

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES

AGRONOMIQUES

N° :



DOMAINE: SCIENCES DE LA NATURE

ET DE LA VIE

FILIERE: SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : PRODUCTION VEGETALE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: MOKRANE AHLAM

MADANI KARIMA

**Analyse du comportement de *Sesbania*
aculeata sous stress salin en stade de
croissance**

Soutenu devant le jury composé de:

	Université	Président
Mr TORCHIT.N	Université de M'sila	Rapporteur
	Université	Examineur

Année universitaire : 2020 /2021

REMERCIEMNT

Louange à DIEU Maitre de l'univers et paix et salut sur notre Prophète MOHAMED

Nous sommes heureuses aujourd'hui de pouvoir exprimer notre profonde reconnaissance,

Pour cela, Nous remercions :

Tout d'abord nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir accordé le courage, le force et la patience pour mener à bien ce modeste travail.

Nous voudrions exprimer nos sincères remerciements à Mr TORCHIT NADIR promoteur de ce travail pour ces fructueux conseil et critiques objectifs.

Nous remercions et D'avoir accepté de juger ce travail.

Nous remercions nos collègue Oussama, Samira, Yasmine pour leur soutien et leur assistance pendant les travaux.

Nous ne peut également m'empêche de remercie le personnel Administratifs, laborantins du département des sciences agronomique pour leurs aide et leur soutien

Nous n'oublions pas de présenter nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation et l'accomplissements de ce travail.

The background of the page is a soft, light pink gradient. On the right side, there is a vertical border of vibrant pink orchid flowers with yellow and brown centers, extending from the top to the bottom of the page.

DEDICACE

Je remercie Dieu de m'avoir donné santé, courage et volonté pour réaliser ce travail.

J'ai le grand honneur de dédier ce travail :

*Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et la soutient permanent
venu de toi*

*Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes
sentiments et de mon éternelle gratitude*

Mes frère et sœurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité

Ahlam

DEDICACES

Louange à Allah tout puissant, de m'avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modestes travail et je le dédie à :

❖ *Mes parents les plus chers en ma vie A mon **père** précieux Á **Maman** ma vie et la plus merveilleuse de toutes les femmes au monde, Pour tout les sacrifices qu'ils consentirent durant toute ma vie.*

❖ *Á mes adorables frères : **MOHHAMED, ABD ESSALAM, HOUSSINE, YUCEF, KHEIREDDIN**,j'ils souhaitent une vie pleine de bonheur et de réussite.*

❖ *Á les femmes de mes frères : **SOUHILA**.*

❖ *Á les enfants de mes frères : **RAOUF**, et Á petite belle fille : **RAHAF, ALAA HIBA ERAHMAN, TAKWA, ARWA**.*

❖ *Á ma chère sœur adorées **KHADIJA** et son marie **TAYEB** et leurs enfants **MARAM,ABDERAHIM,YAHIA**.je nous souhaite une vie pleine de bonheur.*

❖ *Á mes tout familles **MADANI**.*

❖ *Amon binôme dans cette travaille et mon chères amie **AHLAM**, et Merci pour tous ce temps.*

❖ *Á Mon collègue **OUSSAMA**, merci beaucoup.*

Que nous avons passé ensemble.je profite de cette occasion pour vous dire que je vous aime beaucoup et je souhaite du succès et du bonheur dans ta vie.

❖ *Á tout mes amis ma vie surtout **NASSIMA, RAHIL, SAMAH**.*

❖ *Á tout mes collègues de long de mes études et toute la promotion de master de la production végétale (BDV) de l'année universitaire 2020/2021.*

KARIMA

Sommaire

Remercîment

Dédicace

Sommaire

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction 01

Partie bibliographique

Chapitre I : Généralité sur le genre *Sesbania*

I.1. Origine de *Sesbania*04

I.2. Présentation de *Sesbania aculeata*04

I.3. Description de la plante04

I.3.1. Partie aérienne05

I.3.2. Partie racinaire 06

I.4. Systématique et classification07

I.5. Exigences culturales de *Sesbania aculeata*07

I.5.1. Exigences climatiques07

I.5.2. Exigences édaphiques 07

I.6. Mode de culture 07

I.7. Récolte08

I.8. Les maladies08

I.9. Les utilisation de plante08

I.10. La valeur fourragère	09
I.11. Intérêt de la plante	09
I.11.1. Intérêt agronomique	09
I.11.2. Intérêt alimentaire	10
I.11.3. Intérêt économique	10
I.11.4. Intérêt médicinal	10

Chapitre II : Salinité des sols

II. 1. Définition de la salinité	12
II.2. Définition de la salinisation	12
II.2.1. Processus de la salinisation	13
II.2.1.1. La salinisation	13
II.2.1.2. La sodisation	13
II.2.1.3. L'alcalisation	13
II.3. Les sols salés dans le monde et en Algérie	13
II.3.1. Les sols dans le monde	13
II.3.2. En Algérie	14
II.4. Impactes de salinité	15
II.4.1. Impactes sur la production végétale	15
II.5. Les propriétés physique, chimique et biologiques des sols salés	16
II.5.1. La stabilité	16
II.5.2. La perméabilité	16
II.5.3. La rétention en eau	17
II.5.4. Conductivité électrique	17

II.5.5. Le potentiel Hydrogène	18
II.5.6. La faune du sol	18

Chapitre III : Salinité et plante

III .1. Définition de stress	20
III.2. Type du stress	20
III.2.1. Le stress biotique	20
III.2.2. Le stress abiotiques	21
III. 2.2.3. Stress salin.....	21
A/ stress hydrique.....	21
B/ stress ionique	21
C/stress nutritionnel.....	21
D/ stress oxydatif.....	22
III.3. Effet de la salinité sur la physiologie de la plante.....	22
III.3.1 Effet s de la salinité sur la germination.....	22
III.3.1.1.Effets osmotique	22
III.3.1.2 Effets toxique	22
III.3. 2.Effets de la salinité sur la morphologie.....	22
III.3.1 Effet de sel sur la racine.....	23
III.3.2. Effet de sel sur la tige.....	23
III.3.3. Effet de sel sur les feuilles.....	23
III.3.3. Effets de la salinité sur la croissance et développement.....	23
III.3.4. Effets de la salinité sur la physiologie.....	24
III.3.4.1 Effet de la salinité sur la photosynthèse	24

III.3.4.2. Effet de salinité sur les échanges gazeux et la transpiration.....	24
III.3.5. Effets de la salinité sur le rendement.....	25
III.4 Mécanisme d'adaptation des plantes au stress.....	25
III.4.1 Adaptation morphologique.....	25
III.4.2. Adaptation physiologique.....	25
III.4.2.1. L'inclusion.....	26
III.4.2.2.L' exclusion.....	26
III.4.4.3. Compartimentation vacuolaire.....	27
III.4.5. Adaptation métabolique.....	27
III.4.5.1. Accumulation des solutés organique.....	27
III.4.5.1.1. Accumulation de la proline.....	27
III.4.5.1.2. Accumulation des sucres solubles et polyols.....	28
III.4.5.1.3. Accumulation des antioxydants.....	28

Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1.Objectif de l'expérimentation	32
IV.2. Lieu de l'expérimentation	32
IV.3.Le matériel végétal	32
IV.4.Protocole expérimentale	32
IV.4.1.Essai de germination	32
a-Désinfection des graines.....	32
b- Scarification des graines et mise à germination	33

IV.4.2. Essai de croissance	34
IV.4.2.1. Préparation du substrat.....	34
IV.4.2.2. Prégermination des graines	34
IV.4.2.3.Repiquage des graines germées	35
IV.4.2.4. Application du stress	35
IV.4.2.5. Les paramètres analysé	36
a - Les paramètres de germination	36
b- Les paramètres morphologiques	36
c- Les paramètres physiologiques	36
d-Les paramètres biochimiques	36
IV.4.2.6. Le dispositif expérimental adopté	36
IV.4.2.7. Analyses statistiques des données	37

Chapitre V : Résultat et discussion

V.1. Les paramètres de germination.....	39
V.1.1. Effet du stress salin sur la sur le taux de germination final des graines de <i>Sesbania aculeata</i>	39
V.2.Les paramètres morphologiques.....	41
V.2.1. Effet du stress salin sur le poids de la matière fraîche totale graines de <i>Sesbania aculeata</i>	41
V.2.2. Effet du stress salin sur le poids de la matière sèche totale de <i>Sesbania aculeata</i>	42
V.3.Les paramètres physiologiques.....	43
V.3.1. Effet du stress salin sur la teneur en chlorophylle des feuilles de <i>Sesbania aculeata</i>	43
V.3.2. Effet du stress salin sur la teneur sur la teneur en sodium des feuilles de <i>Sesbania aculeata</i>	45
V.3.3. Effet du stress salin sur la perméabilité membranaire des feuilles de <i>Sesbania aculeata</i>	47

V.4. Les paramètres biochimiques.....	48
V.4.1. Effet du stress salin sur la teneur en proline des feuilles de <i>Sesbania aculeata</i>	48
V.4.2. Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles de <i>Sesbania aculeata</i>	50
Conclusion	53
Référence	
Annexe	

LISTE DES FIGURES	page
Figure I.1 : Feuille de sesbania (Orwa et al., 2009)	05
Figure I.2 : fleurs de sesbania (Orwa et al., 2009)	05
Figure I.3 : Les gousses de sesbania (Orwa et al., 2009)	06
Figure I.4 : Les racines de sesbania (ItDas, 2016)	06
Figure II.1: Représentation schématique de la distribution de quelque domaines pédologique dans le Nord de l'Algérie (Djili, 2000)	15
Figure III.1: Schématisation du bilan de circulation du sodium dans les plantes type inclure ou exclure (Levigneron et al.,1995)	27
Figure III.2: : synthés des principaux mécanismes cellulaires de perception, signalisation et réponse au stress salin(NaCl) chez la plante (Hanana et al.,2011)	29
Figure IV.1 : Les graines de <i>Sesbania aculeata</i>	32
Figure IV.2 : Stérilisation des graines	33
Figure IV.3 : étapes de la germination de la graine	33
Figure IV. 4 : Préparation du substrat	34
Figure IV. 5 : étape prégermination des graines	34
Figure IV. 6 : Repiquage des graines germées	35
Figure IV.7 : Effet de la salinité sur les plantes de <i>Sesbania aculeata</i>	35
Figure V.1: Effet de la salinité sur le taux de germination final des plants <i>Sesbania aculeata</i>	40
Figure V.2: Effet de la salinité sur la matière fraîche totale des plants <i>Sesbania aculeata</i>	42
Figure V.3: Effet de la salinité sur la matière sèche totale des plants <i>Sesbania aculeata</i>	43
Figure V.4: Effet de la salinité sur la chlorophylle totale des plants <i>Sesbania aculeata</i>	45
Figure V.5: Effet de la salinité sur la teneur des feuilles en sodium des plants <i>Sesbania aculeata</i>	46
Figure V.6: Effet de la salinité sur la perméabilité membranaire des plants <i>Sesbania aculeata</i>	48
Figure V.7: Effet de la salinité sur le dosage de proline des plants <i>Sesbania aculeata</i>	50
Figure V.8: Effet de la salinité sur des sucres totaux des feuilles des plants <i>Sesbania aculeata</i> .	51

LISTE DES TABLEAUX	page
Tableau II.1 : Distribution régionale des sols salés et sols sodiques en million d'hectares (Marlet et Job, 2006)	14
Tableau IV.1: Schéma du dispositif expérimental	37
Tableau V.1 : Tableau de l'analyse de la variance pour le taux de germination final	39
Tableau V.2 : Tableau de l'analyse de la variance pour la matière fraîche totale	41
Tableau V.3 : Tableau de l'analyse de la variance pour la matière sèche totale	42
Tableau V.4 : Tableau de l'analyse de la variance pour la chlorophylle totale	43
Tableau V.5 : Tableau de l'analyse de la variance pour teneur des feuilles en sodium	45
Tableau V.6 : tableau de l'analyse de la variance pour le perméabilité membranaire	47
Tableau V.7: tableau de l'analyse de la variance pour le dosage de proline	48
Tableau V.8 : tableau de l'analyse de la variance pour des sucres totaux des feuilles	52

LISTE DES ABREVIATION

% : pourcentage

C° : degré Celsius

NaCl : chlorure de sodium

pH: potentiel hydrogène

CE : conductivité électrique

CEC: capacité d'échange cationique

SASC :

FAO: Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

GPX : la glutathion peroxydase

APX : L'ascorbate peroxydase

CAT : La catalase

SOD :la superoxyde dismutase

GST :la glutathion S-transférase

U.V: ultra -violet

ROS : d'espèces réactives d'oxygènes

MF: Matière Fraiche

MS: Matière Sèche

CV: coefficient de variation

DO: densité optique

H₂O₂ : peroxyde d'oxygènes

O₂⁻ : super -oxydes

OH⁻ : hydroxyle

Na⁺ : Sodium

K⁺ : Potassium

Mg²⁺ : Magnésium

Ca²⁺ : Calcium

Cl⁻ : Chlore

SO₄²⁻ : Sulfate

NO₃⁻ : Nitrate

PO₄⁻ : phosphate

HCO₃ : bicarbonates

Cu : cuivre

Zn : zinc

Pb : plomb

Meq /l : milliéquivalent par litre

g/l: gramme par litre

mM: milli mole

Cm : centimètre

mm: millimètre

m: mètre

ds/m : déci siemens/ mètre

ha : hectare

µg: microgramme

< : inférieur

> : supérieur

Introduction

La salinisation des terres est un problème majeur à l'échelle du globe, Selon FAO, 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 (Legros, 2007).

En Algérie, les zones arides et semis arides représentent près de 95% du territoire nationale, dont 80% dans le domaine hyperaride. Dans ces zones, l'eau est principal facteur limitant la production agricole, et la présence des sels solubles dans l'eau d'irrigation ainsi que le pouvoir évaporateur de l'air conduisent souvent à la salinisation des sols (Abdelhafid, 2021).

Dans ces zones peu favorables à la production végétale la recherche d'espèces qui s'adaptent mieux à ces contraintes environnementales est d'une importance de premier ordre afin d'assurer une production dans ces sols marginales et d'éviter l'abondons des terres. Le choix de ces espèces passe tout d'abord par la compréhension des mécanismes qui confèrent aux plantes une bonne adaptation et une résistance au stress salin.

Les mécanismes de réponses des plantes au stress salin restent compliqués toutefois des modification morphologiques, physiologiques et biochimiques sont impliquées. L'analyse des mécanismes de réponses au stress salin peut donc permettre une meilleure compréhension des stratégies d'adaptation et par conséquent sur le choix d'espèces qui répondent mieux à ces contraintes du milieu.

Les légumineuse fourragères est l'une des familles d'espèces candidates à la réhabilitation des zones affectées par la salinité, elles présentent de nombreux intérêts agronomiques et économique elles permettent d'obtenir une production animale élevée, elles présentent également des effets intéressants pour le sol en amélioration la fertilité et la structure du sol. Parmi ces espèces fourragères nous avons *Sesbania aculeata*. En effet notre présent travail à pour but de déterminer les variations morphologiques, physiologiques et biochimiques induites par la salinité en stade de croissance chez *Sesbania aculeata*.

Partie bibliographique

Chapitre I :

Généralité sur le genre Sesbania

I.1. Origine de *sesbania*

Sesbania sesban se trouve dans toutes les régions tropicales et subtropicales de l'Afrique, de l'Asie et de l'Australie. Il n'est pas largement distribué dans les Amériques. L'Afrique est son centre de diversité, et *sesban* est probablement originaire de là ; son ancien nom est *Sesbania aegyptiaca*. Originaire du nord-est de l'Afrique, *Sesbania sesban* var . *Sesban* et ses variantes ont été disséminés dans le sud de l'Asie, peut-être l'homme. En Afrique, *Sesbania sesban* var. *Nubica* et le type le plus couramment trouvé, et il existe plusieurs *sesbanias* étroitement liées au *sesban*, telles que *Sesbania goetzei* et *Sesbania cinerascens* (Gillett, 1963).

Distribués et cultivés dans toute l'Afrique tropical et Asie. Il également été introduite en Amérique tropicale (Mani et al., 2011; Heering et al., 1996; Wiegand et al., 1995) . C'est une plante exotique pour l'Ethiopie (Mekoya et al., 2009 a., Orwa et al., 2009) et est originaire de l'est Afrique.

La plante est originaire d'Inde, du Pakistan, de Chine, du Sri Lanka, l'Afrique, le sud des États-Unis et les Philippines (Swami et al ., 2014).

I.2. Présentation de *Sesbania aculeata*

C'est un arbuste d'enracinement profond avec feuillage de bonne qualité est l'une des l'espèce les plus Prometteuses pour une couverture de courte durée (Desaeger et Rao,2001), sa capacité à contrôler l'érosion des sol et par conséquent, restaurer et maintenir la fertilité du sol en fait une composante de l'agroforesterie traditionnelle (Degefu et al., 2011). *Sesbania aculeata* a plusieurs synonymes comme *Sesbania cannabina* et *Sesbania bispinosa* en Anglais, Jayanti et Dhunchi en sanskrit et hindi, et par le nom commun dhaincha (Sharma, S et al., 2014).

I.3. Description de la plante

Le genre *Sesbania* se compose d'une cinquantaine d'espèces, est communément est membre de la Famille des Léguminosae, sont des espèces annuelles, et certaines sont des vivaces relativement de court durée (Gupta et al., 2011). *Sesbania sesban* Merr est un single à couronne et à enracinement profond ou arbuste à tiges multiples ou arbre de courte durée, qui peut pousser jusqu'à 8 m de haut (Hang et al., 2011; Mani et al ., 2011), avec des tiges ligneuses, des fleurs jaunes et des gousses linéaires et qui sont largement répartie dans les tropiques et subtropicales. Et certains sont relativement de courte durée boisé pluriannuels (Pandhare et al., 2011; Gupta et al., 2011).

I.3.1. Partie aérienne

a- Les feuilles

Feuilles paripennée composé de 2-18 cm de long composé de 6-27 paires de folioles. Long, étroit; folioles en plusieurs paires, arrondies ou oblongues, généralement asymétrique à la base, souvent glauque; stipules minute ou absent (Gomase et *al.*, 2012; Mani et *al.*, 2011).



Figure I.1 : Feuille de sesbania (Orwa et al., 2009).

b- Les fleurs

Le racème a 2-20 fleurs qui sont jaunes avec stries violettes ou brunes sur la corolle fleurs attrayant, jaune, rouge, violacé, panaché ou strié, rarement blanc, grand ou petit sur pédicels minces, solitaires ou appariés dans de courtes racèmes axillaires, désagréablement parfumé; tous les pétales longs griffés, standard orbiculaire ou obovate (Gomase et *al.*, 2012; Mani et *al.*, 2011).



Figure I.2 : fleurs de sesbania (Orwa et al., 2009).

c- Les gousses

Gousses jaune pâle, linéaire, généralement de 10-20 cm de long, cylindrique ou comprimé, rarement oblong; jusqu'à 40 graines se trouvent dans une gousse; graines oblongues ou sous-quadrates, brun ou vert foncé marbré de noir. Deux sous-espèces sont reconnues au sein *Sesbania sesban* (Gomase et al., 2012).



Figure I.3 : Les gousses de sesbania (Orwa et al., 2009).

I.3.2. Partie racinaire

Les racines sont pivotantes à nodosité (Itidas, 2016).



Figure I.4 : Les racines de sesbania (Itidas, 2016).

I.4. Systématique et classification

Selon **Ildid (2014)**, *Sesbania aculeata* appartient au :

Règne : Plantae

Embranchement : Tracheophyta

Classes : Dicotylédones

Familles : Fabacée

Ordre : Fabales

Genre : Sesbania

Espèce : *Sesbania aculeata*

I.5. Exigences culturelles de *Sesbania aculeata*

I.5.1. Exigences climatiques

Sesbania sesban se trouve dans les régions où le climat est semi-aride à subhumide (**Heering, 1995; Degefu et al., 2011**), originaire des régions moussonales, semi-aride à sous-humides avec des précipitations annuelles de 500 à 2000 mm. Pousse mieux là où l'engorgement périodique ou les inondations sont suivies d'une saison progressivement plus sèche (**Heering, 1995; Orwa et al., 2009; FAO, 2007**). Et température de 18 à 23°C, en raison de sa bonne tolérance aux basses températures (**Heering, 1995**), il peut être cultivé à une altitude de 100 à 2300 m (**Orwa et al., 2009**). Il a une tolérance à l'ombre.

I.5.2. Exigences édaphiques

Sesbania aculeata pousse dans un large éventail de sols, du sable aux argiles lourdes. Tolère les sols salins (1% de sel concentration au stade du semis à 1,4% à maturité); sols alcalins (pH<10); et les sols acides (**Orwa et al., 2009; FAO, 2007**), comme ainsi que l'exploitation forestière et les inondations. Il tolère des sols chargés de métaux lourds résidus miniers métallifères élevés à Cu, Zn et Pb (**Gupta et al., 2011; FAO, 2007**). Il peut pousser dans un sol pauvre et dégradé (**Hossain, et al., 2001**).

I.6. Mode de culture

Les graines ont été semées en juin – juillet au début de la mousson du sud-ouest; les semis après septembre produisent une mauvaise production de semences. Dans le sud des États-Unis, les semences sont diffusées après que le sol a été humidifié par les pluies d'Avril ou de Mai et hersé. En Inde, les graines sont généralement diffusées, mais parfois semées en rangs espacés de 30 cm. Les semences peuvent être semées ou diffusées à raison de 20 à 60 kg/ha. Une plantation plus épaisse facilite la

récolte de petites plantes. La culture croît rapidement et nécessite peu de désherbage. Habituellement, aucun engrais n'est appliqué. En Inde, cultivé soit comme culture principale dans la rotation du riz, soit comme culture frontalière en bordure des rizières (Duke, 1981).

I.7. Récolte

Il est préparé pour être coupé en Septembre ou Octobre, mais s'il est laissé au repos avant que les graines ne mûrissent en Novembre, la fibre ne sera pas affectée. En Inde, les graines mûrissent en 5 à 5 mois environ, elles arrivent au États-Unis en 2 mois environ. Les gousses matures n'éclatent généralement pas. En Inde, les gousses sont généralement cueillies à la main, puis battues et battues avec des bâtons; cependant, si la cueillette manuelle est retardée après Mars, certaines gousses tomberont. Aux États-Unis, les récoltes sont récoltées par des machines et des gerbeur, puis battues par des batteuses à graines ordinaires. Les semences doivent être traitées avec des insecticides avant le stockage car elles sont sensibles aux ravageurs. Le processus de trempage et de nettoyage des fibres est similaire à celui du chanvre solaire. Nous pouvons porter environ 2kg de fibres par jour (**Duke, 1981**).

I.8. Les maladies

Cette culture est autogame et n'a pas besoin d'être isolée pour la production graines pures. Plusieurs nématodes attaquent cette sesbania: *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* et *Trichodorus minor*. Dans le sud des États-Unis, ce la culture précède généralement les légumes cultivés en automne. Cependant, dans en raison de l'invasion des nématodes, il n'est pas recommandé de sol sablonneux contenant d'autres cultures sensibles, telles que gourde. Les charançons et les chenilles attaquent les gousses et les graines stockage. Ceux-ci peuvent être contrôlés avec des pesticides. Ces plantes sont attaqué par la plante à fleurs parasite *Dendrophthoe falcata*.

I.9. Les utilisation de plante

Sesbania bispinosa est un arbuste polyvalent. Ses tiges fournissent une fibre solide et durable utilisée dans l'industrie du papier et considérée comme supérieurs à la fibre de jute pour les activités liées à l'eau. Le sesban épineur est cultivate pour faire de l'engrais vert (**Arunin et al., 1987 ; Orwa et al., 2009**).

Les graines matures sont cuites et consommées par les groupe ethniques Gonds et Katkaris en Inde (**Siddhuraju et al.,1995**). Cependant, les informations notionnelles sur le sesban épineux en tant qu'aliment humain sont encore rares (**Pugalenthi et al.,2004**). Les graines mélangées à de la farine sont utilisées dans le traitement de la teigne, des maladies de la peau, des morsures de serpent et des

plaies (Orwa et al., 2009). Les graines contiennent de grandes quantités de pinitiol, une substance antidiabétique (Misra et al.,2004).

Les feuilles épineuses de sesban sont utilisées comme fourrage pour les moutons, les chèvres et les bovins. Ils sont utilisés comme aliments pour volailles en Afrique du Sud (Pugalenthi et al.,2004).il est possible de faire de l'ensilage avec les feuilles (Orwa et al., 2009). La farine de semences peut être utilisée pour nourrir les bovins (Orwa et al.,2009).

Utilise pour fournir des brise- vent, des haies, un contrôle de l'érosion, ainsi que de l'ombre et un abri pour les cultures. Il est cultivé dans des systèmes d'élevage de ruelles (Orwa et al.,2009). Il est en forte concurrence avec les herbes et peut être utile pour contre Imperata cylindrique (Duke,1983 ; Nas ,1980).

I.10. Les valeurs fourragères

Sesbania bispinosa a donné jusqu'à 12-19 t/ha /an de fourrage vert ou d'engrais vert (Qamar et al., 2014 ; Prasad, 1993). Il pouvait produire 4,4 t/ha de DM et fournir 843 kg /ha de protéines brutes (19%de CP) (Qamar et al.,2014). Il est possible de faire 2recoltes par an sous les tropiques (Ecocrope,2010).

Les rendements moyens en semences varient de 600kg à1000 kg/ha (Ecocrope ,2010).

I.11. Intérêt de plante

I.11.1. Intérêt agronomique

- la croissance rapide lui permet de progresser sur d'autres compétitif.
- Exigences minimales pour les travaux de préparation du sol.
- Produit de bois du chauffage.
- Produit du fourrage.
- Utilisée comme engrais vert (amélioration de la structure du sol).
- Piégé à nématodes.
- Meilleur tolérance au sel.

I.11.2. Intérêt alimentaire

Alimentation animale (fourrage) et peut être consommée pour l'alimentation humaine (fleurs) et permet d'assurer un affouragement en vert durant la période estivale.

I.11.3. Intérêt économique

Coût de production réduit.

I.11.4. Intérêt médicinal

Les graines sont mélangées à de la farine et appliquées à la teigne, à d'autres maladies de la peau et aux blessures (**Duke,1981**). Les ayurvédiques considèrent la racine comme alexiterique, anthelminthique, collyre, diurétique et lactagogue. (**Kirtikar et Basu ,1975**), signalent qu'autour de Las Bela, il est utilisé pour les plaies et que des racines en poudre sont administrées aux victimes de morsures de serpent, provoquant des vomissements et peut être un remède.

Chapitre II : Salinité des sols

II.1. Définition de la salinité

La salinité est la quantité globale des sels solubles contenus dans l'eau d'irrigation ou dans la solution du sol. Cette définition tient compte du fait que, les ions des sels solubles retiennent l'eau et sont à l'origine de la pression osmotique qui s'élève lorsque leur concentration augmente (**Slama, 2004**).

La salinité se réfère à la quantité des sels solubles qui se trouve dans le sol (**Chesworth, 2008**). Les sels solubles englobent une large gamme d'anions et de cations présents dans le sol soit sous forme cristallisée, soit sous forme dissoute dans la solution du sol, soit sous forme adsorbée sur la surface des colloïdes (**Douaik, 2005**). Ils sont constitués principalement par le calcium, le magnésium, le sodium et le potassium pour les cations et par les chlorures, les sulfates, les carbonates et les bicarbonates et nitrates pour les anions (**Chesworth, 2008**).

La salinité des sols et celles des eaux d'irrigation désigne la surcharge de ces derniers en sels minéraux solubles. Elle est causée par la combinaison de quatre cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ et Na^+) et de anions (Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- et HCO_3^-) (**Hu et Schmidhalter, 2001 ; Geetanjali et Neera, 2008**).

II.2. Définition de la salinisation

La salinisation défini comme un processus d'accumulation des sels à la surface du sol et plus particulièrement dans la zone racinaire, elle se solde par des effets nocifs sur les végétaux et le sol (**Mermoud, 2006**).

La salinisation est un processus d'enrichissement du sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol salin (**Keren, 2000 ; Brady et Weil, 2002**).

La salinisation joue un rôle majeur dans la dégradation des sols et elle menace à court terme une partie non négligeable des superficies cultivables du globe. Ce phénomène correspond à l'accumulation excessive des sels très solubles dans la parties superficielle des sols ce qui se traduit par une diminution de la fertilité du sol (**Souguir et al ., 2013**).

La salinisation des sols se manifeste par deux voies, qui sont :

- **Salinisation primaire :**

Liée à la présence naturelle relativement concentrée de sels à travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens des sels des mers et océans (**Stengel et al., 2009**).

- **Salinisation secondaire :**

Liée à l'irrigation qui constitue une menace particulièrement grave mais très difficile à évaluer de manière correcte (**Stengel et al., 2009**).

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou 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**).

II.2.1. Processus de la salinisation

Trois processus responsables de la salinisation :

II.2.1.1. La salinisation

Elle se produit lorsque la minéralisation de la solution du sol dépasse un certain seuil sous l'influence d'un mécanisme physique (évaporation, drainage interne insuffisant, altération de minéraux et accumulation) (**Philippe, 2001**).

II.2.1.2. La sodisation

Ce processus se produit lorsque le complexe organo-minéral d'échange est progressivement saturé par l'ion Na^+ (**Philippe, 2001**).

II.2.1.3. L'alcalisation

C'est la libération de l'ion Na^+ dans la solution du sol, ce qui élève le pH et disperse les feuillets d'argile. Ce processus intervient lorsqu'un sol à complexe saturé en Na^+ se transforme physiquement suite aux réactions d'échange entre l'ion sodium et protons au moment d'une humectation (**Philippe, 2001**).

II.3. Les sols salés dans le monde et en Algérie

II.3.1. Sols salés dans le monde

Les zones arides et semi-arides constituent environ les deux tiers de la surface du globe terrestre. Dans ces zones souvent marquées par des périodes sévères de sécheresse, la salinisation des sols est considérée comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. A l'échelle mondiale, il est estimé que presque 800 millions d'hectares de terres sont affectés par le sel, que ce soit par la salinité (397 millions d'ha) ou par les conditions de sodisation associées aux teneurs en sodium (434 millions ha). En effet, la salinité s'étend sur plus de 6% de la superficie totale de la planète, dont

3,8% sont situés en Afrique. Ce phénomène devient de plus en plus inquiétant car la salinité réduit la superficie des terres cultivables et menace la sécurité alimentaire dans ces régions (**Benidire et al., 2015**).

Tableau II.1 : Distribution régionale des sols salés et sols sodiques en million d'hectares (**Marlet et Job, 2006**).

Régions	Superficie totale (10 ⁶ ha)	Sols salés (10 ⁶ ha)	%	Sols sodiques (10 ⁶ ha)	%
Afrique	1899.1	38.7	2.0	33.5	1.8
Asie, Pacifique et Australie	3107.2	195.1	6.3	248.6	8.0
Europe	2010.8	6.7	0.3	72.7	3.6
Amérique latine	2038.6	60.5	3.0	50.9	2.5
Proche orient	1801.9	91.5	5.1	14.1	0.8
Amérique du Nord	1923.7	4.6	0.2	14.5	0.8
Total	12781.3	397.1	3.1	434.3	3.4

II.3.2. En Algérie

En Algérie, plus de 20% des sol irrigués sont concernés par des problèmes de salinité (**Douaoui et Hartani, 2008**). Les sol salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla au-delà (**Aubert, 1982**).

En Algérie, les sols salés occupent de grandes étendues (**Halitim, 1985**). Selon Le **Houero** (**1993**), les sols salés occupent de vastes superficies (3,2 millions d'hectares de la superficie totale). Près de 10-15% de terres irriguées, sont concernées par ces problèmes. Bien que le problème d'alcalinisation, selon **Daoud et Halitim (1994)** ne se pose plus, on estime que les terres salinisées seront difficilement récupérables. La plupart de ces sols situés , région aride et semi-aride, mais aussi sous bioclimat subhumide (**Halitim,1973**). Selon **Djili (2000)**, les sols salés sont localisés au Nord qu'au Sud Algérien, et s'expriment mieux entre les isohyètes 450 mm qui semblent être la limite supérieure des sols fortement sodiques (**Fig 01**).

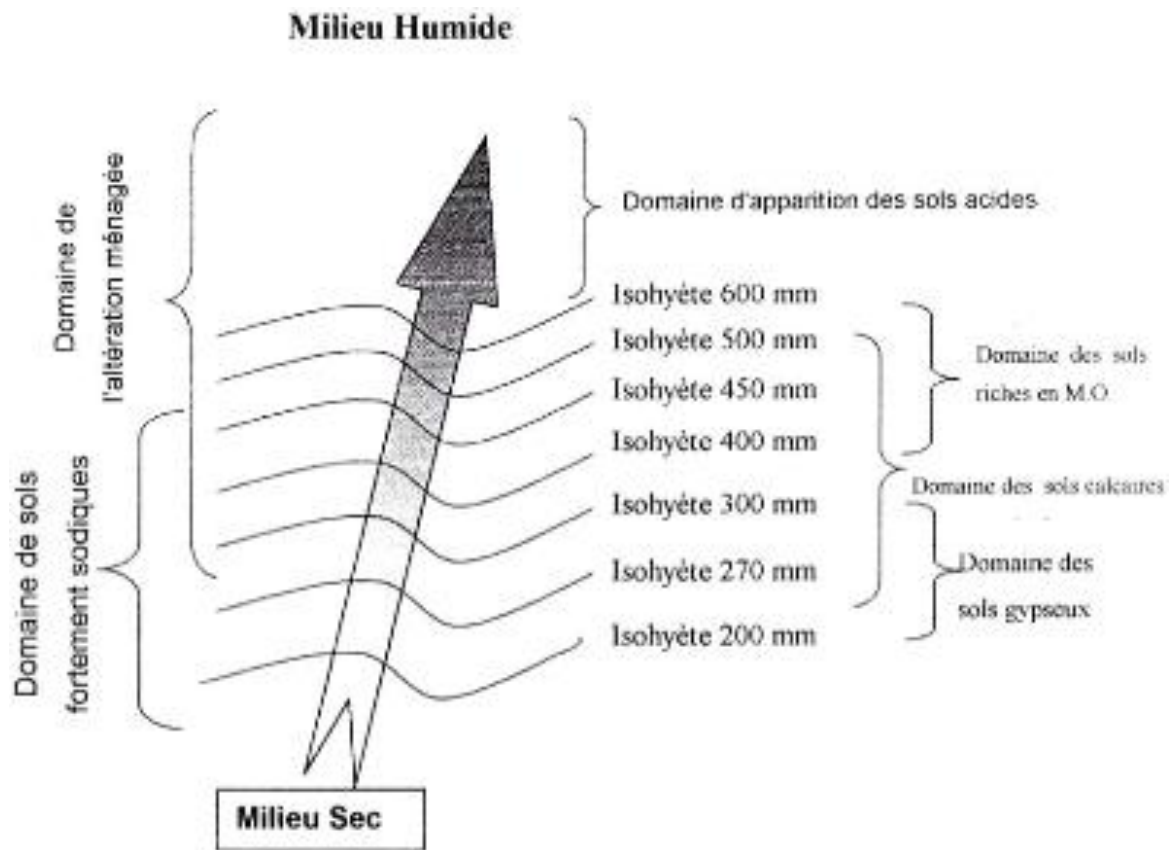


Figure II.1: Représentation schématique de la distribution de quelques domaines pédologiques dans le Nord de l'Algérie (Djili, 2000).

Les sols d'Algérie sont caractérisés en général par une conductivité électrique supérieure à 7ds/m et un pourcentage de sodium échangeable qui varie de 5 à 60% de la CEC (Aubert, 1975).

II.4. Impacts de salinité

II.4.1. Impacts sur la production végétale

La salinité provoque aussi un impact négatif sur les rendements des cultures et la production agricole dans les zones sèches et irriguées en raison de terres ayant des propriétés physicochimiques médiocres, de la mauvaise gestion de l'eau et de l'expansion de la frontière agricole dans les zones marginales. Dans des sols sévèrement touchés par la salinité, il se forme souvent une mince croûte de couleur blanchâtre (efflorescence saline) en surface. Comme conséquence de la salinité sur la plante, le mécanisme essentiel qui limite son développement est la pression osmotique ($PO = 0,036 \cdot CE$) (Chesworth, 2008). Selon cette formule empirique, la pression osmotique augmente avec la concentration en sels et rend l'absorption de l'eau par la plante plus difficile. La présence de ces sels et l'élévation de la pression osmotique de la solution du sol, ou une toxicité ionique spécifique, entraînent

la formation de paysages particuliers, soit occupés par une végétation naturelle spécialisée dite halophyte, soit présentant une absence totale de végétation (exemples : chotts et sebkhas) (**loyer,1991**).

L'accumulation de sels (et en particulier des sels de sodium) est une des principales menaces physiologiques qui pèse sur les écosystèmes. Le sel perturbe le développement des végétaux en limitant l'assimilation des éléments nutritifs et en réduisant la qualité de l'eau à disposition pour les végétaux. Il affecte le métabolisme des organismes du sol et mène à une réduction importante de la fertilité du sol. Un niveau de salinité élevé des sols provoque le flétrissement des plantes du fait d'une augmentation de la pression osmotique et des effets toxiques des sels (**SASC, 2007-2009**).

II.5. Les propriétés physique, chimique et biologique des sols salés

II.5.1. La stabilité

Selon **Michel (2005)**, des mécanismes physiques tels que fracturation, l'éclatement et la dispersion réorganisent l'assemblage des constituants conduisant au remaniement du sol. En effet , la saturation de la fraction argileuse en sodium provoque la dispersion des fines particules et la modification de la structure du sol (**Ghassemi et al, 1995**).

La stabilité d'un sol dépend des cations mis en jeu pour la saturation du complexe et le taux d'agrégats stables est décroissant suivant les cations fixés sur le complexe absorbant $Ca^{++} < Mg^{++} < K^+ < Na^+$. La stabilité structurale décroît dans les sols dès que le taux de sodium échangeable atteint 12 à 15% (**Duthil,1973**). Le rapport Na^+ / Ca^{++} influe sur la dispersion des colloïdes.

Cette dispersion apparait dès que la quantité de sodium échangeable dépasse celle du calcium échangeable :c'est-à-dire lorsque le rapport Na^+ / Ca^{++} dépasse la valeur de 1(**Derdour,1981**).

Ont constaté que l'ion Na conféré à un sol enrichi en solution une plus grande capacité que sur un sol environnant et l'enrichissement en ion k^+ modifié relativement par la structure. Le taux d'agrégats stables est lié à la garniture ionique et au type d'argile dont la stabilité est liée au potentiel électrique (**Henin et al, 1969**).

II.5.2. La perméabilité

La perméabilité dépend de la texture et devient difficile, elle est lente et de fait par diffusion(**Aubert, 1980**). A l'état humide, et par manque de cohésion des particules fines, l'argile occupe les vides de la matrice (sol) et réduit la perméabilité (**Phelippe,2001**).

Le perméabilité dépend essentiellement de la texture, la structure, le type de cations absorbés et le taux de matière organique, la diminution de la perméabilité des sols salés à alcalins est une conséquence directe de la dispersion des colloïdes par l'ion Na (**Derdour, 1981**). Cette perméabilité commence à augmenter avec la salinité du fait de la formation des agrégats par l'action flocculant des sels, puis elle se maintient constante (**Demelon, 1966**).

Servant en 1971, signalait que le sodium réduit la percolation alors que le K^+ l'augmente par contre les sols saturés par le Ca^{++} ont une meilleure perméabilité que ceux saturés par le Na^{++} et K^+ .

Selon Richards (1954), deux facteurs jouent ou régissent la diminution de la perméabilité :

- Le gonflement des particules d'argiles, causant la diminution de la taille des pores larges dans le système.
- La dispersion des argiles provoque ainsi l'obstruction des pores et des canaux dans le sol.

II.5.3. La rétention en eau

La capacité de rétention en eau diminue en fonction de la nature des cations dans l'ordre suivant: $Na^+ > Ca^{++} > K^+$ (**Djamel, 1993**).

Les sols salés peuvent rester humides même en saison sèche grâce à leur richesse en éléments minéraux hygroscopique cette richesse hydrique n'est pas toujours disponible à cause des dépressions élevés de la solution du sol, la capacité de rétention en eau diminue en fonction de la nature de cation dans l'ordre suivant : $Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++} > K^+$ (**Halitim, 1973**).

II.5.4. Conductivité électrique

D'après Robert (1996), la conductivité électrique des sols est la principale propriété chimique qui caractérise le sol, par rapport à une roche mère qui en est le plus souvent dépourvue.

La conductivité électrique d'une solution est la conductance de cette solution mesurée entre des électrodes de 1 cm^2 de surface. Elle permet de déterminer la salinisation globale de l'extrait de la pâte saturée (**Baise, 1988**).

De plus la connaissance de la conductivité est nécessaire pour l'étude de complexe absorbant des sols salés (**Aubert, 1960**).

II.5.5. Le potentiel hydrogène pH

Le pH se mesure sur une suspension de terre fine (**Aubert, 1960**). Le pH des sols salés dont la salinité est du type neutre c'est-à-dire quand elle est due à des sels de bases et d'acides forts (sulfates,

chlorures, calcium, sodium et magnésium), reste inférieur à 8,5 et le sol est basique. Si la salinité est en revanche due à des sels bases fortes et d'acides faibles, le pH est au-dessus de 8,5 et peut atteindre 10, et le sol alcalin. Le pH peut dépasser 10 après une précipitation du carbonate de calcium, les ségrégations salines sont fortement sodique et renferment des sol alcalins (**Servant, 1975**).

Un pH compris entre 8 et 9 est retenu, généralement, comme limite de dégradation de la structure (**Aubert, 1983**).

II.5.6. La faune du sol

Les sels forment une couche imperméable en surface empêchant toute activité biologique. Ainsi **selon Aubert (1988)**, la pression osmotique de la solution des sols s'élève d'où l'alimentation en eau difficile des plantes et micro-organismes.

L'activité minéralisatrice du carbone varie en sens inverse de la conductivité électrique (**Makaoui et Jaquin, 1984**). L'activité biologique est bloquée par la formation d'une couche imperméable causée par les sels (**Halfaoui, 1988**). L'excès de sel provoque une diminution du nombre de micro-organismes et leurs activités ce qui rend la minéralisation inhibée (**Albouchir, 2001**). La salinité a un rôle défavorable sur l'ammonification et la nitrification (**Dommergues et Mangenot, 1970**).

Chapitre III : Salinité et plante

III .1. Définition de stress

Le terme de « **stress** » a été inventé par **Hans Selye** en **1935**. Ce dernier a défini le stress comme une « réponse non spécifique de l'organisme à toute sollicitation », le mot « stress » d'origine anglaise, il était employé en mécanique et en physique qui voulait dire « Force, Poids, tension, charge ou effort » ce n'est qu'en **1963 Hans Selye** utilise ce mot en médecine et le définit comme étant « des tensions faibles ou fortes, éprouvées depuis toujours et déclenchées par des événements futurs désagréables ».

La plante dans son environnement est exposée aux différentes contraintes biotiques et abiotiques.

La contrainte abiotique est le résultat des différentes conditions environnementales que ce soit climatique et édaphiques défavorables à la croissance des plantes (**Munne-bosch et Alegre, 2004**).

La plante du fait qu'elle ne peut pas se déplacer, elle doit s'adapter à ces conditions stressantes de manière à réduire leurs impacts sur son bon fonctionnement (**Lexer, 2005**).

Un stress abiotique est toute condition environnementale défavorable empêchant la plante de se développer normalement et de se reproduire (**Kotchouni et al., 2006**).

Ce stress peut être induit par une forte salinité (**Parker et al., 2006**), des hautes températures (**Majoule et al., 2003**), des basses températures (**Renaulde et al., 2004**), de la lumière (**Phee et al., 2004**), des métaux (**Sarry et al., 2006**), d'un stress oxydatif (**Couee et al., 2007**), de la pollution et du déficit nutritionnel (**Munne –bosch et Alegre., 2004**), ou d'une combinaison entre eux (**Langridge et al., 2006**).

III.2. Type du stress

Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress : les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et les stress abiotiques (qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux) (**Levitt, 1980, Zhu, 2002 ; Vincent, 2006**).

III.2.1 Le stress biotique

Imposés par d'autres organismes (insecte, herbivore ...), ils sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes. Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réaction. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles (**Shilpiet Narendra., 2005**).

III.2.2. Le stress abiotiques

Provoque par un défaut ou excès de l'environnements physico-chimique comme la sècheresse, les températures extrêmes et la salinité .Parmi les condition environnementales qui peuvent causer un stress abiotique , on distingue :les inondation ,la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux , la présences d'un minérale inadéquat dans le sol , cas des métaux lourd, l'excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faibles éclairément, les radiation U.V , les composes phyto-toxique comme l'ozone qui est réacteur oxydant , la pollution de l'air ,les produits oxydes formés à partir des réaction de pesticides. La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquentes et les plus étudiées. Ils peuvent impose aux plantes des modification métabolique, physiologique, phrénologique. Le stress peut être déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de la plante (**Shilpi et Narendra.,2005**).

III. 2.2.3. Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier mais pas exclusivement les ions Na^+ et Cl^- (**Hopkins, 2003**), La présence d'un important quantité de sels réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec " (**tremblin,2003**).

Les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de quatre type d'effet que le sel provoque chez les plantes :

A/ stress hydrique :

Un forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçu par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol (**Alam,1944**).

B/ stress ionique :

En dépit d'un ajustement osmotique correcte, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus, perturbe l'activité métabolique (**Alam,1994**).

C/stress nutritionnel :

Des concentration salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transportes ionique cellulaires. Le sodium Na^+ entre en compétition avec le potassium K^+ , et le calcium Ca^{2+} , et le chlore Cl^- , avec le nitrate NO_3^- , le phosphate PO_4^- avec le sulfates SO_4^- (**Alam, 1944**).

D/ stress oxydatif :

Une conséquence des stress environnementaux, comprenant le stress salin, est l'apparition du stress oxydatif (**Hernandez et al.,2001**), c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives d'oxygène (ROS) à des concentrations élevées (**Azevedo et al.,2006**), qui endommagent les structures cellulaires (**Smirnoff,1993**). Ces derniers sont à l'origine des dysfonctionnements de l'appareil photosynthétique et les autres troubles métaboliques (**Rahnama et Ebrahimmzadeh ,2005**), la plupart d'entre eux sont des peroxydes d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions super oxyde (**Azevedo et al .,2006**).

III.3. Effets de la salinité sur la germination physiologie de la plante

III.3.1. Effets de la salinité sur la germination

La germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (**Boulaghagh et al.,2006**). Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol est le plus sensible que les autres stades (**Bouda et Haddioui,2011**). Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (**Ismail,1990**).

III.3.1.1.Effets osmotique

La salinité inhibe l'absorption de l'eau, la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon. Cependant il existe un seuil critique d'hydratation que l'embryon doit atteindre avant de démarrer des processus germinatifs (**Rejili et al.,2006**).

III.3.1.2. Effets toxique

Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination empêchent la levée dormance des embryons et conduisant à la diminution de la capacité de germination (**Rejili et al.,2006**).

III .3.2. Effets de la salinité sur la morphologie

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques mais c'est le poids de la matière sèche et la longueur des tiges qui représentent le mieux la tolérance ou la sensibilité des plantes aux sels (**Burn et al ,1980**).

La comparaison des plantes vivantes dans un milieu non salé et celles des milieux salés, montre que les fortes concentrations de sel solubles dans l'environnement racinaire provoquent la formation de plantes naines qu'une germination lente chez certaines espèces (**El Mekkaoui,1987**).

III .3.2.1 Effets du sel sur la racines

Le volume occupé par les racines d'une plante dans le sol a une grande importance pour l'absorption de l'eau. Les racines du blé s'enfoncent à 50 cm dans un sable, mais atteignent 1 m dans un limon. Dans une forte température l'espace racinaire effectif des arbres ne dépasse pas 1 m pour l'absorption de l'eau.

En générale, les racines superficielles peuvent vaincre des tensions de succion supérieures et se procurer de l'eau même dans un sol sec. Pour **Morant Avicé (1998)** Les racines de tomate ne sont pas affectées par 100 mM de NaCl, alors que la croissance de la tige décroît de 50%. En stress salin, les racines de *Rétama* traitées 50 à 300 meq/l de NaCl ne sont que légèrement affectées par rapport à la tige avec petite variation en longueur. L'impact de la salinité ne se manifeste qu'à partir de 6 g/l (**El Mekkaoui., 1987**).

III .3.2.2 Effet du sel sur la tige

Si la concentration des sels dans le sol est importante, la partie aérienne est réduite (**Briens 1979 ; Belouazani., 1994**).

III .3.2.3. Effet du sel sur les feuilles

Les racines sont moins affectées par la salinité que la partie aérienne. En effet, un jaunissement apparaît sur les jeunes feuilles. Il peut se former des décolorations ou des brûlures dues à la toxicité des sels à fortes doses (**Cherfaoui., 1997 ; Zaani., 2001**). Les chercheurs ont constaté que la surface foliaire est réduite sous stress salin (**Benaceur et al ., 2003**).

III.3.3. Effets de la salinité sur la croissance et développement

La germination est considérée comme une étape critique dans le cycle de développement de la plante. En effet, elle conditionne l'installation de la plantule, son branchement sur le milieu, et probablement sa productivité ultérieure. Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation affecte la germination des glycophytes (**Mallek,2001**).

La salinité des sols et des eaux d'irrigation demeure, dans les systèmes arides et semi arides, un obstacle majeur au développement et à la croissance des végétaux (**Farissi et al.,2014**).

Les grandes concentrations en sel dissous dans la solution du sol ont des effets délétères sur les végétaux. Certains sont adaptés à ces concentrations par différents mécanismes physiologiques, ce sont les halophytes. Elles se développent à des teneurs de sels supérieures à 300 mM par contre les glycophytes y sont sensibles, leur croissance est fortement inhibée avec des concentrations de sel entre 100 et 200 mM (**Rabhi,2011**).

Les effets néfastes de la salinité sur la croissance des plantes sont généralement associés au faible potentiel osmotique de la solution du sol et au niveau élevé de toxicité du sodium (et du chlore pour certaines espèces) qui provoquent des perturbations multiples sur le métabolisme, la croissance et le développement des plantes aux niveaux moléculaire, biochimique et physiologique (**Hanana et al 2011**).

En effet, la salinité est susceptible de perturber la nutrition minérale des plantes en interférant avec le prélèvement de certains éléments essentiels comme le potassium et calcium et ceci soit par substitution, soit par compétition au niveau des sites d'absorption membranaire, par conséquent, la capacité des géotypes à maintenir des niveaux plus élevés de K^+ et Ca^{2+} et de faibles niveaux de Na^+ dans les tissus est l'un des mécanismes clés contribuant à l'expression de la tolérance au sel (**R'him et al,2013**).

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente. L'effet de la salinité sur la plante varie avec les espèces, les variétés et le stade de développements de la plante (**Takarli,2002**).

III.3.4. Effet de la salinité sur la physiologie

III.3.4.1 Effet de la salinité sur la photosynthèse

La présence du sel en forte concentration inhibe principalement le métabolisme cellulaire et la photosynthèse (**Tremblin et Coudre,1986**) par l'imposition d'un stress osmotique (**Hayashi et Murata ,1998**). La salinité réduit la vitesse photosynthétique suite à une diminution de la conduction stomatique de CO_2 (**Santiago et al.,2000**). En effet, la déshydratation des membranes cellulaires réduit leur perméabilité au CO_2 ce qui est réduit par la salinité et au changement dans l'activité des enzymes photosynthétiques (**Parida et Das ,2004**).

III.3.4.2 Effet de salinité sur les échanges gazeux et la transpiration

De nombreux facteurs endogènes et environnementaux influencent l'état d'ouverture des stomates. L'intégration de différents signaux par les cellules de garde permet de réguler le degré d'ouverture stomatique afin d'optimiser l'assimilation de CO_2 en fonction des conditions environnementales et de l'état physiologique de la plante. Dans le cas d'un stress hydrique, par exemple, ce système de régulation permet de limiter la perte d'eau qui pourrait être fatale à la plante en inhibant l'ouverture des stomates par la lumière au début de la journée. Ceci diminue l'assimilation du CO_2 , et ralentit, donc, le métabolisme et le développement, mais permet à la plante de survivre. Le stress salin influence

l'état de turgescence des cellules de garde essentiellement par l'intermédiaire d'une phytohormone : l'acide abscissique (**Belin ,2006**).

III.3.5 Effet de la salinité sur le rendement

L'effet de la salinisation sur les végétaux est semblable à celui de la sécheresse, à mesure que la concentration des sels dissous augmente, la capacité des racines d'absorber à fois l'eau et l'éléments nutritifs diminuent. A des concentrations élevées de sels ; la croissance normale des plantes cultivées est limitée et le rendement des cultures est réduit (**Wiebe et al.,2001**).

III.4. Mécanismes d'adaptation des plantes au stress salin

La résistance d'une plante à la salinité s'exprime par sa capacité à survivre et à produire dans des conditions de stress saline (**Piri et al.,1994**). Les plantes développent plusieurs stratégies pour limite le stress salin, qui diffèrent selon la catégorie de la plante (**Berthomeu et al.,2003**).

III 4.1. Adaptation morphologique

La salinité est connue pour affecter de nombreux des plantes et induire de nombreux changements dans leur morphologie .la morphologie et l'halophyte sont adaptées dans le sens de l'économie d'eau, les caractères associés à cette adaptation sont :

- Une cuticule épaisse.
- Des stomate rare (**Haller et al.,1998**).
- Des cellules a grandes vacuoles pour favorise le stockage de NaCl (**Luttge et al.,2002**).
- Une succulence des feuilles, qui deviennent épaisse ou cylindrique (Suaedea)ou de leurs tiges dans le cas de l'espèces aphyllé (Salicornia) (**Lemee .,1978**).

III.4.2. Adaptation physiologique

Les différences de réponse des plantes à la salinité et au stress salin dépendent non seulement de la quantité de sel disponible dans le sol et dans l'eau d'irrigation ou des espèces végétale, mais aussi des stades de développements des culture (**Maas and Hoffman1977**).

La plante peut d'adapter au stress salin de différentes manières :

III.4.2.1 l'inclusion

Les plantes arrivent à résister au NaCl en accumulant le Na⁺ dans les feuilles ou il est séquestre soit dans la vacuole dans l'épiderme foliaire ou les limbes des feuilles âgées (**Jabnoue, 2008**). Le sel est

stocké dans les vacuoles qui sont des compartiments fermes au sein de la cellule. Ces phénomènes se produisent grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Le sel peut être aussi isolé dans des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu et al 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Alam and Amri 2005).

III.4.2.2 L'exclusion

L'autre stratégie permettant aux plantes de survivre en condition de stress salin consiste à exclure le sodium du cytoplasme vers l'extérieur de la cellule. Dans ce cas, les plantes limitent l'entrée des éléments salins et les rejettent dans le compartiment apoplastique (Blumwald et al., 2004; Munns 2005). La régulation qualitative et quantitative du transport des ions permet de maintenir la concentration ionique dans une gamme de valeurs compatible avec un métabolisme cellulaire normale. L'exclusion commence avec la sélectivité de la membrane racinaire, ce qui peut résulter d'une réduction de la perméabilité passive, de la présence de transporteurs sélectifs et d'un transport vers le milieu des ions déjà absorbés (Apes and Blumwald., 2007). Les plantes exclues sont généralement sensibles à la salinité et sont incapables de contrôler le niveau de Na^+ cytoplasmique. Cet ion est transporté dans le xylème, véhicule vers les feuilles par le courant de transpiration puis en partie véhiculé par le phloème pour être ramené vers les racines (Jabnoun, 2008) (figure III. 1).

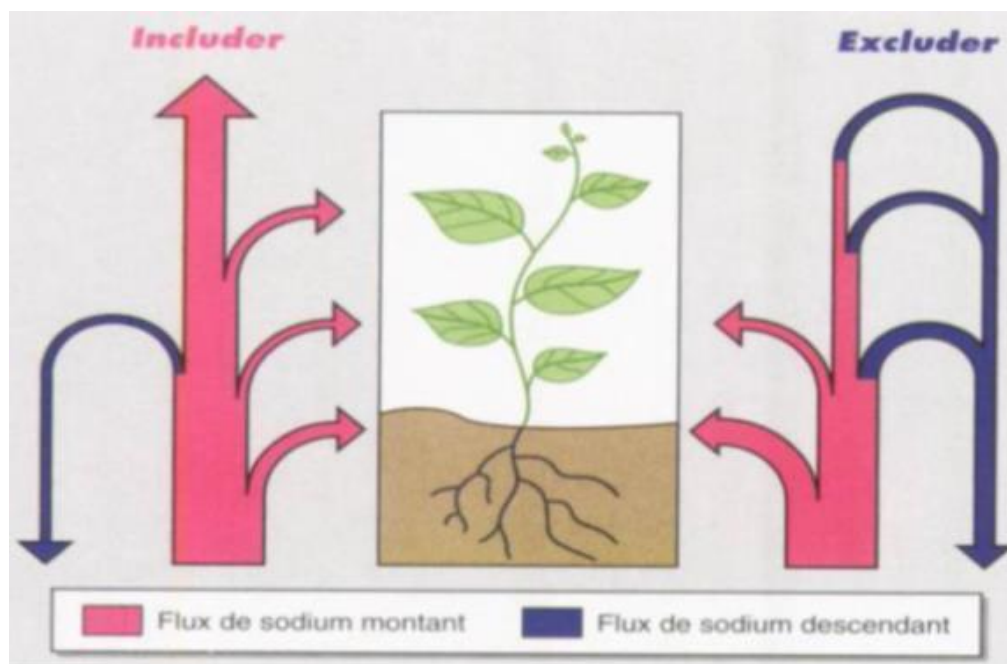


Figure .III.1 :Schématisation du bilan de circulation du sodium dans les plantes type includer ou excluser (Levigneron et al.,1995).

III. 4.4 .3 .Compartimentation vacuolaire

La compartimentation est l'un des stratégies les plus efficaces pour éviter la toxicité de Na⁺ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme (**Jabnoue ,2008**). La plante utilise en effet le sel pour ajuster la pression osmotique de ses cellules. Elle capte le sel qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. L'intérieure des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de « pompe » moléculaire (**Sentenac et Berthomeu.,2003inBouchoukh ,2010**).

III.5.Adaptation métabolique

III.5.1. Accumulation des soules organique

III.5.1.1. Accumulation de la proline

Sous des conditions de concentration en sel élevées, les plante maintiennent leur potentiel osmotique par l'accumulation des soules organique compatible dans leur cytoplasme (**Lallouche et al.,2017**).la proline est l'un de ces soules utilisées par la plante comme osmoprotecteur. Dans plusieurs types de plante, l'accumulation de proline a été observée comme une réponse au stress salin (**Mcue et Hanson ,1990**). Les études biochimiques ont montré que l'accumulation de compose qui contient plus d'azote tels que les acides aminés et les protéines sont considérées comme une réponse commune pour les plantes comme le blé au stress salin (**Elshinitinawy et Hassanein,2001**).

III .5.1.2. Accumulation des sucres solubles et polyols

Plusieurs études physiologiques ont démontré que l'accumulation des sucres et polyols, principalement suite à l'hydrolyse de l'amidon (**Haekstra et al.,2001**). Etait stimulée par un stress salin chez différentes espèces végétales (**Majumeder et al.,2010**). Les sucre solubles auraient un rôle majeur dans l'ajustement osmotique , leur participation à l' abaissements du potentiel osmotique en condition des stress salin a été mise en évidence par plusieurs autres (**Fernandez et al.,2004**).La synthèse de sucre est stimulé par le stress salin chez de nombreuse espèces soit par blocage de la glycolyse ou par hydrolyse de l'amidon (**Rathinasabapathi,2000**).le glucose est le sucre majoritairement accumulé dans les feuilles des plantes soumises au stress salin (**Mustardet et Renault,2004**).Le saccharose peut agir en tant que compose soluble compatible et son accumulation peut limite les dommages au niveau des structure cellulaires (**Neuhaus,2007**), ainsi que l'accumulation de saccharose contribue au maintien d'un pression osmotique élevée limitant les pertes d'eau par transpiration(**Perez-alfocca et Larher ,1995**).

L'augmentation de la concentration des polyols entraîne une augmentation du potentiel osmotique du cytoplasme, ce qui permet une plus grande compartimentation de sodium dans la vacuole. De plus, ces polyols agissent en tant qu'osmoprotecteur des membranes et des protéines. Probablement en éliminant les radicaux libres d'oxygène (**Bohnert et Jensen,1996**). Ils peuvent également servir de sources de carbone pendant la période de stress durant laquelle les photosynthétats sont peu disponibles (**Vernon et al.,1993**).

III .5.1.3 . Accumulation des antioxydants

Les formes actives d'oxygènes, telles que le peroxyde d'oxygène (H_2O_2), les radicaux super-oxydes (O_2^-) et hydroxyle (OH^-) ; sont produites au cours des processus aérobies et de façon plus accrue suite aux stress abiotique, notamment la salinité (**Brosch et al.,2010**). Ces composé, lorsqu'ils sont accumulés en faible quantité, peuvent servir de signal pour induire l'expression de gènes de réponse et de défense cellulaires (**Parent et al.,2008**).

La production excessive de ces composé provoque des dégâts oxydatifs, et ils deviennent toxique pour la cellule (**Mahjaet al.,2008**). Le radical hydroxyle ; par exemples, risque d'endommager les structure chlorophylliennes, protéines nucléique et lipides, et par conséquent entraver le métabolisme cellulaire, la physiologie de la plante et finalement la croissance et le rendements (**Imlay et Linn,1986**) (figure III.2).

Par conséquent, la plante doit constamment déployer ses mécanismes de défense pour pallier ces dommages. De ce fait, et afin d'éliminer ces formes actives d'oxygènes, les plantes possédantes des antioxydants (de nature non enzymatique) de faible masse moléculaire, tels que les composé phénoliques, les flavonoïdes, les anthocyanes et l'acide ascorbique (**Ashraf,2008**). Mais aussi elle emploient une vaste panoplie d'enzymes, telles que la super oxyde dismutase (SOD), la catalase (CAT), l'ascorbate peroxydase (APX) , la glutathion S- transférase (GST) et la glutathion peroxydase (GPX) (**Ksouri et al.,2010**).

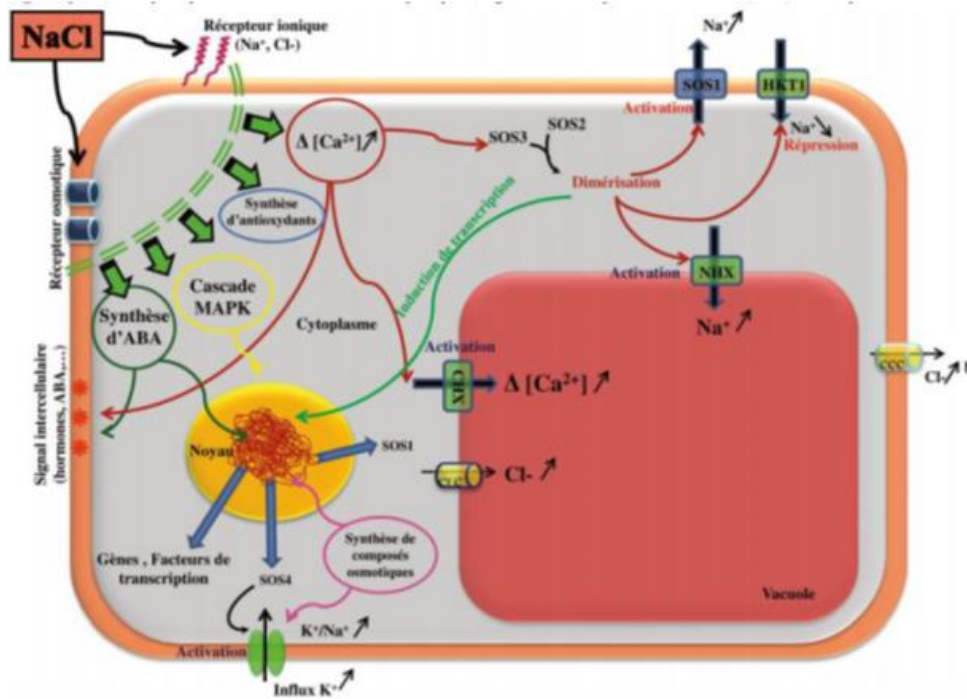


Figure III.2 : synthés des principaux mécanismes cellulaires de perception, signalisation et réponse au stress salin(NaCl) chez la plante (Hanana *et al.*,2011).

Partie expérimentale

Chapitre IV : Matériels et méthodes

IV.1.Objectif de l'expérimentation

Cette étude à été menée dans le but de déterminer les changements morphologiques, physiologiques et biochimiques chez *Sesbania aculeata* sous l'effet de la salinité en stade de croissance, à cet effet deux parties ont été réalisées :

- la première partie vise à déterminer le comportement de cette espèce en stade de germination ;
- la deuxième partie s'intéresse au comportement de *Sesbania aculeata* en stade de croissance .

IV.2. Lieu de l'expérimentation

L'expérimentation à été réalisée dans le département des sciences agronomiques de l'université de M'sila , dans le laboratoire de Botanique pour l'essai de germination et dans la serre expérimentale pour l'essai de croissance.

IV.3.Le matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans notre étude correspond à des graines de *Sesbania aculeata* , fournies aimablement par l'institut technique de l'agriculture saharienne (ITIDAS) durant l'année 2020.



Figure IV.1 : Les graines de *Sesbania aculeata*

IV.4.Protocole expérimentale

IV.4.1.Essai de germination

a-Désinfection des graines : Afin d'éliminer l'effet de contamination des graines sur la germination durant l'application du stress, une désinfection préalable à été réalisée en deux étapes , une première étape qui consiste en un prétraitement par un trempage dans l'alcool à 70% pendant 10minutes suivi

d'une étape de traitement par hypochlorite de sodium à 8% pendant 15 minutes, un rinçage avec de l'eau distillée est appliquée pour éliminer les résidus des produits utilisés.



Figure IV.2 : Stérilisation des graines

b- Scarification des graines et mise à germination :

Dans le but d'éliminer l'inhibition tégumentaire très fréquente chez les légumineuses une scarification mécanique est nécessaire pour obtenir un taux de germination élevé, pour cela un frottement par du papier abrasif est appliqué sur les graines de *Sesbania aculeata* avant la mise en germination. Après la scarification mécanique les graines ont été mises à germer dans des boîtes de pétri contenant du coton et du papier filtre, l'application du stress est réalisé par une imbibition avec les solutions salines suivantes : 0mM en NaCl (0g/l), 34 mM en NaCl (2g/l), 68 mM en NaCl (4g/l), 102 mM en NaCl (6g/l), 136 mM en NaCl (8g/l), 170 mM en NaCl (10g/l) , 204 mM en NaCl (12g/l)

Les graines ont été placées dans incubateur dans une température de 25⁰C, un comptage journalier des graines germées à été effectué pendant 10 jours.



Figure IV.3 : étapes de la germination de la graine

IV.4.2. Essai de croissance

L'essai de croissance sous l'effet de la salinité chez *Sesbania aculeata* à été réalisé en procédant ainsi :

IV.4.2.1. Préparation du substrat

Le substrat utilisé dans notre essai est un mélange de terreau et de sable pour un volume de 2/3 et 1/3 respectivement . Afin d'obtenir un mélange homogène du substrat un tamisage à été réalisé avant le remplissage des conteneurs.



Figure IV. 4 : Préparation du substrat.

IV.4.2.2. Prégermination des graines

Afin d'obtenir une levée homogène et accélérée des graines, une prégermination à été effectuée dans des boites de pétri en laboratoire. Après 4 jours de germination dans l'incubateur, les plantules sont prêtes à être repiquées.

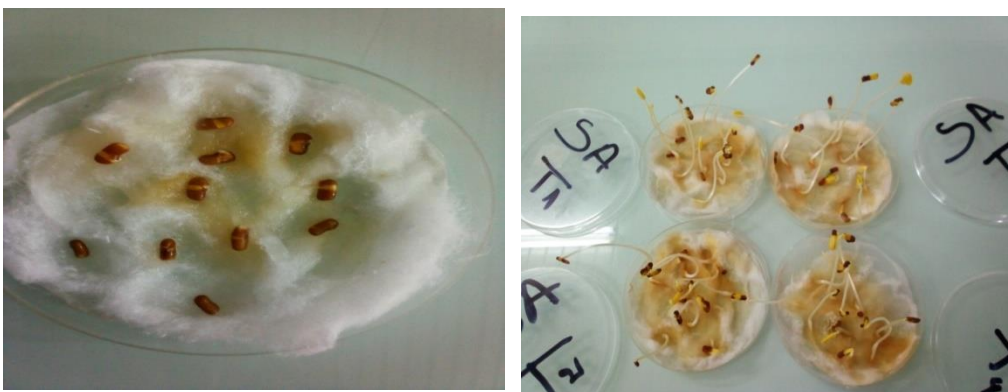


Figure IV. 5 : étape prégermination des graines

IV.4.2.3.Repiquage des graines germées

Le repiquage des graines se fait en effaçant la radicule délicatement dans le substrat jusqu'à les feuilles cotylédonaires affleurent le substrat. Les plantules ont été arrosée quotidiennement afin d'éviter le flétrissement irréversible des plants.



Figure IV. 6 : Repiquage des graines germées

IV.4.2.4. Application du stress

L'application du stress est procédée vingt jours après le repiquage des graines germées, par un arrosage avec les solutions salines. La fréquence d'arrosage est faite en alternant un arrosage avec l'eau distillée et un arrosage avec eau chargée en NaCl. Les traitements salins appliqués sont :

T_0 : 0 mM NaCl ; T_1 :34 mM ; T_2 :68 mM ; T_3 : 102 mM; T_4 :136 mM; T_5 :170 mM ; T_6 :204 mM.



Figure IV.7 :Effet de la salinité sur les plantes de *Sesbania aculeata*.

IV.4.2.5. Les paramètres analysés

a- Les paramètres de germination :

L'évaluation de la germination sous l'effet de la salinité est basée sur deux paramètres à savoir :

- Le taux de germination final (TGF)
- La moyenne journalière de germination (MDG)

b- Les paramètres morphologiques :

L'analyse du comportement morphologique a été réalisée par des mesures biométriques qui concerne : la longueur de la partie aérienne et de la partie racinaire ; le nombre de feuilles ; le poids de la matière fraîche et de la matière sèche totale.

c- Les paramètres physiologiques :

Les paramètres physiologiques analysés concernent : le dosage de la chlorophylle totale (**Mackiney, 1941**), la teneur des feuilles en sodium (**Munns et al, 2010**) et de la perméabilité membranaire (**Qiujie Dai et al., 1997**) .

d- Les paramètres biochimiques :

Les paramètres biochimiques ont été mesurées par : le dosage de la proline (**Trollet et Lindsley, 1954 ; modifié par Drier et Goring 1974**) et des sucres totaux des feuilles (**Dreywood ,1946; modifiée par Shiends et Burnett 1960**).

IV.4.2.6. Le dispositif expérimental adopté

L'effet du stress salin en phase de croissance chez *Sesbania aculeata* est étudié en adoptant un dispositif en randomisation total à un facteur à savoir effet salinité qui renferme 7 niveaux, avec 12 répétition pour chaque niveau donc un total de 84 unités expérimentales.

Tableau IV.1: Schéma du dispositif expérimental

T6 r11	T0 r6	T1 r9	T4 r10	T3 r5	T1 r7	T5 r12
T0 r3	T0 r4	T4 r1	T0 r8	T2 r9	T6 r7	T2 r11
T1 r6	T5 r10	T5 r6	T6 r8	T6 r12	T6 r9	T3 r9
T4 r2	T2 r6	T2 r1	T5 r4	T1 r11	T3 r4	T3 r10
T4 r8	T1 r4	T3 r8	T6 r5	T3 r6	T0 r2	T2 r4
T2 r2	T6 r10	T6 r1	T5 r3	T4 r4	T1 r12	T5 r1
T1 r10	T3 r1	T3 r11	T0 r10	T3 r2	T1 r2	T4 r5
T5 r7	T3 r7	T2 r7	T5 r9	T0 r7	T5 r5	T6 r6
T3 r3	T4 r7	T5 r8	T5 r11	T4 r9	T4 r3	T2 r12
T4 r6	T1 r1	T2 r10	T1 r8	T0 r11	T4 r12	T6 r3
T3 r12	T0 r5	T0 r9	T2 r5	T5 r2	T4 r11	T0 r1
T0 r12	T6 r4	T2 r3	T6 r2	T1 r5	T1 r3	T2 r8

IV.4.2.7. Analyses statistiques des données

Les résultats obtenus ont subis une analyse de variance à un critère de classification à l'aide de logiciel STAT BOX version 6.4. Le seuil de signification retenu est 5%. Les moyennes sont comparées par la méthode Newman et Keuls basée sur la plus petite amplitude significative .

L'objectif de cette étude est d'identifier le comportement de *Sesbania aculeata* à la salinité par une analyse des variations morphologiques, physiologiques et biochimiques.

*Chapitre V : Résultats et
discussions*

V.1. Les paramètres de germination :

V.1.1. Effet du stress salin sur le sur le taux de germination final des graines de *Sesbania aculeata*

Les résultats caractérisant le taux de germination final sous l'effet du stress salin sont groupés dans le tableau V.1 et illustrées par l'histogramme figure V.1. D'après l'analyse de la variance, les moyennes des différents très hautement significativement différentes.

Tableau V.1 : Tableau de l'analyse de la variance pour le taux de germination final

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	84,75	79,75	73,25	43,00	18,00	29,50	14,50	0,000
	±	±	±	±	±	±	±	
	13,86	19,70	21,18	3,46	6,27	7,00	8,34	
	A	A	A	B	C	BC	C	

Effet salinité

Plus le stress salin est intense plus le taux de germination final des graines devient faible. En effet les graines de *Sesbania aculeata* traitées avec les premières concentrations salines à savoir T0, T1 et T2 accusent les taux de germination les plus élevées pour des valeurs oscillant entre 84,75 et 73,25% et qui partagent le même groupe homogène A. au traitement T3, les graines semblent avoir perdu la capacité de germination de moitié avec un taux de germination de 43% et qui se place dans le groupe B, le groupe BC est représenté par le traitement T5 avec une valeur de 29,50%, les plus faibles taux sont enregistrées chez les traitements T4 et T6 pour des valeur de l'ordre de 18% et qui ont été affectés au dernier groupe (C).

Discussion :

L'étude du taux de germination montre qu'une concentration croissante en sel engendre un retard de la germination. D'après **Ben Miled et al (1986)**. Ce retard peut être expliqué par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne. Alors que **Ghrib et al (2011)**. Ont expliqués que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

Les résultats obtenus sont en accord avec **Parado et al (2000)**. La diminution de taux de germination des graines soumises à un stress salin serait due à un processus de la dormance osmotique développé sous ces conditions de stress, représentant ainsi une stratégie d'adaptation l'égard des contraintes environnementales. En plus de la réduction du taux de germination. Cette réduction pourrait être dû l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans les graine selon (**Prado et al.,2000**). Il pourrait s'agir également d'une difficulté d'hydratation des graines suite à un potentiel osmotique élevé entraînant une certaine inhibition des mécanismes aboutissant à la sortie de la radicule hors des téguments et par conséquent un retard de germination des graines (**Gille et al.,2003**).

En revanche ,**Thomson(1985)** rapporte que la germination correspond au stade de développement le plus sensible du cycle de la plante. En effet, **Beatty et Ehlig (1993)** confirment cette sensibilité durant la germination est signalent une tolérance au cours de la germination. En raison des différences dans la tolérance au sel entre les stades de croissance, certains chercheurs ont préféré la sélection pour la tolérance à la salinité en imposant le stress salin durant tout le cycle de croissance (**Epstein et al., 1980 in Shannon,1997**).

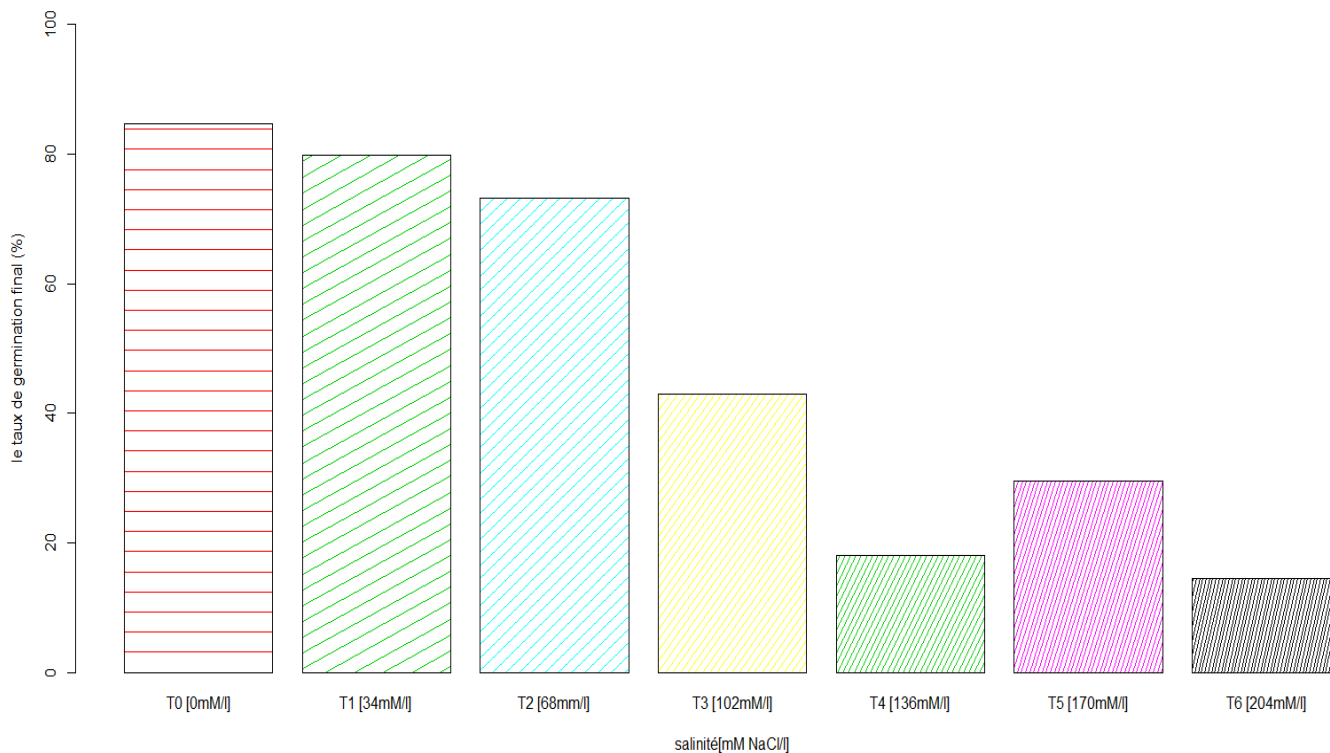


Figure V.1: Effet de la salinité sur le taux de germination final des plants *Sesbania aculeata*.

V.2. Les paramètres morphologiques

V.2.1. Effet du stress salin sur le poids de la matière fraîche totale graines de *Sesbania aculeata*

Les résultats exprimant le poids de la matière fraîche sont donnés dans le tableau V.2 et sont illustrées par l'histogramme figure V.2 . L'analyse de la variance nous a montré une différence très hautement significative entre les différents traitements pour l'effet salinité.

Tableau V.2 : Tableau de l'analyse de la variance pour la matière fraîche totale

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	1,078 ± 0,007 A	0,786 ± 0,008 B	0,621 ± 0,007 C	0,541 ± 0,005 D	0,505 ± 0,005 E	0,476 ± 0,01 F	0,308 ± 0,008 G	0,000

Effet salinité

Les modifications induits par la salinité sur la matière fraîche sont très remarquable, plus la salinité du milieu est élevée plus le poids de la matière fraîche est faible. En effet le test de Newman et Keuls au seuil 5% fait ressortir 7 groupes homogènes distincts, où on note le maximum de matière fraîche est relevé chez les plantes témoins avec un poids de 1,078 mg, suivi par les traitements les plus contraignant en NaCl T1,T2,T3 et T4 pour des poids allant 0,786 mg au 0,505 mg ; les plus faibles valeurs sont enregistrées chez les plantes ayant subi les traitements salins les plus sévères à savoir T5 et T6 pour des poids de 0,476 et 0,308 mg respectivement.

Discussion :

La salinité à fort dose de sel T6 une réduction considérable du poids fraîche des plantules à été observée. L'effet de la salinité sur les végétaux se situe principalement au niveau de la croissance cellulaire et se traduit par une réduction des dimension de la plante (**Hamza, 1982**).

Pour s'adapter au stress salin, la plante peut éviter les dommage par la réduction de se croissance (**Benmahioul et al., 2009**), c'est l'effet le plus commun des stress abiotique sur la physiologie des plantes.

Le retard de développement induit par la salinité permet à la plante d'accumulation de l'énergie et des ressources pour combattre le 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 (Xiong et Zhu, 2002) .

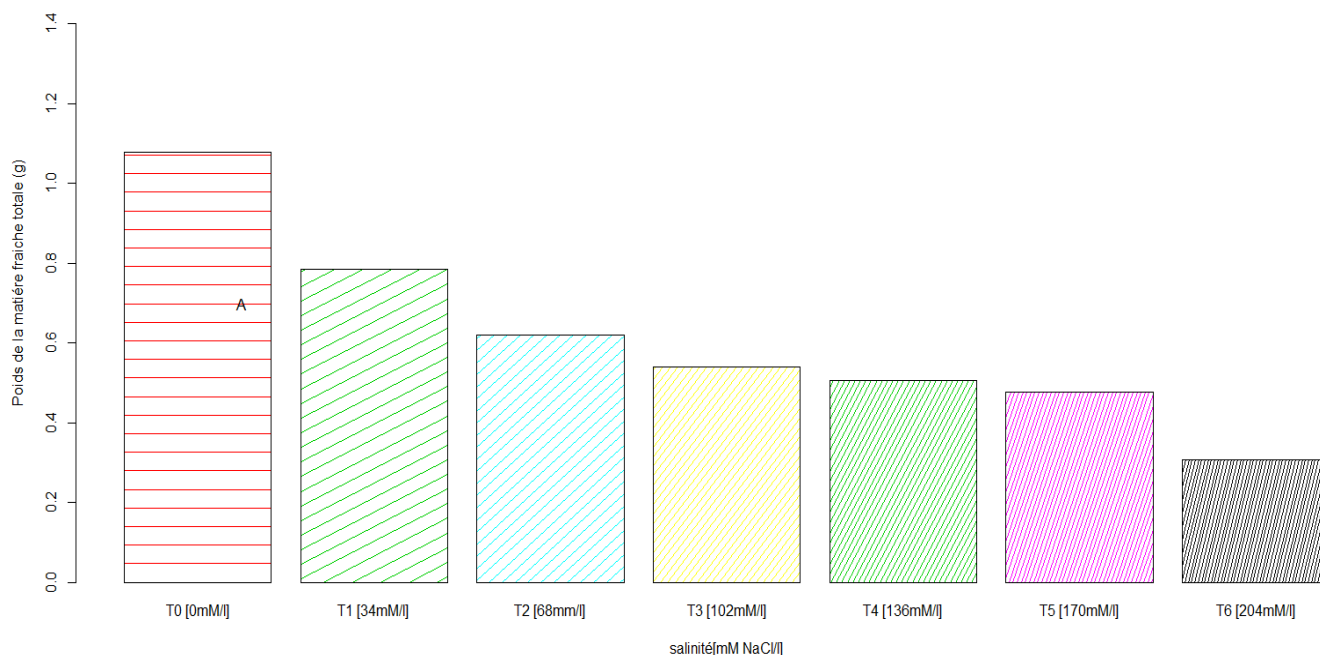


Figure V.2: Effet de la salinité sur la matière fraîche totale des plants *Sesbania aculeata*.

V.2.2. Effet du stress salin sur le poids de la matière sèche totale de *Sesbania aculeata*

Le tableau V.3 rassemble les différents résultats du poids de la matière sèche, ces résultats sont ensuite illustrées par l'histogramme figure V.3. Aucune différence significative n'a été révélée par l'analyse de la variance entre les différents traitements.

Tableau V.3 : Tableau de l'analyse de la variance pour la matière sèche totale

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	0,106 ± 0,114	0,035 ± 0,001	0,032 ± 0,001	0,028 ± 0,002	0,025 ± 0,001	0,023 ± 0,001	0,021 ± 0,001	0,254

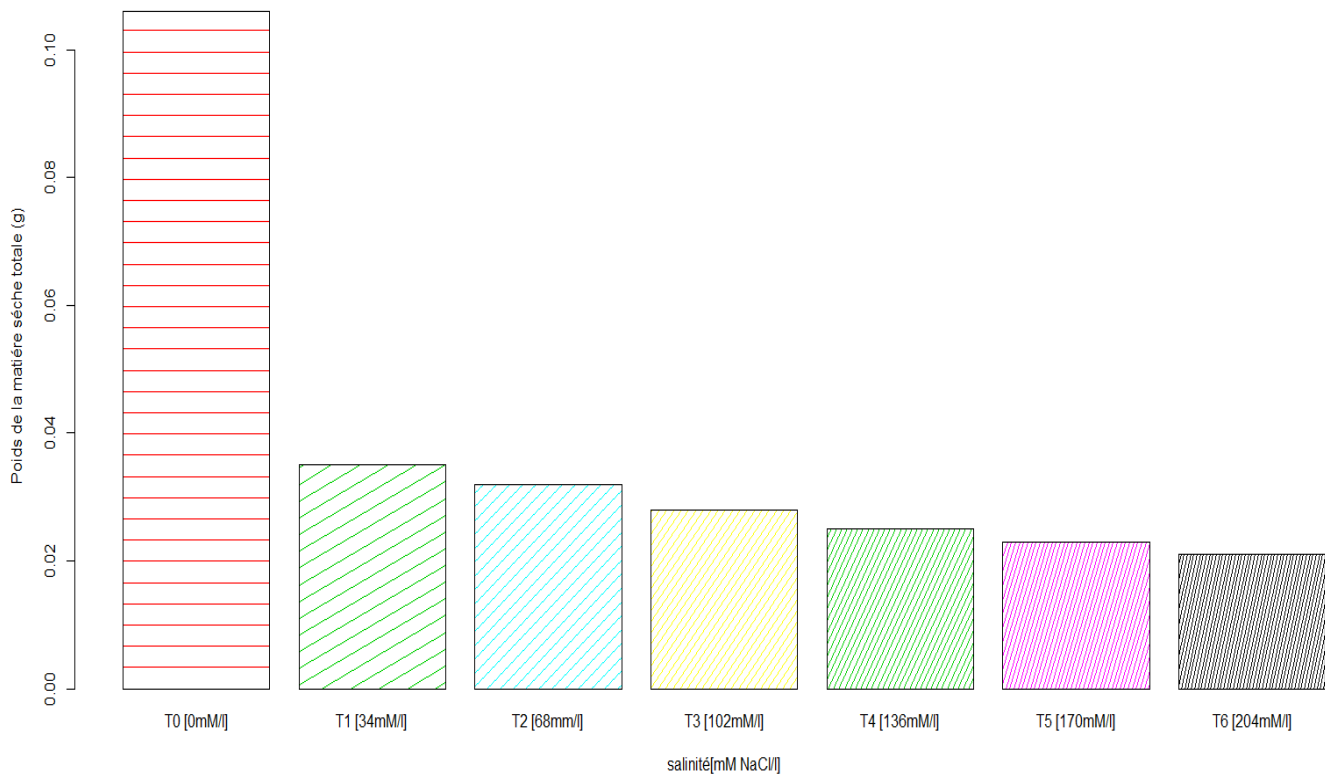


Figure V.3: Effet de la salinité sur la matière sèche totale des plants *Sesbania aculeata*.

V.3. Les paramètres physiologiques

V.3.1. Effet du stress salin sur la teneur en chlorophylle des feuilles de *Sesbania aculeata*

Les résultats caractérisant ce paramètre sont groupés dans le tableau V.4 et illustrés par l'histogramme figure V.4. D'après l'analyse de la variance, les moyennes des différents traitements sont significativement très hautement différentes

Tableau V.4: Tableau de l'analyse de la variance pour la chlorophylle totale

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	15,50 ± 3,185 A	11,57 ± 0,196 B	10,85 ± 0,254 B	9,046 ± 0,471 BC	7,51 ± 0,609 CD	6,89 ± 0,063 CD	5,11 ± 1,477 D	0,000

Effet salinité

Plus le niveau de la contrainte salin appliqué est élevée plus les teneurs en chlorophylles deviennent plus faibles. On constate que les teneurs les plus élevées sont exprimées chez les plantes témoins qui se positionnent dans le groupe A avec une teneur moyenne de 15,50 mg/100 mg de MF, suivi par le groupe B représenté par les deux traitements T1 et T2 pour des valeurs de 11,57 et 10,85 respectivement. Une teneur de 9,04 à été enregistrée par le niveau de stress T3 qui se classe dans le groupe BC, les deux traitements T4 et T5 partagent le même groupe homogène à savoir le groupe CD pour des valeur moyennes en chlorophylle de 7,51 et 6,89 mg/100 mg de MF. Les teneurs les plus faibles sont affichées par les plantes les plus contraignantes en NaCl (T6) pour une teneur de 5,11 et qui se trouvent dans le groupe D.

Discussion :

Nous résultats ont montré que le teneur en chlorophylle totale est très important au niveau de témoin et faible pour la concentration T₆. Nous résultat sont conformes à ceux obtenus par **Belfakih et al., 2013** qui ont montrés que les teneurs en chlorophylles sont plus importantes chez le témoin, comparativement à celles dosées chez les plantes traitées par le sel ; et aussi de ceux de **Rhim et al., 2013**, qui ont rapportés que les teneurs en chlorophylle a, chlorophylle b et totale ont été significativement réduit sous l'effet du stress salin.

La réduction des teneurs en chlorophylle, associée à l'augmentation de la résistance somatique, va entraîner une diminution de l'activité photosynthétique (**Walker et al., 1981**).

La réduction des teneurs en chlorophylles observées chez les plantes stressées par le sel ont été attribuées à l'effet inhibiteur de l'accumulation des ions Na⁺ et Cl⁻ sur la structure des chloroplastes et par conséquent sur la biosynthèse des différents (**Mohammed., 2007**).

L'augmentation de l'activité chlorophyllease peut aussi provoquer une baisse des teneurs en chlorophylles (**Alidinar ,1999 ; Sultana et al., 1999**).

Par contre, **Levit (1980)** note que ces réductions sont dues à l'instabilité du complexe protéique, du fait que la salinité affecte les forces de liaisons des complexes protéines pigments.

Par ailleurs, **Jaleel et al., (2007)** ont rapporté que les réductions sont dues à l'interférence des ions salin avec la synthèse de nouvelles protéines, composantes principales des pigments, des plutôt qu'à la dégradation des chlorophylles.

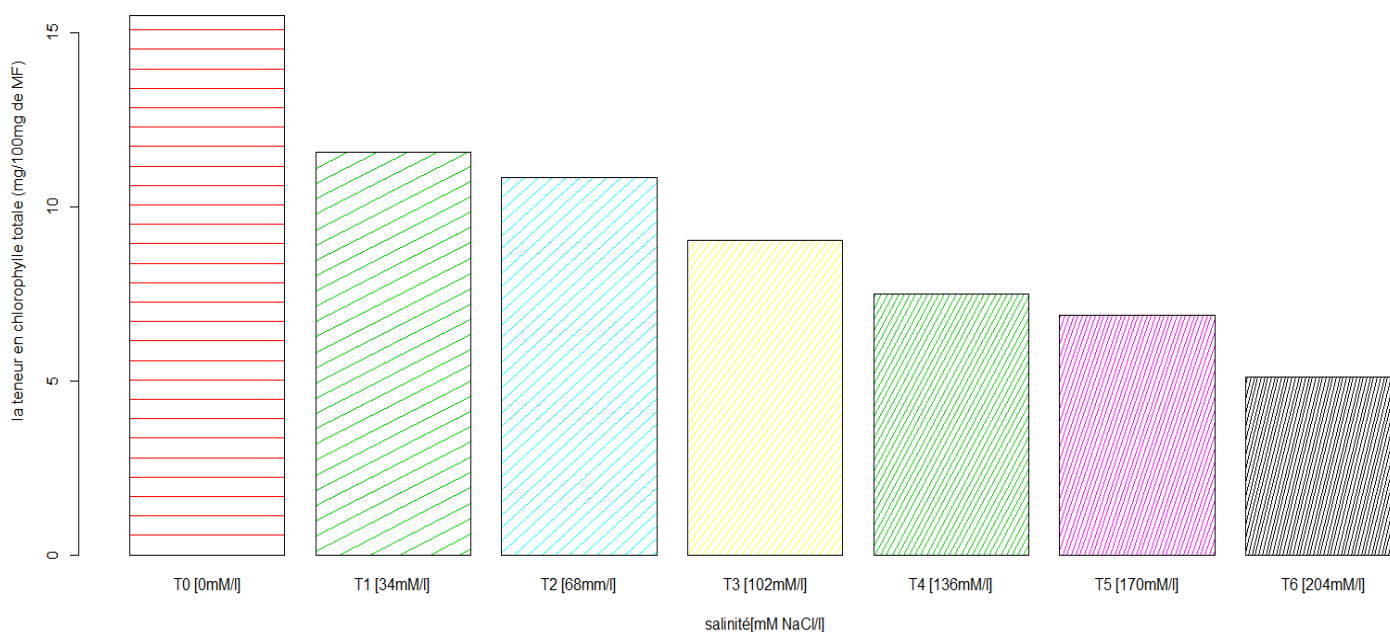


Figure V.4: Effet de la salinité sur la chlorophylle totale des plants *Sesbania aculeata*.

V.3.2. Effet du stress salin sur la teneur en sodium des feuilles de *Sesbania aculeata*

Le tableau V.5 rassemble les différents résultats de la teneur des feuilles en sodium sous l'effet de la salinité. Ces résultats sont ensuite illustrés par l'histogramme figure V.5. L'influence de la salinité sur la teneur en sodium des feuilles est révélée par l'analyse de la variance avec une différence très hautement significative (probabilité =0,0000).

Tableau V.5 : Tableau de l'analyse de la variance pour la teneur des feuilles en sodium

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	0,016	0,048	0,033	0,071	0,171	0,415	0,239	0,000
	±	±	±	±	±	±	±	
	0,002	0,011	0,002	0,044	0,081	0,153	0,022	
	C	C	C	C	CB	A	B	

Effet salinité

La contrainte saline a induit dans sa globalité une augmentation des teneurs en sodium des feuilles. Les premiers traitements salins appliqués (T0 au T3) n'ont induit aucune variation significative dans la

teneur en sodium, ce résultat est confirmé par le test Newman et Keuls qui classe les quatre traitements dans le même groupe homogène le groupe C avec des teneur allant de 0,016 $\mu\text{g/g}$ de MS au 0,071 $\mu\text{g/g}$ de MS. L'application du traitement T4 fait varier la teneur en sodium de 0,17 à 0,71 $\mu\text{g/g}$ de MS avec un taux d'augmentation de 240%. La teneur la plus élevée est enregistrée chez les plants du traitement T5 avec un teneur moyenne de 0,415 $\mu\text{g}/100 \text{ g}$ de MS et qui se trouve dans le groupe A, le groupe B est représentée par le traitement le plus intense en NaCl à savoir T6.

Discussion :

L'étude comparative des teneurs en ions minéraux montre que les teneurs en Na^+ augmentent significativement chez les plants stressés.

Les résultats obtenus montrent que le Na^+ migre remarquablement vers le système aérien sous la contrainte saline.

Ce qui laisse indiquer que l'espèce étudiée est de type incluser. En effet chez les plantes incluser les flux de sodium sont essentiellement ascendants, et le sel est accumulé dans la partie aérienne au niveau des vacuoles (Levigneron et al ;1995 ; Borsani et al ;2003).

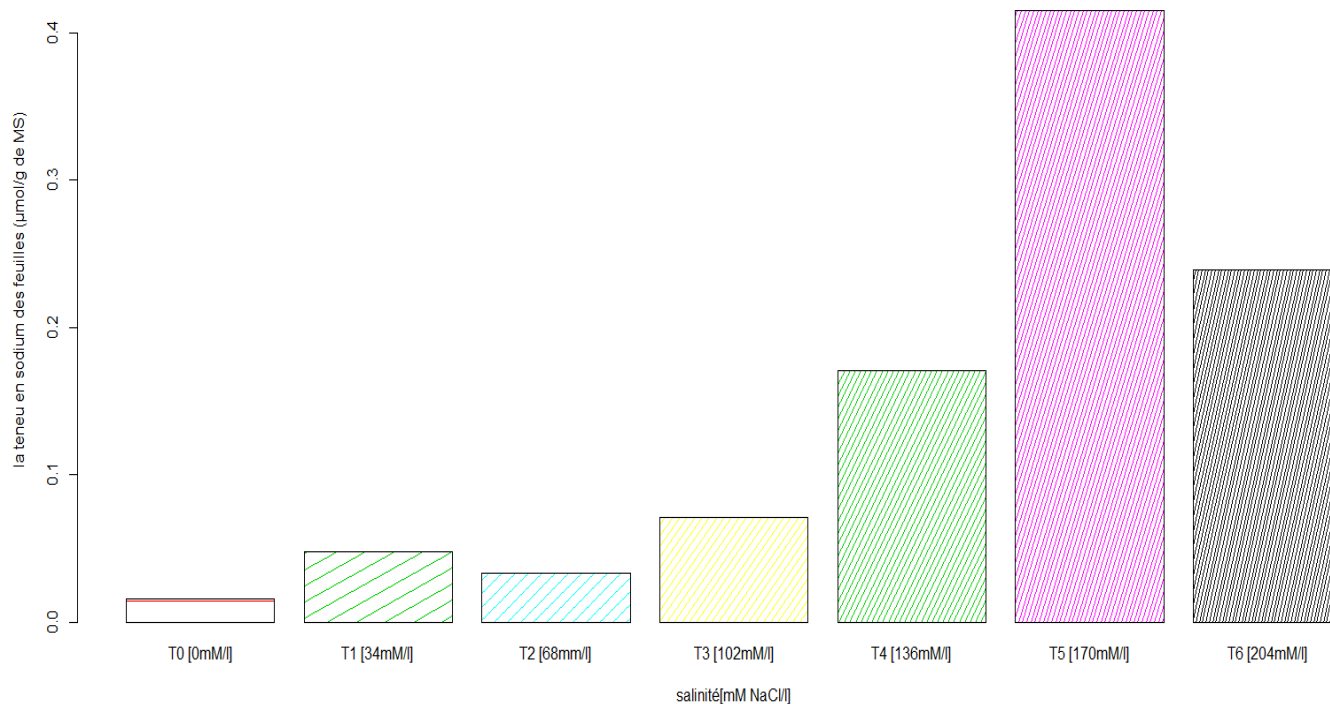


Figure V.5: Effet de la salinité sur la teneur des feuilles en sodium des plants *Sesbania aculeata*.

V.3.3. Effet du stress salin sur la perméabilité membranaire des feuilles de *Sesbania aculeata*

Les différents résultats exprimant la fuite en électrolytes sous l'effet de la contrainte saline sont présentés dans le tableau V.6 et illustrés par l'histogramme figure V.6. L'analyse de la variance a révélée l'existence d'une différence très hautement significative pour le facteur salinité (probabilité =0,0000).

Tableau V.6 : Tableau de l'analyse de la variance pour la perméabilité membranaire

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	28,83 ± 3,76 E	34,80 ± 1,75 D	38,33 ± 0,81 D	42,28 ± 1,86 C	45,24 ± 0,773 C	49,68 ± 2,20 B	62,78 ± 1,34 A	0 ,000

Effet salinité

Plus l'intensité du stress est forte plus la perméabilité membranaire est élevée. En effet les pourcentages en perméabilité membranaire les plus élevés ont été noté chez les plantes les plus stressantes en NaCl (T6 et T5), pour des fuites moyennes de 62,78% et 49,68% (groupe A et B), alors que les plus faibles valeurs sont exprimées par le traitement témoin avec une fuite de 28,83% (qui se trouve dans le dernier groupe E), les traitement T1 et T2 partagent le même groupe homogène, le groupe D avec des moyennes de 34,80 et 38,33%, dans le groupe C on trouve les deux traitement T4 et T5 pour des pourcentages de 42,28 et 45, 24 respectivement.

Discussion :

Des résultats comparables ont été par **Lutts et al., 1996** et **Kaya et al., 2002** qui ont noté que la perméabilité membranaire des feuilles significativement avec des concentration élevées en sel chez quelques variétés de riz, de fraisier et de concombre.

En effet, une accumulation importante de sel dans les cellules végétales se traduit par une dégradation de leurs structures lipidiques et de leurs protéines membranaires. Ceci se traduit donc par une altération des membranes cellulaires suite à l'augmentation de leur perméabilité et l'hypertrophie de leur protoplasme(**Mansour,1995**).

Selon Zid et Grignon (1991), des modification quantitatives et qualitatives des classes lipidiques peuvent modifier la perméabilité membranaire sous l'effet du stress salin.

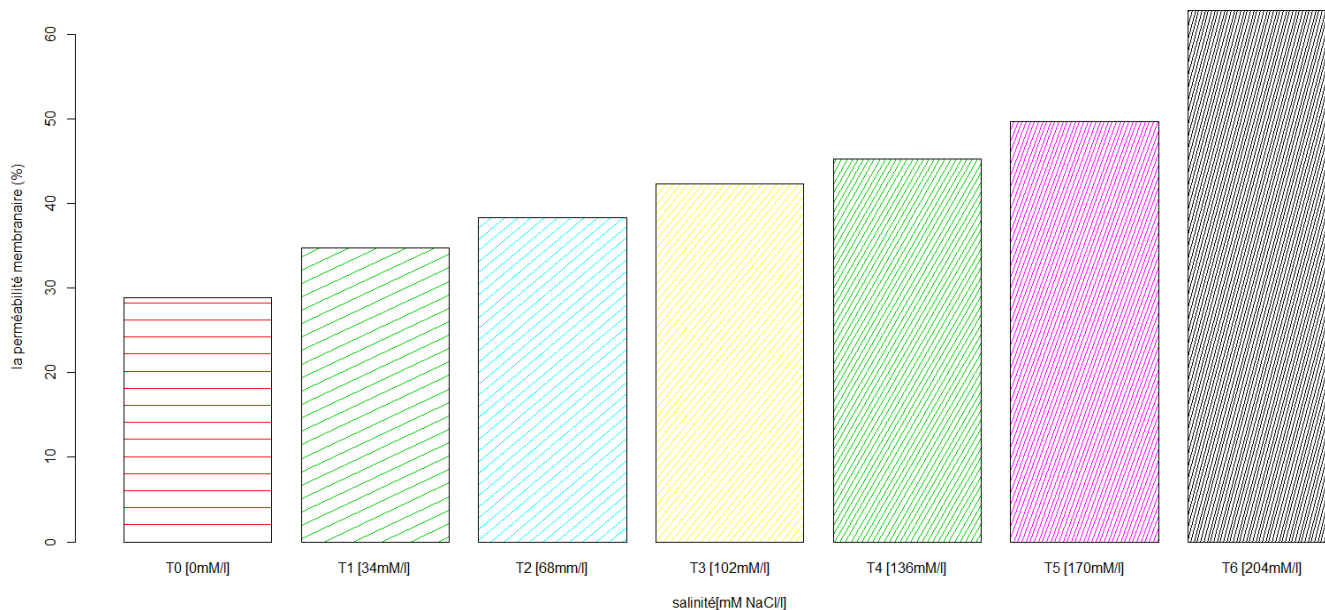


Figure V.6: Effet de la salinité sur la perméabilité membranaire des plants *Sesbania aculeata*.

V.4. Les paramètres biochimiques

V.4.1. Effet du stress salin sur la teneur en proline des feuilles de *Sesbania aculeata*

Les résultats relatifs le dosage de proline sont représentés dans le tableau V.7 et sont illustrées par l'histogramme figure V.7. L'analyse de la variance a révélé un différence très hautement significative entre les différents traitements salins.

Tableau V.7: Tableau de l'analyse de la variance pour le dosage de proline

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	0,626	1,07	1,98	3,59	4,23	5,19	28,83	0,000
	±	±	±	±	±	±	±	
	0,121	0,220	0,433	0,222	0,32	0,055	0,731	
	F	F	E	D	C	B	A	

Effet salinité

Sur l'ensemble des résultats obtenus plus le stress s'accroît, plus les feuilles expriment une teneur en proline élevée, le test Newman et Keuls a fait ressortir 6 groupes homogènes distinctes avec une teneur en proline la plus élevée enregistrée par le traitement le plus sévère en NaCl, (T6) affecte au groupe A pour une teneur moyenne de 28.83 µg/100mg de MF, suivi par les traitements T5, T4, T3 et T2 qui se trouvent dans les groupes B, C, D et E respectivement pour des teneurs oscillant entre 1.98 et 5.19 µg/100mg de MF, les premiers traitements T0 et T1 sont rassemblés dans le dernier groupe F affichant des valeurs moyennes en proline de 0.62 et 1.07 µg/100mg de MF respectivement.

Discussion :

Nos résultats ont montré que, les concentrations salines appliquées provoquent une augmentation des teneurs en proline, les teneurs en proline sont très importantes au niveau des plantes témoins, l'accumulation de proline est plus importante au niveau des feuilles.

Ces résultats sont confirmés par **Belfakih et al 2013** qui montrent que les teneurs en proline augmentent dans toutes les feuilles avec l'importance du sel dans la culture, ces résultats montrent aussi que les feuilles du bananier sont plus riches en proline, dans ce contexte, l'accumulation de proline permet la protection de la membrane cellulaire et participe à l'ajustement osmotique (**Hassani et al., 2008**).

L'augmentation de la teneur en proline induite par le stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires: stimulation de sa synthèse (**Morris et al, 1969 ; Boggess et al, 1976**), inhibition de son oxydation (**Stewart et al, 1977**) et/ou altération de la biosynthèse de protéines (**Stewart et al, 1977**).

Si plusieurs auteurs ont lié l'accumulation de la proline à la tolérance des plantes à la salinité, (**Rhodes et Handa 1989; Delauney et Verma, 1993**), d'autres rapportent l'absence de cette corrélation (**Guerrier, 1998**).

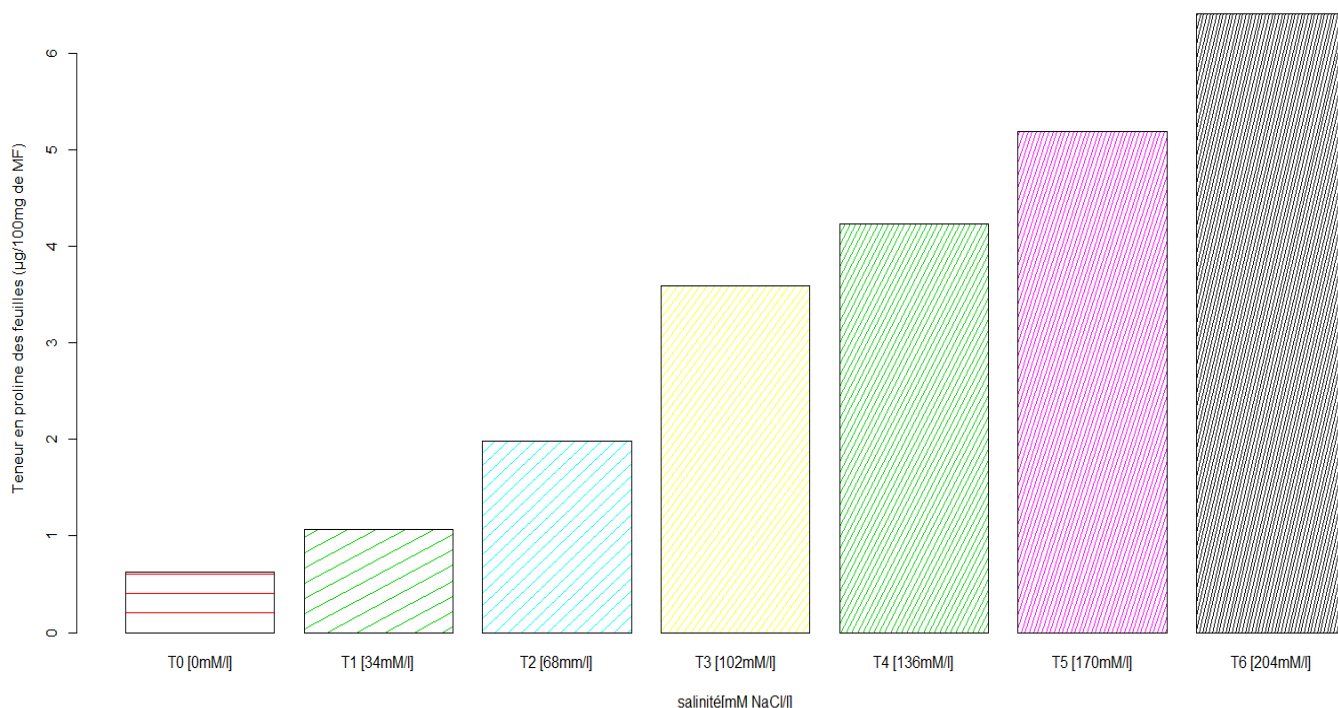


Figure V.7: Effet de la salinité sur le dosage de proline des plants *Sesbania aculeata*.

V.4.2. Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles de *Sesbania aculeata*

Les résultats exprimant la teneur des feuilles en sucres totaux sont groupés dans le tableau V.8 et sont illustrées par l'histogramme figure V.8. L'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative entre les différents traitements pour le facteur salinité.

Tableau V.8: Tableau de l'analyse de la variance pour des sucres totaux des feuilles

Traitement	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	P _{value}
	0,748	1,616	2,251	2,481	2,944	3,917	5,758	0,000
	± 0,503	± 0,245	± 0,159	± 0,152	± 0,091	± 0,519	± 1,382	
	D	DC	C	C	CB	B	A	

Effet salinité

Plus le milieu est riche en NaCl, plus les plants de *Sesbania aculeata* accumulent des sucres au niveau des feuilles. Le test Newman et Keuls classe les sept traitements salins en 5 groupes homogènes distinctes et 2 groupes homogènes intermédiaires. Les traitements les plus concentrés en sel (T6 et T5) se

classent dans les premiers groupes à savoir A et B pour des teneurs moyennes maximales de 5.78 et 3.91 µg/100mg de MF respectivement ,le traitement T4 est représenté par la groupe intermédiaire CB avec une valeur de 2.94 µg/100mg de MF , les deux traitements T3et T2 se trouvent dans le même groupe homogène (C) pour des teneurs de 2.48 et 2.25 µg /100mg de MF ,les valeurs les plus faibles en sucres sont représenté par le traitement T1 affecte au groupe C et le traitement témoin (T0) affecte au groupe D pour des teneurs de 1.61 et 0.74 µg/100mg de MF.

Discussion :

Les résultats obtenus lors de cette recherche indiquent une augmentation des sucres solubles chez les plantes stressées comparées aux plantes témoins. En effet les mêmes observation sont constatées par **Cortes et Sinclair 1987** qui trouvent une augmentation des sucres solubles chez plusieurs espèces exposée au stress salin. Le processus de concentration des sucres solubles dans les tissues foliaires des plantes stressées est reconnu comme une caractéristique d'adaptation (**Kameli et Losel ., 1995**).

Pour **Geingenberger et al 1997**, attribuent l'augmentation des sucres solubles à une dégradation des réserves amylicées suite à leur conversion rapide en saccharose, fait qui pourrait être attribué à une inhibition de la synthèse de l'amidon. Par contre, **Meloni et al 2001**, démontrent que l'ajustement osmotique serait accompli par l'accumulation des corps dissous organiques (sucres), et leurs concentrations augmentant proportionnellement à l'intensité du stress.

L'accumulation des sucres semble induire la gélification du contenu cellulaire en saturant le milieu intracellulaire, ce phénomène permettant d'évite la cristallisation des molécules contenues dans la cellule, et donc limite les dommages au niveau des structures cellulaires (**Dubos,2001**).

Plusieurs études physiologiques ont démontré que l'accumulation des sucres et des polyols, principalement suite à l'hydrolyse de l'amidon (**Hoekstra et al.,2001 : Phillips et al., 2002**), était stimulée par un stress salin chez différentes espèces végétales (**Gilmour et al., 2000 ; Streeter et al.,2001 ; Taji et al.,2002 ; Bartels et Sunkar 2005 ; Majumder et al.,2010**).

Une forte corrélation a été établie entre l'accumulation des sucres et le niveau de tolérance à la salinité (**Gilmour et al., 2000 ; Streeter et al.,2001 ; Taji et al.,2002 ; Bartels et Sunkar 2005**).

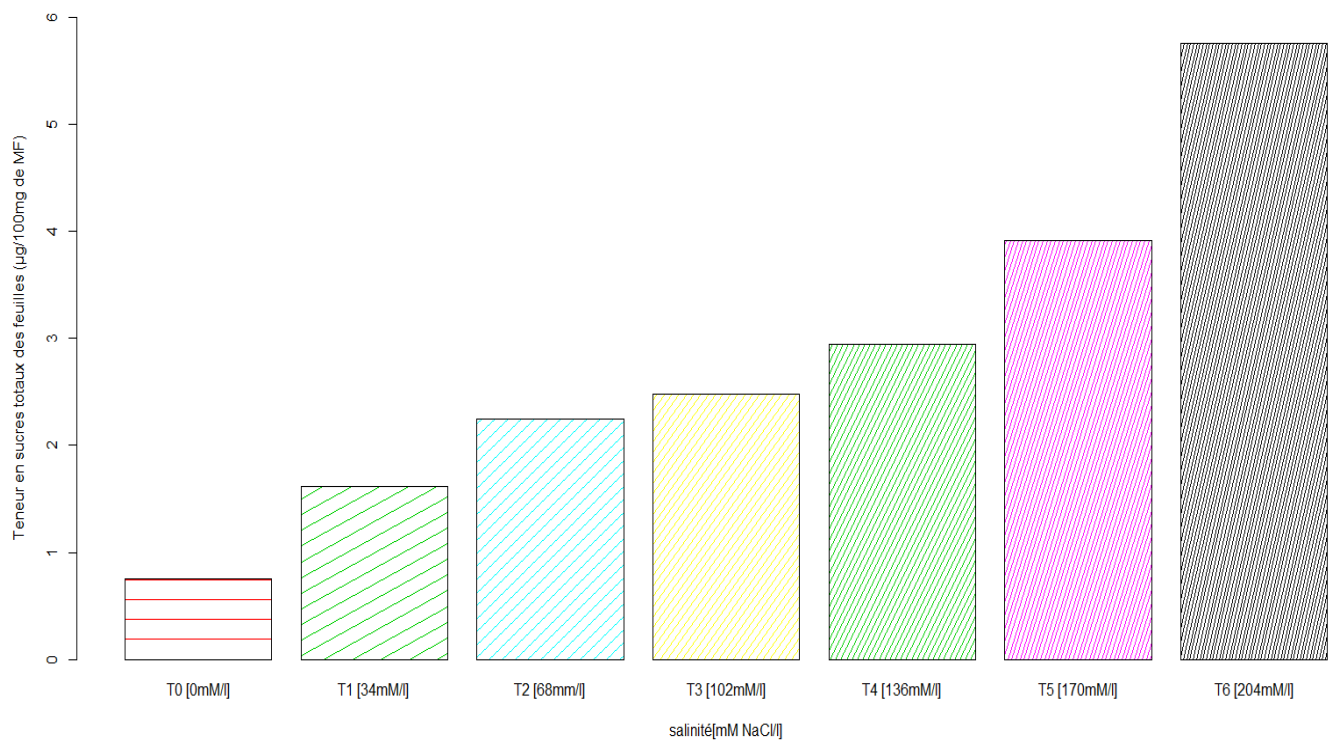


Figure V.8: Effet de la salinité sur des sucres totaux des feuilles des plants *Sesbania aculeata*.

Conclusion

L'adaptation des végétaux aux conditions contraignantes de leur environnement nécessite des modifications morphologiques, physiologiques et biochimiques. Ces changements doivent aider à la fois à minimiser les effets nocifs des stress et permettre à la plante de survivre.

D'après nos résultats, la présence du NaCl en concentration croissante dans le milieu s'est traduite par une diminution de la biomasse aérienne, cette diminution est d'autant plus importante que le stress est sévère, en réalité cette diminution est une réponse adaptative des plantes en condition de salinité.

Pour les paramètres physiologiques mesurés, la teneur en chlorophylle des feuilles a diminué d'une façon significative d'autant que le stress est intense avec un taux de diminution de 67% pour le traitement le plus sévère par rapport au témoin.

Pour la teneur en sucres totaux des feuilles, les plantes soumises aux stress salins produisent plus de sucre que celles des plantes témoins, les teneurs moyennes varient entre 0.748 µg/100mg de MF pour le témoin (0mM NaCl), et de 5.75µg/100mg de MF pour le niveau 204 mM NaCl.

Les teneurs foliaires en proline ont augmenté de façon remarquable, cette évolution a été beaucoup plus importante chez les traitements les plus contraignants à savoir 170 mM et 204 mM en NaCl pour des teneurs maximales de 5.19 et 6.41 µg/100mg de MF respectivement.

L'analyse de la composition en sodium des feuilles des plantes stressées a mis en évidence une accumulation du sodium à partir du traitement 136mM en NaCl, alors qu'aucune variation n'est observée chez les plantes ayant subi les premiers niveaux de stress (T0 jusqu'au T3 et qui partagent le même groupe homogène).

Les plantes de *Sesbania aculeata* traitées par le NaCl montrent une perte de l'intégrité membranaire à travers une perméabilité membranaire qui s'accroît avec le niveau du stress appliqué pour atteindre des fuites en électrolytes estimées à 62.78% pour le traitement le plus intense en chlorure de sodium.

Dans le cadre d'un travail futur-il souhaitable :

- De travailler sur une collection plus importante d'espèces de *Sesbania*, afin d'exploiter la variabilité interspécifique existante.
- D'affiner l'étude par l'analyse d'autres paramètres révélateurs de tolérance au stress salin tel que : le système de défense antioxydant enzymatique et non, l'analyse du profil protéomique durant le stress .

Référence bibliographiques

Alam, S.M.,1994. *Nutrient Uptake by plant under stress condition. In: Pessaraki M. Hand book of plants and crop –stress. New York.*

Albouchir, A., 2001. Contraint de la production oasisienne et stratégie pour un développement durable, cas des oasis de nefzoaua (sud Tunisien) sécheresse pp 12.

Alem, C., et Amri A., 2005. Importances de la stabilite des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Review in Biology and Biotechnology, Vol.4(1) :20 -31 P.

Ali-dinar H.M., Ebert G. And Lüdders P.,1999-Growth, Chlorophyll Content, Photosynthesis and Water Relation in Guava (*Psidium guajava* L.) Under Salinity and Different Nitrogen Supply. *Gartenbauwissenschaft*,64(2):54-59.

Anonyme A., 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 Maes 2006, 20 p.

Apse, M.P., Blumwald, E., 2007.Na⁺ Transport in plants. *FEBS Letters*,581(12),2247-2254.

Arunin, S., Dissataporn,C., Anuluxtipan, Y., Nana, D., 1987. Potential of sesbania as a green manure in saline rice soils in Thailand. In: Green manure in rice farming. The role of green manure crops in rice farming systems. Proce. Symp.sustainable agriculture: 25-29 may 1987, International Rice Research Institute.

Ashraf, M., 2008. Biotechnological approach of improving plant salt tolerances using anitoxidants as markers. *Biotechnol.Adv*27(1):84 _93 P.

Aubert , G., 1960. Les sols de la zone arride, étude de leur formation, de leur conservation actes coll. Unesco de paris sur le problème de la zone arride. Paris.

Aubert, G., 1975. Les sols sodiques en Afrique du nord. *Annal de l'INA; Algerie.* PP 185-195.

Aubert, G., 1980. Observations sur les caractéristique, la dénomination et la classification des sols dits (salés) ou sal sodiques. *Cahier d.ORSTOM, Série. Pédologie, XX, 1 , pp.73-78.*

Aubert, G., 1982. Les sols sodiques en Afrique du nord. *Cahier O.R.S.T.O.M. Service Pédologie: 194.*

Aubert, G., 1983. Observation sur les caractéristique la denomination et la classification des sols salés ou sales sodiques. *Cashors Tom. Ser . Pd Vol xxx n°1.*

Azevdo, R.B.R., Lohaus, R., Srinivasan, S., Dang, K.K., &Burch, C.L., 2006. Sexual reproduction selects for robustness and negative epistasis in artificial gene network. *Nature* 440(7080):87_90p.

- Baise D., 1988.** Guide d'analyse courante en pédologie, choix, expression, interprétation, INRA. Paris.
- Bartels D. et Sunker R., 2005.** Drought and salt tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci N° 24(1):2-58p.
- Beatty KD, Ehlig CF. 1993.** A technique for testing and selecting for tolerance in sugar beet. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 17: 295-299.
- Belfakih M, Ibriz M, Zouahri A, Hilali S. 2013.** Effet de la salinité sur la croissance des deux variétés de bananier (grande naine) et (petite naine) et leur nutrition minérale au Maroc. J. Appl. Bios., 63 : 4689-4702.
- Belin c., 2006.** Structure et fonction de la protéine Kinase OST1 dans la cellule de garde d'Arabidopsis thaliana, Thèse doctorat en biologie et écologie végétale, Université Paris –Sud U.F.R Scientifique d'Orsay ,8-9p.
- Belouzani. N., 1994.** Etude de comportement des tomates industrielles soumises à l'action de la salinité : croissance et anatomie des tiges et racine, thèses ING-INT ; Mostaganem.
- Ben Miled., Boussaid M., Abdelkefi A. et Cherif A. 1986.** Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre Medicago au cours de la germination. Colloque sur les végétaux en milieu aride. Faculté des sciences de tunis, Agence de coopération culturelle et technique (eds). Jerba, Tunisie, Septembre 1986. 586-596.
- Ben Miled D., Bousaid M., Adblikeffi A.,** Colloque sur les végétaux en milieu aride. Djerba 8-10 Sept. Fac. Sci. de Tunis ept. ACCTT (1986) 586.
- Benaceur., 2003.** Effet du stress salin sur la germination ; la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé, sécheresse vol 12 pp48.
- Benidire L., Daoui K., Fatemi Z A., Achouak W., Bouarab L., Oufdou K., 2015.** Effet du stress salin sur la germination et le développement des plantules de vicia faba L. J. Mater. Environ. Sci. 6 (3). PP 840-851.
- Benmahioul B., Daguin F., et Kaid-Harche M., 2009.** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (Pistacia vera L). C.R. Biologies, 332 : 164-170.
- Benmahioul B., Daguin F., et Kaid-Harche M., 2009.** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du pistachier (Pistacia vera L). C.R. Biologies, 332 : 164-170.
- Berthomeu, P., Conjero, G., Nublat, A., Brachenburry, W.J., Lambert, C., Savio, C., Uozomi, N., Oiki, S., Yamada, K., Cellier, F., Simonneau, T., Essah, P.A., Tester, M., Very, A.A.,**

Sentenac.H., et Casse, F., 2003. Functional analysis of ATHKT 1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol.22:2004-2014.

Blumald, E., Grover, A., & Good, A.G., 2004. Breeding for abiotic stress resistance: challenges and opportunities. Paper presented at the New direction for "advers plant". Proceedings of the 4th International Crop Sciences Congress, Brisbane, Australia.

Bogges S. F., Aspinall D., Palegl. G., 1976, Stress metabolism. IX. The significance of end-product inhibition of proline biosynthesis and of compartmentation in relation to stress-induced proline accumulation. Australian Journal of Plant Physiology, 3: 513-525.

Bohnert, H.J., & Jensen, R.G., 1996. Metabolic engineering for increased salt tolerance-the next step. Aust. J. Plant Physiol 23(5):661-667P.

Borsani O, Valpuesta V, Botellama (2003) Developing salt tolerant plants in a new century: a molecular biology approach. Plant Cell Tissue Organ Cult 73 :101-115.

Bouda, S., & Haddioui, A., 2011. Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Revue « nature et technologie ». N°05 /juin 2011 .72-79.

Boulghagh, J., Berrichi, A., Elhalouani, H., & Boukroute, A., 2006. Effet de stress salin et hydrique sur la germination des graines du joioba (Simmondsia Chinensis [link]Schneider). Proceedings du Premier congrès national « Amélioration de la production agricole » Settat, les 16 et 17 mars 2006.

Brady N.C., et Weil R., 2002 : The nature and properties of soils. Prentice Hall, Uppersaddleriver, NJ, USA.

Brosché, M., Overmyer, K., Wrzacek, M., & Kangsarjarvi, J., 2010. Stress signaling III: Reactive oxygen Species (ROS) Chap.5. Dans Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation. Sous la direction de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee. P.91-102p.

BURN A.1980, effets comparés de différence concentration de NaCl sur la germination ; la croissance et la composition de quelque population de luzernes annuelles d'Algérie These.Doc Cycle. Montpellier.

Chassemi ,F., Jake Man A.J and Nix. H.A., 1995: Salinization of land and water resources. Human causes, extent , management and case studies Australia – Center for resources and environmental studies. 520p.

Chesworth ,W., 2008. Encyclopedia of soil Science, Ed. Springer Dordrecht, Berlin, 902p.

Collection : Morphological attributes and their taxonomic significance. Tropical Grasslands 30 : 206-214.

Couée, I., Sulmon, C., Gouesbet, G., & EL Amrani, A., 2006. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany* 57,449- 459p.

Daoud Y., Halitim A., 1994. Irrigation et salinisation au Sahara Algérienne. *Sécheresse* Vol 5, N°3 .PP 151-160.

Degefu, T., Wolde-meskel, E., et Frogtegard, A., 2011. Multiocus sequence analyses reveal several unnamed Mesorhizobium genospecies nodulating *Acacia* species and *sesbania sesban* trees in southern regions of Ethiopia. *Systematic and applied microbiology*, 34 (3), 216-226.

Delauney A J et Verma D P S, 1993. Proline biosynthesis and osmoregulation in plants. *Plant J.* 4: 215-223.

Demolon, 1966. Dynamique du sol, Dunod, Paris, 1966, 520 p.

Derdour H, 1981. Contribution à l'étude de l'influence du taux de sodium échangeable sur le comportement des sols au compactage. Thèse Magister INA, Alger.

Desaeger, J and M. R. Rao., 2001. Effect of field establishment methods on root-knot nematode (*Meloidogynespp*).infection and growth of *Sesbania sesban* in western kenya. *Crop Protection* 20.1(2001): 31-41.

Djamel, R., 1933. Contribution à l'étude de la salinité des sols et eaux du lac Fetzara. Annaba. Thèse Magistère INA Alger.

Djili K., 2000 : Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie. Thèse doctorat. INA, Alger, 243 p.

Dommergues, M et Mangenot , R., 1970. *Ecologie microbienne.* Ed., Masson ., Paris pp 19-23

Douaik A., 2005. Evaluation of the space-time variability of soil salinity : Bystatistical, geostatistical, and bayesian maximum entropy methods. Doctor (Ph.D.) thesis, Universiteit Gent, 211 p .

Douaoui, A., et Hartani, T., 2008. Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas- Chélif. *Scientific commons.* VOL.2, no3, p . 9.

Dubos C., 2001. Réponse moléculaire de jeunes plants de pin maritime soumis à un stress hydrique en milieu hydroponique. Thèse de doctorat en biologie forestière, Université Henri Poincaré. NancyI (France): 54-55.

Dubos, C. (2001) Réponse moléculaire de jeunes plants de pin maritime soumis à stress hydrique en milieu hydrique. Thèses de doctorat. Biologie Forestière. INRA.225p.

Duke, JA., 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York, USA.

Duke, JA., 1983. Handbook of Energy Crops. New CROPS web site, Purdue University.

Duthil J, 1973. Elément d'écologie et d'agronomie. Tome II. Exploitation et amélioration du milieu. Ed. J. B. Baollière.

Ecocrop., 2010. Ecocrop database. FAO.

El mekaoui M.,1987. Etude de la tolérance du chez le blé dur, tender et l'orge ; Thèse ing ENSA MONTPELLIER ; France.

El midaoui M., Benbella M., Ait Houssa A., Ibriz M., et Talouizte A., 2007. Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L.)

El-shintinawy, F., & Hassanein R.A.,2001. Changes in growth, protein patterns and DNA fingerprints of Na Cl stressed treated with arginine, putrescine or phenyl diamine. Egyptian J Biotechnol.10:405- 415p.

Epstein, E.,J.D. Norlyn, D.W. Kingsbury, D.W. Kelley, G.A. Cunningham and A.F. Wrona, 1980. Saline culture of crops :A genetic approach. Science, 210: 399- 404.

Epstein, E.,J.D. Norlyn, D.W. Kingsbury, D.W. Kelley, G.A. Cunningham and A.F. Wrona, 1980. Saline culture of crops :A genetic approach. Science, 210: 399- 404.

FAO,2007.Factsheet-*Sesbania*

sesban.<http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Sesbaia-se>

Farissi M., Aziz F., Bouizgaren A., GhoulamC.,2014. La symbiose légumineuse-rhizobia sous conditions de salinité : aspect agro-physiologique et biochimique de la tolérance, Innovative pace of scientific research journal, vol N°11,96-104.

Fernandes, F.M., Arrabaca, M.C., & Caryalho, L.M.M.,2004. Sucrose metabolism in *Lupinus albus* L. under salt stress. Biol.Plant,48(2):317-319p.

Geetanjali M., Neera G., 2008. Salinity and its effects on the functional biology of legumes. Acta Physiol Plant. 30:595-618

Geigenberger P, Reimholz R, Geiger M, Merlo L, Canale V, Stitt M. Regulation of sucrose and starch metabolism in potato tubers in response to short-term water deficit. Planta.1997;201:502-518.

Ghrib C.D., Kchaou R., Gharbi F., Rejeb S., Khoudja L., Nejib Rejeb M., Euro. Journals publishing, Inc.50 (2011) 208.

Gill P.K., Sharama A.D., Singh P., Bhullar S.S.,2003."Changes in germination, growth and soluble sugar contents of Sorghum bicolor L. Moench seeds under various abiotic stresses ", Plant Growth Regulation 40(2),157-162.

Gillett, J.B., 1963. Sesbania in Africa (excluding Madagascar) and Southern Arabia. *Kew Bulletin*, 17, 91-159.

Gilmours S.J., Sebolt A.M., Salazar M.P., Everard J.D., Thomasshow M.F., 2000.Over expression of the Arabidopsis CBF3 transcriptional activator mimics multiple biochemical changes associated with cold acclimation. *Plant physiol.* N°124(4):1854-1865.

Gomase, P., Anjum, S., Shkil, S., Mohd Shahnavaaj, K., 2012. *Sesbania sesban* Linn: a review on its ethnobotany, phytochemical and pharmacological profile. *Asian journal of biomedical and pharmaceutical sciences*, 2(12),11.

Guerrier G, 1998. Proline accumulation in salt-treated tomato: different proline precursors in *Lycopersicon esculentum* and *Lycopersicon pennillii*. *J. Plant Nutr.*21: 505-513.

Gupta AM, Su SW, Chen ZS., 2011. Heavy-Metal Bioavailability and Chelate Mobilization Efficiency in an Assisted phytoextraction Process by *Sesbania sesban* (L).Merr., *Commun. Soil Sci Plant Anal.*

Halfaoui, J., 1988. La fertilisation en Algérie, en particulier la fertilisation phosphatée par les phosphates naturels de Chélif 20 à 22 mars.

Halitim ,A., 1973. Etude expérimentation de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture. Rennes: thèse de 3ème cycle, Univ de Rennes.

Halitim A., 1985: Contribution à l'étude des sols des zones arides(Hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols .Thèse doctorat. Univ Rennes, 384 p.

Hamza M., 1982. adaptations physiologiques à la salinité des plantes cultivées *Bull. Soc Ecophysiol.*7-2.169-184.

Hamza M., 1982. adaptations physiologiques à la salinité des plantes cultivées *Bull. Soc Ecophysiol.*7-2.169-184.

Hanana, M. Hamrouni, L., Cagnac, O., &Blumwald, E., 2011. Mécanismes et stratégies cellulaire de tolérance à la salinité (NaCl)chez les plantes.

Hang, B.P.T., Lam, V., Phuong, T.T.B., et Preston,T., 2011. Water hyacinth (Eichhoriacrassipes): an invasive weed or a potential feed for goats. *Livestock Research for Rural Development*,23 (7).

Hayachi, H., &Murata, N.,1998. Genetically engineered enchancement of salt tolerance in higher plant In: Sato Murata N, (Ed), *Stress Reponse of photosynthetic Organisms: Molecular Mechanisms and Molecular Regulation*. Elsevier, Amsterdam:133-148p.

Heering, J. H., 1995. Botanical and agronomic evaluation of a collection of *Sesbania sesban* and related perennial species.

Heering, J. H., Nokoe, S., et Jemal, M., 1996. The classification of a *sesbania sesban* (ssp. Sesban)

Heller, R., Esnault, R., &Lance, C.,1998. *Physiologie végétale*. Tome1.Nutrition .6ème édition, DUNOD, Paris :134-135p.

Henin S et al, 1969. *Le profil cultural, l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques*. Edition Masson et Cie.

Hernández, JA., Talavera, JM., Martinez-Gomez, Dicenta, F., &Sevilla, F., 2001. Reponces of antioxidant enzymes to plumbox virus in twoapricot cultivars.*Physiol*.

Hoekstra, F.A., Golovina, E.A., &Butink, J.,2001. Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends plant Sci* 6(9):431-438p.

Hopkins, W.G.,2003. *Physiologie vegetale*.2ème edition. De Boeck, Bruscelles ;476p.

Hossain,M.A.,U.Focken, and Klaus Becker., 2001. Evaluation of an un convention allegume seed, *Sesbania aculeata*, as a dietaryprotein source for commoncarp, *Cyprinus carpio* L. *Aquaculture*, 198.1-2 : 129-140.

Hu Y., Schmidhalter U., 2001: Reduced cellular crosssectional area in the leaf elongation zone of wheat causes a decrease in dry weight deposition under salin conditions. *Aust. J. Plant Physiol*, 28 : 165-170.

Ildis, 2014. ILDIS World Database of legumes (version 12,May 2014). In : *Species 2000 et ITIS Catalogue of Life, 2016 Annual Checklist*.

Imlay, J.A., &Linns, S. (1986). DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science*,240(4857):1302-1309p.

Ismail, A.M.A. (1990). Germination ecophysiology in population of *Zygophyllumqatarense*. Hadidi form contrasting habitats. Effect of temperature, salinity and growth regulators with special reference to fuscococcin *Journal of Arid Environments*, (18):185-194p.

Itidas,2016. Introduction d'une nouvelle culture fourragère dans les régions sahariennes : *Sesbania aculeata*.

Jaleel A.C., Manivannan P., Lakshmanan G.M.A., Sridharan R.and Panneerseeelvam R., 2007b - NaCl as a physiological modulator of proline metabolism and antioxidant potential in *Phyllanthus amarus*. *C.R. Biologies*,330:806 -813.

Jebnoune, M. (2008). Adaptation des plantes l'environnement : Stress salin. Présentation Power Point.

Kameli, A et Losel, D.M. 1995. Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *J. Plant Physiol.*, 145: 363-366.

Kasouri, R., Felleh, H., Abdelly C. (2006). Contenu en polyphénols et activités antioxydants d'une halophyte, *Tamarix gallic L.* *Revue des Région Aride-Numéro spécial –Actes du séminaire international "les plantes à Parfum Aromatiques et médicinales" SIPAM.*

Kaya C, Kirnak H, Higgs D, Saltatik, 2002. Supplementary calcium enhances plant growth and fruit yield in strawberry cultivars grown (NaCl) salinity. *Sci Horti* 26: 807-820.

Kotchoni, SO.E.W., GACHOMO, B.O., Omafuybe., &Shonukan, O.O. (2006). Purification and Biochemical characterization of Carboxymethyl Cellulase (CMCase) from a Catabolite Repression Insensitive Mutant of *Bacillus pumilus*. *Int.J.Agric.Biol.*8:286-292p.

Lallouch, B., Boutekrab, A., Hadjkouider, B., Riahi, L., S., &Zoghlami, N. (2017). Use of physio-biochemical traits to evaluate the salt tolerance of five opuntia species in the Algerian steppes. *Park.J. Bot.*,49(3):837-845p.

Langridge, R., Christian-Smith, J., &Lohse, K.L. (2006). Access and resilience: analyzing the construction of social resilience to the threat of water scarcity. *Ecology and Society*11(2):18p.

Le Houerou H.N., 1993. Salt- tolerant plants for the arid region of the mediterranean isoclimatique zone in: H. Leith et A Al Massoom (edits) : towards the rational use of high salinity plants. Vol 1. Kluwer academ, pp: 403-422.

Ledeliou B et leduigon A., 2001. Le pois conserve en Bretagne, fiche chaîne d'agriculture production légumières, tome 3 CL foury, UNILET.

Legros J.P., 2007. Les grands sols du Monde. Presse Polytechniques et Universitaires Romandes, 574 p.

Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P. et Francine C.D., 1995. Les plantes face au stress salin. Cahiers agricultures, 4:263-73.

Levigneron, A., Lopez, F., Vansuyt, G., Berthomieu, P., Fourcroy, P., & Cass-Delbart, F. (1995). Les plantes face au stress salin. Cah. Agric; N°4, P.263-266p.

Levitt, J. (1980).

Levitt, J. (1980). Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, and High Temperature Stresses ,Academic Press, New York,606p.

Lexer, C. (2005). Barrier to gene flow between two ecologically divergent *Populus* species, *P. alba* (whit poplar) and *P. tremula* (European aspen): the role of ecology.

Loyer, 1991. Classification des sols salés: les sols Salic. Cahiers ORSTOM, sér. Pédol., vol. XXVI,pp51-61.

Luttge, U., Kluge, M., & Bauer, G. (2002). Botanique.3^{ème} édition, Tec et Doc-Lavoisier, Paris :439-450p.

Lutts, Kinet JM, Bouharmont J, 1996. NaCl-induced Senescence in leaves of rice (*Oryza sativa* L) cultivars differing in salinity resistance. Plant Sci 116: 15-25.

Maas, E.V., & Hoffman, G.J. (1977). Crop salt tolerance –current assessment. Journal of the irrigation and drainage division,103(2),115-134.

Majoul, T., Bancel, E., Triboi, E., Ben Hamida, J., & Branlard, G. (2003). Proteomic analysis of the effect of heat stress on hexaploid wheat grain: characterization of heat responsive proteins from total endosperm. 3,175-183p.

Majumder, A.L., Sengupta, S., & Goswami L. (2010). Osmolyte regulation in abiotic stress.Chap.16. Dans Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation. Sous la direction de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee.p.349-370p.

Makaoui, N et Jaquin, F., 1984. Essai de corrélation entre propriétés biochimiques d'un sol sodique et sa biomasse, Soil Boil Bioche Vol 17N° 1? PP 23-26.

Mallek E., 2001. Influence de la salinité sur certains aspects physiologique et métabolique de la tolérance au sel de tomates sensibles et résistances. Thèse de doctora en UFR de biologie. Paris : Science de la nature.70p.

Mani, R.P., Pandey, A., Goswami, S., Tripathi, P., Kumudhavalli, V., Singh, A.P., 2011. Phytochemical Screening and In- vitro Evaluation of Antioxidant Activity and Antimicrobial Activity of the Leaves of *Sesbania sesban* (L) Merr. *Free Radicals and Antioxidants* ,1.3, 66-69.

Mansour MMF, 1995. NaCl alteration of plasma membrane of *Allium cepa* epidermal cells. Alleviation by calcium. *Plant Physiol* 145: 726-730.

Marlet, S et Jobj, O., 2006. Processus et gestion de la salinité des sols. *Traité d'irrigation*, seconde édition. Tec et Doc Lavoisier. 28 p.

Mekoya, A., Oosting, S. J., Fernandez-Rivera, S., Tamminga, S., Tegegne, A., et Van der Zijpp, A. J., 2009. Effect of supplementation *Sesbania sesban* on post-weaning growth performance and sexual development of Menz sheep (Ethiopia). *Livestock Science*, 121(1), 108-116.

Meloni D.A., Oliva M.A. Ruiz H.A., Martinez . C.A., 2001. Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *J. Plan Nutr.* 24, 599-612.

Mermoud A., 2006- Cours de physique du sol :Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.

Michel, CG et al., 2005: Sols et environnement Dunod, Paris, Pp: 609; 612 ; 620.

Misra, L. N; Siddiqi, S.A., 2004. Dhaincha (*Sesbania bispinosa*) leaves: A good source of antidiabetic (+) pinitol. *Current Science*, 87(11): 1507.

Mohammed A.H., 2007- Physiological aspects of mung bean plant (*Vigna radiata* L.) in response to salt stress and gibberellic acid treatment. *Res. J. of Agric. And boil. Sci.*, 3: 200-213.

Morris C.J., Thompson J F., Johnson C.M., 1969. Metabolism of Glutamic and N-Acetylglutamic Acid Leaf Discs and Cell-free Extracts of Higher Plants. *Journal of Plant Physiology*, 44: 1023-1026.

Munné-Bosch, S., Alergre, L. (2004). Die and let live: leaf senescence contributes to plant survival under drought stress. *Funct Plant Boils* 31:203-213p.

Munnus, R. (2005). Genes and salt tolerance: bringing together. *New Phytologist*, 167(3), 645-663p.

Mustard, J., & Renault, S. (2004). Effects of NaCl on water relation and cell wall elasticity and composition of red-osier dogwood (*Cornus stolonifera*) seedlings. *Physiol.Plant.* 121:265-271p.

Nas., 1980. Firewood crops: Shrub and tree species for energy production. NAS, Washington D.C., USA.

Neuhaus, H.E. (2007). Transport of primary metabolites across the plant vacuolar membrane. *FEBS Letters.* 581:2223 -2226p.

Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., Simons, A., 2009. Agroforestry Database : atreereference and selection guide version 4.0 (<http://www.worldagroforestry.org/af/treedb/>).

- Pandhare RB, Sangameswaran B, Mohite PB, Khanage SG., 2011.** Antidiabetic Activity of Aqueous Leaves Extract of *Sesbania sesban* (L.)Merr. in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. Avicenna J. Med. Biotech. 3(1): 37-43.
- Parent, C., Capelli, N., &Dat, J. (2008).** Fromes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. C.R. Biol,331(4) :255-261p.
- Parida, A.K., Das, A.B., sanda, Y., &Mohanty, P. (2004).** Effects of salinity on biochemical components of the mangrove; *Aeceracorniculatum*.Aquat. Bot80,77-87p.
- Parker, S.K., Williams, H.M., &Turner N., (2006).** Modeling the antecedents of proactive behavior at work. Journal of Applied Psychology,91:636-652p.
- Pérez-alfocea, F., Larher, F., (1995).** Sucrose and proline accumulation and sugar efflux in tomato leaf discs affected by NaCl and polyethylene glycol 6000 iso –osmotic stresses. Plant Sci.107p.
- Phee, BK., Cho, JH., Park, S., Jung, JH., Jeon, JS., Bhoo, SH., &Hahn, TR. (2004).** Proteomic analysis of the responses of Arabidopsis chloroplast proteins to high light stress. Proteomic 4:3560-3568p.
- Phelippe, D., 2001 :** Introduction à la science du sol. Dunod, Paris, Pp: 263; 264; 265.
- Phillips J.R., Oliver M.J., et Bartels D., 2002.** Molecular genetics of desiccation and tolerant systems. Dans Desiccation and survival in plants: Drying, Ed .CAB International, Mol.Gen.,319-341p.
- Piri, K., Anceau, C., El jaafari, S., Lepoivre, P., Semal, J. (1994).** Selection in vitro de plantes androgénétique de blé tendre résistantes à la salinite. L'amélioration des Plantes. Ed. AUPELF-UREF, Paris :311-320p.
- Prado F.E., Boero C., Gallardo M., Gonzalez J.A.,2000.**"Effect of NaCl on germination, growth and soluble sugar content in *Chenopodium quinoa* Willd. Seeds ", Botanical Bulletin of Academia Sinica 41, pp.27-34.
- Prasad, M.N.V., 1993.** Bioresource potential of *Sesbania bispinosa* (Jacq) W.F. Wight. Bioresource Technol.
- Pugalenthi, M., Vadivel, M.V., Gurumoorthi, P., Janardhanan, K., 2004.** Comparative nutritional evaluation of little known legumes, *Tamarindus indica*, *Erythrina indica* and *Sesbania bispinosa*. Trop. Subtrop. Agroecosyst., 4(3) : 107-123.
- Qamar, I.A; Maqsood Ahmad; Gulshan Riaz ; Khan, S., 2014.** Performance of summer forage legumes and their residual effect on subsequent oat crop in subtropical subhumide Pothwar, Pakistan. Pakistan J. Agric. Res., 27(1): 14-20.

Rabhi N.H., 2011. Isolement de *Pseudomonas* spp, fluorescents d'un sol salé effet d'osmoprotecteurs naturels. Thèses magister microbiologie, Université Ferhat Abbas Setif, 15-16p.

Rahnama, H., & Ebrahim, H. (2005). The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedling. *Biol Plant*. 93-97p.

Rathinasabapathi, B (2000). Metabolic engineering for stress tolerance installing osmoprotectant synthesis pathways. *Ann. Bot.* 86:709-716p.

Rejili, M., Vadel, M.A., & Neffatp, M (2006). Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus* (L.) en présence du NaCl. *Revue des Régions Arides*, Vol .17, N°1 :65 -78p.

Renauld, V. (2003). Tous les légumes courants, rares ou méconnus cultivables sous nos climats : tomates. Ulmer. Paris, p135-137p.

Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, Salt and others stresses. Academic Press, New York .LONDON 607.

Revue HTEN°136, mars 2007, 29-34p.

Rhim, J.W., Wang, L.F., Hong, S.I., 2013. Preparation and characterization of Agar/silver Nanoparticles Composite Films with Antimicrobial Activity. *Food hydrocolloids* 33,327-335.R

R'him T., Tlili L., Hnan I. Leahy R., Benali A., Jebri H., 2013. Effet du stress salin sur le comportement physiologique et métabolique de trois variétés de piment (*Capsicum annuum* L.). *Journal of applied biosciences*, 66 : 5060- 5069p.

Rhodes, D et Handa A,S. 1989. Amino acid metabolism in relation to osmotic adjustment in plant cells. Pages 41-62 dans J.H. Cherry, ed *Environmental stress in plants, biochemical and physiological mechanisms*. Springer-Verlag, New York , NY.

Robert, M., 1996. Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Ed. Masson, Paris, 244p.

Robert, M., 1996. Le sol: interface dans l'environnement, ressource pour le développement. Paris, Masson, Dunod , p 240.

Santiago, L.S., Lau, T.S., Melgher, P.J., Steeleo, C., & Goldestien, G. (2000). Morphological and physiological responses of hawaiian *Hibiscus tiliaceus* population to light and salinity, *Int. J. Plant Sci* .161 :99-106p.

Sarry, J-E., KUHN, L., Lay, P.L., Garin, J. & Bourguignon, J. (2006). Dynamics of *Arabidopsis thaliana* soluble proteome in response to different nutrient culture condition. *Electrophoresis* 27:495-507p.

Sentenac, H., & Berthomieu, P. (2003). Découverte d'un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel. MR Biochimie et physiologie moléculaire des plantes (Unité mixte Ecolenationales supérieure agronomique de Montpellier, Service Press INRA ,34p.

Serrano, R., & Gaxiola, R. (1994). Microbial models and salt stress tolerance in plants. Crit. Rev. Plant Sci, Vol.13 :121-138p.

Servant .M, 1975. Etude pédologique des sols halmorphes. Montpilier : Thèse doc. Univ Montpilier.

Servant J.M, 1971. Le profil salin des sols, méthodes d'études et signification. Application aux sols halomorphes du midi de la France. Ann. Agro. 14.3, 392 p.

Sharma, S., Chattopadhyay, S.K., Singh, M., Bawankule, D.U ., et Kumar, S., 2014. Novel chemical constituents with anti-inflammatory activity form the leaves of *Sesbania aculeata*. *Phytocgemistry*, 100, 132-140.

Shilpi, M., & Narendra. (2005). Cold, Salinity and Drought Stresses an Overview, "Archives of Biochemistry and Biophysics, Vol .444, N°2:139 -158 p.

Siddhuraju ,P; Vijayakumari, K; Janardhanan, K., 1995. Studies on the un derexploited legumes, *Indigofera linifolia* and *Sesbania bispinosa*: Nutrient composition and antinutritional factors. Int. J. Food Sci . Nutr., 46(3): 195-203.

Slama ,F ., 2004. La salinité et la production végétale. Centre de publication univesitaire, Tunis.163 p.

Smirnoff. (1993). **The Role** of Active Oxygen in the Response of plants to water Deficit and Desiccation. NEW Phytologist,125 :27 -58p.

Souguir D., Jouzdan O., Khouja M L., Hachicha M., 2013. Suivi de la croissance d'Aloe Vera en mimieu salin : Parcelle de Kalaat Landelous (Tunisie). Etude et Gestion des sols. Vol 20. PP 19-26

Stengel, P ., Bruckler, L., Balesdent, J., 2009. Le sol. Paris, France. 182.

Stewart R. Hameed S., Pinto J.P., 1977. Photochemistry of tropospheric ozone. Journal of Geophysical Research, 82: 3134-3140.

Streeter J.G., Lohnes D.G., Fioritto, R.J.2001. Pattern of pinitiol accumulation in soybean plants and relationships to drought tolerance. Plant Cell Environ.n°24(4):429-438p.

Sustainable Agriculture and Soil Conservation 2007-2009.

Swami, C., S. Saini, and V.B. Gupta., 2014. Kinetic and diffusion studies of a dyeextracted from *Sesbania aculeata* plant. Pigment et resin Technology.

Taji T., Ohsumi C., Inchi S., Kasuga M., Kobayashi M., Yamaguchi –Shinozaki K., et Shinozaki K., 2002. Important roles of drought – and cold inducible genes for galactinol synthase in stress tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant J.* N°29(4):417 -426 P.

Takarli S., 2002.Reponse du haricot *Phaseoluvulgaris* variété contentier à la contrainte hydrique d'origine saline-effet du Na Cl sur la croissance et nutrition minérale, Thèse magister science de sol, Institut National Agronomique, EL Harrach, Alger,5p.

Thomson W.W., 1985. Physiological Responses to salt stress. In : five year report, Ed . Kearney Fondation, 1-5.

Tremblin, G. (2000). Comportement auto-écologique de *Halopeplisamplexicaulis* : plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. *Sécheress*,11(2) :109 -116p.

Tremblin, G., & Coudret, A. (1986). Salinité, transpiration et échanges de CO₂ Chez *Halopeplisamplexicaulis* (Vahl) Ung. *Oeclo.Plant*,7(21) :417-431p.

Vernon, D.M., Tarczynski, M.C., Jensen, R.G., &Bohnert, H.J. (1993). Cyclitol production in transgenic Tobacco. *PlantJ*,4(1) :199-205p.

Walker R.R., Torokfalvy E.,Scoti N.S et Kriedemann P.E., 1981. An analysis of photosynthetic response to salt treatment in *Vitis vinifera*. *Aust. J. Plant Physiol.*,8, 359-374.

Wiebe. B.H., Eilers, R.G., W.D., &Brierley, J.A. (2001). Risque de salinization du sol, l'agriculteur écologiquement durable au Canada : Série sur les indicateurs agro environnementaux. Rapport N°2 :121p.

Wiegand, R.O., Reed, J.D., Said, A.N., et Ummuna,V.N., 1995.Proanthocyanidins (condensed tannins) and the use of leaves from *Sesbania sesban* and *Sesbania goetzei* as protéine suppléments. *Animal Feed Science and Technology*, 54 (1-4), 175-192.

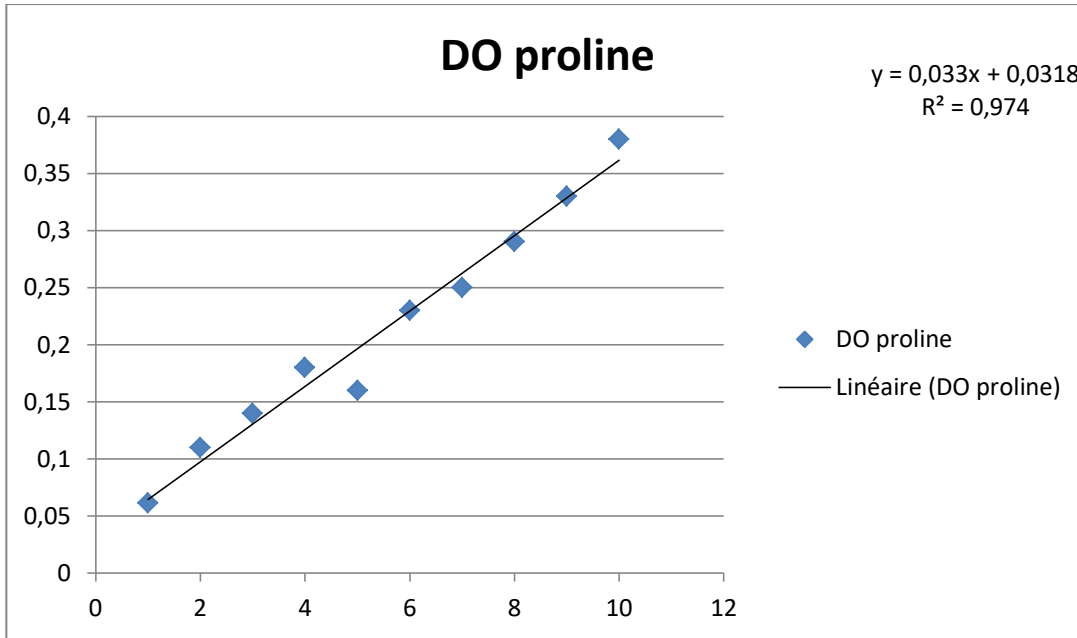
Xiong L., Zhu J.K., 2002. Salt torerance, in: *The Arabidopsis Book*, American society of plant Biologists. pp. 1-22.

Zhu. J. K,2001. plant salt tolerance. *trends in plant science* 6:66-71p.

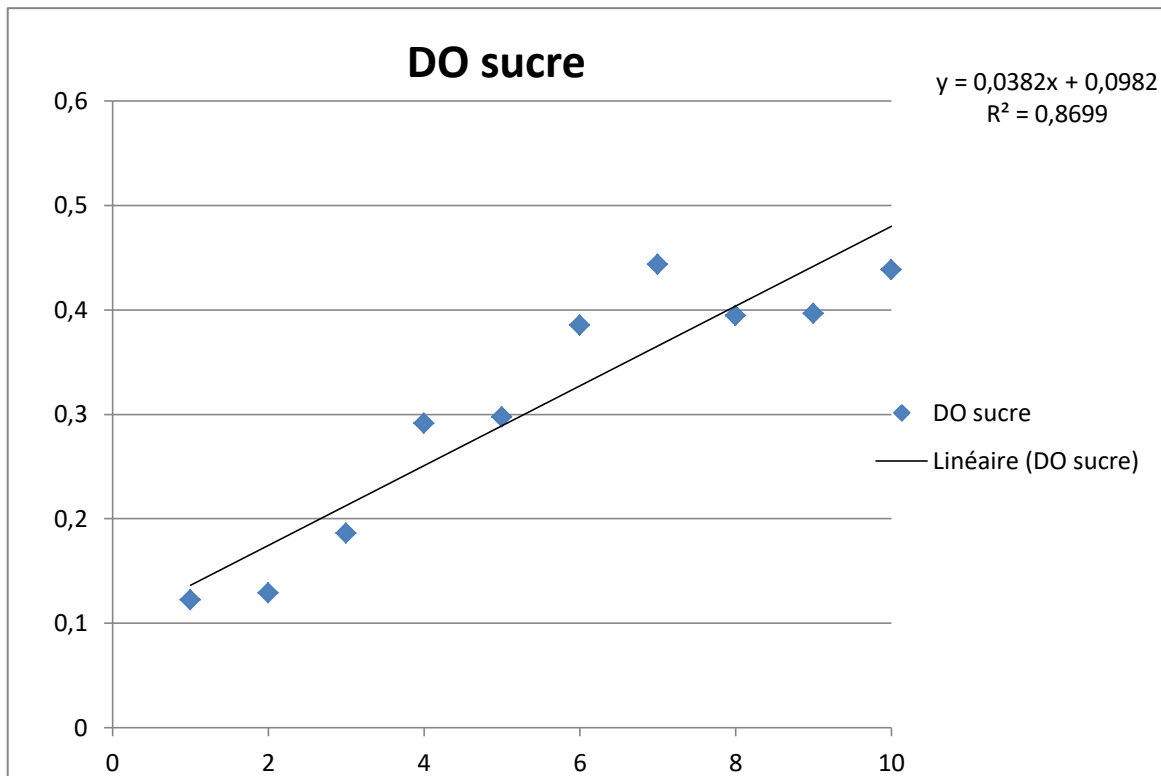
Ziani, 2001.Comportement de l'orge et du triticale en contraintes hydrique et salines. Thèses ING ; ISA,11-22p.

Zide et Grignon C, 1991. Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. II éme Journées Scientifiques du Réseau de Biotechnologies végétales. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux Milieux Arides. AUPELF/UREF. J. LLIBBEY ed. Eurotext.Pariset Londre. 91-108.

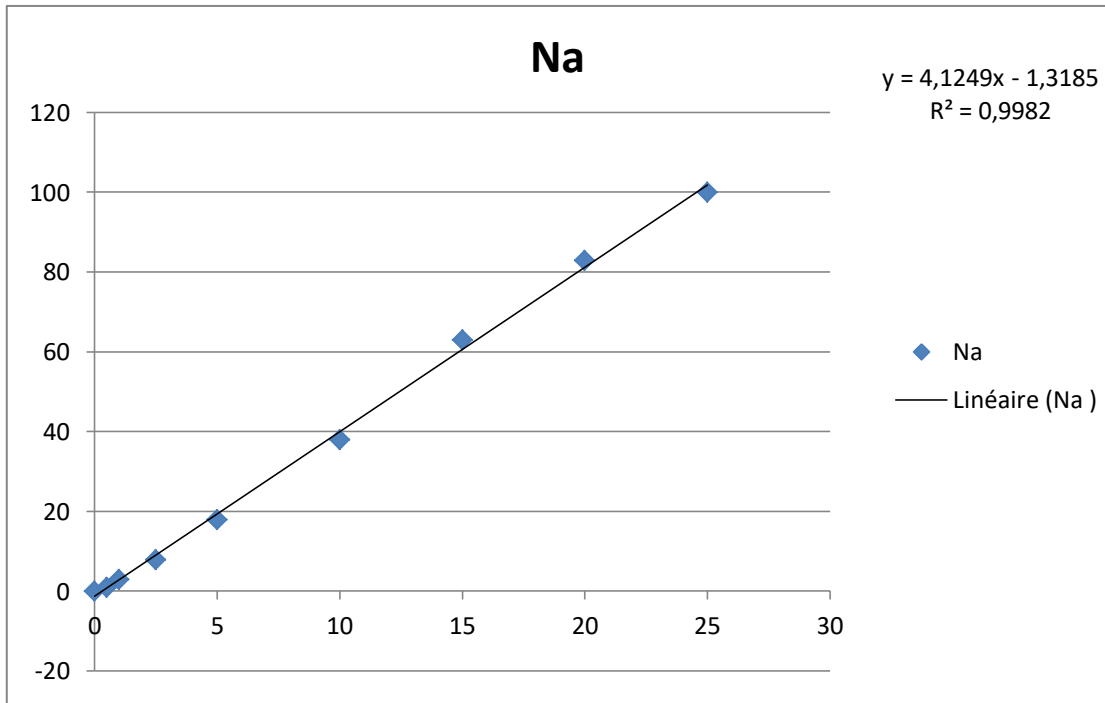
Annexes



Courbe 01: Le courbe étalon du dosage de la proline



Courbe 02: Le courbe étalon du dosage des sucres totaux



Courbe 03: Le courbe étalon du dosage des ions Na⁺



Figure 01: Dosage des feuilles chlorophylles

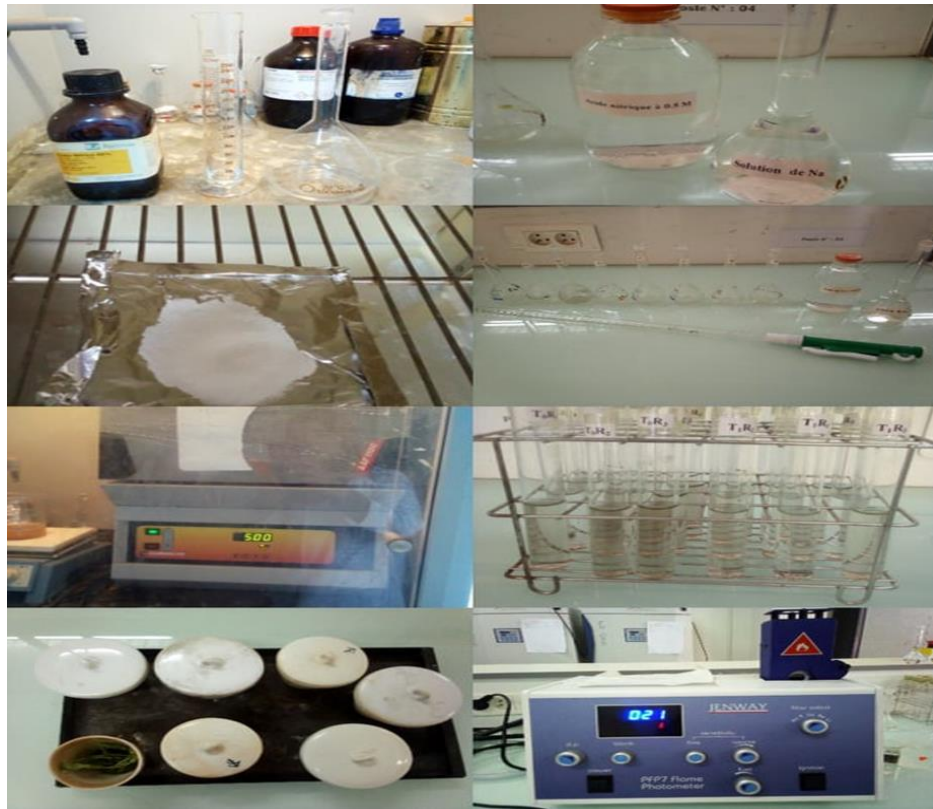


Figure 02: dosage la teneur en sodium des feuilles

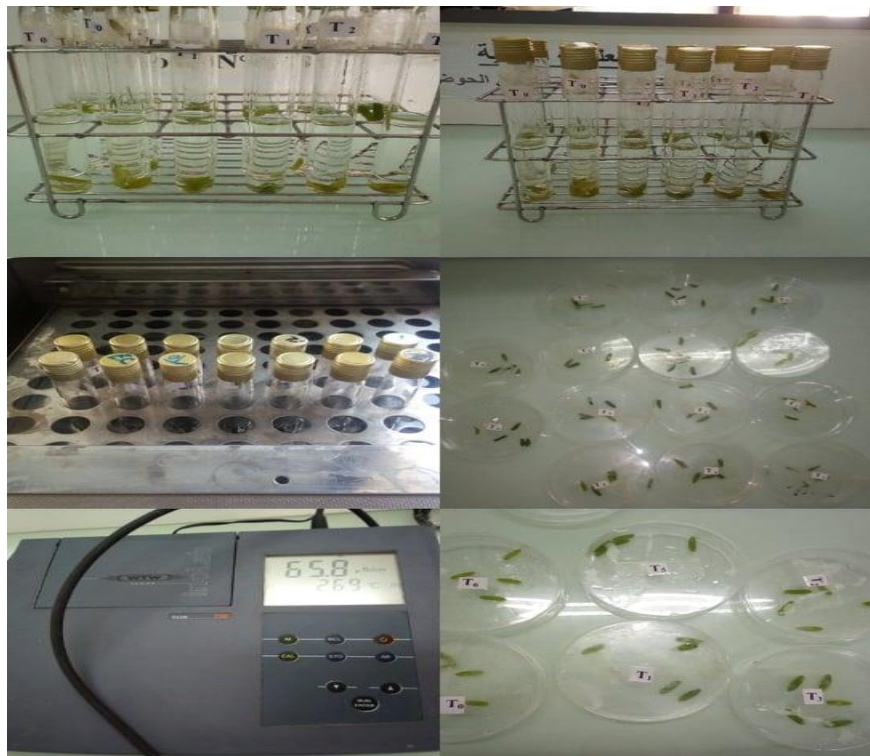


Figure 03: étapes de mesure la perméabilité membranaire

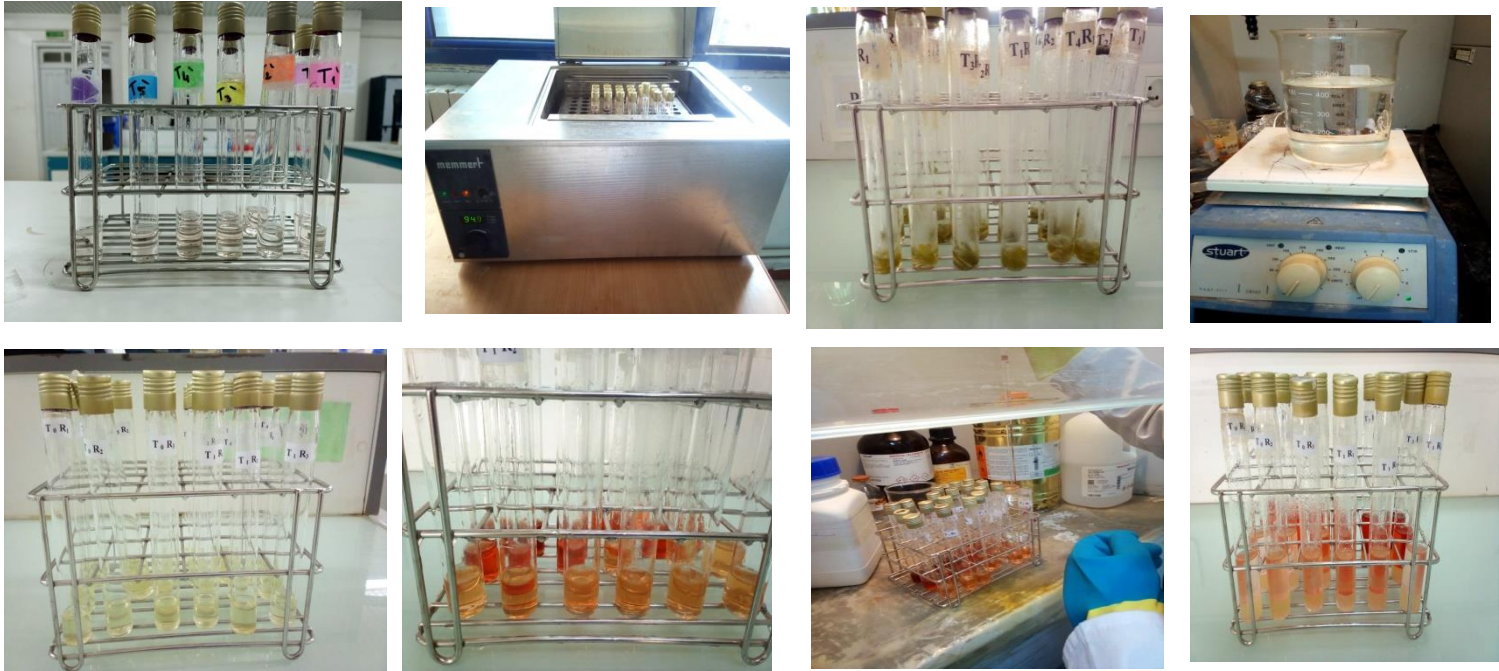


Figure 04 :Les étapes de dosage de proline



Figure 05 :Les étapes de la dosage des sucres solubles

Annexe : les analyses de variances pour le stress salin

Analyses de variances : Effet du stress salin sur la sur le taux de germination final des graines de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	25114,96	27	930,184				
VAR.FACTEUR 1	21516,71	6	3586,119	20,929	0		
VAR.RESIDUELLE 1	3598,25	21	171,345			13,09	26,73%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur le poids de la matière fraîche totale graines de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1,126	20	0,056				
VAR.FACTEUR 1	1,125	6	0,188	3694,52	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,001	14	0			0,007	1,16%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur le poids de la matière sèche totale de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,043	20	0,002				
VAR.FACTEUR 1	0,017	6	0,003	1,48	0,25444		
VAR.RESIDUELLE 1	0,026	14	0,002			0,043	111,65%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur la teneur en chlorophylle des feuilles de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	242,968	20	12,148				
VAR.FACTEUR 1	216,919	6	36,153	19,431	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	26,049	14	1,861			1,364	14,36%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur la teneur en sodium des feuilles de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,444	20	0,022				
VAR.FACTEUR 1	0,379	6	0,063	13,578	0,00005		
VAR.RESIDUELLE 1	0,065	14	0,005			0,068	48,09%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur la perméabilité membranaire des feuilles de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2251,35	20	112,568				
VAR.FACTEUR 1	2194,034	6	365,672	89,319	0		
VAR.RESIDUELLE 1	57,316	14	4,094			2,023	4,69%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur la teneur en proline des feuilles de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	86,041	20	4,302				
VAR.FACTEUR 1	84,158	6	14,026	104,278	0		
VAR.RESIDUELLE 1	1,883	14	0,135			0,367	11,11%

Analyses de variances : Effet du stress salin sur la teneur en sucres totaux des feuilles de *Sesbania aculeata*

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	53,176	20	2,659				
VAR.FACTEUR 1	48,08	6	8,013	22,013	0		
VAR.RESIDUELLE 1	5,096	14	0,364			0,603	21,42%

Résumé

L'objectif de cette étude est d'analyser le comportement de *Sesbania aculeata* sous stress salin en stade de croissance, la présence du NaCl a induit une diminution notable de la biomasse aérienne, cette diminution est estimée à 71% pour le traitement plus sévère, la teneur en chlorophylle des feuilles a diminué d'une façon significative d'autant que le stress est intense. En conditions de salinité les plantes stressées produisent plus de sucres totaux que les plantes témoins avec des teneurs maximales estimées à 6.41 µg/100mg de MF. L'accumulation du sodium n'a été mise en évidence chez les plants de *Sesbania aculeata* qu'à partir de 136mM en NaCl, néanmoins la fuite en électrolytes a été remarquablement importante dès l'application du stress pour atteindre les plus fortes valeurs évaluées à 62.78%. Les teneurs en proline ont remarquablement évolué sous l'effet de la salinité.

Mot clés : salinité, croissance, proline, chlorophylle, sucres totaux, sodium

Abstract

The aim of this study is to analyze the behavior of *Sesbania aculeata* under salt stress in growth stage. The presence of NaCl induces a notable decrease in aerial biomass, this diminution is estimated at 71% for high level stress. The chlorophyll content decreases significantly as the stress becomes more intense. Under salt conditions, the stressed plants produce more total sugars than control with maximal values estimated at 6.41 µg /100FW. The sodium accumulation was significantly different than from 136mM of NaCl, however, the electrolytes leak was remarkably important when stress is applied to reach high values evaluated at 62.78%. The proline levels have changed remarkably under salinity effect.

Keywords: salinity, growth, proline, chlorophyll content, sugar total, sodium.

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تحليل سلوك السيسبانيا اكيلياتا تحت تأثير الاجهاد الملحي و ذلك في فترة النمو، وجود كلورور الصوديوم تسبب في انخفاض الوزن الخضري و قد قدر هذا الانخفاض بـ 71% عند المستوى الأكثر اجهداء، كمية اليخضور تناقصت مع ازدياد شدة الاجهاد الملحي. تحت ظروف الملوحة تراكمت نسبة السكريات عند النباتات المجهددة مقارنة بالشاهد مع كميات قصوى مقدرة بـ 6.41 µg / 100 غ م ط. تراكم الصوديوم في الأوراق لم يكن محسوسا الا عند مستوى الاجهاد 136 م مول، لكن نفاذية الغشاء كانت كبيرة و ذلك عند تطبيق الاجهاد مباشرة و بقيم قصوى مقدرة بـ 62.78%. كمية البرولين تغيرت بشكل ملحوظ أثناء الاجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: الملوحة، النمو، البرولين، كمية اليخضور، السكريات ، الصوديوم.