



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



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Et Ecologie Végétale

قسم : البيولوجيا و علم البيئة النباتية

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

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie Végétale

Spécialité : Biologie et Physiologie Végétale

Intitulé :

**Etude écophysiological de la fève (*Vicia faba L.*) et du pois chiche
(*Cicer arietinum L.*) en condition de stress salin et en présence de
molybdène**

Présenté et soutenu par : BENREMICHI Toufik
KEBBAB Abderrahim

Le : 24-06-2018

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme *Labbani Zelikha* (Professeur- UFM Constantine1).

Rapporteur : Mme *Bouzid Salha* (Maître de conférences B - UFM Constantine1).

Examineurs : Mr *Chibani Salih* (Maître des conférences A - UFM Constantine1).

Année universitaire
2017 - 2018

Remerciements

Remerciements

Nous remercier Dieu tout puissant de m'avoir donné la force, le courage, la santé et la patience pour accomplir ce modeste travail, Louange à Dieu.

Tout d'abord je remercie Mme BOUZID Salha Maître de conférence en biologie végétale de l'université les frères Mentouri de Constantine d'avoir fait l'honneur de m'encadrer, et pour tout le temps qu'elle nous a consacré malgré ces nombreuses occupations. Merci pour votre patience, votre sympathie et la confiance durant le déroulement de ce travail.

Nous remercier Pr. LABBANI Professeur à l'université les frères Mentouri de Constantine, pour accepter de présider ce jury.

Nous tiens à remercier monsieur CHIBANI Professeur à l'université les frères Mentouri de Constantine pour sa gentillesse et pour avoir accepté d'être membre de ce jury.

Mes remerciements s'adressent surtout à monsieur BAKA .M pour sa gentillesse, sa sympathie, son aide et son soutien dans le déroulement de ce travail et à tous les enseignants de la faculté des sciences de la nature et de la vie dont nous sommes honorés d'avoir été leurs étudiants.

Nos remerciements aussi à Mr Laraba et Mme Abbaz Samira, responsable et ingénieure de laboratoire d'analyse dans notre faculté pour leur gentillesse, leur sympathie et leur aide dans le déroulement de ce travail.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Merci enfin à tous ceux que j'aurais oublié de citer ici et qui normalement le mériteraient...

Dédicaces

Dédicaces

**Je dédie ce modeste travail à mon cher père qui nous a quitté mais qui restera toujours dans nos cœurs car il s'est beaucoup fatigué pour que je puisse arriver à ce stade, il a le mérite de ce que j'ai accompli par son aide et ses sacrifices. Que dieu ait pitié de son âme.*

A ma chère maman ma source de bonheur qui a beaucoup sacrifié pour ma réussite, elle était et elle est toujours à mes côtés avec sa tendresse et ses prières, c'est grâce à elle que j'ai atteints mon objectif je te remercie infiniment ma chère maman que dieu te garde pour moi.

A mon cher frère abdrahim, mes chères sœurs, ma chère fiancée, la femme de mon frère qui est devenue ma nouvelle sœur, mon cher oncle Ammar, ma famille BENREMICHI qui m'a encouragée, aidée et soutenue tout au long de mon parcours universitaire, je leur dédie ce travail.

A mes amis qui font mon équilibre avec leur encouragement et leur présence dans ma vie.

Benremichi toufik.

**Rien n'est aussi beau à offrir que le fruit d'un labeur qu'on dédie du fond du cœur à ceux qu'on aime et qu'on remercie en exprimant, la gratitude et la reconnaissance durant toute notre existence.*

Je dédie ce modeste travail:

A ceux que j'aime jusqu'à la frontière de l'imagination : Ma mère et Mon Père Et tout la famille Kebbab je n'aurais pas abouti à ce stade d'étude, que dieu Puisse m'aider à l'honorer, le servir et le combler.

A mes sœurs et frères : Nabil, Walid, Zakaria et les Cinq filles A ma famille et mes proches surtout : Amine Kacem, Toutou, Amine

A tous mes amis, en particulier : Rochdi, Toufik, Moussa, Idris, Karim, Rida, Housseem, diaeddine, abdelftah, Sofiane, Bilal, Amar, A tous mes enseignants. A toute la promotion 2018.

KEBBAB Abderrahim.

Etude écophysiological de la fève et du pois chiche en condition de stress salin et en présence de molybdène

Résumé

Notre étude porte sur deux espèces de légumineuse ; la fève (*Vicia faba* L.) et le pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Pour mettre en évidence la réponse des deux espèces au stress salin et à la présence du molybdène dans leur milieu de croissance, nous avons procédé à un dosage des paramètres morphologiques et biochimiques. Nous avons mesuré la longueur des parties aérienne et souterraine ainsi que leurs poids, la surface foliaire et nous avons procédé à un dosage de la chlorophylle et des sucres solubles. Nous avons essayé de mettre en évidence des coupes histologiques.

Ainsi nous avons utilisé la concentration de 6g/l de NaCl et 0.2ppm de molybdène et les résultats obtenus ont été analysés statistiquement avec le logiciel minitab 2018.

Les résultats obtenus ont montré que le stress salin appliqué a affecté la majorité des paramètres étudiés. A cet effet, la présence de NaCl a entraîné une diminution significative dans la hauteur des tiges des plantes ; de même, il y a une diminution du rendement photosynthétique expliquée par la diminution de la teneur en chlorophylle a, b et totale la surface foliaire

La présence du molybdène en concentration de 0.2 ppm en milieu de culture de nos deux légumineuses a provoqué une augmentation dans la longueur de la tige des deux espèces ainsi que dans leur biomasse fraîche aérienne.

Le molybdène agit contre l'effet négatif du stress salin chez le pois chiche et a augmenté la surface foliaire, le taux de chlorophylle et de sucres solubles.

Pour les coupes histologiques, une meilleure mise au point du protocole est nécessaire pour avoir de bonnes coupes transversales

Mots-clés : fève, pois chiche, stress salin, molybdène, chlorophylle, sucres solubles, tige, racine.

Ecophysiological study of beans and chickpeas under salt stress conditions and in the presence of molybdenum

Abstract

Our study focuses on two legume species; the bean (*Vicia faba* L.) and the chickpea (*Cicer arietinum* L).

To highlight the response of the two species to salt stress and the presence of molybdenum in their growth medium, we proceeded to a determination of the morphological and biochemical parameters. We measured the length of the aerial and underground parts and their weights, the leaf area, and we tested the chlorophyll and soluble sugars. We tried to highlight histological sections.

Thus we used the concentration of 6g / l of NaCl and 0.2 ppm of molybdenum and the results obtained were analyzed statistically with the 2018 minitab software.

The results obtained showed that the applied salt stress affected the majority of the parameters studied. For this purpose, the presence of NaCl resulted in a significant decrease in the height of the plant stems; Similarly, there is a decrease in the photosynthetic yield explained by the decrease in chlorophyll content a, b and total leaf area.

The presence of molybdenum at a concentration of 0.2 ppm in the culture medium of our two legumes caused an increase in the stem length of both species as well as in their fresh aerial biomass.

For chickpea, a better utilization of molybdenum compared to beans is observed, this may be due to root absorption, which must be different between the two species.

Molybdenum counteracted the negative effect of salt stress on chickpea and increased leaf area, chlorophyll, and soluble sugars.

For histological sections, better protocol tuning is necessary to have good cross sections.

Keywords: bean, chickpea, salt stress, molybdenum, chlorophyll, soluble sugars ,stem ,root.

دراسة اكوفيزيولوجية لنبات الحمص و الفول تحت ظروف الإجهاد الملحي و وجود المولبيدان

الملخص

تركز دراستنا على نوعين من البقوليات الفول (*vicia faba L.*) والحمص (*Cicer aertunim L.*) لتسليط الضوء على إستجابة النوعين الى الإجهاد الملحي ووجود المولبيدان في وسط النمو لتحديد التغيرات المرفولوجية والبيوكيميائية. قمنا بقياس طول الأجزاء العلوية والجذور و أوزانهم ومساحة الورقة كما قمنا بقياس الكلوروفيل والسكريات المذابة وحاولنا إبراز المقاطع النسيجية.

وإستخدما تركيز 6 غ / ل من كلوريد الصوديوم و 0.2 جزء في المليون من الموليبيدينوم وتم تحليل النتائج التي تم الحصول عليها إحصائياً مع برمجيات 2018. minitab

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها بان الاجهاد الملحي المطبق يؤثر على غالبية الأجزاء المدروسة. لهذا الغرض، أدى وجود كلوريد الصوديوم إلى انخفاض كبير في ارتفاع سيقان النبات. وبالمثل، هناك انخفاض في العائد الضوئي يفسر انخفاض محتوى الكلوروفيل أ ، ب والكلي ومساحة الأوراق. تسبب وجود الموليبيدان بتركيز 0.2 جزء في المليون في وسط نمو البقوليات المدروسة في زيادة طول الساق لكل من النوعين وكذلك في الكتلة الحيوية العلوية. بالنسبة لنبات الحمص، نلاحظ ان استخدام مولبيدان أفضل مقارنة بالفول ، قد يكون هذا بسبب امتصاص الجذور للمولبيدان، والذي هو مختلفاً بين النوعين.

المولبيدان عكس التأثير السلبي للإجهاد الملحي على نبات الحمص وزاد في مساحة الورقة والكلوروفيل والسكريات المذابة.

بالنسبة للمقاطع النسيجية، يكون ضبط البروتوكولات أمراً ضرورياً للحصول على قطع عرضية جيدة .

الكلمات المفتاحية: الفول، الحمص، الإجهاد الملحي، الموليبيدان، الكلوروفيل، السكريات القابلة للذوبان، الساق ، الجذور

Liste des figures

- **Figure 01** : Différents espèces de légumineuses.
- **Figure 02** : les graines de la fève.
- **Figure 03** : la plante de la fève.
- **Figure 04** : la fleur de la fève.
- **Figure 05** : les grains de la fève.
- **Figure 06** : *Vicia faba*, planche botanique de 1885.
- **Figure 07** : La plante du pois chiche.
- **Figure 08** : La plante et fleur du pois chiche.
- **Figure 09** : L'évolution des superficies du pois chiche par rapport aux autres légumineuses.
- **Figure 10** : Histogramme de la longueur de la tige de la fève et du pois chiche.
- **Figure 11** : Histogramme de la longueur de la racine de la fève et du pois chiche.
- **Figure 12** : La biomasse fraîche de la tige de la fève et du pois chiche.
- **Figure 13** : Histogramme de la biomasse fraîche de la racine de la fève et du pois chiche.
- **Figure 14** : Histogramme de la surface foliaire de la fève et du pois chiche.
- **Figure 15** : Histogramme de la teneur de la chlorophylle (a) de la fève et du pois chiche.
- **Figure 16** : Histogramme de la teneur de la chlorophylle (b) de la fève et du pois chiche.
- **Figure 17** : Histogramme de la teneur de la chlorophylle (a+b) de la fève et du pois chiche.
- **Figure 18** : Histogramme de la teneur des sucres solubles de la tige de la fève et du pois chiche.
- **Figure 19** : Histogramme de la teneur des sucres solubles de la racine de la fève et du pois chiche.

Liste des tableaux

- **Tableau(01)** : la longueur de la partie aérienne chez la fève et le pois chiche.
- **Tableau(02)** : la longueur de la partie racinaire chez la fève et le pois chiche.
- **Tableau(03)** : La biomasse fraîche de la partie aérienne chez la fève et le pois chiche.
- **Tableau(04)** : La biomasse fraîche de la partie racinaire chez la fève et le pois chiche.
- **Tableau(05)** : La surface foliaire de la fève et du pois chiche.
- **Tableau(06)** : La teneur de chlorophylle (a) de la fève et du pois chiche.
- **Tableau(07)** : La teneur de chlorophylle (b) de la fève et du pois chiche.
- **Tableau(08)** : La teneur de chlorophylle (a+b) de la fève et du pois chiche.
- **Tableau(09)** : La teneur des Sucres solubles de la tige de la fève et du pois chiche.
- **Tableau(10)** : La teneur des Sucres solubles de la racine de la fève et du pois chiche.

Liste des photos

- **Photo (01)** : Les graines de pois chiche.
- **Photo (02)** : Les graines de fève.
- **Photo (03)** : L'appareil de surface foliaire (Portable Area Meter LI-3000C).
- **Photo (04)** : La réalisation des coupes.
- **Photo (05)** : La plante de la fève avec racine et tige.
- **Photo (06)** : Les plantes de pois chiche avec racine et tige.
- **Photo (07)** : Les plantes de la fève après traitements.
- **Photo (08)** : les plantes de pois chiche après traitements.
- **Photo (09)** : Coupe transversale de la fève entre lame et lamelle.

Sommaire

Introduction	1
Chapitre I : Synthèse bibliographique	3
I-1 Légumineuses	3
I-1-1 Introduction	3
I-1-2 Importance des légumineuses en Algérie.....	3
I-1-3 Production des légumineuses en Algérie	3
I-1-4 La production mondiale des légumineuses_.....	4
I-2 La fève	5
I-2-1 Introduction.....	5
I-2-2 Origine et Distribution géographiques	6
I-2-3 Caractères botaniques.....	6
I-2-4 Classification	7
I-2-5 Importance agronomique de la fève.....	7
I-2-6 La Production de la fève	8
I-3 Le pois chiche	9
I-3-1 Introduction.....	9
I-3-2 Origine du pois chiche.....	9
I-3-3 Caractères botaniques.....	9
I-3-4 Classification.....	10
I-3-5 Importance Du Pois chiche.....	11
I-3-6 La production du pois chiche en Algérie et en monde.....	11
I-4 Stress salin.....	13
I-4-1 Introduction	13
I-4-2 Effet de la salinité sur la croissance et le développement.....	13
I-4-3 Effet négatif de la Salinité sur le rendement.....	13
I-5 Le Molybdène.....	15
I-5-1 Introduction	15
I-5-2 Le molybdène dans le sol.....	15
I-5-3 Le molybdène en tant qu'élément essentiel dans la nutrition Végétale	16

Chapitre II : Matériels et méthodes

II.1 Introduction	17
II.2 Préparation des plantes.....	17
II.3 Le dispositif expérimental.....	18
II.4 Méthodes utilisé.....	19
II.4.1 les Paramètres morphologiques.....	19
II.4.1.1 La hauteur de la plante.....	19
II.4.1.2 La biomasse fraîche.....	19
II.4.1.3 La mesure de la surface foliaire.....	19
II.4.2 Les paramètres biochimiques.....	20
II.4.2.1 Dosage de la chlorophylle.....	20
II.4.2.2 Dosage des sucres solubles.....	21
II.4.3 Les paramètres histologiques.....	22
II.4.3.1 Réalisation des coupes.....	22
II.4.3.2. Coloration et montage des coupes.....	22
II. 4.4. Analyse statistique.....	22

Chapitre III : Résultats et Discussion

III.1 Les Paramètres morphologiques.....	23
III.1.1 La longueur de la plante.....	23
III.1.2 La biomasse fraîche.....	26
III.1.3 La surface foliaire.....	30
III.2 Les paramètres biochimiques.....	31
III.2.1 La détermination des teneurs de la chlorophylle.....	31
III.2.2 La détermination de la teneur des sucres solubles.....	35
III.3 Les paramètres histologiques	38

Conclusion et respective.....39

Références bibliographiques.....41

Les annexes

Introduction

INTRODUCTION

La richesse des légumineuses en protéines permet de corriger dans une certaine mesure les carences en protéines animales, ainsi que le déséquilibre alimentaire des populations qui ont tendance à se nourrir exclusivement de céréales, selon (Obaton, 1980) un hectare de légumineuses alimentaires produit un tonne de protéines, soit 10 fois plus qu'une production d'un élevage à viande sur la même surface.

L'Algérie comme beaucoup de pays en voie de développement attribue une place de choix à ces légumineuses telle que pois chiche, le petit pois, la lentille se placent après les céréales. Malgré les efforts déployés, la production nationale reste encore très insuffisante.

La région de l'Est algérien présente un climat méditerranéen relevant des étages bioclimatiques humides, subhumide et semi-aride, elle se caractérise par une grande diversité de légumineuses spontanées et cultivées. Parmi les légumineuses alimentaires, la culture de la lentille a été favorisée par le Ministère Algérien de l'Agriculture depuis les années 2007-2008 (FAO, 2006).

La salinisation est le processus par lequel les sels s'accumulent dans le sol. Ces sels sont représentés en grande partie par des cations (Na^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} et K^+) et des anions (Cl^- , SO_4^{-2} , HCO_3^- , CO_3^{-2} et NO_3^-). Dans le langage courant, le sel est le chlorure de sodium alors que dans la chimie un sel est le produit de la neutralisation d'un acide par une base (ou salification). Du point de vue agronomique, la « salinité » d'un milieu correspond à une surcharge en sels minéraux de la solution du sol ou la solution nutritive (Flowers., 2004), l'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de toute la plante comme la mort de la plante et / ou la diminution de la productivité. Beaucoup de plantes développent des mécanismes soit pour exclure le sel de leurs cellules ou pour tolérer sa présence dans les cellules. (Parida et Das, 2005).

Le molybdène est un élément trace qui se trouve dans le sol et est nécessaire pour la croissance de la plupart des organismes biologiques végétaux et animaux. (Kaiser et al, 2005).

Notre travail est porté sur l'étude de la réponse de deux espèces (la Fève, *Vicia faba*. L) et le Pois chiche, (*Cicer arietinum*.L) soumises à un stress salin et à la présence du molybdène.

Pour mettre en évidence la réponse des deux espèces nous avons procédé à un dosage des paramètres morphologiques et biochimiques.

Notre mémoire est structuré ainsi :

Le premier chapitre est une synthèse bibliographique qui comporte des informations sur les légumineuses que nous avons étudiées et qui sont ; la fève *Vicia faba*. L et le pois chiche *Cicer arietinum* L ainsi que sur la salinité et le molybdène.

Le chapitre 2 ; matériels et méthodes.

Le chapitre 3 ; résultats et discussion

Le chapitre 4 ; une conclusion et perspective.

Synthèse

Bibliographique

1. Les légumineuses

1.1. Introduction

La famille des légumineuses (ou *Fabaceae*) est très diverse, elle comprend des espèces importants sur le plan économique dont les légumineuses à graines, les oléagineuses, les plantes fourragères, les arbustes, ainsi que les arbres tropicaux ou subtropicaux. Cette famille est classée en trois sous-familles : les *Caesalpinioideae*, les *Mimosoideae* et les *Papilionoideae*. La plupart des plantes cultivées appartiennent à cette dernière sous-famille. (Young et al,2003).

1.2. Importance des légumineuses en Algérie

La nouvelle politique du Ministère de l'Agriculture et du développement Rural vise à un développement économique du pays et se fixe comme objectif, la sécurité alimentaire.

Dans le cadre de cette politique, dix programmes spécifiques et prioritaires ont été établis ; ils concernent les productions végétales et le développement des légumes secs.

Pour tous ces programmes, l'approche adoptée porte sur la valorisation des ressources phylogénétiques locales pour chaque filière en fournissant un cadre et des modalités de revitalisation progressive de ces territoires.

Du fait de la diversité agricole du territoire algérien, on distingue quatre grands types de milieux : les régions côtières tempérées, les zones de montagnes, les steppes couvrant les hautes plaines et le Sahara (oasis). La fève est cultivée dans ces différentes régions du pays. (Papvc,2009).

1.3. Production des légumineuses en Algérie

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires a un intérêt national car leurs grains constituent une source protéique de qualité et à bas prix pour une large couche de la population. Ainsi, l'Etat souhaite développer la production afin de mieux satisfaire les besoins et de réduire les importations, le ministère de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche, a élaboré un programme s'étalant de 2016 à 2021 et destiné à augmenter la superficie des légumineuses de 85.000 à 218.000 hectares au niveau national. Ce programme vise une production couvrant les besoins nationaux à 100 % à travers l'amélioration de la productivité, le renforcement du programme de production de semences et du parcours technique. (Anonyme 01).

1.4. La production mondiale des légumineuses

D'après une étude de la banque néerlandaise Rabobank en 2018, la production mondiale de légumineuses, portée par une forte demande en Inde, atteindrait 80 millions de tonnes par an, avec comme principaux producteurs l'Inde (22 millions de tonnes), le Canada (8 Mt), la Birmanie (6 Mt). L'Inde est à la fois le plus gros consommateur de légumineuses au monde (30 % de la demande mondiale) et le plus gros producteur avec 25 % du total mondial (Anonyme 02).



Figure 01 : Différents espèces de légumineuses (Anonyme 03)

2. La Fève (*Vicia faba*)

2.1. Introduction

La Fève (*Vicia faba* L.) est une plante herbacée annuelle haute de 50 centimètres à plus d'un mètre. Le terme désigne aussi bien la plante que son fruit. Contrairement à la plupart des vesces, la fève est l'un des légumineuses les plus anciennement cultivés dans le monde (Tanno et Willcox, 2006). Cette légumineuse constitue une source de protéines importante pour l'alimentation de l'homme et celle des animaux d'une part (Thalji et Shalaldehy, 2006) et permet une économie de la fertilisation azotée en raison de ses propriétés fixatrices d'azote atmosphérique d'autre part. Ces atouts la rendent très appréciée par les agriculteurs. La fève peut constituer une tête d'assolement très intéressante dans un programme de rotation. Du fait que *Vicia faba* L. a été cultivée depuis longtemps dans des régions agro-climatiques diverses, les variétés locales offrent de nos jours un choix d'alternatives et une grande diversité génétique.



Figure 02 : Les graines de la fève (Anonyme 04)



Figure 03 : La plante de la fève (Anonyme05)

2.2. Origine et Distribution géographiques

Selon Guen et Due (1996), le centre de diversification de l'espèce *Vicia faba* L. serait localisé au proche et Moyen-Orient. A partir de ce centre d'origine, différentes migrations auraient eu lieu ; la plus importante, se serait faite autour du bassin méditerranéen. A partir de cette première migration, une extension vers l'Europe du Sud (Espagne, Italie) et de l'Ouest (France) se serait produite à la suite de conquêtes et d'échanges commerciaux. Une seconde migration vers l'Est, et en particulier vers l'Inde et l'Afghanistan, serait opérée en même temps qu'une migration vers le sud et plus spécialement vers l'Ethiopie. Une aire secondaire de diversification se serait constituée dans ces régions. (Guen et Due 1996)

2.3. Caractères botaniques

Plante annuelle de 30-80 cm, glabrescente, dressée, robuste, les feuilles, à 1-3 paires de folioles très grandes, ovales, entières, succulentes, vrille courte simple, stipules larges, dentées, tachées, les fleurs blanches avec ailes noires, grandes, 2-5 petites grappes très brièvement pédonculées, bien plus courtes que la feuille, calice à dents inégales, les 2 supérieures courtes et conniventes, gousses très grandes, longues de 10 à 20 cm, renflées, charnues, non stipitées, dressées, ridées et noires à la maturité, les graines longues de 2-3 cm, ovales-comprimées, à hile linéaire-oblongue. (Anonyme 06)



Figure 04: La fleur de la fève (Anonyme07)



Figure 05 : Graines de la fève (Anonyme08)



Figure 06 : *Vicia faba*, planche botanique de 1885(Anonyme09).

2.4. Classification

Règne : Plantae

Sous-Règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous-Classe : Rosidae

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Genre : *Vicia*

Espèce : *Vicia faba* L.(Wojciechowski et al,2004).

2.5. Importance agronomique de la fève

Comme toutes les légumineuses, l'espèce *vicia faba* L. assure sa nutrition azotée par deux voies : l'assimilation de l'azote minérale du sol et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cette aptitude à fixer l'azote atmosphérique limite l'utilisation des engrais azotés qui sont coûteux pour l'agriculteur et néfastes pour la santé humaine et l'environnement (Nouar, 2007). Plusieurs études affirment que l'espèce *Vicia faba* L. (fève ou fèverole) est indifférente à la nature du précédent cultural. Ce qui la met, le plus souvent, en fin de rotation. Sa bonne utilisation de l'azote amène à privilégier des précédents à faible restitutions et reliquats azotés, par contre elle est considérée comme excellente cultures précédentes celles exigeantes en azote, telles que les céréales. Un intervalle minimal de 3 à 4 ans est recommandé entre deux cultures de cette espèce (Papvc, 2009).

2.6. La Production de la fève

La fève (*Vicia faba* L.) est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Selon les statistiques de la FAO, la récolte mondiale s'élève, en 2002, à 4.75 millions de tonnes dont 1.02 millions de fèves vertes et 3.73 millions de fèves sèches.

Sa culture dans les pays du bassin méditerranéen est environ de 25% de la surface totale cultivée et de la production mondiale de la fève, avec un rendement très proche de la moyenne mondiale, 38qx/ha (Saxena, 1991).

En Algérie, bien que le rendement a clairement diminué ces deux dernières décennies 4.71 qx/ha (ITGC, 2010), La fève occupe toujours la première place parmi les légumes secs (Benachour et al, 2007). On la cultive sur les plaines côtières et les zones sublittorales (Zaghou, 1991), avec une surface cultivée d'environ 49000 ha, soit 46% de la superficie consacrée aux légumineuses, et productions qui dépassent les 200000qx/ha (ITGC, 2010).

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

3.1. Introduction

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une plante de la famille des fabacées. Il est cultivé dans les régions méditerranéennes et connupar sa haute teneur en glucides assimilables et son pourcentage élevé en protéines végétale.

C'est une graine de taille moyenne, ronde et terminée en pointe. Elle est très parfumée et conserve sa forme à la cuisson. Ses principaux constituants sont les lipides, les substances azotées, l'amidon, les sucres, les sels minéraux (phosphore, potassium, magnésium, calcium, sodium, silice), les vitamines B et C (Encarta, 2005).

3.2. Origine du pois chiche

Le pois chiche est probablement originaire du Proche-Orientou trois espèces annuelles sauvages de pois chiches existent encore dans cette région.

Le pois chiche est arrivé en Inde il y a seulement deux siècles en passant d'abord par l'Afghanistan (Kechache., 2005).

3.3. Caractères botaniques

Le pois chiche est une plante annuelle autogame avec un port ou moins érigé avec une taille de 30 à 80 cm selon la variété, c'est une espèce diploïde avec $2n=16$ chromosomes. (Zohary et Hopf, 1988).

La tige est anguleuse d'une hauteur de 20 cm à 1 m, la tige principale portent généralement deux branches primaires ainsi que sur les deux ramifications primaires apparaissent des ramifications secondaires et les feuilles sont alternes, imparipennées, chaque feuille compte 10 à 15 folioles ovales, dentées et recouvertes de poils. (Allali et al, 2007).

Les fleurs sont habituellement solitaires à l'aisselle des feuilles, bisexuées, blanches, verdâtre, rose ou violacées, disposées en grappe caractérisées par leur aspect de papillons et le fruit, est une gousse velue, globuleuses contenant une ou deux graines (Bejigaet Van der maesen, 2007), les graines sont de forme globulaire qui se terminent en pointes.



Figure 07 : Plant du pois chiche(Anonyme10)



Figure 08: Fleur du pois chiche(Anonyme11)

3.4. Classification

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta (plantes vasculaires)

Embranchement : Spermatophyta (plantes à graines)

S/ Embranchement : magnoliophyta(=Angiospermes, phanérogames ou plantes à fleurs)

Classe : magnoliopsida(ou Dicotylédones)

Sous classe : rosidae

Ordre : fabales

Famille : Légumineuses

Genre : *Cicer*

Espèce : *Cicer arietinum* L.

Nom commun : Pois chiche. (USDA, 2008).

3.5. Importance Du Pois chiche

Comme toutes les autres légumineuses à graines, le pois chiche occupe une importante place économique, agronomique et alimentaire (Kamel, 1990).

A travers le monde, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est l'une des plus importantes légumineuses à graines et en occupe la troisième position (FAO 2007). (Gaur *et al.*, 2008) ont rapporté qu'il en occupe la seconde place avec une superficie de 11,2 millions d'hectares et une production annuelle estimée à 9,2 millions de tonnes et un rendement moyen de 820kg.Ha-1.

En fait, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est cultivé sur une large gamme de zones bioclimatiques qui s'étendent du subtropical, l'Inde et le Nord-est de l'Australie, aux zones arides et semi-arides des régions du Bassin méditerranéen et de l'Australie Méridionale (Pacucci *et al.*, 2006).

Le pois chiche peut fixer, par voie symbiotique, plus de 140 kg.ha-1 d'azote atmosphérique et satisfaire plus de 80% de ses besoins en azote (Gaur *et al.*, 2008).

En raison de la très importante valeur alimentaire de ses graines (Pacucci *et al.*, 2006), le pois chiche est destiné, en sa majeure partie, pour la consommation humaine et le reste est utilisé pour le bétail comme fourrage (Upadhyaya *et al.*, 2001). Il est dépourvu de tout facteur anti-nutritionnel et a une composition alimentaire très riche en protéines digestibles (Slim *et al.*, 2006) et contient une fraction lipidique qui renferme des acides non saturés tels que les acides linoléiques et oléiques. D'autant plus, il est réputé comme plante médicinale pour ses vertus cosmétiques et diététiques.

3.6. La production du pois chiche dans le monde et en Algérie

L'Inde est non seulement le plus important producteur de légumineuses alimentaires au monde, mais également le plus important consommateur. Le Canada est devenu en 2000-2001 un important exportateur de pois chiches, avec des exportations évaluées à 106 millions de dollars.

La production mondiale est estimée à environ 7 millions de tonnes pour une superficie de 10 millions d'hectares. Mais selon les estimations, les superficies étaient très limitées en 2003, elles étaient de l'ordre de 9900 kha jusqu'au 2006 ont atteint 10800 kha Au cours de ces dernières années la production mondiale a connu des hauts et des bas allant de 6,7

million de tonnes (MT) en 2000-2001 à 9,5 MT en 1998-1999. Durant cette période, l'Inde représentait entre 60% à 70% de la production mondiale constituée de 75% de Desi et de 25% de kabuli.

Le pois chiche en Algérie occupe la 2ème position après la fève dans la période entre 1994-2008 comme il est indiqué dans la figure 9 d'une superficie de 19290 en 1994 à 4600 en 2008 (ITGC., 2009).

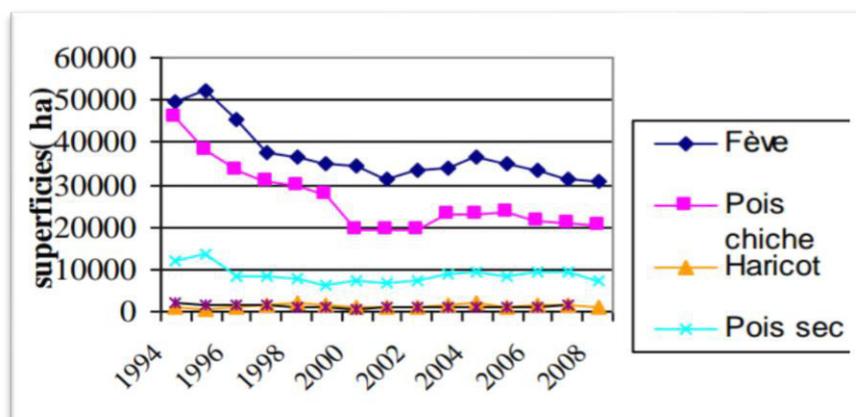


Figure 09 : L'évolution des superficies du pois chiche par rapport aux autres légumineuses (ITGC., 2009).

On connaît quatre zones principales de culture de pois chiche en Algérie (Benzohra., 2009) :

- Plaines littorales et sublittorales (pluviométrie, plus de 600 mm/an).
- Plaines d'altitude 700 à 900 m (pluviométrie plus de 600 mm/an).
- Hautes plaines telliennes (pluviométrie entre 400 et 600 mm/an).
- Plaines basses telliennes (pluviométrie entre 400 et 500 mm/an) (Tlemsani., 2010).

4. Le stress salin

4.1. Introduction

Selon Mermoud, (2006), la salinité est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et dans la zone racinaire qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol ; il s'en suit une diminution des rendements et, à terme, une stérilisation du sol. Et d'après (BOUCHAR, 2010), c'est est la quantité de sels secs dissous dans l'eau.

La salinisation est l'accumulation de sels hydrosolubles dans le sol. Ces sels sont le potassium (K⁺), le magnésium (Mg²⁺), le calcium (Ca²⁺), le chlorure (Cl⁻), le sulfate (SO₄²⁻), le carbonate (CO₃²⁻), le bicarbonate (HCO₃⁻) et le sodium (Na⁺). La salinisation est provoquée par des interventions humaines, telles que des pratiques d'irrigation inappropriées, par exemple avec de l'eau d'irrigation riche en sel et/ou par un drainage insuffisant.

4.2. Effet de la salinité sur la croissance et le développement

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et cette expansion s'arrête si la concentration du sel augmente (Wang et Nil, 2000). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (Chartzoukhis et Klapaki, 2000).

La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la tomate (Mohamed et al, 1998).

Le taux élevé de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partie racinaire/partie aérienne chez le coton (Meloni et al, 2001).

Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. Par conséquent, la glycolyse et le cycle de Krebs sont aussi affectés. De même que l'acquisition de nutriments minéraux, comme le potassium, les nitrates ou le calcium est également réduite. (Alem et Amri, 2005).

La tolérance d'une culture à la salinité est une valeur relative basée sur les conditions de croissance de cette culture, la résistance au sel dépend de la complexité anatomique et physiologique de la plante (Zhu,2001). Le NaCl peut augmenter la croissance et le développement des plantes, mais à un certain taux, le sel peut nuire et endommager la croissance et le développement des plantes à cause du changement du potentiel osmotique, du déséquilibre ionique et de la toxicité ionique dans les cellules (Guerrier,1983).

4.3. Effet négatif de la Salinité sur le rendement

L'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de toute la plante comme la mort de la plante et / ou la diminution de la productivité. Beaucoup de plantes développent des mécanismes soit pour exclure le sel de leurs cellules ou pour tolérer sa présence dans les cellules. (Parida et Das, 2005).La salinité diminue le rendement plus souvent en réduisant le nombre florales et le poids du partie aérienne et le pois et la hauteur du partie souterrain et le poids du graines.

En présence des conditions salines, une diminution dans la croissance de l'appareil végétatif aérien et une stimulation du développement racinaire ont été observées. Des irrigations avec une eau contenant 8 g/l de sel provoque une réduction de la biomasse aérienne (hauteur et surface foliaire) de certaines variétés de blé (M'barek et *al.* 2001). L'accumulation de sel dans les tissus de plantes au-dessus de la normale va causer une certaine inhibition du rendement (Lauchli et Eptein, 1990; Higazy et *al.* 1995).

5. Le Molybdène

5.1. Introduction

Des bactéries jusqu'aux mammifères, le molybdène est crucial pour leur survie. Les enzymes qui utilisent de la chimie redox distinctive de ce métal sont impliquées dans plusieurs réactions métaboliques dans les cycles de carbone, l'azote et le soufre. Et pour qu'il soit disponible pour ces réactions, les anions molybdate qui sont solubles dans l'eau doivent être liés et transportés depuis l'environnement jusqu'à la cellule et manipulés pour que leurs propriétés chimiques soient exploitées dans le bon contexte. (Hunter, 2004) I.

5.2. Le molybdène dans le sol

Les concentrations du Mo dans l'environnement sont généralement faibles. Les teneurs dans le sol sont d'environ 0.2 mg. kg⁻¹sec, dans l'eau entre 0.01 et 0.001 mg.l⁻¹selon qu'il s'agit d'eau de mer ou de rivière (Calmon et Métivier, 2003).

La teneur normale en Mo total de la plupart des sols se situe entre 0.5 et 5 ppm, voisine de la représentation (approximative) de Mo (1.5ppm) dans la lithosphère. Le pH du sol est le facteur principal qui détermine l'assimilabilité du molybdène par les plantes. Les relations de solubilité de Mo en fonction du pH, décrites par Lindsay (1972), in Loué, 1993) expliquent cette influence du pH.

Le molybdène est présent dans la lithosphère à des niveaux moyens jusqu'à 2.3 mg/kg, mais peut augmenter en concentration (300mg/kg) dans les schistes qui contiennent de la matière organique (Kaiser et al, 2005).

Dans les sols agricoles, le molybdène est présent sous différents complexes selon la spéciation chimique de la zone du sol. Les formes minérales du molybdène dans les roches comme molybdénite (MoS₂), wulfénite (PbMoO₄) et ferrimolybdénite [Fe(MoO₄)]. (Kaiser et al, 2005). Dans un sol où le Mo est modérément disponible (0.122 ppm), le Mo s'accumule plusieurs fois plus dans les parties végétatives que dans la graine. L'application de 50 ppm de soufre réduit le taux du Mo dans la plante au tiers par rapport à son taux en absence de soufre. (Pasricha et Randhawa, 1972).

5.3. Le molybdène en tant qu'élément essentiel dans la nutrition végétale

Les végétaux ont besoin de tous les éléments nutritifs essentiels dans des proportions équilibrées. Le manque continu d'un ou de plusieurs éléments nutritifs peut causer un désordre nutritionnel ou même la mort du végétal. Les espèces végétales diffèrent de point de vue besoin en molybdène ou en cuivre (Kaiser et *al*, 2005). Selon Gupta (1997) le besoin de pois en Mo est moyen, tant dis qu'en Cu est faible (Kaiser et *al*, 2005).

Le molybdène est un oligoélément nécessaire pour le nitrate réductase parce qu'il entre dans le Mo cofacteur relié à l'enzyme en formant du domaine du Moco dans la structure de l'enzyme nitrate réductase (Mendel, 1997). La diminution du taux de l'activité de la nitrate réductase chez

Les plantes déficientes en Mo a été observé par plusieurs auteurs (Hille, 1996; Gupta, 1997; Mendel, 1997; Yaneva et *al* 2000 in Hristoskova et *al*, 2006). Les changements dans l'activité de la glutamine synthétase dans les feuilles de pois qui résultent des concentrations réduite de Mo suivent la même tendance que le nitrate réductase.

La déficience en Mo conduit à une diminution de la chlorophylle des feuilles de l'épinard. Gupta (1997) a rapporté à propos de la chlorose des plantes qui est due à l'incapacité des plantes à former la chlorophylle à cause de la déficience en Mo. (Hristoskova et *al*, 2006) Quand les plantes croissant avec une déficience en Mo, un nombre de phénotypes variés se développent et qui empêchent la croissance des végétaux. La plupart de ces phénotypes sont liés à la réduction de l'activité des molybdoenzymes.

Les enzymes qui entrent dans l'assimilation de l'azote comme le nitrate réductase impliquée dans la réduction du N-nitrate en N-ammoniacal (Hochmuth et *al*, 1991), et l'enzyme de fixation de l'azote : la nitrogénase qui se trouve dans les bactéroïdes des nodules des légumes. D'autre molybdoenzymes ont été identifié chez les végétaux comme: la xanthine déshydrogénase/oxydase qui entre dans le catabolisme de la purine et de la biosynthèse de l'uréide chez les légumes, l'aldéhyde oxydase entre dans la biosynthèse de l'ABA et le sulfite oxydase qui transforme le sulfite en sulfate. (Kaiser et *al*, 2005)

En revanche, la toxicité du molybdène chez les plantes dans la plupart des conditions agricoles est rare (Kaiser et *al*, 2005).

Chapitre 2

Matériels et Méthodes

1. Introduction

Dans cette partie nous avons essayé de mettre en évidence l'effet du molybdène sur le stress salin chez deux espèces de légumineuses qui sont le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) et la fève (*Vicia faba* L.) en évaluant la chlorophylle, le taux des sucres soluble sans oublier quelques paramètres morphologiques.

2. Préparation des plantes

Les graines utilisées appartiennent aux espèces suivantes : *Cicer arietinum* L. et *Vicia faba* L. dont les graines sont fournies par l'institut technique des grandes cultures (ITGC) de Khroub Constantine. Les variétés utilisées sont ; la fève (Sidi aiche) et le pois chiche(Phlip90\13c). Elles ont été semées sous une serre dans des pots en plastiques de 35 cm de hauteur et 20 cm de diamètre, irrigués en raison de 200 ml pour maintenir les pots à leur capacité au champ. Une température moyenne de 23°C et une photopériode jour/nuit de 14h/10h.

A partir de 3 semaines de leur semis, les plantules sont soumises aux différents traitements pendant un mois, puis on procède aux différentes analyses des paramètres. Les concentrations sont : NaCl (6 g/l), le molybdène (0,2 ppm) (Bouzid et Rahmoune, 2012) ajouté sous forme de molybdate d'ammonium $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$.



Photo 01 : les graines du pois chiche



Photo02 : les graines de la fève

3. Le dispositif expérimental

Les traitements correspondent à :

T1: témoin (juste l'eau d'irrigation)

T2: NaCl ajouté à l'eau d'irrigation (6 g/l)

T3: molybdène ajouté à l'eau d'irrigation (0,2 ppm)

T4: NaCl (6 g/l) et molybdène (0,2 ppm) ajoutés à l'eau d'irrigation

(3 répétitions pour chaque pot)

T1	T2
T3	T4

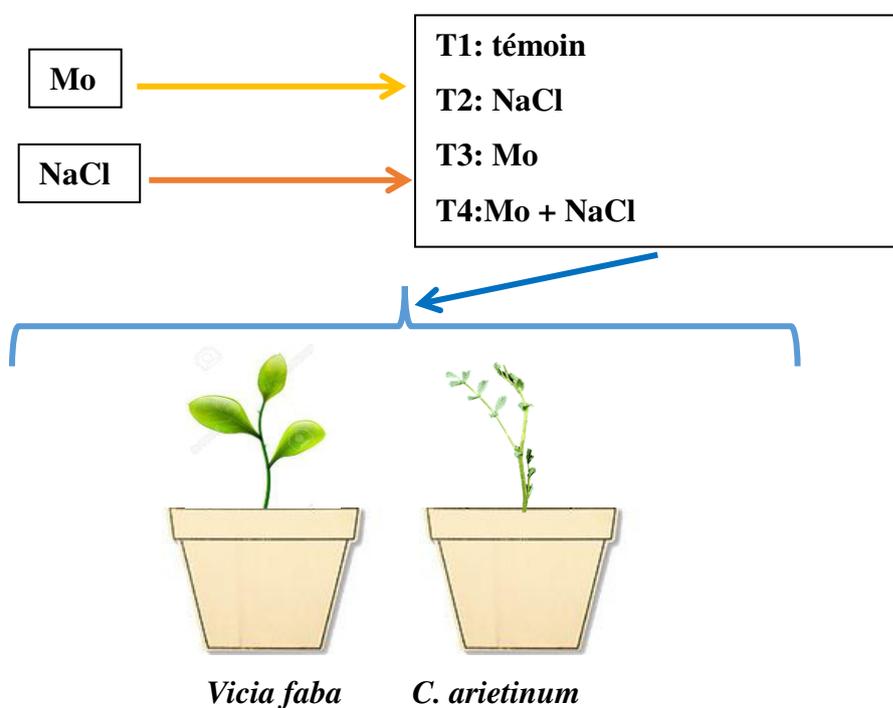


Schéma du dispositif expérimental

4. Méthodes utilisées :

Nous avons lavé les graines de la fève et les graine du pois chiche avec l'eau et des goutte de eau de javel, répéter cette opération trois fois et rincer à l'eau trois fois aussi.

-Bouteille(1) mettre 2l d'eau (arroser le témoin avec 200 ml dans chaque pot).

-Bouteille(2) mettre 2l d'eau + 12g NaCl (arroser avec 200 ml dans chaque pot).

-Bouteille(3) mettre 2l d'eau + 0.2ppmMo (arroser les pots avec 200 ml dans chaque pot).

-Bouteille(4) mettre 2l d'eau + 12g NaCl+ 0.2ppmMo (arroser les pots avec 200 ml dans chaque pot).

Les traitements ont duré trois semaines et les plantes ont été récupérées, rincées et nous avons commencé les différentes analyses.

4.1. Paramètres morphologiques :

4.1.1. La hauteur de la plante

Vers la fin du traitement on enlève chaque plante du pot et on sépare la partie aérienne de la partie racinaire, on les lave et on procède à la mesure de la longueur de de la partie aérienne et souterraine avec une règle graduée.

4.1.2. La biomasse fraîche

A l'aide d'une balance nous avons mesuré le poids de la partie aérienne (tiges et feuilles) et le poids de la partie racinaire.

4.1.3. La mesure de la surface foliaire

On a mesuré la surface foliaire avec l'appareil de surface foliaire (Portable Area Meter LI-3000C).

Le Portable Area Meter LI-3000C: Combine une console de lecture facile à utiliser avec la technologie de balayage éprouvée de la tête de capteur LI-3000C pour fournir un système puissant pour des mesures de surface foliaires portables et non destructives. Il utilise une méthode électronique d'approximation rectangulaire pour fournir une résolution de 1 mm². La surface des feuilles, la longueur des feuilles, la largeur moyenne et la largeur maximale sont enregistrées par la console de lecture lorsque la tête de numérisation est dessinée sur une feuille. Les fichiers peuvent être affichés sur l'écran ou envoyés à un ordinateur à l'aide du logiciel d'application LI-3000C.

Utilisation

Ouvrez la tête de numérisation et placez-la sur la feuille tenez le cordon d'encodage stationnaire à la base de la feuille fermez la tête de numérisation appuyez sur le bouton de réinitialisation pour lancer la mesure, plissez la tête de numérisation sur la feuille, autoriser la feuille entière à passer complètement.



Photo 03: L'appareil de surface foliaire (Portable Area Meter LI-3000C)

4.2. Les paramètres biochimiques :

4.2.1. Dosage de la chlorophylle

L'extraction de la chlorophylle a et b est réalisé selon la méthode de Francis et al (1970). Qui consiste en une macération des feuilles (0.1g) dans 10ml d'un mélange de l'acétone et de l'éthanol(75% et 25%)de volume et de(80% et 40%) de concentration.

Les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans des boites noires (pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière), 48h plutard, on procèdeà la lecture des densités optiques des solutions avec un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes (645 et 663 nm).

La détermination des teneurs est réalisée selon les formules suivantes

$$\text{Chl a } (\mu\text{g/g MF}) = 12,7 \times \text{DO}_{(663)} - 2,59 \times \text{DO}_{(645)} \times V / (1000 \times W).$$

$$\text{Chl b } (\mu\text{g/g MF}) = 22,9 \times \text{DO}_{(645)} - 4,68 \times \text{DO}_{(663)} \times V / (1000 \times W).$$

$$\text{Chl (a+b)} (\mu\text{g/g MF}) = \text{chl a} + \text{chl b}.$$

V : volume solution extraite

W : le poids de matière fraiche de l'échantillon.

4.2.2. Dosage des sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles dans la partie aérienne et la partie racinaire des plantes selon la méthode de Dubois, (1956):

Mettre 100 mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai puis ajouter 2 ml d'éthanol 80% laisser les tubes fermés au repos pendant 48h.

Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes à essai dans un bain Marie à 70°C.

Après refroidissement, on ajoute 20 ml d'eau distillée dans chaque tube à essai et prendre 1 ml de la solution et ajouter 1 ml de phénol à 5% et bien agiter.

Ajouté 5ml d'acide sulfurique concentré ,dans chaque tube à essai puis les passer au vortex, puis les laisser au repos pendant 10min puis les passer au bain marie pendant 15 min à 30°C. Procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490nm.

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule suivante :

Sucres solubles ($\mu\text{g/g MS}$) = $\text{DO}_{490} \times 1,657$.

4.3. Les paramètres histologiques :

4.3.1. Réalisation des coupes

On effectue des coupes minces en tenant l'organe (la tige) dans un moule en acier et des cassettes en plastique pour pouvoir les monter dans le microtome dans l'objectif de réaliser des coupes assez minces.

On place la tige coupée en morceaux d'abord dans le moule à l'intérieur des cassettes et on verse de la paraffine chaude

Après refroidissement de la paraffine on place ce dispositif dans le microtome et on réalise plusieurs coupes très minces (10 à 15) dont on choisira les meilleures à la fin de l'opération. Ces coupes sont récupérées dans l'eau.

4.3.2. Coloration et montage des coupes

La méthode de la double coloration par le carmin aluné et le vert d'iode est celle qui est la plus utilisée. Les coupes réalisées sont placées dans l'eau de javel pendant 15 à 20mn. Cette opération entraîne la destruction du contenu cellulaire tout en conservant les parois cellulaires Rincer à l'eau pendant 2 à 5mn pour éliminer les traces de l'eau de Javel et favoriser la fixation des colorants dans les étapes à venir ; - Le carmin aluné pendant 5mn ce qui entraîne une coloration rose des parois cellulaires ; - Le vert d'iode pendant 30s au maximum ce qui entraîne la coloration des parois lignifiées en vert. Les coupes sont soigneusement lavées pour

éliminer l'excès du colorant. Elles sont ensuite montées entre lame et lamelle dans une goutte de glycérine.



Photo 04: la réalisation des coupes

4.4. Analyse statistique

les résultats et les données obtenues ont été soumis à une analyse de la variance à un facteur ANOVA avec une comparaisons deux à deux de Fisher avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %, avec le logiciel minitab, 2018. Les résultats de cette analyse sont rapportés dans les annexes.

Chapitre 3

Résultats et Discussion

1. Les Paramètres morphologiques

1.1. La longueur de la plante

Tableau 01 : la longueur de la partie aérienne chez la fève et le pois chiche

La longueur de la tige (cm)	La fève	Le pois chiche
Témoin	24 b	16,33 a
NaCl	15,33 d	13,83 b
Mo	26,66 a	18,83 a
NaCl + Mo	21,16 c	15,33 b

On note que la longueur de la tige de la plante de la fève est supérieure à celle des pois chiches. La longueur des tiges était de 26,6 cm pour la fève et 16,33 cm pour les pois chiches.

En comparant les autres traitements pour le témoin, nous trouvons que les plantes traitées avec le molybdène chez la fève la plus longue avec 24 cm et les pois chiche 16,33 cm.

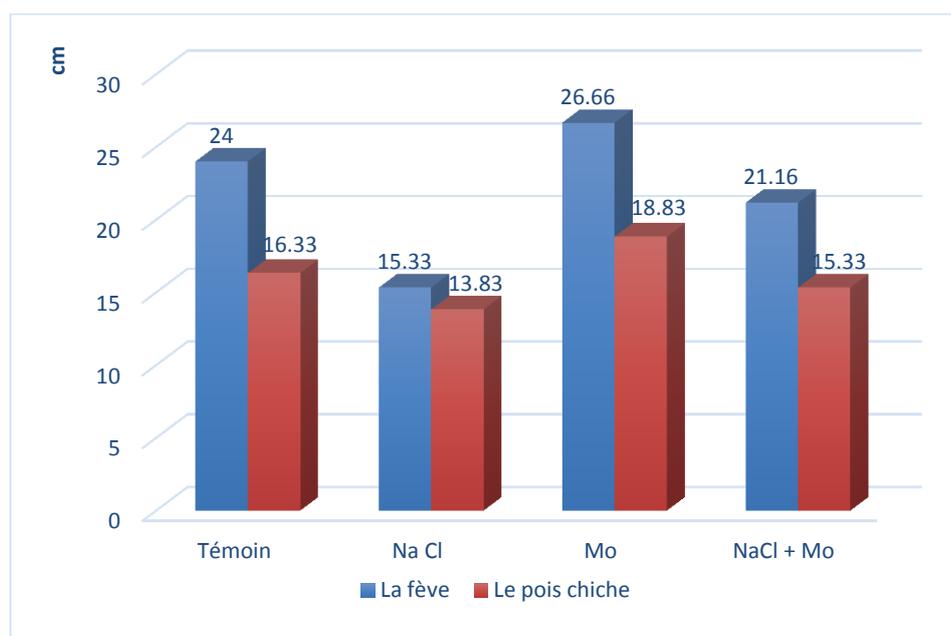


Figure 10: Histogramme de La longueur de la tige de la fève et du pois chiche

Pour la longueur de tige de la Fève, l'analyse de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les différents traitements et la salinité a affecté sur la hauteur de tige de la Fève.

Pour la longueur de tige du pois chiche il y a une différence significative, et que le molybdène a montré un effet positif sur la hauteur de la tige chez les deux espèces

Tableau 02 : La longueur de la partie racinaire chez la fève et le pois chiche

Longueur de la racine (cm)	La fève	Le pois chiche
Témoin	14,67 a	13,33 ab
NaCl	18,33 a	14,00 ab
Mo	12,67 a	10,66 b
NaCl + Mo	15,66 a	15,33 a

Il ressort du tableau02 que la longueur des racines chez les plantes témoins du pois chiche est plus faible que celle de la fève.

En comparant les autres traitements avec témoin, nous notons que la présence de NaCl augmente de la hauteur de la racine sans pour autant avoir un effet important car la différence entre les différents traitements n'est pas significative pour la fève ($p = 0,433$) et peu significative pour le pois chiche ($p = 0,067$).

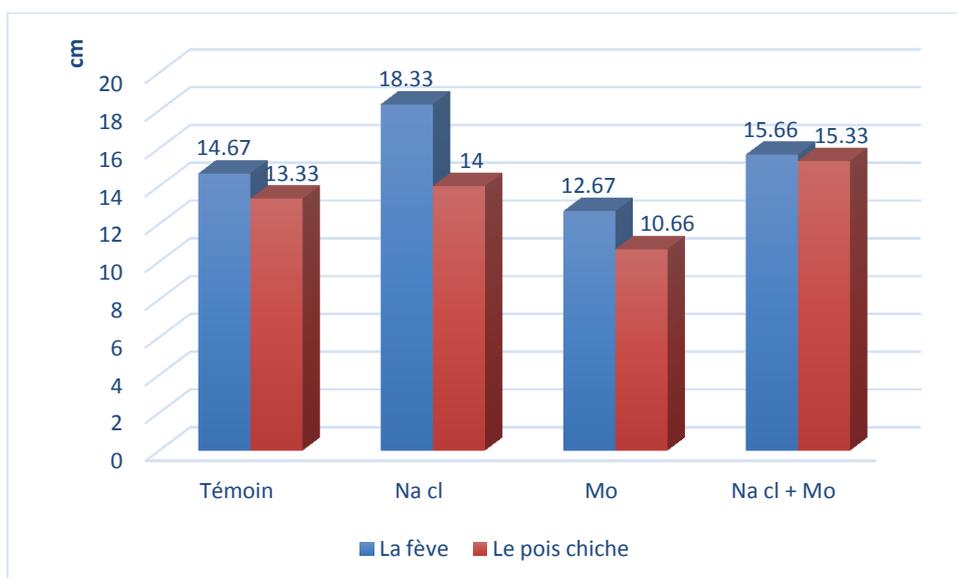


Figure11: Histogramme de la longueur de la racine de la fève et du pois chiche



Photo05: la plante de la fève avec racine et tige.

Une étude précédente montre qu'un taux élevé des ions sodium autour de la racine perturbe l'assimilation du potassium. À cause des propriétés chimiques identiques de Na^+ et K^+ , le Na^+ a un effet négatif sur l'assimilation du K^+ . Le manque de potassium à l'intérieur de la cellule mène inévitablement à la diminution de la croissance des plantes, puisque K^+ est le cation cellulaire le plus abondant qui joue un rôle important dans la préservation du potentiel de la membrane cellulaire ainsi que le maintien des activités enzymatiques et la turgescence cellulaire (Xiong et Zhu, 2002).

La diminution de la longueur des tiges est expliquée par le fait que le NaCl empêche la croissance en réduisant la division et l'élargissement des cellules (Sobhanian et *al.*, 2010 ; Mohammed et *al.*, 2012).

1.2. La biomasse fraiche

Tableau 03 : La biomasse fraiche de la partie aérienne chez la fève et le pois chiche

La biomasse fraiche de la tige (g)	La fève	Le pois chiche
Témoin	7,24 a	2,63 a
NaCl	4,47 b	1,87 b
Mo	7,48 a	2,51 ab
NaCl+ Mo	7,22 a	2,54 ab

Il y a une grande différence entre le pois chiche et la fève, et ceci est dû à la différence du phénotype des deux plantes.

L'analyse de ANOVA sur le poids de tige de la fève montre qu'il y a une différence significative ($p = 0,047$), alors que pour le pois chiche il n'y a pas de différence significative ($p = 0,134$)

Et en comparant les autres traitements (Mo, NaCl, Mo + NaCl) avec le témoin, on note que le molybdène augmente le poids de la tige et le NaCl cause une diminution dans le poids de la tige des deux espèces.

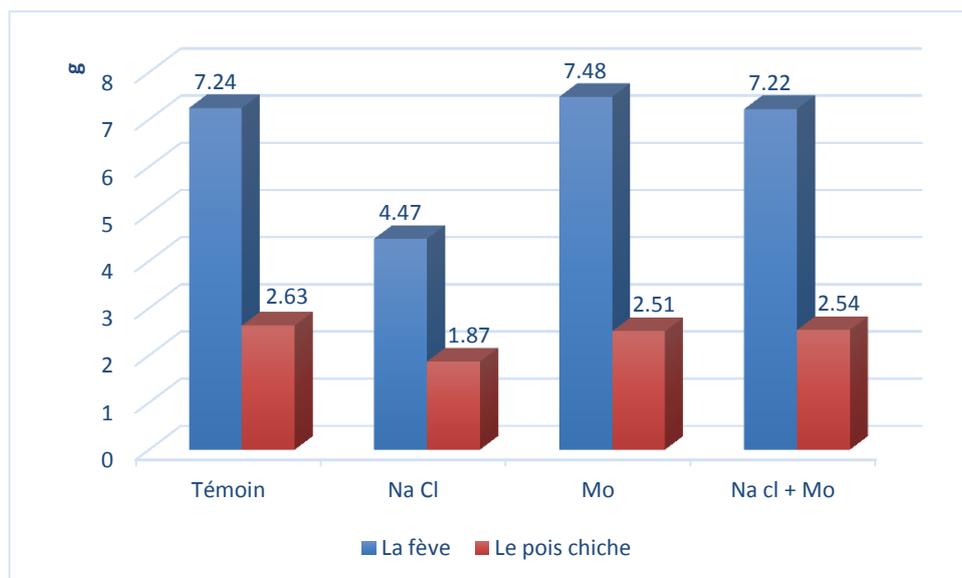


Figure 12 : Histogramme de la biomasse fraiche de la tige de la fève et du pois chiche

Tableau 04 : La biomasse fraîche de la partie racinaire chez la fève et du pois chiche

La biomasse fraîche de la racine (g)	La Fève	Le Pois chiche
Témoin	4,21 a	1,98 a
NaCl	3,40 ab	1,32 c
Mo	2,42 b	1,63 b
NaCl + Mo	3,04 ab	1,89 a

On remarque que le poids des racines de la plante de la fève est plus élevé que celui du pois chiche et ceci est dû à la différence des deux phénotypes.

Nous notons aussi que le poids de la racine de la fève est supérieur par rapport aux autres traitements.

L'analyse de ANOVA sur le poids de racine de la fève montre qu'il y a une différence significative ($p = 0,080$), alors que pour le pois chiche il y a une différence hautement significative ($p = 0,001$)

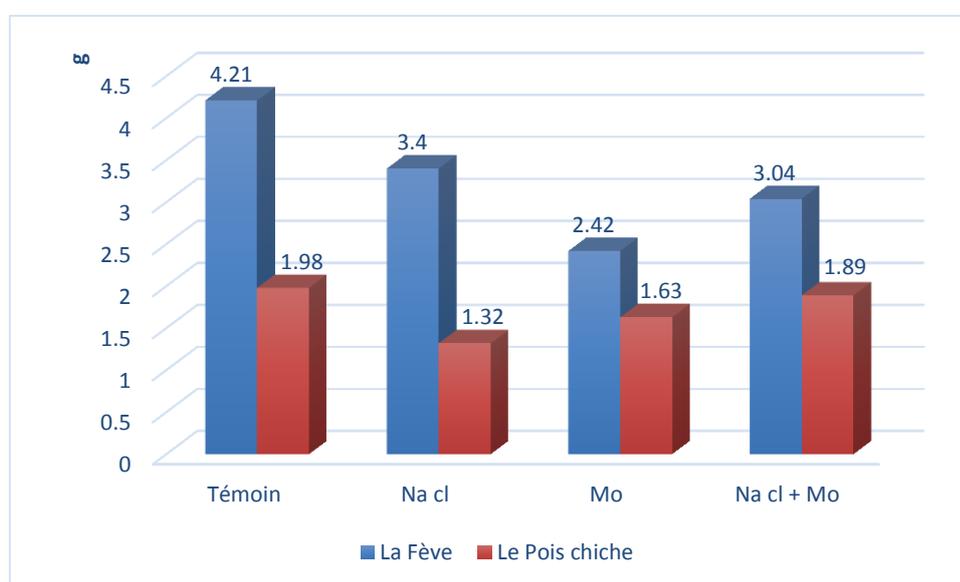


Figure 13: Histogramme de la biomasse fraîche de la racine de la fève et du pois chiche



Témoïn.



Traitement avec NaCl.



Traitement avec Molybdène (Mo).



Traitement avec NaCl + Mo.

Photo 06 : Les plantes de la fève après traitements.



Témoïn



Traitement avec NaCl.



Traitement avec Molybdène (Mo).



Traitement avec NaCl + Mo.

Photo 07 : Les plantes de pois chiche après traitements.

Pour les plantes du pois chiche le témoin est 1,98 mais la biomasse diminue dans les autres traitements, et on voit comme même que le molybdène influence la biomasse qui est plus élevée chez plantes traitées avec du molybdène dans leur eau d'irrigation que chez les plantes qui ont subi le stress salin. Ce qui correspond à une étude sur le pois chiche qui montre que le rendement augmente de 27% si on imprègne les graines de molybdène par rapport à son application dans le sol. (Farooq et *al.*, 2012)

Les différents stress abiotiques provoquent des changements au niveau morphologique, physiologique, biochimique et moléculaire qui affecte négativement la croissance des plantes et la productivité (Ben Naceur et *al.*, 1998), mais l'application d'engrais azotés aux plantules en conditions de salinité de sol peut augmenter leur tolérance (VanHoorn et *al.*, 2000).

L'application du Mo a un effet positif sur le développement de la fève, le rendement en azote total de la plante, le taux des saccharides, des protéines, du potassium et du magnésium sous les conditions d'un stress salin. (Abd El Samad et *al.*, 2005). La fertilisation en molybdène conduit à un taux plus élevé en azote dans les feuilles chez l'espèce *Arachis hypogaea* L. (Quaggio et *al.*, 2004)

1.3. La surface foliaire

Tableau05 : La surface foliaire de la fève et du pois chiche

La surface foliaire (cm ²)	La Fève	Le pois chiche
Témoin	9,03 ab	1,32 d
NaCl	11,76 a	1,62 c
Mo	7,30 b	3,58 a
NaCl + Mo	11,27 a	1,83 b

On note que la surface foliaire de la plante de la fève est plus grande que la surface foliaire de pois chiche, en raison de leur phénotype différent.

L'analyse de ANOVA révèle qu'il y a une différence très hautement significative pour le pois chiche ($p=0.000$) et une différence significative pour la fève ($p=0.026$) entre les différents traitements.

Pour le pois chiche la valeur la plus élevée est observée chez les plantes qui ont reçu du molybdène ($3,58 \text{ cm}^2$) par rapport aux plantes témoins qui ont la surface foliaire la plus faible ($1,32 \text{ cm}^2$)

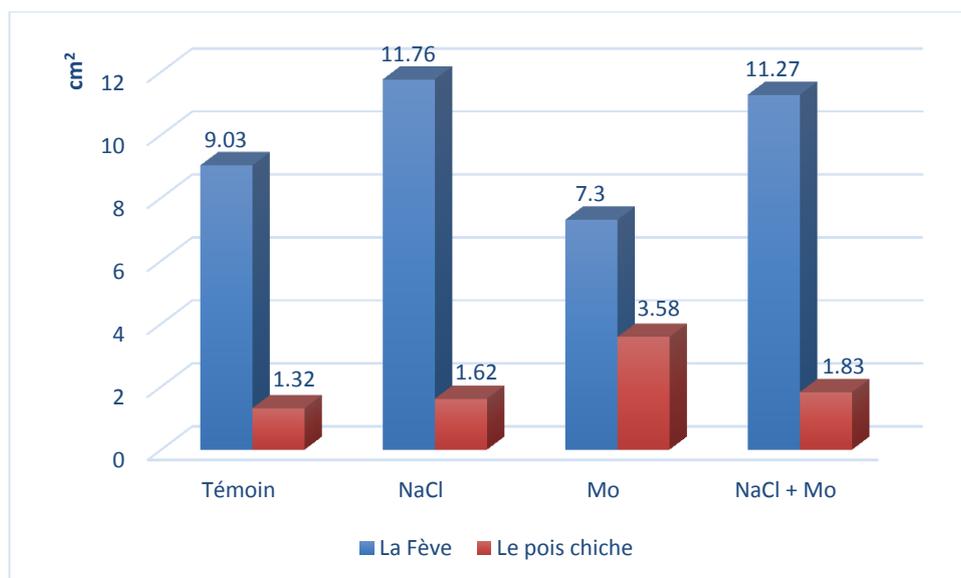


Figure 14 : Histogramme de la surface foliaire de la fève et du pois chiche

2. Les paramètres biochimiques

2.1 La détermination des teneurs de la chlorophylle

Tableau 06: La teneur de la chlorophylle (a) de la fève et du pois chiche

Chlorophylle (a) ($\mu\text{g/g MF}$)	la fève	Le pois chiche
Témoin	1,151 a	1,272 a
NaCl	0,745 a	0,687 ab
Mo	0,772 a	0,825 ab
NaCl + Mo	0,603 a	0,483 b

On remarque que chez les deux espèces, il n'y a pas de significative entre les traitements, mais la valeur la plus élevée est enregistrée pour les plantes témoins de la fève, et on voit bien que le stress salin affecte le taux de chlorophylle a, par contre chez le pois chiche, on note une légère augmentation de la chlorophylle a pour les plantes traitées avec le molybdène (0,825 $\mu\text{g/g MF}$) par rapport aux plantes stressées (0,687 $\mu\text{g/g MF}$)

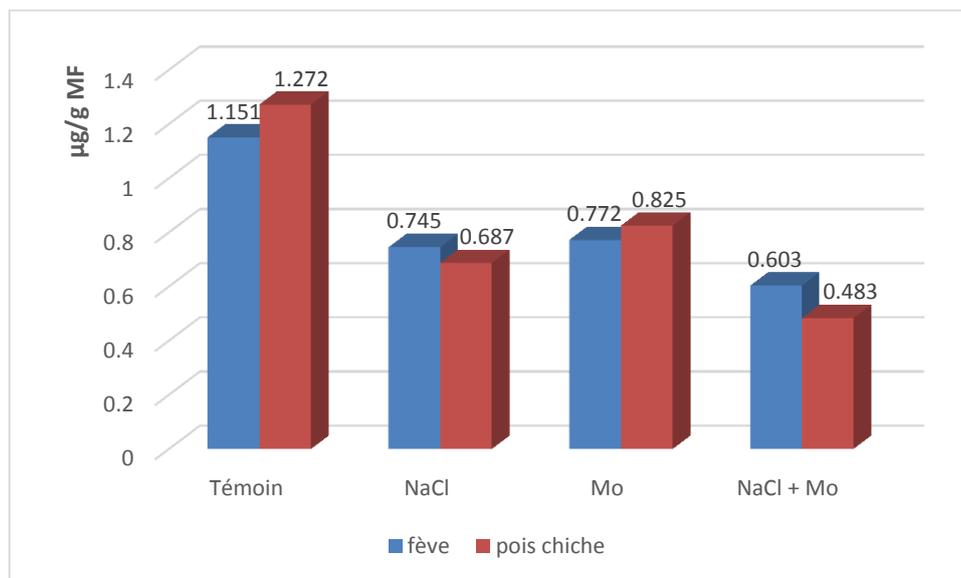


Figure 15 : Histogramme de la teneur de la chlorophylle (a) de la fève et du pois chiche

Tableau 07 : La teneur de la chlorophylle (b) de la fève et du pois chiche

Chlorophylle (b) ($\mu\text{g/g MF}$)	la fève	Le pois chiche
Témoin	1,293 a	0,756a
NaCl	1,647a	0,950 ab
Mo	1,276a	1,557a
NaCl + Mo	1,418 a	0,866b

Chez la fève, il n'y a pas de différence significative ($p=0,437$) entre les traitements, mais la valeur la plus élevée est enregistrée pour les plantes soumises au stress salin avec la valeur de $1,647\mu\text{g/g MF}$

Pour le pois chiche on remarque une différence significative entre les différents traitements ($p=0,089$) et on note la valeur la plus élevée est enregistrée chez les plantes traitées avec le molybdène ($1,557\mu\text{g/g MF}$).

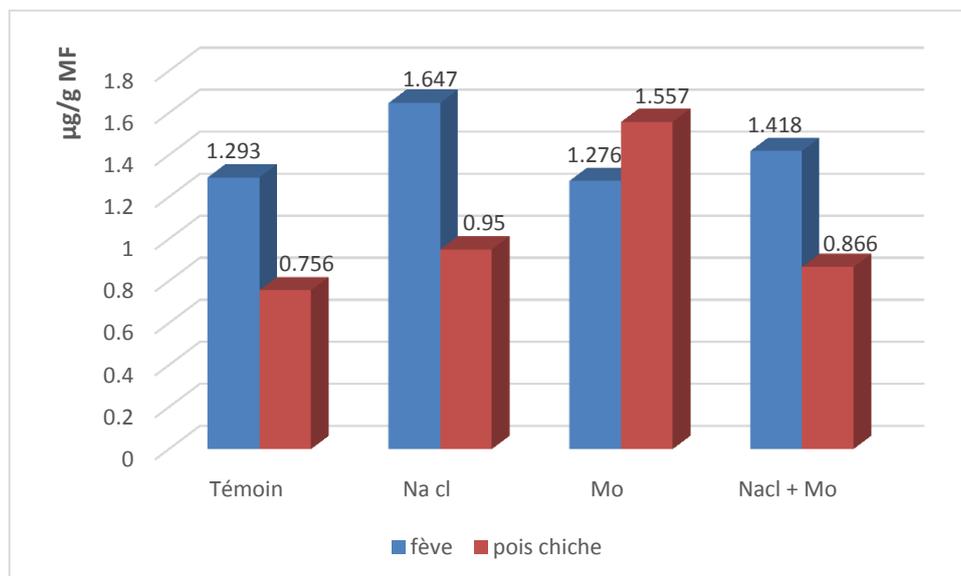


Figure 16 : Histogramme de la teneur de la chlorophylle (b) de la fève et du pois chiche

Tableau 08 : La teneur de la chlorophylle (a+b)de la fève et du pois chiche

Chlorophylle (a+b) ($\mu\text{g/g MF}$)	la fève	Le pois chiche
Témoin	2,444a	2,029ab
NaCl	2,392a	1,637 bc
Mo	2,048a	2,382 a
NaCl + Mo	2,021 a	1,348 c

Chez la fève, il n'y pas de différence significative ($p=0,197$) entre les traitements, mais la valeur la plus élevée est enregistrée pour les plantes témoins avec la valeur de $2,444 \mu\text{g/g MF}$.

Pour le pois chiche on remarque une différence hautement significative entre les différents traitements ($p=0,006$) et on note la valeur la plus élevée est enregistrée chez les plantes traitées avec le molybdène ($2,382 \mu\text{g/g MF}$), donc le molybdène a un effet positif sur le taux de la chlorophylle, ceci correspond à un travail précédent Une étude montre que l'application du molybdène provoque une meilleure germination des graines, augmente la croissance, la biomasse fraîche et sèche ainsi que le taux de sucre soluble et la chlorophylle chez les plantule de *Cicer arietinum* (le pois chiche) (Datta et al., 2011)

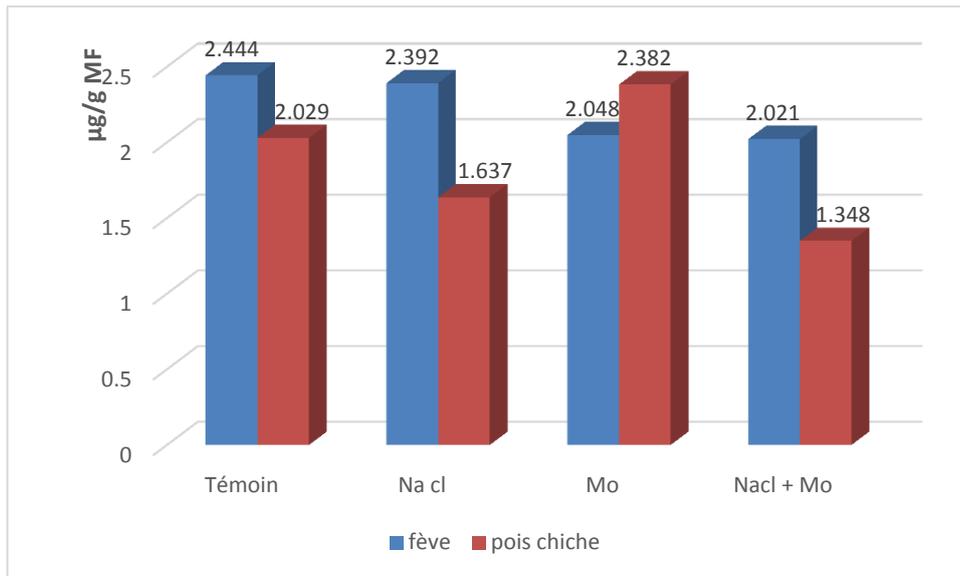


Figure 17 : Histogramme de la teneur de la chlorophylle (a+b) de la fève et du pois chiche

Les plantes cultivées montrent une variété de réactions envers la salinité comme la réduction de la croissance et du rendement. Pour la majorité des plantes, les dégâts causés par la salinité sont l'inhibition de la croissance, la sénescence et la mort au long terme. La salinité provoque la synthèse de l'acide abscissique qui mène à la fermeture des stomates et réduit la photosynthèse. (Xiong et Zhu, 2002), ceci correspond à la réduction que nous avons remarqué au niveau de la chlorophylle de la fève qui a été affecté par la salinité, et au niveau de la biomasse fraîche de notre deux espèces étudiées.

Les résultats que nous avons obtenus nous montrent l'effet dépressif du sel sur les deux variétés avec les traitements qui correspondent à NaCl et Mo, ce qui correspond à une étude menée par Ashraf et *al.*, (2005) qui a rapporté que la diminution dans le taux de chlorophylle sous des conditions de salinité, et qu'une diminution est significative chez les génotypes sensibles par rapport au génotype tolérant. (Khan et *al.*, 2009).

2.2 La détermination de la teneur des sucres solubles

Tableau 09 : La teneur des sucres solubles de la tige de la fève et du pois chiche

Sucres solubles de la tige ($\mu\text{g/g MS}$)	La fève	Le pois chiche
Témoin	0,29 a	1,27 a
NaCl	0,39 a	1,34 a
Mo	0,51 a	1,04 a
NaCl + Mo	0,41 a	1,47 a

Chez la fève et le pois chiche, il n'y a pas de différence significative entre les traitements, mais la valeur la plus élevée est enregistrée pour les plantes soumises au stress salin et au molybdène pour le pois chiche et pour la fève ce sont les plantes qui ont reçu du molybdène. On voit bien la différence dans le taux des sucres solubles chez le pois chiche qui est très important par rapport à la fève.

Une étude précédente montre que l'application de $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ sur les plantes de *Vicia faba* Var. major a fait augmenter le taux de l'azote total, des sucres solubles, de la chlorophylle et de la vitesse de la photosynthèse. La croissance de nodules racinaires et la fixation de l'azote ont été stimulées, et plus d'assimilats ont été distribués vers les graines. (Xia et Xiong, 1991).

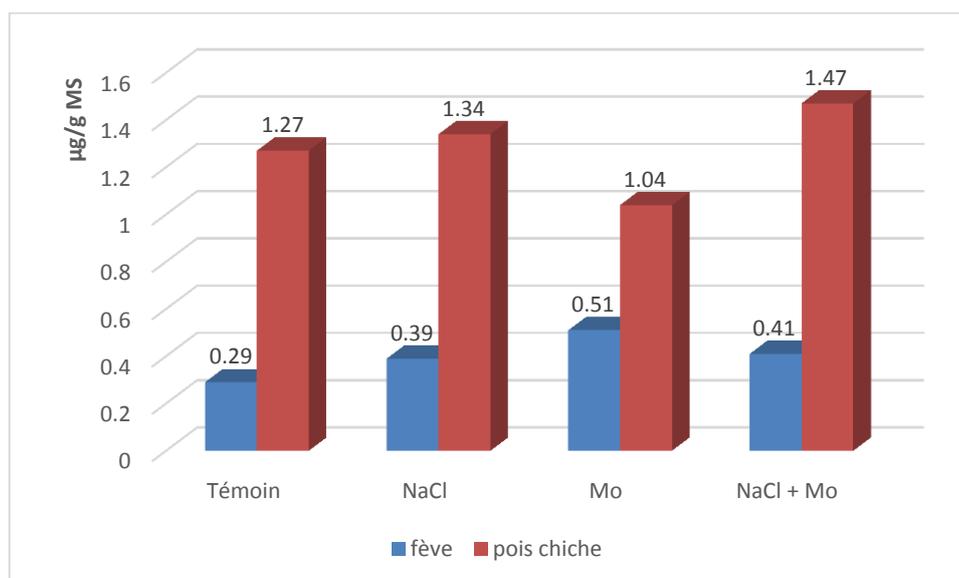


Figure 18 : Histogramme de la teneur des sucres solubles de la tige de la fève et du pois chiche

Tableau 10 : La teneur des sucres solubles de la racine de la fève et du pois chiche

Sucres solubles de la racine ($\mu\text{g/g MS}$)	La fève	Le pois chiche
Témoin	0,67 a	1,70 a
NaCl	0,47 a	2,16 a
Mo	0,63 a	1,03 a
NaCl + Mo	0,53 a	1,27 a

Chez la fève et le pois chiche, il n'y pas de différence significative entre les traitements, mais la valeur la plus élevée est enregistrée pour les plantes pour lesquelles nous avons ajouté du molybdène pour le pois chiche et pour la fève ce sont les plantes témoins. Donc on voit que la présence du molybdène dans l'eau d'irrigation a contribué à une meilleure accumulation des sucres solubles chez le pois chiche.

Chez les plantes, les sucres sont nécessaires pour soutenir la croissance et la régulation de l'expression génique. Ils sont également considérés comme de bons osmorégulateurs, qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes au stress osmotique. Les sucres solubles protègeraient les membranes contre la déshydratation, l'état de déficit hydrique contribuerait en grande partie à l'abaissement du potentiel osmotique. (Bouatrous , 2013)

L'accumulation des sucres est suggérée comme indice de résistance non seulement au stress salin mais également au stress hydrique du fait que la salinité est également une sécheresse de type physiologique (Munns et *al.*, 2006)

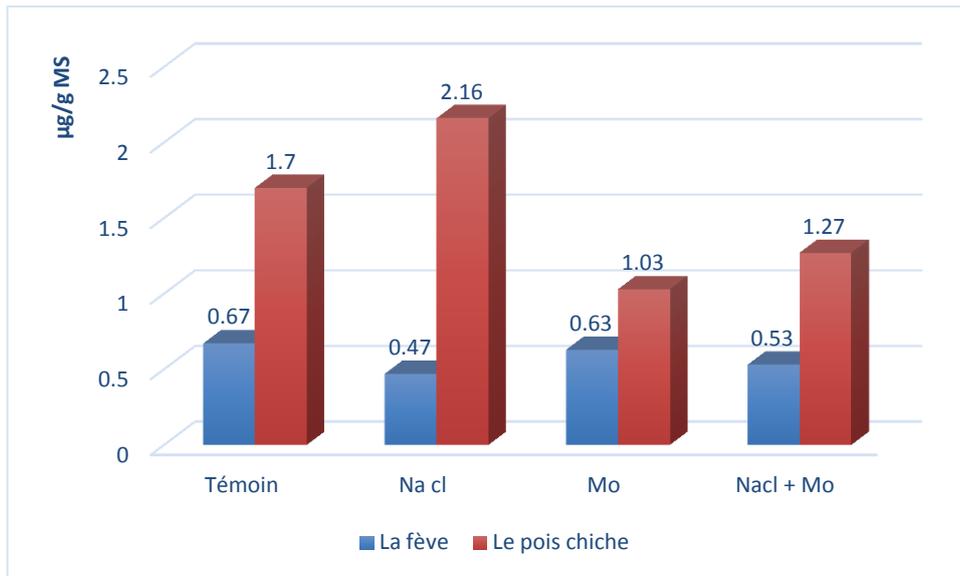


Figure 19 : Histogramme de la teneur des sucres solubles de la racine de la fève et du pois chiche

Les résultats obtenus lors de cette recherche indiquent une augmentation des sucres solubles chez les plantes stressées comparées aux plantes témoins. En effet les mêmes observations sont constatées par Cortes et Sinclair (1987) qui trouvent une augmentation des sucres solubles chez plusieurs espèces exposées au stress salin. Pour Geingenberger et *al* (1997), ils attribuent l'augmentation des sucres solubles à une dégradation des réserves amylacées suite à leur conversion rapide en saccharose, fait qui pourrait être attribué à une inhibition de la synthèse de l'amidon. Par contre, MELONI et *al* (2001), démontrent que l'ajustement osmotique serait accompli par l'accumulation des corps dissous organiques (sucres), et leurs concentrations augmentent proportionnellement à l'intensité du stress.

3. Les paramètres histologiques

Malheureusement pour cette partie, nous n'avons pas réussi avoir des coupes assez fines, pour pouvoir réaliser des coupes transversales

La photo 08 montre une coupe transversale de la fève qui est assez quadrangulaire, elle n'est pas très fine, et donc nous n'avons pas réussi à avoir des observations microscopiques intéressantes, pour un prochain essai, on devrait essayer de mettre au point des coups plus fines.

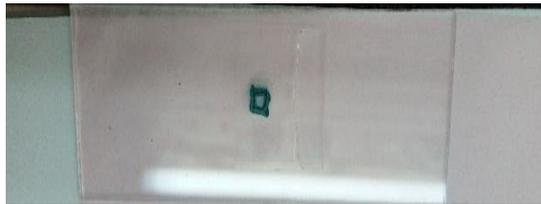


Photo 08 : Coupe transversale de la fève entre lame et lamelle

**Conclusion
et
Perspective**

Conclusion et Perspective

L'Algérie comme beaucoup de pays en voie de développement attribue une place de choix à ces légumineuses telle que pois chiche, le petit pois, la lentille se placent après les céréales. Malgré les efforts déployés, la production nationale reste encore très insuffisante.

L'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de toute la plante comme la mort de la plante et / ou la diminution de la productivité.

Le molybdène est un élément trace qui se trouve dans le sol et est nécessaire pour la croissance de la plupart des organismes biologiques végétaux et animaux.

Notre étude porte sur deux espèces de légumineuse ; la fève (*Vicia faba* L.) et le pois chiche (*Cicer arietinum* L.).

Pour mettre en évidence la réponse des deux espèces au stress salin et à la présence du molybdène dans leur milieu de croissance, nous avons procédé à un dosage des paramètres morphologiques et biochimiques. Nous avons mesuré la longueur des parties aérienne et souterraine ainsi que leurs poids, la surface foliaire et nous avons procédé à un dosage de la chlorophylle et des sucres solubles. Nous avons essayé de mettre en évidence des coupes histologiques.

Ainsi nous avons utilisé la concentration de 6g/l de NaCl et 0.2ppm de molybdène et les résultats obtenus ont été analysés statistiquement avec le logiciel minitab 2018.

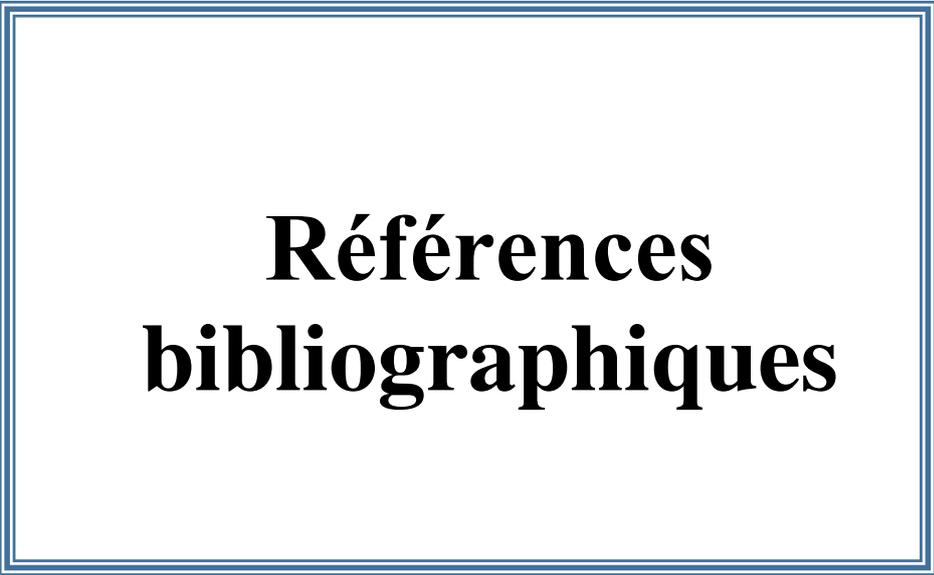
Les résultats obtenus ont montré que le stress salin appliqué a affecté la majorité des paramètres étudiés. A cet effet, la présence de NaCl a entraîné une diminution significative dans la hauteur des tiges des plantes ; de même, il y a une diminution du rendement photosynthétique expliquée par la diminution de la teneur en chlorophylle a, b et totale la surface foliaire

La présence du molybdène en concentration de 0.2 ppm en milieu de culture de nos deux légumineuses a provoqué une augmentation dans la longueur de la tige des deux espèces ainsi que dans leur biomasse fraîche aérienne.

Pour le pois chiche on remarque une meilleure utilisation du molybdène par rapport à la fève, cela peut être dû à l'absorption des racines qui doit être différente entre les deux espèces.

Le molybdène a contrecarré l'effet négatif du stress salin chez le pois chiche et a augmenté la surface foliaire, le taux de chlorophylle et de sucres solubles.

Pour les coupes histologiques, une meilleure mise au point du protocole est nécessaire pour avoir de bonnes coupes transversales.



**Références
bibliographiques**

1. **Abd El Samad H.M., El Komy H.M., Shaddad M. A. K., Hetta A.M. (2005):** Effect of molybdenum on nitrogenase and nitrate reductase activities of wheat Inoculated with *Azospirillum brasilense* grown under drought stress. *Gen.Appl. Plant Physiology*. 31 (1-2), 43-54.
2. **Allali H et Boussouar K., 2007:** Etude des besoins en eau de la culture de pois chiche (*Cicer arietinum*) dans la région de Sidi Bel Abbés mémoire de fin d'études De DES Biologie et physiologie végétale
3. **Ashraf, M., Foolad M.R.(2005):** Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances in Agronomy*, 88: 223-271.
4. **Bejiga et Van Der Maesen L.J.G., 2007:** *Cicer arietinum* L. In ; Brink .M.,
5. **Benacheur, K ., Louadik.et Terzo ,M .,2007:** Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenpteraapoidea) dans la pollinisation de la fève (*Vicia faba* L.)en région de Constantine (Algerie).*J.PlantPhysiol* ,152 ,213-219.
6. **Bouatrous Y, 2013:** "Water stress correlated with senescence in durum wheat (*Triticum durum* Desf)," *Advances in Environmental Biology*, vol. 7, no.7, pp.1306-1314, 2013.
7. **Bouزيد S, Rahmoune C. 2012:** Enhancement of Saline Water for Irrigation of *Phaseolus vulgaris* L. Species in Presence of Molybdenum. *Procedia Engineering* **33**, 168 – 173
8. **Calmon P., Métivier J.M., (2003):** fiche radionucléide Molybdène 99Mo et environnement. Direction de l'environnement et de l'intervention - Service d'étude du comportement des radionucléides dans les écosystèmes.
9. **Chartzoulakis K., Klapaki G.(2000):** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247–260.
10. **Datta J K, Kundu A, Dilwar H S, Banerjee A and Mondal N K. (2011):** study on the impact of micronutrient (molybdenum) on germination, seedling growth and physiology of bengal gram (*Cicer arietinum*) under laboratory conditions. *Asian Journal of Crop Scence* 3 (2): 55-67
11. **ENCARTA., 2005-** Encyclopédie encarta.
12. **F.A.O., 2006 –** Programme de coopération technique .Programme de développement des productions fourragères et de l'élevage .Rapport de synthèse ,45p

13. **Farooq M., Wahid A and Siddique K H M. (2012):** Micronutrient application through seed treatments – a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12 (1), 125-142
14. **Flowers, 2004:** Improving crop salt tolerance. *Journal of experimental botany* 55:307-319.
15. **GEIGENBERGER P., REIMHOLZ R., GEIGER M., MERLO L., CANALE V. and STITT M. (1997):** Regulation of sucrose and starch metabolism in potato tubers in response to short-term water deficit. *Planta* , 201, 502-518.
16. **Hochmuth G., Maynard D., Vavrina C., Hanlon E., Simonne E (1991):** Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crop in Florida. University of Florida. IFAS Extension
17. **Hristoskova MV., Geneva M., Stancheva I. (2006):** Response of pea plant (*Pisum sativum* L.) to reduce supply with molybdenum and copper. *International Journal of Agricultur & Biology*. 08- 2- 218-220.
18. **Hunter W.N. (2004):** The making of Moco. *Nature*. Vol.430, pp.736-737.
19. **ITGC., 2003:** « Céréaliculture » revue de l'Institut Technique des Grandes Cultures N°40.
20. **Kaiser BN, Gridley KL, Brady JN, Phillips T, Tyerman SD (2005):** The role of molybdenum in agricultural plant production. *Ann Bot* 96(5):745–754.
21. **Kechache. K., 2005:** Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation phosphatée à base des engrais SSP 20% et TSP 46% sur le pois chiche mémoire de fin.
22. **Khan M.A., Shirazi M.U., Ali Khan M., Mujtaba S.M., Islam E., Mumtaz S., Shereen A., Yasin Ashraf M. (2009):** Role of proline, K/Na ratio and chlorophyll content in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pak. J. Bot.*, 41(2): 633- 638.
23. **Le Guen J et Duc G., 1996:** La Féverole. In : Amélioration des Espèces Végétales Cultivées leguminosarum symbiovarviciae isolées du pois (*pisum sativum*) et de lalentille (*lens culinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien mimoir doc, p119.
24. **Loué A. (1993):** Oligoéléments en agriculture. p. 209, 227. Ed. Nathan.
25. **M : GAID Sarra:** La tolérance à la salinité du pois chiche (*Cicer arietinum* L).
26. **M Dubois, KA Gilles, JK Hamilton, PA Rebers, F Smith - Nature, 1951 –** www.nature.com.

- 27. Meloni D.A., Oliva M.A., Ruiz H.A., Martinez C.A. (2001):** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *J. Plant Nutr.* 24, 599–612.
- 28. Mendel R.R. (1997):** Molybdenum cofactor of higher plants: biosynthesis et molecular biology. *Planta.* 203: 399 - 405.
- 29. Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L. (1998):** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* 21, 1667–1680.
- 30. Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L. (1998):** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* 21, 1667–1680.
- 31. Obaton., 1980:** Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement, *Bulltin ASF*, 55-60.
- 32. Papvc, 2009:** Pole Agronomique Productions Végétales Chambres d'Agriculture de Bretagne (Revue)-Cap Agro.Printemps 2009,41-42.
- 33. Pardia A. K.; Das A. B., 2005:** Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxical Environ Safety.* 60 (3):324 -349.
- 34. Parida A., Das A.B., Das P. (2002):** NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera arvilla*, in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.* 45, 28–36.
- 35. Pasricha N.S., Randhawa N.S. (1972):** Interaction effect of sulphur and molybdenum on the uptake and utilization of these elements by raya (*Brassica juncea* L.). *Plant and Soil.* Vol.37, N°1, pp.215-220.
- 36. Quaggio J.A., Gallo P. B, Owino-Gerroh C., Abreu M.F., Cantarella H. (2004):** Peanut response to lime and molybdenum application in low pH soils. *Revista Brasileira de Ciência do Solo.* vol.28 no.4.
- 37. R. Munns, R. A. James and A. Lauchli, 2006:** “Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals,” *Journal of Experimental Botany*, vol. 57, no. 5, pp. 1025-1043, 2006.
- 38. Saxena.M.C, 1991:** Status and scope for production of fababean in Mediterranean ancountries. *OptionsMéditerranées .Série Séminaires ;* 10:15-20.
- 39. SOBHANIAN H; MOTAMED N; RASTGAR J.F; NAKAMURA T et KOMATSU S., 2010:** Salt stress induced differential proteome and metabolome

- response in the shoots of *Aeluropus lagopoides* (Poaceae), a Halophyte C4 Plant. *Journal of Proteomic Research*, 9, 2882-2897.
- 40. Tlemsani M., 2010:** Contribution à l'étude du flétrissement vasculaire du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) causé par *fusarium oxysporum* caractérisation, lutte biologique et comportement variétal Mémoire de magister Université d'ORAN 1.
- 41. USDA., 2008:** Plant profile of *Cicer arietinum* (Chickpea). United States Department of Agriculture (USDA), Natural Resources Conservation Service (NRCS), Plant database.
- 42. Van Hoorn J W, Katerji N, Hamdy A, Mastrorilli M .2000:** Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. *Agricultural Water Management* **51**, 87-98.
- 43. Wajciechowski ,M.F., Lavin M., Sanderson , M.I., 2004:** Aphytogeny of legumes Leguminosa based on analysis of the plastid mat k gene resolves many wellsupportedsubclades with the family .*Am I* , pp.1846 1862.
- 44. Wang Y., Nil N. (2000):** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hort. Sci. Biotechnol.* **75**, 623–627.
- 45. Xia M. Z., Xiong F.Q. (1991):** Interaction of molybdenum, phosphorus and potassium on yield in *Vicia faba* . *Journal of Agricultural Science*. Vol. 117 (1), pp. 85-89.*YROBA.* 48; 2002 (11) : 505-512.
- 46. Xiong, L., and Zhu, J. K. (2002):** Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. *Plant Cell Environ.* **25**, 131–139.
- 47. Young, N.D., 2005:** Legumes as a Model Plant Family. Genomics for Food and Feed Report of the Cross-Legume Advances through Genomics Conference. *Plant Physiology*. **137**, 1228– 1235.
- 48. Zhu J.K., 2001:** Plant salt tolerance .*Trends in plant Science*; **6**:66-71.
- 49. Zohary et Hopf., 1988:** domestication of plants in the old world, OXFORD UNIV. PRESS. OXFORD, U. K.

WEBOGRAPHIE

Anonym (01) : <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/102439>.

Anonyme(02):<https://www.planetoscope.com/fruits-legumes/2004-la-production-mondiale-de-legumineuses.html>).

Anonyme(03):<https://www.santelog.com/actualites/obesite-des-legumineuses-contre-le-diabete>.) 29/04/2018 à 15 :30.

Anonyme(04) : <https://www.labonnegraine.com/feves/226-feve-aguadulce-a-tres-longue-cosse.html>).

Anonyme(05) : (<https://nagaawya.weladelbalad.com>).

Anonyme(06) : (<https://www.fairesonjardin.fr/feve.html>).

Anonyme(07) : 2013/02/blog-post.html.

Anonyme(08) : (https://fr.wikipedia.org/wiki/Vicia_faba).

Anonyme(09) :(<http://informationsdocuments.com/environnement/coppermine15x/displayimage.php?pid=6904>).

Anonyme(10) : (https://www.gastronomiac.com/glossaire_des_produits/pois-chiche/).

Anonyme(11) : (www.istockphoto.com).

LES ANNEXES

Les annexes

1. La longueur de tige de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	212,229	70,7431	75,46	0,000
Erreur	8	7,500	0,9375		
Total	11	219,729			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T2	3	26,667	A
T0	3	24,00	B
T3	3	21,167	C
T1	3	15,333	D

2. La longueur de tige de la Pois chiche:

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	39,75	13,250	6,77	0,014
Erreur	8	15,67	1,958		
Total	11	55,42			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T2	3	18,833	A
T0	3	16,333	A B
T3	3	15,33	B
T1	3	13,833	B

3. La longueur de racine de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	50,00	16,67	1,02	0,433
Erreur	8	130,67	16,33		
Total	11	180,67			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T1	3	18,33	A
T3	3	15,667	A
T0	3	14,67	A
T2	3	12,67	A

4. La longueur de racine de la Pois chiche:

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	34,67	11,556	3,56	0,067
Erreur	8	26,00	3,250		
Total	11	60,67			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de

Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T3	3	15,333	A
T1	3	14,00	A B
T0	3	13,33	A B
T2	3	10,667	B

5. Le poids de tige de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	18,29	6,095	4,19	0,047
Erreur	8	11,65	1,456		
Total	11	29,93			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T2	3	7,480	A
T0	3	7,24	A
T3	3	7,220	A
T1	3	4,473	B

6. Le poids de tige de Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	1,074	0,3580	2,50	0,134
Erreur	8	1,148	0,1435		
Total	11	2,222			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T0	3	2,630	A
T3	3	2,5400	A B
T2	3	2,5100	A B
T1	3	1,877	B

7. Le poids de racine de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	5,011	1,6702	3,27	0,080
Erreur	8	4,080	0,5101		
Total	11	9,091			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T0	3	4,210	A
T1	3	3,400	A B
T3	3	3,0400	A B
T2	3	2,423	B

8. Le poids de racine de Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	0,7942	0,26473	14,41	0,001
Erreur	8	0,1470	0,01837		
Total	11	0,9412			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement

Avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de

Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T0	3	1,9867	A
T3	3	1,8967	A
T2	3	1,6300	B
T1	3	1,327	C

9. Chlorophylle (a) de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TR	3	0,4943	0,16475	1,83	0,219
Erreur	8	0,7188	0,08985		
Total	11	1,2130			

TR	N	Moyenne	Groupement
T0	3	1,151	A
T2	3	0,772	A
T1	3	0,745	A
T3	3	0,603	A

10. Chlorophylle (a) de la Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TR	3	1,007	0,3358	2,64	0,121
Erreur	8	1,016	0,1271		
Total	11	2,024			

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TR	N	Moyenne	Groupement
T0	3	1,272	A
T2	3	0,825	A B
T1	3	0,687	A B
T3	3	0,4830	B

11. Chlorophylle (b) de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TR	3	0,2629	0,08763	1,01	0,437
Erreur	8	0,6936	0,08670		
Total	11	0,9565			

TR	N	Moyenne	Groupement
T1	3	1,647	A
T3	3	1,418	A
T0	3	1,2934	A
T2	3	1,2767	A

12. Chlorophylle (b) de Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TR	3	1,1577	0,3859	3,10	0,089
Erreur	8	0,9974	0,1247		
Total	11	2,1551			

TR	N	Moyenne	Groupement
T2	3	1,557	A
T1	3	0,950	A B
T3	3	0,866	B
T0	3	0,756	B

13. Chlorophylle (a+b) de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TR	3	0,4473	0,14911	1,97	0,197
Erreur	8	0,6057	0,07571		
Total	11	1,0530			

TR	N	Moyenne	Groupement
T0	3	2,4445	A
T1	3	2,3923	A
T2	3	2,048	A
T3	3	2,021	A

14. Chlorophylle (a+b) de la Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TR	3	1,8335	0,61118	9,08	0,006
Erreur	8	0,5385	0,06731		
Total	11	2,3720			

TR	N	Moyenne	Groupement
T2	3	2,382	A
T0	3	2,029	A B
T1	3	1,6371	B C
T3	3	1,3489	C

15. Les sucres solubles dans la racine de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	0,06356	0,02119	1,33	0,331
Erreur	8	0,12741	0,01593		
Total	11	0,19096			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T0	3	0,6503	A
T2	3	0,639	A
T3	3	0,5357	A
T1	3	0,4757	A

16. Les sucres solubles dans la racine de Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	2,242	0,7474	1,47	0,294
Erreur	8	4,066	0,5083		
Total	11	6,308			

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T1	3	2,163	A
T0	3	1,704	A
T3	3	1,271	A
T2	3	1,030	A

17. Les sucres solubles dans la tige de la Fève :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	0,07786	0,02595	1,45	0,298
Erreur	8	0,14272	0,01784		
Total	11	0,22058			

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T2	3	0,5190	A
T3	3	0,41633	A
T1	3	0,397	A
T0	3	0,2920	A

18. Les sucres solubles dans la tige de Pois chiche :

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
TRAIT	3	0,2956	0,09852	0,55	0,664
Erreur	8	1,4392	0,17990		
Total	11	1,7348			

Comparaisons deux à deux de Fisher : Informations de groupement
avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de
Fisher et un niveau de confiance de 95 %

TRAIT	N	Moyenne	Groupement
T3	3	1,476	A
T1	3	1,349	A
T0	3	1,278	A
T2	3	1,0440	A

19. La surface foliaire de la fève

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
traitement	3	38,43	12,809	5,33	0,026
Erreur	8	19,24	2,405		
Total	11	57,67			

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitement	N	Moyenne	Groupement
T1	3	11,76	A
T3	3	11,273	A
T0	3	9,033	A B
T2	3	7,307	B

20. La surface foliaire du pois chiche

Analyse de variance

Source	DL	SomCar ajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
traitement	3	9,30963	3,10321	362,60	0,000
Erreur	8	0,06847	0,00856		
Total	11	9,37810			

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

traitement	N	Moyenne	Groupement
T2	3	3,5867	A
T3	3	1,8433	B
T1	3	1,6267	C
T0	3	1,3233	D

INTITULÉ : Etude écophysiological de la fève et du pois chiche en condition de stress salin et en présence de molybdène

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en
Biologie et Physiologie Végétale

Notre étude porte sur deux espèces de légumineuse ; la fève (*Vicia faba* L.) et le pois chiche (*Cicer arietinum* L).

Pour mettre en évidence la réponse des deux espèces au stress salin et à la présence du molybdène dans leur milieu de croissance, nous avons procédé à un dosage des paramètres morphologiques et biochimiques. Nous avons mesuré la longueur des parties aérienne et souterraine ainsi que leurs poids, la surface foliaire et nous avons procédé à un dosage de la chlorophylle et des sucres solubles. Nous avons essayé de mettre en évidence des coupes histologiques.

Les résultats obtenus ont montré que le stress salin appliqué a affecté la majorité des paramètres étudiés. A cet effet, la présence de NaCl a entraîné une diminution significative dans la hauteur des tiges des plantes ; de même, il y a une diminution du rendement photosynthétique expliquée par la diminution de la teneur en chlorophylle a, b et totale la surface foliaire

La présence du molybdène en concentration de 0.2 ppm en milieu de culture de nos deux légumineuses a provoqué une augmentation dans la longueur de la tige des deux espèces ainsi que dans leur biomasse fraîche aérienne.

Pour le pois chiche on remarque une meilleure utilisation du molybdène par rapport à la fève, cela peut être dû à l'absorption des racines qui doit être différente entre les deux espèces.

Le molybdène agit contre l'effet négatif du stress salin chez le pois chiche et a augmenté la surface foliaire, le taux de chlorophylle et de sucres solubles.

Pour les coupes histologiques, une meilleure mise au point du protocole est nécessaire pour avoir de bonnes coupes transversales

Mots clés : fève, pois chiche, stress salin, molybdène, chlorophylle, sucres solubles, tige, racine

Laboratoire de recherche : Biologie et physiologie végétale.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme *Labrani Zelikha* (Professeur- UFM Constantine1).

Rapporteur : Mme *Bouzir Salha* (Maître de conférences B - UFM Constantine1).

Examineur : Mr *Chibani Salih* (Maître de conférences A - UFM Constantine1).

Date de soutenance : 24-06-2018