



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomiques
Production Végétale

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
KHADIR Fatima Zohra

Le : mardi 26 juin 2018

Contribution à l'étude de l'influence de la salinité en conditions contrôlées sur les paramètres (morphologiques, biochimiques et physiologiques) de quelques légumineuses et leurs possibilité d'utilisation pour la désalinisation des sols.

Jury :

Dr.	BENAZIZ Abdelaziz	MCA	Université de Biskra	Président
Dr.	RAZI Sabah	MCA	Université de Biskra	Rapporteur
M.	BENMEHIA Mohamed Ali	MAA	Université de Biskra	Examineur

Dédicaces

Je dédie humblement ce travail

A ceux qui m'ont appris à vivre à partager a aimé

A ceux qui m'ont appris que les échecs sont les terrains les plus fertiles

Pour semer les victoires, et nom épargné aucun effort pour que je

Puisse atteindre ce but merveilleux après tant d'années d'études, mes

Chers parents que dieux mes les gardent pour qu'ils

Puissent voir les fruits de leurs sacrifices et surtout de leurs dépenses.

A mon cher sœur Hadda source de soutien et d'encouragement a fin réaliser ce travail.

A tout ma famille

A tous mes amies

A toute ma promotion 2017-2018

A ceux qui m'ont aide de près ou de loin

Fatima Zohra

REMERCIEMENTS

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Mes grands remerciements vont d'abord à mon encadreur M^{elle} Razi S. pour avoir accepté de diriger ce travail tout le long de sa réalisation.

Je remercie M^f Benaziza A. pour avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.

Je remercie également M^f Benmehia M.A. d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

J'exprime particulièrement un grand merci par ma sœur Hadda pour son aide et ses encouragements.

Mes remerciements vont aussi à tout le personnel de département d'Agronomie de Biskra.

A tous ceux qu'ont participés de près ou loin à l'établissement de ce travail.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Extension globale de la salinité secondaire dans le monde superficie en million d'hectare.	6
Tableau 2	Réaction des plantes aux différents degrés de salinité.	10
Tableau 3	Caractéristiques des variétés utilisées.	19
Tableau 4	Doses de sel utilisées.	19
Tableau 5	Poids des mélanges (sel-substrat).	20
Tableau 6	Caractéristique des mélanges sel-substrat préparé (pH et CE).	21
Tableau 7	Conductivité électrique des mélanges sel-substrat préparé (pH et CE).	22
Tableau 8	Traitements réalisés.	23

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Dispositifs expérimentaux.	23
Figure 2	Dispositifs expérimentaux des trois cultures pratiquées	24
Figure 3	Influence de la salinité sur la germination des graines d'haricot en fonction du temps.	28
Figure 4	Influence de la salinité sur le taux moyen de germination et la levée de la fève en fonction du temps.	29
Figure 5	Influence de la salinité sur le taux moyen de germination et la levée de luzerne en fonction du temps.	30
Figure 6	Influence de la salinité sur la hauteur moyenne des plantes d'haricot en fonction du temps	31
Figure 7	Influence de la salinité sur la croissance moyenne des plantes de la fève en fonction du temps.	32
Figure 8	Influence de la salinité sur la hauteur moyenne des plantes de luzerne en fonction du temps.	32
Figure 9	Influence de la salinité sur la quantité moyenne de la matière fraîche moyenne produite par l'haricot.	33
Figure 10	Influence de la salinité sur la quantité moyenne de la matière fraîche moyenne produite par la fève.	34
Figure 11	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de la matière fraîche produite par la luzerne.	34
Figure 12	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche produite par l'haricot.	35
Figure 13	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche produite par la fève.	36
Figure 14	Influence de la salinité sur les moyennes de la matière sèche produite par la luzerne.	36
Figure 15	Influence de la salinité sur la quantité moyenne de matière fraîche produite par l'haricot.	37
Figure 16	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière fraîche produite par la fève.	38
Figure 17	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière fraîche produite par la luzerne	38
Figure 18	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche racinaire produite par les racines de l'haricot	39

Figure 19	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche racinaire produite par les racines de la fève.	39
Figure 20	Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche racinaire produite par les racines de la luzerne.	40
Figure 21	Influence de la salinité sur la longueur moyenne des racines de l'haricot.	40
Figure 22	Influence de la salinité sur la longueur moyenne des racines de la fève.	41
Figure 23	Influence de la salinité sur la longueur moyenne des racines de la luzerne.	41
Figure 24	Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en sodium des parties aériennes et racinaires des plantes de l'haricot.	42
Figure 25	Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en sodium des parties aériennes et racinaires des plantes de la fève.	43
Figure 26	Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en sodium des parties aériennes et racinaires des plantes de la luzerne	43
Figure 27	Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en proline des plantes de l'haricot.	44
Figure 28	Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en proline de la plante de la luzerne.	44
Figure 29	Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en proline des plantes de la fève.	45

LISTE DES ABREVIATIONS

Mm	Milli mole
%	Pourcentage
Ha	Hectare
An	Année
G	Gramme
L	Litre
Cm	Centimètre
Kg	Kilogramme
H	Heure
pH	Potentiel hydrique
CE	Conductivité électrique
C°	Dégréé Celsius
F.A.O	Food and Agriculture Organization
NaCl	Chlorure de sodium
Ca	Calcium
K	Potassium
Cl	Chlore

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUES SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES	3
I.1. Salinité des sols.....	3
I.1.1. Définition de la salinité	3
I.1.2. Définition de la salinisation	3
I.1.3. Origine de la salinité	4
I.1.4. Mécanismes de la salinisation des sols.....	4
I.1.4.1. La salinisation primaire	4
I.1.4.2. La salinisation secondaire.....	5
I.1.5. Classification des sols salins	5
I.1.6. Répartition des sols salés dans le monde.....	6
I.1.7. Répartition des sols salés en Algérie.....	7
I.1.8. Restauration et aménagement des sols salins.....	7
I.1.9. Composantes de la salinité	8
I.1.10. Effet de la salinité sur la plante	9
I.1.11. Tolérance des plantes au stress salin.....	12
I.1.12. Mécanismes de la tolérance des plantes à la salinité	13
I. 2. Données générales sur les légumineuses	15
I.2.1. Généralités	15
I. 2.2. Intérêt des légumineuses	15
I. 2. 3. La luzerne (<i>Medicago sativa</i> L.)	16
I. 2.4. La fève (<i>Vicia faba</i> L.).....	17
I. 2.5. L'haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	18
CHAPITRE II : MATERIELS ET METHODE	20

II.1. Matériel de laboratoire	20
II. 2.Matériel végétale.....	20
II. 3. Substrat.....	21
II. 3.1.le sable.....	21
II. 3.2. le terreau.....	21
II.2. Conduite de l'essai.....	22
II.2.1.Choix des doses de sel.....	22
II.2.2. Préparation des graines.....	22
II.2.3. Préparation des pots.....	22
II.2.4. Irrigation.....	23
II .2.5. Conditions de l'essai.....	24
II.2.5.1. Semis.....	24
II.2 .5. 2. Dispositifs expérimentaux	24
II .2.5.3. Durée de l'essai.....	26
II.2.6. Arrachage des plantes.....	26
II.3. Mesure et analyses effectuées.....	26
II.3 .1. Paramètre morphologique	26
II.3. 1.1. Détermination de la hauteur et la longueur des plantes.....	26
II.3.1.2. Détermination de la matière fraîche et de la matière sèche	27
II.3 .2. Les Paramètres Chimiques.....	27
II.3.2.1. Détermination de la teneur en sodium dans plantes.....	27
II.3.3. Paramètres physiologiques.....	28
III.3.1. Le dosage de proline	28
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION	29
III.1 Résultats.....	29
III.1.1. Taux de germination est levée pour les trois cultures en fonction du temps.....	29
III.1.2. Croissance des plantes en fonction du temps.....	32
III.1.3. Matière fraîche aérienne moyenne totale produite par les trois cultures....	34
III.1.4. Matière sèche aérienne.....	36
III.1.5. Matière fraîche racinaire moyenne produite parles trois cultures.....	38
III.1.6. Matière sèche racinaire produite par les trois cultures.....	40
III.1.7. Longueur des racines.....	42

III.1.8. Paramètre biochimique	44
III.1.8.1. Teneur en sodium.....	44
III.1.9 .Paramètre Physiologique	46
III.1.9 .1.Teneur en proline.....	46
III .2. Discussion.....	47
III .2.1.Influence de la salinité sur les paramètres morphologiques de la plante...	47
III .2.2.Influence de la salinité sur les paramètres biochimiques et les paramètres physiologiques	51
III .2.2.1.paramètre biochimique.....	51
III .2.2.1.1.Teneur en Sodium.....	51
III .2.2.2.paramètre physiologique.....	53
III .2.2.2.1.Teneur en proline.....	53
III .2.3. Efficacités des plantes testées dans la phytoremédiation.....	54
CONCLUSION	55
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	56
ANNEXE	65

INTRODUCTION

Au cours de leur développement, les plantes cultivées sont généralement exposées à différents stress environnementaux qui limitent leur croissance et leur productivité. Parmi ceux-ci, la salinité et la sécheresse sont les plus graves. Plus de 20% des terres cultivées dans le monde contiennent des niveaux de sel suffisamment élevés pour causer un stress salin aux plantes cultivées (**Moud & Maghsoudi, 2008**).

La salinisation est le processus par le lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol, elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. C'est la cause technique la plus importante de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Elle est estimée, à partir de diverses données disponibles que : le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol (**Iptrib, 2006**). Approximativement 40 % des surfaces sur terre (**Zahran, 1997**).

La salinité devient un sérieux problème agricole, particulièrement dans les terres irriguées situées dans les zones semi-arides où 20 à 30% des sols sont gravement dégradés (**FAO, 2002**). Les fortes concentrations de sel dans le sol réduisent les rendements de diverses plantes dans le monde (**Gorai & Neffati, 2007**).

Les sols sodiques ont appelés sols salés ou sols halomorphes, ils sont caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles - plus solubles que le gypse - dans l'ensemble ou dans une partie du profil ou par la dégradation de la structure de l'un de leurs horizons - ou de tout leur ensemble - sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels, en particulier du sodium (**Aubert, 1976**).

Ces sols ont une grande extension dans les trois pays du Maghreb (**Aubert, 1976**). En Algérie, 1,5 millions d'hectare sont salés (**Madr, 2004**). Il devient nécessaire de lutter contre ce problème ou de trouver des solutions permettant de les cultiver par certaine production agricole.

Dans certains cas leur mise en valeur nécessite de ne pas laisser croître la teneur en sels des sols, et de ne réaliser que des cultures tolérantes telles que l'orge, la luzerne, le cotonnier, et le palmier-dattiers; dans d'autres, il faut commencer par dessaler le sol et améliorer sa structure (**Aubert, 1976**).

INTRODUCTION

Certaines plantes sont dites halophytes, comme elles peuvent adaptés aux milieux salés, elles sont adaptées. Il est important de chercher jusqu'elles quelle niveau de salinité peut résister une plante agricole, pour pouvoir cultiver ces plantes et aussi de chercher si ses plantes peuvent accumulés les sels pour l'utiliser comme un moyen de désalinisation, et en même temps avoir un rendement, ce qui motivera les agriculteurs à utiliser ces plantes.

L'objectif de ce travail est tester la résistance de trois espèces cultivées de légumineuses à différents taux de salinités et voir la quelles est plus résistante et combien de quantité de sel ses plantes ont accumulé pour voir leur aptitude à la désalinisation.

Dans la première partie de ce travail, nous avons apporté quelques informations bibliographiques sur la salinité et sur les légumineuses, et en deuxième partie nous avons présentés la partie expérimentale.

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

I.1. Salinité des sols

I .1.1. Définition de la salinité

La salinité peut être définie comme étant la quantité globale des sels contenus dans «la solutions du sol» (**Imalet, 1979**). Elle constitue l'un des facteurs abiotiques les plus répandus au niveau de la planète et qui limite fortement les rendements agricoles, notamment dans les régions arides et de semi-arides, où les précipitations sont limitées et ne sont pas suffisantes pour transporter les sels du profil racinaire des plantes (**Khales & Baaziz, 2006**). La salinité se produit après l'évaporation de l'eau dans son état pur laissant derrière elle les sels et les autres substances (**Carter, 1975**). Elle se produit en raison de l'augmentation des concentrations de ces sels comme le chlorure de sodium (**Sun, 2007**).

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles -plus solubles que le gypse- ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions provenant des ces sels est susceptible de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure, qu'ils rendent diffusent (**Aubert, 1976**). Ces deux caractéristiques de ces sols modifient également et diminuent le développement de leur végétation et des cultures qu'on peut faire. Certains des sols salés n'ont que l'un de ces caractères, d'autres présentent les deux à la fois. Les sels les plus solubles habituels dans ces sols sont les chlorures, sulfates, bicarbonates, carbonates, borates, nitrates parfois fluorures de sodium. Dans quelques cas se sont les sels de potassium. Les sels de magnésium ; sulfates en particulier peuvent s'y trouver. Enfin les chlorures de calcium ou de magnésium, ou mixtes de ces deux cations, donnent également naissance à des sols salés, dans ce cas ils sont dits sols hygroscopiques (**Aubert, 1976**).

I.1.2. Définition de la salinisation

La salinisation est un processus d'enrichissement du sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (**Keren & Levy, 2000**). D'après **Mermoud (2006)**, l'accumulation des sels se fait la surface du sol et plus particulièrement dans la zone racinaire, elle se solde par des effets nocifs sur les végétaux et le sol. Ces sels sont le potassium (K^+), le magnésium (Mg^{2+}), le calcium (Ca^{2+}), le chlorure (Cl^-), le

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

sulfate (SO_4^{2-}), le carbonate (CO_3^{2-}), le bicarbonate (HCO_3^-) et le sodium (Na^+). L'accumulation de sodium est aussi appelée *sodification*. Les sels se dissolvent et se déplacent avec l'eau, quand l'eau s'évapore, les sels restent. Tout d'abord, la salinisation implique une accumulation de sel par des processus naturels du fait d'une forte teneur en sel du matériau parent ou des nappes souterraines (*salinisation primaire*). En second lieu, la salinisation est provoquée par des interventions humaines (*salinisation secondaire*), telles que des pratiques d'irrigation inappropriées, par exemple avec de l'eau d'irrigation riche en sel et/ou par un drainage insuffisant (Anonyme, 2009).

I.1.3. Origine de la salinité

Les principaux sels solubles qui interviennent dans la formation des sols salés sont :

- **Les carbonates** : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), le bicarbonate de sodium (NaHCO_3), le carbonate de calcium (CaCO_3) et les carbonate de magnésium (MgCO_3).
- **Les sulfates** : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium (MgSO_4), le sulfate de sodium (NaSO_4) et le sulfate de calcium (CaSO_4).
- **Les chlorures** : représentés principalement par: le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (CaCl_2) et chlorure de magnésium (MgCl_2), de forte toxicité (Aubert, 1982).

I.1.4. Mécanismes de la salinisation des sols

Il faut citer :

I.1.4.1. La salinisation primaire

Elle résulte du processus d'altération des roches. La migration et le dépôt des sels dissous dans l'eau dépendent des caractéristiques du milieu naturel et des précipitations. Dans les régions arides et semi-arides, le lessivage et le transport en profondeur des sels dissous n'existent plus et l'évapotranspiration importante favorise la concentration des sels dans le sol (Anonyme, 2006 ; Le goupil, 1974).

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

Près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle « édaphique », on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels.

I.1.4.2. La salinisation secondaire

Près de 20% des terres salinisées. C'est une salinisation d'origine anthropique; sont qualifiées de «secondaires» dû principalement à l'irrigation des terres avec une eau de mauvaise qualité (eau saline), un lessivage insuffisant et un drainage défaillant (**Anonyme, 2006 ; Le goupil, 1974**).

I.1.5. Classification des sols salins

Il existe plusieurs classifications : américaine, française, russe et celle de la **FAO (1972)**. Parmi ces classifications **Duchaufour (1977)** et **Cherbuy (1991)** ont classé les sols en trois grandes classes: sols salins, sols salins à alcalins et sols alcalins.

La formation des sols salés est en relation étroite avec la présence de l'ion sodium Na^+ sous l'une ou l'autre de ses formes: saline (NaCl , Na_2SO_4) ou échangeable, parfois les deux. Les sols salés sont riches en sels solubles (Sols salins) ou en sodium adsorbé (sols sodiques ou alcalins) :

a- Les sols salins (Solontchaks) ont pour principales caractéristiques leur richesse en sels de sodium neutres (NaCl : chlorure de sodium, Na_2SO_4 : sulfate de sodium), mais contenant également des quantités appréciables d'ions chlorites et de sulfates de sodium, calcium et magnésium. Ces sols sont généralement dominants dans les régions arides et semi - arides.

b- Les sols alcalins (Solonetz) sont riches en sodium échangeable et en revanche pauvres en sels solubles (sels alcalins, carbonates et bicarbonates de sodium, Na_2CO_3 principalement) les sols alcalins se trouvent plutôt dans les zones semi-aride et subhumide.

Ces deux types de sols ont en fait des propriétés chimiques et physiques distinctes, d'où des effets sur les plantes, des traitements pour leur remise en valeur,

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

une distribution géographique et une qualité des aquifères adjacents différents (Maillard, 2001).

I.1.6. Répartition des sols salés dans le monde

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle mondiale. Selon la FAO (1972) et les estimations les plus récentes, elle affecte déjà au moins 400 millions d'ha et en menace gravement une surface équivalente. Elle est donc très importante quantitativement puisque, encore une fois, nous n'avons qu'un milliard et demi d'ha cultivés sur la terre. Généralement, le monde perd en moyenne 10 ha de terres cultivables par minute dont 3 ha (plus de 1,5 millions d'ha par an) à cause de la salinisation. Aujourd'hui, il y a à peu près 400 millions d'ha des terres qui sont affectées par la salinisation (Bot, 2000). En Afrique, près de 40 millions d'ha y sont affectés, soit près de 2% de la surface totale. Au Proche-Orient, près de 92 millions d'ha soit environ 5% de la surface totale, Le tableau 1 présente l'extension globale de ces sols au niveau international.

Tableau 1 : Extension globale de la salinité secondaire dans le monde superficielle en million d'hectare (Ghassemi *et al.*, 1995).

Continent	Salinité légère	Salinité modérée	Salinité forte	Salinité extrême	Total
Afrique	4.7	7.7	2.4	-	14.8
Asie	26.8	8.5	17.0	0.4	52.7
Amérique	2.1	1.8	0.5	0	4.4
Europe	1	2.3	0.5	0	3.8
Australie	-	0.5	-	0.4	0.9
Total	34.6	20.8	20.4	0.8	76.6

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

I.1.7. Répartition des sols salés en Algérie

Selon **Durand (1958)**, en Algérie, les sols agricoles sont dans leur majorité, affectés par la salinité ou susceptibles de l'être. Les sols salins sont très répandus dans les basses plaines de l'Oranie, dans la vallée de Mina près de Relizane, dans le bas Chelif, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et au-delà.

I.1.8. Restauration et aménagement des sols salins

Les méthodes employées pour récupérer, améliorer et aménager les sols salins sont très nombreuses.

a. Drainage

Le drainage selon la FAO, est une technique de suppression naturelle ou artificielle des excès d'eau souterraine et de surface des sels dissous dans les terres afin d'améliorer la production agricole. Dans le cas du drainage naturel, l'excès d'eau s'évacue des champs jusqu'aux lacs, fleuves et rivières. Dans le système artificiel, l'excès d'eau souterraine ou de surface est éliminé par des canalisations souterraines ou de surface. Le drainage a pour objectif :

- 1- D'évacuer l'excès d'eau de pluie par les drains de surface qui recueillent essentiellement l'écoulement de surface.
- 2- De contrôler la profondeur de la nappe et de lessiver les sels dans la rhizosphère.
- 3- De transporter l'eau récupérée dans les drains secondaires jusqu'au collecteur.
- 4- De transporter l'eau des collecteurs jusqu'à l'exutoire du système ou au site d'évacuation. (**Anonyme, 2006**).

b. Lessivage

Le lessivage est une technique qui consiste à dissoudre les sels accumulés dans le sol par des apports d'eau importants et à les entraîner en dessous de la zone racinaire par le mouvement descendant de l'eau (**Anonyme, 2006**).

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

c. Réhabilitation par modification des pratiques culturales

Jachère et travail du sol, utilisation des plantes résistantes à la salure (**Anonyme, 2006**).

d. Le bio -drainage (Anonyme, 2006).

e. La phytoremédiation

D'après **Aoun(2009)**, l'idée d'utiliser des plantes pour extraire les métaux lourds et leurs composantes fut introduite en 1983 bien que le principe soit connu depuis 300 ans. C'est dans les années 1990 que le concept de la remédiation (bio et phytoremédiation) émerge comme une nouvelle technologie qui utilise les plantes vertes et des microorganismes associés (bactéries, champignons) pour le nettoyage d'un environnement pollué. La phytoremédiation comprend plusieurs techniques : la phytoextraction, la phytovolatilisation, la phytostabilisation, la phytodégradation et la rhizofiltration. Plusieurs études ont identifié des espèces végétales hyperaccumulatrices, principalement des halophytes très prometteuses pour le dessalement des sols salins. Cette capacité de dessalement a été principalement estimée par des mesures effectuées en sols salins et des expérimentations consistant à cultiver des halophytes sur ses sol et à établir le bilan de l'exportation du sel par ces plantes. La comparaison de la salure des sols en début et à la fin de l'expérimentation a également montré l'aptitude des halophytes à extraire une quantité appréciable de sel (**Abdelly, 2006**).

I.1.9. Composantes de la salinité

Les composantes de la salinité sont : les stress osmotique, ionique, nutritionnel et oxydatif.

a. Le stress osmotique

La première conséquence de la salinisation tient à la modification du potentiel osmotique de la solution du sol, lorsque la teneur en sels croît.

Selon **Song (2005)**, plus la solution du sol est salée, plus la pression osmotique est élevée et plus il est difficile pour les racines d'extraire l'eau de la réserve du sol. Il en résulte ainsi un ralentissement de leur croissance.

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

b. Stress ionique

Lié à la composition en éléments du sol (carences ou toxicité en certains ions): un déficit en N, P, Mo, Cu, Zn, Fe, B,...etc, peut avoir des conséquences importantes sur le développement des plantes. Un excès de minéraux Al, Na, Cl,... peut avoir des effets toxiques (**Monneveux & This, 1997**).

c. Stress nutritionnel

Selon **Snoussi & Halitim (1998)**, certains sels peuvent affecter la balance nutritionnelle chez les plantes s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale. Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (**Levigneron et al., 1995**).

d. Stress oxydatif

Selon **Parent (2008)** une conséquence des stress environnementaux, comprenant *le* stress salin, est l'apparition du stress oxydatif, c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives d'oxygène (ROS) à des concentrations élevées, qui endommagent les structures cellulaires. Ces derniers sont à l'origine du dysfonctionnement de l'appareil photosynthétique et les autres troubles métaboliques.

I.1.10. Effet de la salinité sur la plante

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale (**Hillel, 2000**). L'influence de la salinité dépend de son degré, ce qui est montré par le tableau 2.

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

Tableau 2: Réaction des plantes aux différents degrés de salinité (Dellavalle, 1992).

Conductivité électrique (mmhos/cm)	Degré de salinité	Remarques
<0.80	Non salin	Généralement sans danger pour les plantes et les plantules.
1.60 - 1.60	Faiblement salin	
1.61-2.40	Moyennement salin	Les plantes sensibles et d'autres plantes peuvent montrer des dégâts suites aux sels solubles présents.
2.41-3.20	Salin	Des dégâts peuvent être observés chez les plantes sensibles.
3.21-6.40	Fortement salin	Les plantes tolérantes à la salinité peuvent se développer, les plantes sensibles sont sévèrement endommagées
> 6.41	Très fortement salin	Très peu de plantes peuvent tolérer ce niveau de salinité

L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns, 1983). Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf & Harris, 2004).

a. Effet de la salinité sur la germination

Selon Karmous (2007), elle agit sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques. Il a été démontré que la salinité inhibe la germination par son effet osmotique où elle affecte tous les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à cette dernière pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon (Maas & Poss, 1989).

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

b. Sur la croissance et le développement

La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante : La concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+} qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^+ s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+} , K^+ , N, P et Ca^{2+} dans la plante. (**Levitt, 1980**). Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+ , Ca^{2+} ou NO_3^- deviennent limitant (**Haouala, 2004**). Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol (**Jabnoue, 2008**).

c. Sur la physiologie de la plante

L'effet de la salinité sur la physiologie de la plante se fait sur deux paramètres: sur les échange gazeux et la photosynthèse et sur la reproduction.

d. Sur les échanges gazeux et la photosynthèse

D'après **Alem (2002)**, la salinité affecte l'activité physiologique de la feuille, et plus particulièrement la photosynthèse, qui présente la cause principale de la réduction de la productivité végétale.

Selon **Munns (2008)**, la réduction de la photosynthèse est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire, qui est à l'origine de la fermeture des stomates qui cause la réduction de la conductance stomatique. La diffusion du CO_2 à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue par conséquence.

e. Sur la physiologie de la reproduction

Selon **Hu (2005)** la salinité réduit le taux de croissance de la plante et ses organes reproducteurs. Ils ont étudié l'effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction, ils ont constaté que le nombre du pollen dans deux différents types de cultivars de l'orge a été réduit de 24 à 37%. Des études réalisées par **Munns & Rawson (1999)**, sur l'effet de l'accumulation du sel dans le méristème de l'orge sur la reproduction et le développement, montrent que les courtes périodes de stress salin

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

pendant l'organogenèse peuvent avoir des conséquences irréversibles sur la fertilité de l'épi, elle provoque l'avortement des ovaires, la régénération du RUBP (Ribulose Biphosphate) devient limitée.

I.1.11. Tolérance des plantes au stress salin

La caractérisation physiologique de la tolérance des végétaux à la salinité résulte de processus qui permettent au végétal d'absorber l'eau et les sels minéraux à partir de substrats à faibles potentiels hydriques, mais aussi de vivre en acceptant la présence importante du sodium dans ses tissus; les halophytes, qui accumulent le plus de sodium (**Guerrier, 1984**), se distinguent ainsi par une forte capacité d'élaboration de Composés organiques), ces deux facteurs permettant le maintien d'une haute pression osmotique interne qui favorise les échanges d'eau entre les compartiments externe et cellulaire (**Guerrier, 1984**).

Toutes les plantes ne réagissent pas de même manière face au stress salin, suivant leur production de biomasse en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées :

- **Halophyte vraies:** dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sel. Ces plantes (*Atriplex sp.*, *Salicornia sp.*, *Sueda sp.* ...) présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par la salinité du sol.
- **Halophytes facultatives:** présentent une légère augmentation de biomasse à des teneurs faibles en sels: *Plantago maritima*, *Aster tripolium*....etc.
- **Non halophytes résistants:** supportent de faibles concentrations en sels : *Hordeum sp.*... etc.
- **Glycophytes ou halophobes:** sensibles à la présence de sels: *Phaseolus vulgaris*....etc.

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

I.1.12. Mécanismes de la tolérance des plantes à la salinité

a. Exclusion des ions

Selon **Sentenac & Berthomieu (2003)**, la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent.

b. Compartimentation

Un organisme peut difficilement exclure totalement le Na^+ de ses tissus. Chez les plantes, une des stratégies de tolérance à la salinité les plus connues est la compartimentation des ions (Na^+ , Cl^-) en excès dans les tissus. Cette redistribution contrôlée se fait essentiellement dans les vacuoles (**Niu, 1995**) et éventuellement à l'échelle de la plante entière, dans les organes les plus vieux ou les moins sensibles (**Munns, 1993**) sont encore largement inconnus.

c. Ajustement osmotique

Selon **El Midaoui et al. (2007)**, l'un des principaux caractères physiologiques est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs qui peuvent être des ions tels que les K^+ , Na^+ et Cl^- ou des composés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, tréhalose, raffinose, fructanes) et certains amino-acides (proline, glycine bétaine, β -alanine bétaine, proline bétaine) conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence.

d. Régulation de la croissance

D'après **Zhu (2001)**, la réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour limiter les effets du stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles.

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

e. Le contrôle membranaire

L'adaptation au stress salin se met en place également au niveau des membranes cellulaires (membrane plasmique, tonoplaste). La modification qualitative et quantitative des aquaporines (protéines transmembranaires) est par exemple un processus capable de modifier la conductivité hydrique de la plante et de favoriser de restreindre les mouvements d'eau (Yeo, 1998).

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

I. 2. Données générales sur les légumineuses

I.2.1. Généralités

Les légumineuses constituent une immense famille de plantes dont le seul caractère commun est d'avoir un ovaire libre, constitué par seul carpelle qui donne un fruit appelé gousse ou légume. On compte 475 genres et environ 16400 espèces se répartissant en trois familles : *Mimosoideae*, *Caesalpinoideae* et *papilionoideae* Ou Fabacées (Come *et al.*, 2006).

Les légumineuses entretiennent une relation très privilégiée avec le rhizosphère qui entoure leur racine. Elles sont principalement cultivées pour leur capacité à fixer l'azote atmosphérique, et pour rompre les successions céréalières préjudiciables aux rendement et aux productions à travers les assolement (Come *et al.*, 2006).

I. 2.2. Intérêt des légumineuses

a. Intérêt Scientifique

Les légumineuses alimentaires tiennent une part très importante des travaux accomplis dans des domaines aussi divers que l'agronomie, la génétique, l'entomologie, la phytopathologie et la physiologie.

Les principaux objectifs de recherche, sur les légumineuses à graines, cherchent à la fois à sécuriser la nodulation, à assurer la complémentarité entre les voies d'assimilation et de fixation d'azote et à assurer une meilleure remobilisation de l'azote des feuilles et des tiges vers les graines. le point fort des légumineuses est leur cout énergétique faible et leur faible contribution aux gaz à effet de serre, directement liés à l'absence de fertilisation azotée (Baudoin, 2001).

b. Intérêt agronomique

Provient en premier lieu de leur aptitude à la fixation symbiotique de l'azote, qui leur permet de produire en abondance des protéines végétales même en l'absence de fertilisation azotées, d'où leur intérêt également dans le cadre d'une agriculture durable (réduction des intrants, préservation et enrichissement des sols en azote), elles exercent une influence très favorable sur la fertilité des sols grâce à la symbiose

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

fixatrice d'azote avec les souches de rhizobium. Elles jouent par conséquent un rôle primordial dans la rotation des cultures (**Baudoin, 2001**).

c. Intérêt écologique

Dans les pays développées, la sur-utilisation des engrais azotés chimiques a conduit à une pollution des sols, des nappes phréatiques et cours d'eau, aujourd'hui, la pollution par des nitrates est un problème réellement inquiétant, et la réintroduction de légumineuses s'avère être un bon moyen de limiter la pollution. En effet, la décomposition de la plante ou de ses résidus se fait progressivement, et est mieux adaptée à l'utilisation de l'azote par d'autres plantes, les pertes azotées par lessivage sont donc limitées, et l'apport d'engrais chimique diminué (**Baudoin, 2001**).

D. Intérêt Alimentaires

De nombreuses espèces cultivées appartiennent à la famille de légumineuses. Elles constituent une source très importante de protéines et des lipides dans l'alimentation humaine et animale elles constituent un apport de protéine peu coûteux mais néanmoins important (18% à 30% de la graine sèche) (**Baudoin, 2001**).

I. 2. 3. La luzerne (*Medicago sativa* L.)

a. Origine et caractéristiques de la plante

La luzerne est une légumineuse, famille des *Leguminosae* espèces *Medicago sativa* L Elle est plante pérenne, glabrescente. Tiges dressés, ramifiées. Racine pivotante. Feuilles trifoliées, à folioles obovales ou oblongues, dentées au sommet, mucorinées. Stipules longuement acuminées, dentées à la base. Fleurs violacées ou bleues, plus rarement bigarrées, blanches, pourpres, crèmes ou jaunes, groupées en grappe oblongue pédonculée.

Elle est caractérisée par sa capacité de fixer l'azote atmosphérique, grâce à une symbiose existant entre la plante et une bactérie qui se développe dans son système racinaire (**Cremer et al., 2015**)

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

b. Intérêt de la luzerne

La luzerne est une espèce de bonne valeur fourragère. Elle est particulièrement riche en protéines, minéraux et vitamines mais un peu moins en énergie. Elle est concurrentielle vis-à-vis des autres espèces une fois installée. Son potentiel de production, en pure comme en association, est important et le fourrage récolté est de bonne qualité. Elle joue un rôle important comme précédent cultural. En effet, elle améliore la structure du sol grâce à son important système racinaire. La luzerne permet également une limitation du lessivage des nitrates.

Cette épuration s'explique par un prélèvement préférentiel de l'azote nitrique du sol sur l'azote d'origine symbiotique (**Guines, 2002**).

I. 2.4. La fève (*Vicia faba* L.)

a. Origine et caractéristiques de la plante

La fève (*Vicia faba* L.) est l'une des légumineuses les plus anciennement cultivées dans le monde (**Tanno & Willcox, 2006**). Elle est originaire de l'Asie (**Wang et al. ,2012**).

C'est une plante dont la taille dépassé 1 mètre. Les feuilles sont glabres et composées de deux ou trois paires de folioles opposées de forme ovale .le système radicalaire est développés et descend profondément dans le sol. Ces fleurs, de couleurs blanches ou violacé, sont disposées par des grappes. Le fruit est une gousse verte en végétation, noirâtre à la maturité (**Brun, 1991 in Amrani, 2009**).

Selon la grosseur de la graine, on distingue trois sous espèces :

- Petit grains : *Vicia faba minor*
- Grains moyen : *Vicia faba equina*
- Gros grains: *Vicia faba major* (**Brun, 1991 in Amrani, 2009**).

La culture de la fève est sujette à des stress abiotique importants notamment :

La salinité au niveau des zones sahariennes où la fève est irriguée avec des eaux chargées en sodium d'où une réduction de la productivité par les effets néfastes du sodium sur les plantes.

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

b. Intérêt de la fève

L'utilité de la fève dans l'alimentation humaine et animale comme source de protéines ainsi que leur effet bénéfique sur la fertilité des sols sont largement reconnus.

L'utilisation de la fève est principalement orientée vers la consommation humaine en gousses fraîches à grande proportion et sous forme de graines secs ou au stade pâteux à faible proportion. Lors d'abondance le surplus des graines de fève incorporé dans la composition d'aliments du bétail (**Maatougui, 1996**).

I. 2.5. L'haricot (*Phaseolus vulgaris* L)

a. Origine et caractéristiques de la plante

L'haricot est originaire d'Amérique Latine et centrale, connu sous le nom scientifique de *Phaseolus vulgaris*, ou il a été domestiqué depuis plus de 8000 ans (**Gepts & Debouck, 1991**).

L'haricot est une plante herbacée, annuelle, qui peut prendre plusieurs types de port selon les variétés. Les racines peuvent atteindre un mètre de profondeur si le sol s'y prête. Elles sont le siège du phénomène de nodulation. Les tiges grimpantes sont peu ramifiées et s'enroulent autour de leur support dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Les feuilles adultes sont pétiolées, alternes et composées, trifoliées, de couleur vert ou pourpre. Les fleurs sont de teinte blanche, rose, violette ou rouge suivant les variétés. Elles sont disposées en grappes lâches, et sont auto-fertiles.

Le fruit d'haricot est une gousse, qui peuvent être verte, parfois striées de pourpre, ou de rouge, jaunes ou violette. Les graines sont au nombre de quatre à douze dans chaque gousse (**Lazali, 2014**).

CHAPITRE I REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LA SALINITE DES SOLS ET SUR LES LEGUMINEUSES

b. Intérêt de l'haricot

Sur le plan agronomique et en tant que légumineuse ; l'haricot peut s'intégrer dans les systèmes de production biologique qui utilisent la bio-fertilisation. Dans ces systèmes, cette plante est intégrée avec d'autres légumineuses dans des rotations culturales ou associée avec d'autres cultures dans le but de limiter la pollution (**Laatati, 2012**).

L'haricot constitue un bon précédent cultural dans les systèmes de cultures grâce à sa capacité à fixer l'azote atmosphérique en symbiose avec des bactéries du sol appelés rhizobia, il favorise également le développement des mycorhizes qui améliorent la nutrition phosphatée des plantes lors d'une carence en phosphore, et augmente le degré d'infection des autres plantes par ces micros organismes (**Laatati, 2012**).

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

II.1. Matériel de laboratoire

Nous avons résumé dans le tableau suivant le matériel et les outils utilisés au laboratoire pour notre expérimentation :

Tableau 3: Matériel et outils de laboratoire utilisé.

Verreries et autres	Matériels	Réactifs et produits chimiques
Pipette graduées	Balance	NaCl
Tubes à essai	Etuve	HCl
Béchers	Photomètre à flamme	Ninhydrine
Folioles	Spectrophotomètre	Toluène
Herlen Mayer	Four électrique à moufle	Méthanol
Spatule	Incubateur	Sulfate de sodium
Règle gradué	Plaque chauffante	Acide acétique
Papier filtre	Bain marié	Acide orthophosphorique
Coton	Réfrigérateur	Eau distillé

II. 2.Matériel végétale

Nous avons choisi de travailler sur une variété de chacune des espèces luzerne, fève et l'haricot. Les noms et les caractéristiques des graines de ces variétés sont résumées dans le Tableau 4.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

Tableau 4: Caractéristiques des variétés utilisées.

Espèce	Variété	Origine	Sensibilité à la Salinité	Couleur	Taille
Haricot	El-Jadida	Amérique	Sensible	Rouge lisse réniforme	1.5cm long -0.9 large.
Fève	Claro de Luna	Espagne	Modérément sensible	Rouge	Plus au moins petite
Luzerne	Diamon	Amérique	Tolérante	Blanche	petite

II. 3. Substrat

Nous avons choisi de réaliser notre essai sur un substrat préparé à base de sable et de terreau pour faciliter l'extraction des racines et ne pas les détruire, notre substrat est formé de sable et de terreau.

II. 3. 1. Le sable

Est utilisé pour assurer une bonne structure du substrat. Il est de provenance des dunes d'Ain naga de la région de Biskra, il est tamisé à moins de 5mm, pour éliminer les débris végétaux et animaux. Ensuite, lavé à l'eau potable plusieurs fois, puis à l'eau distillée à fin d'éliminer les sels, puis laisser séché à l'aire libre.

II. 3.2. Le terreau

Il est composée de 100 à 150mg/l d'azote, 10 à 20mg/l de phosphore et 100 à 150mg/l de potassium, 40 à 50mg/l de calcium, 10 à mg/l de magnésium, 86mg/l de sodium et 50 à 75 mg/l de sulfates, avec une CE de 0.5 à 1 mm h/cm et un pH de 5.5 à 6,5. Ce milieu de culture est utilisé pour permettre la rétention de l'eau, et pour apporter les éléments nutritifs nécessaires.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

II.2. Conduite de l'essai

II.2.1. Choix des doses de sel

Nous avons choisi les doses de NaCl suivantes : **0g/l, 1g/l ; 3g/l, 6g/l, 9g/l et 12g/l**, qui correspondent en mM (milimole) aux doses montrées par le tableau 4 :

Tableau 5 : Doses de sel utilisées

NaCl	0g/l	1g/l	3g/l	6g/l	9g/l	12g/l
Unité (Milimole)	0 mM	17.11mM	51.33mM	102.66mM	153,99mM	205.33mM

II.2.2. Préparation des graines

Avant le semis des graines intactes et homogènes on choisies de chaque culture et trompées dans l'eau distillée durant 7 heures pour favoriser la germination.

II.2.3. Préparation des pots

Nous avons utilisé des pots en plastique d'une capacité de 5kg, d'une hauteur de 24cm, le diamètre supérieur est de 27 cm et le diamètre de la base est de 16 cm. Les pots sont perforés et tapissés d'une couche de gravier pour assurer l'aération. Nous avons préparé un mélange de 5 kg de sable et de terreau à raison de 2,5kg de sable et 2,5kg de terreau.

Au moment de l'apport des quantités de NaCl correspondant aux doses choisies, nous avons enlevée du pot la même quantité de substrat pour assurer la concentration recherchée. Les doses de sels sont apportées en diminuant la quantité du sol correspondant à la quantité de sel apportée de façon à grader toujours le poids de **5kg** du substrat constant, le sel est bien mélanger au substrat.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

Tableau 6 : Poids des mélanges (sel-substrat).

Les doses	0g/kg	1g/kg	3g/kg	6g/kg	9g/kg	12g/kg
Quantité de substrat	5000g	4995g	4985g	4970g	4955g	4940g
Quantité de NaCl	0g	5g	15g	30g	45g	60g
Total	5kg	5kg	5kg	5kg	5kg	5kg

Nous avons déterminé la conductivité électrique (la CE) de l'eau d'irrigation, des substrats à différentes teneur en NaCl et aussi la teneur en Sodium du substrat. Les résultats sont montrés dans le tableau 7.

Tableau 7: Conductivité électrique des mélanges sel-substrat préparé (pH et CE)

Les doses	0g/l	1g/l	3g/l	6g/l	9g/l	12g/l
CE (ds/m)	0.90	1.56	4.68	9.37	14.06	18.75

II. 2.4. Irrigation

Les pots sont irrigués et maintenus toujours à 2/3 de la capacité de rétention. Pour déterminer la capacité de rétention ; les pots sont humectés d'eau et laisser ressuyé durant 24h, après ils sont pesés, c'est le poids de la capacité de rétention. Nous avons déterminé les 2/3 de cette quantité, qui sera le poids à garder par des apports quotidiens d'eau.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

II .2.5. Conditions de l'essai

L'expérimentation est réalisé dans des conditions contrôlés, assurant une température entre 23 et 28°C, et un éclairage de près de 16 heures par jour (l'essai est réalisé le mois de mars) dans une chambre bien éclairée au département des sciences agronomiques de l'université de Biskra

II.2.5.1. Semis

Nous avons procédé au semi direct des graines à une profondeur de 1 à 2cm, d'une manière homogène dans les pots, Nous avons semi 20 graines par pot pour l'haricot, 5 graines par pot pour la fève et 20 par pot pour la luzerne de façon à assurer une bonne colonisation du sol par les plantes. Après les pots sont irrigués à la capacité de rétention.

II.2 .5. 2. Dispositifs expérimentaux

Le dispositif adopté pour notre expérimentation est celui de randomisation totale, il comporte 18 traitements représentés par 6 doses de sel, apportées au substrat, répétées 3 fois (Tableau 10), il s'agit de D₀, D₁, D₃, D₆, D₉ et D₁₂, qui correspondent respectivement aux apports de 0, 1, 3, 6, 9 et 12 g de NaCl par kg de substrat. Chaque jour les places des pots sont changées et aussi les pots sont tournés autour d'eux même pour offrir aux plantes les mêmes conditions d'éclairage. Les dispositifs expérimentaux de chaque culture sont représentés par le tableau10 et les figures 1 et 2.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

Tableau 10 : Traitements réalisés.

Dose	Répétitions		
	Répétition 1	Répétition 2	Répétition 3
D ₀	D ₀ R ₁	D ₀ R ₂	D ₀ R ₃
D ₁	D ₁ R ₁	D ₁ R ₂	D ₁ R ₃
D ₃	D ₃ R ₁	D ₃ R ₂	D ₃ R ₃
D ₆	D ₆ R ₁	D ₆ R ₂	D ₆ R ₃
D ₉	D ₉ R ₁	D ₉ R ₂	D ₉ R ₃
D ₁₂	D ₁₂ R ₁	D ₁₂ R ₂	D ₁₂ R ₃

D ₀	D ₁₂	D ₉	D ₁	D ₆	D ₁₂
D ₁	D ₀	D ₀	D ₆	D ₁	D ₀
D ₃	D ₉	D ₁₂	D ₁₂	D ₉	D ₁
D ₁₂	D ₆	D ₆	D ₉	D ₀	D ₁₂
D ₉	D ₁	D ₁	D ₀	D ₆	D ₆
D ₃	D ₆	D ₆	D ₁	D ₁₂	D ₉
Dispositif expérimentale de l'haricot			Dispositif expérimentale de la fève		
D ₁₂	D ₁	D ₀	D ₃	D ₆	D ₉
D ₃	D ₆	D ₉	D ₀	D ₃	D ₆
D ₀	D ₃	D ₆	D ₁	D ₉	D ₃
D ₁	D ₉	D ₃	D ₉	D ₀	D ₁
D ₉	D ₀	D ₁	D ₆	D ₀	D ₀
D ₆	D ₀	D ₀	Dispositif expérimentale de la luzerne		

Figure 1: Dispositifs expérimentaux (D₀= sans apport de sel, D₁= apport de 1g de NaCl, D₃= apport de 3g/ de NaCl par 1kg de sol, D₆= apport de 6g de NaCl par 1kg de sol, D₉= apport de 6g de NaCl par 1kg de sol, D₁₂= apport de 12g de NaCl par 1 kg de sol).



Culture de fève

Culture de luzerne

Culture de l'haricot

Figure 2 : Dispositifs expérimentaux des trois cultures pratiquées.

II .2.5.3. Durée de l'essai

L'essai a duré 35 jours, jusqu'à obtention de quantité de plante suffisante pour réaliser les analyses nécessaires.

II.2.6. Arrachage des plantes

A la fin de l'expérimentation, les plantes sont arrachées soigneusement afin de ne pas détruire les racines. Les racines sont lavées rapidement avec l'eau distillée pour extraire le reste du substrat, séchées aussi rapidement avec le papier absorbant.

II.3. Mesure et analyses effectuées

II.3 .1. Paramètre morphologique

II.3. 1.1. Détermination de la hauteur et la longueur des plantes

Les hauteurs des plantes sont mesurées avec une règle graduée, pour chaque culture et chaque plante de chaque pot chaque semaine à jours fixe et à la fin de l'expérimentation. Et les longueurs des racines sont déterminées à la fin de l'expérimentation après arrachage des plantes.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

III.3.1.2. Détermination de la matière fraîche et de la matière sèche

La partie aérienne étant séparée de la partie racinaire. Pour chaque plante on pèse directement la partie aérienne et la partie racinaire. Après, ces parties sont séchées à l'étuve à 80°C et jusqu'à obtention d'un poids stable, après peser les plantes séchées pour déterminer la quantité de matière sèche aérienne ou racinaire de chaque pot.

II.3 .2. Les Paramètres Chimiques

II.3.2.1. Détermination de la teneur en sodium dans plantes

Pour la plante le dosage de sodium concerne la partie aérienne et la partie racinaire. On a procédé comme suit :

1-Introduire 1g de matière sèche à calciner pendant 2 heures au four a moufle à 450°.

2-Laisser refroidir dans un dessiccateur et peser au 0.1 mg près.

3-Transférer les cendres dans un bécher de 100ml. Ajouter prudemment 5ml de HCl 10% et couvrir d'un verre à montre.

4-Laisser digérer (ébullition douce) pendant 30 min sur une plaque chauffante.

5-Filtrer sur papier filtre sans cendre, rincer 5 fois avec des portions de 10 ml d'eau. A partir de cette solution on dose le Na⁺.

6-Préparer de la gamme de Na⁺:

7-Peser 2,5434 g de NaCl à laquelle ajouter 100ml d'eau distillée (solution mère de Na⁺ + 1000ppm) et préparer les concentrations suivantes : 5 ; 10 ; 15 ; 20 ; 25 et 30.

A partir de 0.5-1-1.5-2-2.5-3 ml de la solution mère respectivement a des fioles de 100ml, en ajoutant 10 ml d' HCL puis en ajuste le volume avec l'eau distillée.

CHAPITRE II MATERIEL ET METHODES

II.3.3. Paramètres physiologiques

III.3.1. Le dosage de proline

La proline est dosée selon la méthode de **Roll & Lendslay (1955)** modifiée par **Dreier & Göring (1974)**. Elle consiste à :

1- Prendre 100 mg du matériel végétal, à laquelle ajouter 2 ml de méthanol à 40 %, le tout est chauffé à 85°C dans un bain- marie pendant 60mn.

2- Préparer ensuite la solution suivante: 120 ml d'eau distillée, ajouter 300 ml d'acide acétique et 80 ml d'acide ortho phosphorique (H_3PO_4 , $d = 1.7$).

3-Après refroidissement (du mélange matière végétale méthanol), prélever 1 ml auquel on ajoute : 1 ml d'acide acétique (CH_3COOH) ; 25 mg de ninhydrine ($C_6H_6O_4$) et 1 ml de la solution préparée.

4-La solution obtenue est portée à ébullition pendant 30mn à 100°C. La solution vire au rouge.

5-Après refroidissement, 5 ml de toluène sont rajoutés à la solution qui est agitée. Deux phases se séparent : une phase supérieure de couleur rouge contenant la proline et une phase inférieure transparente sans proline. Après avoir éliminé la phase inférieure, la phase supérieure est récupérée est déshydratée par l'ajout d'une spatule de Sulfate de Sodium Na_2SO_4 anhydre (pour éliminer l'eau qu'elle contient).

5-Déterminer la densité optique (Do) à l'aide d'un spectrophotomètre à une longueur d'onde de 528nm. Il faut préparer la gamme étalon pour déterminer la teneur en proline de nos échantillons.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

III.1 RESULTATS

III.1.1. Taux de germination est de levée pour les trois cultures en fonction du temps

Les résultats obtenus ont montré que la salinité à influencé le nombre de graines germées et la levée pour les trois cultures (Figure 3). Cependant nous avons constaté que pour le traitement sans apport de NaCl, toutes les graines d'haricot ont germé après une semaine, alors que le taux de germination est inversement proportionnel à l'augmentation de la dose de salinité.

A une semaine, il est de 60% pour la dose 1g/kg de substrat, 40% pour la dose 3g/kg de substrat, 15% pour la dose 6g/kg de substrat, et de 10% pour la dose 9g/kg de substrat, et de 0% pour la dose 12g/kg de substrat.

Après deux semaines, le taux de germination a augmenté pour la dose de 1g/kg de substrat, pour atteindre 85%, pour la dose de 3g/kg de substrat, il est de 55%, pour celle de 6g/kg de substrat, il est de 40%. Il est resté stable pour la dose de 9g/kg de substrat. Après deux semaines aucune graine n'a germée. Celui fait ressortir que la salinité à un effet sur la germination des graines d'haricot.

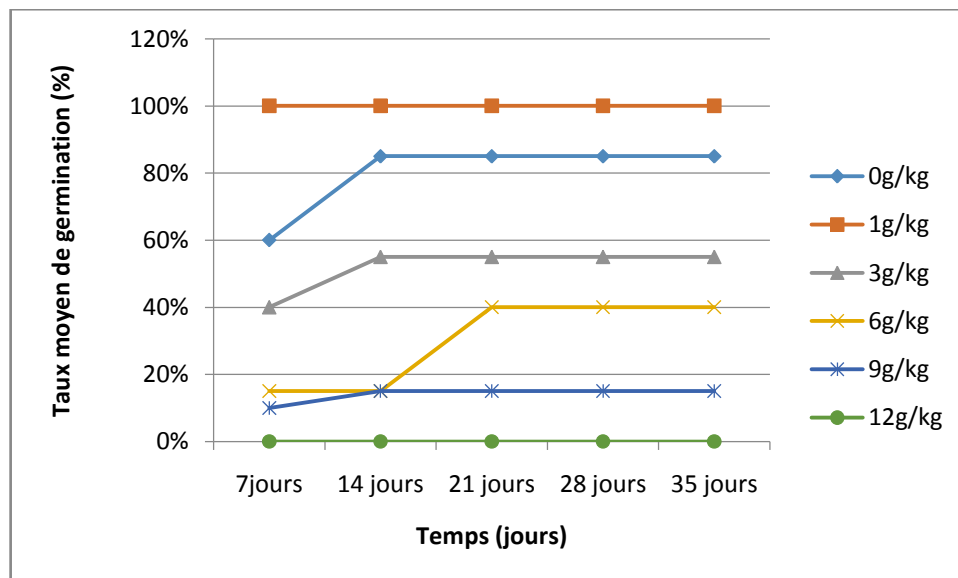


Figure 3 : Influence de la salinité sur le taux moyen de germination des graines d'haricot en fonction du temps.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Pour les graines de fève, nous avons constaté que la germination est un peu lente, et aussi ce ne sont pas toutes les graines qui ont germés même sans aucun apport de sel. En effet, pour le pot sans apport de NaCl, après une semaine, seulement 35 graines ont germé, ce taux a augmenté après deux semaines à 50% de graines germées et encore après 3 semaines où 55% de graines ont germé. Ses graines ont présenté une faible faculté germinative.

Le taux de germination était encore de plus en plus faible avec l'augmentation de la dose de NaCl, et de plus en plus lent. Il reste stable après trois semaines (Figure 4). Pour la dose de 9g/kg de substrat le taux de germination continue d'augmenter jusqu'à la troisième semaine, il atteint 10%. Après cette date aucune autre graine n'a germé.

Cependant, pour la dose de 12g/kg de substrat, après une semaine, 5% des graines ont germé et levé, ce n'est qu'après 4 semaines que d'autres graines ont germé aussi pour que le taux de germination et levé atteigne 10%, après aucune plantule n'a évolué.

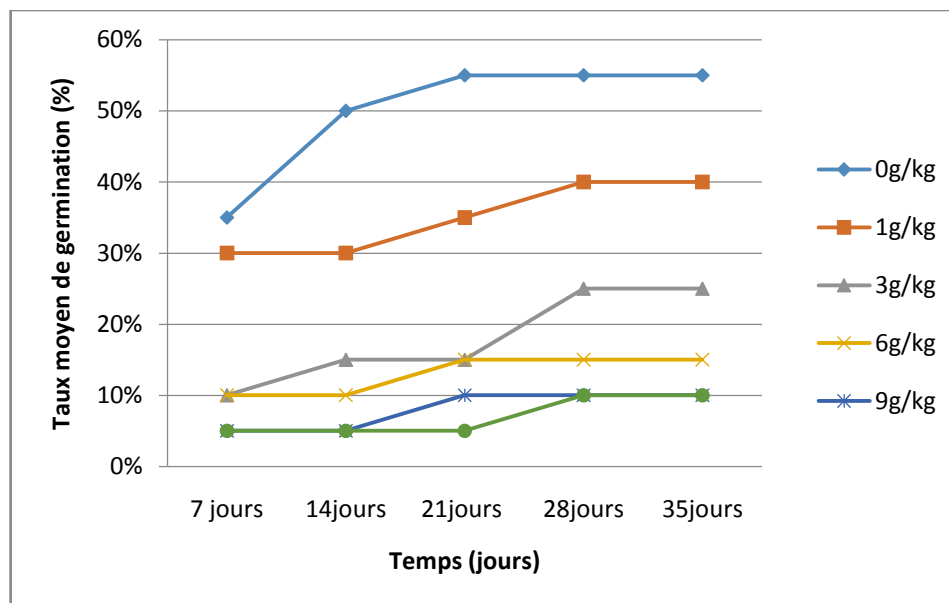


Figure 4 : Influence de la salinité sur le taux moyen de germination et la levée de la fève en fonction du temps.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Pour la luzerne, l'augmentation de la dose de NaCl a montré un effet négatif sur la germination des graines qui apparaît à partir de la dose de 9g/kg de substrat.

Pour les doses de 1g/kg et 3g/kg de substrat, nous n'avons pas enregistré d'effet négatif de NaCl sur les graines de luzerne. Après une semaine, 60% des graines ont évolué pour le traitement sans sel, alors que 65% des graines ont évolué pour le traitement de 1g/kg. Toutefois, seulement 55% de graines ont germé et levé pour la dose de 3g/kg de substrat. Après deux semaines 95% des graines ont germé et évolué pour les traitements sans apport de sel et pour le traitement de 1g/kg de substrat, après aucune autre graine n'a germé.

Pour la dose de 3g/kg ; après deux semaines, 75% de graines ont germé et évolué, et après trois semaines 100% de graines ont germés, ce qui veut dire que la salinité a ralenti la germination et la levée de la plante, mais elle ne les a pas inhibés. Ce résultat est confirmé aussi par les traitements de 6g/kg de substrat, où le taux de germination augmente jusqu'à la cinquième semaine et atteint 100% (Figure 5).

Pour la dose de 9g/kg de substrat, un taux de germination faible est noté après trois semaines, depuis cette date aucune autre graine n'a germé, ce qui montre que la salinité a exercé un effet très néfaste et a ralenti la germination. Pour la dose de 12g/kg de substrat aucune graine n'a germé durant tout l'essai

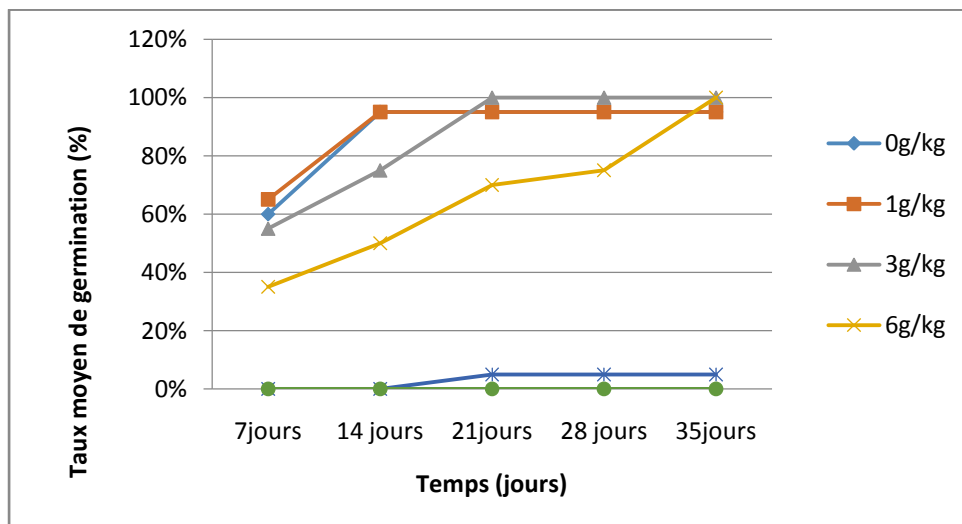


Figure 5: Influence de la salinité sur le taux moyen de germination et la levée de luzerne en fonction du temps.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.2. Croissance des plantes en fonction du temps

Pour les plantes d'haricot, après un suivi de 35 jours de la croissance des plantes d'haricot, nous avons enregistré l'effet négatif de la salinité sur ce paramètre, ce qui est montré par la figure 6. Cet effet est de plus en plus accentué avec l'augmentation de la concentration du NaCl dans notre substrat. En effet, la croissance est continue dans le temps pour les traitements sans apport de sel, et pour les doses de 1g/kg, 3g/kg et 6g/kg de substrat, mais elle est de moins en moins importante que la concentration du NaCl augmente. Elle est très faible pour le traitement de 6g/kg, elle était de 0,5 cm après une semaine, et atteint 1,5 cm à deux semaines, pour être de 1,6 cm à trois semaines, et note aucune croissance n'est notée, elle nulle pour la dose de 12g/kg de substrat.

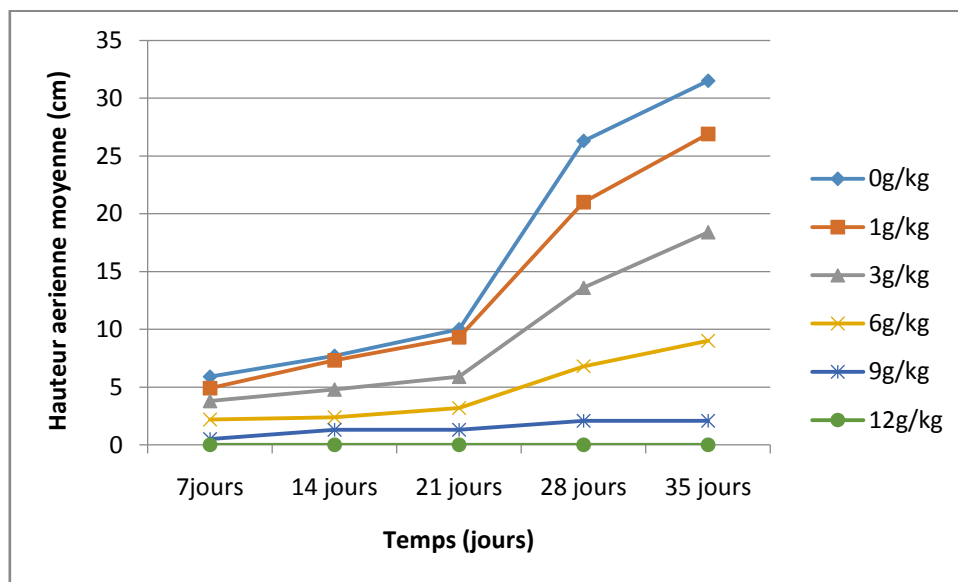


Figure 6 : Influence de la salinité sur la hauteur moyenne des plantes d'haricot en fonction du temps.

Pour la plante de la fève, apparemment cette plante a mieux résisté à la salinité que l'haricot. En effet, toujours la croissance était continue dans le temps. Mais nous avons noté que même à une forte dose de 12g/kg de substrat, la plante continue de croître. Cependant, il est mentionné que la croissance est inversement proportionnelle à l'augmentation de la dose de salinité.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

A la fin de l'expérimentation, la fève a atteint 31.5 cm de hauteur sans apport de NaCl. Cette hauteur est seulement de 8 cm pour la dose de 12g/kg de substrat (Figure 7).

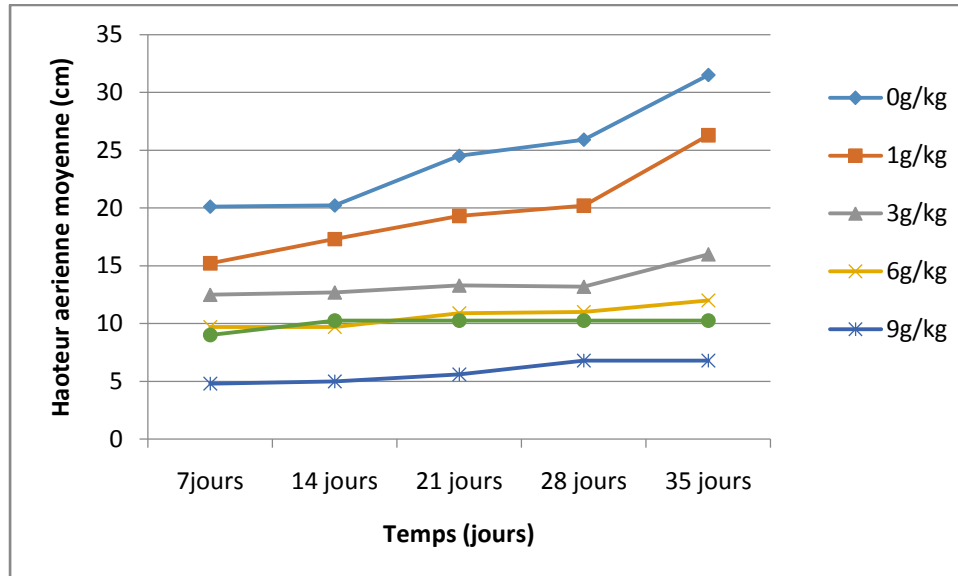


Figure 7 : Influence de la salinité sur la croissance moyenne des plantes de la fève en fonction du temps.

Pour la luzerne, nous avons enregistré les mêmes remarques, mais la croissance est plus faible pour la dose de 9g/kg de substrat, pour n'atteindre qu'une moyenne de 1 cm, elle est nulle pour la dose de 12g/kg. Et presque la même pour les doses de 3 et 6g/kg de substrat (avec une moyenne de près de 8cm) (Figure 8). La hauteur des plantes est de 25 cm pour les plantes sans apport de NaCl et 23,5 cm pour le traitement de 1g/kg de substrat.

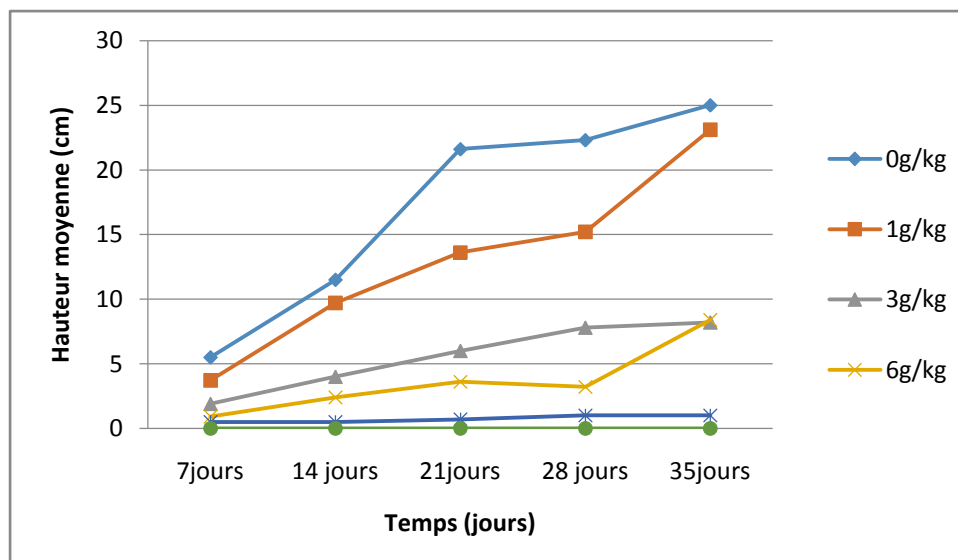


Figure 8: Influence de la salinité sur la hauteur moyenne des plantes de luzerne en fonction du temps.

III.1.3. Matière fraîche aérienne moyenne totale produite par les trois cultures

La matière fraîche moyenne produite par nos cultures diminue en fonction de l'augmentation de la dose de NaCl.

Elle est d'une moyenne de 59,1g pour l'haricot cultivé sans apport de sel et de 4.45g pour la dose de 6g/kg de substrat. La matière fraîche moyenne produite à la dose de 9g/kg de substrat est insignifiante, et elle est nulle pour la dose de 12g/kg de substrat (Figure 9).

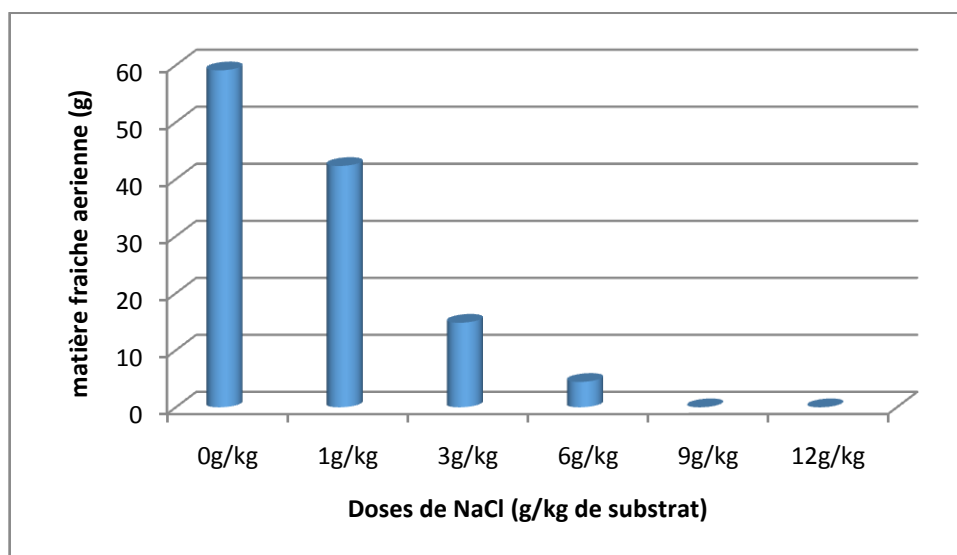


Figure 9 : Influence de la salinité sur la quantité moyenne de la matière fraîche moyenne produite par l'haricot.

Pour la fève, toujours la quantité de matière fraîche produite diminue avec l'augmentation de la concentration du NaCl dans le substrat. Elle est d'une moyenne de 34,84 g et de 0.102g de moyenne pour le traitement de 9g/kg de (Figure 10).

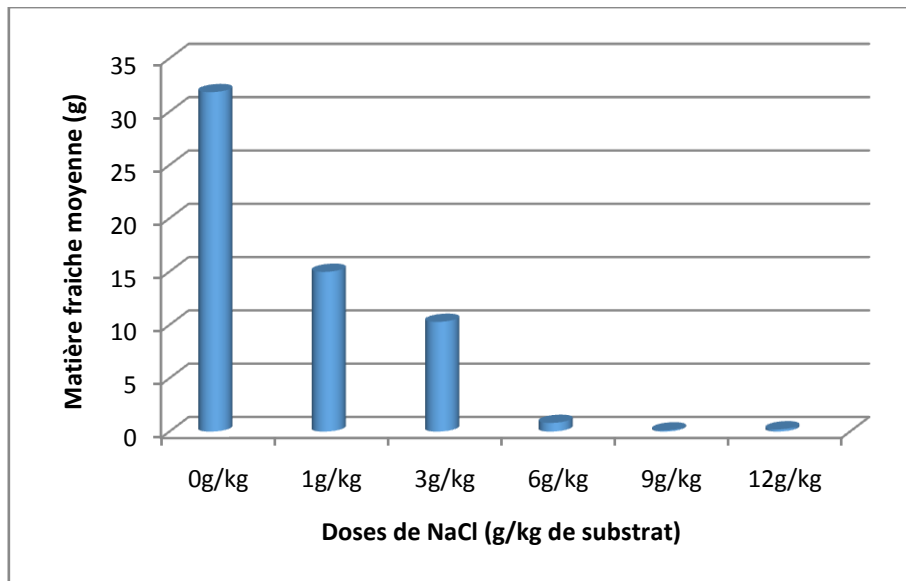


Figure 10 : Influence de la salinité sur la quantité moyenne de la matière fraîche moyenne produite par la fève.

Pour la luzerne nous avons enregistré aussi les mêmes remarques que pour la fève et l'haricot. Les quantités moyennes de la matière fraîche produites sont inversement proportionnelles à la concentration du NaCl dans le substrat, elle d'une moyenne de 9,051g sans apport de sel et insignifiante (0,015g) pour la dose de 9g/kg de substrat. Aucune plante n'est produite à la dose de 12g/kg de substrat de NaCl (Figure 11).

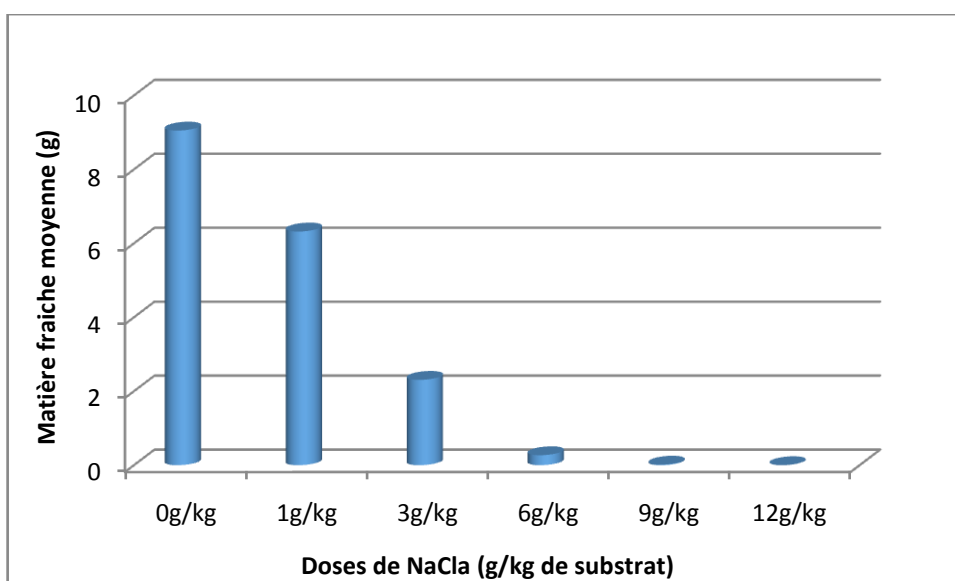


Figure 11: Influence de la salinité sur les quantités moyennes de la matière fraîche produite par la luzerne.

III .1.4. Matière sèche aérienne

Tout comme la matière fraîche produite par l'haricot, la matière sèche diminue en fonction de l'augmentation de la dose de NaCl dans le substrat. Elle est d'une moyenne de 7,52g sans apport de sel et 2,21g de moyenne pour le traitement avec apport de 9g/kg de substrat, cependant, elle est nulle pour les doses de 9 et 12g/kg de substrat.

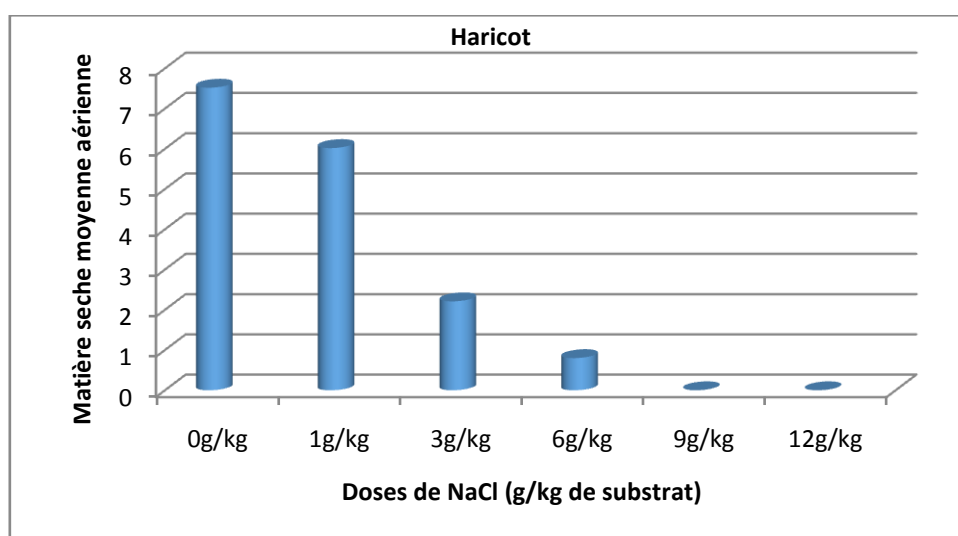


Figure 12: Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche produite par l'haricot.

Pour la fève, nous avons noté aussi la diminution des quantités moyennes de matière sèche produite en fonction de l'augmentation de la dose de NaCl dans le substrat. Sans apport de NaCl une moyenne de 3,12g de matière sèche est produite. Des quantités moyennes insignifiantes sont produites pour les doses de 9g/kg et 12g/kg de substrat, elles sont respectivement d'une moyenne de 0.155 et 0.075g (Figure 13).

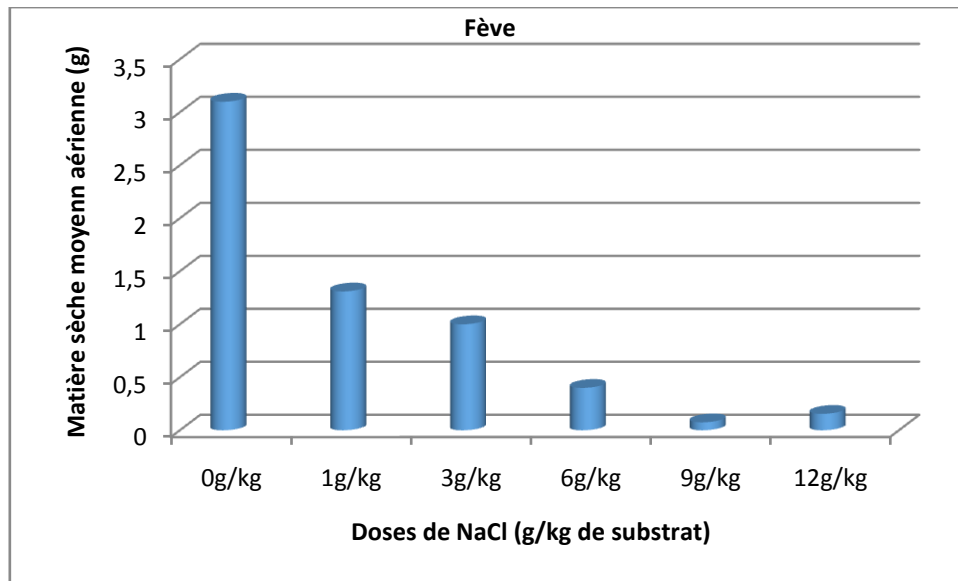


Figure 13: Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche produite par la fève.

Pour la luzerne aussi, la matière sèche moyenne produite est inversement proportionnelles à l'apport de NaCl. La quantité moyenne produite est de 2,75g, elle est insignifiante pour le traitement de 9g/kg (de 0.011g) et nulle pour la dose de 12g/kg (Figure 14).

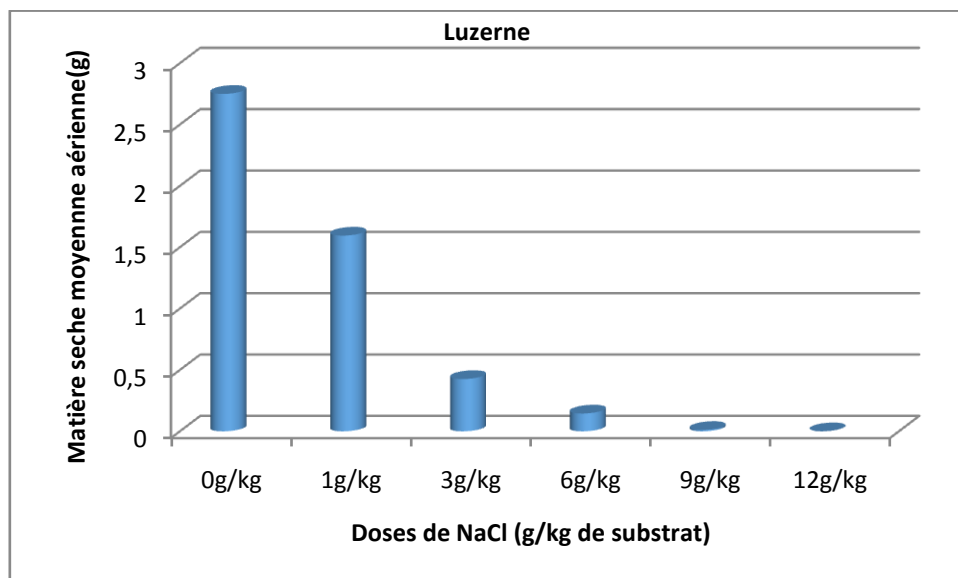


Figure 14 : Influence de la salinité sur les quantités moyennes de la matière sèche produite par la luzerne.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.5. Matière fraîche racinaire moyenne produite par les trois cultures

Concernant la matière fraîche racinaire, nous avons enregistré toujours l'effet négatif de la salinité sur les quantités moyennes produites.

Pour l'haricot, la matière fraîche moyenne produite sans apport de sel est de 6,6g, ce poids diminue avec l'augmentation de la dose de salinité, il atteint 2,6g pour la dose de 6g/kg de substrat. Par contre le poids noté pour les doses de 9 et 12g/kg de substrat, est pratiquement nulle (Figure 15).

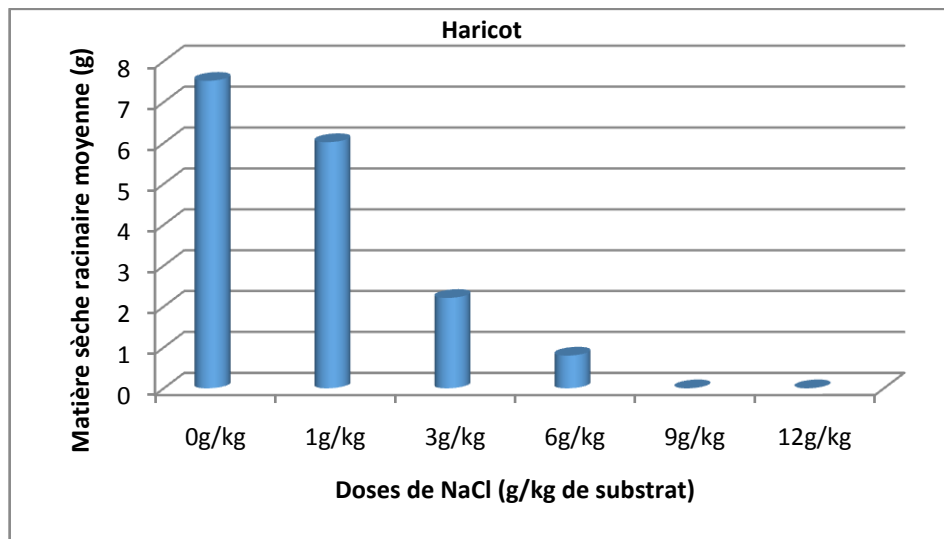


Figure 15 : Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière fraîche racinaire produite par l'haricot.

Pour la fève, nous avons enregistré la même manière d'évolution des résultats. Sans apport de NaCl, la matière fraîche moyenne produite est de 17,3g, cette quantité diminue avec l'augmentation de la dose de sel, pour atteindre un poids moyen infime de 0,101g pour la dose de 12g/kg de substrat (Figure 16).

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

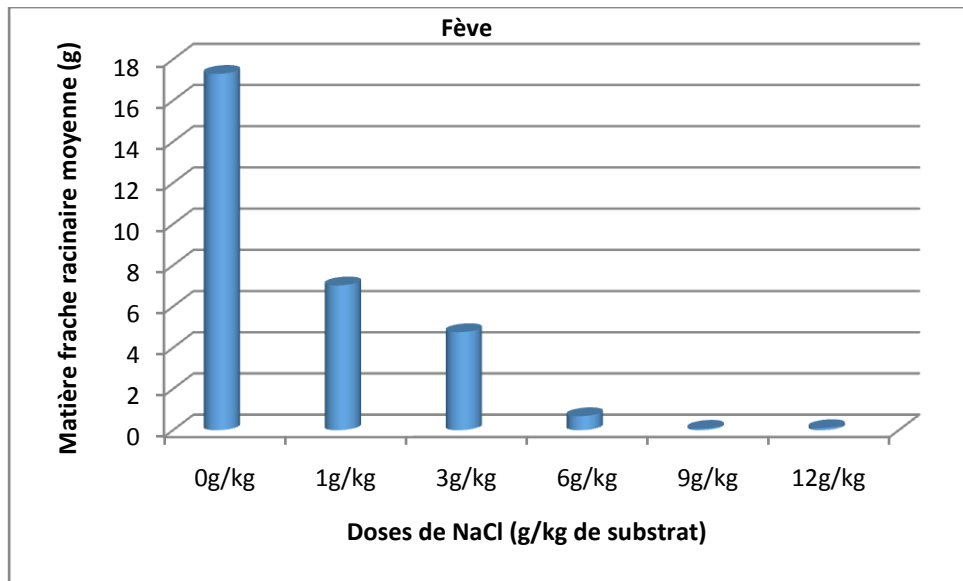


Figure 16: Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière fraîche produite par la fève.

Le même résultat est noté pour la luzerne, mais la quantité de matière fraîche racinaire moyenne produite est nulle pour les doses de 9 et 12g/kg (Figure 17). Tandis que la matière fraîche moyenne produite sans apport de NaCl est de 3,07g.

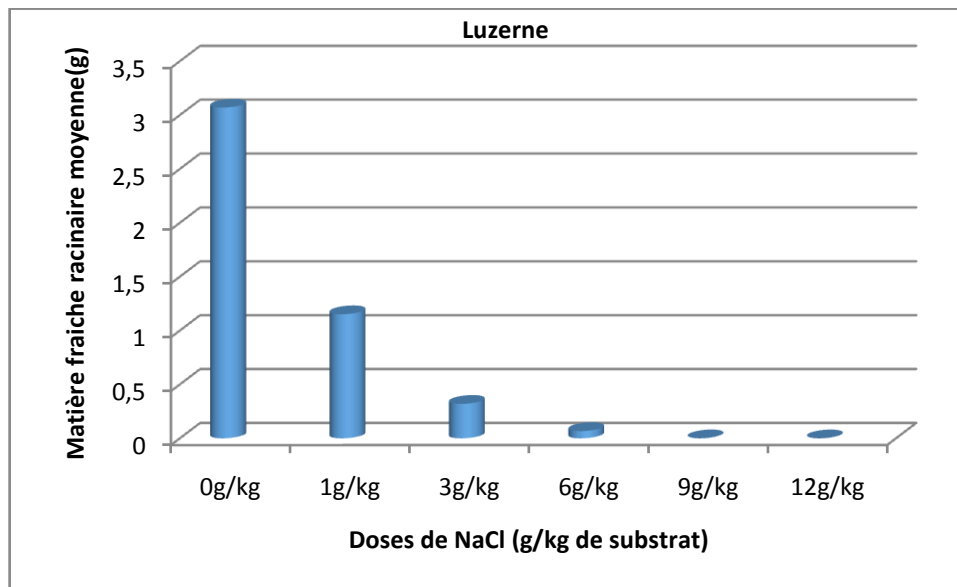


Figure 17 : Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière fraîche produite par la luzerne.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

III.1.6. Matière sèche racinaire produite par les trois cultures

Pour la matière sèche racinaire moyenne produite par les racines, nous avons enregistré toujours sa diminution en fonction de l'augmentation de la dose de NaCl dans le substrat de culture (Figure 18). Les résultats ont montré que c'est la fève qui a résisté à la salinité comparativement aux deux autres légumineuses.

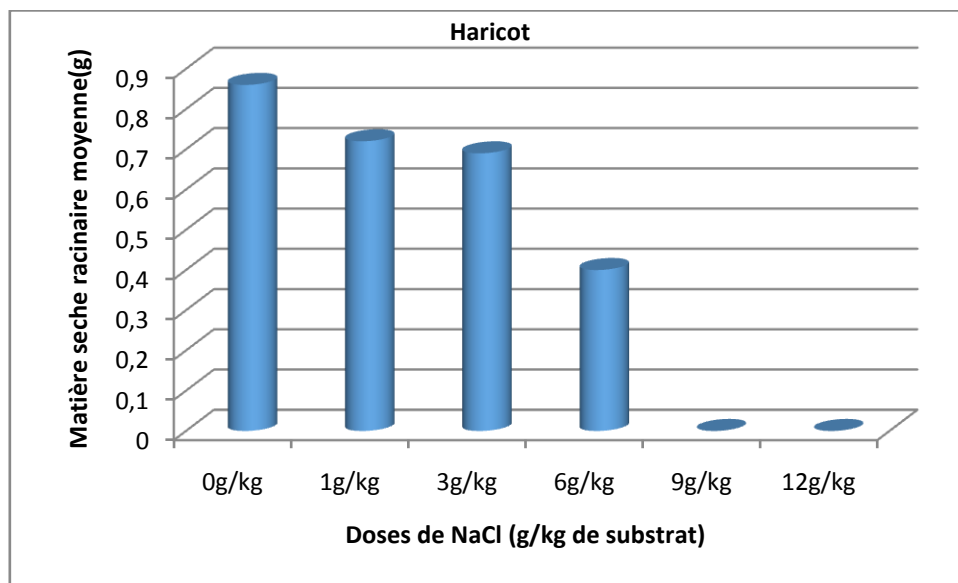


Figure 18 : Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche racinaire produite par les racines de l'haricot.

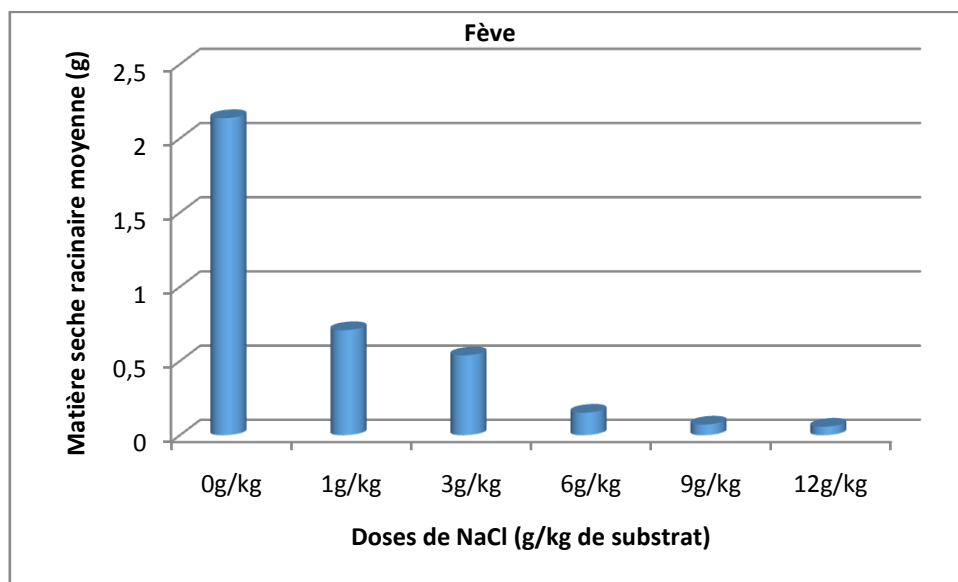


Figure 19 : Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche racinaire produite par les racines de la fève.

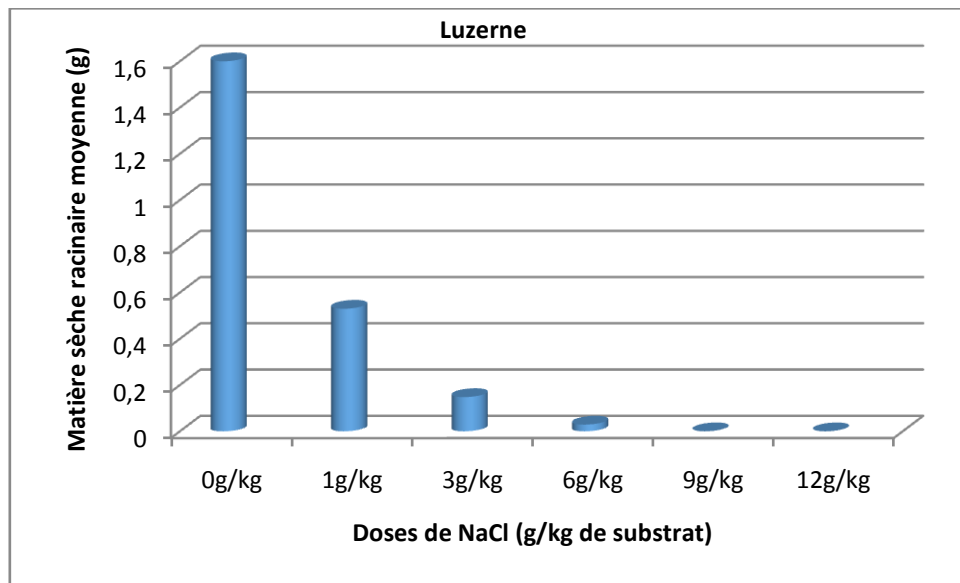


Figure 20: Influence de la salinité sur les quantités moyennes de matière sèche racinaire produite par les racines de la luzerne.

III.1.7. Longueur des racines

Pour la longueur des racines aussi, nous avons enregistré l'effet négatif de l'augmentation de la dose de NaCl dans les substrats pour les trois cultures réalisées, ce qui est montré par les graphes suivants :

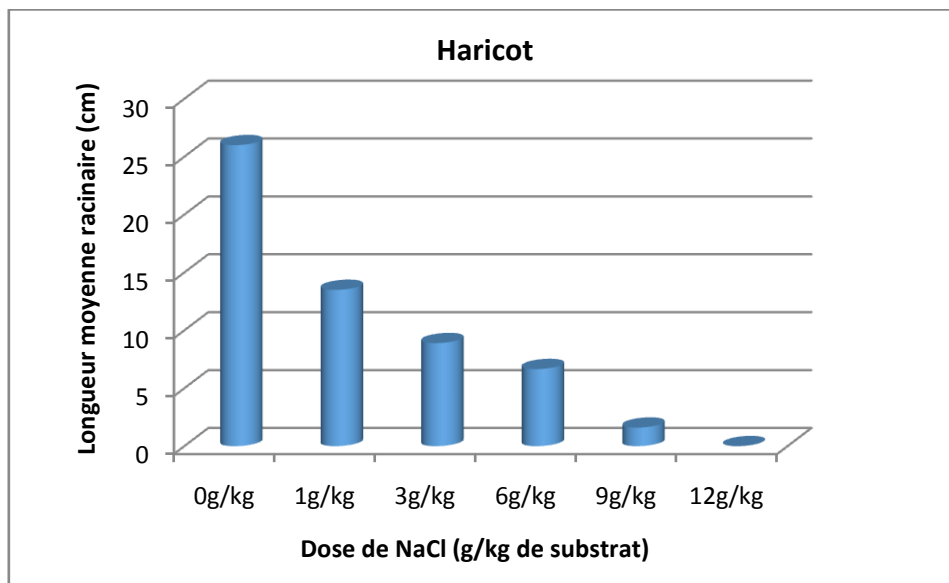


Figure 21: Influence de la salinité sur la longueur moyenne des racines de l'haricot.

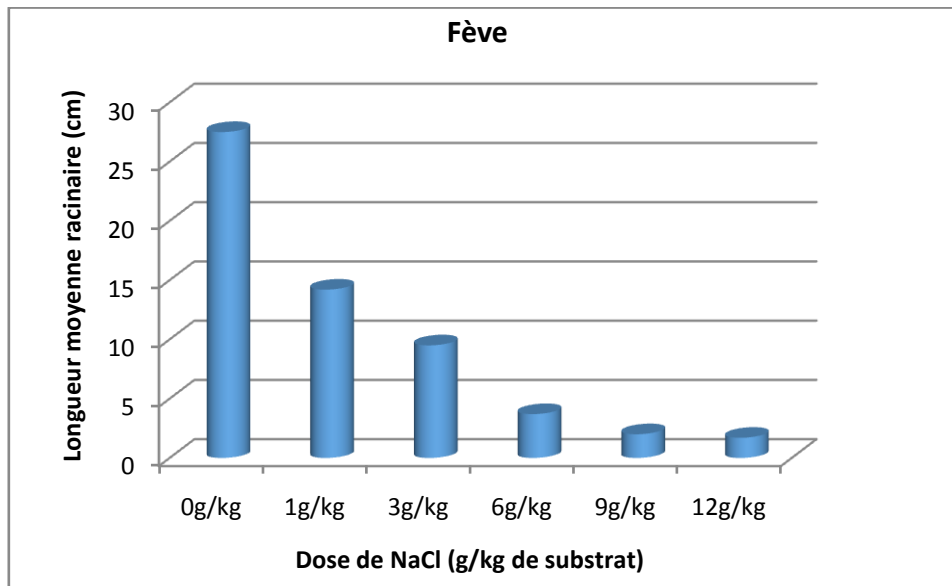


Figure 22 : Influence de la salinité sur la longueur moyenne des racines de la fève.

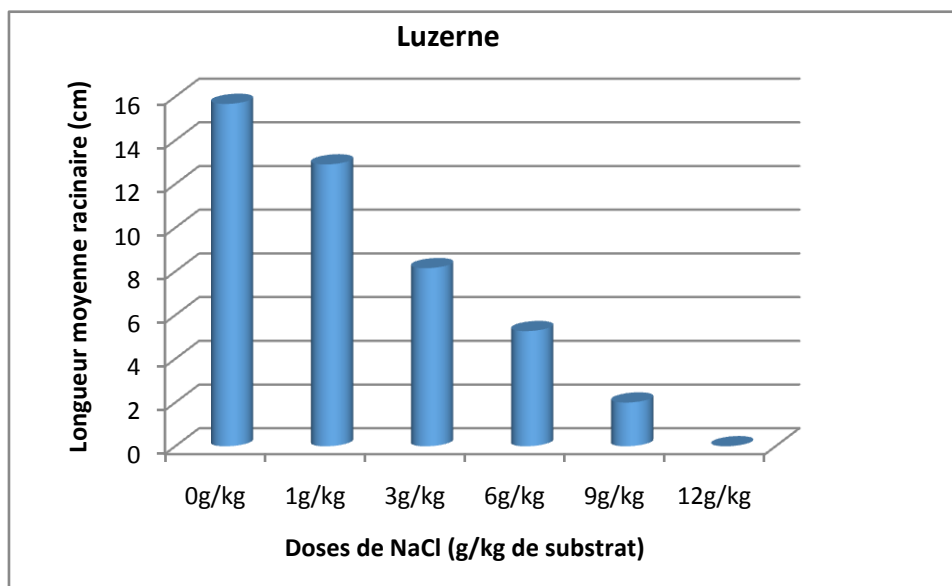


Figure 23: Influence de la salinité sur la longueur moyenne des racines de la luzerne.

III.1.8. Paramètre biochimique

III.1.8.1. Teneur en sodium

Les résultats de l'analyse du sodium chez les parties racinaires et aériennes de la culture de l'haricot a montré que les racines contiennent plus de sodium que les parties aérienne et aussi que les teneurs en sodium augmentent en fonction de l'augmentation de la dose de salinité jusqu'à la dose 6g/kg de substrat, après elles diminuent, mais restent supérieures à teneur des plantes cultivées sans apport de NaCl.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

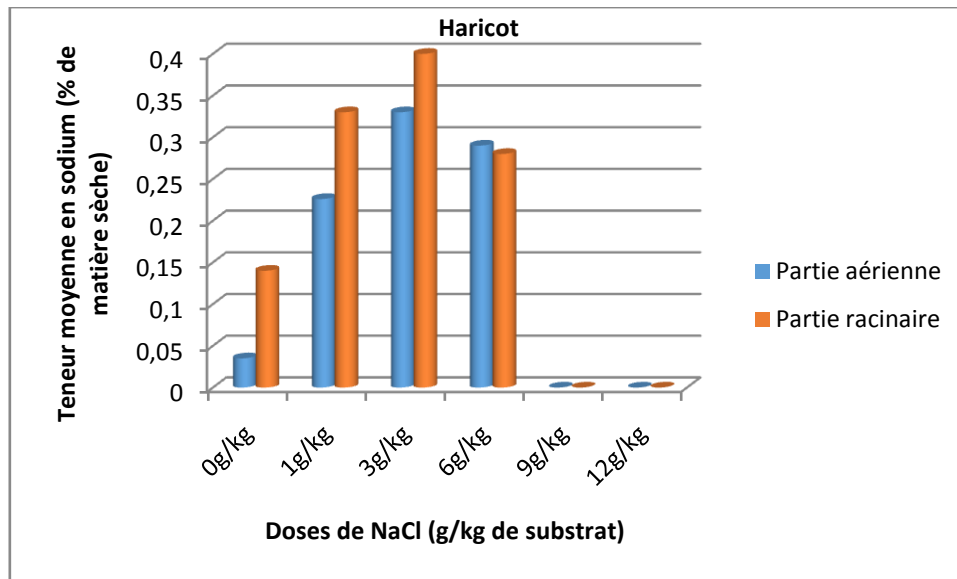


Figure 24: Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en sodium des parties aériennes et racinaires des plantes de l'haricot.

Pour la fève les résultats sont différents, les teneurs en sodium des parties aériennes sont supérieures à celles des parties racinaires, mais augmentent avec la dose de 1g/kg, après cette teneur diminue (Figure 25).

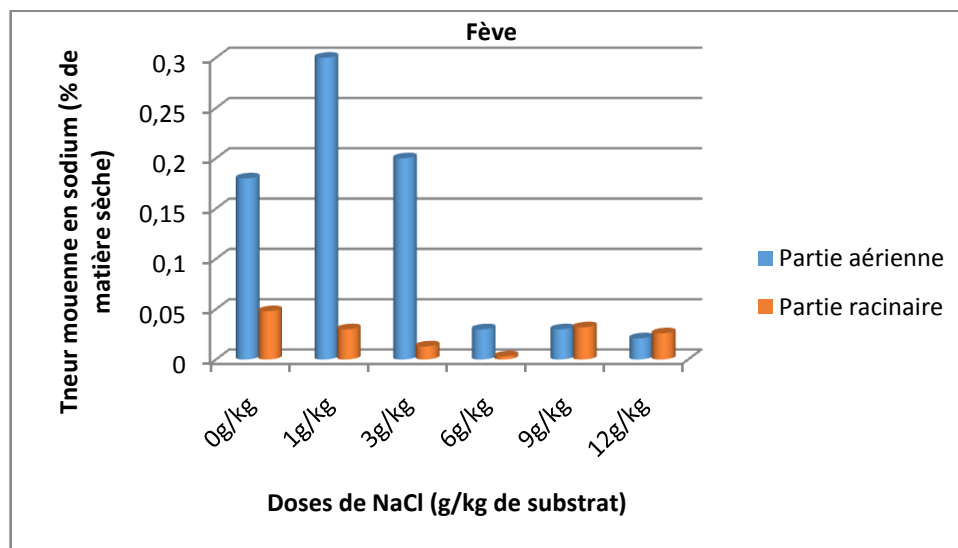


Figure 25: Influence de la salinité sur les teneurs moyens en sodium des parties aériennes et racinaires des plantes de la fève.

Pour la culture de la luzerne, les résultats ont montré que les teneurs en sodium des parties racinaires sont supérieures à celles des parties racinaires, et augmentent

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

avec l'augmentation de la dose de salinité, jusqu'à la dose de 6g/kg, après ces teneurs diminuent remarquablement et deviennent inférieures à celle de la culture sans apport de sel (Figure 26).

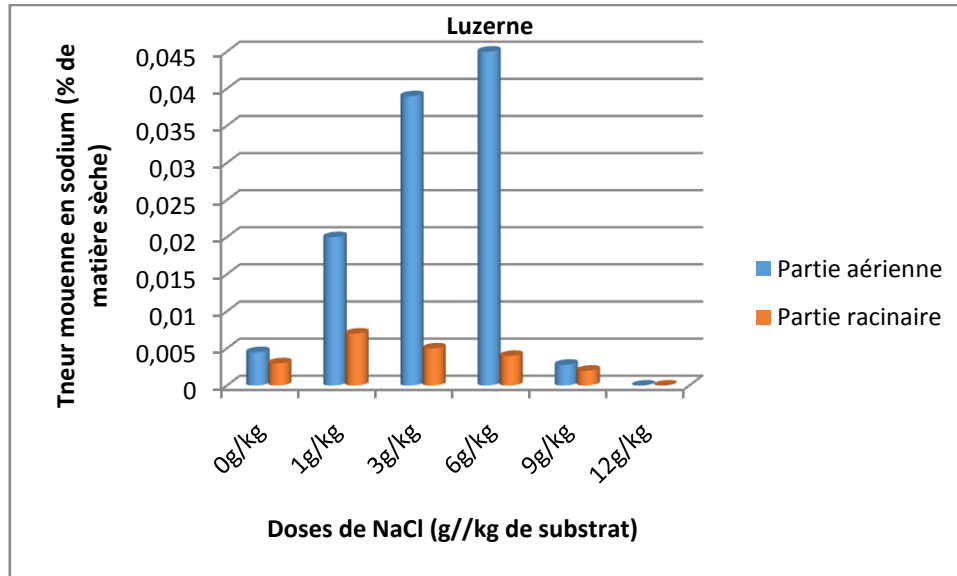


Figure 26: Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en sodium des parties aériennes et racinaires des plantes de la luzerne.

III.1.9. Paramètre Physiologique

III.1.9 .1.Teneur en proline

Après analyse de la teneur en proline des plantes cultivées dans différentes concentration de NaCl, nous avons constaté pour l'haricot et pour la luzerne, une augmentation de la teneur en proline en fonction de la dose de sel jusqu'à la dose de 6g/kg de substrat (Figures 27 et 28).

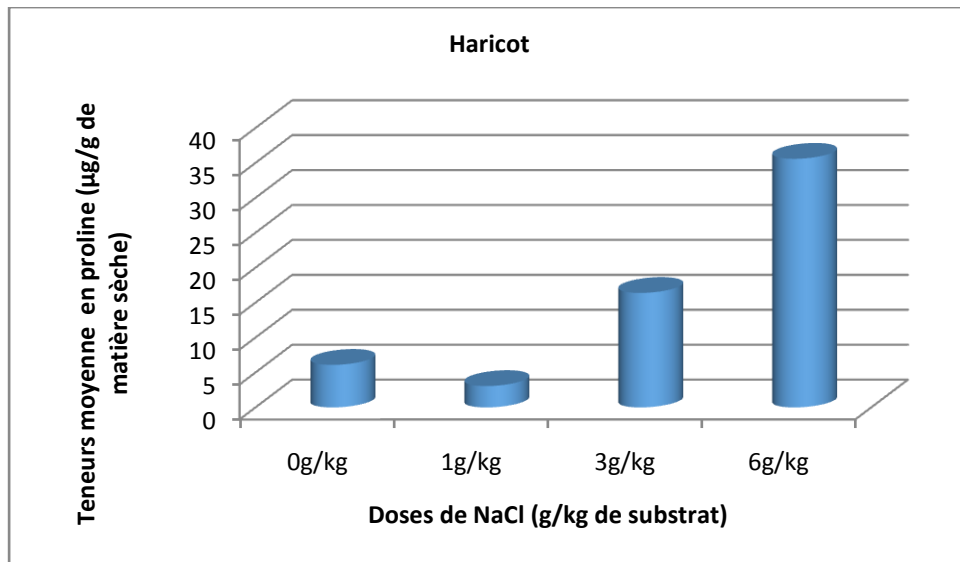


Figure 27: Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en proline des plantes de l'haricot.

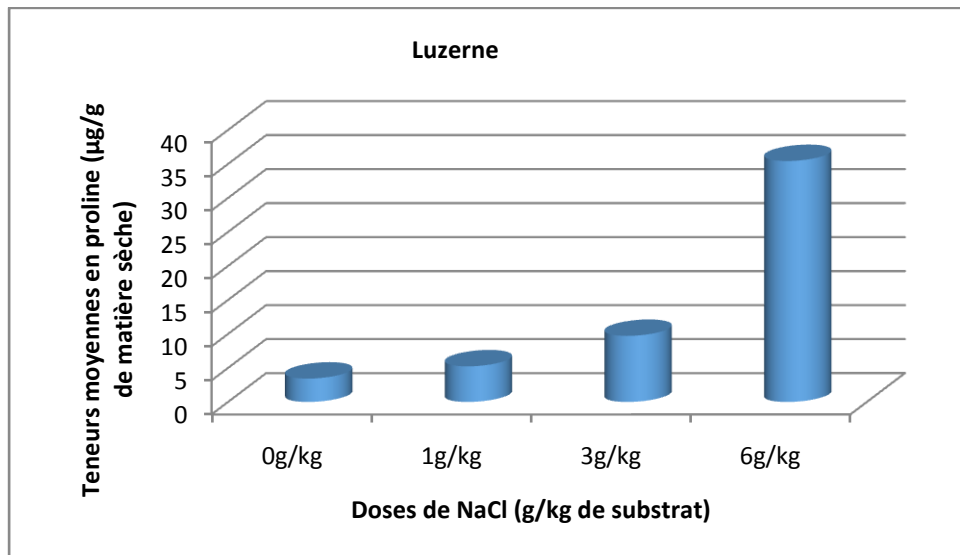


Figure 28: Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en proline de la plante de la luzerne.

Pour la fève aussi nous avons constaté une augmentation de la teneur de proline en fonction de la concentration du NaCl jusqu'à la dose de 3g/kg de substrat. A 6g/kg il y avait un déclin de cette teneur qui peut être expliquée par le fait que la plante souffre extrêmement de la salinité et que même son développement est interrompu (Figure 29).

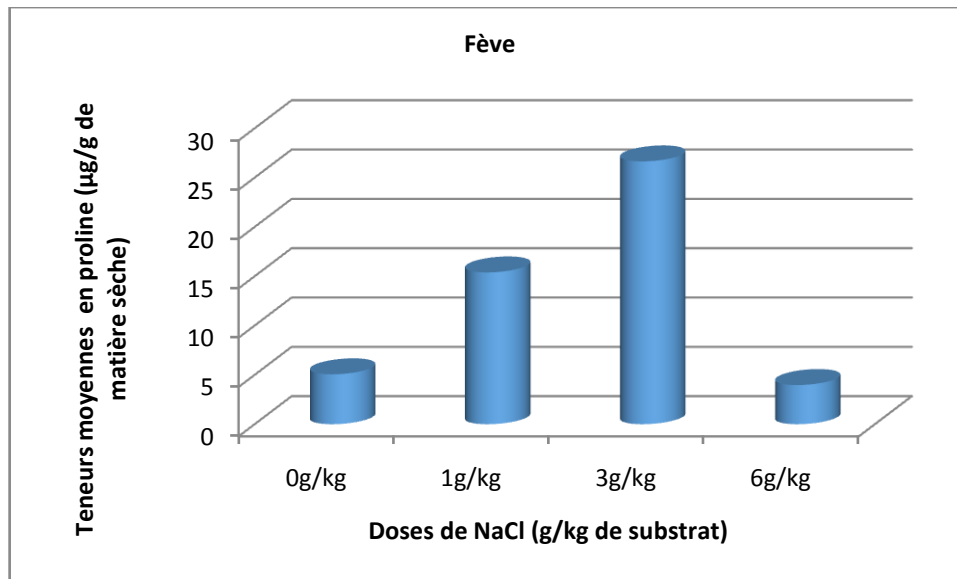


Figure 29 : Influence de la salinité sur les teneurs moyennes en proline des plantes de la fève.

III .2. DISCUSSION

III .2.1. Influence de la salinité sur les paramètres morphologiques de la plante

Les résultats obtenus ont montré que l'augmentation de la salinité a un effet négatif sur le développement des plantes de l'haricot, de fève et de la luzerne. En effet, la salinité affecte la germination par deux façons, la présence de sel diminue le potentiel osmotique ce qui peut retarder l'absorption de l'eau et la mobilisation des éléments nutritifs nécessaires à la germination. Aussi les sels constituent des éléments toxiques pour l'embryon. Chez la plantule, ce stress salin se traduit par une lente et moindre mobilisation des réserves nutritionnelles, ce qui inhibe la division cellulaire, endommageant l'hypocotyle (**Kaymakanova, 2009**). Aussi, l'élongation de la coléoptile peut être diminuée suite à l'effet de la salinité. Il est bien connu que le stade le plus sensible à la salinité est celui de la germination, ce ci est confirmé par **Goldsworthy (1994)**.

Dans une étude réalisée par **Bayuelo-Jimenez (2002)**, il a été démontré que les graines d'une variété du genre *Phaseolus* ont toléré jusqu'à 120mM de NaCl durant la germination et la formation de la plantule.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Une étude réalisée par **Kaymakanova (2009)** sur la croissance des plantules d'haricot a montré une diminution de la croissance due aux différents types de sels, la plante était incapable de faire un ajustement osmotique, comme cela peut être dû à l'effet toxique des ions Cl^- et Na^+ selon le même auteur.

Selon **Okusanya & Ungar (1984)**, les racines sont parmi les organes les plus sensibles à la salinité, mais d'autres auteurs tel que **Munns & Termaat (1986)**, ont montré que les racines sont moins sensibles à la salinité que la partie aérienne de la plante et ne sont affecté qu'on cas de forte dose de sel. **Moud (2008)** a mentionné que le stress salin inhibe beaucoup plus la croissance de la coléoptile que celle des racines.

La salinité a influencé négativement la croissance des trois cultures. Selon **Rios-Gonzalez et al. (2002)**. La salinité réduit la croissance de la partie aérienne par l'inhibition de l'initiation et de l'expansion des feuilles et la réduction de la croissance des entre-nœuds et l'accélération d'abscision des feuilles.

Une importante réduction des matières fraîches et sèches racinaires des traitements avec apport de doses croissantes de NaCl est enregistrée comparativement aux matières fraîches et sèches aériennes obtenue sans apport de sel. Mais cette réduction est plus importante chez la luzerne, ce qui est aussi enregistré par **Khan et al. (1994)** chez la même culture. Aussi, **Hussain et al. (2002)** ont rapporté que le rendement total en matière fraîche et en matière sèche de *Trifolium alexandrinum* diminuait remarquablement en augmentant la salinité.

Nos résultats sont confirmés aussi par **Zahran et al. (1986)**, ils ont montré que chez les légumineuses, un stress salin de 50 à 200 mM de NaCl limite significativement la productivité. Cependant, plusieurs autres études ont montré que les matières fraîche et sèche racinaires sont affectées négativement et même positivement par la salinité (**Bayuelo-Jimenez et al., 2002**).

Par exemple nous avons constaté que haricot a montré une diminution de la hauteur, et une perte de la croissance, sous l'effet de la salinité marquées beaucoup plus à la dose de plus de 3g/l (qui correspond à plus de 51.33mM de NaCl). **Huq & Larher (1984)** ont montré qu'en présence d'une concentration de 50M de NaCl à une

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

conductivité électrique de moins de 2dS/m, la croissance est réduite à 50%. Dans une autre étude, des graines d'haricot ont toléré jusqu'à 100mM de NaCl (avec une CE moins de 12dS/m) sans aucun symptôme de toxicité par le sel (**Subbaro *et al.*, 1991**).

L'inhibition de la croissance foliaire chez les plantes sensibles est la première réponse à l'excès de sel dans le milieu (**Munns & Termaat, 1986**).

Sous stress salin, la composition biochimique des feuilles de la plante change à cause de la diminution de la concentration interne de CO₂, entraînant une régulation négative de la photosynthèse (**Chaves *et al.*, 2009**) et de faibles niveaux de l'activité de ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygénase (Rubisco) (**Tavakkoli *et al.*, 2011**). Lorsque la concentration de CO₂ dans les espaces intercellulaires des feuilles diminue suite à la fermeture des stomates, les activités de saccharose-phosphate synthase et nitrate réductase diminuent simultanément. En revanche, lorsque la concentration de CO₂ augmente, l'activité de Rubisco, de la saccharose-phosphate synthase et de nitrate réductase se rétablit rapidement.

En cas de stress induit par la salinité, et lorsque les niveaux de Na⁺ et de Cl⁻ augmentent dans les tissus foliaires, les performances photosynthétiques diminuent simultanément (**Munns *et al.*, 2006**). La présence d'ions Na⁺ dans le cytosol inactive plusieurs étapes de la photosynthèse, y compris le transport d'électrons (**Allakhverdiev *et al.*, 1999**). Une concentration élevée de Cl⁻ entraîne une dégradation de la chlorophylle causée par le rétrécissement des membranes de la thylacoïde et l'empilement des membranes granulaires dans le chloroplaste (**Durner, 2013**). De tels changements au chloroplaste dus à l'hyperaccumulation de Na⁺ et Cl⁻ affectent le rendement quantitatif du PSII. Lorsque les ions de sel franchissent le seuil et atteignent des niveaux élevés, la chlorophylle dégénère (**Yang *et al.*, 2011**). Ce qui influe sur la production de matière végétale

En présence de sel, la plante se trouve en condition de stress du à deux causes principales ; l'augmentation de la pression osmotiques de milieu des racines et l'effet toxique engendré par la forte concentration en ions, ce qui es y expliqué par **Demir & Kocaçalışkan (2002)**. Cela entraîne une diminution de la croissance des feuilles, dû à l'augmentation de la pression osmotique dans le milieu des racines. Il ya une augmentation de la concentration interne en Na⁺ et Cl⁻ qui sont des éléments toxiques

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

pour la cellule. Aussi la forte concentration de ces deux éléments, entraîne un déséquilibre de la disponibilité des éléments nutritifs, leur absorption et les exigences de la plante en élément essentiels augmente de ce fait (**Greenway & Munns, 1980**).

L'augmentation de la concentration de sel dans le milieu racinaire peut entraîner une accumulation toxique d'ions tels que Cl^- et Na^+ . La présence de Na^+ dans les compartiments cellulaires et extracellulaires a un impact négatif sur l'acquisition et l'homéostasie de nutriments importants tels que K^+ et Ca^{2+} . Les pectines des parois cellulaires et les phospholipides des membranes sont sensibles aux cations Na^+ en excès. Les légumineuses répondent généralement à la salinité en excluant les ions sodium de leurs feuilles. **François et al. (1990)** ont trouvé qu'une augmentation de la salinité du substrat était associée à une augmentation significative de la concentration de Cl, Na et Ca dans le tissu foliaire du haricot. D'autre part, les concentrations en Mg, K et P des feuilles ont été significativement réduites par l'augmentation de la salinité du sol.

De leurs côtés **Cordovilla et al. (1995)** ont analysé les effets de la salinité sur la croissance et la composition en nutriments de quatre légumineuses à graines (*Vicia faba* L.), du pois (*Pisum sativum* L.), du soja (*Glycine max* L.) et de l' haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) et ont observé des niveaux de potassium plus élevés dans les racines que dans les parties aériennes et une teneur plus élevée en Na dans les racines et les parties aérienne.

Aussi l'absorption du K diminue en fonction de l'augmentation de la salinité et peut même absorption peut même s'arrêter complètement chez le haricot cultivé en présence de chlorure de sodium (NaCl) à 12 g/l d'après **Hamza (1977)**.

Cramer et al. (1985) ont démontré qu'une concentration élevées de NaCl, Na^+ déplace Ca^{++} du plasmalemme des cellules racinaires, ce qui entraîne l'augmentation de la perméabilité de la membrane et provoque un efflux du K^+ et une altération du rapport de sélectivité K^+/Na^+ .

Le stress salin conduit au stress hydrique. La disponibilité de l'eau pour les tissus en croissance devient un facteur limitant dans des conditions salines, même en

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

présence d'eau dans le sol, entraînant une «*sécheresse physiologique*». **Li et al. (2010)** ont signalé une diminution de la teneur en eau de la luzerne avec l'augmentation de la salinité était plus important que sous stress salin. Cependant, la teneur en eau de la luzerne est restée inférieure à celle de certaines halophytes (**Yang et al., 2007**). Selon **Li et al. (2010)**, une faible teneur en eau pourrait ne pas permettre à la luzerne d'accumuler des osmolytes.

Une diminution de la teneur en eau des parties aériennes a également été observée avec l'augmentation de la salinité chez des cultivars de pois chiche, par **Gholipoor et al. (2001)**.

III .2.2. Influence de la salinité sur les paramètres biochimiques et les paramètres physiologiques

III .2.2.1. Paramètre biochimique

III .2.2.1.1. Teneur en Sodium

Les résultats obtenus ont montré l'augmentation des teneurs en sodium en fonction de la teneur en NaCl des trois cultures. En présence de grandes quantité de NaCl dans le substrat les plantes ont absorbées de quantités de plus en plus importantes de sodium que la concentration du sel est plus élevée. Il y a une toxicité de la plante par cet élément. **Fortmeier & Schubert (1995)** a indiqué que l'accumulation de sodium en quantités excessives est hautement toxique pour la croissance du maïs.

Esechie et al. (2002) ont étudié les effets du NaCl sur l'équilibre cationique de la luzerne (*Medicago sativa* L.), et ont observé qu'à part le Na, dont la concentration augmente significativement dans toutes les parties de la plante avec une salinité croissante, K, Ca et Mg, les concentrations de Ca, Mg et K dans les racines et la partie aérienne de la luzerne ont diminué de façon significative avec l'augmentation de la concentration de NaCl.

Les teneurs en sodium des parties aériennes ne sont pas les même que celles des partie racinaire. Pour l'haricot, les teneurs des racines en sodium sont supérieures à celles des parties aériennes. En effet, les plantes sensibles à la salinité n'accumulent que de faibles quantités de sodium dans les feuilles ce qui est le cas de l'haricot, qui

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

est d'après **Slama (1982)**, une plante très sensible à la salinité. L'accumulation de Na^+ décroît selon l'ordre : racines-tiges-feuilles. C'est une plante dite alors *exclusive* ou *excluser* de faite de ne pas accumuler les sels dans le mésophile (**Eoy, 1983**). Les racines des plantes sensibles sont moins efficaces pour introduire Na^+ dans le xylème, et plus efficaces pour le retenir dans leurs tissus que celles des plantes tolérantes (**Slama, 1987**).

Pour les cultures de la fève et de la luzerne, les résultats sont différents, il existe plus de sodium dans les parties aériennes que dans les partie racinaires, de ce fait ces plantes présentent une résistance vis-à-vis de la salinité et peuvent être dites plantes *includer*. Ces plantes sont caractérisées par leur propriété d'exclusion des sels par leur système foliaire, ce qui peut créer l'équilibre hydrique dans la plante (**Chretien, 1992**).

L'exclusion de l'excès de sodium ou de sa compartimentation dans les vacuoles par l'intermédiaire d'antiporters tonoplastiques hydrogène /sodium entraînés par le gradient de protons est une stratégie adaptative importante pour les plantes soumises à un stress salin. Selon **Neubert et al. (2005)** grâce à cette stratégie, les plantes de maïs échappent non seulement au cytosol des effets toxiques de l'excès de sodium et à la résistance tissulaire du sodium, mais réduisent également significativement le potentiel osmotique qui contribue à l'osmorégulation. **Alberico & Cramer (1993)** suggèrent que la résistance au sel du maïs est liée à la capacité des cellules à déplacer le sodium excessif dans les vacuoles pour maintenir de faibles concentrations de sodium dans le cytoplasme.

III .2.2.2. Paramètre physiologique

III .2.2.2.1.Teneur en proline

D'une manière générale, nous avons enregistré une augmentation de la teneur des plantes en fonction de l'augmentation de la quantité de NaCl dans le substrat. Ces mêmes résultats sont trouvés par **Bennabi (2016)** chez l'haricot de la même variété

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Eldjadida. Une corrélation négative entre l'accumulation de la proline et l'humidité du sol est observée aussi chez la luzerne (**Hireche, 2006**).

En effet, pour faire face à la salinité, la plante accumule la proline. En condition de stress salin, des mécanismes d'ajustement osmotique par accumulation des solutés (proline) sont mis en place. La teneur en proline solubles augmente progressivement et régulièrement avec l'augmentation des niveaux de stress salin.

La proline a un rôle dans le renforcement du système antioxydant et la lutte contre les dommages du stress (**Molinari et al., 2007**). Elle pourrait également intervenir dans la régulation du pH cytoplasmique (**Pesci & Beffagna 1986**) ou constituer une réserve d'azote utilisée par la plante après la période du stress (**Tal & Rosenthal, 1979**).

Le maintien de la turgescence cellulaire est un moyen efficace pour résister au stress hydrique. Ce mécanisme se traduit par une augmentation du potentiel osmotique grâce à une accumulation d'osmolytes dans le cytoplasme (**Cushman & Bohnert, 2000**). Les modalités d'ajustement osmotiques varient en fonction de la variété et de l'intensité du stress appliqué (**Blum, 1988**). La proline est la molécule organique la plus accumulée chez les organismes lors d'un stress (**Nakashima, 1998**). Son accumulation dans l'organisme, liée à l'osmorégulation cytoplasmique, est l'une des stratégies adaptatives fréquemment observées chez les plantes pour limiter les effets du stress hydrique (**Acevedo et al., 1989**).

La surproduction de proline est une réponse très répandue et observée chez les plantes subissant diverse stress, en particulier les stress osmotiques. L'analyse de cet acide aminé est donc très utile pour évaluer l'état physiologique et plus généralement pour comprendre la tolérance au stress salin chez la plante (**Carillo & Gibon, 2011**).

Si plusieurs auteurs ont lié l'accumulation de la proline à la tolérance des plantes à la salinité, d'autres rapportent l'absence de cette corrélation (**Perez-Alfocea et al. 1993; Guerrier 1998**), ce qui peut être aussi le cas de la fève à forte dose de NaCl.

CHAPITRE III RESULTATS ET DISCUSSION

Il reste que l'ajustement osmotique ou osmorégulation est l'adaptation clé des plantes, au niveau cellulaire, pour minimiser les effets du stress hydrique induit par la salinité. L'osmorégulation est principalement rencontrée avec l'accumulation de solutés organiques et inorganiques en salinité et / ou sécheresse pour abaisser le potentiel hydrique sans diminuer les teneurs en eau réelles (**Serraj & Sinclair 2002**). Les sucres solubles, les alcools de sucre, la proline, la glycine bêtaïne, les acides organiques et le tréhalose sont parmi les osmolytes majeurs. **Kaya et al. (2010)** ont signalé que l'accumulation de proline augmente chez les plants de maïs soumis à un stress salin. À 400 mM de NaCl, les feuilles de maïs sucré ont accumulé plus de 600 $\mu\text{mol g}^{-1}$ de proline (**de Azevedo et al., 2004**). De même, **Mansour et al. (2005)** ont signalé une accumulation accrue de proline et de glycine bêtaïne dans le maïs soumis à un stress salin.

III .2.3. Efficacités des plantes testées dans la phytoremédiation

Les légumineuses testées peuvent contribuer à la désalinisation des sols, vu qu'elles ont résisté à certaines doses de salinité, il devient alors important d'introduire ces cultures dans les systèmes de culture. Et peuvent alors être d'un apport économique, favorable à la fertilité azotée du sol et jouer un rôle dans la désalinisation des sols.

La désalinisation à base de plantes des sols contaminés en général et des paysages touchés par la salinité en particulier est devenue une tactique économique, écologique acceptable (**Dickinson et al., 2009**). Bien que quelques limites de cette pratique prévalent, l'importance des avantages rend cette pratique de plus en plus recherchée.

CONCLUSION

Cette étude a permis de voir l'influence de la salinité sur le développement de trois cultures légumineuses et a permis de tirer les remarques suivantes :

- L'augmentation de la salinité a une influence négative sur la germination, la levée et la croissance des trois cultures étudiées (fève, luzerne et haricot).
- La salinité a une influence négative sur les quantités de matière sèche et fraîches aérienne et racinaires produites et sur leurs longueurs.
- La variété d'haricot Eldjadia a présenté une certaine résistance à la salinité alors que l'haricot est une plante qui ne tolère pas le sel.
- La variété de luzerne *Diamon antisale* est adaptée aux conditions de stress salin à la salinité à certain degré.
- Les trois cultures ont accumulé la proline pour résister à la salinité.
- Les trois cultures ont accumulé aussi le sodium dans les racines pour l'haricot et dans la partie aérienne pour la fève et la luzerne, cela est un moyen de résistance contre la salinité. De ce fait, ces plantes peuvent être utilisées dans les sols présentant une quantité de sel tolérée par la plante, et peuvent améliorer ces sols en l'enrichissant en azote et en absorbant certaines quantités de sel. Il faut les intégrer dans les systèmes de cultures.

D'autres études doivent être réalisées pour tester d'autres cultures et variétés de légumineuses, afin de trouver celle qui tolèrent mieux la salinité et qui peuvent être cultivées en apportant dans bon rendement dans les sols arides d'Algérie. Et aussi des études sur terrains doivent être menées pour confirmer les résultats obtenus.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Abdely C., 2006.** Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et le traitement des eaux salines. Rapport d'activités 2007. Centre de biotechnologie à la techno pole de Borj-Cedria, Tunisie, pp.28-31.
- Acevedo R., Morelock J., Olivieri R.A., 1989.** Modification of coral reef zonation by terrigenous sediment stress. *Palaios*, 4: 92-100.
- Alberico G. J., Cramer G. R., 1993.** Is the salt tolerance of maize related to sodium exclusion. Preliminary screening of seven cultivars. *Journal of Plant Nutrition*, 16(11), 2289-2303.
- Alem C., 2002.** Adaptations hydrique et photosynthétique du blé dur et du blé tendre au stress salin. *C. R. Biologies*, 325:1097-1109.
- Amrani A., 2009.** Effet de la double inoculation rhizobium-champignons mucorihiziens sur la croissance de la fève et l'haricot nain.
- Anonyme, (2006).** Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et Réhabilitation. Conférence électronique sur la salinisation : Organisée et coordonnée par: IPTRID du 6 février au 6 Mars 2006, p20.
- Anonyme, 2006.** Institut techniques de grande culture. « ITGC » Guide des Principales variétés de céréales à paille en Algérie, pp.121-129.
- Anonyme, 2009.** Fiche technique n°. 4: L'agriculture durable et la conservation des sols. Processus de dégradation des sols.
- Aoun M., 2009 .** Action du cadmium sur les plants de moutarde indienne (*Brassica juncea* L. Czern) néoformés à partir de couches cellulaires minces et issus de semis. Analyses physiologiques et rôle des polyamines. Thèse de doctorat en science, université de Bretagne occidentale. p135.
- Ashraf M., Harris. 2004.** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science*. 166:3-6.
- Aubert G., 1976 .** Les sols sodiques en Afrique du Nord. In *Annales de l'Institut National Agronomique-El Harrach*. 7(1) :185-196

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Aubert G., 1982** .les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M Service Pédologie, p 194.
- Aubert G., 1983.** Observations sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sal-sodiques. *Pédologie*, 20(1) : 73-78.
- Baudoin J.P., 2001** .contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. *Biotechnology agronomy society Environment*. (4) :221-230.
- Bennabi F., 2016.** Les marqueurs biochimiques de la résistance à la salinité chez *Phaseolus vulgaris L.* Thèse de doctorat. Département de Biologie. Université Ahmed Benbela. p143.
- Blum A., 1988.** Salinity resistance. Plant Breeding for Stress Environments. *CRC Press, Florida*, 163-179.
- Bot A., 2000.** Land resource potential and constraints at regional and country levels. World Soil Resources Report N° 90. Rome: FAO of UN.
- CarilloP., &GibonY., 2011.**PROTOCOL:Extraction and determination of proline *.prometheus wiki* .
- Carter D.I., 1975.** Problems of salinity in agriculture. Plants in Saline Environnements. Springer-Verlag Berlin. pp. 25-35.
- Cherbu Y., 1991.** Les sols salés et leur réhabilitation .Etude bibliographique. p124.
- Chretien D., 1992.** La résistance au sel chez le jojoba (*Simmondsia chinensis LS*) : croissance et modification du contenu lipoprotéique de cals cultivées en présence d'une teneur élevé en NaCl. Thèse Doctorat, Université, Paris VI, France, 144p.
- Come D., Françoise C., 2006.** Dictionnaire de la biologie des semences et des plantes, Edition tec et doc. Lavoisier .contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation a la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annus L.*) ,136: 29-34.
- Cremer S., Knoden D., Decamps C., 2015.**la Luzerne cultivè .Medicago X Varia.p2.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Cushman J.C., Bohnert H. J., 2000.** Genomic approaches to plant stress tolerance. *Current opinion in plant biology*, 3(2): 117-124.
- De Azevedo A. D. D., Prisco J. T., Enéas-Filho J., Lacerda C. F. D., Silva, J. V., Costa P. H. A. D., Gomes-Filho E., 2004.** Effects of salt stress on plant growth, stomatal response and solute accumulation of different maize genotypes. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 16(1): 31-38.
- Delbart F., 1995.** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*.4 (4) :263-273.
- Dellavalle N.B., 1992.** Handbook on reference methods for soil analysis, Determination of specific conductance in supernatant 1:2 soil: water solution (Soil and Plant Analysis Council, Athens, GA), pp. 44–50.
- Dellavalle N.B., 1999.** Handbook on reference methods for soil analysis, Determination of specific conductance in supernatant 1:2 soil: water solution (Soil and Plant Analysis Council, Athens, GA), pp. 44–50.
- Dickinson N.M ., Baker A. J. M., Doronila A ., LaidlawS., Reeves R. D.,2009.** Phytoremediation of inorganics: realism and synergies *International Journal of Phytorem.* 11: 97-114.
- Dreier W.,Göring M., 1974.** Der einfluss hoher salzkonzentration and verschieden physiologische parameter von maiswurzeln. *Win Z. der HU Berlin, Nath. Naturwiss. R.*, 23: 641-644.
- Duchaufour P., 1977.** Pédologie .Tome 1, Ed .Masson, Paris, p477.
- Durand J.H., 1958.** Les sols irrigables. Etude pédologique -Ed. Imbert, Alger, p190.
- El Midaoui M., Benbella M., Aït Houssa A., IBRIZ M., Talouizte A., 2007.** Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus L.*) *Revue HTE* 136. pp. 29-34
- FAO., 1972.** La salinité ; Séminaire de Bagdad , Food and Agriculture Organisation. p272.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- FAO., 2002.** Agricultural drainage water management in arid and semi-arid areas. par Tanji, K. K., Kielen, N. C. Food and Agriculture Organisation. Italy, p204.
- Fortmeier R., Schubert S., 1995.** Salt tolerance of maize (*Zea mays* L.): the role of sodium exclusion. *Plant, Cell & Environment*, 18(9), 1041-1047.
- Gepts P., Debrouck D., 1991.** Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris*) .in : common beans:research for crop improvement (vanschoonhoven A,voyses O.e ds). C.A.B.I., Wallingford, UKandCIAT ,cali, Colombia.pp.7-53
- Ghassmi F.,Jakeman A.J.,Nix H.A.,1995 .** Salinization of land and water resources.humans causes, extent,managementand case studies, center for resources and environmental studies. The Australian National University. Canberra act 0200 Australia.
- Gorai M., Neffati M., 2007.**Germination responses of *Reaumuria vermiculata* to salinity and temperature. *Annals of Applied Biology*, 151(1), 53-59.
- Guerrier G., 1984.** Relations entre la tolérance ou la sensibilité à la salinité lors de la germination des semences et les composantes de la nutrition en sodium.
- Guerrier G., 1998.** Proline accumulation in salt-treated tomato: Different proline precursors in *lycopersicon esculentum* and *lycopersicon pennellii*. *Journal of plant nutrition*, 21(3) : 505-513.
- Hamza M. ,1977.** Action de différents régimes d'apport du chlorure de sodium sur la physiologie de deux légumineuses : *Phaseolus vulgaris* (sensible) et *Hedysarum carnosum* (tolérante). Relations hydriques et relations ioniques. Thèse d'État. Université de Paris VII, p 252.
- Haouala F., 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. *Biotechnol. Argon. Soc. Environ.* Vol. 11, n°3, pp. 235-244.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Hillel D., 2000** .Salinity Management for Sustainable Irrigation. The World Bank, Washington, D.C.
- Hireche Y., 2006**. Réponse de la luzerne (*Medicago sativa* L.) au stress hydrique et à la profondeur de semis. Mémoire de magistère en sciences agronomiques option : agrotechnie. Université Al Hadj Lakhdar – Batna. p83.
- Hu Y., 2005**. Salinity and the growth of non-halophytic grass leaves: the role of Mineral nutrient distribution. *Plant Biology*. : 973- 985.
- Imalet R., 1979**. Influence de différentes concentrations de sels (NaCl, Na₂SO₄,MgSO₄) des eaux d'irrigation de l'agriculture sur le rendement du haricot. Thèse Ingénieur , INA, EL Harrach, p43.
- Iptrid, 2006**.Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation. p11.
- Jabnoue M., 2008**. Adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la Transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz.Thèse doctorat, Université Montpellier II.
- Jendoubi S., 1997**. Contribution à la caractérisation physiologique et biochimique de parois racinaires chez 2 espèces de blé : *Triticum durum* (*Ben Béchir*) et *Triticum aestivum* (*Tanit*) cultivées en milieu salin. Tunis : DEA de la Faculté des Sciences de Tunis, p86.
- Karmous C., 2007**. Contribution à l'étude des mécanismes de tolérance à la Salinité au stade juvénile chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : aspects Physiologique, biochimique et moléculaire. Thèse de doctorat en agronomie et science de la production végétale. INAT, Tunis: p211.
- Kaya C., Tuna A. L., Okant A. M., 2010**. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. *Turkish Journal Agriculture*. 34:529-538.
- Keren R., 2000** .Salinité, Sumner M.E. Ed .Livre de science du sol. pp. 3-25.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Khales A ., Baaziz M., 2006** .Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia Ficus indica* L, en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin. Congrès international de Biochimie, Agadir. pp 133-136.
- Laatati M., 2012.** Adaptation de la symbiose légumineuse haricot –rizobium à la déficience en phosphore. Thèse magistère. Université d'Alger.p 68.
- Lazali M., 2014.** Études des mécanismes agro physiologiques et moléculaires d'adaptation à la déficience en phosphore chez la symbiose rhizobienne du haricot (*Phaseolus vulgaris* l.). Thèse doctorat .université d'Alger, pp. 1-2.
- Le goupil J.C., 1974.** Agronomie Tropicale. Série 3 : Séminaire "développement rural.
- Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P.,Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995-** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*.4 (4): 263-273.
- Levitt J., 1980.** Responses of Plants to Environmental Stresses: Water, Radiation, Salt, and other stresses, Academic Press, New York, pp365-488.
- Levy G.J., 2000.** Sodicity. Sumner M.E. Ed. *Handbook of science du sol*. p 27-62.
- Maas E. V., Poss J.A., 1989.** Salt sensitivity of wheat at different growth stages. *Irrigation Science*. pp29-40.
- Maatougui M.E.H., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance. Céréaliculture, numéro spéciale Fève. ITGC. El Harrach. pp. 6-15.
- Mad R., 2004.** Stratégie nationale de développement rural durable. Ministre délégué chargé du développement rural. Imprimerie officielle. Alger, p44.
- Maillard J., 2001.** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001,p 34.
- Mansour M. M. F., Salama K. H. A., Ali F. Z. M., Abou Hadid A. F., 2005.** Cell and plant responses to NaCl in *Zea mays* cultivars differing in salt tolerance. *Genetic Applied and Plant Physiology*, 31:29–41

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Mermoud A., 2006.** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole Polytechnique fédérale de Lausanne, p23.
- Molinari H.B.C., Marur C.J., Daros E., 2007.** Evaluation of the stress-inducible production of proline in transgenic sugarcane (*Saccharum spp.*): osmotic adjustment, chlorophyll fluorescence and oxidative stress. *Plant Physiology*, 30: 218- 229.
- Moud M., Maghsoudi K., 2008 .**Salt Stress Effects on Respiration and Growth of Germinated Seeds of Different Wheat (*Triticum aestivum* L.) Cultivars. *World Journal of Agricultural sciences* 4(3): 351-358.
- Munns R., 1983.** Halotolerante ukaryotes. In Physiological Plant Ecology. III. Responses to the Chemical and Biological Environment. *Encyclopedia Plant Physiology*.p 59.
- Munns R., 1993.** Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell and Environmental* .pp 15-24.
- Munns R ., Rawson H.M., 1999.** Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology*. 459-464.
- Munns R., 2008.** Sodium excluding genes from durum wheat and sea barley grass Improves sodium exclusion of bread wheat. 2nd International Salinity Forum Salinity, water and society-global issues.
- Neubert A.B., Zörb C., Schubert S., 2005.** Expression of vacuolar Na⁺ /H⁺ antiporters (ZmNHX) and Na⁺ exclusion in roots of maize (*Zea mays* L.) genotypes with improved salt resistance In: Li CJ et al. (eds) Plant nutrition for food security, human health and environmental protection, Tsinghua University Press, Beijing, China, pp544–545.
- Nimbalkar J.D., Joshi G.V., 1975.** Effect of increasing salinity on germination, growth and mineral metabolism of sugarcane var. co. 740. *Journal of BiologyScience*. 18: 55–63.
- Niu X., 1995.** Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant physiology*. 735 742.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Parent C., 2008.** Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. C. R. Biologies pp 255-261. polytechnique fédérale de Lausanne, p23.
- Pérez-Alfocea F., Estan M. T., Caro M., Guerrier G., 1993.** Osmotic adjustment in *Lycopersicon esculentum* and *L. Pennellii* under NaCl and polyethylene glycol 6000 iso-osmotic stresses. *Physiologia Plantarum*, 87(4): 493-498.
- Pesci, P., Beffagna N., 1986.** Influence of exogenously supplied potassium and sodium salts on the abscisic acid-induced proline accumulation in barley leaf segments. *Physiologia Plantarum*, 67(2): 123-128.
- Schulze E.D., 2005.** Plant ecology. Edition Springer Berlin, Heidelberg ,p692.
- Serraj R., Sinclair T. R., 2002.** Osmolyte accumulation: can it really help increase crop yield under drought conditions.. *Plant, cell & environment*, 25(2): 333-341.
- Shirokova Y., Forkutsa I., Sharafutdinova N., 2000.** Use of electrical conductivity instead of soluble salts for soil salinity monitoring in Central Asia. *Irrigation and Drainage Systems*. 14: 199–205.
- Slama F., 1982.** Effets de NACl sur la croissance et la nutrition minérale de six espèces de plantes cultivées. Thèse de Doctorat d'Etat, Tunis, p214.
- Slama F., 1986.** Effet du nitrate d'ammonium sur le degré de tolérance à une forte dose de NaCl de dix variétés de blé. Colloque sur les végétaux en milieu aride, Jerba (Tunisie), 8-10 septembre 1986. *Tunis* : Agence de coopération culturelle et technique. pp 460–473.
- Slama F., 1987.** Recherches sur les causes de l'exclusion du sodium des feuilles des plantes sensibles à NaCl. *Agronomie*, 7(7) : 517-522.
- Snoussi S.A., Halitim A., 1998.** Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. *Etude et gestion des sols*, pp289- 298.
- Sonj N., 2005.** Strategies for Adaptation of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a Saline Environment during Seed-Germination Stage. *Annals of Botany*. pp 399-405

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Sun F., 2007.** Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabidopsis. *Plant Physiology*. pp178-188.
- Tal M., Rosenthal I., 1979.** Salt tolerance in *Simmondria chenensis* water balance and accumulation of chloride sodium and proline under low and high salinity. *Annal Botany*, 34: 701-708.
- Tanno K., Willcox G., 2006 .**The origins of cultivation of Cicer arietinum L. and (*Vicia faba* L.): early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium B.P. *Veget. Hist. Archaeobot.* 15: 197–204.
- Wang H –F., Zong X-X., Guang J-P., Youg T., sun X-L., Ma Y., Redden R., 2012.** Genetic diversity and relationship of global faba bean (*vicia faba* L.) germplasm reveled by.ISSR markers. *Theor APPL Genet.*124: 789-797
- Yeo A., 1998.** Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *Journal of Experimental Botany*. pp915-929.
- Zahran, H.H. 1997 .** Diversity, adaptation and activity of the bacterial flora in saline environments. *Biol. Fertil. Soils* 25: 211-223.
- Zhu J.K., 2001.** Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science.*: 66-71.

Annexes



Photo 1: Racine de la fève dose 0g/l



Photo 2 : Racine de la fève dose 1g/l



Photo 3 : Racine de la fève dose 3g/l

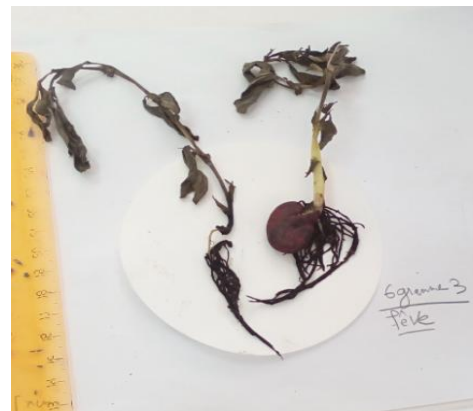


Photo 4: Racine de la fève dose 6g/l

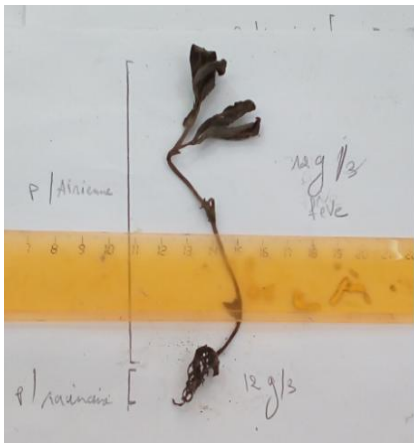


Photo 5 : Racine de la fève dose 12g/l

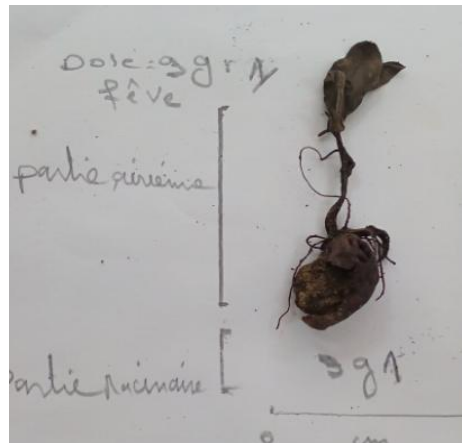


Photo 6 : Racine de la fève dose 9g/l

Annexes



Photo 7 : Racine de la luzerne dose 0g/l



Photo 8 : Racine de la luzerne dose 3g/l



Photo 9: Racine de la luzerne dose 6g/l



Photo 10: Culture de luzerne



Photo 11: Culture de la fève



Photo 12: Culture de la fève



Photo 13 : Culture d'haricot



photo 14: Racinaire d'haricot (dose 0g/l)



photo 15 : Racinaire d'haricot (dose 1g/l)



Photo 16: Racine d'haricot (dose 6g/l)



Photo 17 : Racine d'haricot dose 0g



Photo 18: Racine d'haricot (dose 3g/l)



Photo 19: Racine d'haricot (dose 1g/l)

RESUME

L'objectif de ce travail est de tester la résistance de trois plantes de légumineuses Haricot (variété El-Jadida), Fève (variété Claro de Luna) et luzerne (variété Diamon) à différents taux de salinités et de voir la quelle est plus résistante et combien de quantité de sel ses plantes ont accumulé. L'étude est réalisée dans des conditions contrôlées, avec 6 doses : 0, 1, 3, 6, 9, et 12 g/kg de NaCl apporté à un substrat préparé par un mélange de terreau et de sable. Un dispositif expérimental de randomisation total est mis en place pour les trois cultures où l'on a cultivé les trois légumineuses avec différents apports de sel et déterminé l'effet des doses de sel sur quelques paramètres morphologiques, physiologiques (teneur en sodium et biochimique (teneur en proline)). Les résultats obtenus ont montré l'effet négatif de la salinité sur la matière fraîche ou sèche aérienne et racinaires produite par les trois cultures. L'augmentation de la teneur en proline des cultures en fonction de l'augmentation dose de sel apportée. L'accumulation du sodium dans les parties racinaires et aériennes des plantes, ce qui a montré qu'il est possible que cette plante joue un rôle dans la désalinisation des sols. La luzerne et la fève ont montré une meilleure résistance à la salinité que la plante d'haricot qui est considérée comme plante sensible.

Mots clé : Salinité, effet, désalinisation, légumineuses, Résistance.

ABSTRACT

The objective of this study is to test the resistance of three legume crops; Bean (variety El-Jadida), Fava bean (variety Claro de Luna) and lucerne (variety Diamon) at different rates of salinities and demonstrate which species is more resistant and how much of salt amount salt these crops have accumulated. The study was carried out in the laboratory with 6 doses: 0, 1, 3, 6, 9, and 12 g/kg of NaCl fed to a substrate prepared by a mixture of potting soil and sand. An experimental design of total randomization was adopted for the three crops, where cultivated the three legumes with different salt doses, and determined the effect of their effect on some morphological, physiological parameters (sodium content) and biochemical (proline content). The results obtained showed the negative effect of salinity on fresh and dry matter of shoots and roots produced by the three tested crops. We noticed the increase in the proline content of the plants as a function of the increase of the dose of NaCl, and the increase of sodium accumulation in shoots and roots; this shows the possibility of this plant to play an important role in the desalination of soils. Lucerne and fava bean have shown better resistance to salinity than the common bean plant which is considered as a sensitive plant.

Key words: Salinity, effect, desalination, legumes, Resistance.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو اختبار مقاومة ثلاثة نباتات بقوليات الفول صنف (Claro De Luna) والفاصوليا صنف (El Jadida) والبرسيم صنف (Diamo) بمعدلات مختلفة من الملوحة من اجل رؤية الأكثر مقاومة والأكثر تخزينا لكمية الملح حيث أجريت الدراسة في ظروف مراقبة مع تراكيز 0, 1, 3, 6, 9, 12, 9, 6, 3, 1, 0 كغ/غ من كلوريد الصوديوم الممزوج في خليط من الرمل وتربة زراعية. تم وضع نظام تجريبي للتوزيع العشوائي للبقوليات الثلاث مع تراكيز مختلفة من الملح من اجل تحديد تأثيره على الخصائص المورفولوجية و الخصائص الفيزيائية (محتوى الصوديوم ومحتوى البرولين). أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها التأثير السلبي للملوحة على المادة الجافة والطوبة في الجزء الهوائي والجذري المصنعة من طرف البقوليات الثلاث و زيادة محتوى البرولين إضافة إلى تجميع الصوديوم في الأجزاء الهوائية والجذرية, وعليه فان النباتات تلعب دور مهم في إزالة الملوحة من التربة , أظهر البرسيم والفول مقاومة أفضل للملوحة من نبات الفاصوليا , الذي يعتبر نبات حساس.

الكلمات المفتاحية : ملوحة, تأثير, إزالة الملوحة, بقوليات, مقاومة