

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana



Faculté : Sciences de la Nature et de la vie et des Sciences de la Terre

Département des sciences Biologique

Filière : Ecologie

Spécialité: Bioclimatologie

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Thème

**Effet de la salinité sur les caractères
morpho – physiologiques de quelques variétés
d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L)**

Présenté par

ATTABI KHADIDJA

TAIBA BEKHTA

Soutenu le Juin 2019 Devant :

Président Mr. MEHAIGUENE. M MCB Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Encadreur Mr. AROUS. A MAA Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Examineur Mme BenAouda. L MAA Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Examineur Mr. AMOKRANE. A MAA Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

Année universitaire : 2018/2019

Dédicaces

À la mémoire de mes très chers parents et qui m'a encouragé durant ce travail mes deux bonnes tantes qui ont guidé et guideront toujours mon chemin. Vous étiez des parents exemplaires, merci pour tout ce que vous m'avez appris et merci pour ce que vous avez fait de moi.

Reposez en paix. Et ma grande mère et grand père et mon beau-père et Belle-mère, et mon chers mon mari Walid, merci pour tout ce que il m'a appris.

À mon frère Anis et ma Sœur Meriem, et leurs enfants (Israa, Ikram, Amira).

Si j'ai pu mener ce travail à terme c'est grâce à votre présence, votre aide et votre soutien.

J'ai beaucoup de chance de vous avoir. Que Dieu vous protège et vous garde. Un grand merci à vous tous

*Une tendre pensée à tous mes amis. Amina, Aicha, Hanane, Rahma, Manel,
Manel*

Khadidja

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à la mémoire de mon père qui repose en paix,

A ma mère ma source de tendresse et de courage

A mes frères Mohamed, Djamel et Abd halim, mes sœurs Fatima,

Rachida, Arbiya, Horiya et Karima, mes enfants Douaa, Aridj

Rahma et Hanane. A mes amis Khadidja, Aicha qui font mon

équilibre, pour leur présence dans ma vie.

Bekhta

Remerciement

*Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir donné
le courage et la patience de mener à bien ce travail.*

Nous remercions en premier notre Encadreur

Mr. Arcus Ali qui est à l'origine du lancement et la réussite de ce travail.

Nous remercions aussi d'avoir accepté de faire partie de mon jury Président

Mr. Mehaigoune M Examinatrice Mme. BenAcuda L et Examineur

Mr. Amokrane A de ce travail

*Nous remercions également tous les professeurs qui nous ont suivis Durant
notre cycle d'étude.*

Résumé

Le présent travail a pour but d'étudier la résistance vis-à-vis la salinité sur les paramètres morphologique, physiologique chez l'haricot *Phaseolus vulgaris* L.

Le travail proposé permet d'étudier la plante l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L), conduite dans un milieu salin à base NaCl, les quatre géotypes soumis sous des concentrations 0meq, 50meq, 100meq, 150meq et 200meq sur des paramètres physiologiques (la teneur relative en eau (RWC), le taux d'imbibition, et la longueur racinaire la teneur de chlorophylle a, b (a+b) t) et les paramètres morphologiques (le taux de déperdition (RWL), rapport de matière sèche arienne /la matière sèche racinaire.

A partir de notre résultats, on observe après l'application de stress, la teneur relative en eau (RWC), la teneur de la chlorophylle a ; b ; (a+b) t, sont diminuer dès que la concentration de stress salin (NaCl) augmente, qui affecte la croissance de la longueur racinaire par la suite, on observe aussi une réduction de chlorophylle a, b par d'autre part une augmentation du teneur en matière sèche/la matière sèche racinaire.

Les mots clés : l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L), la salinité, stress, NaCl, morphologiques, physiologiques

Summary

The present work aims to study the resistance towards salinity on the morphological and physiological parameters in bean *Phaseolus vulgaris* L.

The proposed work makes it possible to study the bean plant (*Phaseolus vulgaris* L), conducted in an NaCl-based salt medium, the four genotypes submitted in concentrations 0meq, 50meq, 100meq, 150meq and 200meq on physiological parameters (the relative content in water (RWC), the rate of imbibition, and the root length chlorophyll content a, b (a + b) t) and morphological parameters (the rate of loss (RWL), air dry matter ratio / la root dry matter).

From our results, after the application of stress, the relative water content (RWC), the content of chlorophyll a; b; (a + b) t, are decreased as the concentration of salt stress (NaCl) increases, which affects the growth of root languor thereafter, we also observe a reduction of chlorophyll a, b on the other hand an increase dry matter content / root dry matter.

Key words: bean (*Phaseolus vulgaris* L), salinity, stress, NaCl, morphological, physiological

الملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة المقاومة تجاه الملوحة في المعلمات المورفولوجية والفسيزيولوجية في *Phaseolus vulgaris* L. الفصوليا، الذي تم إجراؤه في وسط ملح يحتوي على كلوريد (*Phaseolus vulgaris* L) يتيح العمل المقترح دراسة نبات الفول الصوديوم ، والأنماط الوراثية الأربعة المقدمة بتركيزات 0 meq ، 50meq ، 100meq ، 150meq و 200 meq على المعلمات الفسيولوجية (المحتوى النسبي) في الماء (RWC) ، ومعدل التشرب ، ومحتوى كلوروفيل طول الجذر ، أ (ب + أ) (ب) والمعلمات المورفولوجية (معدل الخسارة (RWL) ، ونسبة الهواء الجاف / لا المادة الجافة الجذر. من نتائجنا ، بعد تطبيق الإجهاد ، محتوى الماء النسبي (RWC) ، محتوى الكلوروفيل أ ؛ ب (a + b) t .، ينخفض كلما زاد تركيز إجهاد الملح (NaCl) ، مما يؤثر على نمو تآكل الجذر بعد ذلك ، نلاحظ أيضاً انخفاضاً في الكلوروفيل a ، b من ناحية أخرى محتوى المادة الجافة / جذر المادة الجافة.

الكلمات المفتاحية: الفصولياء (*Phaseolus vulgaris* L)، الملوحة، الإجهاد، كلوريد الصوديوم، المورفولوجية، الفسيولوجية.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I Synthèse bibliographique	
1-Le stress.....	3
1-1-Définition de stress.....	3
1-2-Le stress biotique	3
1-3- Le stress abiotiques.....	3
1-3-1- Stress hydrique.....	3
1-3-2- Stress thermique.....	4
1-3-3- Stress salin.....	4
2-La salinité	4
2-1-Définition de la salinité.....	4
2-2-Principaux sels de la salinité.....	5
2-2-1-Chlorure de sodium.....	5
2-2-2-Sulfates.....	5
2-2-3- Carbonates.....	6
2-3- Répartition des sols salés.....	6
2-4-Les différents types de la salinisation.....	7
2-4-1-Salinisation primaire.....	7
2-4-2-Salinisation secondaire.....	7
2-5-Effet de la salinité sur la plante.....	7
2-5-1-Sur la germination.....	7
2-5-2- Sur la croissance et le développement.....	8
2-5-3- Sur la biochimie du la plante.....	8
2-5-4 -Sur la nutrition minérale des végétaux.....	9
2-6- Tolérance des plantes a la salinité.....	9
2-7-Comportement du la plante en milieu salin.....	10

Sommaire

2-7-1- Excluser.....	11
2-7-2- Incluser.....	11
2-8- Mécanismes d'adaptation du la salinité.....	11
2-8-1 Caractéristiques morphologique et anatomique.....	11
2-8-2- Caractéristiques physiologiques.....	12
2-8-2-1- Répartition et accumulation de la plante.....	12
2-8-2-2- Compartimentation vacuolaire.....	12
3-La plante.....	12
3-1-Les légumineuses.....	12
3-2-Origin de l'haricot.....	13
3-3- caractéristique botaniques de l'espèce.....	13
3-4- Classification systématique.....	14
3-5-Le cycle de développement de l'haricot.....	15
3-5-1 Phases de germination.....	15
3-5-2 Phase de croissance.....	15
3-5-3 Phase de floraison.....	16
3-5-4 Phase de maturation.....	17
3-6-Climat, eau, sol.....	17
7- Sensibilité de l'haricot	17
Chapitre II Matériel et Méthodes	
1- Objectif de l'expérimentation.....	20
2- Matériel utilisée.....	20
2-1- Matériel végétal.....	20
2-2- Condition de réalisation	20
2-2-1- Site expérimentale.....	20
2-2-2- Protocole de germination des graines du l'haricot.....	20
2-2-3- Substrats.....	22
2-2-4- Repiquage de graines germées	24
2-2-5-Préparation de la solution saline.....	24

Sommaire

3- Les paramètres physiologiques	26
3-1- Evolution du poids des graines germés	26
3-2- La teneur relative en eau (RWC)	26
3-3- Le taux de déperdition	26
3-4- Teneur en chlorophylle.....	27
4- Etude des paramètres morphologique	27
4-1- La partie aérienne.....	27
4-2- La partie souterraine	27
4-3- La longueur racinaire	28
5- Analyse statistique	28
Chapitre III Résultats et Discussion	
1- Résultat obtenue	29
1-1- Paramètres physiologiques	29
1-1-1- Evolution du poids des graines germés en fonction des différents milieux salins	29
1-1-2- Teneur relative en eau (RWC).....	33
1-1-3- Le taux de déperdition	35
1-1-4- Dosage des chlorophylles.....	37
1-1-4-1- Teneur en Chlorophylle a.....	37
1-1-4-2- Teneur en chlorophylle b.....	39
1-1-4-3. Teneure en chlorophylle Totale.....	42
1-2- Paramètres morphologique	43
1-2-1- Longueur de racine principale.....	43
1-2-2- Le rapport (matière sèche de la partie racinaire /matière sèche de la parti aérienne) (MSR/MSA).....	45
2- Discussion.....	48
3- Conclusion	51
Références bibliographique	
Annexes	

Liste d figures

Figure 01 : L'espèce <i>Phaseolus Vulgaris</i> L.....	14
Figure 02 : le cycle de développement d'une graine de haricot.....	15
Figure 03 : stade germination.....	15
Figure 04 : stade croissance.....	16
Figure 05 : stade floraison.....	16
Figure 06 : stade de maturation.....	17
Figure 07 : La serre de l'expérimentation au niveau de la faculté des sciences de l'Université de Djillali Bounaama de Khemis Miliana.....	22
Figure 08 : Le dispositif expérimental.....	23
Figure 09 : Terreau commercial de Type (florava) utilisé dans le substrat.....	23
Figure 10 : Schéma représentatif du dispositif expérimental pour l'haricot.....	25
Figure 11 : L'évaluation des poids des graines de DJADIDA en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps.....	31
Figure 12 : L'évaluation des poids des graines de Ril104 en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps.....	32
Figure 13 : L'évaluation des poids des graines de RIL 83 en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps.....	32
Figure 14 : l'évaluation des poids des graines de RIL29 en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps.....	33
Figure 15 : Teneur relative en eau (%) des feuilles de plantes de l'haricot mesuré après le stress au Na Cl à différentes concentrations.....	35
Figure 16: Taux de déperdition % des feuilles de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).....	37
Figure 17 : Teneur en chlorophylle a (ug.g ⁻¹ MF) des feuilles de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq,)	39
Figure 18 : Teneur en chlorophylle b (ug.g ⁻¹ MF) des feuilles de plantes de mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 200meq).....	41
Figure 19 : Teneur en chlorophylle totale (ug.g ⁻¹ MF) des feuilles de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).....	43
Figure 20 : Evolution de la longueur des racines en fonction des régimes salins appliqués.....	45
Figure 21 : Teneur en MSR /MSA de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).....	47

Liste de tableaux

Tableau 01 : Les principales caractéristiques du matériel végétal utilisé.....	21
Tableau 02 : les milieux de germination avec les différentes concentrations salines	24
Tableau 03 : Analyse des résultats d'évolution du poids des graines germés en fonction des différents milieux saline.....	25
Tableau 04 : Résultat moyenne de taux de réduction de quatre génotypes.....	30
Tableau 05 : Résultat moyenne d'évolution du poids des graines germés en fonction des différents milieux salines.....	31
Tableau 06 : Analyse des résultats de la teneur en eau des feuilles en fonction des différentes concentrations saline adopté.....	33
Tableau 07 : Résultats moyens de la teneur relative en eau.....	34
Tableau 08 : Analyse de la variance du taux de déperdition en fonction des différentes Concentrations saline adopté.....	36
Tableau 09 : Résultats moyens du taux de la déperdition %.....	36
Tableau 10 : Résultats moyens de la chlorophylle a.....	38
Tableau 11 : Résultats moyens de la teneur de la chlorophylle b.....	40
Tableau 12 : Résultats moyens de la teneur en chlorophylle totale.....	42.
Tableau 13 : Analyse des résultats d'évolution de la longueur de la racine en fonction des différentes concentrations saline adopté.....	44
Tableau 14 : Résultats moyens de la longueur racinaire cm.....	44
Tableau 16 : Analyse de la variance du rapport MSR/MSA en fonction des différentes Concentrations saline adopté	46
Tableau 17 : Résultats moyens de la MSR/MSA %.....	47

Liste des abréviations

ABA : Abscissic acide
N : Azote
C : Concentration
Na : Sodium
Ca : Calcium
Na Cl : Chlorure de sodium
CO₂ : Dioxyde de carbone
Nm : Nanomètre
°C : Degré Celsius
NO⁻³ : Nitrate
Chl a : Chlorophylle a
Ns : Non significative
Chl b : Chlorophylle b
NRA : nitrate réductase
Chl totale : Chlorophylle totale
N : Azote total du sol
Cm : Centimètre
Na : Sodium
Cm² : Centimètre carré.
NaCl : Chlorure de sodium
Cl⁻ : Chlorure
P : probabilité
F : Teste de ficher
DHAR : La deshydroascorbate réductase
PC : Phosphatidylcholine
ddl : degré de liberté
PE : Phosphatidylethanolamine
dS : Déci siemens
PS : Phosphatidylsérine
dSm : Densimètre
PG : phosphatidylglycérol
F.A.O : Food and Agriculture Organisation.
Pi : Poids initial
Fig : figure
Ps : Poids sec
H : heure
Ts : temps

g : gramm
% : Pourcentage.
k+ : potassium
P : Probabilité
Meq : Milliéquivalent
RWL : Taux de déperdition
Mg : milligramme
RWC : Teneur relative en eau
mg : milligramme
Sf : Surface foliaire
MI : millilitre
SO4- : Bicarbonate de soufre
mn : minute
t/ha : Temps/hectare
m : mètre
μM : Micromètre
mM : milli mol
μg : Microgramme
Mg⁺² : Magnésium

UV : rayonnement ultraviolet
MF : Matière fraîche
V : Volume
MSR : Matière sèche racinaire
T : Taux
MSA : Matière sèche aérienne

Introduction

INTRODUCTION

Les légumineuses alimentaires constituent une très grande importante source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales (**Duranti et Gius, 1997**). En outre, elles ont un usage médicinal non négligeable.

En plus de leur importance dans le régime alimentaire humaine et animale, elles ont un intérêt particulier dans le concept de l'agriculture durable. Leur introduction dans l'assolement instaure la rotation des cultures, la diversification des productions et la protection du sol contre l'érosion. L'introduction de ces espèces dans un système de culture est, impérativement, tributaire de l'amélioration de leurs performances agronomiques (**Ben Mbarek, 2011**).

Le haricot commun est une plante très peu tolérante à la salinité, il est considéré comme une légumineuse alimentaire fondamentale dans de nombreux pays d'Afrique centrale et orientale, Il s'agit, pour les familles de toutes ces régions, d'une source importante de protéines, de fer, de zinc, de fibres et de carbohydrates lents (**ECABREN, 2005**). Il représente une source d'alimentation pour plus de 100 millions d'africains et une source de revenus notables (**ECABREN, 2006**). La salinité affecte toutes les processus vitaux des plantes de l'haricot en changeant leur métabolisme ce qui traduit par une réduction de leur croissance et de leur productivité (**AJMAL ; KHAN et al., 2000**)

Les légumineuses, sous contrainte saline, développent des stratégies adaptatives principalement la biosynthèse et l'accumulation d'osmolytes organique qui participent à l'ajustement osmotique et à des remaniements protéiques nécessaires au maintien de l'intégrité cellulaire (**MOHAMMED KIANI, 2007**), ainsi le transport et à la compartimentation des ions pour éviter leurs effet toxique (**MEZNI, 1999**).

La salinité constitue une contrainte dans la région méditerranéenne, dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche des plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale, nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité (**Arbaoui et al, 2000**). D'après **DROUHIN (1961)**, l'Algérie est un pays de sels. Par ailleurs, **DAOUD et HALITIM (1994)** notent qu'en Algérie la

INTRODUCTION

salinisation secondaire suite à l'irrigation avec des eaux minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués notamment en milieu saharien

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

La salinité joue un rôle important dans l'existence et la distribution des plantes. A la différence des glycophytes, les halophytes se développent mieux sur un sol riche en sels (**NIU et al, 1995**). Ces plantes, tolèrent non seulement des hauts niveaux de salinité dominée par la richesse en sodium et en chlore, mais la présence de sels dans le milieu de culture est nécessaire pour leur croissance et leur développement (**FLOWERS et al, 1986 ; HASEGAWA et al, 2000**).

Dans les sols affectés par la salinité, certaines espèces végétales sensibles sont menacées de dépérissement permanent, d'autres par contre, manifestent des mécanismes d'adaptation à la salinité exprimés par des modifications dans l'activité physiologique et dans le métabolisme cellulaire (**Wang et al, 2003 ; Hare et al, 1997; Chamard, 1993 et Batanouny**)

Le présent travail est structuré en deux parties :

- La première partie présente une synthèse bibliographique, dont le premier chapitre présente des généralités sur la salinité.
- La deuxième partie regroupe deux chapitres, le premier présente le matériel et les méthodes D'étude, suivie d'un chapitre des résultats et discussion.

Enfin, une conclusion.

Chapitre I

Synthèses bibliographique

1. Le stress

1.1. Définition du 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 » d'origine anglaise, le mot « stress » 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 « des tensions faibles ou fortes, éprouvées depuis toujours et déclenchées par des événements futurs désagréables ou agréables ».

1.2. Stress biotiques

Les stress biotiques 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 réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles (**Shilpi & Narendra, 2005**).

1.3. Stress abiotiques

Parmi les conditions environnementales qui peuvent causer un stress abiotique, on distingue : les inondations, la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux, la présence d'un minéral inadéquat dans le sol, cas des métaux lourds, l'excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faible éclaircissement, les radiations UV, les composés phytotoxiques comme l'ozone qui est un haut réacteur oxydant, la pollution de l'air, les produits oxydés formés à partir des réactions de pesticides.

La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés, ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques.

1.3.1. Le stress hydrique

Le terme déficit hydrique ou stress hydrique se rapporte à l'état physiologique de la plante, lorsque les conditions d'eau sont défavorables à la croissance optimum (**BLUM., 1974**). D'après **KOSLOWSKI (1968)**, le déficit hydrique des plantes résulte d'une combinaison entre la plante, les facteurs du sol et l'atmosphère contrôlant le taux d'absorption de l'eau et les pertes d'eau par transpiration.

1.3.2. Le stress thermique

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. Elles peuvent être endommagées de différentes manières, soit par des températures basses ou élevées de jour ou de nuit, par l'air chaud ou froid ou par les températures élevées du sol. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (**OUKARROUM, 2007**)

1.3.3. Le stress salin

La concentration en sels dans l'environnement d'une plante varie énormément, elle peut être insuffisante ou excessive. Bien qu'elle constitue pratiquement un stress induit par de faibles concentrations salines, une carence en un ion se manifeste généralement sous la forme d'un problème nutritionnel. En fait, le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- . A la surface du globe, ils existent de vastes zones où une salinité élevée fait naturellement partie de l'environnement (**KABAR, 1986**).

2. La salinité

Plusieurs contraintes environnementales sont limitant pour la croissance et le développement des légumineuses. La salinité et la sécheresse sont considérés comme deux facteurs majeurs influant l'agriculture. Au Maghreb plus de 30% des eaux destinées à l'irrigation sont chargées en sels qui dans le temps conduisent à une accumulation des sels aussi bien dans la rhizosphère que dans les différentes parties de la plante. Au-delà de certains seuils de concentration, ces sels peuvent devenir toxiques et par conséquent entraîner des dégâts au niveau des ultra structures cellulaires de la plante contribuant ainsi à la réduction de sa croissance et de son rendement. Les seuils critiques de concentration en sels vont dépendre de la sensibilité des variétés cultivées à la salinité (**Rahmoune et al, 2008**).

2.1. Définition de salinité

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (**BAIZ, 2000 et MAATOUGUI, 2001**).

C'est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev et al., 2000 in Parida et Das, 2005).

La salinité se produit après l'évaporation de l'eau dans son état pur laissant derrière elle les sels et les autres substances (Carter, 1975). Elle se produit en raison de l'augmentation des Concentrations de ces sels comme le chlorure de sodium (Sun et al, 2007)

2.2. Principaux sels solubles

Nous distinguons trois grands groupes de sels solubles ; les chlorures, les carbonates et les sulfates (HULIN, 1983 in BOUTELLI, 2012 ; AUBERT, 1982)

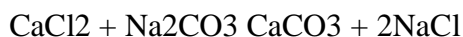
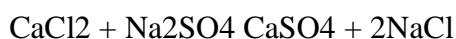
2.2.1. Chlorures

Le chlorure est un sel principal responsable de la formation des sols salés. Il a une solubilité très élevée et une forte toxicité pour les végétaux Parmi ces sels nous avons :

□ Chlorure de sodium (NaCl) : c'est le sel le plus répandu, très soluble et hautement toxique.

□ Chlorure de potassium (KCl) : c'est un sel voisin du NaCl : mais peu trouvé dans la nature.

□ Chlorure de calcium (CaCl₂) : c'est un sel relativement rare dans les sols, Car il réagit avec Na₂SO₄ ou Na₂CO₃ pour former du CaSO₄ ou CaCO₃



2.2.2. Sulfates

Les sels sulfatés se trouvent en quantités variables dans les sols, parmi ces sels nous avons :

□ Les sulfates de calcium (CaSO₄) : le gypse (CaSO₄ · 2H₂O) est la forme la plus répandue, de point de vue toxicité il est peu dangereux de fait de sa faible solubilité. Mais il peut freiner le développement du système racinaire dans le cas d'une forte accumulation dans le sol.

□ Le sulfate de magnésium ($MgSO_4$) : c'est un composant typique des sols salés, on le trouve souvent dans les eaux souterraines, sa solubilité est très élevée ce qui le rend un sel toxique

□ Le sulfate de sodium (Na_2SO_4) ; Composant typique des sols, sa solubilité de l'ordre de 300 g/l, fait de lui un sel hautement toxique.

□ Le sulfate de potassium (K_2SO_4) : il se trouve en faible quantité

2.2.3. Carbonates

D'après FAO et UNESCO, 1967 in **BOUTELL, (2012)**, les sels carbonatés sont très répandus dans les sols, parmi ces sels nous avons :

□ Le carbonate de magnésium : ($MgCO_3$) sa solubilité est plus élevée, il donne du Mg (HCO_3) en présence de H_2CO_3

□ Le carbonate de sodium : ($NaCO_3$) : C'est un sel très toxique par sa solubilité et son pouvoir alcalinisant.

□ Le carbonate de potassium : (K_2CO_3) : Il est extrêmement rare de la trouve en grande quantité, car il est pratiquement comparable à celui de $NaCO_3$

2.3. Répartition des sols salés

2.3.1 Dans le monde

Les estimations de la superficie totale représentée par les sols salés dans le monde sont très variables d'un auteur à l'autre : pour **Szablocs (1994)**, elle atteint 954832 millions d'hectare. Les sols salés ont un caractère azonal. Ils se rencontrent dans toutes les parties du monde (**servant, 1976 ; Durand, 1983**)

L'Afrique présente de vastes régions affectées par les sels (notamment les zones arides et à proximité **grands fleuves**) (**Cherbuy, 1991**).

2.3.2 En Algérie

Selon le **Houerou (1993)**, les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale). Ils sont localisés au Nord qu'au sud ils s'expriment mieux entre les isohyètes 450mm semble être la limite supérieure des sols fortement sodiques

(Djili,,2000). Selon **FAO (2005)**, On rencontre plusieurs types de sols salés en Algérie localisés surtout dans les étages bioclimatiques arides et semi- arides.

2.4. Les types de salinité

2.4.1. Salinité primaire

Elle résulte du processus d'altération des roches. La migration et le dépôt des sels dissous dans l'eau dépendent des caractéristiques du milieu naturel et des précipitations. Dans les régions arides et semi-arides, le lessivage et le transport en profondeur des sels dissous n'existent plus et l'évapotranspiration importante favorise la concentration des sels dans le sol (**Anonyme, 2006 ; Legoupil, 1974**). 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle. L'origine de cette Salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains, sous l'influence du climat, de l'altercation des roches et de la dynamique des eaux (**BABA SIDI –KACI, 2010**)

2.4.2. Salinité secondaire

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 et Le goupil, 1974**).

2.5. Effets de la salinité sur la plantes

La présence de sels solubles en forte concentration dans le sol, affecte les mécanismes physiologiques de la plante, et constitue un facteur limitant majeur de la production végétale. Ainsi, la tolérance des plantes cultivées demeure limitée, compte tenu de la complexité des mécanismes impliqués dans la tolérance des plantes au sel (**BISSATI, 2011**).

2.5.1. Sur la germination

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (**Maillard, 2001**). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in BOUCHOUKH, 2010**). La réaction des plantes à la salinité est très différente selon que l'on s'intéresse à la phase de la germination ou à celle du développement. La germination devient un facteur déterminant pour la réussite de la croissance des plantes dans les milieux salés .Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade

adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination (**BELKHODJA et BIDAI, 2004**), Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades (**BOUDA S et HADDIOUI ,2011**).

2.5.2. Sur la croissance et le développement

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes (**BOUAOUINA et al., 2000**). 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. Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (**CHARTZOULAKIS et KLAPAKI, 2000**). De même le sel diminue la croissance de l'appareil végétatif par la réduction du nombre des feuilles, réduit la surface foliaire (**BEN KHALED et al , 2007**).

La salinité diminue la croissance des glycophytes en modifiant l'équilibre hydrique et ionique des tissus, Au niveau des feuilles, ce phénomène est associé à une baisse de turgescence, suite à une diminution du gradient de potentiel hydrique entre la plante et le milieu. La compartimentation des ions entre les organes (racines/parties aériennes), les tissus (épiderme/mésophile), ou encore entre les compartiments cellulaires (vacuole/cytoplasme) est l'un des mécanismes d'adaptation à la contrainte saline (**OUERGHI et al., 2000**).

La salinité accrue est accompagnée par une réduction dans la biomasse racinaire, la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire (**MOHAMMAD et al., 1998**). Les effets de la salinité sur la croissance des plantes varient en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif (**LEVIGNERON et al., 1995**).

2.5.3. Sur la biochimie de la plante

La salinité réduit la vitesse de la photosynthèse suite à une diminution de la conduction stomatique de CO₂ (**SANTIAGO et al, 2000**). La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs comme la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO₂, la toxicité du sel, la réduction de l'approvisionnement en CO₂ à cause de la fermeture des stomates, la sénescence accrue induite par la salinité et le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique (**IYENGAR et REDDY, 1996 in: PARIDA et DAS, 2005**).

Chez diverses espèces plus ou moins résistantes, un taux élevé des sucres totaux résultant du blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une grande hydrolyse de l'amidon

(ASLOUM, 1990).

2.5.4. Effets sur la nutrition minérale des végétaux

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les plantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'exces de certains ions. Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes (LEVIGNERON *et al*, 1995 in HAOUALA *et al*, 2004). L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+} . Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. L'interaction entre les ions Na^+ et Ca^{2+} (JENDOUBI, 1997).

2.6. Tolérance des plantes à la salinité

Deux grandes stratégies de résistance au sel étaient connues chez les plantes : limiter l'entrée de sodium au niveau des racines ou séquestrer le sodium au niveau des feuilles. Un nouveau mécanisme de tolérance au sel : la plante protège ses feuilles, donc sa capacité de photosynthèse, en réexportant le sodium des feuilles vers les racines par le flux de sève descendant, de façon à rendre possible une ré-excrétion dans le sol. Les chercheurs ont identifié le gène qui permet ce transport de sodium des feuilles vers les racines chez l'espèce modèle *Arabidopsis thaliana*. La modification de ce gène affecte fortement la résistance de la plante au sel. Il est donc raisonnable de penser que l'on pourra renforcer cette résistance en augmentant l'expression de ce gène. (Berthomieu *et al*, 2003) A l'échelle de la plante entière, les ions chlorure et sodium entrent par les racines, sont véhiculés par la sève xylémique jusqu'aux tiges et feuilles. Là, ils sont stockés (plantes inclusives), soit au contraire très peu retenus et mobilisés par la sève polémique jusqu'aux racines (plantes exclusives) (Denden *et al*, 2005).

La tolérance de la salinité est l'habilité des plantes à croître et compléter leur cycle de vie sur un substrat contenant une forte concentration en sels solubles. Les plantes qui peuvent survivre en milieux concentrés en sels dans la rhizosphère et croître normalement sont appelées halophytes. Dépendant de leur forte capacité à tolérer les sels, les halophytes sont caractérisées par une faible diversité morphologique et taxonomique avec une vitesse de croissance relative qui augmente même en conditions d'irrigation avec une eau de mer diluée à 50%. Certaines

espèces halophytes se trouvent dans des habitats de salinité moindre tout au long des frontières entre les montagnes salines et non salines et sont caractérisées par une plus grande diversité physiologique qui leur permet de faire face à des conditions plus ou moins salines.

Les plantes Glycophytes développent un nombre important de mécanismes biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin. Les stratégies biochimiques comprennent l'accumulation sélective ou l'exclusion des ions, le contrôle de l'absorption racinaire des ions et leur transport dans les feuilles, la compartimentation des ions au niveau cellulaire et au niveau de toute la plante, la synthèse de solutés compatibles, le changement dans le chemin de la photosynthèse, l'altération de la structure membranaire, l'induction des enzymes anti oxydatives et l'induction des hormones végétale.

2.7. Comportement du la plante en milieu salin

L'eau est une source indispensable pour les végétaux. Sa présence est une condition incontournable pour que toute la plante puisse se développer et assurer ses fonctions physiologiques vitales. (Calu, 2006). Cependant, cette ressource n'est pas toujours facile d'accès dans le sol, suivant le milieu naturel. Ainsi les plantes présentes sur des surfaces sèches ou salées vont se retrouver exposées à un stress hydrique important, contre lequel elles devront lutter pour survivre. Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal: d'un coté la présence du sel, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante. De l'autre, l'absorption du sel dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules.

Suivant la production de biomasse des végétaux en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées.

Les halophytes vraies

Dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sels.
Ces plantes présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par ces conditions: *Salicornia europaea*, *Suaeda maritima*...

Les halophytes facultatives

Montrant une légère augmentation de la biomasse à des teneurs faibles en sels: *Plantago maritima*, *Aster tripolium*... (Calu, 2006)

Les non-halophytes résistantes

Supportant de faible concentration de sel: *Hordeum sp*(Calu, 2006)

Les glycophytes

Sensibles à la présence de sel: *Phaseolus vulgaris*, *glycine max...*

La réduction dans le taux de la chlorophylle observé avec l'intensité du stress salin pourrait être attribuée aux conditions dans lesquelles se trouvent les stomates car durant le stress salin, la concentration du CO₂ diminue dans le chloroplaste à cause de la réduction dans la conductance stomatique. (Gama et al., 2007). On peut distinguer deux comportements des plantes vis-à-vis du sel : les incluser et les excluser.

2.7.1. Excluser

Les plantes excluser sont généralement sensibles à la salinité et sont incapable de contrôler le niveau de Na⁺ cytoplasmique. Cet ion est transporté dans le xylème, véhiculé vers les feuilles par le courant de transpiration puis en partie ré-circule par le phloème pour être ramené vers les racines ces espèces sensible contiennent donc Na⁺ dans les feuilles et un excès dans les racines (JABNOUNE, 2008).

2.7.2. Incluser

Les plantes résistantes au NaCl, accumulant le Na⁺ dans les feuilles ou est séquestré soit dans la vacuole de l'épiderme foliaire ou les limbes âgés (JABNOUNE, 2008). Le sel est stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermées au sein de la cellule, le sel est aussi isolé dans des constituants cellulaires vitaux (BERTHMIEU et al. 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (ALEM et AMRI, 2005).

2.8. Mécanismes d'adaptations à la salinité

2.8.1. Caractéristiques morphologiques et anatomiques

On peut résumer ces caractéristiques par ces points :

- Une cuticule épaisse
- Des stomates rares (HELLER et al, 1998) ;
- Des cellules à grandes vacuoles pour favoriser le stockage de NaCl (LUTTGE al, 2002).

-Une succulence des feuilles, qui deviennent épaisses ou cylindriques ou de leurs tiges dans le cas de l'espèce aphyllé (*Salicornia*) (LEMEE, 1978).

2.8.2. Caractéristiques physiologiques

Pour qu'elles puissent absorber l'eau et continuer leurs fonctionnements vitaux, les

Halophytes adoptent trois mécanismes essentiels :

2.8.2.1. Répartition et accumulation des ions dans la plante

Une forte capacité d'absorption et une accumulation préférentielle de Cl^- et Na^+ dans les parties aériens surtout les feuilles chez les halophytes. Ainsi, plus de 90% de Na^+ sont accumulés au niveau de la partie aérienne (80% dans les feuilles) (ASLOUM, 1990), qui a pour but d'élever le potentiel osmotique qui peut dépasser 50 atm. Celui-ci contribue à maintenir le potentiel hydrique de la plante inférieur à celui de la solution du sol (LEMEE, 1978).

2.8.2.2. Compartimentation vacuolaire

La compartimentation est la stratégie la plus efficace pour éviter la toxicité de Na^+ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme (JEBNOUNE, 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. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Les vacuoles étant des compartiments fermés au sein de la cellule; le sel est ainsi isolé dans des constituants cellulaires vitaux (SENTENAC et BERTHOMIEU, 2003 in BOUCHOUKH, 2010).

3. Les légumineuses

Les légumineuses comptent environ 700 genres et 17 000 espèces dans le monde: ce sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. Leurs feuilles sont alternées composées, pennées ou palmées, et en générale pourvu de stipules. Formées d'un calice gamosépale souvent bilabié et d'une corolle dite papilionacée parce que sa forme rappelle celle d'un papillon, leurs fleurs, hermaphrodites, sont surtout zygomorphes et en général pentamères. La corolle, qui du reste ne présente pas ce type de structure dans l'ensemble de la famille, est formée d'un grand pétale supérieure, l'étendard, de deux pétales latéraux parallèles, les ailes, et

de deux pétales inférieurs, recourbés vers le bas, libres ou réunis par le bord inférieur de manière à former la carène qui renferme les étamines et le pistil. Les étamines sont au nombre de 10. Le fruit, issu d'un seul carpelle, est un fruit sec typique (BAHOUH, 1994).

3.1. Origine de l'haricot

Le haricot commun, *Phaseolus vulgaris* L., a été domestiqué en Amérique centrale et en Amérique du Sud il y a plus de 9700 ans. Des graines sèches furent introduites et semées au XVI^e siècle en Europe puis, sa culture s'est rapidement diffusée dans les zones méditerranéennes et subtropicales (PERON, 2006).

3.2. Caractéristiques botaniques de l'espèce

Le haricot *Phaseolus vulgaris* L. est une plante annuelle appartenant à l'ordre des Fabales et à la famille des Fabacées dont les feuilles sont trifoliées.

Le système racinaire est constitué d'une racine principale et de nombreuses racines latérales qui se tiennent horizontales sur 10 cm de long. L'état structural du sol influence la profondeur d'enracinement de la plante (de 30 cm en conditions défavorables à 1 m dans d'excellentes conditions) et aussi son alimentation hydrique, déterminante pour la croissance de la plante. Une bonne implantation racinaire permet d'éviter des problèmes de flétrissement de la plante en cas de fortes chaleurs. Sur celles-ci se développent des nodosités formées par des bactéries du genre *Rhizobium*. Ces bactéries fixent l'azote de l'air en puisant l'énergie nécessaire dans les sucres que la plante leur fournit. Cet azote est restitué à la plante sous forme de composés azotés assimilables. (Renard et al., 2007)

3.3. Classification systématique

- Règne : plantae
- Super division : Spermatophyta
- Division : Magnoliophyta
- Classe : Magnoliopsida
- Sous classe : Rosidae
- Orde : Fabales
- Famille : Fabaceae
- Genre : Phaseolus
- Espèce : *Phaseolus Vulgaris* L



Figure 01 : L'espèce *Phaseolus Vulgaris* L.

3.4. Cycle de développement de l'haricot

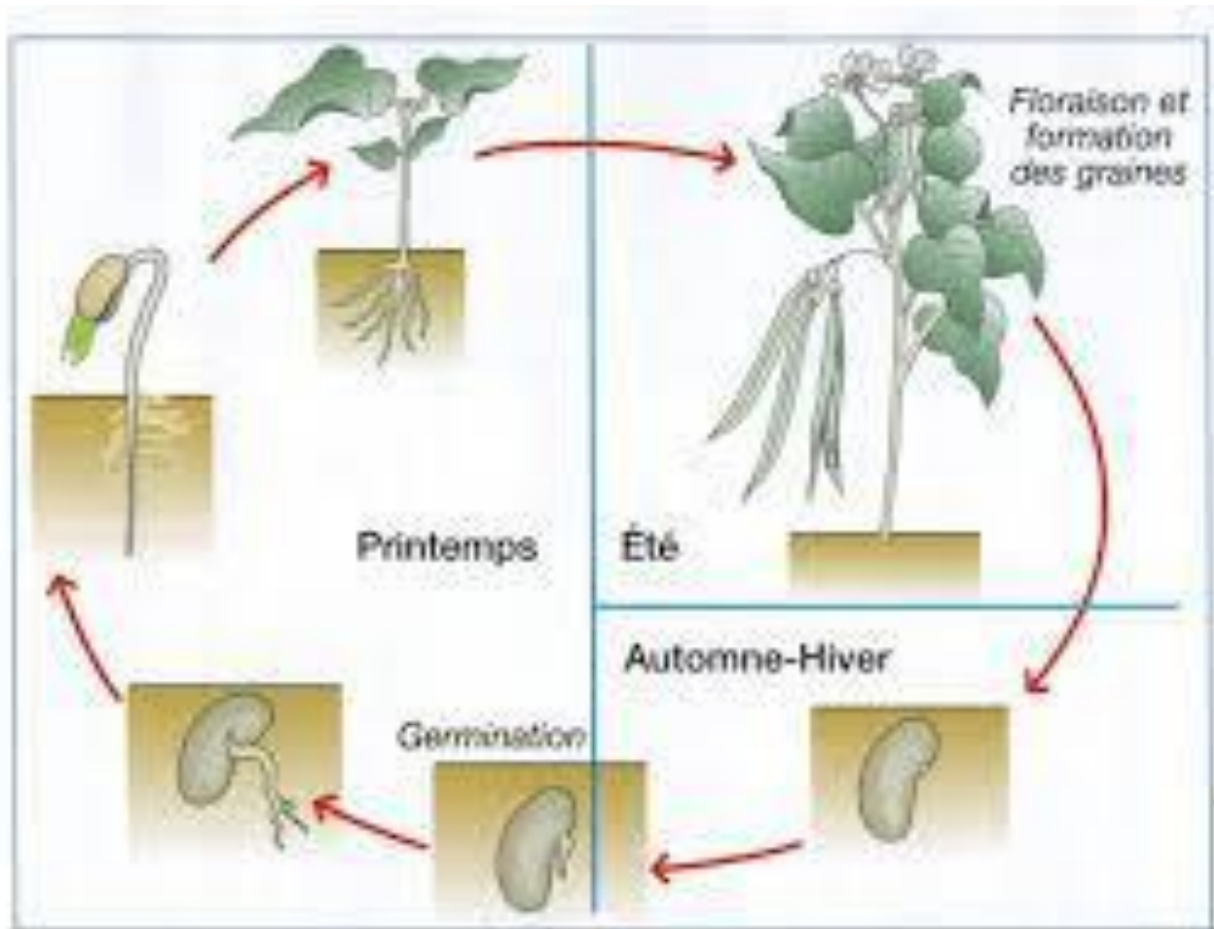


Figure2: le cycle de développement d'une graine de haricot ...(2)

3.4.1. Phase de germination

Les graines lèvent en 4 à 8 jours suivant la température. Elles doivent toutes être sorties de terre au bout de 8 jours, les cotylédons sortis du sol, se sont ouverts et la première paire de feuilles apparaît (HUBERT, 1978).



Figure 3 : stade germination ...(1)

3.4.2. Phase de croissance

Trois à quatre jours après la levée, les cotylédons commencent à se faner (**PITRAT et FOURY, 2003**), cinq à six jours après la levée apparaît la première feuille trifoliolée, cinq à six jours après l'apparition de la première feuille trifoliolée apparaît la deuxième, Au bout d'un mois, le pied de haricot possède une dizaine de feuilles trifoliolées et il a atteint sa hauteur définitive de 30 à 40 cm pour les variétés naines (**DUPONT et GUIGNARD, 1989**).



Figure 4: stade croissance ...(1)

3.4.3. Phase de floraison

Elle débute 3 semaines à 1 mois environ après le semis. Elle dure 1mois à 1 mois et demi suivant les conditions climatiques. La jeune gousse met une douzaine de jours environ pour atteindre sa taille définitive (**LECOMTE, 1997**)



Figure 5: stade floraison...(1)

3.4.4. Phase de maturation

Une fois la taille définitive atteinte, les graines se forment en 15-20 jours. Il faut attendre encore 20 à 30 jours pour que les gousses s'ouvrent d'elles-mêmes, les graines étant mûres. Le cycle végétatif complet du haricot varie entre 75 et 130 jours (LECOMTE,1997).



Figure 6 : stade de maturation ...(1)

3.5. Climat, eau, sol

Le haricot est une plante exigeante sur le plan des températures : il craint les gelées et nécessite des températures supérieures à 10 – 12 °C pour se développer. La période de culture du haricot est donc exclusivement estivale. L'eau joue un rôle important pour l'élaboration du rendement et la qualité de la récolte (apparition d'un fil au niveau de la nervure de la gousse si manque d'eau en fin de cycle). La plante n'a pas d'exigences particulières concernant le type de sol mais est sensible aux pH bas (optimum entre 6.1 et 7.4). Un sol bien aéré favorise le développement des nodosités. (Renard et *al.*, 2007) Le haricot est sensible à la carence en molybdène, en zinc et en manganèse en sol calcaire. Il est également sensible à l'excès de bore et est très peu tolérant à la salinité.

3.6. Sensibilité de l'haricot

La salinité réduit la croissance des plantes de *Phaseolus vulgaris* de 25 %. La concentration de sel de 100 mM affecte négativement l'activité nitrogénase, ainsi que l'activité de la glutamine synthétase et le glutamate synthase. D'autre part, la réduction en N total des plantes n'est pas significative. L'inhibition des enzymes du catabolisme des purines implique la

diminution du contenu nodulaire des uréides et l'augmentation des acides aminés. (**Khadri et al., 2001**) Environ 20 à 30% des régions productives de haricot dans le Moyen-Orient sont affectés par salinité de sol (**Bayuelo-Jiménes et al., 2002b in Gama et al., 2007**). Sous de telles situations, on s'attend à un faible rendement car l'haricot commun est extrêmement sensible à la salinité et enregistre des pertes de rendement dans des sols de moins de 2 dSm-1 de salinité (**Läuchli, 1984 in Gama et al., 2007**)

Cependant, l'haricot et d'autres légumineuses sont considérés comme des cultures appropriées pour le perfectionnement de la bioproduktivité et la récupération des terres marginales, parce qu'elles ne sont pas seulement source de fourrage, les fruits et les graines riches en protéines, mais également connu pour l'enrichissement du sol en azote par l'association symbiotique avec rhizobium (**Alexandre, 1984 in Gama et al., 2007**). Donc, ils contribuent beaucoup à l'amélioration de la fertilité du sol dans les zones tropicales et subtropicales où la plupart des sols sont déjà salins (**Bayuelo-Jiménes et al., 2002a in Gama et al., 2007**)

La salinité a exercé des effets nuisibles non seulement sur la biomasse, mais également sur d'autres paramètres morphologiques tels que l'hauteur de la plante, le nombre de feuilles, la longueur des racines (**Gama et al., 2007**). Chez l'haricot, les quatre phospholipides majeurs, appelés : phosphatidylcholine (PC), phosphatidylethanolamine (PE), phosphatidylsérine (PS) et phosphatidylglycérol (PG), ont été analysés. Le contenu de ses phospholipides diminue ou ne change pas comme conséquence sous l'effets du stress salin mais le taux des PC et PE dépend de la concentration du calcium présent dans le milieu (**Cachorro et al., 1993**)

Dans une étude effectuée sur plusieurs espèces sur le genre *Phaseolus*, la salinité a un effet significatif sur la concentration des tissus en Na⁺, K⁺, Ca²⁺ et Cl⁻ et sur leur vitesse d'absorption, en plus de l'effet toxique des concentrations élevée en Na⁺ et Cl⁻ dans le tissus végétaux, les changements qui se passent dans les conditions de salinité de l'absorption de nutriments semblent contribuer dans la réduction de la croissance. (**Bayuelo-Jiménes et al., 2003**) L'addition de 1µM d'ABA à la solution nutritive avant l'exposition au stress salin réduit l'effet négatif du sel. Il se pourrait que l'application de ABA améliore la réponse de *Phaseolus vulgaris* sous les conditions du stress salin comme le processus de la fixation de l'azote et les enzymes de l'assimilation de l'ammonium et le catabolisme de la purine (**Khadri et al., 2006**).

On a montré que sur des feuilles de *Phaseolus vulgaris* L. que la salinité (100 mM NaCl) du milieu réduit la capacité photosynthétique indépendamment de la fermeture des stomates. En effet, il apparaît que la salinité entraîne une réduction du pool de ribulose-1,5- bio phosphate (RuBP) en influençant sa capacité de régénération. La salinité induit également une diminution de l'activité RuBP carboxylase, lorsque le RuBP est limitant, par un mécanisme inconnu, ne faisant intervenir ni l'inactivation de l'enzyme ni la synthèse d'un inhibiteur. **(Seemann et Sharkey,1986)** L'haricot est une plante sensible, mais pour cette espèce comme pour beaucoup d'autre, l'approvisionnement en calcium additionnel est crucial pour la tolérance à la salinité. **(Lahaye and Epstein, 1971in Munns et al., 2002).**

La salinité abaisse le potentiel hydrique des racines, et ceci cause rapidement des réductions de taux de croissance, avec une suite des changements métaboliques identiques à ceux provoqués par le stress hydrique **(Munns et al., 2002)**

Chapitre II

Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'expérimentation

Cet essai a été réalisé sur quatre variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris*) soumises à quatre concentrations différentes de chlorure de sodium (Na Cl) : [50], [100], [150], [200], et un traitement n'ayant pas reçu de Na Cl constitue le témoin.

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du stress salin sur la morphologie des quatre variétés du haricot, en vue d'identifier leur niveau de résistance à la salinité.

2. Matériel utilisés

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est composé de quatre génotypes des d'origines et de comportements différents (tableau. 01).

2.2. Conditions de réalisation de l'essai

2.2.1. Site expérimental :

Le travail a été réalisé sur un site expérimental qui se trouve au niveau de la serre d'une ferme expérimental du département de Biologie de l'université de Khemis Miliana la ville de, cette serre est caractérisée par sa température contenue entre 15 et 20°C.

2.2.2. Protocole de germination des graines du haricot

Dans le but de déterminer les effets de Na Cl sur la germination des graines du L'haricot , un essai de germination a été effectué sous différentes concentrations de chlorure de sodium. Les graines sont désinfectées et stérilisées dans une solution à 5 % d'hypochlorite de sodium pendant 5 minutes et ensuite rincées trois fois à l'eau distillée stérile dans le but de supprimer toutes traces de sodium. Les graines sont séchées sur papier filtre stérile avant d'être déposées dans des boîtes de Pétri de 10 cm de diamètre contenant deux couches de papier filtre stérile. Dans chaque boîte de Pétri nous avons versés 5ml d'eau distillée stérile pour les graines témoins et le même volume pour les différentes concentrations salines : 50 meq, 100 meq ,150 meq et 200meq de Na Cl Les boîtes de Pétri, contenant chacune 10 graines de haricot, sont déposées dans une étuve assurant une stabilité thermique de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$ et une humidité relative d'environ 80%

Tableau 01 : Les principales caractéristiques du matériel végétal utilisé

Génotype	La couleur	L'origine	photo
Djadida	Marron sombre	Algérie	
RIL83	Marron clair	Montpellier (France)	
RIL104	Marron foncé	Montpellier (France)	
RIL29	Marron clair	Montpellier (France)	

2.2.3. Substrats

Le substrat de notre essai se compose d'un mélange de sable et terreau. Le sable utilisé est de taille fine, il a été prélevé en bordure de mer dans la région Tipaza. Le sable a été soumis à un lavage à l'eau de robinet puis abondamment à rincé l'eau distillée en vue d'éliminer les chlorures et les carbonates ensuite séché à la température ambiante dans la serre.



Figure07 : La serre expérimentale au niveau de la faculté des sciences de l'Université de Djillali Bounaama de Khemis Miliana



Figure08 : Le dispositif expérimental



Figure09 : Terreau commercial de Type (florava) utilisé dans le substrat.

2.2.4. Repiquage des graines germées

Des pots en plastiques d'une capacité de 3Kg, d'un diamètre de 20cm et d'une hauteur de 30cm .dont le fond est tapissé avec du gravier afin d'assurer le drainage, ils sont remplis d'un substrat composé d'un mélange sable-terreau.

Cette valeur de poids est retenue pour déterminer la capacité de rétention du substrat : cette caractéristique hydrique est nécessaire car elle permet le calcul des quantités de solution nutritive à apporter lors des arrosages, et est fonctions de la nature du substrat, de son poids dans les pots et de l'âge de la plante (BELKHODIA, 1996)

Après 72 heures, les graines germées (apparition de la racine des toutes les variétés), sont mises en pots à raison de 3 graines par pot à une profondeur convenable (0,5 à 1 cm) puis arrosées avec l'eau de robinet pour permettre un bon contacte sol-graine

2.2.5. Préparation de la solution saline

Les plantes sont soumises aux différents traitements de Na Cl répartie en cinq traitements.

Tableau 02 : les milieux de germination avec les différentes concentrations salines

Solution	Concentrations (meq)	Na Cl (g/l)
1	0meq	0
2	50meq	2.92
3	100meq	4.38
4	150meq	7.3
5	200meq	8.76

Le chlorure de sodium

C'est un sel soluble dans l'eau et totalement dissociant en (Na⁺ Cl⁻) il augmente la vitesse de l'absorption de l'eau dans les cellules dans les concentrations normales mais il devient toxique dans les concentrations plus élevés.

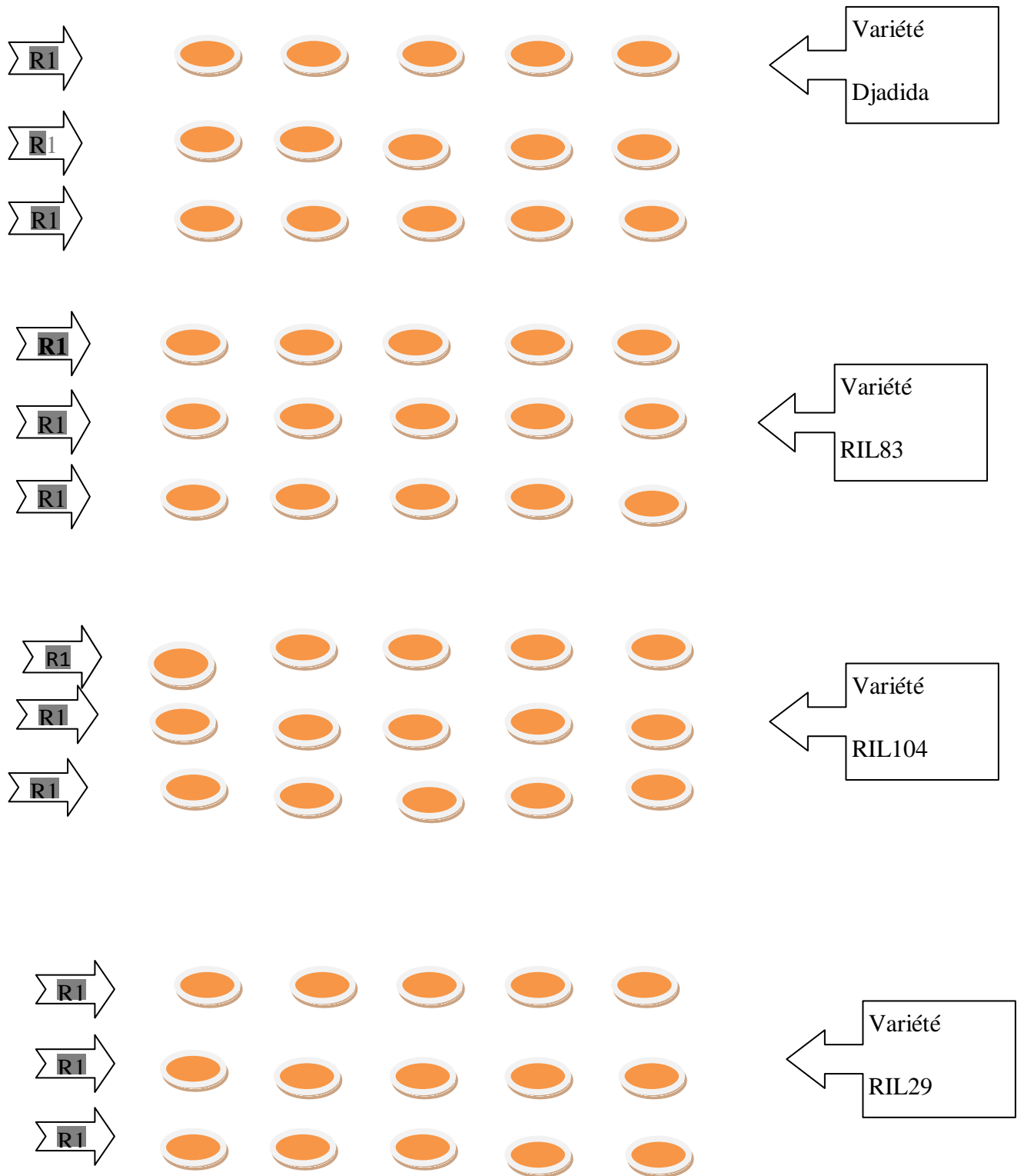


Figure10 : Schéma représentatif du dispositif expérimental pour l’haricot.

3. Les paramètres physiologiques

3.1. Evolution du poids des graines germés

En calcule le poids des graines d'haricot avant et après la germination et déterminée le rapport entre eux.

3.2. La teneur relative en eau (RWC)

Est déterminée selon la méthode de (**BARRS et WEATHERLEY .1968 ; SCIPPA al 2004**) le limbe foliaire coupé a sa base, est immédiatement pesé pour déterminer le poids frais (pf) ; les feuilles sont ensuite placées dans un tube à essai contenant de l'eau distillée. puis maintenu à l'obscurité à 4° C pendant 12 heures. ces feuilles sont récupérées et essuyées délicatement avec un papier buvard et passées à nouveau déterminé le poids en pleine turgescence (ppt) .le poids sec (PS) est déterminé après passage des feuilles dans une étuve pendant 48 heures à 80°C

La teneur relative en eau (RWC) est calculée par formule suivante proposée par (**BARRS et WEATHERLEY .1962**) adoptée plus tard par (SCIPPA et al 2004)

$$\text{RWC (\%)} = x = \frac{\text{pf} - \text{ps}}{\text{ppt}}$$

3.3 Le taux de déperdition

Selon **CLARK et al.1989**, la perte d'eau par la feuille excisée est déterminée comme suit :

Le limbe de la feuille est prélevée à sa base et est mis dans un tube à essai remplie d'eau distillée, mis à l'obscurité à une température de 4°C pendant 48 heures, puis il est essuyé avec papier buvard et pesé ce qui constitue le poids initial (Pi). Ensuite, elles sont mises dans un dispositif et placées sur la paille du laboratoire. Des pesées des feuilles sont effectuées finalement 60mn (pt) .Finalement la surface foliaire est déterminée.

Le taux de déperdition est calculé selon la formule suivante :

$$\text{RWL (mg H}_2\text{O. cm}^{-2}\text{min}^{-1}) = (\text{pi} - \text{pt}) / \text{temp} * \text{sf}$$

3.4. Teneur en chlorophylle

L'extraction de la chlorophylle est réalisée dans le mélange de l'acétone et de l'éthanol (75% et 25%) de volume et de 80% et 20% de concentration. En effet, 100 mg de matière végétale coupée en petits morceaux (les feuilles sont mises dans des boîtes noires pour éviter l'oxydation de la chlorophylle par la lumière) est ajouté 10 ml d'un mélange d'acétone et d'éthanol de volumes respectifs 75 et 25 % moyennant deux concentrations de 80 et 20%. Après 10 min de centrifugation à 5000 tours.mn-1 à 4°C, on procède à la lecture des densités optiques des solutions avec un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes (645 et 663 nm). Les concentrations en chlorophylles totales (Chlorophylles a et b), exprimées en mg. g-1 de matière fraîche MF sont données selon les formules:

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

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

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

V : volume solution extraite

W : le poids de matière fraîche de l'échantillon

4. Etude des paramètres morphologiques

4.1. La partie aérienne

Cette partie a été récupérée par section des plantes au niveau du collet, elle été déterminée par passage à l'étuve à 80°C pendant 48 heures.

4.2. La partie souterraine

A la fine de l'expérimentation, les Pots sont vidés de leur continue par jet d'eau. Les racines sont lavées délicatement et récupérées pour subir une série de mesures.

*La longueur de l'axe principale est déterminée à l'aide d'une mètre ruban.

*Le volume à différentes profondeurs (0-30cm.et plus de 30cm) est mesuré par immersion dans une burette graduée. Remplie d'eau (technique de **MUSIRK et al . ; 1965**)

*La matière sèche de la partie souterraine est obtenue par étuvage à une température de 80°C pendant 48 heures.

Après l'étuvage des deux parties aérienne et souterraine, on évalue le ratio poids sec racinaire sur le poids sec aérien MSR/MSA.

4.3 La longueur racinaire

En calcule la longueur racinaire à partir de début de tige jusqu'a la fin des racine sous la terre en cm.

5- Analyses statistiques:

Tous les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de variance (ANOVA) au seuil de 5% réalisée sur le logiciel Statistica version "8 " et le logiciel SigmatPlot « 12.0 » pour simplifier la réalisation des histogrammes. Le logiciel EXCEL a été utilisé en vue de calcul de la moyenne et de l'écart-type pour l'établissement des graphes.

Chapitre III Résultats et Discussions

1. Résultat obtenue

1.1. Paramètres physiologiques

1.1.1. Evolution du poids des graines germés en fonction des différents milieux salines

La lecture du tableau d'études statistique des résultats obtenus (Tab 03), montre que les paramètres retenus varient significativement en fonction du temps de l'évolution poids des graines ($p < 0.01$) et le régime salines adopté influe également et de manière importante sur l'expression et les variations des niveaux d'absorption au cours du temps de la germination ($p < 0.001$). Ceci indique que les génotypes testés expriment des réponses différentes en réaction aux variations des niveaux des potentiels osmotiques adoptés. L'interaction de ces facteurs est également, d'une faible sur cette son expression ($p > 0.05$).

Tableau 03 : Analyse des résultats d'évolution du poids des graines germés en fonction des différents milieux saline

	F	P
Génotypes	9,385	0,000000
Temps	7,605	0,000000
Génotypes*Temps	1,065	0,350935

L'observation des résultats, démontrent que, la prise d'eau par les grains en germination est importante au cours de la première phase du processus, chez l'ensemble des génotypes expérimentés et dans les quatre traitements retenus. L'intensité de prise d'eau pendant cette période se limite entre 6 et 30h.

Le taux d'absorption d'eau le plus élevé observé chez les graines soumis au niveau du lot témoin par rapport à la concentration saline appliqués dès le début de germination jusqu'à 72h, en enregistrant une moyenne d'imbibition évaluée à (59,28%).

Les réductions du taux d'imbibition, après les 72h, pour les différents traitements par rapport au lot témoin sont estimées à (17.04%), (19.32%), (25.31%) et (23.63%) respectivement dans les lots 50meq, 100meq, 150meq et 200meq. Au niveau de même traitement et après les 72h

A l'échelle du lot de concentration 50meq, le génotype RIL83 a enregistré le taux d'imbibition le plus élevé parmi la collection teste avec une valeur estimée à (57.41%) en évaluant une diminution de l'ordre de (1.53 %) par rapport au témoin. La variété RIL29 a indiqué le taux le plus faible (48.40%) dans le même niveau 50meq, avec un taux de régression estimé à (28.17%) comparativement à son témoin. Les graines imbibé par la solution de 100meq, l'intervalle des valeurs est délimité par 63% donnée par Djadida . Dans la même situation 100meq, le taux de réduction le plus élevé est enregistré par le génotype RIL29 (30.57%), donc il s'avère comme le plus sensible .Tandis que Djadida avec (3.46 %) diminutions révèle comme le plus résistant à ce niveau du stress 100meq.

Au niveau de lot avec une concentration saline de 150meq, c'est le génotype RIL104 qui inscrit le taux d'imbibition le plus élevée par rapport à l'autre génotype avec une valeur évalué à (62.80%) en évaluant une diminution de l'ordre de (30.39%) par rapport à témoins, le génotype RIL29 a inscrit la valeur la plus faible avec44.45%. Dans le même niveau (150meq), le génotype RIL29 marqué un taux de régression estimé a (43.38%).

En conditions du stress salin le plus élevé (200meq), les graines du génotype RIL104 ont absorbé de l'eau après 72h d'une façon plus évoluée par rapport aux autres génotypes expérimentés, avec un taux d'imbibition estimé à (63.93%), la réduction atteint à ce niveau (28.59%) par rapport à son témoin. Alors que, le taux d'imbibition le plus faible a été enregistré par le génotype RIL83 (55.99%) qui ayant enregistré une réduction de son imbibition estimée à (29.88%).

Tableau 04 : Résultat moyenne de taux de réduction de quatre génotypes.

génotypes	50meq	100meq	150meq	200meq
DJADIDA	10,592938	3,4643571	12,6984127	7,82608696
RIL104	27,8840897	30,3991252	26,3531985	28,5948606
RIL83	1,534091	12,8409091	18,8068182	29,8863636
RIL 29	28,1776417	30,5768249	43,3894844	28,2286881
Moyenne	17,0471901	19,3203041	25,3119784	23,6339998

Tableau 05 : Résultat moyenne d'évolution du poids des graines germés en fonction des différents milieux salines

Génotype	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
Djadida	54,2971352	49,7764531	63,0089717	59,7628458	58,9193825
RIL83	57,3863636	57,4148875	60,8865711	59,9020294	55,9967585
RIL104	62,9305631	49,5072024	58,5231736	62,8062361	63,9356815
RIL29	62,531904	48,4008529	53,3823529	44,4544635	57,6102418
Moyenne	59,2864915	51,274849	58,9502673	56,7313937	59,1155161

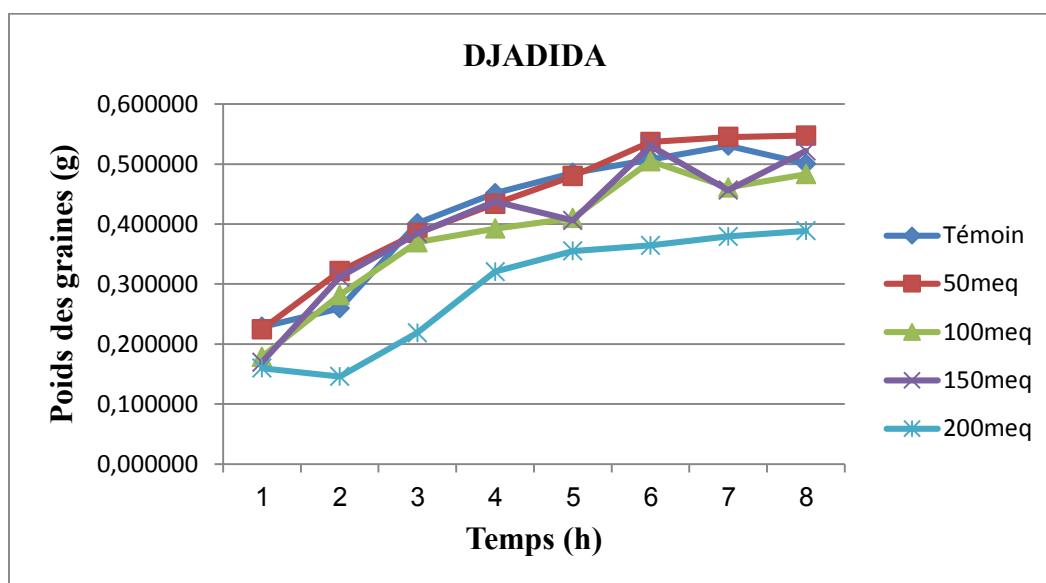


Figure 11 : L'évaluation des poids des graines de DJADIDA en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps

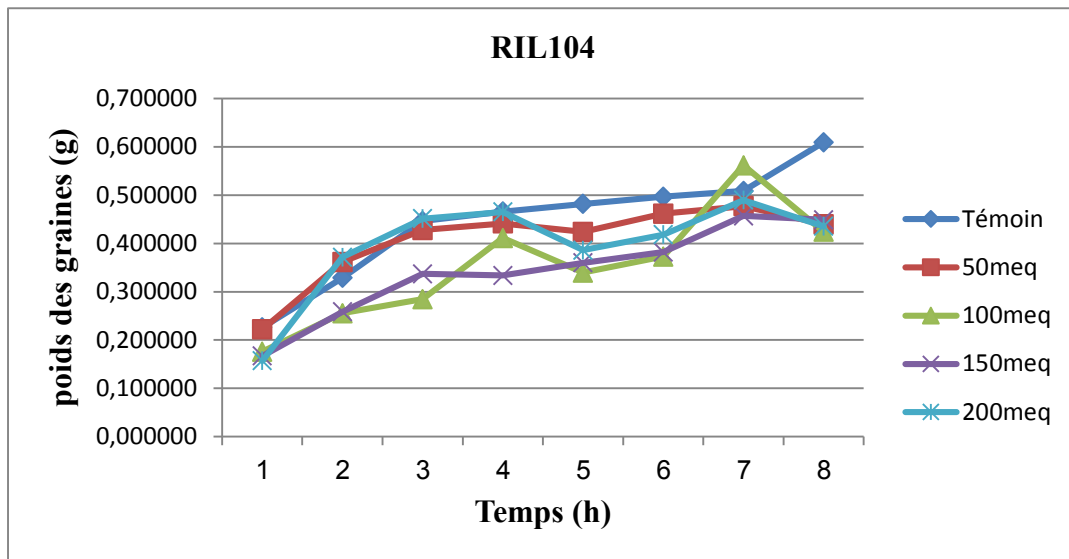


Figure12 : L'évaluation des poids des graines de Ril104 en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps

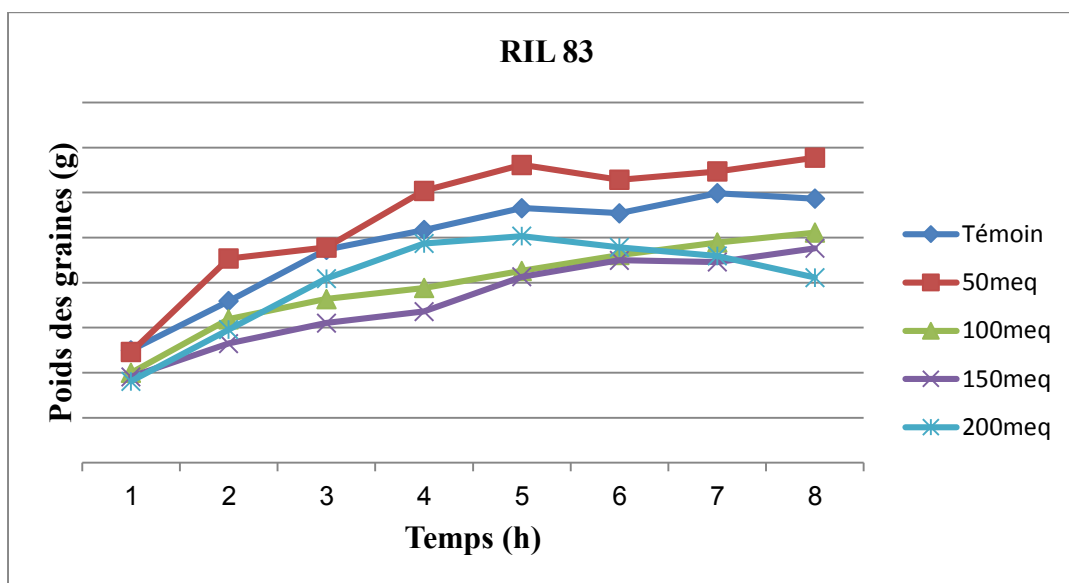


Figure13: L'évaluation des poids des graines de RIL 83 en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps

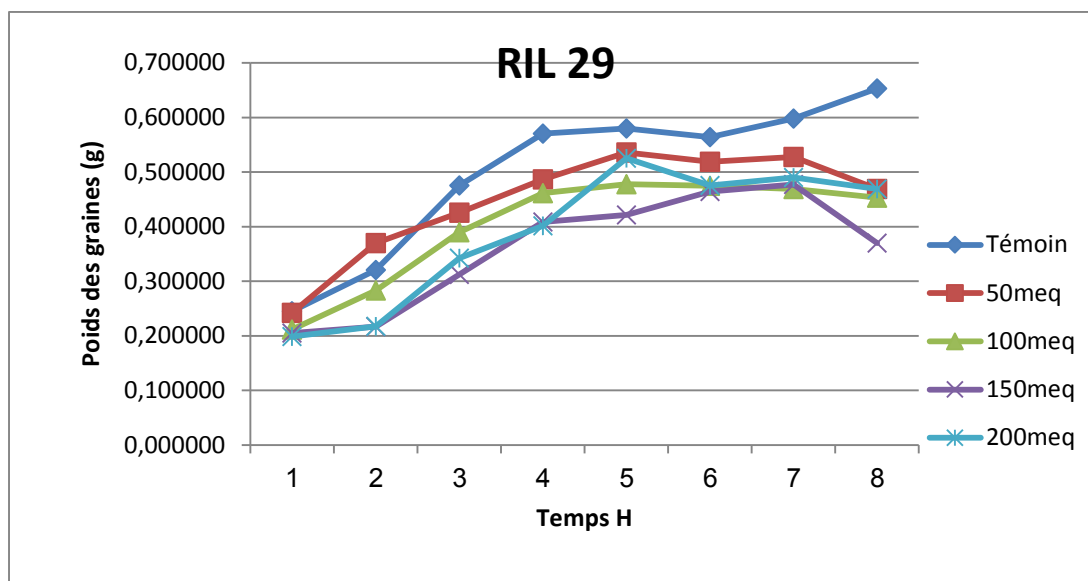


Figure14: l'évaluation des poids des graines de RIL29 en fonction des différentes Concentration salines au cours du temps

1.1.2. Teneur Relative en Eau (Relative Water Content)

L'analyse de variance obtenus de notre expérimentation (Tab06), indique que, le régime salin imposé permet des vacillations importantes du statut salin de la plante ($p=0.000$), Ceci montre que les fluctuations des niveaux de stress ont provoqué d'importantes variations de la teneur en eau des différentes tissus de la plante.

La collection testé permet aussi des fluctuations des valeurs importantes de la teneur relative en eau chez les plantes expérimenté ($p=0.000$), Ceci affermit l'influence de l'effet d'interaction du facteur d'étude sur l'expression de cette caractéristique ($p=0.000$), les résultats varies selon la variabilité génétiques testé.

Tableau 06 : Analyse des résultats de la teneur en eau des feuilles en fonction des différentes concentrations saline adopté

	F	P
Génotypes	5,499	0,002935
Salinité	27,764	0,000000
Génotypes*Salinité	0,599	0,829467

La lecture des résultats obtenus (tab 07) montre que, chez la collection expérimentée, la teneur relative en eau contrôle (témoin), s'est maintenue à niveau élevé approximatif de $(81.38\% \pm 2.68)\%$, par la variété Ril29. A ce niveau, les variétés RIL 83 s'exteriorise parmi la collection en maintenant une teneur en eau faible environ $(71.84\% \pm 2.65)\%$.

A l'échelle du lot des plantes irriguées par la solution saline de 50meq de Na Cl, la teneur en eau à travers l'ensemble des variétés s'est fixée à un niveau maximum d'environ de $(74.79 \% \pm 0.21)\%$, par la variété RIL29 et un niveau minimal a $(68.55\% \pm 1.35)\%$ marqué par la variété RIL 104.

Au niveau du lot irrigué avec la concentration saline (100meq de Na Cl). Ainsi, à ce niveau, on note des particularités se rapportant d'une part de la variété RIL 29 ayant donnée la plus haute valeur avec $(73.14\% \pm 0.85)\%$ et d'autre part de la variété RIL 104 tout en donnant la plus faible donnée avec $(66.12\% \pm 1.53)\%$.

L'application du traitement saline de 150meq provoque des réductions importantes au niveau du teneur relative en eau comparativement avec celle observé chez le lot précédent. Le génotype RIL29 ayant donnée la plus haute valeur avec $(64.89\% \pm 5.49)\%$ et d'autre part de la variété RIL83 tout en donnée la plus faible donnée avec $(59.01\% \pm 3.21)\%$.

L'accentuation du stress salin (200meq), s'accompagne d'une nette réduction des valeurs de ce paramètre, la teneur relative en eau la plus élevé est $(63.03\% \pm 5.33)\%$ par DJADIDA et en donnant la plus faible teneur avec $(49.94\% \pm 1.93)\%$ par la variété Ril104.

Tableau07: Résultats moyens de la teneur relative en eau %.

Génotypes	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
RIL 29	80,38 ± 2,68	74,79±0,21	73,03±0,85	64,89±5,49	54,23±2,91
RIL 83	71,84±2,65	69,58±1,45	68,15±2,40	59,01±3,21	52,29±4,52
RIL 104	72,14±1,35	68,55±1,35	66,12±1,53	60,31±2,65	49,94±1,93
Djadida	79,67±2,76	73,98±2,30	68,25±5,61	63,11±4,53	63,03±5,33

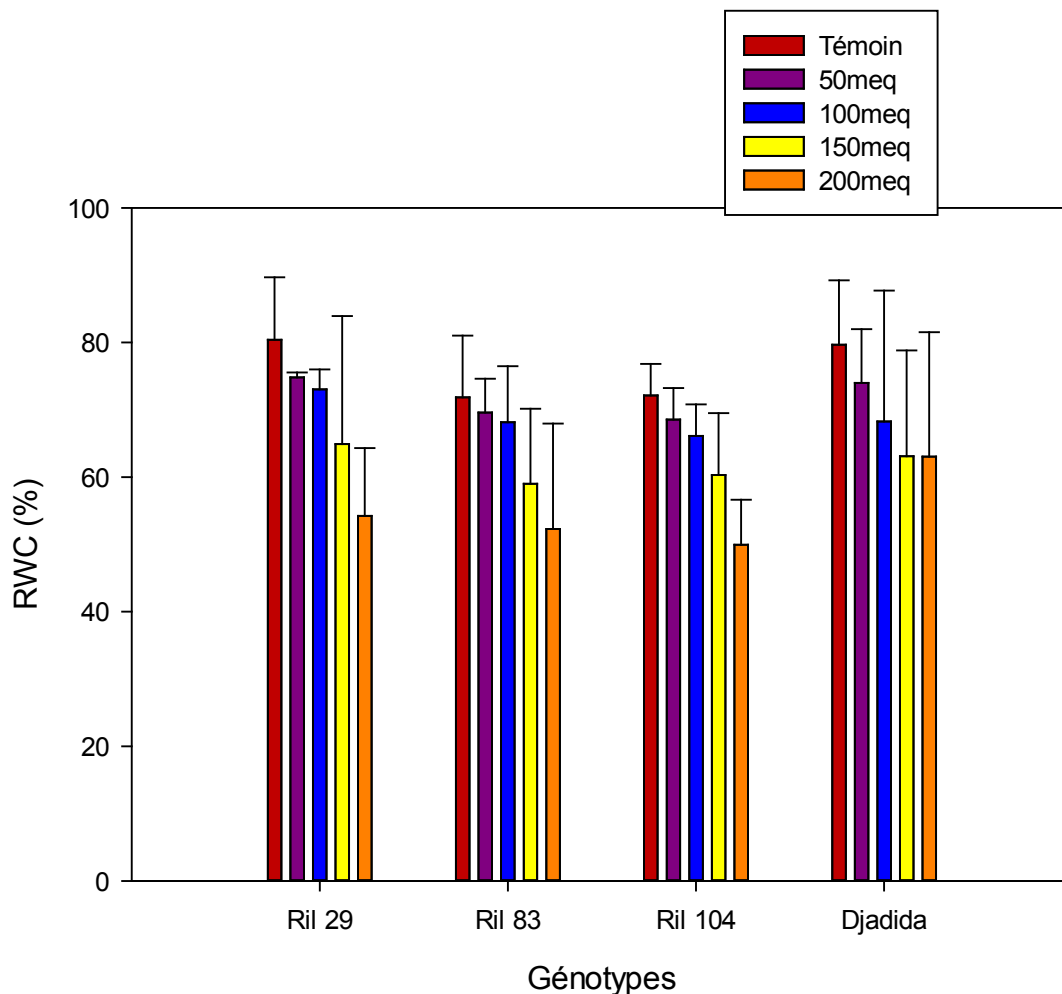


Figure15: Teneur relative en eau (%) des feuilles de plantes de l'haricot mesuré après le stress au Na Cl à différentes concentrations.

1.1.3. Taux de déperdition

L'analyse statistique (tab 09), illustre que le taux de déperdition influencé significativement sous l'effet du régime saline et la variabilité génotypique adopté ($p=0,000$). L'action simultanée des deux facteurs d'étude s'avère sans effet marquant ($p=0,1437$). Ceci suppose qu'il n'existe aucun effet distinction génotypique pour la réalisation de ce paramètre en condition saline.

Tableau08: analyse de la variance du taux de déperdition en fonction des différentes Concentrations saline adopté.

	F	P
Génotypes	71,53	0,000000
Salinité	60,28	0,000000
Génotypes*Salinité	1,56	0,143702

Pour les plantes témoin, les valeurs du taux de déperdition ont été les plus faibles. Les valeurs des génotypes expérimentés vacillent entre un maximal est (61.28 ± 0.73) %chez la variété RIL 29 contre (50.96 ± 0.59)% chez la variétéRIL83.

Au niveau du lot50meq, la valeur du rapport la plus élevé (61.3 ± 0.04) est affichée par la variété RIL29et la plus faible valeur soit (54.71 ± 1.07)% est observée chez la variétéRIL83.

A l'échelle du dispositif irrigue avec une concentration de 100meq de Na cl, le rapport fluctue entre (0.32 ± 0.01)% chez la variété RIL29 et (0.21 ± 0.01)% chez la variété RIL83
Au niveau du lot 150, la valeur du rapport la plus élevé (0.45 ± 0.03)% est affiche par la variété RIL104et la plus faible valeur soit à (0.3 ± 0.01) %est observé chez la variétéRIL83.

L'accentuation de la concentration saline jusqu'à 200meq, provoque une augmentation des taux remarquable chez ce paramètre chez l'ensemble des génotypes teste. Ces valeurs vacillent entre (0.54 ± 0.02) %noté chez la variété RIL104 et (0.48 ± 0.02)%obtenue par la variété RIL83.

Tableau09. : Résultats moyens du taux de la déperdition %

Génotypes	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
RIL 29	$61,28 \pm 0,73$	$61,1 \pm 1,04$	$63,3 \pm 1,04$	$64,42 \pm 1,04$	$67,36 \pm 1,04$
RIL 83	$50,96 \pm 0,59$	$54,71 \pm 0,59$	$55,16 \pm 0,59$	$59,47 \pm 0,59$	$62,62 \pm 0,59$
RIL 104	$60,51 \pm 1,07$	$60,66 \pm 1,07$	$62,86 \pm 1,07$	$63,98 \pm 1,07$	$66,92 \pm 1,05$
Djadida	$53,79 \pm 1,07$	$55,37 \pm 1,04$	$55,82 \pm 1,04$	$60,13 \pm 10,4$	$63,26 \pm 1,05$

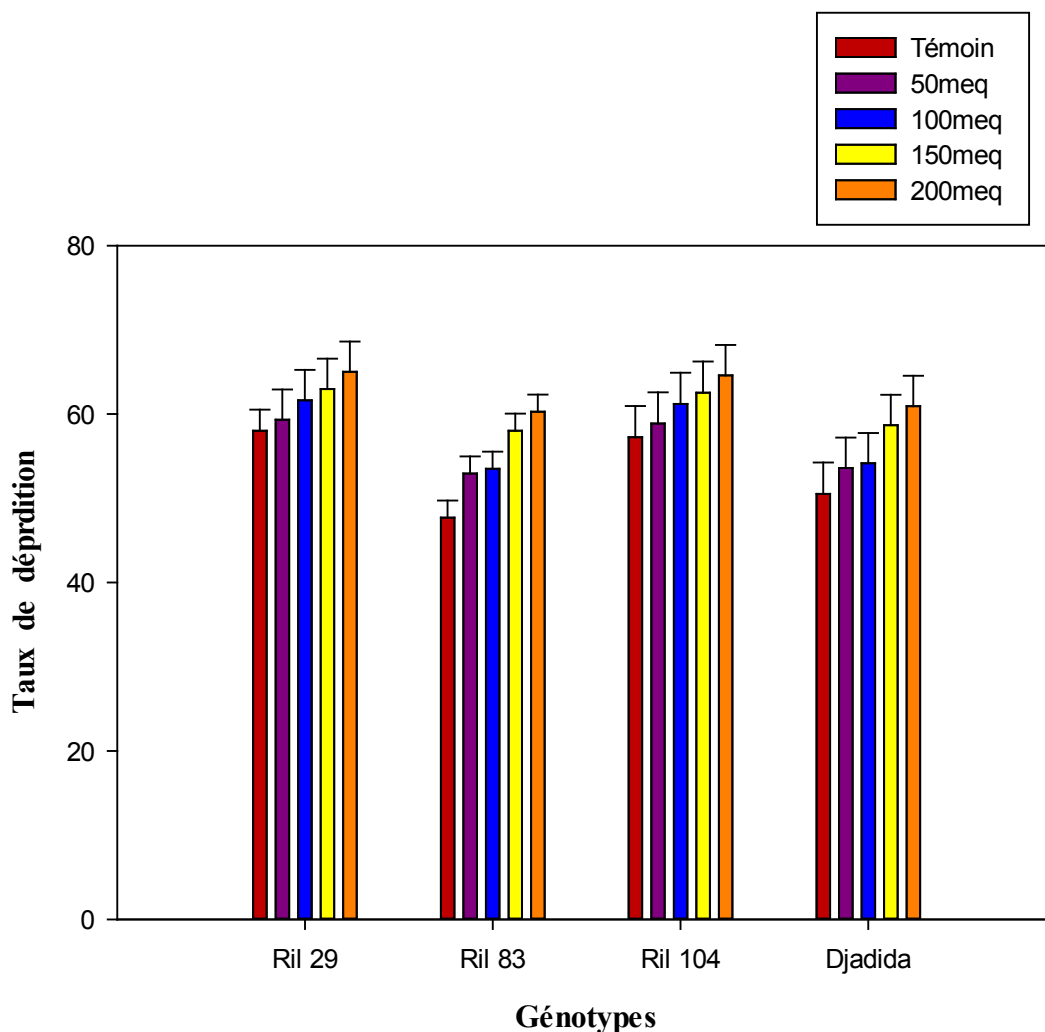


Figure 16 : Taux de déperdition %des feuilles de plantes de haricot

mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).

1.1.4. Dosage des chlorophylles

1. 1.4.1. Teneur en Chlorophylle a

Les résultats concernant les teneurs en chlorophylle a sont présentés au niveau du (tab10).

A l'échelle du lot témoin les fluctuations de la teneur en chlorophylle a oscillent entre une valeur maximale de l'ordre de (1.24 %± 0.02ug.g-1 MF) et une valeur minimale égale à (1.16 %± 0.09 ug.g-1 MF) notée respectivement par les génotypes Djadida etRIL104.

A l'échelle des traitements (50meq et 100meq), les valeurs du continu en chlorophylle a des feuilles sont réduites pour les plantes d'haricote stressée, pour le lot (50meq) la teneur en chlorophylle a varie entre (1.28 %± 0.14 ug .g-1 MF) affichée par RIL104 et (1.11%± 0.05ug.g-1 MF) marquée par RIL29.

Au niveau du lot 100meq, Djadida et RIL 104 affiche une valeur maximale ($0.99\% \pm 0.11 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF) et RIL 83 présente la valeur minimale ($0.92\% \pm 0.03 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF).

Au niveau du lot a concentration 150meq, le variété RIL29 affiche une valeur maximale égale ($1.03 \pm 0.18 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF) et la variété RIL 83 affiche une valeur minimal ($0.86 \pm 0.05 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF) et dans le lot 200meq la variété RIL29 et RIL83 représente une valeur optimale avec ($0.90 \pm 0.09 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF) ; par contre, la variété RIL 104 marqué une valeur minimale avec ($0.85 \pm 0.05 \mu\text{g.g}^{-1}$ MF).

Tableau 10 : Résultats moyens de la chlorophylle a.

Génotype	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
Ril 29	1,17±0,01	1,11±0,05	0,98±0,10	1,03±0,18	0,90±0,09
Ril 83	1,23±0,15	1,165±0,13	0,92±0,03	0,86±0,05	0,90±0,09
Ril 104	1,16±0,09	1,28±0,14	0,99±0,11	0,87±0,08	0,85±0,05
Djadida	1,24±0,02	1,18±0,02	0,99±0,11	0,89±0,05	0,89±0,04

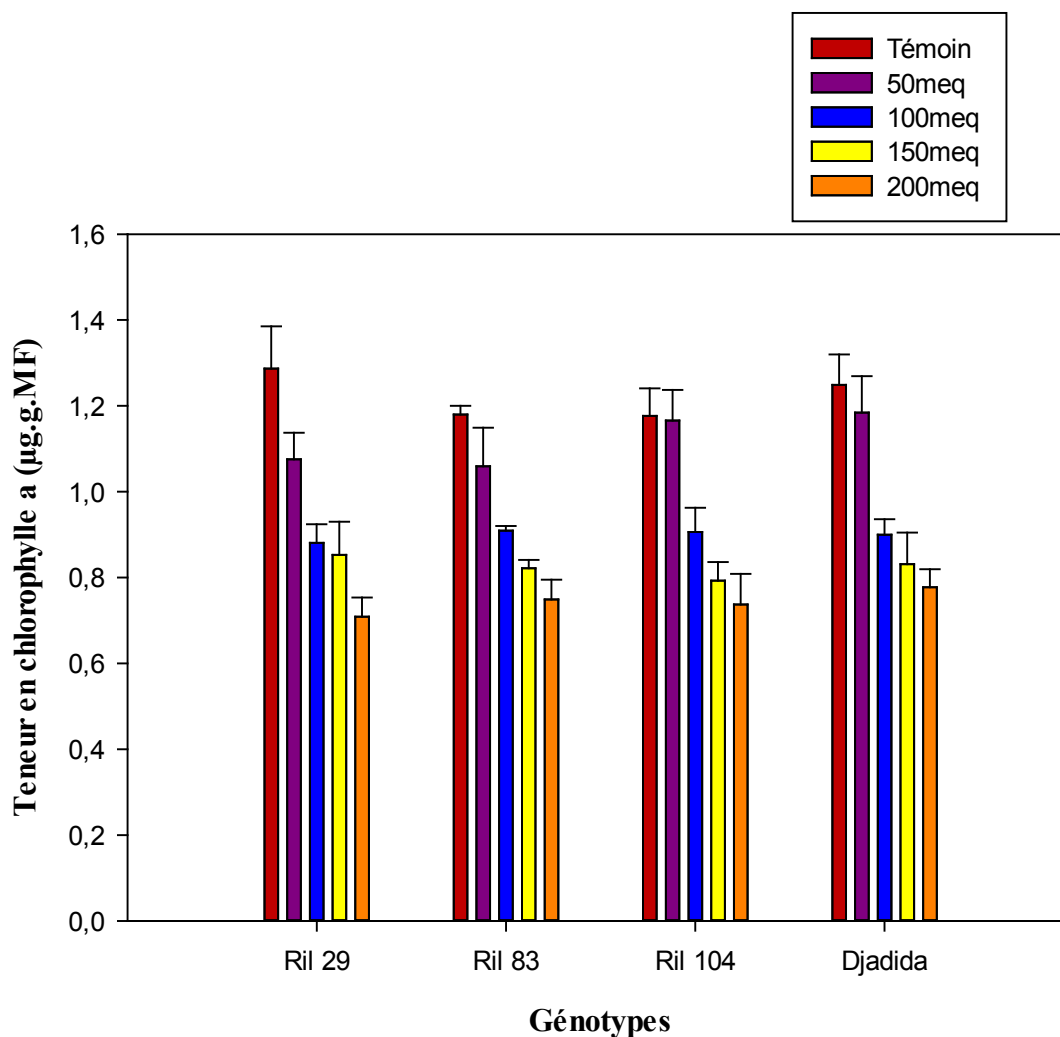


Figure 17 : Teneur en chlorophylle a ($\mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) des feuilles de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).

1.1.4.2. Teneur en chlorophylle b

Au niveau du lot témoin (Tab11), les résultats varient entre ($0.65 \pm 0.09 \mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) avec une valeur maximale enregistrée par RIL 29 et ($0.60 \pm 0.03 \mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) valeur minimale donnée par RIL 83. Au niveau du lot 50meq, la teneur en chlorophylle b présente une valeur maximale donnée par la variété RIL 104 ($0.57 \pm 0.06 \mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) et une valeur minimale présentée par la variété DJADIDA ($0.49 \pm 0.01 \mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$).

Au niveau du lot 100meq, cette variable affiche des valeurs différentes entre les différents génotypes testés, la variété RIL 104 marquée une valeur maximale ($0.52 \pm 0.04 \mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) et une valeur minimale, ($0.36 \pm 0.02 \mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) affichée par RIL 29.

Dans le lot 150meq, la valeur maximale ($0.46 \pm 0.05 \text{ug.g}^{-1} \text{ MF}$) présentée par la variété RIL104, au contraire, la variété RIL 29 inscrit une valeur minimale environ ($0.33 \pm 0.02 \text{ug.g}^{-1} \text{ MF}$).

En suite, le lot 200meq, on remarque une valeur élevée ($0.29 \pm 0.04 \text{ug.g}^{-1} \text{ MF}$) dans le génotype RIL 104 et une valeur faible environ ($0.25 \pm 0.03 \text{ug.g}^{-1} \text{ MF}$) affiché par RIL 83.

Tableau11 : Résultats moyens de la teneur de la chlorophylle b

Génotype	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
Ril 29	0,53±0,05	0,45±0,02	0,34±0,01	0,27±0,01	0,30±0,07
Ril 83	0,47±0,02	0,42±0,07	0,39±0,08	0,34±0,03	0,20±0,02
Ril 104	0,46±0,04	0,56±0,04	0,40±0,07	0,30±0,07	0,25±0,04
Djadida	0,47±0,06	0,47±0,01	0,43±0,06	0,34±0,06	0,22±0,02

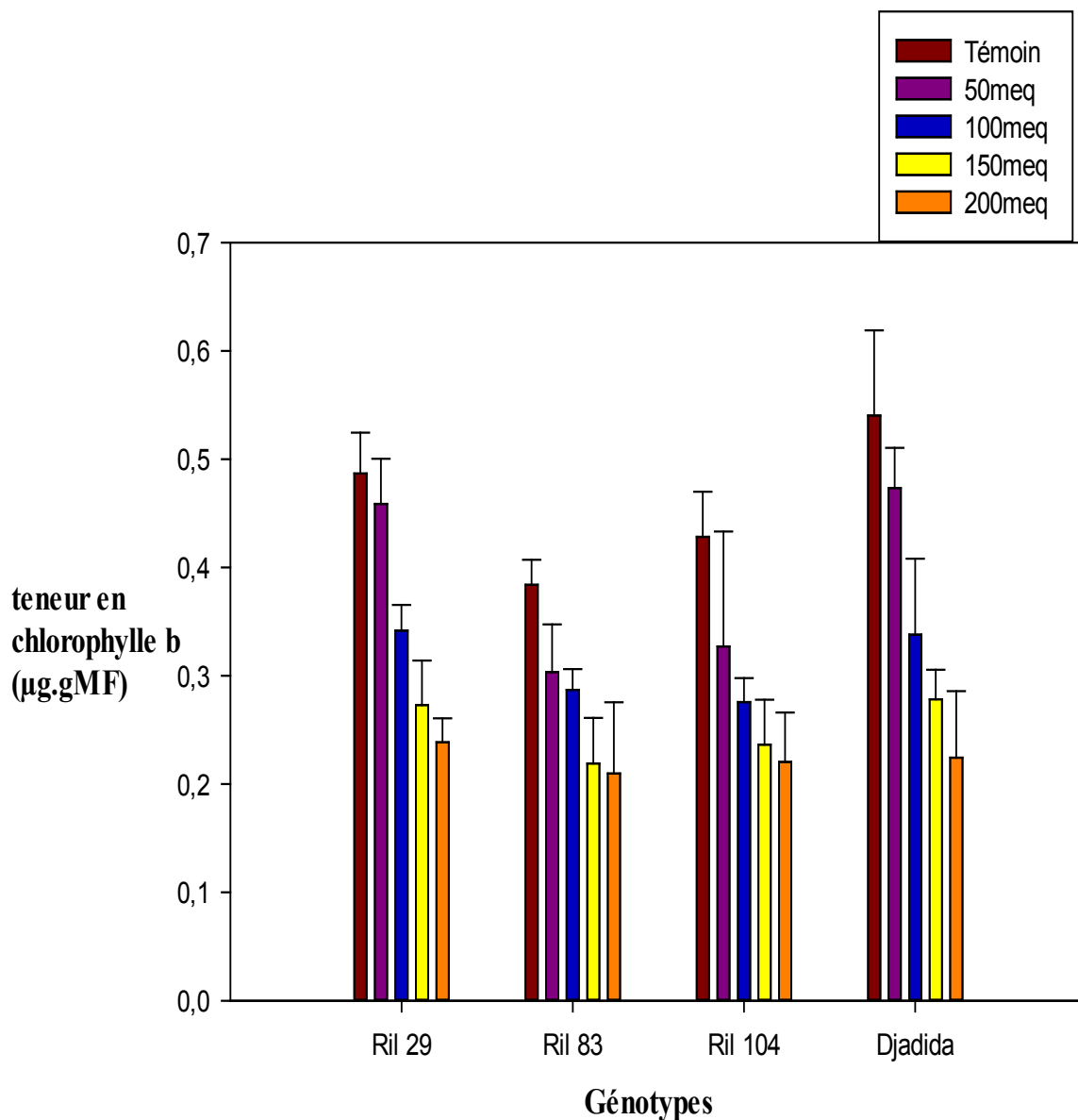


Figure 18 : Teneur en chlorophylle b (ug.g⁻¹ MF) des feuilles de plantes de mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 200meq).

1.1.4.3. Teneur en chlorophylle Totale

Le résultat obtenu (tab12) indique une nette diminution de la teneur des feuilles de haricot en chlorophylle totale (a et b) par rapport aux plantes témoins.

A l'échelle du lot témoin, les fluctuations de la teneur en chlorophylle totale variant entre une valeur maximale de l'ordre de ($2.04 \pm 0.08 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) par le génotype RIL83 et une valeur minimale égale à ($1.80 \pm 0.07 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) notée respectivement chez les plantes des variétés RIL 29.

Au niveau des traitements (50meq, 100meq, 150meq et 200meq), les valeurs en chlorophylle totale des feuilles ont, baissé dans les feuille des plantes stressées, Sous le traitement 50meq, le contenue en chlorophylle totale oscille entre ($1.51 \pm 0.12 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) et ($1.45 \pm 0.06 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) donnée par RIL83et Ril29. Les génotypes RIL104 et DJADIDA sont presque identique (1.50ug. 1 MF).

Au niveau du lot (100meq), la teneur en chlorophylle totale attient son maximum chez les variétés pour Djadida une valeur de ($1.49 \pm 0.3 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) et diminue chez la variété RIL83 avec une valeur égale à ($1.18 \pm 0.01 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$). Pour les plantes soumises au stress le plus sévère (150), la valeur la plus faible des teneurs en chlorophylle totale est enregistrée chez la variété RIL 29 ($1.06 \pm 0.04 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) et la valeur maximale environ ($1.34 \pm 0.25 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) par la variété Djadida.

Au niveau du lot 200meq, la teneur en chlorophylle totale maximale donnée par la variété RIL 83 avec un valeur de ($1.45 \pm 0.37 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$) et réduit chez la variété Djadida avec une valeur égale à, ($1.13 \pm 0.02 \text{ug.g}^{-1} \text{MF}$).

Tableau 12 : Résultats moyens de la teneur en chlorophylle totale

Génotype	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
Ril 29	$1,80 \pm 0,07$	$1,45 \pm 0,06$	$1,25 \pm 0,17$	$1,06 \pm 0,04$	$1,44 \pm 0,33$
Ril 83	$2,04 \pm 0,08$	$1,51 \pm 0,12$	$1,18 \pm 0,01$	$1,11 \pm 0,03$	$1,45 \pm 0,37$
Ril 104	$1,81 \pm 0,09$	$1,5 \pm 0,09$	$1,30 \pm 0,14$	$1,13 \pm 0,11$	$1,18 \pm 0,04$
Djadida	$1,91 \pm 0,11$	$1,50 \pm 0,13$	$1,49 \pm 0,3$	$1,34 \pm 0,25$	$1,13 \pm 0,02$

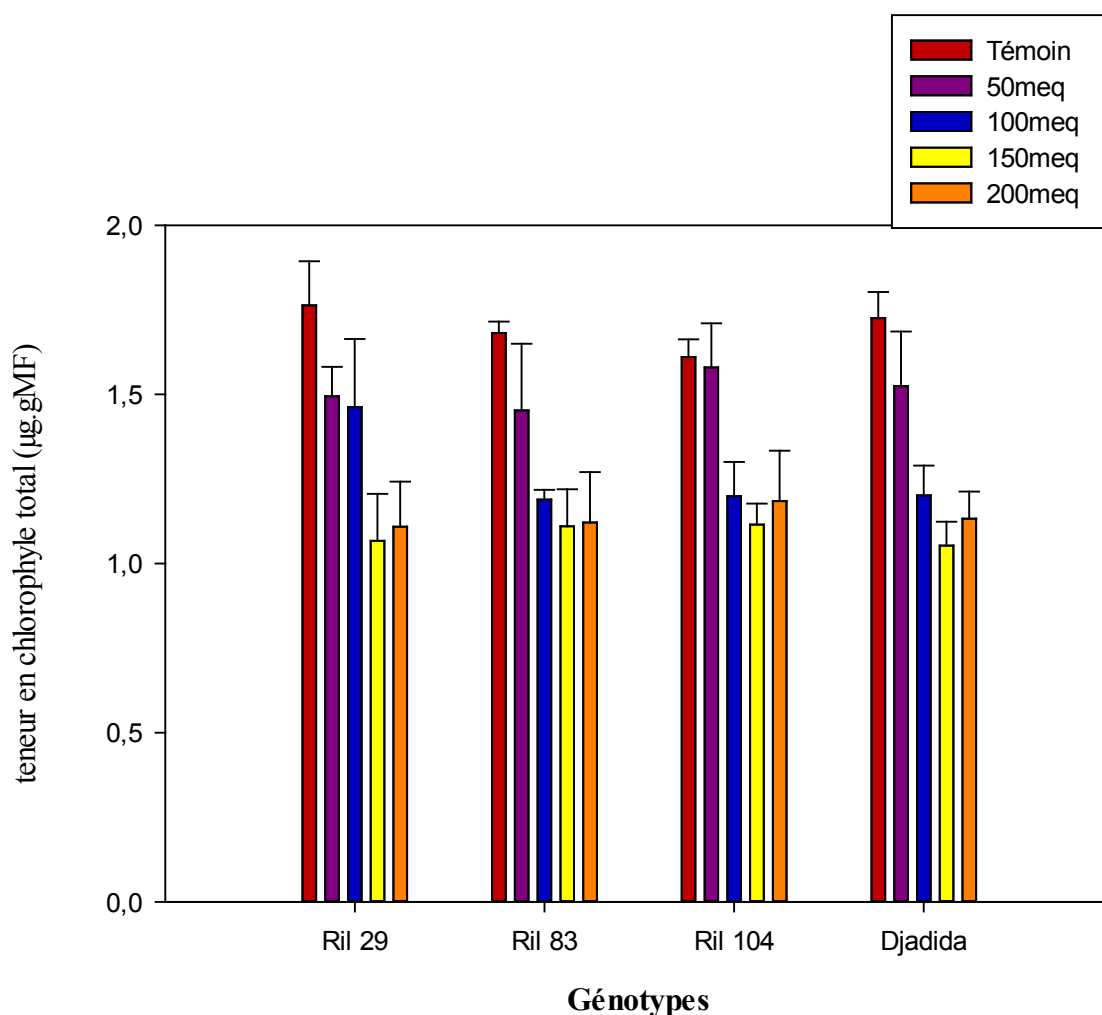


Figure 19: Teneur en chlorophylle totale ($\mu\text{g.g}^{-1}\text{MF}$) des feuilles de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).

1.2. Paramètres morphologique

1.2.1. Longueur de racine principale

L'analyse de la variance des résultats obtenus (tab 13) démontre que l'évaluation de la longueur de la racine principale est fortement déterminée par l'origine de la variabilité génétique étudiée et le régime Salin adopté ($p < 0.001$). Ainsi, on note que, l'interaction paraît des vacillations importantes de cette longueur ($p < 0.001$). En général l'influence de déficit salin exerce une action favorable sur l'expression de la longueur racinaire.

Tableau 13 : Analyse des résultats d'évolution de la longueur de la racine en fonction des différentes concentrations saline adopté.

	F	P
Génotype	7,135	0,000000
Salinité	5,01	0,000000
Génotype*Salinité	0,156	0,143702

La lecture des résultats moyens obtenus (tab 14) révèlent qu'à l'échelle du lot témoin, la longueur de l'axe principale est vacillent entre une valeur maximale de (61.28 ± 0.73cm) donnée par la variété RIL 29 et une autre minimale de (50.96 ± 0.59cm) donnée par Ril83. Au niveau du lot 50meq, la valeur maximale oscille entre (61.1±1.04cm) à RIL29 et la valeur minimale (54.71±0.59cm) à Ril83.

Au niveau du lot conduit à 100meq, la plus longue racine est enregistrée par RIL29 avec une valeur de (63.3± 1.04cm) et la plus courte est marquée par RIL83 d'une valeur de (55.16±0.59 cm).

L'application d'un traitement saline de 150meq, provoque une augmentation de la racine principale. Le génotype RIL29 affiche une valeur maximale de (64.42± 1.04cm) par contre la variété RIL83 marqué une valeur minimale environ (59.47± 0.59cm).

Enfin, l'accentuation du régime saline jusqu'à 200meq conduit a une augmentation remarquable chez ce paramètre. Le génotype RIL29 à affiche la valeur la plus élevée (67.36±1.04 cm) et une valeur faible environ (62.62±0.59cm) marqué par le génotype RIL83.

Tableau 14 : Résultats moyens de la longueur racinaire cm.

Génotypes	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
RIL 29	61,28±0,73	61,1±1,04	63,3±1,04	64,42±1,04	67,36±1,04
RIL 83	50,96±0,59	54,71±0,59	55,16±0,59	59,47±0,59	62,62±0,59
RIL 104	60,51±1,07	60,66±1,07	62,86±1,07	63,98±1,07	66,92±1,05
Djadida	53,79±1,07	55,37±1,04	55,82±1,04	60,13±1,04	63,26±1,05

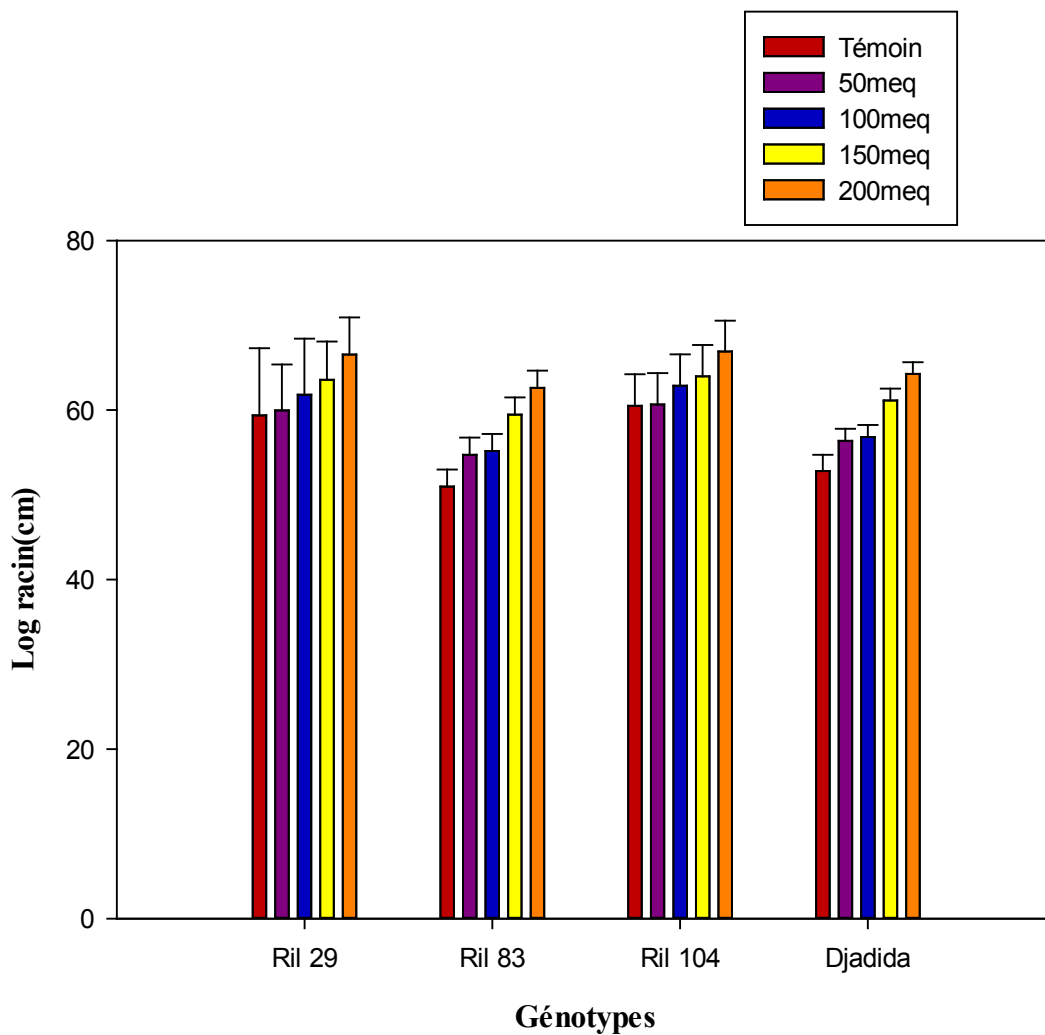


Figure20 : Evolution de la longueur des racines en fonction des régimes salins appliqués.

1.2.2. Le rapport (matière sèche de la partie racinaire /matière sèche de la partie aérienne) (MSR/MSA).

L'analyse statistique des résultats mentionnés dans le (tab10), montre que le rapport matière sèche racinaire et la matière sèche aérienne est très influencée par l'effet génotypique et l'effet du régime saline appliqué. Ainsi que, l'interaction des deux paramètres reste hautement significatif ($p=0,000$).

Tableau 16 : analyse de la variance du rapport MSR/MSA en fonction des différentes Concentrations saline adopté.

	F	P
Génotypes	8,613	0,000157
Salinité	206,317	0,000000
Génotypes*Salinité	2,898	0,005704

L'analyse du résultat moyen obtenu (tab 17) montre qu'à l'échelle du traitement témoin, les valeurs du rapport (**MSR/MSA**) oscillent entre une valeur maximale estimée à $(0.15 \pm 0.01)\%$ inscrite chez le génotype RIL 29 et une autre minimale $(0.09 \pm 0.02)\%$ inscrite chez le génotype RIL104.

Au niveau du lot de 50meq, la valeur du rapport la plus élevée $(0.22 \pm 0.001)\%$ est affichée par la variété RIL104 et la plus faible valeur soit $(0.19 \pm 0.01)\%$ est observée chez la variété RIL83.

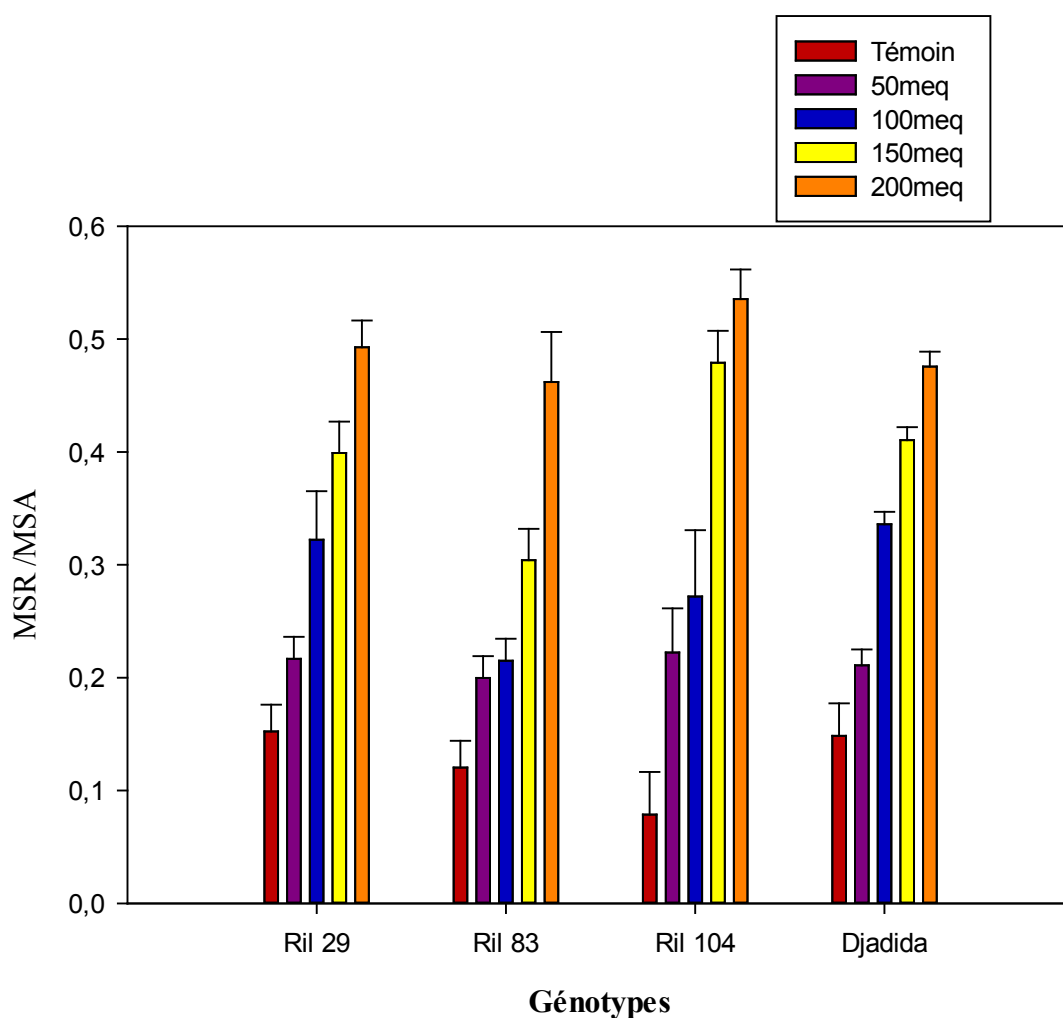
L'augmentation de la concentration saline jusqu'à 150 meq et 200meq provoque des taux du rapport de (**MSR/MSA**) plus élevés par rapport à la concentration précédente.

L'application du traitement saline avec une concentration de 100meq de Na Cl, le rapport fluctue entre $(0.32 \pm 0.01)\%$ chez la variété RIL29 et $(0.21 \pm 0.01)\%$ chez la variété RIL83

Au niveau du lot t150, la valeur du rapport la plus élevée $(0.45 \pm 0.03)\%$ est affichée par la variété RIL104 et la plus faible valeur soit à $(0.3 \pm 0.01)\%$ est observée chez la variété RIL83. Enfin pour le lot 200meq, ces valeurs démontrent des augmentations remarquables chez ce paramètre. Ainsi que, ces valeurs vacillent entre $(0.52 \pm 0.02)\%$ noté chez la variété RIL104 et $(0.46 \pm 0.01)\%$ obtenue par la variété RIL83.

Tableau 17 : Résultats moyens de la MSR/MSA %.

Génotypes	Témoin	50meq	100meq	150meq	200meq
RIL 29	0,15±0,01	0,21±0,01	0,32±0,01	0,39±0,01	0,48±0,02
RIL 83	0,12±0,01	0,19±0,01	0,21±0,01	0,3±0,01	0,46±0,01
RIL 104	0,09±0,02	0,22±0,01	0,27±0,04	0,45±0,03	0,52±0,02
Djadida	0,14±0,01	0,21±0,00	0,29±0,04	0,36±0,04	0,47±0,00

**Figure21** : Teneur en MSR /MSA de plantes de haricot mesurée en fonction du stress salin appliqué (0meq, 50meq, 100meq, 150meq, 200meq).

La salinité peut constituer une gêne majeure au développement de la production agricole, Elle considéré comme une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes notamment dans les zones semi-arides et arides **Bouaouina S., Zid E., et Hajji M. (2000)**. Ce phénomène crée des variations importantes du rendement. Il faut distinguer que la salinité des sols constitue des effets où les comportements éco-physiologiques et biochimiques des plantes de l'haricot sont limités ; L'effet de la salinité n'est pas homogène pour tous les organes. Les réponses morphologiques, physiologiques et métaboliques de ces derniers sont différentes **Hilal R.S and Singh A.K. (1999)**.

Ce travail à pour l'objectif d'étudier des effets néfastes de la salinité sur le comportement des plantes glycophytes (Haricot). Au cours de notre travail nous avons essayé de définir l'effet de la salinité sur la plante de l'haricot stressées en Na Cl. Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (**Ashraf et Harris, 2004**).

Dans un premier temps, l'étude du comportement germinatif de l'haricot, en condition de stress salin, ont permis d'obtenir les principaux résultats suivants :

La germination des graines est le premier stade physiologique affecté par la salinité. L'étude de l'effet du stress salin a révélé que l'élévation de la concentration du chlorure de sodium (NaCl) provoque une diminution de taux moyenne de germination à des fortes doses avec une réduction du taux d'imbibition, pour les différents traitements par rapport au lot témoin sont estimées à (17.04%), (19.32%), (25.31%) et (23.63%) respectivement dans les lots 50meq, 100meq, 150meq et 200meq. Ces résultats corrobore avec **Sharma,1973,Gutterman, 1993**)(in **Ndour et Danthu, 2000**), Selon **Maillard (2001)**, et **Abdelly (2006)** qui démontrent que la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée dont l'effet nocif est de nature osmotique ou bien toxique, et en particulier par la disponibilité de l'eau dans le sol et leur capacité à l'absorbé. Dans le même **Maas & Posse 1989**, a été démontré que la salinité inhibe la germination par son effet osmotique où elle affecte tous les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible à cette dernière pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon.

Concernant la teneur relative en eau (RWC), les nos résultats démontre que les différentes concentrations salin ont parmi une dévaluation de la teneur relative en eau des plantes testée avec une réduction de (32.53%) concernant la variété RIL 29, (27.21%) pour RIL83,

(30.76%) pour RIL104 et (20.88%) pour DJADIDA. Ceci montre que le paramètre étudié révèle des résultats très hautement significatifs ($r = -0.79$) entre la teneur relative en eau et le traitement salin après applications de stress plus le stress s'intensifie plus le RWC des géotypes expérimentés diminue. Ces résultats qui paraissent évidents sont confirmés par **Kicheva et al.**, (1994), qui a constaté la diminution de la teneur relative en eau et du potentiel hydrique foliaire à cause de la salinité, à pour conséquence de la fermeture des stomates et la limitation de la photosynthèse.

Selon les résultats obtenus, une forte relation positive est établie entre le volume du système racinaire et l'intensité du stress appliqué. Cette augmentation du volume reflète la provocation de la croissance due au manque d'eau et d'une forte ramification du système racinaire. L'optimisation de l'absorption de l'eau par les racines est en effet, liée à un ensemble complexe de caractères morphologiques comprenant la longueur, le volume et la rapidité d'installation du système racinaire ainsi que la ramification. Les paramètres de longueur des racines est significatif ($r = 0.64$) entre les traitements (témoin, 50meq, 100meq, 150meq/l, et 200meq/l). Les mêmes résultats sont énoncés par **BRUN en 1980**, qui constate que l'excès de sel dans la rhizosphère conduit à la formation des plantes de courtes tailles voire des plantes naines.

A propos des résultats de la masse végétative (MSR/MSA), montrent que le sel a eu un effet négatif sur le poids frais et le poids sec des tiges et racines des milieux salins adoptés étudiés dans nos conditions expérimentales. Cette augmentation est d'autant plus importante vis-à-vis de la concentration du stress salin. On note que une augmentation de la valeur du rapport (MSA/MSR) en situation saline ($r = 0.94$). Les résultats obtenus confirmés par les travaux de (**TROUGHT et al, 1980 ; VOLKMAR , 1997**), qui montre que l'accroissement de la matière sèche racinaire par ramification importante soit par la réduction de la masse végétative aérienne survenue suite au effet de l'augmentation des doses de NaCl. Selon **Mayak et al, (2004)**, le sel influence sur le rapport racines/tiges. Il faut signaler que les effets de la salinité sur la productivité ne sont pas toujours négatifs. Nous avons observé que des concentrations faibles en Na Cl (50meq.l⁻¹) dans le milieu provoquent une stimulation de la production de la matière sèche et fraîche des organes aériens et souterrains environ 4 % par rapport au témoin .

Les résultats de notre travail de teneur en chlorophylle montrent une corrélation négative ($r = -0,60$) entre les concentrations salines des milieux appliqués et les pigments chlorophylliens synthétisés, alors plus la concentration de sel augmente plus la teneur des chlorophylliens a, b, (a+b), diminue, ce qui influence négativement sur la photosynthèse des plantes stressées. Ces résultats sont confirmés par (AGASTIAN *et al.*, 2000) qui observent que le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin et par des études précédentes de Mwai *et al.*, 2004 ; qui ont signalés que la salinité diminue considérablement la teneur en chlorophylle.

Conclusion

La salinité est une contrainte abiotique importante dans la perturbation et la limitation des rendements agricole. Dans notre étude et à la lumière des résultats obtenus on peut conclure que :

La salinité diminue la biomasse végétative par un effet remarquable sur les paramètres morpho-physiologiques sur l'Haricot *Phaseolus vulgaris* et a induit une réduction des teneurs en chlorophylles, teneur relative en eau, MSA/MSR, et taux de déperdition ; par contre la longueur des racines sont élevés.

Les différentes variétés étudiées ont montré une réponse négative vis-à-vis le stress Salin, ceci a été bien illustré par le biais des tests effectués pour les différents paramètres étudiées aussi bien pour la germination que pour la croissance des plantes.

En effet, pour s'adapté au stress salin, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance. C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie et la morphologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique (salin). En fait, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler 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 seront irréversibles.

Références Bibliographique

Référence bibliographique

***BAIZE D., 2000**- Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206- 207.

***AUBERT G., 1982**- les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M .Service

***ARBAOUI M., BENKHELIFA M., BELKHODJA M. (2000)**: Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. Option méditerranéenne. p.267-270.

***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 Mars 2006, 20 p

***RAHMOUNE C., BEN NACEUR M., CHEIKH-M'HAMED H., MAALAM S. (2008)**: Les indicateurs précoces de tolérance à la salinité chez les blés durs. p.151. Biotech2008. XIes Journées Scientifiques du réseau "Biotechnologies végétales / Amélioration des plantes et sécurité alimentaire" de l'Agence universitaire de la Francophonie. 30 juin- 3 juillet 2008, Agrocampus Rennes. Rennes, France. 215 p.

***IPTRID, 2006**.Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation. p11.

***LE GOUPIL J.C., 1974** : Agronomie Tropicale. Série 3 : Séminaire "développement rural

***CARTER D.I., 1975**: Problems of salinity in agriculture. Plants in Saline Environments .Springer- Verlag Berlin. pp.25-35.

***SUN F et al., 2007**: Salt Modulates Gravity Signaling Pathway to Regulate Growth Direction of Primary Roots in Arabidopsis. *Plant Physiol.* Pp178-188.

***LE HOUEROU.H.N., 1993**: Salt –tolerant plants for the arid region of the Mediterranean iso climatique zone In: H. Leith et A Al Massoom (edits): towards the rational use of high salinity tolerant plants. Vol 1. Kluver academ, pp: 403- 422.

***DJILI K., 2000**. Contribution à la connaissance des sols du Nord de l'Algérie : Création d'une banque de données informatises et l'utilisation d'un système d'information géographique pour

Référence bibliographique

la spatialisation et la vectorisations des données pédologique. Thèse doc. INA. Alger. 384p.

***SHILPI & NARENDRA.,2005** : cold salinity and drought stress.

***KOSLOWSKI T ., 1968-** Water deficits and plant growth. Vol. II. Academic Press , New.

***OUKARROUM A., (2007).** Vitalité des plantes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne. Thèse doctorat. Université De Genève.

***KABAR K.,1986-**Alleviation of salinity stress by growth regulators on seed germination.J Plant. Physiol.128.p79-83.

* **BOUTELLI M. H., 2012.** Salinité des eaux et des sols au niveau de la sebkha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Mémoire Magister., Univ. Ouargla. 87P.

***SZABLOCS I., 1994:** Prospects of soil salinity for the 21 st century trans. Int cong of soil sc, pp: 123- 141.

* **SERVANT (J.), 1978.** - La salinité dans les sols et les eaux. Caractérisation et problèmes d'irrigation-drainage. Bull. du BRGM, section IV, n° 2.142p.

* **DURAND J.H., 1983-** Les sols Irrigables. Etude pédologique. Presses Universitaire de France. Agence de Coopération Culturelle et Technique. 338 p.

* **CHEVERY C., 1995** : Comportement des plantes en milieu salé compte rendu de l'acad d'agric. De France. Action n° 04. Revu. Bimestrielle. Vol = 81 (2). Paris, pp = 42-46.

***CHERBUY B. 1991-** Les sols salés et leur réhabilitation: étude bibliographique: localisation des sols salés et mécanismes de salinisation: réhabilitation des sols salsodiques.

* **FAO. 2005:** Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO Rome, 61 p.

* **BISSATI S., DJERROUDI O., MEHANI M., BELKHODJA M., 2011.** Effet du stress salin sur deux paramètres hydriques (turgescence et transpiration) de jeunes plants D'ATRIPLEX HALIMUSET ATRIPLEX CANESCENS. Revue des Bio Ressources. Vol 1 N° 1. PP 31-38.

***BISSATI S., DJERROUDI O., MEHANI M., BELKHODJA M., 2011.** Effet du stress salin sur deux paramètres hydriques (turgescence et transpiration) de jeunes plants D'ATRIPLEX HALIMUSET ATRIPLEX CANESCENS. Revue des Bio Ressources. Vol 1 N° 1. PP 31-38

Référence bibliographique

- ***MAILLARD J., 2001** : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. ω Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- *. Kabar K. Alleviation of salinity stress by growth regulators on seed germination. J Plant Physiol 1986; 128: 179-8.
- ***BOUCHOUKH I., 2010**- Comportement écophysologique de deux Chénopodiacées des genres *Atriplex* et *Spinacia* soumises au stress salin .p 16- 29- 6 -35 Pédologie : 1085-1093.
- * **BELKHODJA M., BIDAI Y., 2004**- Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L à la salinité au stade de la germination .Sécheresse, Vol.15 N°4 :331-335.
- * **BOUDA S., HADDIOUI A** - Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex*. Revue « nature & technologie ». N° 05/juin 2011. P 72 à 79.
- * **BOUAOUINA, S., ZID, E. ET HAJJI, M. (2000)**- Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum* L.) .CIHEAM – Options Méditerranéennes. pp.-2.
- * **BEN KHALED L., OUARRAQI E. M., EZZEDINE ZID., 2007**. Impact du NaCl sur la croissance et la nutrition de la variété de blé dur Massa cultivée en milieu hydroponique. Acta Botanica Gallica. PP 101-116.
- ***OUERGHI Z, ZID E, HAJJI M, SOLTANI A. (2000)** Comportement physiologique de blé dur (*Triticum durum* L.).CIHEAM, N°40 :309-313. (Options méditerranées, série A, séminaires méditerranéens.
- ***MOHAMMAD M., SHIBLI R., AJOUNI M., NIMRI L. (1998)**: Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. 21, 1667–1680.
- ***SANTIAGO L.S., LAU T.S., MELCHER P.J., STEELEY C., AND GOLDESTEIN G., 2000**- Morphological and physiological responses of hawian *Hibiscus tiliaceus* populations to light and salinity, Int.J. Plant Sci. 161: 99-106.
- * **IYENGAR E.R.R. AND REDDY M.P., 1996**- photosynthesis in highly salt-tolerant plants. In:Pessaraki (ed), Handbook of photosynthesis, Marcel Dekker, New York, pp. 89 - 909

Référence bibliographique

- * **ASLOUM H, 1990:** Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate)
- * **Parida A.K., Das A.B. (2005):** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60, pp. 324-349.
- * **LEVIGNERON A, LOPEZ F, VARISUYT G, BERTHOMIEN P et CASSE-DELBAR T., 1995.** Les plantes face au stress salin. *Cahier d'agriculture*. (4): 263-273.
- * **HAOUALA F., FERJANI H., BEN EL HADJ S., 2007** - Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+ , K^+ et Ca^{2+}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11 (3) ,235 – 244
- ***JENDOUBI S. (1997).** *Contribution à la caractérisation physiologique et biochimique de parois racinaires chez 2 espèces de blé : Triticum durum (Ben Béchir) et Triticum aestivum (Tanit) cultivées en milieu salin.* Tunis : DEA de la Faculté des Sciences de Tunis, 86 p.
- ***BERTHOMIEU P., CONÉJÉRO G., NUBLAT A., BRACKENBURY W.J., LAMBERT C., SAVIO C., UOZUMI N., OIKI S., YAMADA K., CELLIER F., GOSTI F., SIMONNEAU T., ESSAH P.A., TESTER M., VERY A-A, SENTENAC H., CASSE F. (2003):** Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na^+ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal* 22, 2004-2014 *Biotechnology* 16, 123–132.
- * **CALU G. (2006):** Arabidopsis thaliana et Thellungiella halophila, plantes modèles dans l'étude du stress salin. Spectro Sciences
- * **JABNOUNE M., 2008.** Adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille HKT chez le riz. Thèse de doctorat d'état, centre international d'études supérieures en sciences agronomiques, France, 289 p. 3
- * **BERTHOMIEU P., CONEJERO G., NUBLAT A., BRACHENBURY W.J., LAMBERT C., SAVIO C., UOZUMI N., OIKI S., YAMADA K., CELLIER F., GOSTI F., SIMONNEAU T., ESSAH P.A., TESTER M., VERY A.A., SENTENAC H., CASSE F., 2003-** Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na^+ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal*, Vol. 22: 2004- 2014.

Référence bibliographique

- ***ALEM C., AMRI A., 2005**- Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. *Reviews in Biology and Biotechnology*, Vol. 4, No. 1 : 20-31.
- * **LUTTGE U., KLUGE M., BAUER G., 2002**- Botanique. 3^{ème} édition, Tec et Doc-Lavoisier, Paris: 439-450.
- ***LEMEE G., 1978**- Précis d'écologie végétale. Masson, Paris : 131-132.
- * **ASLOUM H., 1990**- Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24- 32.
- * **JABNOUNE M., 2008**- Adaptation des plantes au stress salin : caractérisation de transporteurs de sodium et de potassium de la famille HKT chez le riz. Thèse Doct. CNRS/INRA/Sup. Agro. Univ. / Montp II.289P.
- ***SENTENAC H et BERTHOMIEU P., 2003**. Découverte d'un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel. UMR Biochimie et physiologie moléculaire des plantes (Unité mixte Ecole nationale supérieure agronomique de Montpellier /Université/CNRS/ INRA) Service Presse INRA. 34p. 1
- ***PERON J.Y., 2006**. Références productions légumières (2^o Éd.). Edit. Librairie GERMER BAILLIERE et CIE, Paris, 650p.
- * **HUBERT P., 1978**- Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antananarivo, BDPA.
- * **DUPONT F., GUIGNARD J.L., 1989**. Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson. Collection :Abrégés pharma. Paris. 510P.
- * **RENARD S., GOFFORK J.P., FRANKINET. (2007)**: Optimisation de l'efficience de l'azote dans les rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye. Les dossiers de la recherche agricoles
- * **KHADRI M., PLIEGO L. SOUSSI M., LLUCH C., OCANA A. (2001)** : Ammonium assimilation and ureide metabolism in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. *Agronomy*. 21, 635-643.

Référence bibliographique

- * **BAYUELO-JIMÉNEZ J., DEBOUCK D.G., LYNCH J.P.(2002):** Salinity tolerance in Phaseolus species during early vegetative growth. Crop Science. Pp.2184.
- * **GAMA P. B. S., INANAGA S., TANAKA K., NAKAZAWA R. (2007):** Physiological response of common bean (Phaseolus vulgaris L.) seedlings to salinity stress. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (2), pp. 079-088
- * **LAUCHLI A. ET EPSTEIN E., 1990** Plant responses to saline and sodic conditions. In K.K. Tanji (ed.), Agricultural Salinity Assessment and Management. American Society of Civil Engineers, New York, pp. 113-137.
- * **BABA SIDI KACI S., 2010 :** Effet du stress salin sur quelques paramètres phénologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire de magister en gestion des agrosystèmes sahariens, Université Kasdi Merbah Ouargla : 133P.
- * **BAYYELO-JIMENZ J., DEBOUCH D.G., LYNCH J.P.(2002):** Salinity tolerance in Phaseolus species during early vegetative growth. Crop Science. Pp.2184.

*

Annexes

Annexes

Tableau 01 : Résultats la teneur relative en eau (RWC).

Géotypes	Temoin	50 meq	100 meq	150 meq	200 meq
Ril 29	85,74	75,15	74,72	53,91	54,9
Ril 29	78	74,41	71,98	70,17	58,9
Ril 29	77,42	74,83	72,4	70,59	48,9
Ril 83	75,84	72,25	72,82	58,01	52,9
Ril 83	72,84	69,25	66,82	65,01	59,8
Ril 83	66,84	67,25	64,82	54,01	44,17
Ril 104	70,84	67,25	64,82	63,01	46,87
Ril 104	74,84	71,25	68,82	55,01	49,46
Ril 104	70,74	67,15	64,72	62,91	53,5
Djadida	85,11	69,52	57,09	55,28	52,45
Djadida	77,81	75,22	72,79	70,98	69,5
Djadida	76,1	77,21	74,88	63,07	67,15

Tableau 02 : Résultats de la longueur racinaire

Géotypes	Temoin	50 meq	100 meq	150 meq	200 meq
Ril 29	61,45	61,6	63,8	64,92	67,84
Ril 29	62,45	62,6	64,8	65,92	68,87
Ril 29	59,95	59,1	61,3	62,42	65,38
Ril 83	52,12	55,87	56,32	60,63	63,78
Ril 83	50,55	54,3	54,75	59,06	62,21
Ril 83	50,22	53,97	54,42	58,73	61,88
Ril 104	62,45	62,6	64,8	65,92	68,81
Ril 104	60,33	60,48	62,68	63,8	66,76
Ril 104	58,76	58,91	61,11	62,23	65,19
Djadida	52,12	55,87	56,32	60,63	63,78
Djadida	53,48	56,87	57,32	61,63	64,76
Djadida	55,79	53,37	53,82	58,13	61,25

Annexes

Tableau 03 : Résultats de rapport (matière sèche de la partie racinaire /
matière sèche de la partie aérienne) (MSR/MSA).

Génotypes	Temoin	50 meq	100 meq	150 meq	200 meq
Ril 29	0,1507	0,225	0,298	0,383	0,531
Ril 29	0,165	0,206	0,3294	0,407	0,458
Ril 29	0,1415	0,219	0,3391	0,4071	0,4791
Ril 83	0,1187	0,208	0,2233	0,288	0,4797
Ril 83	0,133	0,189	0,2043	0,312	0,469
Ril 83	0,1095	0,202	0,2173	0,3121	0,437
Ril 104	0,082	0,236	0,354	0,405	0,538
Ril 104	0,0585	0,2	0,2153	0,477	0,547
Ril 104	0,1357	0,231	0,2463	0,494	0,4912
Djadida	0,165	0,206	0,3294	0,407	0,458
Djadida	0,1415	0,219	0,3391	0,4071	0,4791
Djadida	0,1187	0,208	0,2233	0,288	0,4797

Tableau04 : Résultats de la chlorophylle a.

Génotypes	Temoin	50 meq	100 meq	150 meq	200 meq
Ril 29	0,99	1,094	1,186	1,3995	0,831
Ril 29	1,31	1,04	0,903	0,816	0,801
Ril 29	1,23	1,203	0,88	0,893	1,0924
Ril 83	1,01	1,033	0,903	0,816	0,771
Ril 83	1,51	1,033	0,903	0,816	0,871
Ril 83	1,18	1,431	0,98	0,973	1,0751
Ril 104	1,14	1,102	1,216	1,04	0,931
Ril 104	1,01	1,163	0,903	0,816	0,871
Ril 104	1,33	1,203	0,88	0,773	0,748
Djadida	1,208	1,148	1,216	1,004	0,841
Djadida	1,271	1,1733	0,903	0,816	0,871
Djadida	1,2675	1,231	0,88	0,873	0,971

Annexes

Tableau05 : Résultats de la chlorophylle b.

Géotypes	Temoin	50 meq	100 meq	150 meq	200 meq
Ril 29	0,635	0,422	0,368	0,253	0,245
Ril 29	0,495	0,482	0,328	0,294	0,239
Ril 29	0,465	0,452	0,349	0,272	0,245
Ril 83	0,435	0,486	0,477	0,343	0,216
Ril 83	0,502	0,512	0,486	0,41	0,174
Ril 83	0,495	0,282	0,228	0,294	0,239
Ril 104	0,405	0,283	0,264	0,213	0,2
Ril 104	0,435	0,486	0,477	0,243	0,216
Ril 104	0,545	0,612	0,486	0,453	0,345
Djadida	0,495	0,482	0,328	0,294	0,239
Djadida	0,365	0,452	0,509	0,272	0,245
Djadida	0,561	0,486	0,477	0,469	0,189

Tableau06 : Teneur en chlorophylle totale.

Géotypes	Temoin	50 meq	100 meq	150 meq	200 meq
Ril 29	1,92	1,543	1,351	1,141	2,09
Ril 29	1,8	1,349	0,928	1,003	1,054
Ril 29	1,69	1,482	1,4875	1,058	1,183
Ril 83	1,94	1,346	1,177	1,052	1,101
Ril 83	2,007	1,472	1,186	1,119	1,059
Ril 83	2,197	1,74	1,205	1,16	2,204
Ril 104	1,64	1,512	1,577	1,346	1,245
Ril 104	1,94	1,346	1,177	0,952	1,101
Ril 104	1,87	1,642	1,163	1,119	1,207
Djadida	2,067	1,457	1,241	1,227	1,094
Djadida	1,97	1,312	2,0898	0,981	1,13
Djadida	1,706	1,744	1,154	1,835	1,174