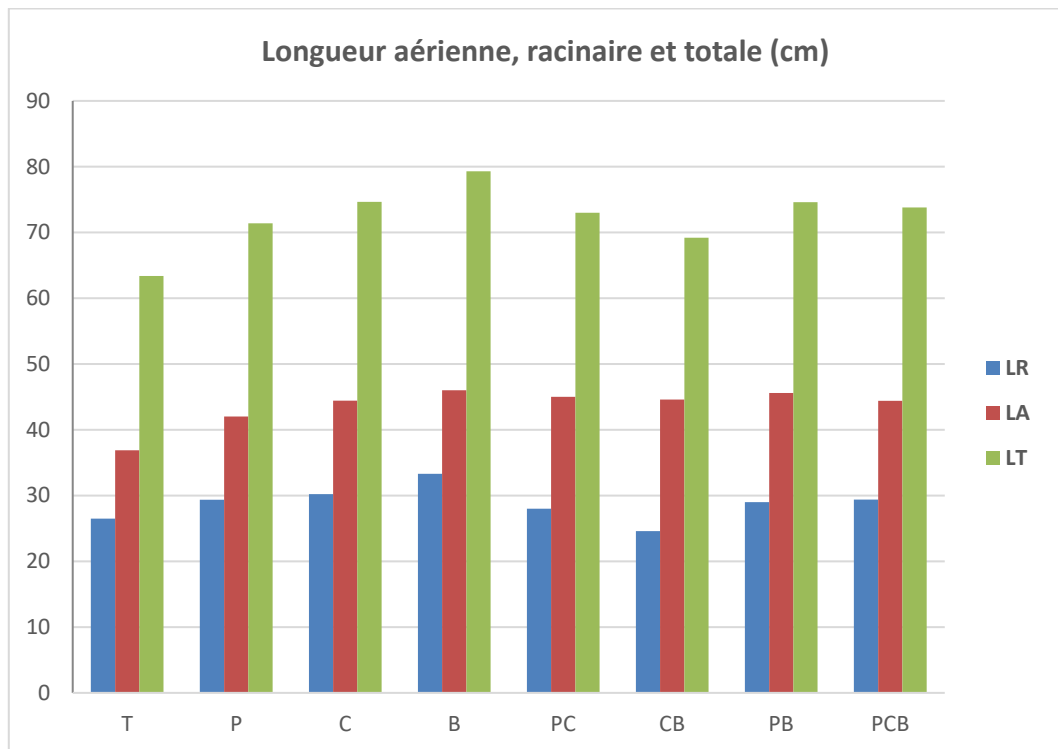


Figure 28 : Effet des doses de bouillée sur la longueur aérienne, racinaire et totale de la fève.

Quand on a parlé de la partie aérienne, et sauf que l'analyse est non significative, on garde presque la même idée comme la longueur totale où la dose de betterave (B) prend la première position avec une augmentation de +9.44% contre le témoin ayant une valeur de 42.03 ± 7.45 cm. Passant à la longueur racinaire, les doses de betterave (B) et de carotte (C) dépassent 30 cm, et prend la 1^{ère} et la 2^{ème} position des groupes homogènes (A) et (AB), suivies par les doses (PCB), (P) et (PB) portées dans le groupe (ABC), passant à la dose pomme + carotte et le témoin contenues dans le groupe homogène (BC) et finissant par la dose carotte + betterave trouvée dans le groupe (C) avec une valeur de 24.60 ± 1.14 cm.

IV.2.7. Poids frais aérien, racinaire et total

Comme indiqué dans la figure 29, les doses exercent une influence positive sur les teneurs en poids frais aérien et racinaire avec 56.00 ± 19.99 et 32.96 ± 8.13 g pesée respectivement pour le premier traitement (témoin). Ces valeurs sont augmentées pour les doses des légumes utilisées et atteignent leurs valeurs maximales par la dose de betterave (B) avec 97.25 ± 30.06 g et 87.96 ± 36.44 g respectivement, donc une évolution de +73.66% (pour le poids aérien) et +166.78% (pour le poids racinaire).

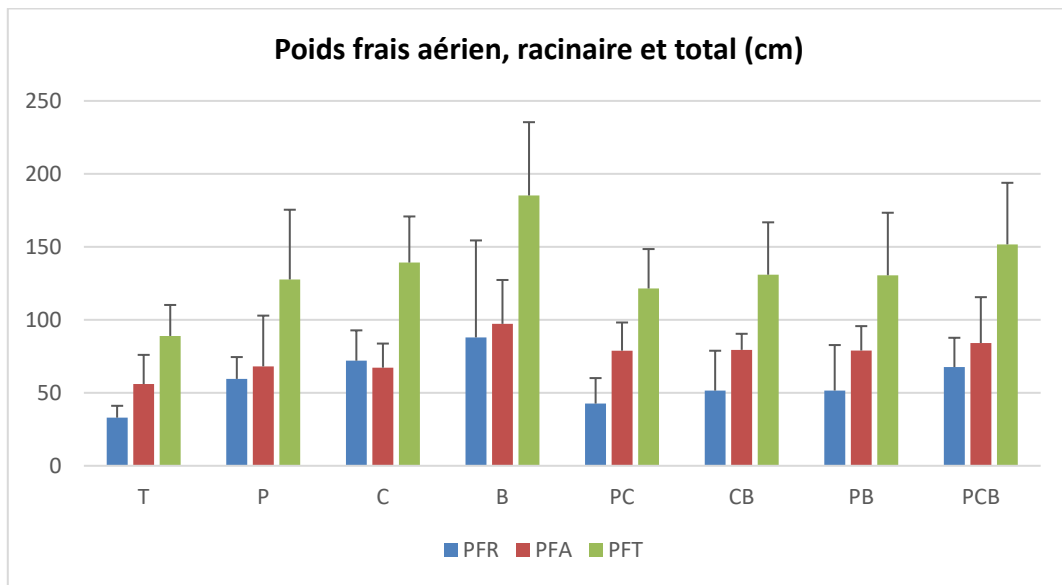


Figure 29 : Effet des doses de bouillée sur le poids frais aérien, racinaire et total de la fève.

Le poids frais total est presque la somme des deux poids (aérien et racinaire) où il y a une augmentation remarquable dans toutes les doses utilisées par rapport au témoin ayant une valeur de 88.97 ± 21.21 g. L'analyse statistique des résultats de l'eau bouillante des légumes a donné une analyse non significative en poids total, aérien et racinaire.

IV.2.8. Nombre de Gousses (fruits)

Dans la figure 30, on note que la valeur des gousses pour la dose de pomme de terre (P) est de $4,8 \pm 0,8$ cornes comme la meilleure valeur produite, tandis que le témoin est de $2,8 \pm 0,4$ cornes. Les doses restantes ont exactement les mêmes valeurs que le témoin.

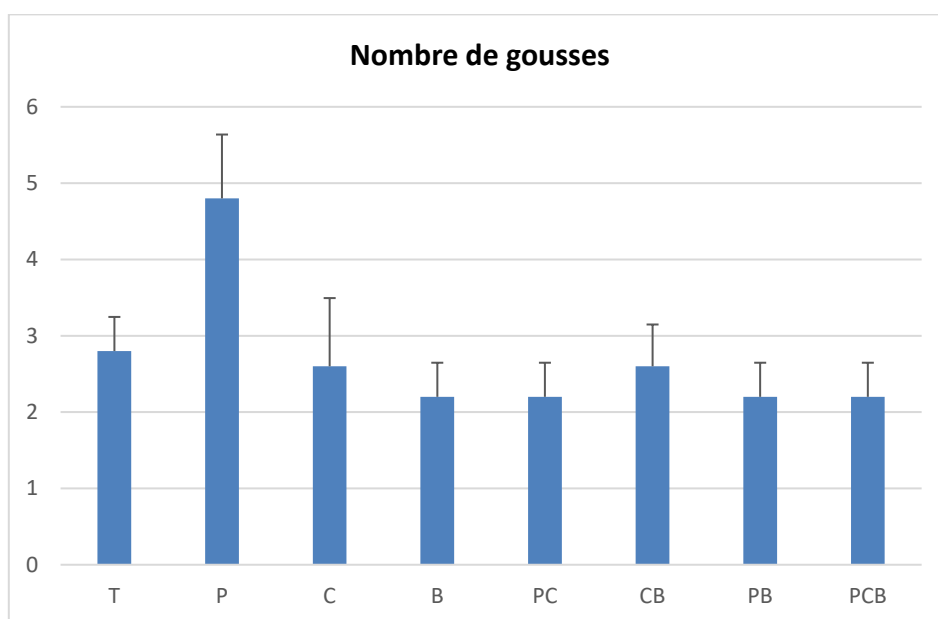


Figure 30 : Effet des doses de bouillée sur le nombre de gousses de la fève.

L'analyse de la variance ANOVA montre la présence de 02 groupes homogènes ; le groupe (A) représentant la pomme de terre, et le groupe (B) figurant le témoin et les doses de bouillée (C, B, CB, PC, PB, PCB).

IV.2.9. Poids de Gousses

La figure 31 montre le poids de la gousse des fèves, où on note une augmentation encourageante dans toutes les doses des légumes, et spécialement les deux doses (PB) et (P) avec $12,83 \pm 2,63$ g et $12,37 \pm 4,75$ g, donc une évolution atteinte à +85.67% dans le poids des gousses produites par rapport au témoin qui pèse de $6,91 \pm 1,45$ g.

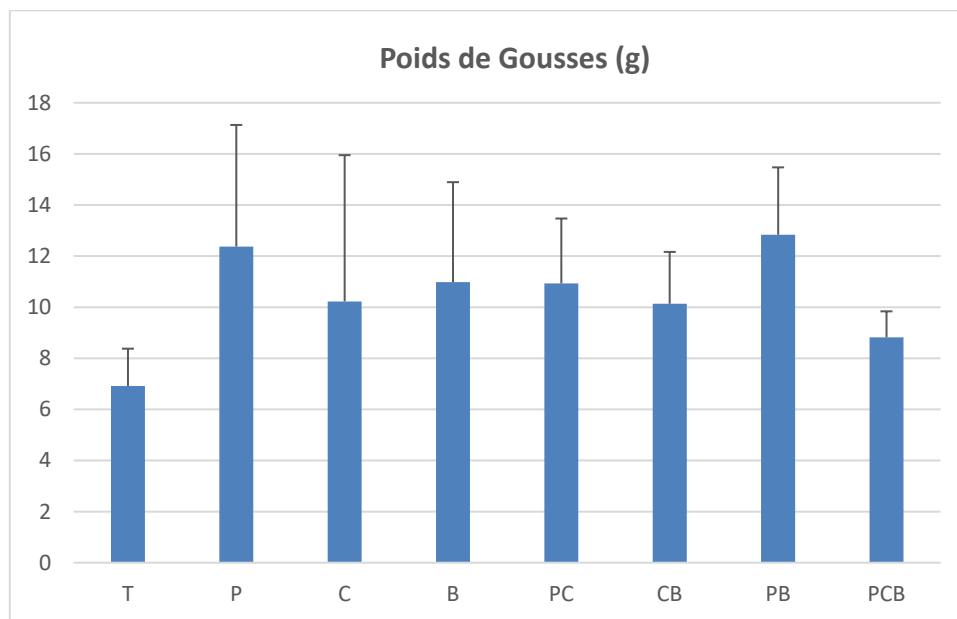


Figure 31: Effet des doses de bouillée sur le poids des gousses de la fève.

L'analyse statistique des résultats de bouillée des légumes a donné un résultat non significatif.

IV.2.10. Poids de graines

Passant à la figure 32, on remarque une augmentation dans toutes les doses avec un poids entre $3,11 \pm 0,25$ g et $3,98 \pm 0,43$ g contre le témoin qui pèse $2,56 \pm 1,05$ g; ce que signifie une augmentation de +21.48% et 55.46% du poids de graines. Cette augmentation est atteinte son niveau maximal dans la dose de pomme de terre (P) avec +112% et un poids de $5,44 \pm 2,66$ g.

L'analyse de la variance ANOVA montre la présence de 03 groupes homogènes ; en commençant par le groupe (A) représentant la dose de pomme de terre, passant au groupe (AB) regroupant les autres doses de bouillée de légumes, et terminant par le témoin contenant dans le groupe (B).

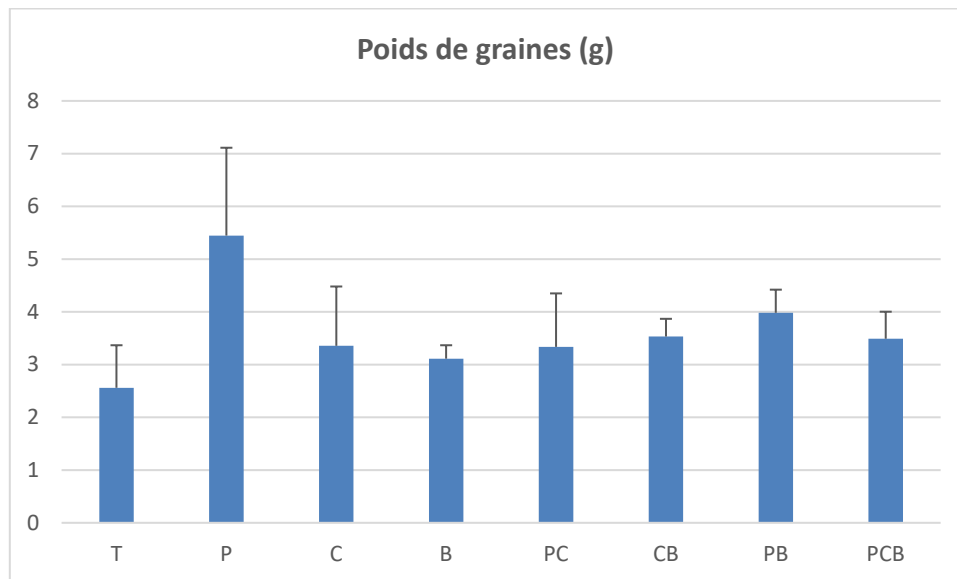


Figure 32 : Effet des doses de bouillée sur le poids des graines de la fève.

IV.2.11. Discussion

Selon les paramètres morphologiques, les résultats montrent que la longueur de la fève *Vicia faba*. L'augmente dans les plantes irriguées par les doses de l'eau bouillante, ce qui inclut également l'augmentation idéale de la longueur des parties aérienne, racinaire et totale de la plante. Ces résultats sont en accord avec plusieurs études sur l'effet positif que l'eau bouillante procure pour une meilleure croissance. L'application de l'eau du marc de café améliorerait la croissance des plantes en améliorant les propriétés chimiques et physiques du sol (GLASER *et al.* 2002). Grâce à sa teneur élevée en potassium, magnésium, phosphore et cuivre, et à sa capacité d'absorption immédiate, elle représente une source importante de matière organique ; et donc, elle aide la croissance des plantes ADI et NOOR, 2009).

La feuille est l'organe le plus sensible au stress hydrique de la plante, elle a un rôle majeur de réguler les besoins en eau qu'elle utilise dans le processus de transpiration, conductance stomatique et les quantités de carbone fixées par le biais de la photosynthèse. La surface foliaire est déterminée par la nature et la durée du stress (SHAKEE *et al.* 2011).

L'absorption d'eau et d'éléments minéraux du sol affecte les processus métaboliques (MBARK *et al.* 2001). Par conséquent, dans notre étude, nous avons mis en lumière l'amélioration de la longueur des plantes, la reproduction du nombre de feuilles et l'augmentation de la surface foliaire, ce qui a donné des résultats positifs.

La surface foliaire est augmentée avec l'élévation de la dose de l'eau bouillante où l'augmentation atteint 16.33 cm² sous la dose de l'eau de betterave (B) avec une croissance de

81.10% par rapport au témoin. Ces valeurs sont reflétées sur la surface foliaire totale qui est augmentée jusqu'à 36.45% à partir de la dose l'eau de betterave.

La surface foliaire est déterminée par la quantité d'eau utilisée dans le phénomène de transpiration et avec l'utilisation d'une grande quantité d'azote, elle est utilisée dans les molécules de chlorophylle nécessaires à la photosynthèse et à la croissance (ANAND et GEETA, 2018), ce qui explique le rôle de l'eau bouillante dans l'augmentation de la surface foliaire.

Nous avons également remarqué une augmentation du nombre de gousses, de graines et du poids de chacune d'entre elles grâce à l'eau bouillante des légumes et les nutriments qu'ils contiennent. Les mêmes résultats sont apparus dans les travaux de KAMARIA *et al.*, (2017) lors de l'ajout de l'acide gibbérelline GA3 aux plantes d'haricot en conditions sèches et a donné des résultats qualifiés pour les plantes de fève.

IV.3. Interprétation des paramètres hydriques

IV.3.1. Matière sèche (MS)

D'après la figure 33, la matière sèche augmente dans les plantes irriguées par les solutions de l'eau bouillante où le témoin enregistre une valeur de $7.80 \pm 2.57\%$. Cette valeur est évoluée à $12.68 \pm 0.89\%$ pour la dose carotte + betterave (CB) avec une augmentation de +62.56% par rapport à la dose précédente (témoin).

Quand on parle aux doses restantes, elles sont proches que la valeur de la dose de carotte + betterave (CB) ; ce que signifie une amélioration, dans le pourcentage des tissus secs, causée par la bouillie de pomme de terre, carotte et betteraves et leurs nutriments posés dans l'eau absorbée par les plantes testées.

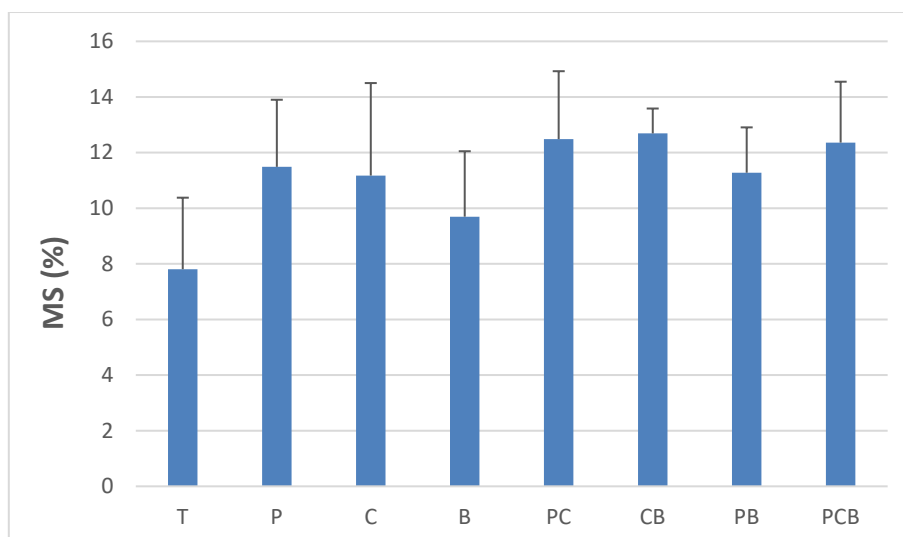


Figure 33 : Effet des doses de bouillie sur la matière sèche de la fève.

L'analyse de la variance montre l'obtention d'un effet non significatif concernant la matière sèche des feuilles de la fève *Vicia faba*.

IV.3.2. Teneur relative en eau TRE (Relative Water Content RWC)

Les résultats de la figure 34 montrent que l'effet de bouillée des légumes semble avoir été de nature à modifier la turgescence cellulaire. En effet, une augmentation allant de +6.16% à +12.92% est remarquée chez les feuilles des doses utilisées notant la meilleure teneur relative en eau chez la dose (PBC) ; par contre, la dose de betterave (B) n'enregistre qu'une évolution de +02.80% par rapport au témoin (RWC = 63.60±8.49%).

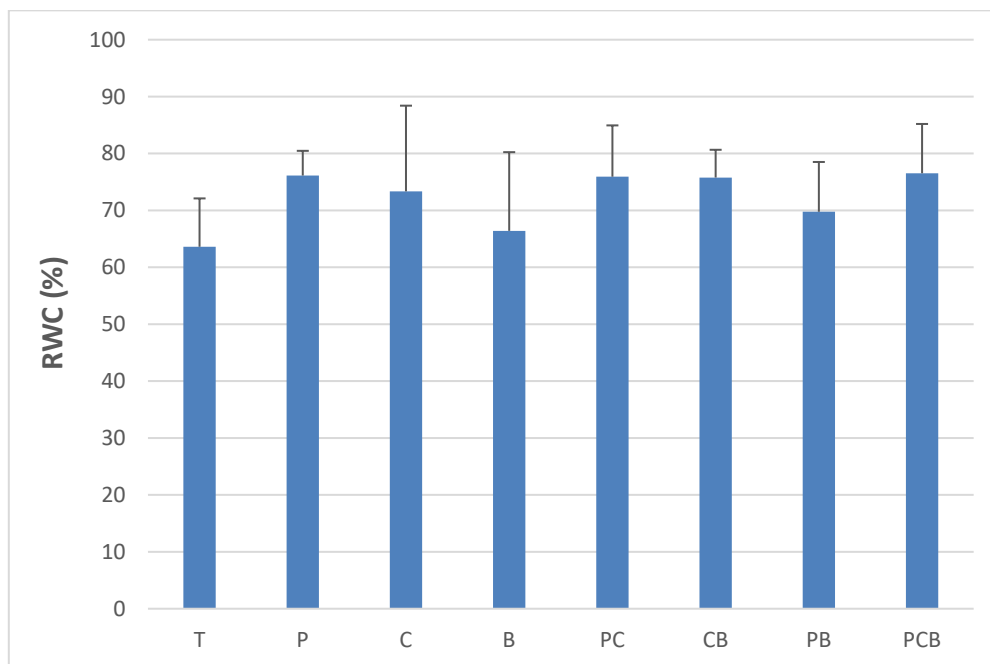


Figure 34: Effet des doses de bouillée sur la teneur relative en eau RWC de la fève.

L'analyse statistique (ANOVA) basée sur le test de Newman et Keuls montre un effet non significatif de l'eau bouillante (P, C, B) sur la RWC des feuilles de *Vicia faba*.

IV.3.3. Taux de déperdition d'eau (Relative Water Loss RWL)

La figure 35, représentant l'évolution de la perte d'eau par les feuilles de *Vicia faba*, indique une diminution de la transpiration au cours du temps et en fonction des doses de bouillée (P, C, B).

À 30 minutes, la quantité d'eau perdue dans les feuilles, pour le témoin, est de l'ordre de $0.0067 \pm 0.0015 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$; cette valeur est diminuée à $0.0029 \pm 0.0008 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ dans la dose de pomme de terre (P), et à $0.0023 \pm 0.0015 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ dans la dose de pomme de

terre + betterave (PB) arrivant à $0.0012 \pm 0.0006 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ (comme la plus petite valeur de perte d'eau) pour la dose de carotte (C).

À 60 minutes, les quantités sont diminuées par rapport aux valeurs de 30 minutes. Donc, le témoin enregistre une valeur de $0.0051 \pm 0.0012 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, la dose pomme de terre (P) enregistre $0.0023 \pm 0.0005 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, et la dose de carotte (C) marque $0.0011 \pm 0.0005 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$, Les valeurs restantes sont approximativement dans le même sens de diminution.

La RWL continue à diminuer, à 120 minutes, dans le témoin et les autres doses pour atteindre $0.0043 \pm 0.001 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ chez le témoin, $0.0022 \pm 0.0003 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ dans la dose pomme de terre (P), arrivant à une valeur minimale de $0.0010 \pm 0.0006 \text{ g.cm}^{-2}.\text{min}^{-1}$ pour la dose de carotte (C), ce que signifie l'amélioration du pouvoir de conserver l'eau dans les cellules.

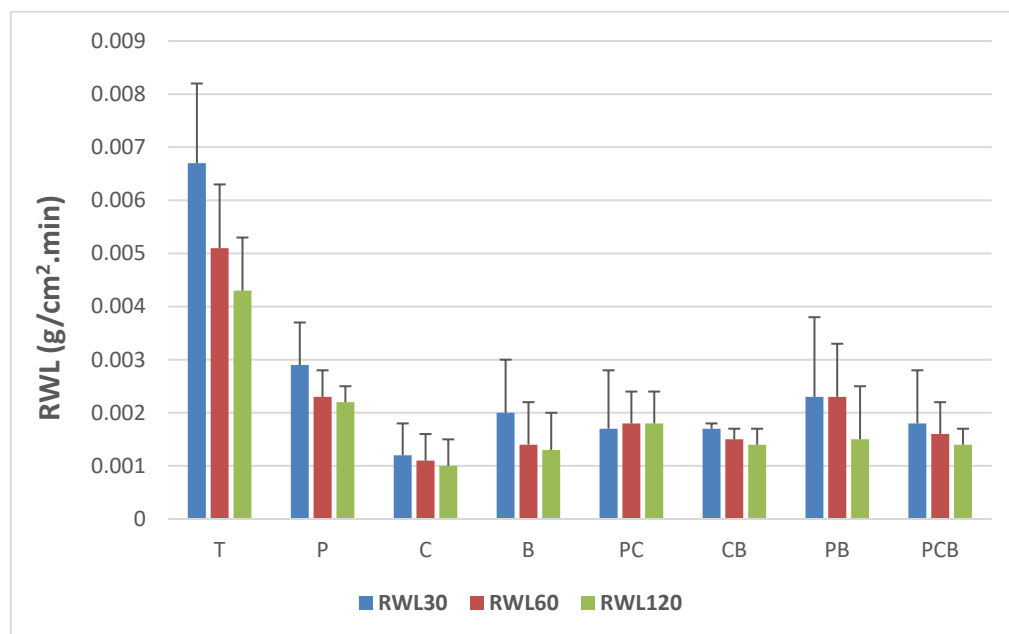


Figure 35 : Effet des doses de bouillée sur le taux de déperdition d'eau RWL de la fève.

L'analyse statistique révèle une différence significative à 30 minutes, à 60 minutes, et à 120 minutes, où il existe 02 groupes homogènes ; le premier (A) est pour le témoin et le deuxième (B) regroupe les doses (P), (C), (B), (PC), (CB), (PB) et (PCB).

IV.3.4. Déficit hydrique de saturation (DHS)

Le déficit hydrique des feuilles de la fève *Vicia faba* est réduit sous l'influence de bouillée de (P,C,B,PC,CB,PB,PCB) de manière importante, allant de $46.36 \pm 11.32\%$ (chez le témoin) à $33.59 \pm 10.82\%$ et $30.23 \pm 8.75\%$ dans les deux doses de betterave (B) et pomme de terre + betterave (PB) ; passant à $26.65 \pm 11.06\%$, $24.22 \pm 4.88\%$ et $24.07 \pm 9.01\%$ concernant les doses (C), (CB) et (PC) ; et finissant par $23.87 \pm 4.34\%$ et $23.47 \pm 8.66\%$ (pour la dose pomme de terre (P) et la dose

pomme de terre +carotte +betterave (PCB)respectivement),moins que les autres doses. Donc, les doses de l'eau bouillante jouent un rôle positif dans la conservation de l'eau de feuilles (fig. 36).

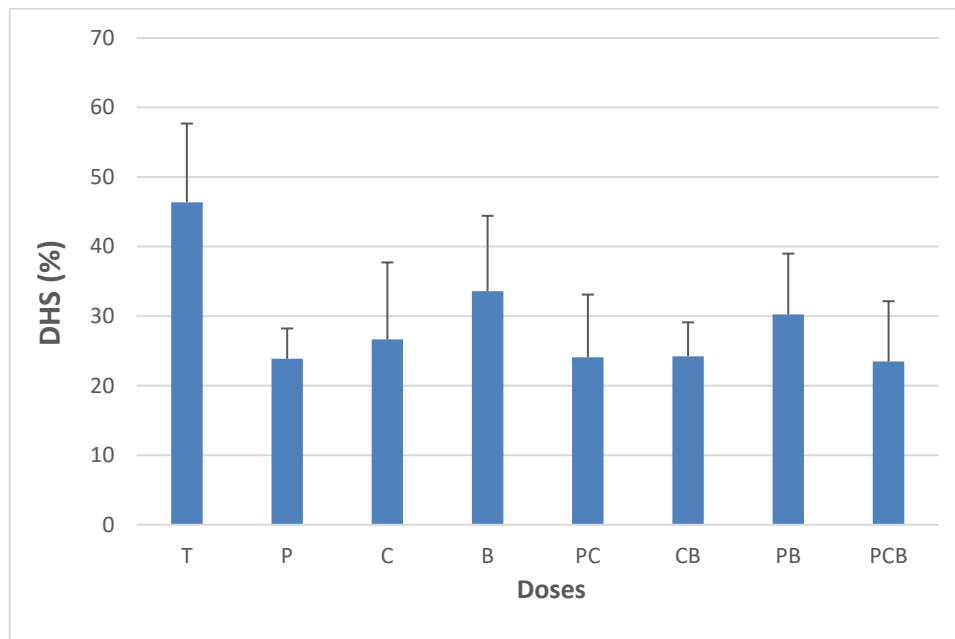


Figure 36 : Effet des doses de bouillée sur le déficit hydrique de saturation de la fève.

L'analyse statistique basée sur les tests de comparaison des moyennes (ANOVA) montre un effet non significatif entre les différentes doses utilisées.

IV.3.5. Discussion

MONTIES, (1974) a rapporté que l'acide chlorogénique peut protéger les tissus végétaux, à la fois chimiquement et physiquement, contre les rayons UV proches par la diminution de la surface foliaire qui provoque également par la suite une diminution de la teneur en eau chez les plantes. Les flavonoïdes et les phénols de l'eau du café moulu s'accumulent dans les feuilles de la plante et empêchent les rayons d'atteindre la couche intermédiaire, où la photosynthèse se produit en réponse au stress hydrique (ROZEMA *et al.*, 1997).

L'analyse de la variance de la matière sèche des plants traités montre une différence significative de concentrations de l'eau bouillante par rapport au témoin (elle est élevée). La valeur la plus élevée de $12.69 \pm 0.89\%$ pour la dose carotte +betterave (CB) montre une augmentation de +62.68% par rapport au témoin, ce que représente une amélioration du développement et de la santé de la plante grâce à l'effet de l'eau bouillante des légumes.

La teneur relative en eau est une indication de l'état de santé de la plante, car l'eau est un pilier essentiel pour toutes les réactions physiologiques et biochimiques (BENMAHAMMED *et al.* 2008). L'eau bouillante a présenté un bon facteur pour augmenter la teneur relative en eau de

la fève en atteignant 76.52% sous l'influence de la dose de pomme de terre + carotte + betterave (PCB).

Le taux de déperdition (RWL) est directement relié à la surface foliaire, il est diminué par rapport au temps passé (de 30 minutes passant à 60 minutes et arrivant à 120 minutes) dans presque toutes les doses de l'eau bouillante utilisées ; mais la comparaison des doses entre eux, montre que la carotte est la meilleure. Pour le déficit hydrique de saturation, les résultats de notre expérience ont enregistré une chute avec les doses de l'eau bouillante pour atteindre presque -23% pour la dose de (PCB) par rapport au témoin, ce que signifie un effet positif dans la conservation de l'état hydrique de la plante.

Un déficit en eau peut produire une carence par défaut d'apport de certains éléments et affecte toutes les fonctions de la plante. Les éléments absorbés interviennent tous dans la régulation de la pression osmotique pour maintenir une turgescence suffisante des cellules. Ils maintiennent également le pH des différents compartiments (hyaloplasme, sèves...) et entrent dans la composition des molécules organiques, et principalement dans les enzymes et les pigments (GRATTAN *et* GRIEVE, 1998 ; HAMZA, 1977 ; BELKHODJA, 1993).

HAN *et al.* (2016) a signalé que l'eau prélevée, dans le sol, par les racines des plantules d'*Amorpha fruticosa* était limitée pendant cette période, ce qui s'était traduit par une réduction de la transpiration. Il est bien connu qu'une diminution de la photosynthèse a souvent été observée avec une limitation d'eau légère ou modérée (CHAVES *et al.* 2009). La diminution du potentiel hydrique du sol provoque aussi une perte importante de la turgescence au niveau de la plante. Pour maintenir la turgescence, la plante met en place un mécanisme d'ajustement osmotique liée à sa capacité à accumuler certains solutés. Une perte trop importante de la turgescence entraîne une déstructuration des membranes et systèmes enzymatiques (MAHAJAN *et* TUTEJA, 2005) et l'accumulation de différents osmorégulateurs permet la diminution du potentiel osmotique (CHAVES *et al.* 2003).

La fonction stomatique est modulée par des signaux chimiques transmis par les racines quand la teneur en eau du sol est réduite. Les molécules impliquées dans la signalisation sont principalement l'acide abscissique (ABA), les cytokinines et l'éthylène ; la production d'acide abscissique par les racines situées dans les zones sèches du sol serait le moyen par lequel la plante "sentirait" le déficit hydrique avant d'en subir des conséquences trop pénalisantes. L'acide abscissique est une hormone synthétisée dans les racines et les feuilles, impliquée dans la croissance, mais également dans la régulation du fonctionnement des stomates. Il se produit un

efflux de K^+ dans les cellules de gardes, entraînant une perte de la turgescence conduisant à la fermeture des stomates (KIM *et al.*, 2010), cette action sert également comme régulateur de pression permettant d'éviter une diminution de la conductance hydraulique conduisant au phénomène de cavitation qui peut entraîner de graves conséquences physiologiques allant jusqu'à la mort de certaines parties ou même de la plante entière (BUCKLEY, 2005).

IV.4. Etude des paramètres biochimiques

IV.4.1. Teneur en chlorophylle

La figure 37 représente la teneur en pigments chlorophylliens (chl a, chl b, chl a+b, et caroténoïdes) des plantes de *Vicia faba*.

Les résultats montrent que le témoin marque une teneur de $0,40 \pm 0,13$ mg/g, évoluant à +44%, +177%, +212%, +220%, +227%, +260% et +267% respectivement pour les doses (P, PB, CB, C, B, PCB et PC) concernant la chlorophylle (a).

Pour la chlorophylle (b), la teneur la plus élevée est de la pomme de terre +carotte (PC) avec 2.33 ± 0.09 mg/g, enregistrant une augmentation arrivant à +258% comparant au témoin ayant une valeur de 0.65 ± 0.20 mg/g.

La même chose est notée pour la chlorophylle totale (a+b) et les caroténoïdes-xanthophylles, où on remarque le même sens d'augmentation chez les doses utilisées.

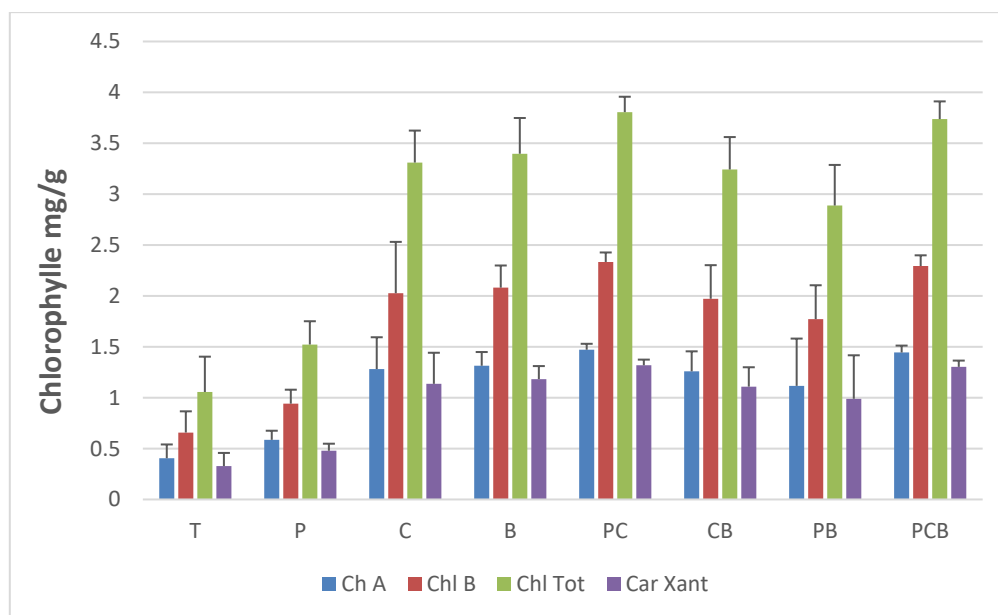


Figure 37 : Effet des doses de bouillée sur les teneurs en chlorophylle de la fève.

L'analyse statistique montre un effet hautement significatif pour la chlorophylle (a), (b), totale et caroténoïdes-xanthophylles enregistrant 02 groupes homogènes. Le témoin et la pomme

de terre (P) sont dans le groupe (B), et les autres doses restantes (carotte (C), betterave (B), pomme de terre + carotte (PC), carotte +betterave (CB), pomme de terre +betterave (PB), pomme de terre + carotte + betterave (PCB)) sont dans le groupe homogène (A).

IV.4.2. Teneurs en protéines

D'après la figure 38, nous avons remarqué une variation claire de la teneur des protéines entre les doses. Pour les feuilles, on a enregistré une valeur faible égale à 27.53 ± 10.43 mg/g chez le traitement pomme de terre + carotte (PC) et une valeur de 53.31 ± 2.60 mg/g dans la dose carotte + betterave (CB) presque la même par rapport au témoin (55.86 ± 17.62 mg/g); donc une diminution de -50% et -04% respectivement. Sauf ces deux doses précédentes, les autres doses enregistrent une évolution des teneurs arrivant à $80,05 \pm 16,84$ mg/g et une augmentation de +43.30% dans la dose de (PCB) contre le témoin.

Les protéines des racines marquent une augmentation dans tous les traitements des légumes variant de +33% et +143% par rapport au témoin qui enregistre 30.96 ± 12.20 mg/g sachant que la dose betterave (B) prend la plus grande valeur avec $75,39 \pm 24,19$ mg/g.

L'analyse statistique (ANOVA) basée sur le test de Newman et Keuls montre un effet non significatif de l'eau bouillante (P, C, B) sur les protéines des feuilles et racines de *Vicia faba*.

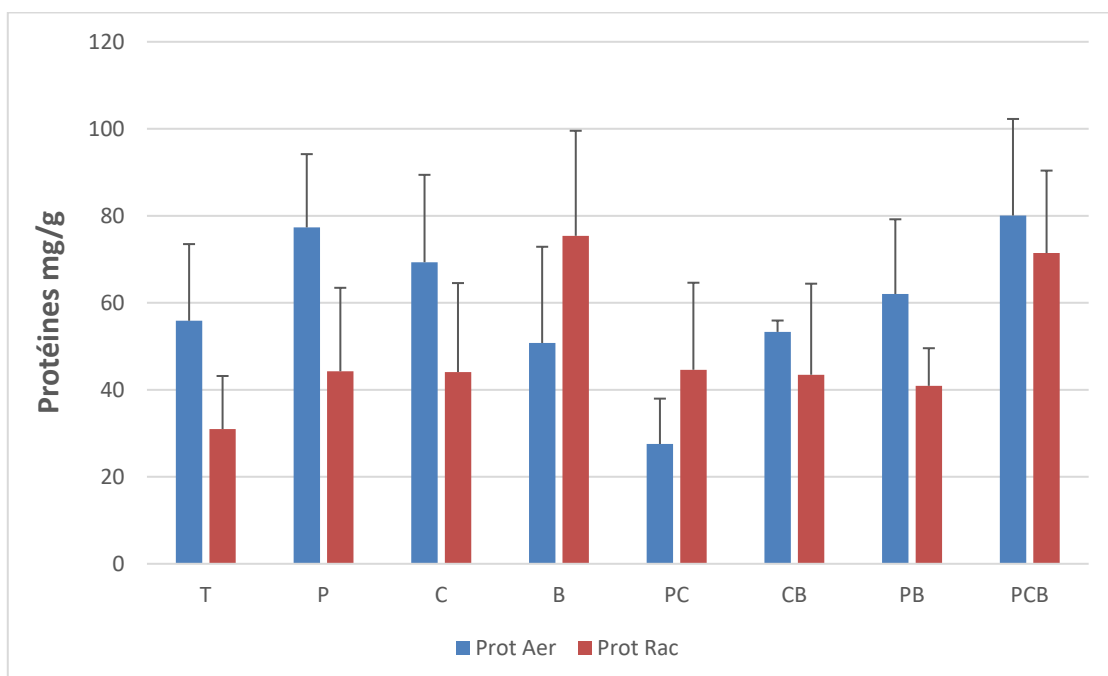


Figure 38 : Effet des doses de bouillée sur les teneurs en protéines totales de la fève.

IV.4.3. Teneurs en sucres solubles

Il faut tenir en attention que les sucres solubles s'accablent plus dans les parties aériennes des plantes lors de l'ajout d'eau de pomme de terre avec une valeur de $60,51 \pm 2,73$ mg/g, tandis que le témoin était de $56,36 \pm 0,89$ mg/g. Le reste des doses ont des teneurs proches variant entre 58,83 mg/g et 59.90 mg/g.

Concernant les racines, il y a une accumulation peu importante dans les teneurs en sucres solubles totaux allant de +5.32% à +13.03% par rapport à la dose témoin enregistrant une valeur de 53.31 ± 5.54 mg.g⁻¹ (fig.39).

L'analyse statistique (ANOVA) basée sur le test de Newman et Keuls montre un effet non significatif.

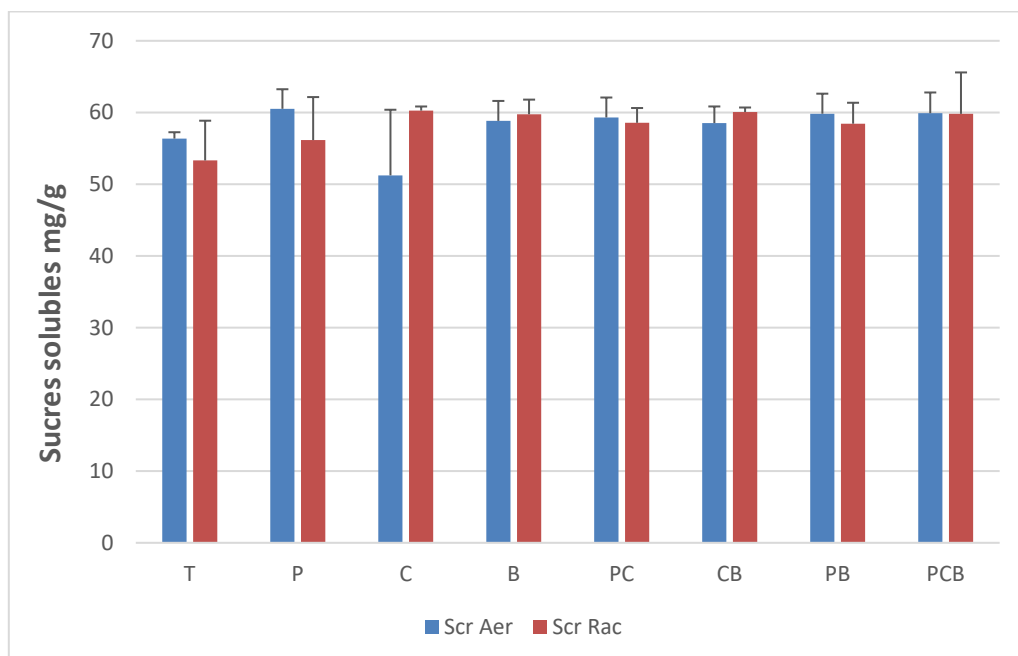


Figure 39 : Effet des doses de bouillée sur les teneurs en sucres solubles de la fève.

IV.4.4. Discussion

Les résultats de notre expérience ont montré une augmentation significative des pigments de chlorophylle, qui s'élevaient respectivement, dans tous les doses par rapport aux doses témoins, pour la chlorophylle (a), (b), (a+b) et les caroténoïdes.

YAKHLEF *et* DJEKOUN (2000) suggèrent que la survie des plantes est en partie due à l'entretien de la capacité photosynthétique des feuilles permettant le rétablissement rapide des plantes. Pour limiter les pertes en eau par évaporation et, aussi, l'augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ atmosphérique nécessaire à la photosynthèse, l'économie de l'eau se traduit par

une turgescence relative moins affectée par le stress conduisant à une dilution de la chlorophylle (SLAYTER, 1974). Selon BOUNAQBA (1998), les mesures de la fluorescence chlorophyllienne permettent d'apprécier l'intégrité fonctionnelle du PSII.

L'intensité de la fluorescence est inversement liée au rendement photochimique. En effet, lorsque l'émission d'électrons est perturbée, la chaîne de transport est détériorée par l'agent stressant, donc la dissipation d'énergie (chaleur et fluorescence) augmente. Cette relation peut être considérée comme un indicateur intrinsèque précis de la réaction claire de la photosynthèse au niveau du PSII. L'accroissement des valeurs est la conséquence d'un faible transfert d'électrons au complexe protéique QAQB (plastiquions) dans les chloroplastes et la proportion d'énergie d'excitation, réémise comme fluorescence, devient de plus en plus importante avec l'augmentation de l'intensité et de la durée du stress (BOUNAQBA, 1998).

Il a été donné le contraire de nos résultats par (KAMARY *et al.* 2017), où une diminution du taux de chlorophylle a été observée par rapport au témoin, et la même observation a été observée par (CHERIEF *et al.* 2018) quand il y a un stress.

Pour les protéines, une augmentation significative de 43,30% à 143,50% a été enregistrée dans les feuilles et les racines de la plante de la fève par rapport aux doses témoins d'eau bouillie.

Il a donné les mêmes résultats qui nous sont apparus : La teneur en protéines augmente significativement sous l'influence de l'apport exogène de l'acide salicylique. GU *et al.* (2016) ont rapporté le même résultat chez *Lactuca sativa* var. *crispa* L. De même, RAJOU *et al.* (2006) ont signalé que la teneur en protéines augmente sous l'effet de l'acide salicylique chez les graines d'*Arabidopsis thaliana*. Les analyses protéomiques ont révélé l'accumulation des protéines néo-synthétisées ; les résultats combinés ont révélé plusieurs processus susceptibles d'être touchés par l'acide salicylique. Cette molécule a amélioré la réinduction du programme de maturation tardive au cours des premières étapes de la germination permettant ainsi aux graines en germination de renforcer leur capacité à induire des réponses adaptatives au stress hydrique environnemental. D'autres processus affectés par l'acide salicylique concernent la qualité de la traduction des protéines, l'amorçage du métabolisme des semences.

Les protéines de stress jouent un rôle dans l'adaptation de la plante ; et de ce fait, de nombreux chercheurs abordent la résistance au stress par l'isolement et l'étude de ces molécules (CAMPALANS *et al.*, 1999). SCHULZE *et al.*, (2005) ont montré qu'une partie des protéines induites a une fonction directe dans l'augmentation de la tolérance au stress (protéines

fonctionnelles), d'autres ont une fonction dans la chaîne de transduction (protéines régulatrices) qui aboutiront à la production de protéines fonctionnelles.

Notre étude a montré une augmentation des taux de sucres dans la partie aérienne et la partie racinaire par rapport au témoin lorsque les doses de l'eau bouillante des légumes ont été ajoutées.

Les sucres jouent un rôle prédominant dans la vie d'une plante, ils sont produits par la photosynthèse, transportés vers les tissus profonds, canalisés vers la respiration ou convertis en composés de réserve qui sont éventuellement dégradés en carbohydrates. L'accumulation des sucres solubles est un moyen adopté par les plantes en cas de stress, afin de résister aux contraintes du milieu (BAJJI *et al.* 1998). De nombreuses études mettent en évidence une accumulation de teneurs élevées en sucres solubles chez différents types de plantes soumises à différents stress : hydrique (MEFTI *et al.* 1998 ; KAMELI *et* LOSEL, 1995), salin (ZID *et* GRIGNON, 1991), osmotique (ABDELKRIM *et al.* 2005) et métallique (BOUCHELAGHEM *et al.* 2011). Cette augmentation est en réalité un paramètre d'adaptation aux conditions de stress permettant de constituer une garantie pour le maintien d'une intégrité cellulaire élevée (MEFTI *et al.* 1998).

Les sucres solubles sont des indicateurs des degrés de stress, à cause de son importante augmentation lors de la sévérité, les sucres métaboliques (glucose, galactose, saccharose, et fructose) permettent la résistance aux différents stress (ZERRAD *et al.* 2006). Les sucres accumulés vont probablement être utilisés dans la croissance après la levée de cette contrainte (KAMELI *et* LOSEL, 1995).

L'accumulation des sucres solubles peut résulter d'une augmentation de l'hydrolyse de l'amidon puisqu'ils ont enregistré, simultanément, une diminution de l'amidon et une accumulation de sucres solubles dans les tissus. D'après BENSARI *et al.* (1990), lorsque la contrainte cesse, la feuille reconstitue les réserves d'amidon et si une nouvelle contrainte intervient, le temps d'adaptation est plus court. Des métabolites primaires, comme le méthyle-beta-D-glucose, dont la présence en grande quantité chez certaines espèces alpines est tout à fait nouvelle, ne sont pas directement impliqués dans les mécanismes photo protecteurs mais pourraient jouer un rôle de puits de carbone au sein des tissus photosynthétiques (CORNIC *et al.* 2005).

(ALIM *et al.* 2017) ont trouvé les mêmes résultats qui sont apparus chez nous, notez l'augmentation du niveau de sucres solubles dans la fève par l'ajout d'acide salicylique.

IV.5. Caractérisation physico-chimique du substrat de culture (sol et eau)

IV.5.1. PH

La figure 40 montre le rapport de contraste du pH de bouillie des légumes sur les pH des sols, où il a été noté que la valeur du pH de l'eau témoin (de robinet) est de 7.41 ± 0.03 . Cette valeur est diminuée à 6.84 ± 0.14 pour l'eau de la pomme de terre (P), à 6.32 ± 0.01 pour la dose de carotte (C), arrivant à 5.94 ± 0.05 dans l'eau de la pomme de terre + carotte (PC). Le reste des eaux sont proches au témoin par supériorité sauf l'eau de betterave (B) qui a atteint 7.97 ± 0.03 .

Ces valeurs du pH de l'eau sont reflétées sur le pH des sols remarquant une légère diminution dans les sols irrigués par les eaux des légumes où il varie entre 7.76 ± 0.24 et 7.42 ± 0.53 , comme la valeur la plus bas chez le sol irrigué par l'eau de (PB), comparant au sol témoin ayant 7.89 ± 0.18 .

L'analyse statistique du pH de l'eau révèle 05 groupes homogènes ; la dose de betterave est regroupée en groupe (A), le témoin avec (PB), (CB), (PCB) sont en groupe homogène (B), la dose (PC) est dans le groupe homogène (C), la dose (C) prend le groupe (D) et la dose (P) se positionne en groupe (E). Pour le pH des sols, l'analyse statistique ne donne aucun effet significatif.

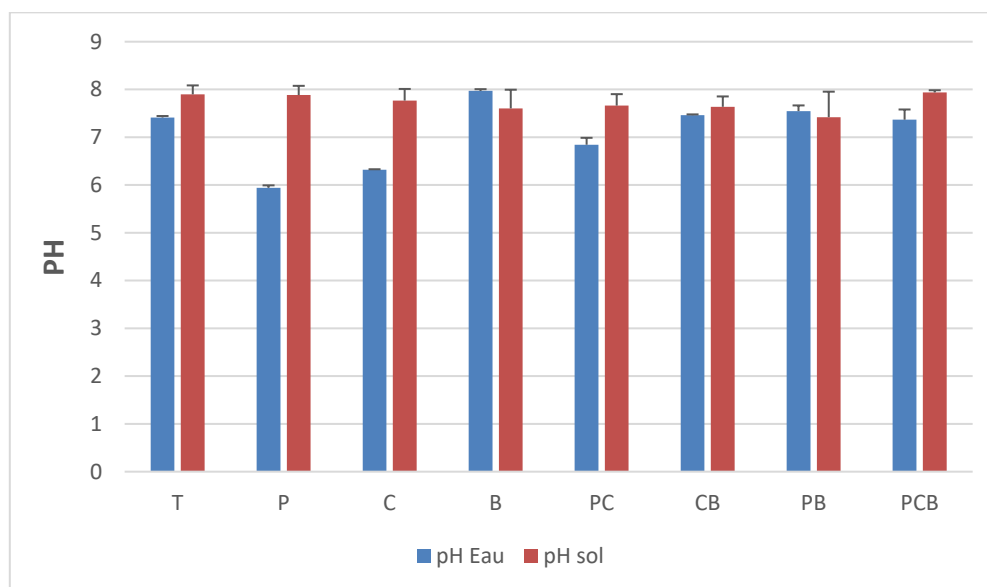


Figure 40 : PH du sol et de l'eau irrigation

IV.5.2. Conductivité électrique

Concernant la conductivité électrique (CE), et sauf les deux eaux de (PB) et (B) enregistrant des CE de $380 \pm 20 \mu\text{s/cm}$ et $555 \pm 56 \mu\text{s/cm}$, les autres eaux utilisées ont presque des valeurs comme la valeur de CE de l'eau témoin marquant $775 \pm 56 \mu\text{s/cm}$, et peuvent atteindre une CE de $858 \pm 7 \mu\text{s/cm}$ pour l'eau de (CB).

Passant aux sols, la CE est de $364 \pm 00 \mu\text{s/cm}$ dans le sol non traité (SNT) avant de commencer de planter nos plantes, et elle est devenue $628 \pm 100 \mu\text{s/cm}$ dans le sol témoin irrigué par l'eau de robinet. Les sols sont influencés par les eaux de légumes où leurs CE diminuent quand ils sont irrigués par des eaux ayant une CE inférieure comme la (PB) et la (B), et augmentent quand il est l'inverse arrivant à $873 \pm 92 \mu\text{s/cm}$ dans le sol de l'eau de carotte (C). (fig42).

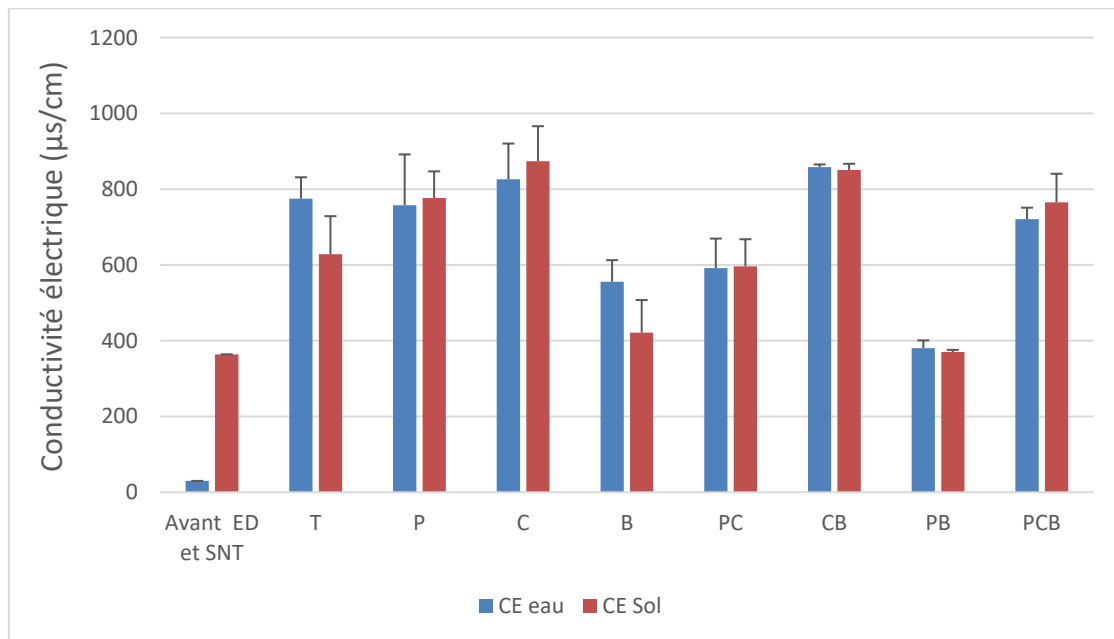


Figure 41 : Conductivité électrique ($\mu\text{s/cm}$) du sol et de l'eau d'irrigation

L'analyse statistique donne 03 groupes homogènes, le premier groupe (A) contient (T, P, C, CB, PCB), le deuxième groupe (B) contenant (B, PC), et le troisième groupe contient (PB). Ça pour l'eau d'une coté. Dans la deuxième coté, et concernant la CE du sol, l'analyse donne 06 groupes homogènes, le premier groupe (A) pour (C, CB), le deuxième groupe (AB) pour (P, PCB), le troisième groupe (ABC) prend (T), le quatrième groupe (BC) positionne pour (PC), le cinquième groupe (CD) avec (B) et le sixième groupe (D) prend la dose (PB).

IV.5.3. Humidité

Terminant par la figure 42, on remarque une légère diminution concernant l'humidité allant de -0.7% à -6.7%, par rapport au témoin (87.1%), quand les sols sont irrigués par les eaux de légumes, et l'analyse statistique donne un effet non significatif.

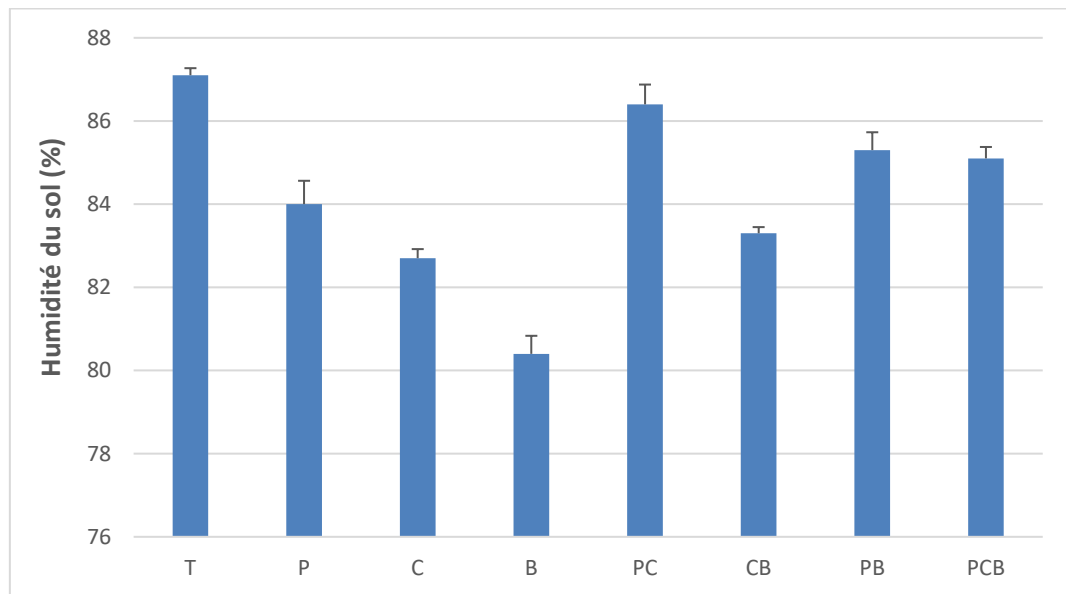


Figure 42 : Humidité de sol

IV.5.4. Discussion

Le pH est un élément clé de la composition chimique du sol et déterminant la disponibilité des éléments nutritifs pour les plantes et les micro-organismes du sol (BORAH *et al.* 2010). Le pH des sols étudiés, moyennement acides est un élément favorable à la culture du manioc (GIGUERE, 2002).

La valeur du pH a une action sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol qui crée un milieu plus favorable à l'alimentation minérale et à la croissance des plantes. Il indique la disponibilité des éléments minéraux pour la plante ; en effet, la plupart des plantes prospèrent sur un sol à pH 6,5 (DOUCET, 2006).

En termes de pH, nous avons trouvé des résultats similaires aux résultats qui ont été trouvés par (RAMBI et SDARA, 2022). HENSLER (1970) a approuvé que les déchets organiques contribuent à augmenter l'activité des micro-organismes en plus de leur rôle dans l'augmentation de la fertilité du sol et l'amélioration de ses propriétés chimiques.

La conductivité électrique est une mesure qui permet d'estimer la concentration des sels solubles présents dans un échantillon. Les résultats obtenus de la conductivité électrique nous montrent qu'il n'y a pas une différence significative entre les différents sols étudiés, ils sont tous non salins. Nos résultats sont similaires à ceux de (AUMAR et SEDIRI, 2018), ainsi qu'à ceux de (KHIMECHE et OUDAI, 2019).

Conclusion



CONCLUSION

L'application des amendements organiques permet l'amélioration de la fertilité et la qualité du sol. Plusieurs types d'amendements sont communément utilisés à savoir le fumier, les composts et les déchets de culture. Cependant, le manque de connaissance de base de l'effet de bouillie sur les sols et les végétaux nous a conduits à réaliser cette étude pour mieux comprendre comment ce produit influence sur la croissance de la fève (*Vicia faba. L.*).

L'objectif de ce travail est de valoriser la bouillie des légumes en tant qu'amendements organiques sur la capacité germinative des graines de la fève (le taux, la vitesse, la moyenne journalière et la cinétique de germination), les caractéristiques morphologiques des plantules et son effet sur les propriétés physico-chimiques du sol d'une part. D'autre part, nous avons choisi la fève (*Vicia faba. L.*) pour tester la réponse physique et chimique des plantules exposées à différentes doses de nos fertilisants organiques (pomme de terre, carotte, betterave, pomme de terre + carotte, carotte + betterave, pomme de terre + betterave, pomme de terre + carotte + betterave) qui a été évaluée par l'étude de quelques paramètres morphologiques, hydriques et biochimiques.

Pour la germination, les résultats obtenus montrent qu'il y a un effet positif sur la germination des graines. A l'échelle morpho biométrique, l'effet de notre substrat se traduit par une augmentation de la longueur et de la surface foliaire des plantes de la fève (*Vicia faba. L.*). Concernant les paramètres physiologiques, bouillie a augmenté la teneur relative en eau ; au contraire, elle a diminué la perte de l'eau et le déficit hydrique. Les traitements utilisés ont amélioré les paramètres biochimiques, la productivité de la plante (c'est ça le plus important) et même la valeur du pH et de la salinité du sol qui est augmentée de manière appropriée en fonction des résultats obtenus.

Donc, et comme conclusion, nous conseillons aux agriculteurs d'utiliser la bouillie comme engrais organique à des doses précises en raison de son bon observé dans cette étude.

Notre travail laisse entrevoir quelques perspectives souhaitables comme :

- ✚ L'application de cette étude sur différents stades de cycle de vie sur le champ.
- ✚ Changer les résidus de l'eau bouillie avec le reste de légumes.
- ✚ Récupérer les résidus légumes, les broyez et les utiliser comme engrais organiques dans le sol avant la plantation.

Références bibliographiques



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELKRIM, F., DJEBBAR, R., AID, F., (2005).** Effet d'un stress osmotique sur la germination et le début de croissance de deux variétés de colza : *Brassic napus* L. Eurol et Goéland. *1er Colloque Euro-méditerranéen de Biologie Végétale et Environnement*, Annaba 28-30 novembre 2005.
- ADI, A.J., NOOR, Z.M., (2009).** Waste recycling: Utilization of coffee grounds and kitchen waste in vermicomposting. *Bioresource Technology*, 100: P 1027-1030.
- AFNOR., (1982).** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. AFNOR, P 325.
- ALI, M.C., BENELHADJ, D.W., MAZRI, K., (2017).** Etude de l'effet de l'acide salicylique sur la germination de la fève (*vicia faba* L). Mémoire de Master académique en biologie. Univ. ibnkhaldoun, Tiaret, P 29.
- AMARA, L., (2019).** Effet bio-insecticide de l'huile essentielle de Myrte commun (*Myrtus communis*) sur les adultes du bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOH (*Coleoptera: Chrysomelidae*). Mémoire de Master en agronomiques. Univ. Mouloud Mamméride Tizi Ouzou, P 54.
- AMIRA M.S., ABDUL, Q., (2010).** Effect of salt stress on plant growth and metabolism of bean plant *Vicia faba* (L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10: P 07-15.
- ANAND, T., GEETA, N., (2018).** Pereira, Biological Nitrogen Fixation and its Importance in Coffee. P 5.
- ASSOULINE, J., ASSOULINE, S., (2007).** Géopolitique de l'eau. Nature et enjeu. Edition Studyrama, P 140.
- AUMAR, N., SEDIRI, D., (2018).** Etude des propriétés physico-chimiques des sols de deux stations-services Idjeur et Fréha. Mémoire de Master en biodiversité et environnement, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 71p.
- BAJJI, M., KINET-LUTTS-STANLEY, J.M., (1998).** Salt stress effects on roots and leaves of *Atriplex halimus* L and their corresponding callus cultures. *Plant Science*, Vol. 137: P 131-142.
- BARRS, H.D., WEATHERLEY, P.E., (1962).** Re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Science and Technology*, Vol. 15: P 412.
- BELKHODJA, M., (1996).** Action de la salinité sur le comportement physiologique, métabolique et minéral et recherche de marqueurs moléculaire chez la fève (*Vicia faba* L) Thèse Doc En Sciences, Univ d'Oran, P 230.

- BELKHODJA, R., (1993).** Chlorophyll fluorescence as a possible tool for salinity tolerance screening in barley (*Hordeum vulgare L.*). Master of Science. Thesis. Institute Agronomique Méditerranéen de Zaragoza, Spain. P 56-57.
- BENGOUGA, K., (2017).** Evaluation de la résistance naturelle de quelques cultivars de fève (*Vicia faba L.*) propres à la région de Biskra à l'égard des thrips (Thysanoptère: Thripidae). Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Univ, Mohamed Khider, Biskra, P 212.
- BENMAHAMMED, A., BOUZERZOUR, H., MEKHLOUF, A., BENBELKACEM, A., (2008).** Variation de la teneur relative en eau, L'intégrité Cellulaire, La Biomasse Et L'efficacité d'utilisation de l'eau des variétés de blé dur (*Triticum turgidum L. Var durum*). Conduites Sous Contrainte Hydrique Volume 12, Numéro 02. <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/214/12/21/47155>
- BENSALEM, M., (2008).** Contribution à l'étude de l'efficacité de l'épuration des eaux usées dans la ville de Sidi Bel Abbés, mémoire de magister, Université Djillali Liabes Sidi Bel Abbés, P 45.
- BENSARI, M., CALME, S.J., VIALA, G., (1990).** Répartition du carbone fixé par photosynthèse entre l'amidon et le saccharose dans la feuille de soja : influence d'un déficit hydrique. *Plant physiology and Biochemistry*, Vol. 28:P 113-124.
- BESSAOUD, S., MAALAOUI, S., (2020).** Action de l'huile essentielle de l'Eucalyptus (*Eucalyptus kalatus*) sur la longévité des adultes mâles et femelles du bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) durant la période de diapause. Mém. Master en Sciences Agronomiques. Univ Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, P 42.
- BEZZALA, A., (2005).** Essai de l'introduction de l'arganier (*Agrainia spinosa L*) dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Mémoire de Magistère, Université El Hadj Lakhdar: P 25-28.
- BONNIN, J., (1982).** Aide-mémoire d'hydraulique urbaine : Eléments fondamentaux pour le calcul des réseaux de distribution d'eau et d'assainissement. 1ere édition, Enrolls, Paris, France, P. 128.
- BORAH, K.K., BHUYAN, B., SARMA, H.P., (2010).** Lead, arsenic, fluoride, and iron contamination of drinking water in the tea garden belt of Daring district, Assam, India. *Environmental monitoring and assessment* 169, P 347-352.
- BOUCHELAGHEM, S., DJEBAR-BERREBBAH, H., DJEBAR, M.R., (2011).** The impact of dust emits by the steel complex of El Hadjar (ANNABA) on two biological models: Mousses and lichens. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 10:P 3574-3578.

- BOUNAQBA, S., (1998).** Analyse des déterminants de la tolérance à Na Cl chez le blé tendre, le triticale et l'orge. Utilisation de la fluorescence chlorophyllienne dans le diagnostic de l'état fonctionnel du photosystème II. Doctorat de Biologie, Faculté des Sciences de Tunis, Université Tunis:P 2.
- BOURKAIB, M., (2014).** Comportement de quelques populations de fève (*Vicia faba*) d'origine espagnole vis-à-vis des deux maladies tâche chocolat et rouille. Mémé. Master en Biologie (BIPM). Univ. SAAD DAHLEB, BLIDA-1, P 109.
- BOUZIANI, M., (2000).** L'eau, de la pénurie à la maladie. Edition Ibn-Khaldun, Algeria, P 247.
<https://arroseur-arrose.com/blogs/infos/arrosage-eau-de-cuisson>
- BOYHAN, G., TATE, S., WESTERFIELD, R., (2011).** Growing vegetables organically. The University of Georgia College of agricultural and environmental sciences & family and consumer sciences. *Cooperative extension bulletin*.
- BRADFORD, M.M., (1976).** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. Vol. 72:P 248-254.
- BRINK, M., BELAY, G.,(2006).** Céréales et légumes secs. Ressources végétales de l'Afrique tropicale1. *Fondation PROTA/Backhuys Publishers/CTA*. Pays-Bas ; P 327.
- BUCKLEY, T.N., (2005).** The control of stomata by water balance. *The New phytologist*, Vol. 168: P 275-292.
- C.I.E., (2005).** Centre d'information sur l'eau disponible sur internet www.Cieau.com. P 89.
- CAMPALANS, A., MESSEGUER, R., GODAY, A., PAGÈS, M., (1999).** Plant responses to drought, from ABA signal transduction events to the action of the induced proteins. *Plant Physiology and Biochemistry*, Vol. 37 (5):P 327-340.
- CASTANY, G., (1982).** Principe et méthode de l'hydrogéologie. Dunod Université. Paris : Bordas, 1982. P 237.
- CHAUX, C., FOURY, C., (1994).** Production légumières secs, Tome 3, légumineuses potagères, légumes, fruits. *Technique et documentation Lavoisier*, F75384 Paris Cedex 08, P 3-15.
- CHAUX, C., FOURY, C.,(1994).** Production légumière : légumineuses potagères, légumes fruits, la voisiner. Paris. P 4-8.
- CHAVES, M., FLEXAS, J., PINHEIRO, C., (2009).** Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, Vol. 103: P 551-560.

- CHAVES, M., MAROCO, J.P., PEREIRA, J.S., (2003).** Understanding plant responses to drought from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*, Vol. 30: P 239-264.
- CHERIEF, A., BOUHALILI, M., (2018).** Effet de stress salin sur les paramètres morpho-physiologique, et biochimiques chez la fève *vicia faba L.* Mém. Masteren Biologie, Univ, Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem, P 109.
- CLARKE, J.M., MC-CAIG, T., (1982).** Excised leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes, *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 62: 571-587.
- CLARKE, J.M., ROMAGOSA, I., JANA, S., SRIVASTAVA, J.P., MC-CAIG, T.N., (1989).** Relation of excised leaf water loss rate and yield of durum wheat in diverse environments, *Canadian Journal of Plant Science*, Vol. 69: P 1057-1081.
- CLAUDE, G., (1999).** Les traitements de l'eau et l'environnement. Paris, P 9.
- CORNIC, G., FRESNEAU, C., (2002).** Photosynthetic carbon reduction and carbon oxidation cycles are the main electron sinks for photo system II activity during a mild drought. *Annals of Botany*, Vol. 89:P 887-894.
- DANSO, S.K.A., ESKEW, D.L., (1984).** Comment renforcer la fixation biologique de l'azote. s.l. AIEA Bulletin, 1984. Vol 26, n°2.
- DEGREMONT, B., (2005).** «Mémento technique de l'eau », Deuxième édition Tom1, Lavoisier, Tec et Doc. P 39-50.
- DEGREMONT, B., (2005).** Mémento technique de l'eau. Tome I. 10eme édition. Lavoisier, Tec et Doc, Paris. P 859.
- DJEDDI, H., (2006).** « L'utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines », mémoire de magistère, université Mentouri, Constantine, Département des sciences de la nature et de la vie.
- DOUCET, R., (2006).** Le climat et les sols agricoles. Ed. Berger, Eastman, Québec. xv, P 443.
- DUBOIS, M., GILLES, K.A., HAMILTON, J.K., REBERS, P.A., SMITH, F., (1956).** Calorimetric method for determination of sugars and related substances. *Analytical Chemistry*, Vol. 28 (3):P 350-356.
- EL-AHRACH, M., (2020).** Modélisation des caractéristiques de différents génotypes de *Vicia faba L.* en relation avec le rendement à l'aide des modèles de régression et du Path Analysis. Master sciences et techniques gestion et conservation de la biodiversité. Univ. Sidi Mohamed Ben Abdallah, Fès, P 52.
- ENCYCLOPEDIE., (2006).** L'eau. Edition Encarta.

- ESRAA, E., (2018).** Techniques d'agriculture biologique en arabe, Consulté le 30/08/2022, sur <https://www.almrsal.com/post/741578>.
- F.A.O., (2016).** La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture, P 191.
- F.A.O., (1999).** Food and Agriculture Organization, United Nations, Economic Section, Social, EMI. Organic agriculture. Rome, P 25-29.
- FAROJOLLANN, A., GHOLINEEJAD, B., JONAIIDI-JAFARI, H., (2014).** Effects of different treatments on seed germination improvement of *Calotropis persica*. hindawi publishing corporation advances in agriculture.
- FELIACHI, K., (2002).** Le développement des légumineuses alimentaires et les perspectives, de relance en Algérie. Proceedings du 2^{ème} séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, « le devenir des légumineuses Alimentaires dans le Maghreb », Hammamet, Tunisie, P 100.
- GABRIEL, C.J., (2008).** Effet de la contrainte hydrique sur la photosynthèse foliaire : De l'utilisation expérimental des relations A/Ci et A/Cc :P 4-5.
- GHETAI, K., SEGHIR, B.K., (2020).** Légumineuses alimentaires en Algérie : états des lieux et perspectives d'amélioration. Mém. Master Académique en Biotechnologie végétale, Univ. Mohamed Boudiaf, M'silla, P 38.
- GIGUERE, R., (2002).** Botanique et horticulture dans les jardins du Québec : guide 2002. Éditions Multi. Mondes, société des amis du Jardin Van den Hende, 245. P 289-440.
- GLASER, B., LEHMANN, J., ZECH, W., (2002).** Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal—a review. *Biology and fertility of soils*, 35(4), P 219-230.
- GOMELLA, G., GUERREE, H., (1980).** La distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales. 3^{ème} Edition, Eyrolles, Paris, P 277.
- GRASCLAUD, G., (1999).** L'eau. Tome 1. Milieu naturel et maîtrise. Edition INTRA. Paris. P 204.
- GRATTAN, S.R., GRIEVE, C.M., (1998).** Minera nutrient relations in horticultural crops. *Scient horticultural*, 78(1-4), P 127-157.
- GREWELING, T., PEECH, M.L., 1960.** Chemical Soil Test. *Agriculture Experiment Station*, Cornell University, Ithaca:P 960.
- GU, J.T., KANG, J., LIAN, J., ZHANG, X.C., ZHANG, T.T., ZHANG, J.F., (2016).** Effects of salicylic acid on seed germination and biochemical properties in seedlings of *Lactuca sativa* under high temperature stress. *Acta Hort.*1123: P 117-122.

- HADEF, D., HASNI, M., (2017).** Chimie Pharmaceutique et Substances Naturelles. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de l'Oued de Boutane région de Khemis-Miliana). Mémoire de fin d'étude En vue de l'obtention d'un diplôme de Master en Chimie. P 43.
- HAMZA, M., (1977).** Action de différents régimes d'apport du chlorure de sodium sur la physiologie de deux légumineuses : *Phaseolus vulgaris* (sensible) et *Hedysarum carnosum* (tolérante) : relations hydriques et relations ioniques (Doctoral dissertation).
- HAN, G., CUI, B.X., ZHANG, X.X., LI, K.R., (2016).** The effects of petroleum-contaminated soil on photosynthesis of *Amorpha fruticosa* seedlings. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(10), P 2383-2392.
- HENRI, S., (2012).** Le droit à l'eau potable et à l'assainissement. même Forum mondial de l'eau. Edition Johanet, Paris, P 518.
- HENSLER, R.F., OLSEN, R.J., ATTOE, O.J., (1970).** Effect of Soil pH and Application Rate of Dairy Cattle Manure on Yield and Recovery of Twelve Plant Nutrients by Corn 1. *Agronomy Journal*, 62(6), P 828-830.
- HOUMEL, T., (2017).** Contribution à l'étude des paramètres physicochimiques et bactériologiques sur deux périodes d'échantillonnage de deux sources d'eau. Mémoire de Master en Biologie. Spécialité: Protection de l'environnement. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. P 74.
- INRA.,(1994).** Institut National de la Recherche Agronomique. 1994. Fiche technique de la fève. Rabat : Département de l'information et de la formation, INRA.
- IYAD, W., MUSALLAM, N.J., HADDAD, A.M., TAWAHA, B., OSAMA S., MIGDADI, F., (2004).** The Importance of Bee-Pollination in Four Génotypes of Faba Bean (*Vicia faba* L.).*international journal of agriculture & biology* ,6(22), P 9-12.
- JINGBIN, C., HUIMIN, Z., XINGXING Y., YAMING, H., QIANG, Y., YNN, L., RANRAN, W., JINYANG, L., CHENCHEN, X., XIN, C., (2023).** Homolog of Pea SGRControls Stay-Green in Faba Bean (*Vicia faba* L.).*Academic Editor: Jacqueline Batley*, 14(1030), P 1-11.
- JIRIAIE, M., FATEH, E., SHABAZI, S., JASHNI, R., (2013).** Effect of Salicylic Acid and Seed Weight on Germination of Wheat (Cv. Bc Roshan) under Different Levels of Osmotic Stress. *World Applied Sciences Journal* vol 28(11): P 1825-1830.
- KAMELI, A., LOSEL, D.M., (1995).** Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 145:P 363-366.

- KASBI, R., (2016).** Étude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest algérien cas de nouvelle STEP d'Ain T'émouchent, P01., Master hydraulique, technologie de traitement des eaux, Uni. ABOU BAKR BELKAID, Tlemcen.
- KHALID, D., (2007).** Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc. Thèse docteur en Sciences agronomiques et ingénierie biologique, Univ, Catholique de Louvain, P 217.
- KHIMECHE, F., OUDAI, S., (2019).** Etude des caractéristiques physiques et chimiques des sols pollués par les carburants Cas des stations-services d'Ouadhia et Yakourene. Mémoire de Master en biodiversité et environnement, Univ Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, P 77.
- KIM, T.H., BÖHMER, M., HU, H., NISHIMURA, N., SCHROEDER, J.I., (2010).** Guard cell signal transduction network: advances in understanding abscisic acid, CO₂, and Ca²⁺ signaling. *Annual review of plant biology*, 61, P 561.
- LANG, A., (1965).** Effects of some internal and external conditions on seed germination. *Hand b. der Pflanzen physiologie*, Vol.15 (2):P 848-893.
- LEBRETON, J.C., LEGRAET, S., GUIBERT, S., MASSON, F., RIGAUD, J.P., ROCTION, L., (2009).** La fèverole d'hiver, *chambre d'agriculture de l'Ome*, P 10.
- HAOUSSA, N., (2013).** Etude de la qualité des eaux des mélanges eau d'oued Biskra – Eau de Droh. Mémoire de master 2. Hydraulique urbaine, Université Mohamed Khider –Biskra : Faculté des sciences et de technologie. P 25.
- LICHTENTHALER, H.K., (1987).** Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Méthodes in Enzymologie*, Vol. 148:P 350-380.
- LINDEN, G., LORIENT, D., (1994).** Biochimie agro-industrielle, valorisation alimentaire de la production agricole', Ed. Masson S.A, Paris : P 367.
- LOUNISSI, F., (2021).** Enquête sur la gestion de l'eau pour la culture de fève (cas de la région de Sidi Okba).Mém.de Master agronomique. Univ. Mohamed Khider, Biskra, P 42.
- MAHAJAN, S., TUTEJA, N., (2005).** Cold, salinity and drought stresses: an overview. *Archives of biochemistry and biophysics*, 444(2), P 139-158.
- MATHIEU, C., PIELTAIN, F., 2003.** Analyse chimique des sols méthodes choisies. *Editions Tec et Doc/Lavoisier*, Paris:P 408.
- MAZLIAK, P., (1982).** Physiologie Végétale : nutrition et métabolisme biochimique des cultures tropicales. MERNION: P 59-60.

- MBAREK, B., CHAABANE, R., HOSNA, S., MED-LAID, M., MOHSEN, S., (2001).** Effet de stress salin sur la germination, la croissance en grain de quelque variété maghrébine de blé. John LiberryEurotext. Vol 12 n3, P 74.
- MEFTI, M., ABDELGUERFI, A., CHEBOUTI, A., (1998).** Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula* L. *Gaertn Science*, Vol. 5: P 173-176.
- MEZANI, S., (2011).** Bio écologie du bruche de la fève *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) dans des parcelles de variétés de fèves différentes et de féverole dans la région de Tizi-Rachad (Tizi-Ouzou). Mémoire de Magister, Sciences Biologiques., Univ Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, P 81.
- MEZANI, S., KHELFAANE, G., MEDJDOUB, B., (2015).** Effect of broad bean varieties and faba bean upon populations dynamic of *Bruchus rufimanus* (coleoptera: chrysomelidae: bruchinae) in kabylia region (Algeria). *International Journal of Agricultural*, 5(6): P 79 -88.
- MONNEVEUX, P., (1991).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique dans la tolérance au déficit hydrique des céréales les outils d'amélioration des plantes par l'adaptation aux milieux arides. AUPELI'-UREF. John Libby Eurotes: P 165-186.
- MONTIES, B., (1974).** Etude de quelques relations entre poly phénols et photosynthèse : présence, compartimentation et métabolisme des poly phénols dans les chloroplastes. Thèse Docte. Etat, Orsay, P 119.
- MORTET, A., (2019).** Etude du rôle de quelques plantes graminées et légumineuses dans la phytoremédiation des sols pollués par les hydrocarbures (Doctoral dissertation, Université Abdelhamid Ben Badis Mostaganem. P 59-121.
- MOUFFOK, F., (2008).** Le cours national d'hygiène et de microbiologie des eaux de boisson, manuel des travaux pratiquent des eaux. Institut Pasteur d'Algérie, 2008.
- O.M.S., (2006).** OMS. Directives de la qualité pour l'eau de boisson. (2006).
- OSBORNE, J.M., FOX, J.E.D., MERCER, S., (1993).** Germination response under elevated salinities of six semi-arid blue bush species (Western Australia). In: Lieth H. & Al Masoom A. (Eds), *Towards the Rational Use of High Salinity Plants*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers: P 521.
- PATRICK, M., DELVAUX, C., (2008).** Le truffaut : Encyclopédie pratique illustrée du jardin. 41^{ème} édition .larousse. Paris, P 850.
- PORRA, R.J., (2002).** The chequered history of the development and use of simultaneous equations for the accurate determination of chlorophylls a and b. *Photosynthesis Research*, Vol. 73: P 149-156.

- RAJJOU, L., BELGHAZI, M.R., HUGUET, R., ROBIN, C., MOREAU, A., JOB, C., JOB, D., (2006).** Proteomic Investigation of the Effect Salicylic Acid on Arabidopsis Seed Germination and Establishment of Early Defense Mechanisms. *Plant Physiology, July* Vol.141: P 910-923.
- RAMBI, Y., SDARA, A.M., (2022).** Effet du marc du café sur la germination et la croissance du blé dur (*Triticum durum* Desf) .Mèm. Master en biologie. Université. Ziane Achour, Djelfa. P 77.
- RODIER, J., (1984).** L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer, Ed. Bordas, Paris. P 228.
- RODIER, J., LEGUBE, B., MERLET, N., BRUNET, R., (2009).** L'analyse de l'eau. 9^{ème} édition, Ed. Dunod, Paris. P 1526.
- ROZEMA, J., VAN DE STAAIJ, J., BJÖRN, L.O., CALDWELL, M., (1997).** UV-B as an environmental factor in plant life: stress and regulation. *Trends in ecology & evolution*, 12(1), P 22-28.
- SAMAKE, H., (2002).** Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000-2001. Thèse de doctorat, faculté de médecine. P 58.
- SCHULZE, E.D., BECK, E., BUCHMANN, N., CLEMENS, S., MÜLLER-HOHENSTEIN, K., SCHERER-LORENZEN, M., (2005).** Plant ecology. Springer. Berlin: P 117-143.
- SCIPPA, G., DI-MICHELE, M., ONELLI, N.E., PATRIGNANI, G., CHIATANTE, D., BRAY, E., (2004).** The histone-like protein H1-S and the response of tomato leaves to water deficit. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55:P 109.
- SELHI, S., SMAIL, T., (2004).** Analyse physico-chimique des eaux de consommation de la ville de Bejaia. Mémoire d'ingénieur. Université Abderrahmane Mira Bejaia. Spécialité Génie des procédés. P 93.
- SHABALA, S.N., SHABALA, A., MARTYNYENKO, B., NEWMAN, I.A., (1998).** Salinity effect on bioelectric activity, growth, Na⁺ accumulation and chlorophyll fluorescence of maize leaves: a comparative survey and prospects for screening. *Journal of Plant Physiology*, Vol. 25: P 609-616.
- SHAKEEL, A.A., XIAO-YU, X., LONG-CHANG, W., MUHAMMAD, F.S., CHEN, M., WANG, L., (2011).** Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, 6(9), P 2026-2032.
- SLAYTER, R., (1974).** The effect of internal water status on plant growth development and yield. In: plant responses to climatic factors. *Proceedings of the Uppsala Symposium*. UNESCO.

- SMITH, R.C., RENDÓN, F.A., BARAHONA, S.R.M., Moya, W., (2021).** Consequences of the high abundance of *Bombus terrestris* on the pollination of *Vicia faba*. *Journal of Pollination Ecology*, 29(20), P 258-272.
- THOMAS, F., (2008).** La féverole confirme son intérêt. *Technique culturales simplifiées* N°48. 4^{ème} édition. P 102.
- VERTÈS, F., MARIE, H.J., ERIC, J.P., THIÉBEAU, F., MICHAEL, S.C., (2010).** Connaitre et maximiser les bénéfices environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses, à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation. S.l. *INRA Innovtions Agronomiques* 11. P 25-44.
- VILAGINES, R., (2000).** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie 1^{ère} Edition, Tec &Doc, Lavoisier, Paris, P 174.
- VVASCO, R., (2017).** Nos ressources sont limitées, évitons de les gaspiller. Theme Cutline de Chris Peason.
- WANWEI, H., XIAOJUAN, Z., YULING, L., YUJIAO, I., BAI-LI, F., (2022).** RNA-Seq and genetic diversity analysis of faba bean (*Vicia faba* L.) varieties in China. *Agricultural Science, Genetics, Molecular Biology, Plant Science*, 10 (7717), P 20.
- YKHLEF, N., DJEKOUN, A., (2000).** Adaptation photosynthétique et résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) : Analyse de la variabilité génotypique. In: **ROYO, C., NACHIT, M., DI FONZO, N., ARAUS, J.L., (1998).** Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. (*Options Méditerranéennes : Série Séminaires Méditerranéens ; n 40*), Zaragoza:P 327-330.
- ZERRAD, W., HILLALI, S., MATAOUI, B., EL-ANTRI, S., HMYENE, A., (2006).** Etude comparative des mécanismes biochimiques et moléculaires de résistance au stress hydrique de deux variétés de blé dur. *Biochimie, Substances naturelles et environnement. Congrès international de biochimie*. Agadir:P 371-376.
- ZID, E., GRIGNON, C., (1991).** Tests de sélection précoce et résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique, L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux aride. Edition AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris:P 91-108.
- قماري أميرة ونفوف أمال (2017). تأثير منظم النمو حامض الجبر يليك GA3 على نمو الفول (*Vicia faba* L) تحت الظروف الجافة. مذكرة ماستر أكاديمية ببيولوجية. جامعة حمه لخضر، بالوادي، ص 84.
- <https://www.aquaportail.com/definition-4161-eaux-usees.html> consulter le 27/05/2023.
- <https://arroseur-arrose.com/blogs/infos/arrosage-eau-de-cuisson>
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:World_ocean_map-fr.gif
- https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Eau_de_surface.

Annexes

Annexe 01. Les courbes d'étalonnage.

1. Protéines Totales

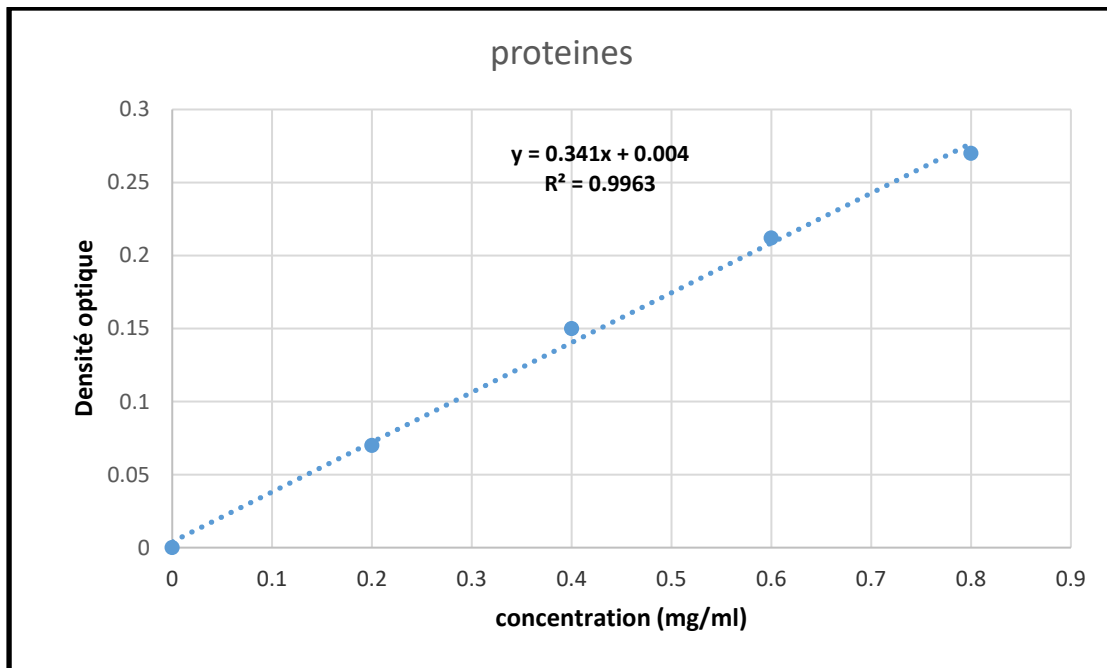


Figure I : Courbe d'étalonnage des protéines par l'utilisation de sérum bovin albumine

2. Sucres Solubles

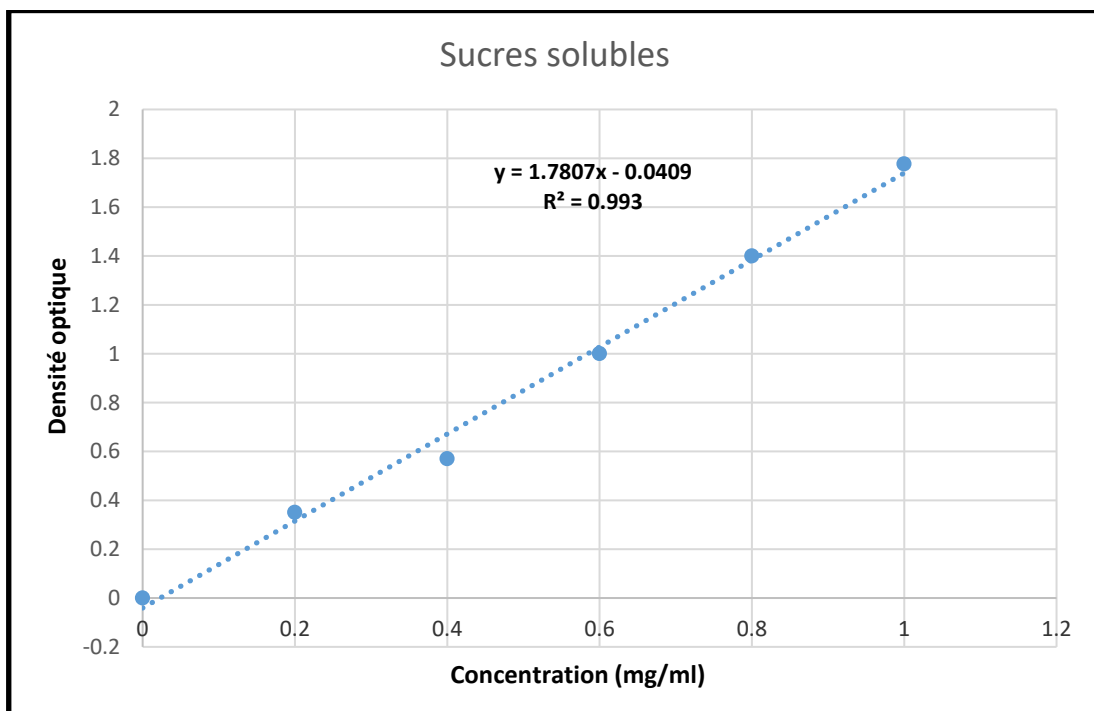


Figure II : Courbe d'étalonnage des sucres solubles par l'utilisation de glucose

Annexe 02. Tableaux de références pour l'étude du sol basés sur USDA (US Département of Agriculture).

Tableau 1. Classes du pH du sol

Valeur du pH	Statut Acido-basique du sol
$\text{PH} \leq 5,5$	Très acide
$5,5 < \text{pH} \leq 6,0$	Acide
$6,0 < \text{pH} \leq 6,5$	Peu acide
$6,5 < \text{pH} \leq 7,0$	Neutre
$7,0 < \text{pH} \leq 7,5$	Peu alcalin
$\text{PH} > 7,5$	Alcalin

Tableau 2. Classe de la salinité (CE) du sol

Classe	Conductivité de l'extrait de sol saturé (dS/m)
Non salin	0 - 2
Légèrement salin	2 - 4
Modérément salin	4 - 8
Fortement salin	8 - 16
Très fortement salin	> 16

Annexe 03. Planches et Photos de l'expérimentation



Planche 01. Les étapes les plus importantes du développement des plantes.



Planche 02. Germination des graines sous l'effet bouillée.



Planche 03. La longueur aérienne, racinaire et totale après la récolte.

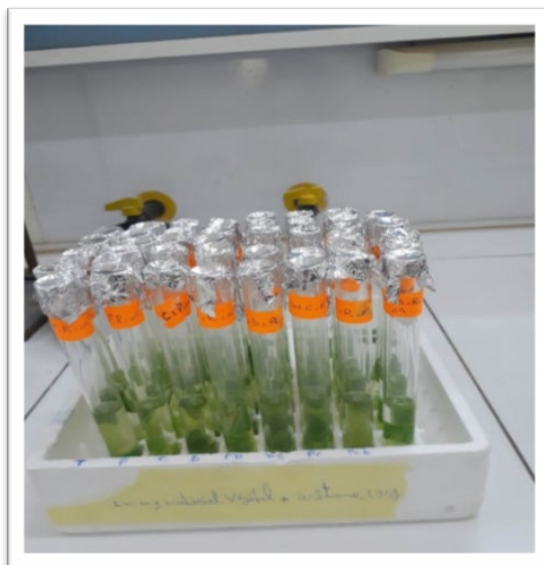


Planche 04. Dosage de pigments chlorophylliens.

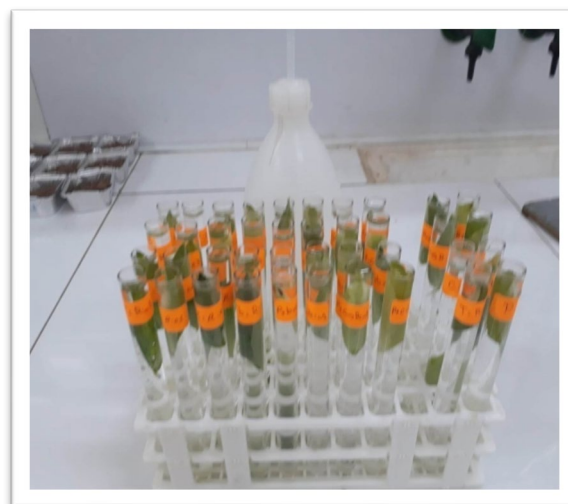
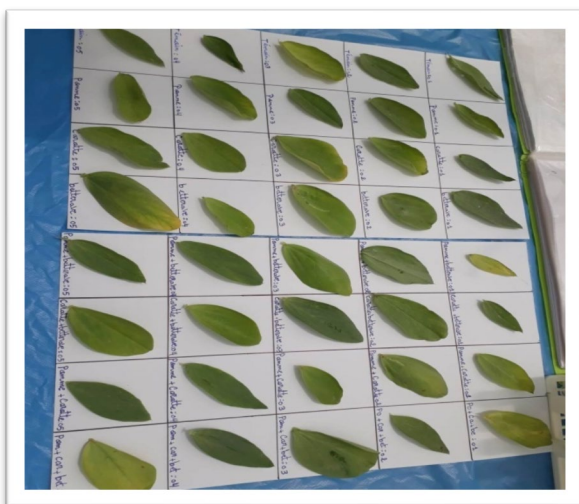


Planche 05. Calcul du RWC et RWL de la fève.

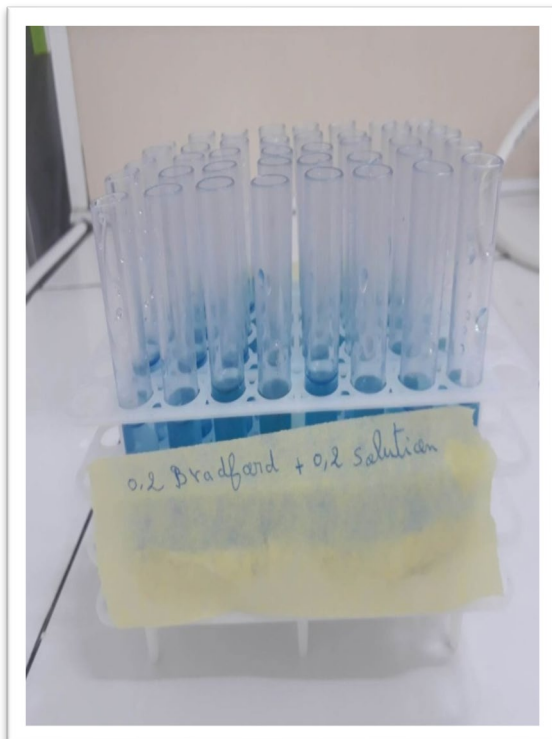
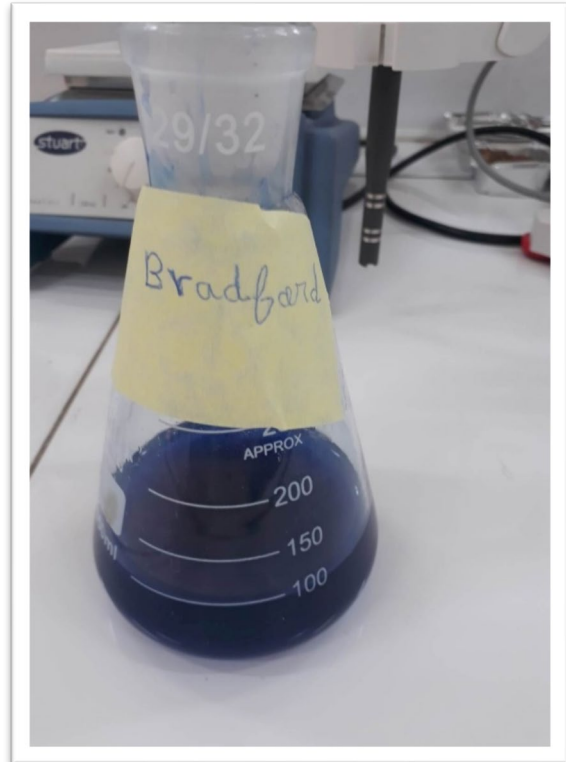
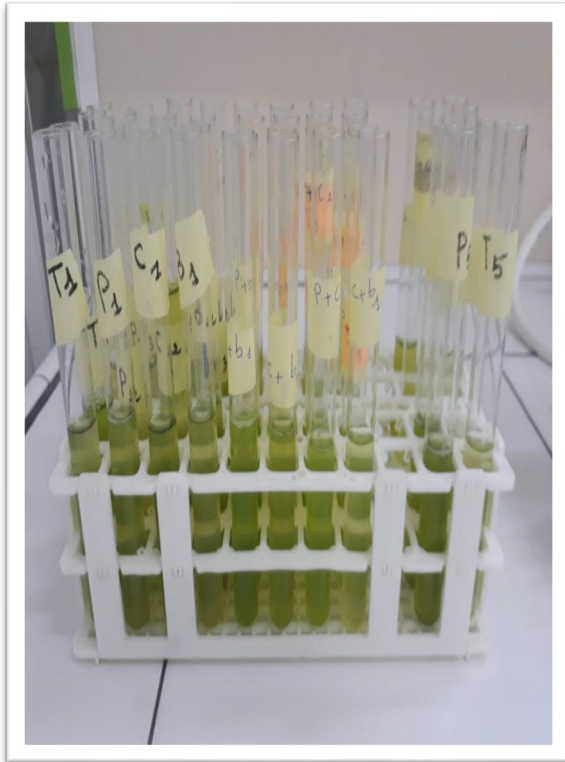


Planche 06. Dosage des protéines totales.

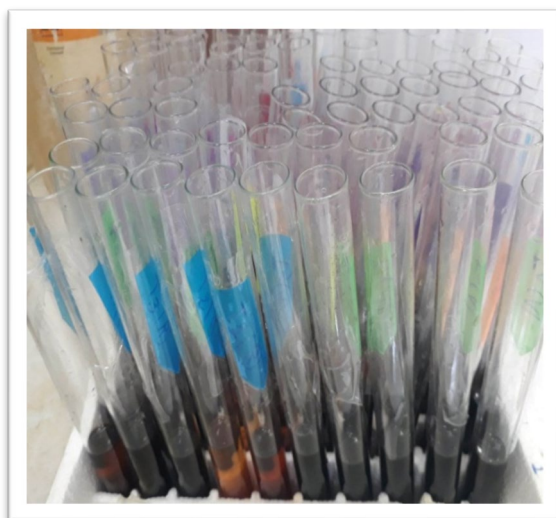


Planche 07. Dosage des sucres solubles.

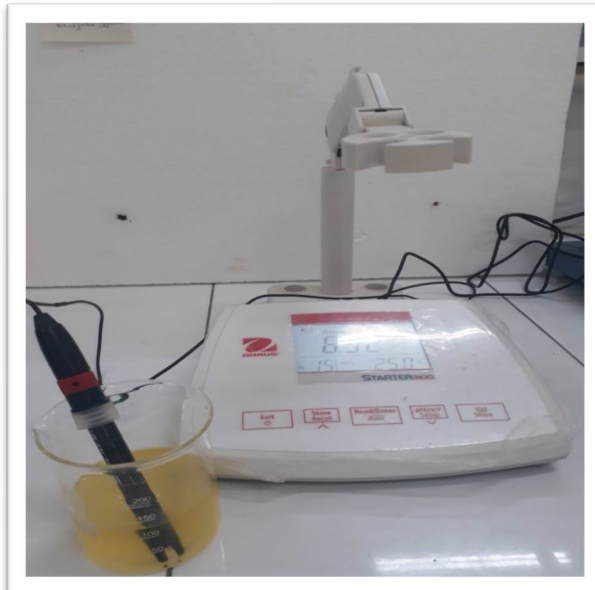
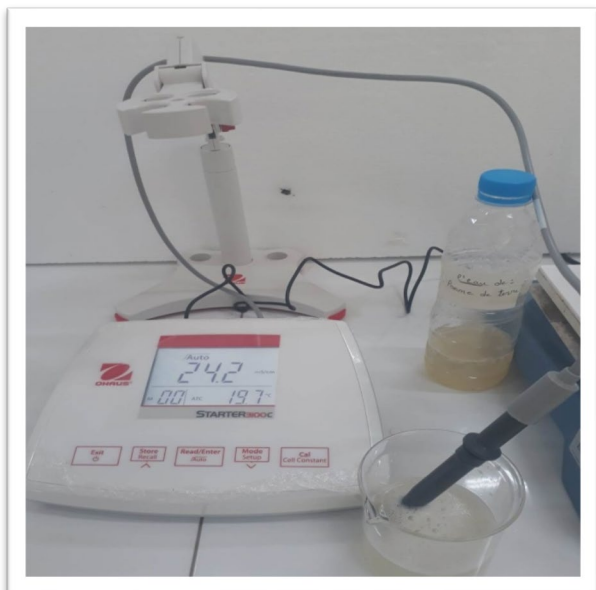


Planche 08. PH et CE du sol et de l'eau.

Annexe 04. Traitements statistiques des résultats des paramètres étudiés**Tableau 03 : Analyse de la variance du taux de germination**

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Taux de germination (%)	89.28±13.67	94.64±10.71	100±00	94.64±10.71	100±00	100±00	94.64±00	98.21±3.57
Comparaison des moyennes	A	A	A	A	A	A	A	A

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	1904,954	23	82,824				
VAR.FACTOR 1	544,209	7	77,744	0,914	0,52112		
RESIDUAL 1	1360,745	16	85,047			9,222	9,68%

Tableau 04 : Analyses de la moyenne journalière de germination des graines de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
MDG (%)	12.5±2.525	16.964±3.357	14.285±0	14.880±1.190	14.880±1.190	18.154±3.699	13.839±0.892	13.392±1.031
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	57,737	23	2,51				
VAR.FACTOR 1	29,393	7	4,199	2,37	0,07232		
RESIDUAL 1	28,344	16	1,772			1,331	9,30%

Tableau 05 : Analyses de la vitesse de germination (J)

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Vitesse de germination (J)	5±1.2	4.5±0.5774	3.75±0.9574	5.5±0.5774	4.25±0.9574	4±0.8165	5±1.1547	5±0.8165
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	31,958	23	1,389				
VAR.FACTOR 1	13,292	7	1,899	1,628	0,1979		
RESIDUAL 1	18,667	16	1,167			1,08	24,23%

Tableau 06 : Analyses de la surface foliaire de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Surface foliaire(c m ²)	9.019±1.556	11.300±2.081	15.566±3.221	16.331±2.258	11.186±1.503	15.089±1.582	13.823±3.793	13.447±5.2287
Comparaison des moyennes	B	AB	AB	A	AB	AB	AB	AB

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	384.446	31	12.4015				
VAR.FACTOR 1	178.2695	7	25.4671	2.9645	0.02182		
RESIDUAL 1	206.1765	24	8.5907			2.931	22.17%

Tableau 07 : Analyses de la surface foliaire totale de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Surf fol totale (cm ²)	1414.111±615.06	2264.69±851.50	4707.10±963.29	5005.98±693.70	1428.857±299.27	4594.252±328.75	3628.935±376.56	3116.046±540.46
Comparaison des moyennes	E	DE	AB	A	E	AB	BC	CD

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	68751740	31	2217798				
VAR.FACTOR 1	59319490	7	8474213	21.5623	0		
RESIDUAL 1	9432256	24	393010.7			626.9056	19.17%

Tableau 08 : Analyses de la longueur totale de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Longueur totale (cm)	63.38±0.396	71.39±6.237	74.64±4.194	79.3±7.839	73±2.55	69.2±2.683	74.6±5.814	73.8±5.31
Comparaison des moyennes	C	AB	AB	A	AB	BC	AB	AB

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	1537,225	39	39,416				
VAR.FACTOR 1	762,033	7	108,862	4,494	0,00145		
RESIDUAL 1	775,192	32	24,225			4,922	6,80%

Tableau 09 : Analyses de la longueur aérienne de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Longueur aérienne (cm)	36.88±1.21 1	42.03±7.45 5	44.42±4.75 2	46±6.44 2	45±5.0 5	44.6±3.57 8	45.6±4.9 8	44.4±5.68 3
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	1173,532	39	30,091				
VAR.FACTOR 1	308,268	7	44,038	1,629	0,16254		
RESIDUAL 1	865,264	32	27,04			5,2	11,92%

Tableau 10 : Analyses de la longueur racinaire de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Longueur racinaire (cm)	26.5±1.41 4	29.36±1.90 1	30.22±1.82 8	33.3±5.28 7	28±2.82 8	24.6±1.1 4	29±2.23 6	29.4±1.94 9
Comparaison des moyennes	BC	ABC	AB	A	BC	C	ABC	ABC

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	452.77	39	11.609				
VAR.FACTOR 1	232.75	7	33.25	4.836	0.00087		
RESIDUAL 1	220.02	32	6.876			2.622	9.11%

Tableau 11 : Analyses du poids frais total de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Poids frais total (g)	88.974 ±21.21 7	127.672± 47.774	139.222± 31.611	185.214± 50.216	121.488± 27.008	130.926± 35.881	130.496± 42.88	151.704± 42.183
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	96060,73	39	2463,095				
VAR.FACTOR 1	26037,64	7	3719,663	1,7	0,14389		
RESIDUAL 1	70023,09	32	2188,221			46,778	34,79%

Tableau 12 : Analyses du poids frais aérien de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Poids frais aérien (g)	56.006 ±19.99 1	68.128±3 4.762	67.226±1 6.517	97.25±30. 065	78.88±19. 296	79.43±11. 016	78.952±1 6.742	84.104±31.4 32
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	23607,92	39	605,331				
VAR.FACTOR 1	5421,166	7	774,452	1,363	0,25424		
RESIDUAL 1	18186,76	32	568,336			23,84	31,27%

Tableau 13 : Analyses du poids frais racinaire de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Poids frais racinaire (g)	32.968±8 .134	59.544±14 .948	71.996±20 .793	87.964±6 6.44	42.608±17 .484	51.496±27 .339	51.544±31 .182	67.6±20. 102
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	40940,09	39	1049,746				
VAR.FACTOR 1	10676,99	7	1525,285	1,613	0,167		
RESIDUAL 1	30263,1	32	945,722			30,753	52,83%

Tableau 14 : Analyses du nombre de gousses de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Nombre de gousses	2.8±0.44 7	4.8,±0.83 7	2.6±0.89 4	2.2±0.44 7	2.2±0.44 7	2.6±0.54 8	2.2±0.44 7	2.2±0.44 7
Comparaison des moyennes	A	B	B	B	B	B	B	B

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	38,4	39	0,985				
VAR.FACTOR 1	27,2	7	3,886	11,102	0		
RESIDUAL 1	11,2	32	0,35			0,592	21,91%

Tableau 15 : Analyses du poids de gousses de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Poids de gousses (g)	6.198±1.459	12.374±4.759	10.226±5.725	10.98±3.914	10.93±2.541	10.136±2.028	12.836±2.636	8.822±1.016
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	491,529	39	12,603				
VAR.FACTOR 1	125,812	7	17,973	1,573	0,17882		
RESIDUAL 1	365,717	32	11,429			3,381	32,50%

Tableau 16 : Analyses du poids de graines de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Poids de graines (g)	2.56±1.057	5.446±2.666	3.356±1.425	3.112±0.255	3.336±1.224	3.532±0.336	3.982±0.439	3.49±0.513
Comparaison des moyennes	B	A	AB	AB	AB	AB	AB	AB

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	74,638	39	1,914				
VAR.FACTOR 1	25,097	7	3,585	2,316	0,04954		
RESIDUAL 1	49,541	32	1,548			1,244	34,55%

Tableau 17 : Analyses de la matière sèche MS de la feuille de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
MS de feuille (%)	7.8062±2.5723	11.4875±2.4124	11.174±3.3261	9.6955±2.3534	12.4834±2.4431	12.6892±0.8954	11.2763±1.6303	12.3589±2.1899
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	273,2203	31	8,8136				
VAR.FACTOR 1	76,1172	7	10,8739	1,324	0,28175		
RESIDUAL 1	197,103	24	8,2126			2,8658	25,77%

Tableau 18 : Analyses de la teneur relative en eau RWC de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
RWC (%)	63.6096±8.499	76.1242±4.3455	73.3457±15.0619	66.4078±13.8288	75.9205±9.0194	75.7742±4.8803	69.7617±8.7502	76.525±8.6661
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	3408,922	31	109,9652				
VAR.FACTOR 1	701,2925	7	100,1846	0,888	0,5317		
RESIDUAL 1	2707,629	24	112,8179			10,6216	14,71%

Tableau 19 : Analyses du taux de déperdition d'eau RWL₃₀ de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
RWL30 (g.cm ⁻² .min ⁻¹)	0.0067±0.0015	0.0029±0.0008	0.0012±0.0006	0.002±0.001	0.0017±0.0011	0.0017±0.0001	0.0023±0.0015	0.0018±0.001
Comparaison des moyennes	A	B	B	B	B	B	B	B

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	0,0002	31	0				
VAR.FACTOR 1	0,0001	7	0	4,2733	0,00348		
RESIDUAL 1	0,0001	24	0			0,0017	67,01%

Tableau 20 : Analyses du taux de déperdition d'eau RWL₆₀ de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
RWL60 (g.cm ⁻² .min ⁻¹)	0.0051±0.0012	0.0023±0.0005	0.0011±0.0005	0.0014±0.0008	0.0018±0.0006	0.0015±0.0002	0.0023±0.001	0.0016±0.0006
Comparaison des moyennes	A	B	B	B	B	B	B	B

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	0,0001	31	0				
VAR.FACTOR 1	0	7	0	5,9415	0,00046		
RESIDUAL 1	0	24	0			0,001	49,35%

Tableau 21 : Analyses du taux de déperdition d'eau RWL_{120} de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
RWL_{120} ($g.cm^{-2}.min^{-1}$)	0.0043± 0.001	0.0022±0.0 003	0.001±0. 0005	0.0013±0. 0007	0.0018±0. 0006	0.0014±0. 0003	0.0015±0 .001	0.0014±0. 0003
Comparaison des moyennes	A	B	B	B	B	B	B	B

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	0	31	0				
VAR.FACTOR 1	0	7	0	10,6498	0,00001		
RESIDUAL 1	0	24	0			0,0006	34,72%

Tableau 22 : Analyses du déficit hydrique de saturation (DHS) de la fève

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
DHS (%)	46.3634±1 1.3244	23.8757± 4.3455	26.6543±1 1.0619	33.5922±1 0.8288	24.0795± 9.0194	24.2257± 4.8804	30.2382± 8.7502	23.4749± 8.6661
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	5124,821	31	165,3168				
VAR.FACTOR 1	1733,486	7	247,6409	1,7525	0,14365		
RESIDUAL 1	3391,334	24	141,3056			11,8872	40,90%

Tableau 23 : Analyses de la chlorophylle (a) de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Chl a ($mg.g^{-1}$)	0.4048±0. 1357	0.5859±0. 0895	1.2809±0. 3129	1.3138±0. 1349	1.4712±0. 0583	1.2589±0. 1965	1.116±0. 4647	1.4439±0. 0679
Comparaison des moyennes	B	B	A	A	A	A	A	A

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	5,6426	31	0,182				
VAR.FACTOR 1	4,4275	7	0,6325	12,4929	0		
RESIDUAL 1	1,2151	24	0,0506			0,225	20,28%

Tableau 24 : Analyses de la chlorophylle (b) de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Chl b (mg.g ⁻¹)	0.6574±0.2086	0.9412±0.1373	2.0263±0.5046	2.0811±0.2178	2.3334±0.0935	1.9719±0.3302	1.7717±0.333	2.2936±0.1053
Comparaison des moyennes	B	B	A	A	A	A	A	A

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	13,9663	31	0,4505				
VAR.FACTOR 1	10,8746	7	1,5535	12,0594	0		
RESIDUAL 1	3,0917	24	0,1288			0,3589	20,40%

Tableau 25 : Analyses de la chlorophylle totale (a+b) de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Chl a+b (mg.g ⁻¹)	1.056±0.3471	1.5225±0.2287	3.3103±0.3142	3.397±0.3512	3.8057±0.1514	3.2423±0.3185	2.888±0.399	3.7371±0.1742
Comparaison des moyennes	B	B	A	A	A	A	A	A

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	37,5333	31	1,2108				
VAR.FACTOR 1	29,377	7	4,1967	12,3488	0		
RESIDUAL 1	8,1563	24	0,3398			0,583	20,31%

Tableau 26 : Analyses de caroténoïdes/xanthophylles de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Carot/xant (mg.g ⁻¹)	0.3274±0.1298	0.4786±0.0693	1.136±0.3055	1.1825±0.1281	1.3181±0.056	1.1087±0.1903	0.9892±0.4274	1.3028±0.0617
Comparaison des moyennes	B	B	A	A	A	A	A	A

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	4,9825	31	0,1607				
VAR.FACTOR 1	3,911	7	0,5587	12,5139	0		
RESIDUAL 1	1,0715	24	0,0446			0,2113	21,55%

Tableau 27 : Analyses de protéines totales des aérienne de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Protéines des aérienne (mg.g ⁻¹)	55.8651± 17.629	77.3313± 16.8437	69.3255± 20.0902	50.7624± 22.1177	27.5366± 10.4328	53.3137± 2.6098	62.0234± 17.1727	80.0586± 22.2017
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	21201,33	31	683,914				
VAR.FACTOR 1	7972,003	7	1138,858	2,0661	0,08729		
RESIDUAL 1	13229,33	24	551,2221			23,4781	39,44%

Tableau 28 : Analyses de protéines totales des racines de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Protéines des racines (mg.g ⁻¹)	30.9677± 22.2066	44.2522±1 9.1939	44.0762±2 0.4579	75.3959±2 4.1492	44.6041±2 0.009	43.4604±2 0.9337	40.9091± 8.6504	71.4369±1 8.952
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	28219,59	31	910,3093				
VAR.FACTOR 1	6745,51	7	963,6442	1,077	0,40819		
RESIDUAL 1	21474,08	24	894,7534			29,9124	60,57%

Tableau 30 : Analyses de sucres solubles totaux des aérienne de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Sucres aériens (mg.g ⁻¹)	56.363±0 .89	60.518±2 .73	51.238±9. 149	58.834±2. 782	59.311±2. 782	58.525±2. 321	59.832±2. 797	59.901±2. 895
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	3,01E+09	31	97178910				
VAR.FACTOR 1	6,81E+08	7	97215160	1,0005	0,45548		
RESIDUAL 1	2,33E+09	24	97168340			9857,401	547,39%

Tableau 31 : Analyses de sucres solubles totaux des racines de la fève.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Sucres racinaires(mg.g ⁻¹)	53.3161±5.543	56.152±6.0025	60.2656±0.5771	59.760±2.04	58.5668±2.0613	60.069±0.631	58.4405±2.9225	59.8163±5.7739
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	517,2415	31	16,6852				
VAR.FACTOR 1	163,8741	7	23,4106	1,59	0,1859		
RESIDUAL 1	353,3674	24	14,7236			3,8371	6,58%

Tableau 32 : Analyses du pH du sol.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
PH de sol	7.897±0.188	7.883±0.193	7.767±0.244	7.603±0.392	7.662±0.24	7.637±0.217	7.42±0.534	7.937±0.047
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	2.017	23	0.088				
VAR.FACTOR 1	0.662	7	0.095	1.117	0.3998		
RESIDUAL 1	1.355	16	0.085			0.291	3.77%

Tableau 33 : Analyses du PH de l'eau.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
PH de l'eau	7.413±0.031	5.94±0.053	6.32±0.001	7.97±0.036	6.843±0.145	7.463±0.015	7.547±0.119	7.367±0.214
Comparaison des moyennes	B	E	D	A	C	B	B	B

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	10.004	23	0.435				
VAR.FACTOR 1	9.831	7	1.404	130.245	0		
RESIDUAL 1	0.173	16	0.011			0.104	1.46%

Tableau 34 : Analyses de conductivité électrique du sol.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
CE de sol (µs/cm)	628.333±100.35	776.667±70.288	873.667±92.425	421.333±85.979	596.333±71.452	850.667±16.258	370.333±5.508	765±75.664
Comparaison des moyennes	ABC	AB	A	CD	BC	A	D	AB

La valeur de CE du sol non traité : 364µs /cm

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	918810,9	23	39948,3				
VAR.FACTOR 1	757702,2	7	108243,2	10,75	0,00006		
RESIDUAL 1	161108,7	16	10069,29			100,346	15,20%

Tableau 35 : Analyses de conductivité électrique de l'eau.

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
CE de l'eau(µs/cm)	755±56.347	757.667±134.039	826±94.319	555.667±56.889	591.333±78.245	858±7.211	380.333±20.502	721±30.05
Comparaison des moyennes	A	A	A	B	B	A	C	A

La valeur de CE de l'eau distillée : 30µs/cm

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	629884,6	23	27386,29				
VAR.FACTOR 1	548341,9	7	78334,56	15,371	0,00001		
RESIDUAL 1	81542,69	16	5096,418			71,389	10,45%

Tableau 36 : Analyses de l'humidité du sol

Les doses	T	P	C	B	PC	CB	PB	PCB
Humidité de sol	87.1%±0.17	86.1±0.562	82.8±0.219	80.4±0.434	86.6±0.476	83.3±0.148	85.3±0.429	85.2±0.275
Comparaison des moyennes	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

	SS	DF	MS	F	PROB	Sdt	C.V.
VAR.TOTAL	3.234	23	0.141				
VAR.FACTOR 1	1.056	7	0.151	1.108	0.40468		
RESIDUAL 1	2.178	16	0.136			0.369	23.88%

Résumé

L'idée du sujet de cette recherche est l'une des nouvelles techniques en biologie pour réduire les dommages de l'agriculture chimique, que ce soit sur les sols, les plantes ou même les humains. L'étude est concentrée sur la mesure de l'effet de la fertilisation de l'eau bouillante des légumes sur la fertilité du sol d'une part, et de connaître la réponse de la fève (*Vicia faba. L*) positivement ou négativement d'autre part, en étudiant plusieurs caractéristiques: bio-morphologiques, physiologiques, biochimiques et même germinatives. Les plantes ont été semées, selon un dispositif expérimental en randomisation, avec huit groupes basés sur une dose de 10% d'eau bouillie contre les légumes (témoin ; pommes de terre ; carottes ; betteraves ; pommes de terre + carottes ; carottes + betteraves ; pommes de terre + betteraves ; pommes de terre + carottes + betteraves) avec cinq répétitions par chaque lot. L'analyse des résultats obtenus de notre étude montre un changement dans l'acidité du sol, où nous avons enregistré une augmentation du pH du sol d'une manière qui convient à la croissance de la culture. Une amélioration significative des caractéristiques de germination a également été observée, car les résultats ont montré un effet positif à la fois sur le taux, la vitesse et la cinétique de germination. L'étude des caractéristiques morphologiques a enregistré une augmentation significative, par rapport au témoin, dans la longueur de la tige, le nombre de feuilles, la surface foliaire, le nombre et le poids des gousses et des graines. En termes de propriétés de l'eau, il y a effet positif concernant les paramètres hydriques, dans les feuilles de fève, ainsi qu'une amélioration des propriétés biochimiques en parlant de la chlorophylle, de protéines et des sucres solubles. Il a été constaté que les traitements à l'eau bouillante des légumes avaient un effet positif sur la croissance des fèves, notamment en termes de morphologie et de physiologie, car elles présentaient un bon comportement de croissance en termes de quantité. De manière générale, les résultats obtenus ont montré que l'eau de betterave a donné les meilleures valeurs que les autres eaux bouillies, suivie par l'eau de pomme de terre. Donc, nous recommandons d'utiliser l'eau bouillante des légumes comme une alternative efficace, peu coûteuse et respectueuse de l'environnement par rapport aux engrais chimiques.

Mots clés : Irrigation, Bouille (Eau bouillante), Fève, Pomme de terre, Carotte, Betterave.

Summary

The idea of subject of this research is one of the new techniques in biology to reduce damage of chemical agriculture, whether on soils, plants or even humans. The study is focused on measuring the effect of boiling water fertilization of vegetables on the soil from one hand, and knowing the response of the broad bean (*Vicia faba. L*) positively or negatively from the other. hand, by studying several characteristics: bio-morphological, physiological, biochemical and even germinative characteristics. Plants were sown, according to a randomized experimental design, with eight groups based on a dose of 10% boiled water against vegetables (control; potatoes; carrots; beets; potatoes + carrots; carrots + beets ; potatoes + beets; potatoes + carrots + beets) with five replicates per each batch. The analysis of results obtained from our study shows a change in the acidity of soil, where we recorded an increase in pH of soil in a way that is suitable for growth of the crop. A significant improvement in germination characteristics was also observed, as the results showed a positive effect on both germination rate, speed and kinetics. The study of morphological characteristics recorded a significant increase, compared to the control, in length of the stem, number of leaves, leaf area, number and weight of pods and seeds. In terms of water properties, there is a positive effect regarding water parameters, in bean leaves, as well as an improvement in biochemical properties, speaking of chlorophyll, proteins and soluble sugars. Boiling water treatments of vegetables were found to have a positive effect on faba bean growth, especially in terms of morphology and physiology, as they exhibited good growth behavior in terms of quantity. Generally, the results obtained showed that beetroot water gave the best values than other boiled waters, followed by potato water. So, we recommend using boiling vegetables water as an effective, inexpensive and environmentally friendly alternative to chemical fertilizers.

Keywords : Irrigation, Boiling water, Broad bean, Potato, Carrot, Beetroot.

المخلص

تعد فكرة هذا البحث من التقنيات الجديدة في علم الأحياء للحد من أضرار الزراعة الكيميائية سواء على مستوى التربة أو النباتات أو حتى البشر. ركزت الدراسة على قياس تأثير ماء الخضراوات المغلي على التربة من جهة، ومعرفة استجابة الفول (*Vicia faba. L*) إيجاباً أو سلباً من جهة أخرى، وذلك من خلال دراسة عدة خصائص: الخصائص الحيوية البيومورفولوجية والفسولوجية والكيموحيوية وحتى الإنباتية. زرعت النباتات حسب التصميم التجريبي العشوائي، بثمانى مجموعات تعتمد على تركيز 10% ماء مغلي أمام الخضار (شاهد، بطاطس، جزر، شمندر، بطاطس + جزر، شمندر، بطاطس + جزر، شمندر، بطاطس + جزر + شمندر، بطاطس + جزر + شمندر) مع خمس تكرارات لكل دفعة. أظهر تحليل النتائج التي تم الحصول عليها من دراستنا تغيراً في حموضة التربة، حيث سجلنا زيادة في درجة الحموضة بشكل مناسب لنمو المحصول. كما لوحظ تحسن معنوي في خصائص الإنبات حيث أظهرت النتائج تأثيراً إيجابياً على كل من معدل الإنبات والسرعة والحركية. سجلت دراسة الخصائص المورفولوجية زيادة معنوية في طول المساق، عدد الأوراق، مساحة الورقة، عدد ووزن القرون والبذور، وذلك مقارنة بالشاهد. فيما يتعلق بخصائص الماء، هناك تأثير إيجابي فيما يتعلق ببارامترات المياه، ضمن أوراق الفاصوليا، وكذلك تحسين الخواص الكيميائية الحيوية، عبر الحديد عن الكلوروفيل والبروتينات والسكريات القابلة للذوبان. وجد أن المعاملة بماء الخضار المغلي لها تأثير إيجابي على نمو الفول، خاصة من حيث الشكل والفسولوجيا، حيث أظهرت سلوك نمو جيد من حيث الكمية. وبشكل عام، أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن ماء البنجر أعطى أفضل القيم مقارنة مع المياه المغلية الأخرى، يليه ماء البطاطس. ولذلك ننصح باستخدام الماء الخضار المغلي كبديل فعال وغير مكلف وصديق للبيئة مقارنة بالأسمدة الكيميائية.

الكلمات المفتاحية : الري ، ماء الخضراوات المغلي، الفول، البطاطس، الجزر، الشمندر.