

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université de BLIDA 01



Faculté des Sciences de la Nature et la Vie

Département de Biologie

Mémoire de fin d'Etudes

En vue de l'obtention de Diplôme de Master en domaine SNV

Filière Sciences Biologiques

Option : Biodiversité et physiologie végétale

Thème

Contribution à l'étude de comportement morphologique et histologique
de l'haricot (*Phaseolus Vulgaris L.*) sous contrainte saline

Date de soutenance : 15/07/2021

Présenté par :

- MAHI Amina
- LAMRI Asmaa

Devant le jury :

Mme. CHERIF HS	MAA	Université Blida 1	Présidente
Mme. BENASSEL. N	MAA	Université Blida 1	Promotrice
Mme. BENSALAH. L	MAA	Université Blida 1	Examinatrice

Promotion : 2020/2021

Remerciements

*Avant tout, je remercie « ALLAH » tout puissant de m'avoir donné la force, la
volonté et le*

courage pendant toutes ces années d'études pour concrétiser ce travail.

*Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et nos vives
reconnaisances à Mme*

BENASSEL N. *pour avoir accepté de nous encadrer merci pour votre
orientation, conseils*

vosre patience durant le déroulement de ce travail.

Nous tenons à remercier également les membres de jury.

Mme CHERIF HS. *d'avoir accepté de présider le jury de ce travail*

Mme BELHIS I. *pour avoir eu l'amabilité d'examiner le mémoire.*

*Tous nos enseignants, nous vous remercions d'avoir partagé avec nous votre
passion pour*

*l'enseignement. Nous avons grandement apprécié votre soutien, votre
implication et votre*

expérience tout au long des années.

*Nous tenons à remercier tous nos collègues et toute personne qui nous a aidés de
près ou de*

loin à l'élaboration de ce travail.

Dédicace

Au nom d'ALLAH tout puissant

A ceux qui m'ont donnée la vie, la lumière de mes yeux « mes très chers parents » qui m'ont entourée de leur amour, leur soutien et leur affection et qui m'ont énormément aidée pour ma réussite. Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, je ne pourrai jamais égaler votre mérite et je prie Dieu de me les protéger.

A ma très chère sœur (YOUSRA) et A mon très cher frère (ZAKI) que j'adore énormément.

A mon mari (BOUKHARI) qui m'a tous le temps soutenu dans les moments difficiles.

Et A toute personne qui m'aime

Amina

Dédicace

Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...

Je tiens c'est grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

À MES CHERS PARENTS.

*A mon Père Youssef, "L'épaule solide, l'œil compréhensif et la plus digne
de mon estime et de mon respect.*

Aucune dédicace ne saurait exprimer mes sentiments, que Dieu te

Préserve et te procure santé et longue vie."

*A ma Mère Wasila, «Tu m'as donné la vie, la tendresse et le courage pour
réussir tout ce que je peux t'offrir ne pourra exprimer l'amour et la
reconnaissance que je te porte,*

*En témoignage, je t'offre ce modeste travail pour te remercier pour tes
sacrifices et pour l'affection dont tu m'as toujours entourées."*

*A mon Frère Abdelmalek, mon soutien dans la vie, je lui souhaite plein
succès dans sa vie.*

*A mes Sœurs "Fatima" "Chaima " "Rihab», je vous souhaite à tous joie,
bonheur et réalisation de vos souhaits. Que dieu te bénisse.*

A mon Fiancé surtout.

A tous les membres de ma famille.

A tous mes amis.

Asmaa

Résumé

La présente étude est basée sur des travaux de recherches antérieures. Elle est consacrée à l'effet du stress salin et hydrique sur plusieurs paramètres morpho-histologique pour évaluer le seuil de tolérance au sel des deux variétés du haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) « Djedda et Coco Rose ». cultivées en Algérie.

Les paramètres morphologiques étudiés pour la variété djedida, sont le pourcentage de germination final, la longueur de la racine pivotante, le nombre de racines secondaires, le poids sec des cotylédons et des plantules (sans cotylédons).

L'effet de cinq sels (CaCO_3 , NaCl , KCl , Na_2SO_4 et CaCl_2) avec des concentrations allant de 100 mM jusqu'à 300 mM a été testé sur la germination des graines de *P. vulgaris* var. djedida. Cette étude a révélé des effets inhibiteurs très forts du NaCl , CaCl_2 et Na_2SO_4 comparés au CaCO_3 et au KCl .

Les résultats de l'analyse de la variance ont indiqué que les effets des concentrations de sel et leur effet d'interaction étaient significatifs au niveau de tous les paramètres mesurés.

Les paramètres histologiques ont été étudiés chez la variété locale de (*Phaseolus vulgaris L.*), coco rose.

Au stade de 5 feuilles, les plantules sont arrosées avec quatre concentrations de solutions salines à savoir 0, 50, 100 et 200 meq.l^{-1} . Les résultats des coupes histologiques réalisées sur des coupes transversales de racines et de tiges montrent une variabilité vis-à-vis de l'effet du stress selon l'organe et selon la concentration de solution saline.

En effet, la structure anatomique des racines et des tiges traitées a montré des anomalies significatives; marquées par la diminution du diamètre des vaisseaux du xylème et l'augmentation de leur nombre, sous l'action de concentration saline (NaCl CaCl_2) et selon le type de substrat de culture dont sable normal et sable avec bentonite.

Mots clés : *Phaseolus vulgaris L.* stress salin, Stress hydrique, germination, substrat, bentonite.

Abstract

This study is based on previous research work. It is devoted to the effect of salt and water stress on several morpho-histological parameters to assess the salt tolerance threshold of the crop of two varieties of bean (*Phaseolus vulgaris L.*) "Djedida and Coco Rose". Cultivated in Algeria.

The morphological parameters studied for the djedida variety are the percentage of final germination, the length of the taproot, the number of secondary roots, the dry weight of cotyledons and seedlings (without cotyledons).

The effect of five salts (CaCO_3 , NaCl, KCl, Na_2SO_4 and CaCl_2) with concentrations ranging from 100 mM up to 300 mM has been tested on the germination of seeds *P. vulgaris var. djedida*. This study revealed very strong inhibitory effects of NaCl, CaCl_2 and Na_2SO_4 compared to CaCO_3 and KCl.

The results of the analysis of variance indicated that the effects of the concentrations were and their interaction effect was significant at all parameters measured.

The histological parameters were studied in the local variety of (*Phaseolus vulgaris L.*), pink coconut.

At the 5 leaf stage, the seedlings are watered with four concentrations of saline solutions namely 0, 50, 100 and 200 meq.l⁻¹. The results of the histological sections carried out on transverse sections of roots and stems show variability with respect to the effect of stress according to the organ and according to the concentration of saline solution.

In fact, the anatomical structure of the treated roots and stems showed significant anomalies; marked by the decrease in the diameter of the xylem vessels and the increase in their number, under the action of salt concentration (NaCl CaCl_2) and according to the type of culture substrate including normal sand and sand with bentonite.

Keywords: *Phaseolus vulgaris L.*, salt stress, Water stress, germination, Substrate, bentonite.

ملخص

تستند هذه الدراسة الحالية على ابحاث سابقة وهي مخصصة لتأثير إجهاد الملح والماء على العديد من المتغيرات المورفولوجيا النسيجية لتقييم عتبة تحمل الملح لمحصول نوعين من الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris L.*) " الجديدة وجوز الهند الوردية" المزروعة في الجزائر.

المعلومات المورفولوجيا المدروسة لصنف الجديدة هي النسبة المئوية للإنبات النهائي ، طول الجذر ، عدد الجذور الثانوية، الوزن الجاف للنباتات والشتلات (بدون فلقات).

تم اختبار تأثير خمسة أملاح ($CaCl_2$ ، Na_2SO_4 ، KCl ، $NaCl$ ، $CaCO_3$) بتركيزات تتراوح من 100 ملم حتى 300 ملم على إنبات بذور *Phaseolus vulgaris L.* من نوع جديدة، اشارت نتائج تحليل التباين الى ان تأثير تراكيز الملح و تأثير تفاعلها كان معنويا في جميع المعايير التي تم قياسها.

تمت دراسة المعلومات النسيجية في الصنف المحلي من (*Phaseolus vulgaris L.*) من صنف جوز الهند الوردية في مرحلة خمس أوراق ، تروى الشتلات بمحلول ملحي بأربعة تركيزات ملحية (0 ، 50 ، 100 و 200 ميك و لتر -1) .

اظهرت نتائج المقاطع النسيجية التي أجريت على المقاطع العرضية للجذور والسيقان تبايناً فيما يتعلق بتأثير الإجهاد وفقاً للعضو ووفقاً لتركيز المحلول الملحي.

أظهر التركيب التشريحي للجذور والسيقان تشوهات كبيرة ؛ يتميز بانخفاض قطر الأوعية الخشبية وزيادة عددها ، تحت تأثير تركيز المحلول الملحي ($NaCl$ $CaCl_2$) ووفقاً لنوع الركيزة المزروعة بما في ذلك الرمل العادي والرمل مع البنتونيت.

الكلمات المفتاحية : *Phaseolus vulgaris L.* , الاجهاد المائي, الاجهاد الملحي, , الانتاج, المادة المتفاعلة, البنتونيت.

Liste de figures

Figure 01 : Quelques espèces de la famille des Fabacées.....	5
Figure 02 : Haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	6
Figure 03 : Racines de l'haricot avec nodule.....	7
Figure 04 : Les deux premières feuilles.	8
Figure 05 : La fleur d'haricot.	9
Figure 06 : La gousse (le fruit d'haricot).....	10
Figure 07 : La graine d'haricot.	11
Figure 08 : Graines germées et radicule.....	19
Figure 09 : Graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. (Variété Coco rose).....	19
Figure 10 : Germination des graines de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. Dans des boîtes de Pétri (phase semis).....	21
Figure 11 : Plantules en pot, cultivées en salle de culture à la température ambiante et à la lumière du jour.....	22
Figure 12 : Effet de différents types de solutions salines (NaCl, Na ₂ SO ₄ , CaCl ₂ , CaCO ₃ et KCl) à différentes concentrations de (0, 100, 200 et 300 mM) sur la cinétique de germination de <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>Djedida</i> après 10 jours d'incubation dans des boîtes de Pétri.....	27
Figure 13 : Effet d'interaction des types et des concentrations de sel sur: (A) le pourcentage de germination final, (B) la longueur de la racine pivotante, (C) le nombre de racines secondaires, (D) le poids sec des cotylédons et (E) le poids sec des plantules chez <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>Djedida</i> après 10 jours d'incubation dans des boîtes de Pétri (pour chaque solution de traitement, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité).....	29
Figure 14 : Anatomie des racines de la variété (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). « Rose de Coco » Agée de 21 jours. Les flèches indiquent les vaisseaux du xylème (X40).....	36
Figure 15 : Anatomie des racines de la variété (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.). « Rose de Coco » Agée de 21 jours. Les flèches indiquent les vaisseaux du xylème (X40).....	36

Figure.16 Variation du diamètre du xylème racinaire (μm) après 21 jours de variété d'haricot « Coco rose» cultivée sur substrat de sol sablé avec et sans Bentonite stressé avec NaClCaCl.....**39**

Figure.17 Variation du xylème caulinaire (μm) après 21 jours de variété d'haricot « Coco rose» cultivée sur substrat de sol sablé avec et sans Bentonite stressée avec NaClCaCl₂.....**39**

Liste des Tableaux

Tableau 01 : La production nationale du haricot.....	15
Tableau 02 : diamètre de graine (<i>Phaseolus vulgaris</i> var <i>Djedida</i>).....	16
Tableau 03 : Composition chimique de la solution nutritive .).....	23
Tableau 04 : Analyse de la variance pour les paramètres étudiés chez <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>Djedida</i> en réponse au stress salin utilisant différents types de sel (NaCl, Na ₂ SO ₄ , CaCl ₂ , CaCO ₃ et KCl) à différentes concentrations de (0, 100, 200 et 300 mM).....	34
Tableau 05 : Analyse de la variance pour chaque solution saline (NaCl, Na ₂ SO ₄ , CaCl ₂ , CaCO ₃ et KCl) utilisée pour étudier la réponse de <i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>Djedida</i> au stress salin.....	35
Tableau 06 : Variation du diamètre (µm) des vaisseaux du xylème racinaire et caulinaire au cours du développement des plantes de l’haricot sous le stress au NaCl + CaCl ₂ sans bentonite pendant 21 jours.	37

Liste des Abréviations

CaCl₂ : Dichlorure de calcium.

CaCO₃ : carbonate de calcium.

Cm : Centimètre.

°C : Température.

KCl : Chlorure de potassium

NaCl : Chlorure de sodium

Kg : Kilogramme.

mm : Millimétré.

mg : Milligramme.

ml : Millilitre.

meq.l: Milliéquivalents.

mn : Minute.

Na₂SO₄ : Sulfate de sodium

% : Pourcentage.

µm : Micromètre.

Mm : Millimoles

TRT : Concentration en sel.

FGP : Pourcentage de germination final (n=4*10).

LTR : Longueur de la racine principale (n=12).

SECROOT : Nombre de racines secondaires (n=12).

COTYDW : Poids sec des cotylédons (n=12).

Table de matières

Résumé

Liste de figures

Liste de tableaux.

Liste des Abritions

Introduction	1
Données bibliographique	
I. Généralité sur la plante.	4
1. La famille des Fabacées.	4
2. Genre <i>Phaseolus</i>	5
3. Description botanique.	7
3.1. L'appareil végétatif.	7
3.1.1 Tige.	7
3.2. Racine.	7
3.3. Feuille.	8
3.2 L'appareil reproducteur.	8
3.2.1 Fleurs et inflorescence.	8
3.2.2 Fruit.	9
3.2.3 Les graines.	10
4. Systématique de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	11
5. Répartition géographique.	12
6. Importance de l'haricot.	12
6.1. Economique.	12
6.2. Alimentaire (Nutritionnel).	12
6.3. Agronomique.	13

6.4. Thérapeutique.	13
6.5. Toxicité.	13
7. Rendement de l'haricot.	14
8. Composent de Phaseolus vulgaris L.	15

Matériels et méthodes

1. Effet de stress salin sur la morphologie et l'anatomie des racines et des tiges des plantules de <i>Phaseolus vulgaris L.</i> (variété Djedida et Coco rose).....	18
2. Matériel biologique.....	18
3. Au niveau de la variété Djedida.....	19
3.1. Tests de germination.	19
3.2. Paramètres étudiés.	20
3.3. Analyses statistiques.	20
4. Au niveau de la variété Coco rose.....	20
4.1. Germination des graines.....	20
4.2. Préparation du substrat de culture.	21
4.3. Repiquage.	21
4.4. Préparation des solutions d'arrosage.	22
4.4.1. Solution nutritive.	22
4.4.2. Solutions salines.	23
5. Étude anatomique des tiges et des racines.	24
5.1. Technique de la double coloration.	24

Résultats et dissociions

I. Résultats et discussions morphologique.	26
1. Cinétique de germination.	26
2. Pourcentage de germination final.	27
3. Longueur de la racine pivotante.	28
4. Nombre de racines secondaires.	28
5. Poids sec des cotylédons.	31
6. Poids sec des plantules.	32
Résultats statistiques	33
II. analyse des coupes anatomiques.	36
1. Variation du diamètre du xylème racinaire et caulinaire (μm) des plantes stressées à la salinité sans l'utilisation de la bentonite.	36
1.1 Réponses du xylème racinaire.	37
1.2. Réponse du xylème caulinaire.	38
2. Variation du diamètre du xylème racinaire et caulinaire (μm) des plantes stressées à la salinité avec l'utilisation de la bentonite.	38
Discussion.	39
Conclusion	43
Reference bibliographique	45

Introduction

Introduction.

le haricot ou le haricot commun (*Phaseolus vulgaris L.*) reconnu comme l'une des espèces les plus anciennes en représentant une partie importante du régime alimentaire chez l'homme (**Bevilaqua et Antunes, 2015**). En plus de son intérêt comme l'une des principales légumineuses fournissant de l'énergie, les haricots sont également une source importante de protéines dans les pays en développement (**Blair, 2013; Priya et Manickavasagan, 2020**).

La culture du haricot commun (*Phaseolus vulgaris L.*) peut jouer un rôle important dans les systèmes agricoles en Algérie, bien que sa production reste marginalisée par la forte instabilité des rendements due au déficit hydrique et à la carence en phosphore, qui caractérisent la plupart des régions méditerranéennes. En plus de ces contraintes, on estime qu'environ 5 à 30% des régions de production de haricots communs sont affectées par la salinité du sol (**Egamberdieva, 2011; Mansouri et Kheloufi, 2017; Mansouri et al., 2019**).

Les réponses des plantes au stress salin ont été étudiées par l'usage des approches anatomiques, écologiques, physiologiques et moléculaires. Des modifications morphologiques et anatomiques au niveau de la plante sont capables de minimiser les effets indésirables du stress salin (**Poljakoff-Mayber, 1988**). En effet, les sels accumulés dans le sol contribuent à l'élévation de la pression osmotique du milieu et l'approvisionnement de la plante en eau devient de plus en plus difficile. En effet, la salinité peut inhiber la croissance et réduire le rendement du haricot commun en raison de la toxicité ionique, du déséquilibre osmotique et du potentiel hydrique réduit des plantes (**Flowers et Yeo, 1986; Bayuelo-Jiménez et al., 2003; Rady et Mohamed, 2015; Arteaga et al., 2020**).

L'objectif de notre travail est d'étudier l'effet de stress salin sur la tolérance de l'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*), notamment sur les changements Morphologiques et histologique. Nous nous sommes donc basées sur les travaux de (**Mensouri et al., 2019**) et (**Tahri et al., 2020**), sur des variétés cultivées en Algérie. Il a déjà fait l'objet de plusieurs études évaluant sa tolérance au NaCl (**Bouزيد et Rahmoune et al., 2012 ; taibi et al., 2016**) et même l'eau de mer (**Mansouri et Khaloufi ,2017**).

Donc notre travail est réalisé selon les étapes suivantes :

- L'étude morphologique, nous avons comparé les effets des différents types de sels sur la germination des graines, longueur des racines, pois sec de cotylédon et plantule de l'haricot commun (*Phaseolus vulgaris* var. Djedida).

-Etude histologique, ou anatomique des tiges et des racines de Coco rose, au microscope et mettant en évidence l'effet du stress sur les tissus conducteurs (le xylème).

Données
Bibliographique

I. Généralités sur la plante.

1. La famille des Fabacées.

La famille des légumineuses ou fabacées renferme environ 20 000 espèces (**Sierra et Tournebize, 2019**). Elles peuvent être subdivisées en quatre sous familles principales (**Dupont et Guignard, 2015**) :

- **Les Bauhinoïdées** : comprenant les Arbres à orchidées (*Bauhinia*) et les Arbres de judée (genre *Cercis*), remarquables par leurs feuilles simples bilobées.
- **Les Faboïdées** (du genre *Faba*, Fève) : autrefois appelées Papilionacées, en raison de la forme de la corolle en papillon, comprennent de nombreux représentant : les Trèfles, les Pois, les Haricots, le Faux- Acacia...
- **Les Césalpinioïdées** : qui comprennent surtout des ligneux des pays chauds comme les Cassia, les Flamboyants (*Delonix regia*), parure des tropiques ou le Caroubier, seule espèce méditerranéenne de la sous famille.
- **Les Mimosoidées** : proches des Césalpinioïdées, ont un périanthe actinomorphe et réduit mais des étamines généralement nombreuses. Les fleurs sont réunies en capitules sphériques, des sortes de pompons faits surtout d'étamines. Les genres les plus connus sont les Acacias (genre *Acacia* en latin ou *Mimosa* en française) et la Sensitive (*Mimosa pudica*).

Les Fabacées sont remarquables par leur fleur souvent zygomorphe singulière. (**Figure 01**) (**Dupont et Guignard, 2015**). Il s'agit des plantes dicotylédones, qui ont une grande valeur pour l'alimentation humaine et animale. On distingue deux types de légumineuse : les légumineuses fourragères (luzerne, trèfles) et les légumineuses alimentaires (légumes secs, oléagineux et légumes à gousses) (**Rémond et Walrand, 2017**).

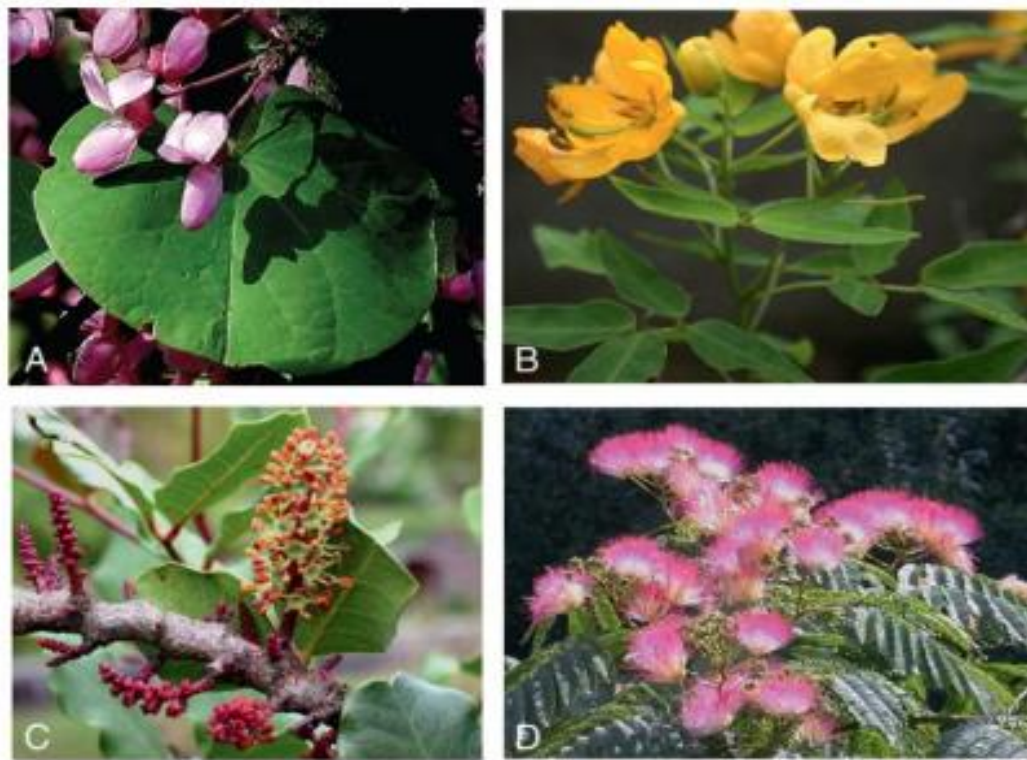


Figure 01 : Quelques espèces la famille des Fabacées. (Dupont et Guignard, 2015).

A : Arbre de Judée.

B : Cassia.

C : Caroubier.

D : Albizzia.

2. Genre *Phaseolus*.

Le genre *Phaseolus* est vaste, incluant approximativement quatre-vingt (80) espèces de plantes herbacées annuelles de la famille des Fabaceae cultivés et espèces sauvages, dont cinq ont été domestiquées à savoir : *P. vulgaris* (haricot commun), *P. coccineus* (haricot d'Espagne), *P. lunatus* L. (haricot de Lima), *P. acutifolius* A. Gray (haricot Tépari), et *P. polyanthus* (Frijol de la vida) (Roméro *et al.*, 2013, Bellucci *et al.*, 2014).

Au sein du genre *Phaseolus*, le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) est l'espèce la plus largement cultivée et la plus économiquement importante. (Porch *et al.*, 2013)



Figure 02: Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). (Bouzid, 2017)

3. Description botanique.

3.1 L'appareil végétatif.

3.1.1 Tige.

Les tiges grimpantes sont peu ramifiées et s'enroulent autour de leur support dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (tiges volubiles). Elles peuvent atteindre deux à trois mètres de haut. Les types nains sont plus ramifiés, prenant un port buissonnant ou dressé, de 40 à 60 cm de haut. Ils se prêtent mieux à la mécanisation des cultures. (Belaadi , 2014)

3.1.2 Racine.

Le système racinaire ou radicaire est constitué d'une racine principale et de nombreuses racines latérales qui se tiennent horizontales sur 10 cm de long. L'état structural du sol influence la profondeur d'enracinement de la plante (de 30 cm en conditions défavorables à 1 m dans d'excellentes conditions) et aussi son alimentation hydrique, déterminante pour la croissance de la plante. Une bonne implantation radicaire permet d'éviter des problèmes de flétrissement de la plante en cas de fortes chaleurs. Sur celles-ci se développent des nodosités formées par des bactéries du genre *Rhizobium*. Ces bactéries fixent l'azote de l'air en puisant l'énergie nécessaire dans les sucres que la plante leurs fournit. Cet azote est restitué à la plante sous forme de composés azotés assimilables (SORO, 2013)



Figure 03: Racines de l'haricot avec nodule. (Mansouri ,2020)

N : Nodule.

R :Racine latérale.

3.1.3 Feuille.

Les feuilles de haricot sont attachées à la tige en différents points qu'on appelle des nœuds. Elles sont disposées une par une à chaque nœud; on dit qu'elles sont alternes. La feuille du haricot est composée chaque partie est une foliole. Chaque feuille s'attache au nœud de la tige par une queue ou pétiole dont la base élargie est la gaine. Des deux côtés de la gaine, on voit deux petites lames vertes ou stipules. Les feuilles ainsi que les tiges sont vertes parce qu'elles renferment une substance verte, la chlorophylle. (Belaadi, 2014)



Figure 04 : Les deux premières feuilles. (Bouزيد ,2017)

3.2 L'appareil reproducteur.

3.2.1 Fleurs et inflorescence.

Les fleurs sont groupées en grappes déterminées (racèmes) de 4 à 10 fleurs, naissant à l'aisselle des feuilles. Les fleurs sont hermaphrodites, zygomorphes, au calice formé de cinq sépales soudés présentant cinq dents regroupées en deux lèvres, à la corolle caractéristique dite « papilionacée, formée de cinq pétales inégaux et très différenciés : l'étendard est le pétale postérieur très développé et redressé. les ailes sont les deux pétales latéraux extérieurs, et la carène est formée des deux pétales inférieurs, partiellement soudés être couverts par les ailes. La couleur des pétales varie du blanc verdâtre au carmin. Les étamines, au nombre de dix, sont

dites diadelphes, c'est-à-dire organisées en deux groupes : neuf d'entre elles sont soudées par le filet, la dixième étant libre. L'ovaire, supère, est formé d'un seul carpelle à placentation pariétale. Les ovules sont fixés sur la suture ventrale. Les fleurs étant fermées (cléistogamie), la fécondation est principalement autogame. Ce caractère facilite la sélection de lignées pures et le maintien de variétés stables. (SORO, 2013)



Figure 05 : La fleur d'haricot. (Bouزيد, 2017)

3.2.2 Fruit.

Les fruits sont des gousses déhiscentes, appelées également « cosses », de forme et de longueur variable. En particulier leur section peut être cylindrique, ovale ou aplatie (haricots plats) (Wortmann, 2006). Chez certaines variétés, se développent des structures fibreuses qui forment à un stade de maturité plus ou moins avancé le « fil » et le « parchemin ».

Chaque gousse contient 4 à 8 graines de taille. Forme et couleur variable. La forme la plus commune est dite « réniforme », typique des haricots, mais on peut rencontrer des grains plus sphériques (d'où les appellations locales de « pois » données à certaines variétés).

Chez les variétés cultivées, on compte de 14 à 80 graines pour 100 g et 730 à 850 graines par litre. La couleur des graines va du blanc au noir en passant par le rouge et les couleurs panachées (Belaadi, 2014).



Figure 06 : La gousse(le fruit d'haricot).In **(DEVI et al .2020)**

3.2.3 Les graines.

Les graines chez *Phaseolus vulgaris L.* sont de forme, de taille et de couleur variable selon les variétés. Respectivement, dont la forme la plus commune renfotrme, typique et sphérique. la taille des graines pour les petites sont inférieur à 25 g/100 graines, les moyennes oscillent entre 25 à 40 g/100 graines et les grandes sont supérieures à 40 g/100 graines, . Les graines de haricot sont brillantes et opaques dont la couleur est : blanche, crème, beige, jaune, brune, marron, rose, rouge, pourpre ou violet et noir. La germination des haricots est dite épigée (les cotylédons émergent au-dessus du sol) et les graines peuvent garder leur faculté germinative de 3 à 5 ans. **(Nyabyenda, 2005)**

Les graines de haricots secs contiennent de la phasine et peuvent de ce fait se révéler toxiques à l'état cru. La phasine appelée aussi phytohémagglutinine se retrouve également chez d'autres légumineuses. Elle est particulièrement concentrée dans les graines de haricots rouges. **(Soro, 2013)**

Les graines peuvent garder leur faculté germinative de 3 à 5 ans. La germination des haricots est dite « épigée ». Tandis que la radicule s'enfonce dans le sol, la croissance de l'hypocotyle entraîne les cotylédons qui se déploient hors du sol. De ce fait la plante apprécie les sols légers qui favorisent une bonne levée. **(Belaadi , 2014)**

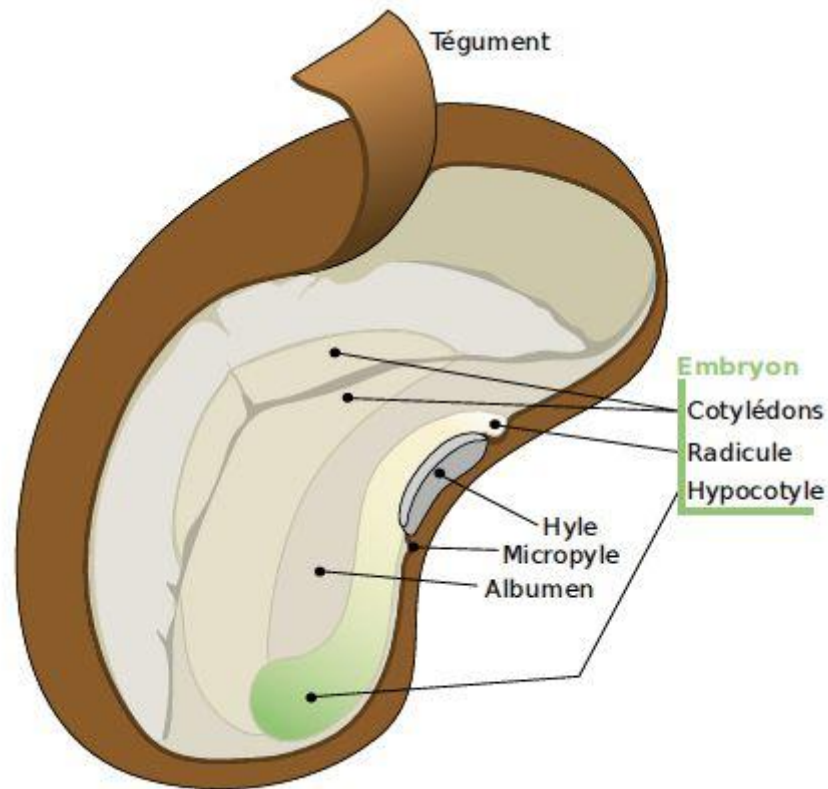


Figure07 : La graine d'haricot. (Bouزيد ,2017)

4. Systématique de *Phaseolus vulgaris* L.

Selon APG IV(2016) le haricot est classé comme suit :

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Sous-famille	Papilionaceae
Tribu	Phaseoleae
Sous-tribu	Phaseolinae
Genre	Phaseolus
Espèce :	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.

5. Répartition géographique.

La domestication s'est produite indépendamment au Mexique et au Guatemala d'une part et au Pérou et dans les pays voisins d'une part, et au Pérou et dans les pays voisins d'une part.

Des ecotype à petites graines sont présent à l'état sauvage au nord de l'Argentine et Amérique centrale. Des graines séchées furent introduites et semées au XVI^{ème} Scécle en Espagne et *Phaseolus vulgaris* se diffusa ensuite en France .

Les gousses immatures ne tardèrent pas à devenir un légume apprécié en Europe .La consommation des gousses vertes a été rendue possible grace à gousses vertes a été rendue possible grace à une réduction considérable du parchemin ;tissu constitué de fibres extrecroisées dans la paroi du fruit . Ce caractère à héredité polygénique fut amélioré par selection en Europe aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} Sciécle. Les Fibres dures qui se trouvent sur les deux sutures furentout d'abord éliminées grâce à une mutation dominante apparue Spontanément au XIX^{ème} Sciecle .Mais plusieurs gènes influent sur la présence de fils et ce caractère et peu ou proué à la réctitude de la gousse ; ce n'est que récemment que des haricots à gousses longues , droites et regulièrement sans fils ont pu être sélectionnées avec succès. Aujourd'hui produit dans le monde entier ,le haricot se trouve dans tous les pays Francophones qu'anglophones ,et devantage dans les zone urbaines que les basses terres, et en saison Fraiche plutôt qu'en saison chaude .(Grubben .2004)

6. Importance de l'haricot.

6.1. Economique.

A l'échelle mondiale, le terme haricot sec désigne plusieurs catégories de haricots. Les haricots secs cultivés en Amérique du nord, en Amérique du sud, en Europe et en Afrique appartiennent surtout à l'espèce *Phaseolus vulgaris* L., généralement appelée haricot commun. Au cours des dix dernières années, la production mondiale de haricots secs a fluctué, mais la tendance est légèrement à la hausse. Pendant cette période, la production varié d'un plancher de 15,7 millions de tonnes en 1994-1995 à un sommet de 18,9 MT en 2002-2003. (F.A.O ,2004)

6.2. Alimentaire (Nutritionnel).

La culture du haricot est destinée à la consommation humaine (les gousses ou graines sont consommées à l'état frais ou les graines à l'état sec) et à l'alimentation des animaux (les résidus de cultures : tiges et gousses). (BOUZID, 2017)

Sur le plan alimentaire et nutritionnel, les haricots constituent une source peu coûteuse de protéines et de vitamines pour l'alimentation humaine, principalement dans les pays en voie de développement (Ismet et Firkret, 2011 ; Roméro et al, 2013; IRAD, 2013). La teneur en protéine des graines s'élève à 20-30% et elles peuvent être considérées de ce fait comme la « viande du pauvre » parce que moins cher que la protéine animale. De plus, leurs protéines sont très intéressantes en certains acides aminés essentiels tels que la lysine, la leucine et la phénylalanine et complètent dès lors la qualité alimentaire des céréales au niveau des protéines (IRAD, 2013)

6.3. Agronomique.

Sur le plan agronomique et en tant que légumineuse, le haricot peut s'intégrer dans les systèmes de production biologique qui utilisent la bio-fertilisation. A cet effet, il est utilisé avec d'autres légumineuses dans les systèmes des rotations et d'associations culturales avec d'autres cultures notamment les céréales dans le but d'assurer la meilleure efficacité d'utilisation des ressources en azote. (Bouزيد, 2017)

Le haricot et d'autres légumineuses sont considérés comme des cultures appropriées pour le perfectionnement de la bioproduktivité et la récupération des terres marginales, parce qu'elles ne sont pas seulement source de fourrage, les fruits et les graines riches en protéines, mais également connues pour l'enrichissement du sol en azote par l'association symbiotique avec le rhizobium. (Bouزيد, 2017)

6.4. Thérapeutique.

De plus, *Phaseolus vulgaris*, l'espèce la plus importante du genre, est également signalée comme une plante de grande valeur thérapeutique et de potentiel agronomique intéressant si ses exigences écologiques sont respectées. (Missihoun et al. 2017)

Il existe de nombreux ingrédients végétaux disponibles dans les haricots, y compris les composants chimique qui entrent dans la composition des médicaments, ce qui confère aux haricots un effet thérapeutique. (Devi et al .2020)

6.5. Toxicité.

La phytomhémagglutininie de haricot commun *Phaseolus vulgaris* L. parait une substance extrêmement antinutritionnelle et toxique pour l'être humain et son ingestion avec des gousses crues peut provoquer des problèmes digestives graves : diarrhée, vomissement. Diminution d'appétit, suivis par une perte de poids progressif qui se termine dans plusieurs cas par la mort.

La résistance de PHA contre l'acidité de l'estomac et les enzymes protéolytiques de tractus digestif n'empêche pas de l'éliminer définitivement de l'haricot ingéré. Cependant, heureusement la PHA est une protéine thermolabile qui peut être dénaturée par des traitements thermiques (Cuisson ou thermocoagulation), de plus, lors de broyage, les réactions d'adsorption de composés polyphénoliques, tanins ou polyphénols solubles, pourraient réduire aussi sa toxicité potentielle.(Naciri ,2020)

7. Rendement de l'haricot.

En 2006, la production mondiale de haricots, selon les statistiques publiées par la FAO, s'est élevée à 28,6 millions de tonnes, dont 19,6 de haricots secs (68 %), 6,4 de haricots frais (22 %) et 2,6 de haricots verts (9 %). En 2002, ces chiffres étaient respectivement de 25,7, 18,3, 5,7 et 1,7 million de tonnes. Entre 1961 et 2006, la production totale de haricots a doublé passant de 14,4 à 28,6 millions de tonnes, progressant assez régulièrement au taux de 1,5 % par an.

Pour les haricots secs, la production mondiale est estimée à 19,6 millions de tonnes en 2006 (source : FAO). La surface totale consacrée à cette production représentait un peu plus de 26 millions d'hectares pour un rendement moyen de 7,4 quintaux par hectare. Les quinze premiers pays représentent plus de 80 % du total mondial.

Les trois premiers, Brésil, Inde et Chine représentent 44 % du total et les six premiers (les précédents plus Birmanie, Mexique et États-Unis) près des deux-tiers. **(Belaadi , 2014)**

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, 33 % À lui seul, le haricot représente un tiers de la production mondiale de légumineuses la production mondiale de l'haricot vert est de 20 737millions kilos avec une superficie totale de 1,53 millions d'hectares, selon les données de FAOSTAT, organisme de statistique de l'organisation des nations unies de l'alimentation et de l'agriculture FAO, obtenues en 2012. (FAO, 2012)

En Algérie :

Le tableau 01 montre qu'il y a une augmentation remarquable des superficies destinées à la culture du haricot vert. La production varie indépendamment de 255230 quintaux à 450964 quintaux. Cette variation est accompagnée par des fluctuations imprévisibles des rendements de 42,60 q/ha en 2000 à 50,6 q/ha en 2009, avec un pic enregistré en 2003 de 60,44 q/ha.

La zone de production se trouve dans le littoral et le sublittoral : Alger, Jijel, Blida, Tlemcen, Tizi ouzou, Bejaia, Oran, Mostaganem. **(ITCMI 2010)**

Tableau 01 : La production nationale du haricot. (FAOSTAT, 2011)

Année	Haricot vert			Haricot sec		
	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
2000	5990	255230	42,6	1280	4190	3,27
2001	6000	295270	49,21	1180	7340	6,22
2002	6400	29700	46,48	1190	8640	7,26
2003	6730	406810	60,44	1560	10960	7,02
2004	7530	411000	54,55	1992	15810	7,93
2005	6928	332650	48,1	9240	6660	5,52
2006	7766	355076	45,72	1496	9145	6,11
2007	8532	413220	48,4	1394	9170	6,6
2008	8622	401208	46,5	1040	5441	5,2
2009	8918	450964	50,6	1616	11588	7,2

8. Composent de *Phaseolus vulgaris L.*

Phaseolus vulgaris contient(52%-76%) de glucide , (14%-33%) de protéine et d' acide aminé. tel que la lysine (6,4-7.6g/100g) ,phénylalanine et tyrosine .**(HUBER ,2016)**

Le contenu nutritionnelle qu'il contient des composés bioactifs tels que les anti-inflammatoires, l'acide phénolique ,les flavonoïde, les flavon-3-ol ,les tanins condensées et les anthocyanes , antioxydants protègent particulièrement de 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) ,3-éthylbenzothiazoline-acide 6-sulfonique (ABTS) et radicaux peroxy. **(Devi et al., 2020)**

Matériel
Et
Méthodes

1. Effet de stress salin sur la morphologie et l'anatomie des racines et des tiges des plantules de *Phaseolus vulgaris* L. (variété Djedida et Coco rose).

Dans le but de connaître l'impact du stress salin sur la morphologie d'haricot commun (**variété Djedida**), nous sommes basées sur les travaux de **Mensouri *et al.*, (2019 et 2020)**. Ce projet de recherche a été réalisé au laboratoire du Département d'Ecologie et d'Environnement, Université de Batna 2, Algérie. Et au niveau cellulaire de l'haricot (**variété Coco rose**), nous sommes basées sur les travaux de recherches de **Tahri *et al.*, (2020)**. Ces travaux ont été réalisés au laboratoire de Botanique à l'Université de Mostaganem.

2. Matériel biologique.

Les expérimentations sont menées sur deux variétés des graines de (*Phaseolus vulgaris* L.) : Graines de (*Phaseolus vulgaris* L.)Variété Djedida. Elles ont été fournies par SARL AGROSEED (Date de récolte : 2016; conditionnement des semences : France; origine : USA; référence : DJ0512). Le poids de mille graines est de 273 g. Les dimensions des graines sont représentées dans le **tableau 2**

Tableau 02 : Dimensions des graines de (*Phaseolus vulgaris* var *Djedida*).

Matériel végétal	Longueur	Largeur	épaisseur	Moyenne
Graines (<i>P.vulgaris</i> var.Djedida)	12.9 ± 0.63 mm	6.46± 0.51 mm	5.69 ± 0.42 mm	± SE; n=50

Graines du haricot (*phaseolus vulgaris* Lvariété **Coco rose** (**figure.08**)).

Avant utilisation, ces graines ont été imprégnées dans une solution d'hypochlorite de sodium à 8% (eau de javel) pendant trois minutes afin de les désinfecter et éliminer les impuretés.

Elles sont ensuite rincées plusieurs fois à l'eau distillée pour éliminer toute trace de chlore. Les graines, une fois séchées en conditions ambiantes, sont déposées en boîte de Pétri pour la germination. Dès les premières germinations, les plantules sont soigneusement repiquées dans des pots en pour l'application de la solution saline.



Figure 08 : Graines de *Phaseolus vulgaris* L. (Variété Coco rose).

3. Au niveau de la variété Djedida.

3.1. Tests de germination.

Dans le but d'évaluer la tolérance au sel pendant la germination, un total de quatre répétitions de dix graines ont été désinfectées avec 1% d'hypochlorite de sodium, rincées à l'eau distillée et immédiatement semées dans des boîtes de Pétri de 9 cm contenant 0.8% d'eau gélosée. L'eau gélosée a été préparée avec divers sels : NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaCO₃ et KCl, avec des concentrations de 0, 100, 200 et 300 mM. Les graines ont été incubées à 25 °C, dans l'obscurité, pendant 10 jours (Mansouri et Kheloufi, 2017).

Les expériences ont été réalisées dans un bloc complètement randomisé. Des comptages de germination ont été réalisés quotidiennement pour évaluer la cinétique de germination. Les graines sont considérées comme germées uniquement lorsque des racicules de 2 mm sont émergées (Figure 09).



Figure 09. Graines germées et radicule.

3.2. Paramètres étudiés.

À la fin de la période de germination, le pourcentage de germination final, la longueur de la racine pivotante, le nombre de racines secondaires, le poids sec des cotylédons et des plantules (sans cotylédons) ont été enregistrés. Le système racinaire du haricot commun est caractérisé par une racine pivotante. Les racines qui en résultent sont appelées racines secondaires, celles qui en sont formées sont appelées racines tertiaires (Díaz-Ruiz, 2012).

Les cotylédons et les plantules ont été pesés séparément après séchage dans une étuve à 80 °C pendant 48 heures. Un nombre de 12 répétitions a été utilisé pour les estimer les paramètres de croissance, à savoir trois échantillons de chacune des 4 boîtes de Pétri. Dans les tests de germination, le pourcentage de germination final (FGP) pour chaque type et niveau de sel a été calculé en utilisant la formule suivante (Côme, 1970) :

$$\text{FGP (\%)} = \frac{\text{Nombre des graines germinées}}{\text{Total des graines testées}} \times 100$$

3.3 Analyses statistiques.

Les expériences ont été menées avec quatre répétitions de dix graines ($n=4 \times 10$) pour la germination des graines et avec 12 répétitions ($n=12$) pour les caractéristiques morphologiques. Les résultats ont été exprimés en moyenne (\pm écart-type). Toutes les données ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à un seul et deux facteurs et au test à comparaison multiples de Duncan ($P < 0.05$) à l'aide du logiciel SAS version 9.0 (*Statistical Analysis System*) (2002).

4. Au niveau de la variété Coco rose.

4.1. Germination des graines.

Les graines sont mises à germer dans des boîtes de Pétri en verre d'un diamètre de 19 cm (**figure.10**). Les boîtes sont garnies de 4-5 rondelles de papier-filtre humidifié de 20 ml d'eau distillée.



Figure 10 :Germination des graines de *Phaseolus vulgaris* L. Dans des boîtes de Pétri (phase semis).

Une dizaine de graines au maximum sont déposées sur les filtres, espacées de manière à éviter un chevauchement des racines pouvant aboutir à la cassure au moment du repiquage. Les boîtes étiquetées, sont ensuite placées à la lumière à une température ambiante de 20°C environ. Une graine est considérée germée, lorsque l'émergence et la croissance de la racicule se manifestent.

4.2. Préparation du substrat de culture.

Deux substrats sont préparés, le premier est composé uniquement de sable. Le deuxième est un mélange de sable et de la bentonite (7%). La culture est réalisée dans des pots en plastique d'une capacité de 2 kg, d'un diamètre de 15 cm et d'une hauteur de 20 cm, dont le fond est tapissé avec du gravier afin d'assurer un bon drainage, sur cette couche est déposée une bande de gaz pour retenir le sable.

Le sable utilisé comme substrat a subi plusieurs opérations successives de lavage avant l'empotage. (3 pots à sable normal, et 3 pots avec la bentonite).

4.3. Repiquage.

Le repiquage a été effectué après une semaine de germination. Les plantules sont transférées soigneusement à raison de 5 plantules par pot, puis déposées en salle de culture à une température ambiante et à la lumière du jour (**figure. 11**).



Figure 11 : Plantules en pot, cultivées en salle de culture à la température ambiante et à la lumière du jour.

4.4. Préparation des solutions d'arrosage.

4.4.1. Solution nutritive.

La solution nutritive utilisée est celle de (**Hoagland, 1938**) diluée au 1/1000^{ème}, mentionnée dans le couramment utilisée au laboratoire de physiologie végétale (**tableau 03**). Les plantes témoins sont arrosées tous les deux jours, afin d'éviter l'épuisement des éléments nutritifs et l'accumulation des sels dans le substrat par évaporation de l'eau exclusivement avec de la solution nutritive à 30% de la capacité de rétention pour le stade (1-2 feuilles). Au stade (3-4 feuilles), nous avons augmenté la dose d'irrigation à 30% de la capacité de rétention. . Le choc salin est appliqué sur les plants dès qu'ils ont atteint le stade de 4-5 feuilles.

Tableau 03 :Composition chimique de la solution nutritive (Hoagland, 1938).

composants	Poids (g.l-1)
Nitrate de potassium (KNO₃)	191.90
Nitrate de calcium (NO₃)₂Ca 4H₂O)	129.80
Nitrate d'ammonium (NO₃NH₄)	210.00
Sulfate de magnesium (SO₄Mg 7H₂O)	61.50
Phosphate mono potassique (PO₄H₂K)	54.40
Di-potassium hydrogénophosphate (PO₄K₂H₃H₂O)	34.23
Chlorure de manganèse (Cl₂Mn 4H₂O)	1.00
Sulfate de cuivre (CuSO₄ 5H₂O)	0.17
Sulfate de zinc (ZnSO₄7H₂O)	0.22
Acide borique (H₃BO₃)	2.86
Molybdate d'ammonium (MO₇O₂₄(NH₄)₇H₂O)	0.28
Complexe ferrique EDTA (C₁₀H₁₂FeN₂NaO₈)	0.05

4.4.2. Solutions salines.

Elles sont préparées pour le premier protocole d'arrosage à partir d'une combinaison de deux sels, le chlorure de sodium (NaCl) et le chlorure de calcium CaCl₂. Le (NaCl) augmente l'absorption de l'eau, dès que sa concentration augmente, il devient toxique et nocif. Le chlorure de calcium est un sel soluble moins toxique que Le (NaCl) ; il joue le rôle d'un catalyseur de croissance, permet la fixation d'azote et possède la capacité de précipiter les substances toxiques que les plantes secrètent.

En outre, l'usage du CaCl_2 dans cette solution saline s'impose en raison du rôle physiologique du calcium chez les végétaux dans la régulation de la croissance et du développement et du métabolisme des plantes (**Kreimer *et al.*, 1988**). A cet effet, le (NaCl) associé au CaCl_2 produit un milieu salin (**Lesaos, 1978**) alors que la solution avec seulement du (NaCl), est plutôt sodique (**Belkhodja, 1996**).

Les deux solutions sont mélangées (V/V) pour obtenir un volume de 2 litres de solution saline à des concentration de 50, 100 et 200 meq.l⁻¹.

5. Étude anatomique des tiges et des racines.

5.1. Technique de la double coloration.

Après chaque traitement, les plantules sont déterrées et débarrassées du substrat par un rinçage à l'eau distillée.

Des coupes transversales sont effectuées à « mains levée » au niveau des organes (tiges et racines) qui sont soigneusement séparés à l'aide d'une lame de rasoir puis sectionnées en segments de 1 à 2 cm de long. Seuls les échantillons des parties médianes sont pris en considération.

Des coupes fines d'une épaisseur moyennant les 20 μm d'épaisseur sont colorées par la technique de double coloration (vert de méthyle/rouge Congo). Les étapes de cette technique sont les suivantes :

- Les coupes histologiques sont d'abord traitées à l'hypochlorite de sodium à 8% pendant 15 mn. Après un rinçage soigneux à l'eau distillée.
- Elles sont Imprégnées dans l'acide acétique à 70% dilué, pendant 2 mn, puis colorées au vert de méthyle à 1% pendant 5 mn ; ce dernier colore en vert les parois lignifiées.
- sont ensuite lavées à l'eau distillée et colorées au rouge Congo à 2% pendant 15 mn ; Ce colorant met en évidence la cellulose qui apparaît en rose ou en rouge.

Résultats
Et
Discussion

I. Résultats et discussions morphologique.

1. Cinétique de germination.

D'après les résultats, les graines de haricot commun ont pu germer en tous les paramètres de salinité. Elles sont tolérantes pour différente solution saline, car le type de sel joue un rôle déterminant dans l'induction pour la germination des graines (**Kheloufi et auy., 2016**). Les résultats représentés sur la **figure 10** indiquent que dans les conditions salines des cinq types de sels (NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaCO₃ et KCl), la cinétique de germination exprime trois phases une première phase de latence exprimée par l'imbibition des graines; une deuxième phase exponentielle où l'on assiste à une accélération de la germination et enfin une troisième phase caractérisée par un stade stationnaire indiquant une interruption de la germination. Dans des conditions salines de 100 mM pour tout type de sel, la dynamique de la capacité germinative est légèrement perturbée. Les graines ont manifesté leur sensibilité à partir de la concentration de 200 mM et 300mM en exprimant un taux de germination très réduit avec une phase exponentielle très lente et qui dure beaucoup plus longtemps pour être stabilisé au 10èmejour de l'expérience. Les sels concernés par cette observation sont le NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂ et CaCO₃ (**Figure 12**).Enfin, quel que soit le type de sel utilisé, la capacité germinative des graines stressées par le sel est réduite et ceci pour les trois concentrations. Selon **Rejili et al. (2010)**, les effets osmotiques se traduisent par l'incapacité des graines à absorber des quantités suffisantes d'eau pour les ramener à leur seuil critique d'humidité, nécessaire à la libération du processus de germination. Cependant, les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie de la germination des graines, empêchent la rupture de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination.

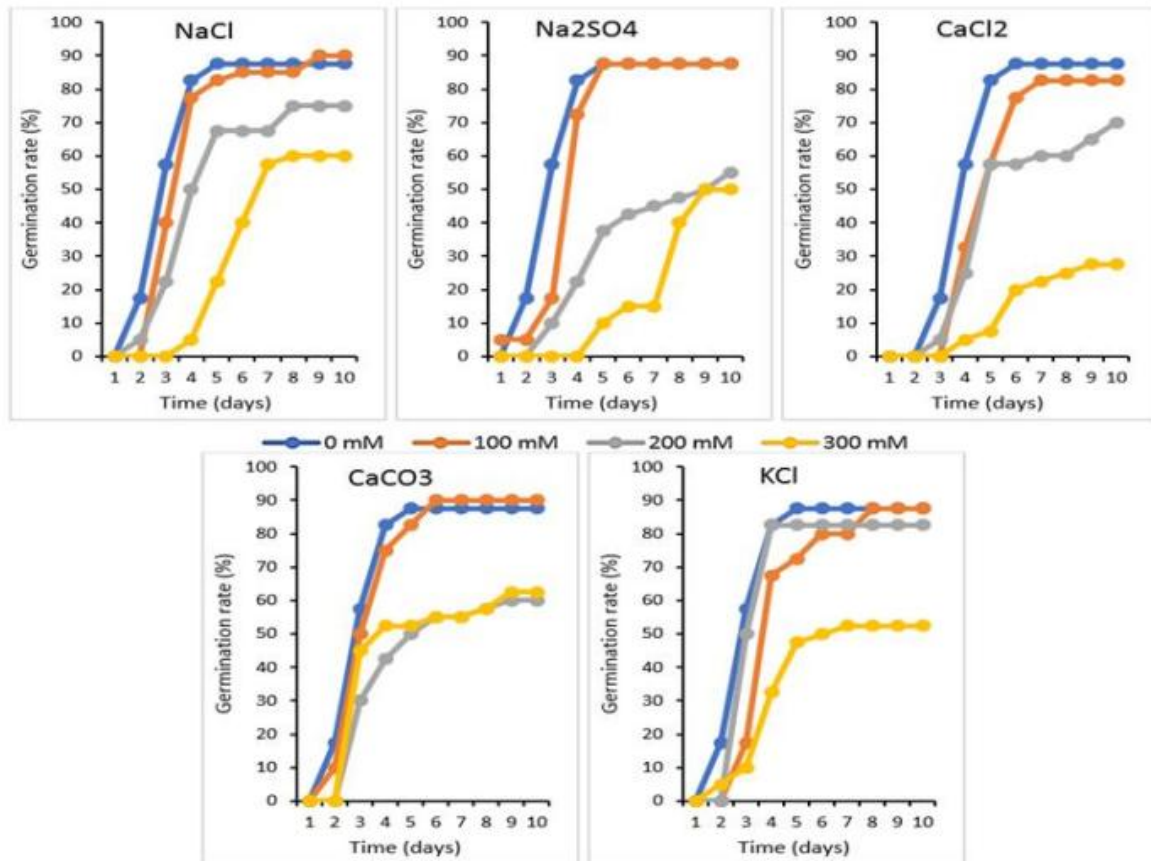


Figure 12. Effet de différents types de solutions salines (NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaCO₃ et KCl) à différentes concentrations de (0, 100, 200 et 300 mM) sur la cinétique de germination de *Phaseolus vulgaris* var. *Djedida* après 10 jours d'incubation dans des boites de Pétri.

2. Pourcentage de germination final.

Selon la **figure 13A**, la germination maximale a été obtenue dans des conditions non salines (traitement témoin) (87.5%). Le FGP le plus bas a été obtenu sous 300 mM de tous les sels enregistrant les valeurs suivantes : 60% (NaCl), 60%(CaCO₃), 52.5% (KCl), 50% (Na₂SO₄) et 27.5% (CaCl₂). Cette réduction du FGP induite par une augmentation du stress salin a été décrite par de nombreux auteurs pour la même espèce de légumineuse (**Beltagi et al., 2006; Taffouo et al., 2010; Cokkizgin, 2012; Mena et al., 2015**). La diminution de la germination est probablement due à un potentiel osmotique soluble réduit provoque une diminution de potentiel hydrique du milieu, élevés des ions toxiques et à un déséquilibre des nutriments des graines. (**Huet Schmidhalter, 2005**) (**Jamil et al., 2006; Tavakkoli et al., 2010**)

La germination des graines du haricot commun par divers sels a été de l'ordre de NaCl>KCl>CaCO₃>Na₂SO₄>CaCl₂ (**Tableau 05**).

Kaymakanova (2009) a également montré que les trois cultivars de *Phaseolus vulgaris* étudiés étaient inhibés plus fortement par le Na_2SO_4 que par le traitement au NaCl . Cela peut être attribué au fait que différents sels ont différents effets inhibiteurs sur l'induction de la suppression de la germination en abaissant le potentiel osmotique du milieu (**Moghaddam et al., 2018**). La plupart des études ont montré que l'effet des sels sur la germination est principalement osmotique et peu de chercheurs ont montré qu'il pouvait être à la fois ionique et osmotique (**Duan et al., 2004; Joshi et al., 2005; Zhang et al., 2010**).

3. Longueur de la racine pivotante.

La longueur des racines est le paramètre le plus important relié au stress salin. En effet, les racines sont en contact direct avec le sol et absorbent l'eau du sol et le fournit au reste de la plante. Pour cette raison, la longueur des racines fournit un paramètre important en réponse au stress salin (**Munns, 2011; Kheloufi et al., 2018**). La longueur de la racine pivotante a montré une différence très significative entre l'effet d'interaction de divers sels et différentes concentrations de salinité (**Figure 13B**). En augmentant les niveaux de salinité, la longueur de la racine pivotante a diminué. La longueur de racine la plus élevée a été enregistrée dans le traitement témoin (6.97 cm) (**Figure 13B**). La longueur de la racine pivotante des divers sels a été de l'ordre de $\text{CaCO}_3 > \text{KCl} > \text{NaCl} > \text{CaCl}_2 > \text{Na}_2\text{SO}_4$ (**Tableau 04**). La diminution de la longueur des plantes et d'autre paramètres de croissance sont les effets les plus distincts et les plus évidents du stress salin, car l'inhibition de la croissance est probablement la réponse la plus générale des plantes au stress (**Munns et Tester, 2008**). **Bayuelo-Jimenes (2002)** a rapporté que les espèces tolérantes au sel tel que *Phaseolus vulgaris* maintenaient une croissance racinaire relativement élevée même à 100 mM de NaCl .

4. Nombre de racines secondaires.

Le développement d'un système racinaire robuste est crucial pour la survie des plantes et la compétition pour les ressources du sol (**Schenk, 2006**). La salinité a un effet significatif sur les racines secondaires. Ces effets de sels sur les fonctions des membranes cellulaires et des parois cellulaires peuvent affecter le potentiel hydrique du cytosol et l'extensibilité cellulaire, et ainsi, affecter la croissance des plantules (**Kheloufi et al., 2018**).

Les résultats ont montré que les racines secondaires ont été enregistrées principalement chez le contrôle et sous 200 mM de NaCl , CaCO_3 et KCl (**Figure 13C**).

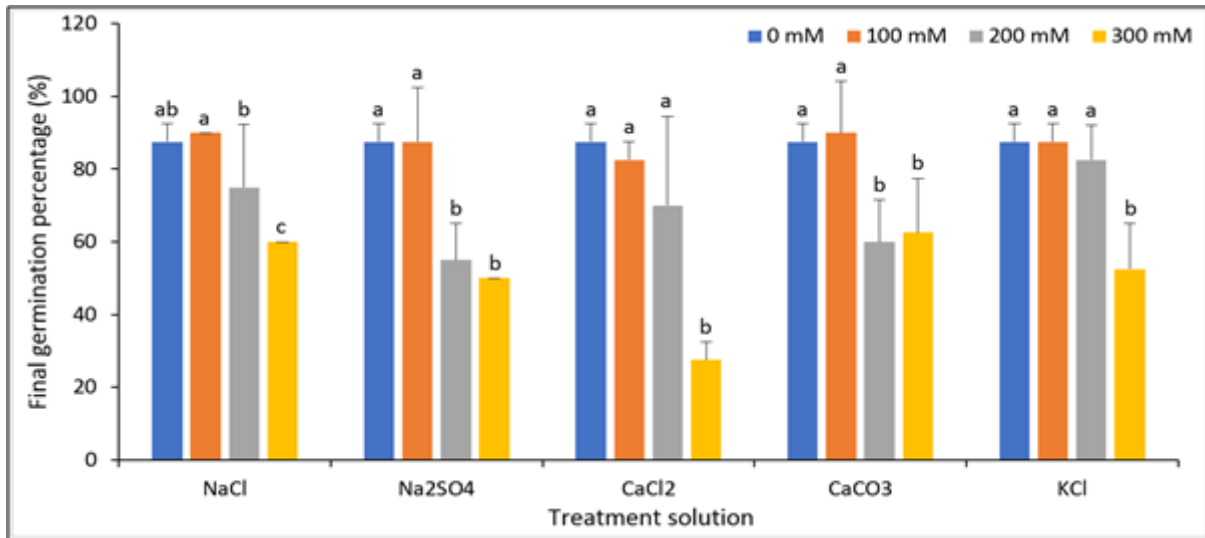


Figure13 A.

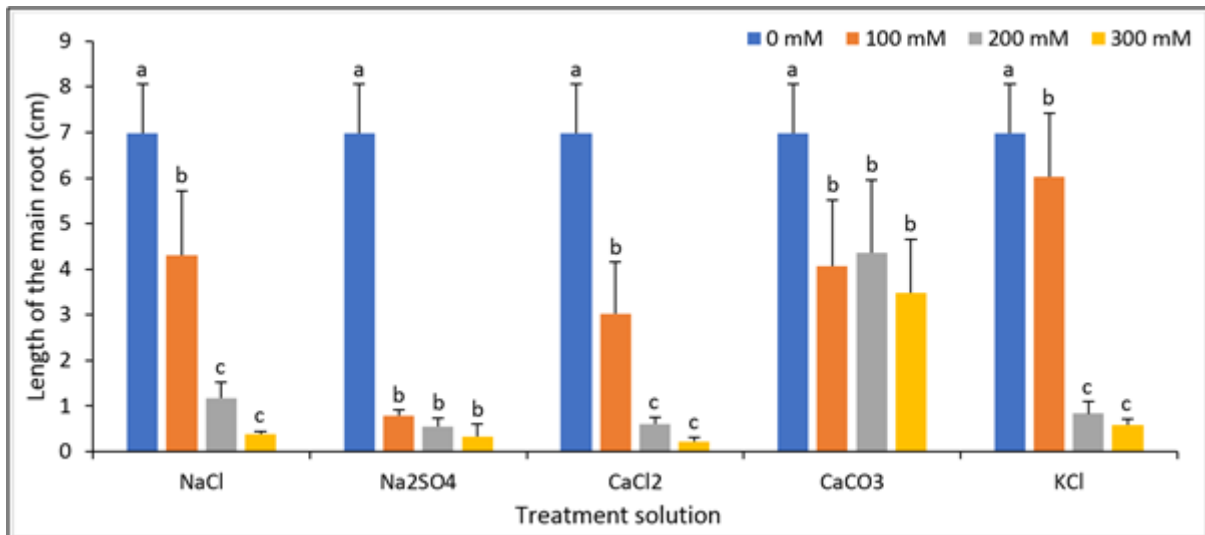


Figure13 B.

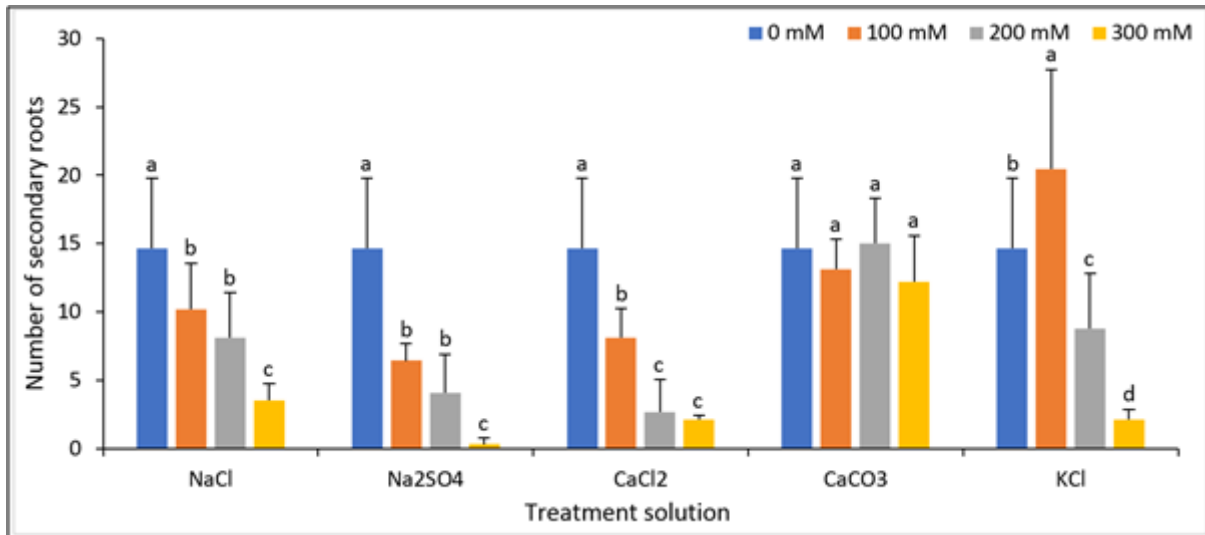


Figure 13C.

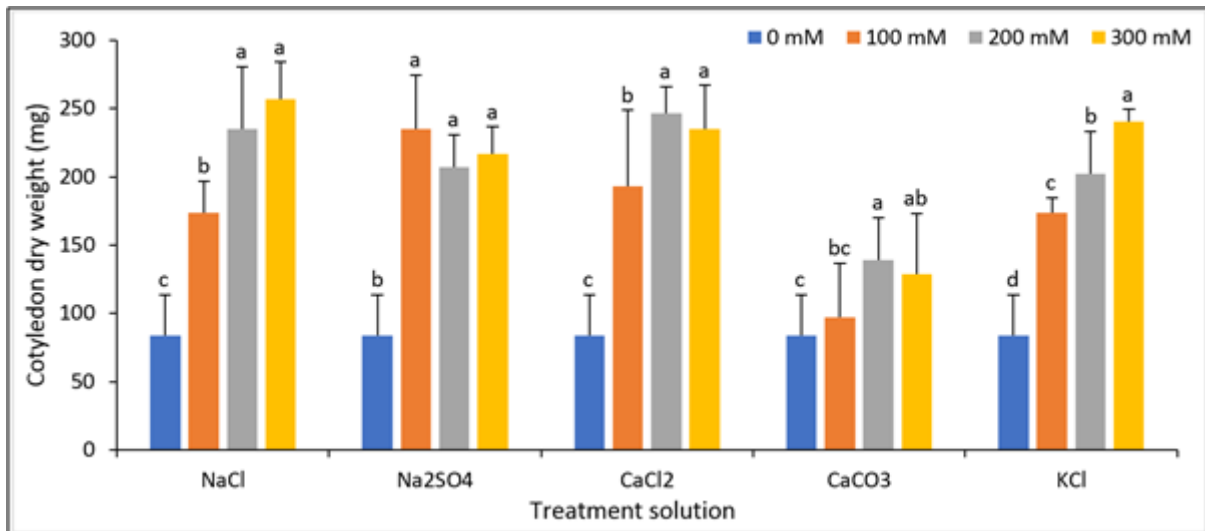


Figure 13D.

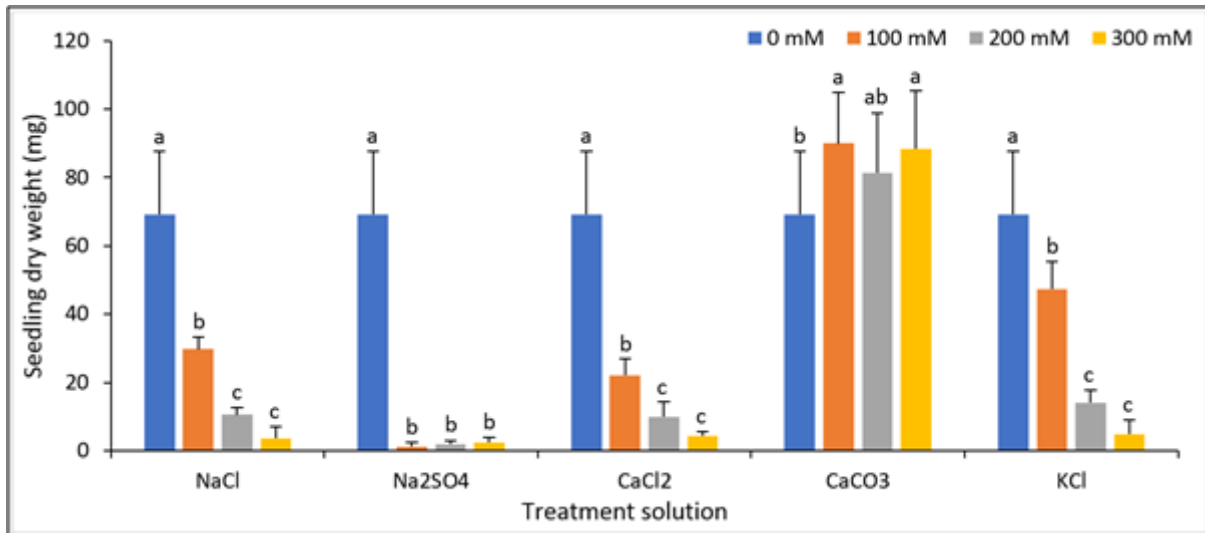


Figure13 E.

Figure 13. Effet d'interaction des types et des concentrations de sel sur: (A) le pourcentage de germination final, (B) la longueur de la racine pivotante, (C) le nombre de racines secondaires, (D) le poids sec des cotylédons et (E) le poids sec des plantules chez *Phaseolus vulgaris* var. *Djedida* après 10 jours d'incubation dans des boîtes de Pétri (pour chaque solution de traitement, les moyennes suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité).

Les graines de *Phaseolus vulgaris* L. ont conservé la capacité de produire des racines secondaires (jusqu'à 12cm) uniquement avec le CaCO₃ et ceci même sous la concentration de 300 mM. (**Tableau 03**). Alors que sous le même niveau, les effets inhibiteurs de Na₂SO₄, CaCl₂, NaCl et KCl ont été plus accrus (**Figure 13C**). Selon la même figure, la valeur la plus élevée de racines secondaires est obtenue à 100 mM de KCl (approximativement 20). La salinité élevée produisait une sécheresse physiologique dans la plante. Nos résultats corroborent avec ceux de **Nuñez-Barrios et al. (1998)** où le haricot commun a dupliqué le nombre de racines secondaires et tertiaires avec une architecture modifiée en réponse à la sécheresse. Un système racinaire profond et étendu a été préconisé pour augmenter la productivité des légumineuses alimentaires dans des conditions de sécheresse et de salinité. (**Mena et al., 2015**).

Duan et al. (2013) ont constaté que les racines primaires et latérales ont des programmes de réponse intrinsèquement différents à la salinité. Les racines latérales ayant une abscission plus forte que les racines primaires après traitement au sel. Sous haute salinité, la production d'acide abscissique (ABA) est induite et elle est nécessaire à la suppression des racines latérales. La capacité du système racinaire à contrôler l'entrée des ions dans la partie aérienne a une importance cruciale pour la survie des plantes en présence de sel (**Chinnusamy, 2005**). De plus, une salinité élevée peut inhiber la croissance des plantules et particulièrement l'allongement des racines en ralentissant l'absorption d'eau par la plante (**Munns, 2002**).

5. Pois sec des cotylédons.

Au cours du processus de germination, la mobilisation des réserves des graines est initiée des cotylédons à l'axe embryonnaire (**Bewley et Black, 1985**). Ce processus se poursuit jusqu'au stade de plantules, dans lequel les sources primaires sont épuisées et la plantule devient autotrophe pour former des feuilles qui effectuent la photosynthèse, la source la plus importante de photosynthétat pour la plante (**Munier-Jolain et al., 1998**). L'axe embryonnaire compose de la plumule et de la radicule qui exigent des nutriments de la graine au début de la germination et qui sont fournis exclusivement par les cotylédons (**Bewley et Black, 1985**).

La biomasse sèche des cotylédons par les divers sels a été de l'ordre de $\text{CaCl}_2 > \text{NaCl} > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{KCl} > \text{CaCO}_3$ (**Tableau 04**). La tolérance des cotylédons au stress salin élevé peut être une stratégie adaptative chez le haricot pour survivre sous des facteurs environnementaux défavorables (**Ruffino et al., 2010**).

Selon **Bathellier et al. (2008)**, lors de l'imbibition de la graine de *Phaseolus vulgaris*, la masse des cotylédons diminue lentement, mais après trois jours, elle s'est accélérée de façon marquée. Les cotylédons ont réduit leur poids sec car ce sont les seules structures qui fournissent des nutriments aux plantules (**Díaz-Ruiz, 2012**). Selon la **figure 13D**, la réduction de la biomasse sèche des cotylédons est proportionnelle aux taux de germination et au développement de plantules. Les relations entre la croissance de la tige et de la racine et fournissent des nutriments provenant des cotylédons, qui peuvent être exprimés par l'accumulation de matière sèche dans la tige et la racine et pour perdre la matière sèche des cotylédons (**Milberg et Lamont, 1997; Koyro et al., 2008**). Au cours du processus de germination, les cotylédons perdent de la matière sèche métabolique et conservent la matière sèche structurelle au cours du développement des plantules afin de devenir les seules structures qui meurent (**Díaz-Ruiz, 2012**).

6. Poids sec des plantules.

D'après **figure 13E**, le poids sec maximum des plantules a été enregistré sous 100 mM de CaCO_3 (89.94 mg), tandis que le minimum a été enregistré sous 100 mM de Na_2SO_4 (1.18 mg). En effet, sous une solution saline opérée par le CaCO_3 , les plantules ont enregistré les valeurs les plus élevées sous toutes les concentrations et également par rapport au témoin. Ensuite, la biomasse sèche des plantules par les divers sels a été de l'ordre de $\text{CaCO}_3 > \text{KCl} > \text{NaCl} > \text{CaCl}_2 > \text{Na}_2\text{SO}_4$. Généralement, les diminutions de la croissance des plantules, dues à l'augmentation de la concentration en sel (100Mm ,200mM, 300Mm) sont causées par des effets physico-chimiques ou osmotiques toxiques qui existent dans les solutions salines (**Sarker et al., 2014**).

Les réductions de la biomasse séché des plantules de *Phaseolus vulgaris L.* dans des conditions salines ont été indicatrices de limitations sévères de croissance à la concentration de 300 mM (**Figure 13E**), La réduction du développement des plantules peut être due aux effets toxiques du sel utilisé, ainsi qu'à une absorption déséquilibrée des nutriments par les plantules (**Jamil et al., 2006**).

Bayuelo-Jiménez et al. (2002) indiquent que le terme « tolérance au sel pendant la germination des graines » est utilisé uniquement pour désigner les situations où les graines germent rapidement dans des conditions de stress salin. Aucune distinction n'est faite entre les effets osmotiques et ioniques du stress salin. De même, la tolérance au sel pendant la croissance précoce des plantules est évaluée sur la croissance absolue à une concentration de sel donnée, ainsi que le pourcentage de croissance sous stress salin par rapport à la croissance dans des conditions sans stress. Les mêmes auteurs démontrent que la tolérance à la salinité chez les espèces de *Phaseolus vulgaris L.* peut également varier selon les stades de développement. La tolérance au sel à la germination et au stade de l'émergence des plantules semble être contrôlée par plus d'un gène et est fortement influencée par le type et la concentration de sel (**Yamaguchi et Blumwald, 2005; Munns, 2005**).

Resultat statistique :

Les résultats de l'analyse de la variance ont indiqué que les effets des types et des concentrations de sel et leur effet d'interaction ont été significatifs au niveau de tous les paramètres étudiés ($P < 0.01$) (**Tableau 04**). La comparaison des moyennes pour chaque type de sel est présentée dans le **tableau 05**. Ces données ont montré que parmi les différents sels,

les effets inhibiteurs les plus faibles sur la germination et les paramètres les plus mesurés appartenaient à CaCO₃ et KCl, et l'inhibiteur le plus élevé était lié à NaCl, Na₂SO₄ et CaCl₂. D'un autre côté, l'effet de la concentration en sel est évident. L'effet inhibiteur le plus élevé a été relié à 300 mM de tous les sels (**Tableau 05**)

Tableau 04 : Analyse de la variance pour les paramètres étudiés chez *Phaseolus vulgaris* var. *Djedida* en réponse au stress salin utilisant différents types de sel (NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaCO₃ et KCl) à différentes concentrations de (0, 100, 200 et 300 mM).

Paramètres	Sources de variables	Degré de liberté	F de Fisher	P
FGP	TRT	3	56,48	< 0,0001
	TYPE	4	3,43	0,0136
	TRT × TYPE	12	2,74	0,0051
LTR	TRT	3	383,59	< 0,0001
	TYPE	4	39,25	< 0,0001
	TRT × TYPE	12	15,64	< 0,0001
SECROOT	TRT	3	70,27	< 0,0001
	TYPE	4	25,48	< 0,0001
	TRT × TYPE	12	8,10	< 0,0001
COTYDW	TRT	3	157,81	< 0,0001
	TYPE	4	37,42	< 0,0001
	TRT × TYPE	12	7,30	< 0,0001
SLDW	TRT	3	165,92	< 0,0001
	TYPE	4	173,03	< 0,0001
	TRT × TYPE	12	23,19	< 0,0001

TRT : Concentration en sel.

FGP : Pourcentage de germination final (n=4*10).

LTR : Longueur de la racine principale (n=12).

SECROOT : Nombre de racines secondaires (n=12).

COTYDW : Poids sec des cotylédons (n=12).

SLDW : Poids sec plantules (n=12).

Tableau 05 : La comparaison des moyennes pour chaque type de sel (NaCl, Na₂SO₄, CaCl₂, CaCO₃ et KCl) utilisée pour étudier la réponse de *Phaseolus vulgaris* var. *Djedida* au stress salin.

Type de sel	Paramètres	Sources de variables	Degré de liberté	F de Fisher	P
NaCl	FGP	TRT	3	9,31	0,0019
	LTR	TRT	3	101,33	< 0,0001
	SECROOT	TRT	3	15,32	< 0,0001
	COTYDW	TRT	3	50,00	< 0,0001
	SLDW	TRT	3	84,97	< 0,0001
Na ₂ SO ₄	FGP	TRT	3	18,86	< 0,0001
	LTR	TRT	3	290,04	< 0,0001
	SECROOT	TRT	3	36,15	< 0,0001
	COTYDW	TRT	3	50,14	< 0,0001
	SLDW	TRT	3	119,20	< 0,0001
CaCl ₂	FGP	TRT	3	17,62	0,0001
	LTR	TRT	3	141,49	< 0,0001
	SECROOT	TRT	3	33,54	< 0,0001
	COTYDW	TRT	3	36,50	< 0,0001
	SLDW	TRT	3	82,16	< 0,0001
CaCO ₃	FGP	TRT	3	6,97	0,0057
	LTR	TRT	3	12,03	< 0,0001
	SECROOT	TRT	3	1,15	0,3449
	COTYDW	TRT	3	4,54	0,0092
	SLDW	TRT	3	2,77	0,0578
KCl	FGP	TRT	3	15,11	0,0002
	LTR	TRT	3	129,21	< 0,0001
	SECROOT	TRT	3	23,18	< 0,0001
	COTYDW	TRT	3	77,80	< 0,0001
	SLDW	TRT	3	74,13	< 0,0001

TRT : Concentration en sel.

FGP : Pourcentage de germination final (n=4*10).

LTR : Longueur de la racine principale (n=12).

SECROOT : Nombre de racines secondaires (n=12).

COTYDW : Poids sec des cotylédons (n=12).

SLDW : Poids sec plantules (n=12).

II. analyse des coupes anatomiques.

Les coupes transversales de racines et de tiges obtenues par la technique de double coloration, sont mis es en observation sous microscope photonique. La mesure des diamètres des cellules des vaisseaux conducteurs est réalisée à l'aide d'un micromètre adapté au microscope.

1. Variation du diamètre du xylème racinaire et caulinaire (μm) des plantes stressées à la salinité sans l'utilisation de la bentonite.

L'analyse des données obtenues montre l'existence d'une influence de la salinité sur la variation du diamètre des vaisseaux du xylème racinaire et caulinaire (figure.14.15).

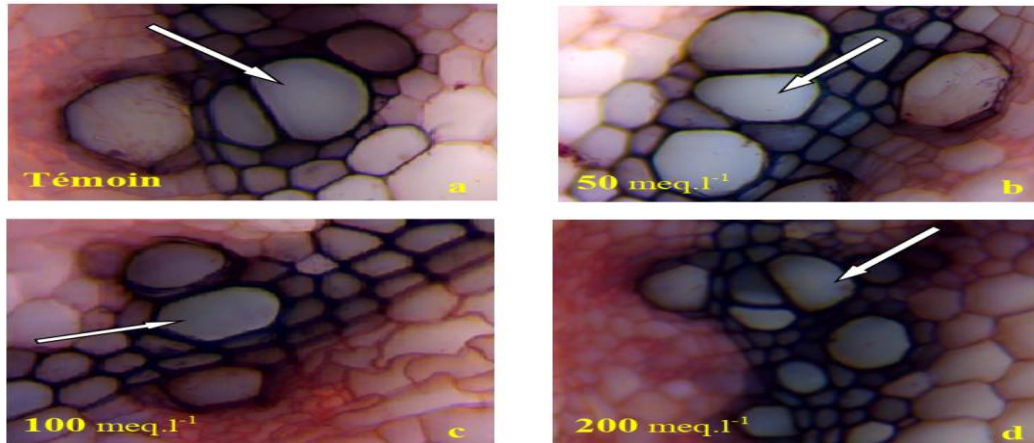


Figure 14 : Coupes anatomiques des racines de la variété (*Phaseolus vulgaris* L.). « Rose de Coco » Agée de 21 jours. Les flèches indiquent les vaisseaux du xylème (X40).

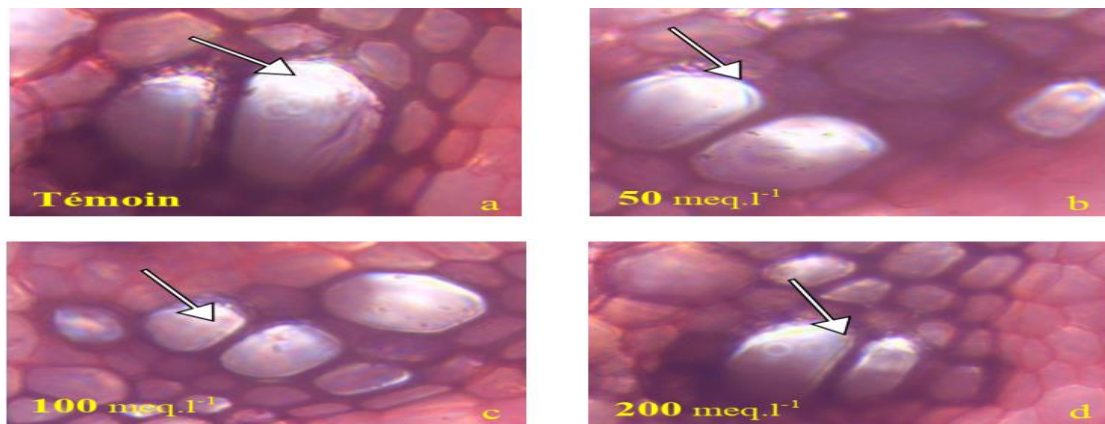


Figure 15 : Anatomie des tiges de la variété (*Phaseolus vulgaris* L.) « Rose de Coco ». Agée de 21 jours. Les flèches indiquent les vaisseaux du xylème (X40)

Tableau 06 : Variation du diamètre (μm) des vaisseaux du xylème racinaire et caulinaire au cours du développement des plantes de l'haricot sous le stress au $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$ sans bentonite pendant 21 jours.

concentration	Témoin 0meq.l^{-1}	50 meq.l^{-1}	100 meq.l^{-1}	200 meq.l^{-1}

Diamètre des vaisseaux du xylème racinaire en (μm)	27,2 μm	17,67 μm	13,43 μm	8,77 μm
Diamètre des vaisseaux du xylème caulinaire en (μm)	20,9 μm	18,5 μm	13,5 μm	8,9 μm

1.1 Réponse du xylème racinaire :

Les plantes traitées à 100 meq.l⁻¹ de NaCl + CaCl₂ présentent ; après deux semaines de stress ; un diamètre très réduit comparativement aux plantes témoins. Au 21^{eme} jour de croissance (**figur.14**), ce diamètre enregistre une nette régression et atteint 13,43 μm . Cette valeur comparé à celle obtenue chez les plantes témoins 27,2 μm et au même stade de croissance ; représente 50%.

A 200 meq.l⁻¹ de NaCl + CaCl₂ ; le diamètre des vaisseaux du xylème chez les jeunes plantules continue à se rétrécir considérablement pour atteindre un diamètre de 8,77 μm (**tableau 06**).

Les plantules soumises à des niveaux élevés de salinité (100 et 200 meq.l⁻¹) ont un diamètre du xylème nettement plus réduit que celui des plantules développées à faible concentration en NaCl + CaCl₂. De même pour le xylème, nous avons remarqué qu'avec l'augmentation de la salinité, il y avait une diminution du nombre des cellules par vaisseaux.

D'autre part, les concentrations élevées de salinité agissent négativement sur la croissance en longueur des plantules et réduit aussi bien la taille que la densité des poils absorbants. La salinité modifie la structure anatomique de la racine et conduit à une diminution du nombre des cellules par vaisseaux du xylème et du nombre d'assises du parenchyme cortical (**Haouala et al., 2007**).

1.2 Réponse du xylème caulinaire :

Chez les plantes témoins ; le diamètre des vaisseaux du xylème caulinaire des jeunes plantes donne des valeurs significativement élevées. Par contre la salinité a influé sur le diamètre puisqu'une réduction est enregistrée par rapport aux tiges des plantes témoins arrosées à la solution nutritive (**figure.15**).

L'anatomie des tiges, montre aussi des modifications structurales au niveau des éléments du xylème. Chez les témoins et les plantules stressées à 50 meq.l⁻¹ de NaClCaCl₂, le diamètre des cellules xylémiennes avoisine les 20 µm (**tableau 06**).

Les mesures réalisées sur les cellules du xylème caulinaire à 100 meq.l⁻¹ donnent un diamètre de 13,5µm. Chez les plantes traitées à 200 meq.l⁻¹ de NaCl + CaCl₂ et après 21 jours de stress, le diamètre des vaisseaux du xylème accuse des valeurs réduites par rapport à celles des témoins 8,9 µm. De même pour le xylème, nous avons remarqué qu'avec l'augmentation de la salinité, il y avait une diminution du nombre des cellules par vaisseaux ainsi que le diamètre des cellules.

2. Comparaison du diamètre du xylème racinaire et caulinaire (µm) des plantes stressées à la salinité avec et sans l'utilisation de la bentonite.

L'examen microscopique des coupes transversales réalisées dans la région médiane des racines, après coloration (Vert de méthyle/rouge Congo), montre que les modifications structurales des vaisseaux du xylème varient selon le mode de traitement apporté aux plantules de *Phaseolus vulgaris L.* ainsi que la nature de sol amendé en bentonite. Les racines représentent de légères modifications structurales au niveau du tissu du xylème ; aux fortes concentrations de sels (200 meq.l⁻¹ de NaCl + CaCl₂), les cellules du xylème présentent une légère réduction dans leur diamètre, ainsi que l'épaississement pariétal. Les résultats obtenus montrent que quel que soit le traitement apporté ; la racine présentée de gros vaisseaux comparativement à la tige. Ce comportement de la racine peut s'expliquer comme un mode d'adapter aux environnements salins.

Au niveau des tiges ; les résultats montrent bien l'action du sel et la présence de la bentonite sur les tissus conducteurs comparés aux témoins (**figure.16.17**). Au fort grossissement ; les mêmes tiges illustrent nettement et considérablement un relâchement dans l'agencement de leur conducteur et notamment de leur tissu du xylème.

Cette réaction se traduit par une réduction dans le nombre des gros vaisseaux et l'épaississement de leurs parois et ceci suivant le traitement apporté.

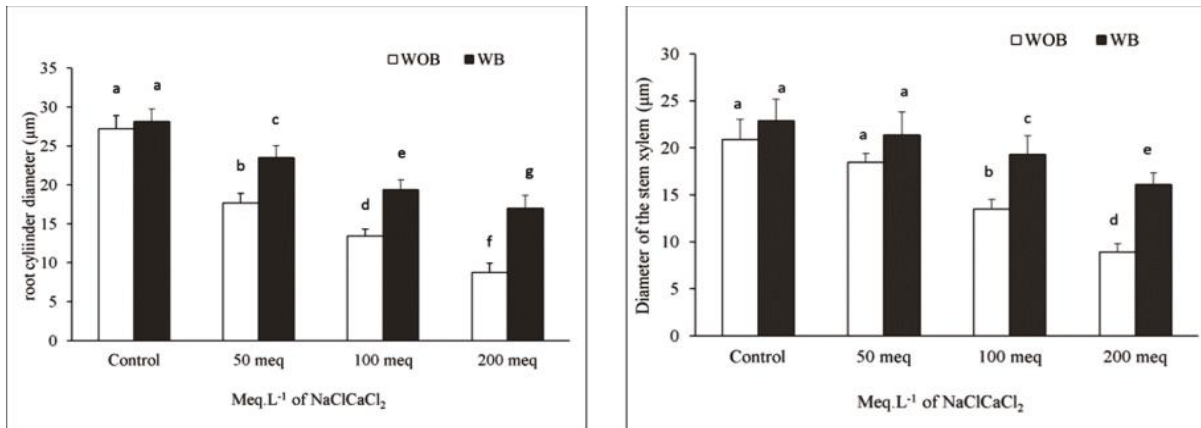


Figure 16. Figure 17 :

Figure.16 Variation du diamètre du xylème racinaire (µm) après 21 jours de variété d'haricot « Coco rose» cultivée sur substrat de sol sablé avec et sans Bentonite stressé avec NaClCaCl₂.

Figure.17 Variation du xylème caulinaire (µm) après 21 jours de variété d'haricot « Coco rose» cultivée sur substrat de sol sablé avec et sans Bentonite stressée avec NaClCaCl₂.

WB = Avec Bentonite.

WOB = Sans Bentonite.

Discussion

L'analyse des résultats obtenus sur le comportement anatomique des plantules soumises à un stress salin fait ressortir plusieurs faits intéressants. Il s'agit d'abord de la résistance relative de l'espèce au stress de la salinité progressive (50,100 et 200 meq.l⁻¹ deNaClCaCl₂) traduite par les paramètres anatomiques pris en considération (diamètre des vaisseaux du xylème racinaire et caulinaire) et les caractéristiques édaphiques à savoir la présence ou l'absence de la bentonite dans le sol.

La réduction des diamètres du xylème racinaire et caulinaire au cours des premières phases de la croissance s'affiche nettement chez les plantules stressées par rapport aux témoins, il y

aurait une réaction de rétablissement par rétrécissement des parois des vaisseaux conducteurs à cause du stress salin (**Zhu, 2001**). Cette réaction de compensation était de courte durée car les plantules n'ont pas parvenue à prolonger leur résistance, le stress de la salinité le plus sévère (200 meq.l⁻¹) s'est avéré plus néfaste pour leur croissance bien que la présence de la bentonite couvre légèrement l'action du sel.

Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif (**Levignereon et al., 1995**). Les effets de la salinité se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduite des nœuds et les réductions du nombre de feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige.

L'étude expérimentale effectuée au laboratoire sur L'haricot (*phaseolus vulgaris L.*) en milieu physiologique a montré de légères modifications structurales dans le xylème des tiges et des racines. Chez les plantes stressées avec NaClCaCl₂, l'épaisseur des cellules vasculaires des pousses était beaucoup plus élevée que dans le contrôle ; l'effet de la salinité dépend de la concentration de sel et de milieu de culture.

Cela a été constaté aussi chez d'autres plantes comme la tomate. En effet les travaux de **Al-Tardeh et Iraki (2013)**, qui ont étudié les semis de deux variétés de tomates exposé au stress salin ont conclu que la salinité réduit la fonction vasculaire des racines. De plus, les profils du parenchyme du phloème et du xylème ont été considérablement réduits dans les environnements salins.

D'autres études confirment que la salinité de l'environnement modifie la structure anatomique de la racine et conduit à une diminution du nombre de cellules de vaisseaux du xylème et le nombre de couches de parenchyme corticale (En général, les plantes cultivées dans un sol sableux avec la bentonite avaient un diamètre de vaisseau du xylème plus grand que ceux cultivés dans un sol sableux sans bentonite, c'est probablement en raison du rôle de la bentonite qui est riche en calcium dans l'atténuation de l'effet de la salinité, comme l'a souligné(**Hellal et al.,2015**).**Haouala et al., 2007 ; Farhana et al., 2014**).

Ces résultats ont été approuvés par (Arbaoui ,2016), avec 10 % de bentonite dans des sols sableux, l'effet de la salinité est réduite sur les plants de tomates. Le stress salin est associé à un grand dépôt de lignine dans le tissu vasculaire et/ou le développement du xylème.

NaClCaCl₂ provoque une lignification significative dans les tissus vasculaires racinaires et oculaire, suggérant un facteur qui inhibe la croissance des racines et par conséquent, représente un mécanisme d'adaptation pour résister au stress imposé par la salinité (Cachorro *et al.*, 1993).

Le tissu vasculaire et la taille des cellules végétales sont réduits lorsqu'ils sont exposés à la salinité. De plus, les sections transversales des racines des plantes exposées à la salinité ont été considérablement réduites, de sorte que les racines des semis stressés par le sel présentaient une réduction fonction vasculaire et parenchyme cortical par rapport aux plantes témoins. Ces changements dans le nombre et le diamètre des vaisseaux du xylème ont eu un impact significatif sur la consommation d'eau et du transport selon plusieurs auteurs (Choat *et al.*, 2008 ; Alsafary *et al.*, 2019). Selon plusieurs études, l'adaptation des plantes au stress salin s'accompagne de changements physiologiques (Shannon, 1997) et des changements anatomiques (Hwang *et Chen*, 1995 ; Çavuşoğlu *et al.*, 2007), inhibition du diamètre et de nombre de xylème (Kiliç *et al.*, 2007). La tolérance au sel peut donc être évaluée par la précocité de la germination.

La réponse au sel des espèces végétales dépend de plusieurs variables, commençant par l'espèce même, de sa variété, aussi de la concentration en sel, des conditions de culture et du stade de développement de la plante (Bennaceur *et al.*, 2001 ; Alaoui *et al.*, 2013).

CONCLUSION

Conclusion.

Au terme de notre travail qui a pour but de chercher un éventuel effet de la tolérance du haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) par le comportement morphologique et histologique sous contrainte Salin.

Les travaux de recherche réalisées par (Mensouri *et al.*, 2019 ; 2020) et (Tahri *et al.*, 2020). Su lesquels nous sommes basées, montrent qu'il y a des modifications morphologiques et histologiques selon la concentration des solutions salines affectant plusieurs paramètres.

D'après les études morphologiques les résultats ont démontré, les effets inhibiteurs des cinq types de sels testés durant la phase de germination du haricot commun. Nous avons remarqué qu'ils différaient considérablement, en particulier dans le cas de NaCl, CaCl₂, et Na₂SO₄. L'effet inhibiteur de ces sels sur le haricot commun étaient très forts, comparés à ceux du CaCO₃ et du KCl. Ces comportements différentiels de *P.vulgaris* dépend du type de sel et selon la variété.

L'étude anatomique réalisée sur des coupes transversales de racines et de tiges des plantules soumises au stress salin appliqué à différentes concentrations de sels combinés (NaCl + CaCl₂). Il en ressort que cette espèce répond différemment aux différents stress appliqués en fonction de l'organe considérée et de la nature du stress.

En effet, l'impact du stress salin se montre au niveau des vaisseaux du xylème racinaire et caulinaire par la diminution de leur diamètre au fur et à mesure que la solution saline augmente. Nous pouvons conclure qu'il s'agit éventuellement d'une forme d'adaptation.

Compartimentation vacuolaire des ions toxiques (Na⁺ et Cl⁻) absorbés et/ou leur exclusion hors de la cellule.

Il s'avère difficile d'estimer les conséquences d'un stress salin, car il recouvre à la fois des stress hydrique, ionique et nutritionnel. Ainsi, les impacts de la salinité sur le développement et le rendement de la plante sont aussi nombreux que difficiles à hiérarchiser. De l'espace intercellulaire des parties aériennes des végétaux par le sel est responsable de la nécrose et de la mort cellulaire.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques.

- **Adda, A., Regagba, Z., Latigui, A. & Merah, O. (2014).** Effect of salt stress on α -amylase activity, sugars mobilization and osmotic potential of *Phaseolus vulgaris* L. seeds var. 'Coco rose' and 'Djedida' during germination. *J.Biol.Sci.* 14(5): 370- 375, DOI:10.3923/jbs.2014.370.375.
- **Ait Allouache, K. (2020).** <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/119179> accès le 25.03.2020.
- **Akhter, J., Mahmood, K., Malik, K.A., Mardan, A., Ahmad, M. & Iqbal, M.M. (2004).** Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. *Plant Soil Environ.*, 50(10): 463-469
- **Alaoui M.M., El Jourmi L. Ouarzane A. Lazar S. El Antri S. Zahouily M. & Hmyene A., 2013.** Effet du stress salin sur la germination et la croissance de six variétés marocaines de blé (Effect of salt stress on germination and growth of six Moroccan wheat varieties). *Journal of Materials and Environmental Science*, 4: 997–1004.
- **Alkama N. (2010).** Adaptation de la symbiose rhizobienne chez le haricot à la déficience en phosphore: détermination de la réponse de la plante en termes d'échanges gazeux et de flux minéraux échangés avec la rhizosphère (Doctoral dissertation, Montpellier, Sup Agro), France, 180 p.
- **Alsafari S. A. Galal H. K. & Bafeel S. O., 2019.** Growth and anatomy of tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) cultivars marmande and oria under salinity stress. *Pakistan Journal of Botany*, 51: 1199–1207. [http://dx. doi.org/10.30848/PJB2019-4\(16\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2019-4(16)).
- **Al-Tardeh S. & Iraki N., 2013.** Morphological and anatomical responses of two Palestinian tomato (*Solanum lycopersicon* L.) cultivars to salinity during seed germination and early growth stages. *African journal of Biotechnology*, 12: 4788–4797. [http://dx. doi.org/10.5897/AJB12.2707](http://dx.doi.org/10.5897/AJB12.2707).
- **Arbaoui M., 2016.** Effets du stress salin sur des plantules de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivées sur substrat sableux amendé en bentonite. Thèse de doctorat. Université d'Oran1, Algérie, 150 pp.

- **Arteaga, S., Yabor, L., Díez, M. J., Prohens, J., Boscaiu, M., & Vicente, O. (2020).** The Use of Proline in Screening for Tolerance to Drought and Salinity in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes. *Agronomy*, 10(6), 817.
- **Aslam, M., Khan, I. A., Saleem, M. and Ali, Z.; 2006.** Assessment of water stress tolerance in different maize accessions at germination and early growth stage. *Pak. J. Bot.*, 38(5) : 1571- 1579.
- **Attia F., 2007 :** Effet du stress hydrique sur le comportement écophysologique et la maturité phénologique de la vigne (*Vitis vinifera* L.) : Etude de cinq cépages autochtones de Midi-Pyrénées. Thèse INP, Toulouse (France), 194p
- **Baba Sid Kaci S., 2010.** Effet du stress salin sur quelques paramètres phoenologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'*Atriplex* en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire de magister en gestion des agrosystèmes sahariens, Université Kasdi Merbah Ouargla : 133P.
- **Bathellier, C., Badeck, F. W., Couzi, P., Harscoët, S., Mauve, C., & Bathellier, C., Badeck, F.W., Couzi, P., Harscoët, S., Mauve, C. &Ghashghaie, J. (2008).** Divergence in $\delta^{13}C$ of dark respired CO₂ and bulk organic matter occurs during the transition between heterotrophy and autotrophy in *Phaseolus vulgaris* plants. *New Phytologist* 177(2):406-418.
- **Basu, S., & Kumar, G. (2020).** Nitrogen Fixation in a Legume-Rhizobium Symbiosis: The Roots of a Success Story. In *Plant Microbe Symbiosis* (pp. 35-53). Springer, Cham.
- Bayuelo-jiménes, J.P. Debouk, D.G., &Lynch, J.P. (2002).Salinity tolerance of *Phaseolus* species during early vegetative growthe.*Crop Sci.*, 42(6):2184-2192.
- **Bayuelo-Jiménez, J. S., Debouck, D. G., & Lynch, J. P. (2003).** Growth, gas exchange, water relations, and ion composition of *Phaseolus* species grown under saline conditions. *Field Crops Research*, 80(3), 207-222.
- **Beebe, S., Rao, I., Blair, M. &Acosta Gallegos, J. (2013).** Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Front.Physiol.*, 4: 1-20, DOI: 10.3389/fphys.2013.00035
- **Beltagi, M. S., Ismail, M. A., & Mohamed, F.H. (2006).** Induced salt tolerance in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) by gamma irradiation. *Pak. J. Biol. Sci.*, 9(6), 1143-1148.
- Beltagi, m.s., Ismail, M.A&Mohamed, F.H. (2006).**Induced salt tolerance in common bean (Phaseolus vulgaris L.)by gamme irradiation.**

- **Belkhodja M. 1996.** Action de la salinité sur le comportement physiologique, métabolique chez la fève (*Vicia faba* L.) Thèse doct. En Sciences Naturelles, Université d'Oran, 255 p.
- **Belkhodja M, Biady., 2004** la réponse des graines d'atriplex halimus L. à la salinité au stade de la germination Edit sécheresse, Vol 15 n 4 pp 331- 355.
- **Bellucci E., Bitocchi E., Rau D., Rodriguez M., Biagetti E., Giardini A, Attene G., Nanni L. & Pap R., (2014).** «Genomics of Origin, Domestication and Evolution of *Phaseolus Vulgaris*», in Tuberosa, R., A. Graner and E. Frison (eds.), *Genomics of Plant Genetic Resources*, Springer Netherlands, Dordrecht, Netherlands, 483-507 p.
- **Belaadi M., 2014.** Etude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés d'Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), mémoire de master en phytopathologie et phytopharmacie, Université 8 mai 1945 Guelma : P 40.
- **Bennaceur M., Lebrun P., Billotte N., Chevallier M.-H. & Bouguedoura N., 2001.** Polymorphisme du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) à l'aide de marqueurs microsatellites du cocotier (*Cocos nucifera* L.) ou du palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). VII es journées scientifiques: Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes. Ed Hamon S, pp 599–600.
- **Bewley, J. D., & Black, M. (1985).** Seeds. In: Seeds, Germination, Structure, and Composition, pp. 1-27. Springer, Boston, MA.
- **Betenod T., 1980** _ l'eau et les hormones. Edit. INRA, Paris, pp.150-152.
- **Bouزيد S. 2017.** Étude de l'effet de l'interaction du molybdène avec l'azote chez les Fabacées cultivées en milieu salin, Thèse de doctorat en biologie végétale, Université Mentouri Constantine 1 : P 181. **Boscaiu, M., & Fita, A. (2020).** Physiological and Molecular Characterization of Crop Resistance to Abiotic Stresses. *Agronomy*, 10(9), 1308.
- **Bouزيد, S. & Rahmoune, C. (2012).** Enhancement of saline water for irrigation of *Phaseolus vulgaris* L. species in presence of molybdenum. *Procedia Eng.*, 33: 168-173, DOI:10.1016/j.proeng.2012.01.1190
- **Boyer, J.S. 1982.** Plant productivity and environment. *Scienced*, New series. **218**, 443-448.
- **Cachorro P., Ortiz A. & Cerdá A., 1993.** Growth, water relations and solute composition of *Phaseolus vulgaris* L. under saline conditions. *Plant science*, 95: 23–29.

- **Cal.G., 2006**, l'étude des mécanismes physiologique et génétique à l'origine du stress salin chez les plantes supérieurs.
- **Çavuşoğlu K., Kılıç S. & Kabar K., 2007**. Some morphological and anatomical observations during alleviation of salinity (NaCl) stress on seed germination and seedling growth of barley by polyamines. *Acta Physiologiae Plantarum*, 29: 551–557.
- **Choat B., Cobb A.R. & Jansen S., 2008**. Structure and function of bordered pits: new discoveries and impacts on whole-plant hydraulic function. *New phytologist*, 177: 608–626.
- **Cokkizgin, A. (2012)**. Salinity stress in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed germination. *Not.Bot. Horti Agrobi. Cluj-Napoca*, 40(1), 177-182.
- **Cordovilla MP, Ligeró F, Lluch C. 1995**. Influence of host genotypes on growth, symbiotic performance and nitrogen assimilation in Faba bean (*Vicia faba* L.) under salt stress. *Plant Soil*. 172: 289-297.
- **Devi M, Dhanalakshmi S , Thillai Govindarajan GE, Tanisha BA, Sonalika T, Ruth GE, Avinash T, Jethendra Sri C, Logeswaran K, Nithish Ramasamy M.,2020**. A Review on *Phaseolus vulgaris* Linn. (2020):1160, 1161, 1162p.
- **Delgado M J, Ligeró F, Lluch C. 1994**. Effects of salt stress on growth and nitrogen fixation by pea, faba-bean, common bean and soybean plants. *Soil Biol. Biochem.*, 26, 371-376.
- **Díaz-Ruiz, R. (2012)**. The distribution of dry matter in bean seedlings in light and darkness conditions. *Applied Photosynthesis*, 335-352.
- **Dunod** ,323 p ISBN : 2-10,48-70.
- **Duan, D., Liu, X., Khan, M. A., & Gul, B. (2004)**. Effects of salt and water stress on the seed germination of *Chenopodium glaucum* L. seed. *Pak. J. Bot.*, 36(4):793-800.
- **Egamberdieva, D. (2011)**: Survival of *Pseudomonas extremorientalis* TSAU20 and *P. chlororaphis* TSAU13 in the rhizosphere of common bean (*Phaseolus vulgaris*) under saline conditions. *Plant, Soil and Environment*, 57(3), 122-127.
- **FAOSTAT., 2011**. base de données de l'organisation mondiale de l'agriculture et de l'alimentation www.faostat.org/chickpea/stat.cal.
- **Farhana S., Rashid P. & Karmoker J. L., 2014**. Salinity induced anatomical changes in maize (*Zea mays* L. cv. Bari-7). *Dhaka University Journal of Biological Sciences*, 23: 93–95.

- **F.a.q., 1988.** Programme de coopération technique. Programme de développement des productions fourragères et de l'élevage. Rapport de synthèse, 45p.
- **F.a.q., 2006** _ Programme de coopération technique .Programme de développement des productions fourragères et de l'élevage .Rapport de synthèse ,45p.
- **Faramarzi, M., Abbaspour, K. C., Vaghefi, S. A., Farzaneh, M. R., Zehnder, A. J., Srinivasan, R., & Yang, H. (2013).** Modeling impacts of climate change on freshwater availability in Africa. *Journal of Hydrology*, 480, 85-101.
- **Feller, C., Bleiholder, H., Buhr, L., Hack, H., Hess, M., Klose, R., Meier, U., Stauss, R., van den Boom, T., & Weber. (1995).** E. Phenological stages of development of vegetables: II. Fruit vegetables and legumes. *Plants Schedule*, 47, 217-232.
- **Flowers, T. J., & Yeo, A. R. (1986).** Ion relations of plants under drought and salinity. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13, 75-91.
- **Frédéric Dupont, Jean-Louis Guignard., 2015.** Botanique: Les Familles de Plantes, édition Elsevier Heath Sciences, Volume 16, 408 pages.
- **Ghashghaie, J. (2008).**Divergence in $\delta^{13}C$ of dark respired CO_2 and bulk organic matter occurs during the transition between heterotrophy and autotrophy in *Phaseolus vulgaris* plants. *New Phytologist*, 177(2),406-418.
- **Gouny, P. et Cornillon, P. (1973).** La salinité, aspects théoriques, mode contrôle. *PHM-Revue Horticole*, 142 : 3-7.
- **Grubben G.J.H ,2004.** Légumes, Ressources végétales de l'Afrique tropicale 2.(2004) P :466,467,468,469.
- **Hamdy A. 1999.** Saline irrigation and management for a sustainable use. In: *Advanced Short Course on Saline Irrigation Proceeding*, Agadir : 152-227.
- **Haouala F., Ferjani H. & El Hadj S.B., 2007.** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 11: 235–244.
- **Hellal F. A., El-Sayed S. A. A. Zewainy R. M. & Abdelhamid M., 2015.** Interactive effects of calcium and boron application on nutrient content, growth and yield of faba bean irrigated by saline water. *International Journal of Plant & Soil Science*, 4: 288–296.

- **Huber K., 2016.** Phenolic Acid, Flavonoids and Antioxidant Activity of Common Brown Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Before and After Cooking. Journal of Nutrition & Food Sciences. (2016) P; 6.
- **Huber K., 2016.** Phenolic Acid, Flavonoids and Antioxidant Activity of Common Brown Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Before and After Cooking. Journal of Nutrition & Food Sciences. (2016) P; 6.
- **Hoagland D.R. & Arnon D. I., 1938.** The water-culture method for growing plants without soil. Circular (California Agricultural Experiment Station), 347: 1– 39.
- **Hopkins WG., 2003.** Physiologie Végétale. Traduction de la 2ème édition américaine par Serge .R. Ed. De Boeck, p. 66-81.
- **Hwang Y.H. & Chen S.C., 1995.** Anatomical responses in *Kandelia candel* (L.) Druce seedlings growing in the presence of different concentrations of NaCl. Botanical Bulletin of Academia Sinica, 36: 181–188.
- **ITIS., (2014).** «ITIS Standard Report Page: *Phaseolus Vulgaris*, Taxonomic Serial No.: 26857», *Integrated Taxonomic Information System*, <http://www.itis.gov> consulté mai 2021
- **ITCMI., 2010.** Fiches techniques valorisées des cultures maraîchères et Industrielles ; La culture du HARICOT. P3.
- **Jaleel, C.A.; Gopi, R. and Panneerselvam, R.; 2008.** Growth and photosynthetic pigments responses of two varieties of *Catharanthus roseus* to triadimefon treatment. Comp. Rend. Biol., 331: 272–277.
- **Jamil, M., Deog Bae, L., Kwang Yong, J., Ashraf, M., Sheong Chun, L., & Eui Shik, R. (2006).**Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species.*J. Centr. Eur Agric.*, 7(2), 273-282.
- **Kaymakanova, M. (2009).** Effect of salinity on germination and seed physiology in bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnology. Biotic. Eq.*, 23(sup.1): 326-329.
- **Kheloufi, A., Chorfi, A., Mansouri, L. M., & Benyamina, H. (2018).** Morpho-physiological characterization and photosynthetic pigment contents of *Acacia karroo* Hayne seedlings under saline conditions. *Agricult. Forest.* 64(2), 87-99.
- **Kheloufi, A., Chorfi, A., Mansouri, L. M., & Benyamina, H. (2018).** Morpho-physiological characterization and photosynthetic pigment contents of *Acacia karroo* hayne seedlings under saline conditions. *Agricult. Forest.*, 64(2), 87-99.

- **Kheloufi, A., Chorfi, A. & Mansouri, L. M. (2017).** Germination kinetics in two *Acacia karroo* Hayne ecotypes under salinity conditions. *OALib. J.*, 4, 1-11.
- **Kheloufi, A, Chorfi, A., & Mansouri, L. M. (2016a).** The Mediterranean seawater: the impact on the germination and the seedlings emergence in three *Acacia* species. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 8(6), 238-249.
- **Kiliç S., Cavusoglu K. & Kabar K., 2007.** Effects of 24- epibrassinolide on salinity stress induced inhibition of seed germination, seedling growth and leaf anatomy of barley. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 2: 41–52.
- **Koyro, H. W., Lieth, H., & Eisa, S. S. (2008).** Salt tolerance of *Chenopodium quinoa* Wild. Grains of the Andes: Influence of salinity on biomass production, yield, composition of reserves in the seeds, water and solute relations. *Mangroves and Halophytes: Restoration and Utilisation*, 133-145. Springer, Dordrecht.
- **Kusvuran, S., Kiran, S., & Ellialtioglu, S. S. (2016).** Antioxidant enzyme activities and abiotic stress tolerance relationship in vegetable crops. *Abiotic and biotic stress in Plants-recent advances and future perspectives* [Internet]. 1st ed. Croatia: InTech, 481-503.
- **Kreimer G, Melkonian M, Holtum J, Latzko E. 1988.** Stromal free Ca^{++} concentration and light mediated activation of chloroplast fructose 1, 6 biphosphatase. *Plant. Physiol.* (86)423-428.
- **Lakdhary, H., (2009).** Les conséquences du changement climatique sur l’agriculture algérienne. Quelle stratégie d’adaptation face à la rareté de l’eau ? Cinquième colloque international : « Energie, changement climatique et développement durable ». Hammamet (Tunisie). 15-17 juin 2009.
- **Lesoaos J. 1978.** Effets du NaCl et du $CaCl_2$ sur la croissance du *Cochléaria Anglica*. *Soc.Bot.* (3) 453-459.
- **Levigneron A, Lopez F, Delbart F. 1995.** Les plantes face au stress salin. *Cah. Agric.* 4, p.263_273.
- **Mansouri L.M, Kheloufi A, Belatreche R, Heleili N, Boukhatem Z.F., (2020).** Effect of nitrogen fertilizer on growth flowering, fruiting and nodulation of three varieties of common bean in the arid region of AIN NAGA (BISKRA, ALGERIA).P:25.

- **Manssouri L.M., (2020).** Etude de l'effet du facteur biotique et abiotique sur les nodulation chez haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). Université de Batna.
- **Mansouri, L. M., Heleili, N., Boukhatem, Z. F., & Kheloufi, A. (2019).** Seed germination and radicle establishment related to type and level of salt in common bean (*Phaseolus vulgaris L. var. Djedida*). Cercet. Agron. in Moldova (Agronomical Research in Moldavia), 52(3), 262-277.
- **Mansouri, L.M. & Kheloufi, A. (2017).**Effect of diluted seawater on seed germination and seedling growth of three leguminous crops (pea, chickpea and common bean).*Agricult.Forest*, 63(2): 131-142, DOI:10.17707/AgricultForest.63.2.11
- **Mansouri, L.M. & Kheloufi, A. (2017).**Effect of diluted seawater on seed germination and seedling growth of three leguminous crops (pea,chickpea and common bean).*Agricult.Forest*, 63(2): 131-142, DOI:10.17707/AgricultForest.63.2.11
- **Mena, E., Leiva-Mora, M., Jayawardana, E. K. D., García, L., Veitía, N., Bermúdez-Carabaloso, I., Collado, R., & Ortiz, R. C. (2015).** Effect of salt stress on seed germination and seedlings growth of *Phaseolus vulgaris L. Cult. Trop.*, 36(3), 71-74.
- **Missihoun et al., J. Appl. Biosci., 2017.** Diversité variétale et gestion paysanne des haricots cultivés du genre *Phaseolus* cultivés au Centre et au Sud Bénin (en Afrique de l'Ouest), Journal of Applied Biosciences 118: 11817-11828.
- **Naciri, N., (2007).** Toxicité de PHA de *Phaseolus vulgaris-L.P* :31.
- **Nyabyenda, P., (2005).** Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique: généralités, légumineuses alimentaires, plantes à tubercules et racines céréales. Presses agronomiques de Gembloux.
- **OECD, (2015).** (The Organization for Economic Co-operation and Development) Consensus Document on the Biology of Common Bean (*Phaseolus vulgaris L.*). No 59. 34 p.
- **Poljakoff-Mayber A. 1975.** Morphological and anatomical changens as a response to salinity stress, in *Plants in Saline Environments. Ecological Studies. Analysis and Synthesis* (Poljakoff-Mayber, A. et Gale, J., Ends). Vol. 15: 97-117. Springer, Berlin.
- **Porch T.G., Beaver S.B., Debouck D.G., Jackson S.A., Kelly J.D & Dempewolf H., (2013).** Use of Wild Relatives and Closely Related Species to Adapt Common Bean to Climate Change. *Agronomy*, 3 (2): 433-61.

- **Priya, T. R., & Manickavasagan, A. (2020).** Common Bean. In Pulses (pp. 77-97). Springer, Cham.
- **Rady, M. M., Mohamed, G. F., Abdalla, A. M., & Ahmed, Y. H. (2015).** Integrated application of salicylic acid and Moringa oleifera leaf extract alleviates the salt-induced adverse effects in common bean plants. *International Journal of Agricultural Technology*, 11(7), 1595-1614.
- **Rejeb, M.N et Ben Salem, M., 1993.** Les divers mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez les végétaux supérieurs, cas du blé et du caroubier. *Bull. Soc. Sci. Nat ? Tunisie*, 22 : 49-52.
- **Rejili, M., Vadel, A.M., Guetet, A., Mahdhi, M., Lachiheb, B., Ferchichi, A., & Mars, M. (2010).** Influence of temperature and salinity on the germination of *Lotus creticus* (L.) from the aridland of Tunisia. *Afr. J. Ecol.*, 48(2): 329-337.
- **Rémond, D., & Walrand, S., (2017).** Les graines de légumineuses : caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé. *Innovations Agronomiques*, INRA, 60.
- **Roméro AO, Damian HMA, Rivera TJA, Baez SA, Huerta LM, Cabrera HE., 2013,** The Nutritional value of Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and its importance for Feeding of Rural communities in Puebla-Mexico, *International Research Journal of Biological Sciences* 2(8): 59-65.
- **Schenk, H. J. (2006).** Root competition: beyond resource depletion. *Journal of Ecology*, 94(4), 725-739.
- **Sierra, J., & Tournebize, R., (2019).** Fixation symbiotique d'azote par les légumineuses en association. Résultats obtenus en Guadeloupe. 12 p. <hal-02373208>.
- **Soro KN., 2013.** Etude de la microflore fongique et son impact sur la production du haricot vert (*Phaseolus vulgaris* var. contender) en zone périurbaine (Abidjan, Côte d'Ivoire), mémoire de master, Protection des Végétaux et de l'Environnement, **UFR des Sciences de la Nature, CÔTE D'IVOIRE** : P45.
- **Son D. ; 2010.** Effet du stress hydrique sur la croissance et la production du sésame (*Sesamum indicum* L.), mémoire de DEA en Gestion intégrée des ressources naturelles, science du sol, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (UPB) : 40P.
- **Tavakkoli, E., Rengasamy, P., & McDonald, G.K. (2010).** High concentrations of Na⁺ and Cl⁻ ions in soil solution have simultaneous detrimental effects on growth of faba bean under salinity stress. *J. Exp. Bot.*, 61(15), 4449-4459.

- **Temagoult M., 2009.** Analyse de la variabilité de la réponse au stress hydrique chez des lignées recombinantes de Tournesol (*Helianthus annuus* L.), Mémoire de magister en Biotechnologies Végétales, Université Mentouri, Constantine : 106P.
- **Vasconcelos, M. W., Grusak, M. A., Pinto, E., Gomes, A., Ferreira, H., Balázs, B. ... & Williams, M. (2020).** The Biology of Legumes and Their Agronomic, Economic, and Social Impact. In *The Plant Family Fabaceae* (pp. 3-25). Springer, Singapore.
- **Wang W.X., Brak T., Vinocur B., Shoseyov O. Et Altman A., 2003.** Abiotic resistance and chaperones: possible physiological role of SPI, A stable and stabilising protein from *Populus*. In: Vasill IK (ed) *plant biotechnology 2000 and beyond*. Kluwer, Dordrecht, pp 439-443.
- **World Health Organization. (2020).** Regional Overview of Food Security and Nutrition in the Near East and North Africa 2019: Rethinking food systems for healthy diets and improved nutrition. Food & Agriculture Org.
- **Yadav, S., Modi, P., Dave, A., Vijapura, A., Patel, D., & Patel, M. (2020).** Effect of Abiotic Stress on Crops. *Sustainable Crop Production*, 3.
- **Yamaguchi, T., & Blumwald, E. (2005).** Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. *Trends in Plant Sci.*, 10(12), 615-620.
- **Zhang, H., Irving, L. J., McGill, C., Matthew, C., Zhou, D., & Kemp, P. (2010).** The effects of salinity and osmotic stress on barley germination rate: sodium as an osmotic regulator. *Ann.Bot.* 106(6): 1027-1035, DOI: 10.1093/aob/mcq204.
- **Zhu JK. 2001.** Plant salt tolerance. *Trends in plant Sci.*, 6, 66-71.

