

Université Abdelhamid Ibn  
Badis-Mostaganem  
Faculté des Sciences de la  
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس  
مستغانم  
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**CHADLI Siham et LEGAID Khaoula**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN BIOLOGIE**

**Spécialité: Biodiversité et Environnement**

THÈME

**EFFET DE LA SALINITE SUR LES  
PARAMETRES  
MORPHOPHYSIOLOGIQUE DE L'HARICOT  
(*Phaseolus Vulgaris* L.)**

Soutenu publiquement le :

DEVANT LE JURY

Président Mr DJIBAOUI Rachid

Pr

Université de Mostaganem

Rapporteur Mr.TAHRI Miloude

MCB

Université de Mostaganem

Examineur Mr. Nebbach Salim

MCB

Université de Mostaganem

Thème réalisé au Laboratoire Biologie Végétale - Département de biologie

Année universitaire 2019/2020

## Remerciements

Avant tout, je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonte pour accomplir ce modeste travail.

J'exprime ma reconnaissance à mon encadreur "**TAHRI Miloud**" et les membres de jury ainsi que tous mes professeurs de la promotion de Master de Biodiversité et Environnement qui m'ont permis d'acquérir toutes mes connaissances et sans qui je n'aurais pas pu accomplir ce travail

Je ne pourrai terminer ces remerciements sans y associer ma famille et mes amis (es) qui m'ont toujours apporté tout leur soutien et leur appui afin d'arriver au terme de cette aventure. Et tous ceux rencontrés durant ces cinq années pour leurs conseils. A toutes et à tous je leur dis un grand merci.

## ***Dédicace***

*Je dédie ce travail à mes très chers parents, à qui je dois  
cette fierté et qui m'ont beaucoup soutenu et aidé.*

*A mes sœurs, et mes frères en leur souhaitons à toutes bonne  
réussite dans leur vie .*

*A toute ma famille.*

*A tous mes ami(e)s et à tous membre de ma promotion.*

***CHADLI Siham***

## ***Dédicace***

*Je dédie ce travail à mes très chers parents pour leur patience,  
leur amour leur soutien et leur encouragements,*

*A mes sœurs, et mes frères et à mes amies et mes camarades*

*A ma très chère fille maria*

*Sans oublier tous les professeurs que ce soit du primaire, du moyen du  
lycée et de l'enseignement supérieur*

***Legaid khaoula***

## Résumé

Dans cette expérimentation, nous avons étudié le comportement des plantes d'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) âgées de six semaines, stressées à la salinité au NaCl+CaCl<sub>2</sub> à des concentrations de 50 meq.l<sup>-1</sup> et 100 meq.l<sup>-1</sup> et 200 meq.l<sup>-1</sup>. Les paramètres mesurés dans cette expérimentation sont physio morphologie au niveau des feuilles, des tiges et des racines .

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une augmentation de la teneur de germination dans les racines au fur et à mesure de l'augmentation de la salinité

Successivement sous les traitements 50 et 100 et 200 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl+CaCl<sub>2</sub> ce qui donne des taux d'augmentation respectivement de 38% et 50 %.

Au niveau des feuilles et des tiges, il faut noter une diminution du taux des germination chez les plantes nourries à 50 et 100 meq.l<sup>-1</sup> par rapport aux plantes témoins .

**Mots clés** : salinité, morpho physiologie, germination, haricot (*Phaseolus vulgaris* L.).

## **Abstract**

In this experiment, we studied the behavior of bean plants (*Phaseolus vulgaris* L.) six weeks old, stressed to salinity with NaCl + CaCl<sub>2</sub> at concentrations of 50 meq.l<sup>-1</sup> and 100 meq.l<sup>-1</sup> and 200 meq.l<sup>-1</sup>. The parameters measured in this experiment are physio-morphology at the level of leaves, stems and roots.

The results obtained show that there is an increase in the germination content in the roots as the salinity increases.

successively under the 50 and 100 and 200 meq.l<sup>-1</sup> treatments of NaCl + CaCl<sub>2</sub> which gives increase rates of 38% and 50% respectively.

At the level of leaves and stems, it should be noted a decrease in the rate of germination in plants fed at 50 and 100 meq.l<sup>-1</sup> compared to control plants.

**Key words:** salinity, morpho physiology, bean (*Phaseolus vulgaris* L.).

## ملخص

في هذه التجربة، درسنا سلوك نباتات فاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L) التي يبلغ عمرها ستة أسابيع ، المشددة على الملوحة مع  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$  بتركيزات  $50 \text{ meq.l}^{-1}$  و  $100 \text{ meq.l}^{-1}$  و  $200 \text{ meq.l}^{-1}$ . المقاييس التي تم قياسها في هذه التجربة هي الشكل فيزيومورفولوجيا. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن هناك زيادة في محتوى الإنبات في الجذور مع زيادة الملوحة.

تباعا في ظل المعالجات 50 و 100 و  $200 \text{ meq.l}^{-1}$  من كلوريد الصوديوم + كلوريد الكالسيوم مما يعطي معدلات زيادة قدرها 38% و 50% على التوالي. على مستوى الأوراق والسيقان، تجدر الإشارة إلى انخفاض معدل الإنبات في النباتات التي تتغذى عند  $50 \text{ meq.l}^{-1}$  و  $100 \text{ meq.l}^{-1}$  مقارنة بالنباتات الضابطة.

**الكلمات المفتاحية:** الملوحة ، الفيزيولوجيا الشكلية ، الإنبات ، فاصوليا (*Phaseolus vulgaris* L).

## **Table des matières**

<i>Liste des figures</i>	<i>a</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>b</i>
<i>Liste des abréviations</i>	<i>c</i>

## **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

<b>Introduction</b>	1-2
Table des matières	
Chapitre I. Généralité sur le stress	
I.1. Définition de stress .....	5
I.2. Les stress abiotiques chez les plantes .....	5
I.3. Définition de la salinité .....	12
I.4. La tolérance des plantes à la salinité .....	16
I.5. La régulation ionique et compartimentation .....	16
I.6. Salinité dans le monde et en Algérie .....	17
Chapitre II. Présentation de l'espèce (l'haricot)	
II.1. Haricot commun ( <i>Phaseolus vulgaris L.</i> ) .....	21
II.2. Ecologie de l'espèce .....	21
II.3. Classification .....	21
II.4. Description .....	21
II.5. Description du cycle de développement de l'haricot .....	22
II.6. Utilisation .....	23
Partie Expériment	
Chapitre III. Matériel et Méthode	
III.1. Matériel végétale utilisé: .....	26
III.2. Conditions expérimentales: .....	26
III.3. Méthodes .....	27
III.3.1. Préparation des pots .....	27
III.3.2. Préparation du substrat .....	27
III.3.3. Préparation des solutions d'arrosage .....	29
III.3.4. Irrigation .....	29
III.3.5. Déroulement de l'expérimentation .....	29
III.3.5. 1. Test préliminaire de la germination .....	29
III.4. Les traitements salins appliqués .....	30
III.5. Les étapes de prétraitement de la plante entière .....	30

III.6 . Analyse statistique.....	31
Chapitre IV. Résultats et discussion	
IV Teneurs en germination des plantes stressées .....	35
IV .1. Action du stress salin sur la longueur de la racine en fonction des différentes concentrations salines.....	37
IV .2 . Discussions	
Conclusion.....	40
References bibliographique	
Annex	

## **LISTE DES FIGURES**

Figure 1.Aspect général des conteneurs.....	27
Figure 2.Lavage de sable.....	28
Figure 3.Sécher le sable .....	28
Figure 4.Remplissage des pots.....	28
Figure 5.Graines mises en germination.....	29
Figure 6.Dispositif expérimental.....	30
Figure7. prétraitement effectuée. ....	30
Figure 8.traitement des échantillons pour les coupes anatomiques.....	31
Figure 9.Germination sur les biote pétri.....	31
Figure10.la dure de la germination pendant 15 jour .....	33
Figure11. Variation de la longueur des racines de l'haricot ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en fonction du stress salin.....	35
Figure12. Variation de la longueur des tiges de l'haricot ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en fonction du stress salin.....	36
Figure13. Variation de nombre des feuilles de l'haricot ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.) en fonction du stress salin. ....	37

## Liste des tableaux

Tableau1.Répartition des sols salés dans le monde (Szablocs, 1994).....	17
Tableau2.les principales caractéristiques du matériel végétal utilisé.....	26
Tableau3.Préparation des solutions salines de Na Cl + CaCl <sub>2</sub> .....	29
Tableau 4. Variation de longueur des racines (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines.....	35
Tableau 5 .Variation de longueur des tiges (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaine.....	35
Tableau.6. Variation des nombre des feuilles (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines.....	36

## Liste des abréviations

°C	Degré Celsius
Ca <sup>++</sup>	Calcium
CaCl <sub>2</sub>	Di chlorure de calcium.
Cl <sup>-</sup>	Chlore
cm	Centimètre
Fig	Figure
g	Gramme
L	Litre
m mho/cm	Millimhos par centimètre
meq.l <sup>-1</sup>	Milli équivalent/litre
ml	millilitre
mm	millimètre
MS	matière sèche
Na	Sodium
NaCl	Chlorure de sodium
Tab	Tableau
µg	micro gramme
µl	micro litre
µmol	micro mole



**INTRODUCTION**

# Introduction

---

## Introduction

Tout au long de leur cycle de développement, les plantes sont exposées aux fluctuations de leur environnement sans pouvoir s'y soustraire. Dans les régions méditerranéennes, la sécheresse et la salinité constituent des stress abiotiques limitant sérieusement la productivité des espèces cultivées (**Radhouane, 2008 ; Benmahioul Et Al, 2009**).

En Algérie, la sécheresse constitue l'un des facteurs contribuant à la salinisation des sols. En effet, dans les zones semi-arides, les faibles précipitations et la montée de la température engendrent l'accroissement de l'évaporation et provoquent ainsi la remontée des sels vers la rhizosphère. Le phénomène s'accroît d'avantage, suite à la pratique de l'irrigation où les eaux contiennent souvent des teneurs en sels jugées élevées.

Les effets des sels, notamment le NaCl dépendent de sa concentration au niveau du milieu de culture et de l'époque de sa déclaration. Néanmoins, les réactions vis-à-vis de ce facteur restent intimement liées à la nature des espèces, voir même de la variété (**Kadri Et Al, 2009**).

Un sol salé se définit par un surplus des ions issus de la solubilisation du ou des sels impliqués dans sa contamination. Une forte accumulation de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  caractérisent les sols dont l'origine de la salinité est liée à la présence de chlorure de sodium. L'action de ces ions s'énumère essentiellement à deux niveaux, osmotiques et toxiques. Ainsi, ils sont à l'origine d'un abaissement du potentiel hydrique du sol et menacent l'approvisionnement en eau de la plante et perturbent par leur accumulation au niveau cellulaire le déroulement de nombreux processus physiologiques. Sur le plan physique du sol, le  $\text{Na}^+$  limite son agrégation, aboutissant à une structure poudreuse asphyxiant ainsi le développement racinaire.

La phase de germination est considérée comme primordiale dans l'élaboration du rendement et la productivité des espèces cultivées. La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et en particulier par la disponibilité de l'eau dans le sol. C'est

sur la qualité de sa réalisation que repose inévitablement le déroulement des stades ultérieurs du cycle de développement de la plante. Elle compte parmi les stades les plus vulnérables aux effets de la salinité. L'excès des sels inhibe son imbibition et perturbe l'activité de nombreuses enzymes, notamment les amylases impliquées dans la dégradation des réserves glucidiques (**Beri Et Gupta, 2007**), les oxydases et les peroxydases (**Hajlaouil et al, 2007**).

La mobilisation des réserves de la graine et leur métabolisme sont modulés en

## Introduction

---

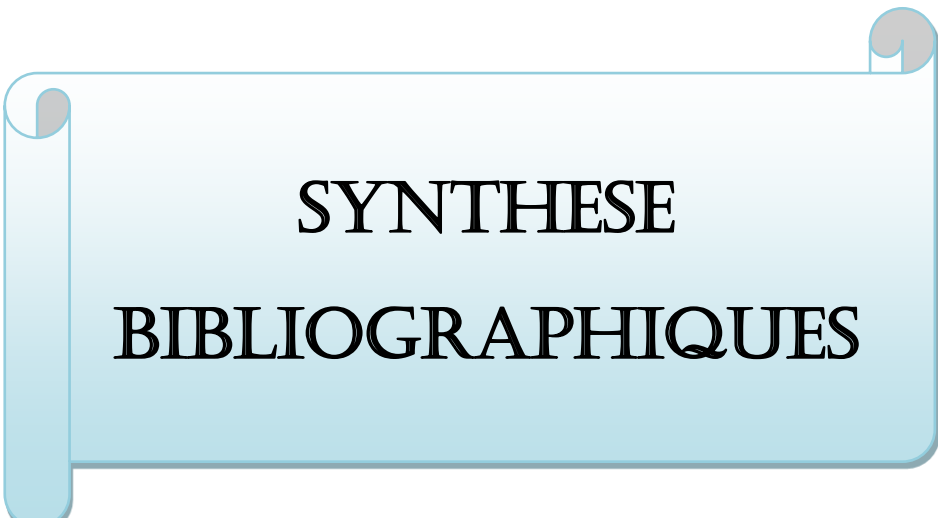
permanence en réponses aux changements des conditions environnementales. Ainsi, les végétaux au cours de leur phase de germination présentent une fragilité accrue aux contraintes du milieu qui menace l'installation réussie de la jeune plantule, conditionnant fortement le comportement de la culture à l'élaboration de son rendement.

La culture des légumineuses à graines est particulièrement l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), le pois chiche (*Cicer arietinum*) et la lentille (*Lens culinaris*), est d'un intérêt économique très marqué et ce qui justifie leur occupation de nombreuses régions à travers le monde. Pour l'économie, les graines sont à la fois un élément de compétition économique (industrie des semences) et ont une grande importance dans l'alimentation de l'homme. En Algérie, les haricots secs constituent un élément important dans le modèle de consommation dominant de la population locale. Elles constituent une source d'apport nutritionnel riche en protéines, glucides, minéraux et en fibres susceptibles d'une correction efficace de carences en ces éléments.

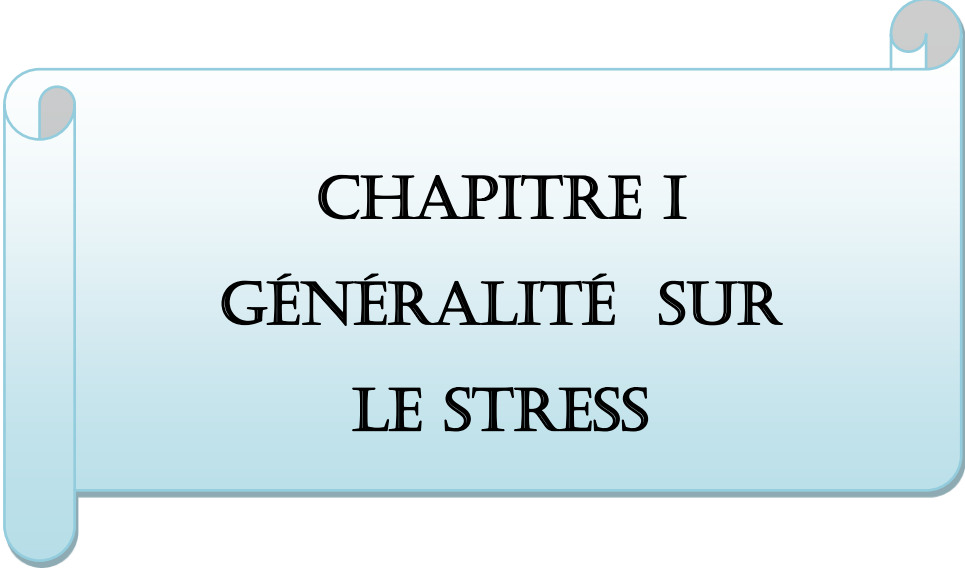
La culture d'haricot notamment sa forme maraichère occupe l'aire agricole située principalement dans les plaines intérieures. A ce niveau, l'alimentation hydrique de la plante s'assure principalement par l'irrigation. En plus de la remontée de sels, cette pratique contribue grandement à l'accroissement de la salinité des sols de culture de cette espèce.

De nombreux travaux (**Bayuelo-jiménez et al, 2002 ; Gama et al, 2007 ; Bouzid, 2009-2010 ; Zaman-allah et al, 2009**) ont traité les effets de la salinité sur le développement et la productivité de l'haricot. Cependant les recherches consacrées à l'étude des impacts et les réactions de la plante à l'encontre des excès des sels au cours de sa phase de germination, restent insuffisants. Le travail présenté s'inscrit dans ce contexte de recherches. Il englobe différents essais prétendant à estimer les effets et les réponses de la plante conduite sous différentes teneurs de la salinite NaCl (0, 50, 100 et 200 meq/l) au cours de la réalisation du stade de germination.

Le travail est présenté suivant quatre parties. Dans une première, sont exposés les principaux travaux traitant la problématique de recherche proposée. Les méthodes et les démarches scientifiques suivies sont présentées dans un second chapitre ; Chapitre 1 : généralité sur le stress , Chapitre 2 : présentation de l'espèce (l'haricot) , Chapitre 3 : Matériel et Méthode ,Enfin, dans une dernière partie, sont présentés les résultats auxquels on est parvenu ,Chapitre 4 : résultats et discussion et enfin une conclusion .



**SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUES**



**CHAPITRE I**  
**GÉNÉRALITÉ SUR**  
**LE STRESS**

## I.1. Définition de stress

Au niveau cellulaire, un stress est causé par la variation d'un paramètre environnemental qui entraîne la mise en place des mécanismes de régulation de l'homéostasie. Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress : les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et les stress abiotiques (qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux) (Levitt, 1980 ; Zhu, 2002 ; Vincent, 2006).

Le stress correspond à toute condition de l'environnement ou combinaison de conditions qui empêche la plante de réaliser l'expression de son potentiel génétique pour la croissance, le développement et la reproduction (Dubois, 1991).

### I. 2. Les stress abiotiques chez les plantes

Les stress abiotiques sont causés généralement par la sécheresse (Giraud et al, 2008), la salinité (Iuhua et al, 2008), les hautes ou les basses températures, la lumière (Giraud et al, 2008), l'excès ou le déficit en éléments et les métaux lourds (Klein et al, 2008).

Les stress abiotiques induisent des changements physiologiques (Langridge et al, 2006) et des changements dans les processus cellulaires et moléculaires (Chinnusamy et al, 2006 ; Talame et al, 2007). Les stress peuvent également affecter le fonctionnement de la plante en perturbant les flux ioniques (Langridge et al, 2006) ou en altérant les parois ou membranes cellulaires (Zhu, 2001 ; Wang et al, 2003).

#### I. 2.1. Le stress hydrique

La sécheresse menant au stress hydrique dans la plante est un problème important qui réduit la productivité agricole tropicale, semi-aride et aride du monde (Leakey et al, 2006).

Le stress hydrique du sol doit être décomposé en déficit hydrique et l'excès d'eau entraînant l'asphyxie. Il peut limiter ainsi la croissance des végétaux, en modifiant le lien entre la disponibilité et les besoins (Bezzala, 2005). Il se traduit chez la plante par une série de modifications qui touchent les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles.

Le déficit hydrique joue un rôle direct sur la physiologie des plantes ; toutes les fonctions physiologiques ne sont pas affectées en même temps et avec la même ampleur (Brisson, 2008)

## I.2.2. Le stress thermique

Pour effectuer sa croissance et son développement, chaque plante exige une gamme bien particulière de températures. Chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peuvent se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue et au delà, elle s'annule (**Hopkins, 2003**).

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**).

## I.2.3. Stress au froid

La sensibilité des plantes aux températures extrêmes est très variable. Certaines sont tuées ou lésées par les baisses modérées de température, alors que d'autres parfaitement acclimatées, sont capable de survivre au gel à des dizaines de degrés Celsius en dessous de zéro.

Quand les plantes sont soumises à des températures sub-optimales (entre 10 et 20°C), la croissance et le développement se ralentissent, à des températures dites froides (entre 0 et 10°C), des dommages tissulaires et cellulaires apparaissent (**Voytsekh et al, 2008**) et à des températures négatives, les parties aériennes meurent.

Les effets du froid ne dépendent non seulement du minimum de température atteint, mais aussi de la nature et de la progressivité du refroidissement, de sa durée et du réchauffement, de l'espèce et de son âge.

Les symptômes des dommages causés par le froid sont le reflet d'un dysfonctionnement de toute série de métabolisme comme l'arrêt des mouvements de cyclose, la réduction de la respiration, de la photosynthèse et des synthèses protéiques (**Borges et al, 2008**).

En dehors de son effet préjudiciable, le froid a une fonction capitale et bénéfique sur le développement, car il assure la vernalisation et l'allongement des entre nœuds de la tige (**Heller et al, 2000 ; Dubois, 2007**).

### I.2.4 .Le stress induit par les températures élevées

La contrainte thermique par la chaleur est souvent définie comme l'élévation de la température au delà d'un seuil d'avertissement pendant une période suffisante qui endommage irréversiblement la croissance et le développement de la plante. Généralement un passage de la température entre 10-15 au-dessus de la température ambiante, est considéré comme un choc thermique ou bien une contrainte thermique. Cependant, cette dernière est une fonction complexe de l'intensité (le degré de la température), de la durée, et du taux d'accroissement de la température (**Peet et Willits, 1998**).

Lorsque la température optimale du développement d'une plante est dépassée, le rendement des cultures baisse; cette température optimale varie d'une plante à l'autre. La plupart des plantes cultivées craignent les hautes températures, même pendant des laps de temps courts. Une température de l'air entre 45 et 55°C pendant une demi-heure abîme directement les feuilles des plantes dans la plupart des cas, et même des températures plus basses (entre 35°C et 40°C) peuvent être graves si elles persistent (**Hopkins, 2003**).

De nombreuses plantes évitent la surchauffe en faisant adopter une position plus verticale, enroulement des feuilles, la production de poils foliaires et de surfaces cireuses qui réfléchissent la lumière (**Dubois., 2007**).

### I. 2.5. Le stress salin

Le stress salin peut directement ou indirectement affecter le statut physiologique des plantes en changeant leur métabolisme, leur croissance et leur développement (**Ajmal khan, 2000 ; Garg et al, 2002**). Il est difficile d'estimer les conséquences d'un stress salin, car il recouvre à la fois des stress hydrique, ionique et nutritionnel. Ainsi, les impacts de la salinité sur le développement et le rendement de la plante sont aussi nombreux que difficiles à hiérarchiser.

Les problèmes osmotiques pourraient se produire en raison de l'accumulation des concentrations élevées de Na<sup>+</sup> dans l'apoplasme des feuilles, puisque l'ion Na<sup>+</sup> présent avec les éléments circulants dans le xylème, est laissé pendant que l'eau s'évapore (**Tester et Davenport, 2003**).

## I.2.6 Le stress salin et les plantes

Le stress salin se définit comme la présence de concentrations excessives de sels solubles dans le sol, se traduisant par des dégâts sur la plante allant d'une baisse légère de rendement à une détérioration totale de la plante.

Généralement, un taux élevé de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  cause le stress salin. Le stress salin a un triple effet ; il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité ionique.

Le stress salin s'applique plutôt à un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$ .

Les stress altèrent le métabolisme végétal menant aux effets négatifs sur la croissance, le développement et la productivité des plantes (**Less et Galili, 2008**).

Selon **Levitt (1980)**, le stress perçu par une plante, autrement dit le niveau de tension interne, dépend de la résistance de l'organisme à un type de stress appliqué avec une certaine intensité. En plus du type de stress et de son intensité, il faut également considérer la durée d'exposition. En effet, si l'intensité du stress est trop faible pour provoquer des dommages irréversibles à court terme, à long terme, ce stress peut provoquer des changements plastiques, voire la mort de l'organisme

## I.2.7 Réponses des plantes aux stress salin

### I.2.7.1 Mécanismes de résistance aux stress salin

L'expression des plantes à la salinité se traduit à la fois, par un stress hydrique dû aux effets osmotiques du sel, et par un stress chimique principalement dû aux effets toxiques du sodium. Ainsi l'évaluation de la réponse à la salinité d'une espèce ou d'une variété donnée est sous l'influence de facteurs souvent difficiles à contrôler (**Shannon et al., 1985 ; Amrar, 1993**).

L'adaptation à un stress salin engendre des stratégies de résistance particulières. Il existe deux stratégies de résistance (**Levitt, 1980**).

### I.2.7 2 Résistance par exclusion (stress avoidance)

L'organisme inhibe ou réduit la pénétration du stress (substance toxique) dans ses tissus. Ce phénomène est bien connu chez les halophytes, qui lors des journées ensoleillées, secrètent les sels sous formes de trémies visibles à la surface de leurs feuilles (**Batamouny, 1993**). Chez les glycophytes, comme le haricot, en général, les plantes excluent le sodium de leurs feuilles. Cependant cet ion se trouve souvent accumulé dans les tiges et dans les racines (**Hubac, 1990**).

## I.2.7. 3 Résistance par inclusion (stress tolérance)

L'organisme absorbe l'agent stressant pour rétablir l'équilibre thermodynamique avec son environnement sans subir de dommage irréversible tout en poursuivant sa croissance. L'organisme réduit ainsi la tension interne pour un même niveau de stress (**Lerner, 1999**).

## I.2.7. 4 Résistance par recirculation

Récemment, les travaux de (**Berthomieu *et al.*, (2003)**) ont montré chez *Arabidopsis thaliana* une troisième stratégie à l'intermédiaire entre l'exclusion et l'inclusion, la recirculation. Le Na<sup>+</sup> est absorbé et parvient jusqu'aux parties aériennes, mais il est aussitôt repompé être conduit par les vaisseaux du phloème vers les racines, qui peuvent excréter les ions à l'extérieur. La résistance par exclusion semble être une évolution par rapport à la résistance par tolérance puisque ne pas réaliser l'équilibre thermodynamique (en réduisant la tension interne) pour préserver les fonctions métaboliques à leur optimum favorise une meilleure croissance (**Levitt, 1980**).

## I.2.8. Stratégie d'adaptation aux stress salin

### I.2.8.1. Réponse de croissance

Pour s'adapter au stress salin, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance (**Yeo, 1983, Zhu, 2002**). C'est l'effet le plus commun des stress abiotiques sur la physiologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil ou les dommages seront irréversibles.

La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce / variété (**Zhu, 2001 in Bois, 2005**)

### I.2.8.2. Ajustement osmotique

Les osmolytes sont des solutés influençant le potentiel osmotique d'une solution. Ils sont qualifiés de compatibles lorsqu'ils n'interfèrent pas avec le métabolisme de la plante (**Brown et Simpson 1972**).

On retrouve des stratégies d'adaptation communes au stress salin et au stress hydrique. D'une part, il existe des stratégies qui font appel à des modifications plutôt d'ordre physique, réduction de l'hydratation cellulaire, réduction du volume cellulaire, modification du module d'élasticité des

parois cellulaires et augmentation de la conductivité hydraulique. D'autre part, il existe des stratégies plutôt d'ordre chimique et en particulier l'ajustement osmotique (Yeo, 1983). Cet ajustement se retrouve chez la grande majorité des organismes vivants pour le maintien de l'alimentation hydrique et de la pression de turgescence (Yeo, 1983, Niu *et al.*, 1995, Bohnert et Shen, 1999).

Pendant l'assèchement de l'environnement intracellulaire, des solutés compatibles vont s'accumuler pour protéger les structures cellulaires (Takagi *et al.*, 1997). Ainsi, en présence d'un milieu à forte osmolarité, l'absorption, la production et l'accumulation de ces composés seront favorisées. Ces éléments ont une fonction osmoprotectrice ou osmorégulatrice, on retrouve parmi eux des éléments minéraux (K<sup>+</sup>), des dérivés quaternaires d'acides aminées (proline) (Belkhodja et Bidai, 2004), des sucres simples (fructose, glucose et saccharose) et des sucres complexes (raffinose et fructanos) (Levitt, 1980 ; Orcutt et Nilsen, 2000 ; Niu *et al.*, 1997 ; Bohnert et Shen, 1999).

Le contrôle de l'ajustement osmotique a plusieurs origines, l'augmentation des ressources allouées à la production de solutés compatibles, la réduction du catabolisme de ces osmolytes ou la réduction de leur diffusion (par la composition membranaire) dans le milieu extérieur. En outre, selon la variété/composition des osmolytes accumulés, la dépense d'énergie pour ce processus diffère (Niu *et al.*, 1997). Ce contrôle résulte en des capacités d'ajustement variées, et pour une protection des structures cellulaires plus ou moins élevée. Les osmolytes peuvent être d'origine organique (interne), ou inorganique (externe) (Niu *et al.*, 1995). On suppose que l'accumulation des premiers représente un coût plus élevé en énergie et en ressources minérales, alors que les seconds, à l'origine du stress (Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup>), sont en excès et donc moins coûteux à accumuler (Niu *et al.*, 1997).

### I.2.9 .Compartimentation

Un organisme peut difficilement exclure totalement le Na<sup>+</sup> de ses tissus. Chez les plantes, une des stratégies de tolérance à la salinité des plus communes est la compartimentation des ions (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>) en excès dans les tissus. Cette redistribution contrôlée se fait essentiellement dans les vacuoles (Niu *et al.*, 1995 ; Yeo 1998 ; Horie et Schroeder, 2004) et éventuellement, à l'échelle de la plante entière, dans les organes les plus vieux ou les moins sensibles (Cheeseman, 1988 ; Munns, 1993). Pour être contrôlé, le déplacement de ions au travers des membranes implique un transport actif, consommateur d'énergie, qui utilise différents transporteurs (en densité variable) à la surface des membranes cellulaires (Orcutt et Nilsen, 2000 ; Tyerman et Skerrett, 1999). Une fois vacuolisé, le Na<sup>+</sup> en excès contribue à l'ajustement osmotique sans altérer les processus métaboliques. Les solutés compatibles accumulés dans le cytoplasme contrebalancent la pression pour contenir le Na<sup>+</sup> dans les vacuoles (Levitt, 1980 ; Yeo, 1983 ; Orcutt et Nilsen, 2000 ; Yeo 1998 ; Tyerman et Skerrett, 1999 ; Hasegawa *et al.*, 2000).

### I.2.10 .Contrôle membranaire

Bien que cette thématique soit peu développée dans les travaux présentés ci-après, l'adaptation au stress salin se met en place également au niveau des membranes cellulaires (membrane plasmique, tonoplaste). La modification qualitative et quantitative des aquaporines (protéines trans-membranaires) est par exemple un processus capable de modifier la conductivité hydraulique de la plante et de favoriser ou restreindre les mouvements d'eau (Yeo, 1998 ; Chrispeels et Maurel, 2001). Les membranes voient également leur composition lipidique modifiée en réponse à un stress de salinité (Mansour et Salama, 2004). En termes de transport ionique, la stratégie de résistance à la salinité est qualitative et quantitative. La sélectivité des ions à l'entrée constitue la composante qualitative. Elle se définit à partir des différents transporteurs membranaires récents (antiport  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ ) (Tyerman et Skerrett, 1999). Dans la diffusion facilitée comme dans le transport actif, les protéines membranaires peuvent être très spécifiques de certains solutés. Néanmoins, plusieurs solutés peuvent entrer en compétition pour un même protéine de transport ( $\text{Na}^+$  et  $\text{K}^+$ ). D'un point de vue quantitatif, la perméabilité membranaire au  $\text{Na}^+$  ainsi que l'activité/la quantité/la sensibilité des antiports  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  membranaires évoluent pour s'adapter à un stress sodique à long terme (Niu *et al.*, 1995 ; Tyerman et Skerrett, 1999).

### I.2.11. Fonctionnement cellulaire

Le fonctionnement cellulaire est modifié pour servir la stratégie d'adaptation de la plante, à l'échelle de la cellule comme de la plante entière. Le niveau de salinité est perçu au niveau des membranes en contact avec la solution saline (Xiong *et al.*, 2002) et dans tout l'organisme par la perte de turgescence. Des signaux de transduction sont alors émis. L'ensemble de ces signaux contrôle le rétablissement de l'homéostasie ionique et hydrique des cellules, la réparation et la prévention des dommages et la croissance cellulaire (Zhu, 2002). Par exemple, en réponse à la réduction du potentiel osmotique externe, des signaux à base de ça vont activer des protéines kinases dont dépend la suite de la réponse en aval (Xiong *et al.*, 2002 ; Zhu, 2002). Cette information va éventuellement se transmettre via l'émission d'hormones de stress (signal de longue distance) tel que l'ABA (Hetherington et Quatrano, 1991 ; Hartung et Jeschke, 1999 ; Itai 1999 ; Xiong *et al.*, 2002). L'ABA est largement impliqué dans les relations hydriques et la tolérance au stress des végétaux, cette hormone contrôle la fermeture stomatique, stimule l'absorption d'eau au niveau des racines et modifie la croissance (diminue le ratio cime/racine, stimule la formation de racines latérales et de poils absorbants) (Hartung et Jeschke, 1999).

La réduction du poids sec des plantes est la réponse typique des non halophytes à la salinité (Munns et Teraat, 1986 ; Allarcon *et al.*, 1993, Nabil et Coudret, 1995 cités par Viégas et Silveira 1999).

### I.3. Définition de la salinité

On désigne par salinité la concentration des solutions du sol en sels dissous. Son évaluation utilise la relation existant entre la concentration d'une solution et la résistivité résultante ; celle-ci variant en raison inverse de la première : plus la concentration (salinité) sera forte, plus la résistivité sera faible (Luttge et al, 2000).

La salinité se produit après l'évaporation de l'eau dans les zones terrestres arides, l'eau du sol se déplace vers la surface, c'est pourquoi les sels, surtout le NaCl, s'accumulent dans les couches superficielles du sol (Luttge et al, 2000).

Quelques effets de hautes concentrations en NaCl du sol, sont le résultat de la déficience d'autres éléments nutritifs (Silberbush et Benasher, 2001), ou des interactions avec d'autres facteurs environnementaux, tels que la sécheresse, qui aggravent les problèmes liés à la toxicité au Na<sup>+</sup>. Il est rapporté aussi que les insuffisances nutritives peuvent se produire car, aux taux élevés, l'ion Na<sup>+</sup> empêche l'absorption d'autres éléments. Cet effet est dû à l'interférence des transporteurs, au niveau de la membrane plasmique des racines, comme les canaux sélectifs de l'ion K<sup>+</sup>.

La salinité est un des problèmes les plus graves qui limitent la croissance des plantes et le rendement des cultures. Le stress salin induit les différents types de modifications (Miyake et al, 2006).

#### I.3.1. Effet de la salinité sur les plantes

Le degré de tolérance des plantes à la salinité peut être différent d'un stade à un autre du cycle de la plante. Pour la plupart des espèces, les stades germination et émergence seraient les plus sensibles.

- **Les halophytes**

Accumulent le sel dans leurs vacuoles au niveau des feuilles pour augmenter leur pression osmotique. Elles fabriquent également des osmoticum (ou osmolytes), molécules organiques qui s'accumulent dans les vacuoles, pour contrecarrer l'action du sel en augmentant la pression osmotique cellulaire, ce qui en limite ainsi l'entrée. On distingue trois cas d'halophytes : **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*, *Sueda maritima*...), **les halophytes facultatives**, montrant une légère augmentation de la biomasse à des teneurs faibles en sels (*Plantago maritima*, *Aster tripolium*...) et **les non-halophytes résistantes**, supportant de faible concentration de sel (*Hordeum sp...*) (Calu, 2006).

- **Les glycophytes ou halophobes**

Plantes sensibles à la présence de sel (*Phaseolus vulgaris*, *glycine max...*) (Calu, 2006) et dont l'halo tolérance est limitée, il y a plutôt un rejet de sel. Elles expulsent activement du Na<sup>+</sup> au niveau des racines, mais en accumulent dans les vacuoles des feuilles.

Pour combattre le stress, les plantes déclenchent plusieurs mécanismes qui les font résistantes avec la formation de nouvelles molécules et des mécanismes moléculaires de tolérance (Subramanyam et al, 2008).

### **I.3.2. Effet de la salinité sur la germination des graines**

La survie des plants dans un milieu donné, dépend en grande partie de leur réaction au stade germination.

La salinité peut entraîner une diminution importante du taux final de germination, qui peut à son tour conduire à l'établissement de peuplements irréguliers et réduire la récolte des rendements (Yildirim et Güvenç, 2006)

La présence excessive des sels solubles peut causer une forte pression osmotique chez les plantes et l'inhibition de la germination des graines ainsi que le développement de la plante entière en réduisant sa capacité à retenir l'eau entraînant des conséquences sur le niveau de croissance et sur l'activité métabolique (Belkhodja et Bidai, 2004).

Plusieurs études ont montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination, sur la croissance biologique et sur la production des grains (Ben naceur et al, 2001).

Les effets inhibiteurs imposés par la salinité sur le processus de la germination peuvent être également expliqué par l'altération de l'activité enzymatique, indispensable à la réactivation cellulaire pendant cette phase. Ainsi la salinité inhibe l'activité de plusieurs enzymes (Larcher, 1995)

### **I.3.3. Effets de la salinité sur la croissance**

La tolérance d'une culture à la salinité est une valeur relative basée sur les conditions de croissance de cette culture, la résistance au sel dépend de la complexité anatomique et physiologique de la plante (Zhu, 2001).

Le NaCl peut augmenter la croissance et le développement des plantes, mais à un certain taux, le sel peut nuire et endommager la croissance et le développement des plantes à cause du changement du potentiel osmotique, du déséquilibre ionique et de la toxicité ionique dans les cellules (Guerrier, 1983).

En présence des conditions salines, une diminution dans la croissance de l'appareil végétatif aérien et une stimulation du développement racinaire ont été observées. L'accumulation de sel dans les tissus de plantes au-dessus de la normale va causer une certaine inhibition du rendement.

La salinité affecterait de plusieurs manières la croissance de la plante soit en diminuant la disponibilité en eau, soit en provoquant une accumulation des ions à des doses toxiques (**Shannon, 1985**).

La salinité affecte le développement des plantes, par exemple, chez la tomate, le NaCl réduit la hauteur de la plante, le calibre des fruits et favorise la précocité. Par contre, elle augmente la sénescence des feuilles du haricot et le nombre de fleurs par plante chez le coton (**Levitt, 1980**).

En présence des conditions salines, une diminution dans la croissance de l'appareil végétatif aérien et une stimulation du développement racinaire ont été observées. La croissance des tiges, des feuilles et des racines est significativement diminuée quand la salinité dépasse 4 g/l chez certaines variétés de blé (**M'barek et al, 2001**).

### I.3.3. Effet de la salinité sur la germination et la levée

Les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (**Ismail, 1990 in Lachiheb et al., 2004**). Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique :

- ✓ Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination,

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

### I.3.4. Effet de la salinité sur la morphologie de la plante

Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui rendent compte du milieu de la tolérance ou de sensibilité des plantes au sel (**Bekhouche, 1992**).

Selon (**Levigneron et al, 1995**), une augmentation brutale de la salinité du sol se traduit par une réduction immédiate de la croissance foliaire. Un retard de croissance important est signalé chez la plupart des glycophytes dès 50 mM/l de NaCl dans la solution du sol. Par contre chez les halophytes leur croissance ne semble diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées. Par exemple chez *Atriplex halimus* L. c'est à partir de 480 mM/l de NaCl que sa production diminue (**Brun, 1980**). Parmi les manifestations

morphologiques des plantes au stress salin, on distingue :

- ✓ Une faible ramification, une diminution de la longueur de diamètre, du poids sec des tiges et les racines constatés sur les tomates ;
- ✓ Un raccourcissement des entre-nœuds et une diminution du nombre de nœuds ;
- ✓ Une réduction du nombre de feuilles (**Hamza, 1977**) et de la surface foliaire chez le haricot avec une diminution de 20% à 40% (**Larher et al., 1987**).

### I.3.5. Effet de la salinité sur la partie aérienne

Les travaux de **Nabil et Coudret, (1995)** cités par **Viégas et Silveira (1999)**, montrent que le traitement salin mène aussi à la réduction de la surface foliaire totale, un ralentissement de l'élongation racinaire suivie d'une augmentation de volume. En plus les symptômes de sénescence et de nécrose sont visibles au niveau des feuilles basales c-à-d. les feuilles adultes. Les symptômes peuvent être le résultat d'excès de Na<sup>+</sup> et des Cl<sup>-</sup> qui provoquent la chlorose ensuite la mort des feuilles adultes.

### I.3.6. Effet de la salinité sur la partie racinaire

Le développement de la partie racinaire au dépend de la partie aérienne est considéré par plusieurs auteurs comme un critère de résistance à la salinité. L'augmentation du rapport racine / tige est la réponse typique des glycophytes à la salinité (**Greenway et Munns, 1980**). D'après les résultats on voit clairement que la croissance des espèces étudiées est perturbée par le stress Salin.

### I.3.7. Effet de la salinité sur les paramètres physiologiques de la plante

- **Effet sur les sucres totaux**

Ils sont stimulés par un stress salin (**Levigneron et al., 1995**). Produits par le blocage de glucose ou de saccharose (provient de l'hydrolyse de l'amidon). Ces sucres sont abondants dans le cas de concentration fortement salin et déshydratants (**Hubacet, 1972**). Les sucres pourraient contribuer à plus de 50% à l'ajustement osmotique des glycophytes soumises aux conditions de salinités (**Farissi et al., 2014**)

- **Effet sur la proline**

Les teneurs en cet acide aminé à l'état libre s'accroissent rapidement chez de nombreuses mono ou dicotylédones soumise à un stress salin. Cette augmentation de la quantité de proline cytoplasmique est consécutive à la stimulation de sa synthèse, résultant d'une élévation des quantités de messagère codant pour l'enzyme qui convertit le glutamate semi aldéhyde en proline. Toutefois il semble que la stimulation de la synthèse de proline soit parallèle à une activation globale d'une voie métabolique partant d'un glutamate semi aldéhyde et conduisant à la proline mais aussi aux polyamines via l'ornithine et l'arginine qui s'accumulent également lors d'un stress salin (**Aurélien et al, 1995**).

La proline et les sucres solubles ce sont significativement accumuler dans les feuilles sous l'effet du sel.

Ils participent aux phénomènes d'ajustement osmotique (**Ben Khaled et al., 2003**). En plus du rôle osmotique attribuer la proline, celle-ci intervient dans la détoxification des formes actives d'oxygène (**Hong et al., 2000 ; Kocsy et al., 2005**) et la stabilisation des protéines (**Ashraf et Foolad, 2007**).

- **Effet sur Les bétaines**

Leur existence et leur rôle à retirer les champignons et les végétaux. En cas d'un stress salin, on considère que l'intensification du métabolisme de la colline peut participer au maintien des flux transmembranaire grâce à un renouvellement plus intense de la phosphatidylcholine, colline phosphorylée qui est la composante majeure de la structure de la membrane cellulaire (**Aurelie et al., 1995**).

- **Effet sur la chlorophylle totale**

Le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin. Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber pendant une période prolongée de stress salin (**Agastin et al., 2000**).

- **Effet de la salinité sur le rendement**

La salinité influence également la croissance et la qualité des fruits dont l'aspect (fruits plus petites et nécrosés) et la qualité organoleptique sont modifiés, et dont la valeur marchande devient médiocre (**Levigneron et al., 1995**).

### **I.4. La tolérance des plantes à la salinité**

La tolérance de la salinité est l'habilité des plantes à croître et compléter leur cycle de vie sur un substrat contenant la forte concentration de sel soluble.

Les plantes développent un nombre important de mécanismes biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin.

### **I.5. La régulation ionique et compartimentation**

L'absorption ionique et la compartimentation sont importantes non seulement pour la croissance normale mais aussi pour la croissance sous des conditions de salinité (**Parida et Das, 2005**) parce que le stress perturbe l'homéostasie ionique.

Les plantes qu'elles soient glycophytes ou halophytes, ne peuvent tolérer une grande quantité de sel dans le cytoplasme, et par conséquent sous des conditions de salinité, elles limitent l'excès de sel dans la vacuole ou compartimentent les ions dans différents tissus pour faciliter leurs formes métaboliques (**Xiong et Zhu, 2002 ; Zhu, 2003**).

La suppression du sodium du cytoplasme ou la compartimentation dans les vacuoles est réalisée par des enzymes induites par le sel : le transporteur membranaire (antiport)  $\text{Na}^+/\text{H}^+$  (**Xiong et Zhu, 2002 ;**

**Parida et Das, 2005).**

Dans le stress salin, les plantes maintiennent de fortes concentrations de  $K^+$  et de faibles concentrations de  $Na^+$  dans le cytosol et cela par la régulation de l'expression et de l'activité des transporteurs de  $K^+$  et  $Na^+$  et les pompes  $H^+$  qui produisent la force qui agit sur le transport (**Parida et Das, 2005**).

D'autre mécanisme pour la régulation du sel sont la sécrétion du sel et l'accumulation sélective du sel ou l'exclusion. La sécrétion du sel se produit par le développement de structures cellulaires uniques appelées les glandes excrétrices du sel. Ces glandes sécrètent le sel (spécialement le NaCl) des feuilles et maintiennent la concentration interne des ions à un niveau bas. L'exclusion du sel se produit dans les cellules pour réguler le taux du sel dans les feuilles de certaines halophytes (**Levitt, 1980**). L'accumulation sélective des ions ou des solutés qui donne comme résultat une augmentation dans la rétention de l'eau et /ou l'exclusion du sodium.

## I.6. Salinité dans le monde et en Algérie

Les terres émergées représentent 13,5 milliards d'ha. Mais, quand on a retiré les déserts, les hautes montagnes, l'Antarctique, le Groenland, il reste 3 milliards d'ha cultivables, soit 22% du total ; c'est seulement 50 fois la France (Nahon, 2008), et, la moitié de ces trois milliards d'ha cultivables sont déjà cultivés. Comme on prévoit à court terme le doublement des populations humaines, il est plus que temps de se préoccuper de la sauvegarde du capital sol. Or, ce capital est inextensible est menacé.

Les plus vastes étendues des sols affectés par l'excès de sel se trouvent en Australie avec 357 millions d'ha devant l'Asie du nord et du centre et de l'Amérique du Sud (**Szablocs, 1994**).

**Tab.1.Répartition des sols salés dans le monde (Szablocs, 1994).**

Sols affectés par les sels dans différents continents et sous continents ( $10^3$ hectares)	
Amérique du nord	15 755
Mexique et Amérique centrale	1 965
Amérique du sud	129 163
Afrique	80 608
Asie du sud	87 608
Asie du nord et du centre	211 686
Asie sud-est	19 983
Europe	50 804
Australie	357 330
<b>Total</b>	<b>954 902</b>

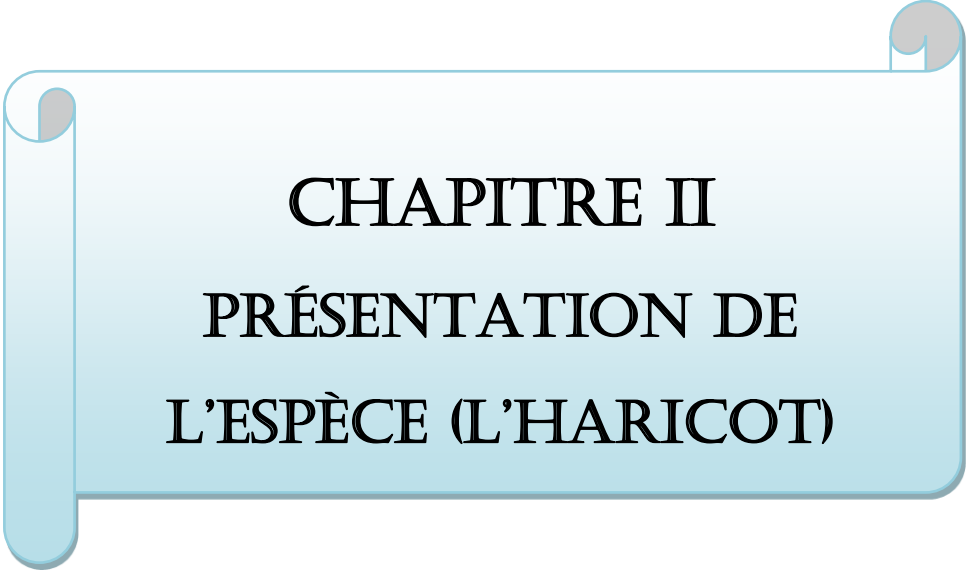
En Algérie plus d'un million d'hectares des sols affectés par la salinité essentiellement localisée le long de la frontière Algéro-marocaine ainsi dans les plaines et vallées d'Oranie, la vallée de la Mina, près de Relizane, sur les hautes plaines au sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le chott Melrhir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions sahariennes au sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla et au-delà (**Aubert ; 1983**).

L'Algérie, dont une grande partie des régions agricoles se caractérise par un climat aride et semiaride, est touchée par le processus de salinité. Actuellement, près de 3,2 millions d'hectares sont menacés de salinisation dans ce pays.

En Algérie, les sols salés sont très répandus en essentiellement dans les zones arides et semi-arides (qui couvrent près de 95% du territoire (**Benkhelifa et al., 1999**) représentant environ 25% de la surface (**Halitim, 1988**) soit 3,2 millions d'hectares (**Hamdy, 1999**).

Des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par les sels (**Durand, 1983 ; Halitim, 1985**). D'après **Szablocs (1989)** le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.





**CHAPITRE II**  
**PRÉSENTATION DE**  
**L'ESPÈCE (L'HARICOT)**

### II.1. Haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.)

C'est une plante originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud. Le mot «haricot» désigne à la fois le fruit, la graine et la plante qui les produit. Il y a environ 7 000 ans, l'haricot était cultivé par les tribus indiennes du Mexique ainsi qu'au Pérou. Graduellement, la culture s'est répandue à travers l'Amérique au fil des migrations des Indiens, de sorte que par la suite les explorateurs espagnols du XVe et du XVIe siècle retrouvèrent cette plante dans toute l'Amérique latine et les colons anglais la retrouvèrent sur la côte américaine au XVIIe siècle. Les haricots et leur culture sont répandus en Afrique, en Asie et en Europe au début du XVIIe siècle grâce aux explorateurs espagnols et portugais. En Europe, cette plante fut d'abord cultivée pour ses grains; l'haricot vert frais ne fut consommé qu'à partir de la fin du XIXe siècle en Italie. Aujourd'hui, les grands producteurs d'haricots secs sont l'Inde, le Brésil, la Chine, les États-Unis, le Mexique et l'Indonésie.

### II.2. Ecologie de l'espèce

L'haricot est traditionnellement cultivé dans les zones subtropicales ou tempérées. Sous les tropiques, il est normalement trouvé dans les vallées de montagne (800-2000 m).

L'haricot pousse mieux dans des sols bien drainés, sablo-limoneux, limoneux ou argilo-limoneux, riches en matières organiques à pH neutre.

La température mensuelle optimale pour la croissance est de 15,6 °C à 21,1 °C, le maximum vers 27 °C, et le minimum vers 10 °C. Des températures de 5 à 6 °C sont nuisibles à la germination, entre 2 à 3 °C à la floraison, et entre 3 à 4 °C à la fructification.

### II.3. Classification

Royaume : *Plantae*

Super division : *Spermatophyta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous-classe : *Rosidae*

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Phaseolus* L.

Espèce : *vulgaris* L.

### II.4. Description

L'haricot est une plante herbacée avec un port qui peut changer d'une variété à une autre. Deux grands groupes sont distingués les variétés à tige volubile qui peut atteindre 3 m de hauteur ces variétés ont

besoin de support pour soutenir la tige, et les variétés naines à tige ramifiée de 40 à 60 cm de hauteur **(Dupont et Guignard,1989)**.

Sur la tige, apparaissent des feuilles entières et opposées, de couleur verte, pétiolées, alternes et composées trifoliées. Les folioles ont une forme ovale-acuminée, presque losangée et ont de 6 à 15 cm de long sur 3 à 11 cm de large pointues à la fin **(Bell ,1994)**. Les pétioles, renflés à la base, et de petites stipules ou stipelles se trouvent à la base des pétioles supportant les folioles **(Seignobos,1998)**.

La racine est le siège du phénomène de la nodulation qui permet toutefois à la plante de fixer l'azote atmosphérique, la racine de l'haricot est pivotante avec des ramifications, elle peut atteindre 1 mètre de profondeur dans les conditions favorables **(Barreto,1983)**.

Les fleurs sont de 4 à 10 groupées en grappes déterminées, naissant à l'aisselle des feuilles. Ce sont des fleurs hermaphrodites, zygomorphes, au calice formé de cinq sépales soudés présentant cinq dents regroupées en deux lèvres, une corolle caractéristique des papilionacées, formée de cinq pétales inégaux et très différenciés : l'étendard est le pétale postérieur très développé et redressé, les ailes sont les deux pétales latéraux extérieurs, et la carène est formée des deux pétales inférieurs, partiellement soudés et recouverts par les ailes. La couleur des pétales varie du blanc verdâtre au carmin **(Bell,1994)**. Des étamines au nombre de dix, neuf d'entre elles sont soudées par le filet, la dixième étant libre. Ovaire supère, est formé d'un seul carpelle à placentation pariétale, les ovules sont fixés sur la suture ventrale au nombre de 4 à 8 **(Prevost,1999)**.

Après fécondation, apparaît des gousses déhiscentes, appelées également « cosses », de forme et de longueur variable portant de 4 à 8 grains de forme réniforme et de couleur variable après maturité **(Tirilly et Bourgeois,1999)**.

Les variétés à parchemin ne peuvent être consommées qu'en grain, ou en haricots verts à condition de récolter les gousses très jeunes. Celles dépourvues de parchemin sont dites « mangetout » et produisent des haricots verts consommables à un stade de maturité plus avancé correspondant au début de la formation des graines.

### II.5. Description du cycle de développement de l'haricot

La plante entame son cycle dans environ 3 à 4 mois selon les variétés et les conditions environnementales **(Lecomte,1997)**.

Le cycle comprend une phase de germination qui dure entre 4 à 8 jours (suivant la température et l'humidité du sol). La germination est du type hypogée, les cotylédons sortent du sol et laissent apparaître les premières paires de feuilles **(Huberte,1978)**.

Une phase végétative dure un mois, c'est une phase de croissance à sa fin le plant d'haricot apparaît

avec une tige de 30 à 40 cm de hauteur pour les variétés naines et plus de 1 mètre pour les variétés langues (**Dupont et Guignard,1989**). Sur cette tige s'insère une dizaine de feuilles.

Une phase de floraison de 1 mois, où les inflorescences apparaissent à l'aisselle des feuilles, après leur fécondation elles donnent naissance à des gousses qui prennent entre 20 à 30 jours pour atteindre la taille définitive (**Lecomte,1997**), et 15 à 20 jours pour finir leur maturation.

### II.6 .Utilisation

L'haricot commun est cultivé pour ses gousses comestibles immatures et pour les graines mûres sèches. En Amérique latine et dans certaines parties de l'Afrique tropicale, il est surtout cultivé pour la matière sèche poulx. En Europe, les États-Unis et d'autres pays tempérés, il est cultivé pour les gousses vertes immatures qui sont consommées comme légume et sont également en conserve et surgelées (**Purseglove,1974**).



**PARTIE**  
**EXPÉRIMEN**



**CHAPITRE III**  
*MATÉRIEL ET MÉTHODES*

### III. Objectif de l'expérimentation

Notre travail consiste à étudier l'effet du stress salin sur les paramètres morpho physiologique du haricot (*Phaseolus vulgaris L.*).

#### III.1. Matériel végétale utilisé

L'espèce choisie est le haricot *Phaseolus vulgaris L.* c'est une espèce à développement rapide, elle est sensible à la salinité, de 0,5 à 2 g /l. L'étude s'est portée sur la variété El Djadida, qui est très cultivée en Algérie et qui possède les caractéristiques suivantes :

- Type mangetout.
- Variété naine.
- Bonne vigueur.
- Feuilles longues de couleur verte claire.
- Fleurs blanches.
- Gousses de longueur moyenne (16cm), et de diamètre de (10mm), avec une couleur verte foncée et sans fil.
- Nombre de graines est de 6 graines par gousse, de couleur marron noirâtre.

Les graines ont séjourné dans un réfrigérateur avant leur utilisation.

La faculté germinative ou durée de vie du haricot c'est environs 3ans et le temps de levée est de 5-8 jours à une température ambiante entre 25°C -30°C.

La présente étude a porté sur le génotypes d'haricot, d'origine et de comportements (tableau 02).

**Tab 2 .les principales caractéristiques du matériel végétal utilisé.**

Noms des génotypes	Origines	Phénologie
Djadida	Pays bas	Tardif

#### III .2. Conditions expérimentales

##### III .2.1. Lieu de l'expérimentation

L'expérience a été conduite au laboratoire végétale de la faculté SNV de l'université de Mostaganem.

L'expérimentation a été conduite sous serre qui se situe chez nous à Sidi Lakhdar .

Ont utilisés sont des pots en plastique de couleur marron, apparemment sombre pour éviter la formation des algues. Ils ont une capacité de 1 litre et présentent des orifices de drainage à leur base permettant l'évacuation de la solution nutritive excédentaire.

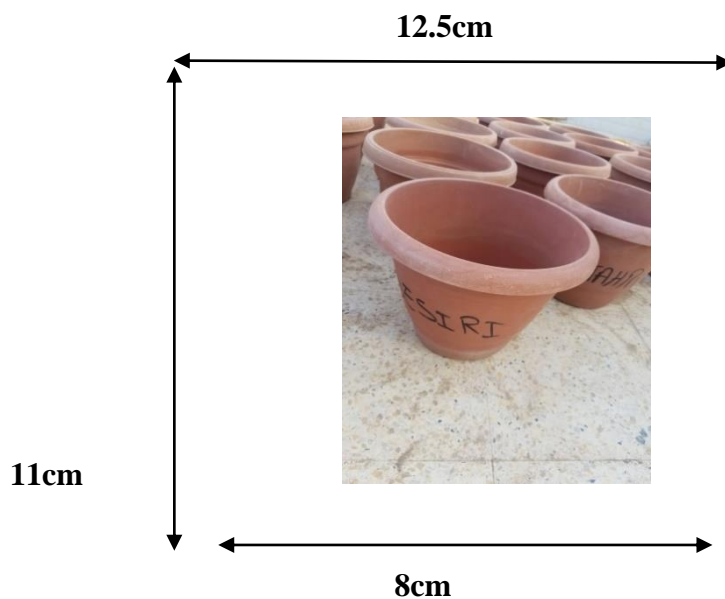


Fig 1.Aspect général des pots

### III.3.Méthodes

#### III.3.1. Préparation des pots

Les graines sont mises à germer dans des boîtes de Pétri en verre stérilisées.

Pour la culture, les graines germées sont repiquées dans des pots de 20 cm de hauteur et 15 cm de diamètre, perforés en bas, tapissés par une couche de gravier pour permettre l'évacuation de l'eau en excès (drainage), sur cette couche est déposée une bande à gaze pour retenir le substrat.

#### III.3.2.Préparation du substrat

Le substrat utilisé est un mélange de sable prélevé au bord de la mer, lavé plusieurs fois à l'esprit de sel puis avec de l'eau distillée. Pour tester la pureté de ce sable, il a été procédé à l'utilisation du nitrate d'argent. Ce sable est étalé sur du papier pour sécher. Dans les pots ce sable est mélangé avec du terreau commercial (2V/1V).



Figure.2.Lavage de sable



Fig .3.Sécher le sable



Fig.4.Remplissage des pots



### III.3.3. Préparation des solutions d'arrosage

- Solutions salines

Elles sont préparées pour le premier protocole d'arrosage à partir d'une combinaison de deux sels, le chlorure de sodium (NaCl) et le chlorure de calcium  $\text{CaCl}_2$ . Le (NaCl) augmente l'absorption de l'eau, dès que sa concentration augmente, il devient toxique et nocif. Le chlorure de calcium est un sel soluble moins toxique que Le (NaCl) ; il joue le rôle d'un catalyseur de croissance, permet la fixation d'azote et possède la capacité de précipiter les substances toxiques que les plantes sécrètent. En outre, l'usage du  $\text{CaCl}_2$  dans cette solution saline (tableau 9) s'impose en raison du rôle physiologique du calcium chez les végétaux dans la régulation de la croissance et du développement et du métabolisme des plantes (**Kreimer et al., 1988**). A cet effet, le (NaCl) associé au  $\text{CaCl}_2$  produit un milieu salin (**Lesaos, 1978**) alors que la solution avec seulement du (NaCl), est plutôt sodique (**Belkhodja, 1996**)

Les deux solutions sont mélangées (V/V) pour obtenir un volume de 2 litres de solution saline à une concentration de 50, 100 et 200 meq.l<sup>-1</sup> de solution nutritive de (**Hoagland, 1938**).

Tab3. Préparation des solutions salines de Na Cl + CaCl<sub>2</sub>

	50meq.l-1	100meq.l-1	200meq.l-1
NaCl g.l-1	2.92	5,85	11,7
CaCl <sub>2</sub> g.l-1	3.67	7,35	14,7

### III.3.4.Irrigation

Avant de semer, nous avons effectué une pré-irrigation à l'eau distillée en vue de permettre un bon emplacement et une parfaite adaptation des graines dans le pot. la germination, nous avons effectué des arrosages à la solution Le salin est appliqué sur les plants dès qu'ils ont atteint le stade de 3-4 feuilles.

### III.3.5. Déroulement de l'expérimentation

#### III.3.5. 1.Test préliminaire de la germination

La germination est une étape facultative mais elle nous permet de tester la faculté germinative des grains d'une part et d'avoir une certaine homogénéité des plantes après la transplantation.

Des graines choisies soigneusement, désinfectées par trempage dans l'eau de javel (5 %) puis rincées à l'eau distillée, sont mises à germer dans des boîtes de Pétri à une température de 22°C

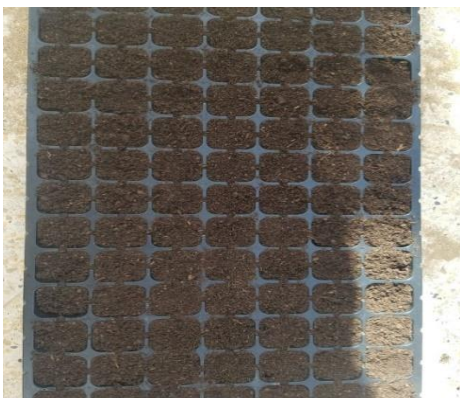


Fig. 5.Graines mises en germination

### III.3.6. Dispositif expérimental

Nous avons réalisé cette expérimentation à l'aide de 20 pots avec 5 traitements, à raison de 5 pots par traitement (5 répétitions).

Les plantes après repiquage sont irriguées à la capacité au champ.



Fig .6.Dispositif expérimental

### III.4. Les traitements salins appliqués

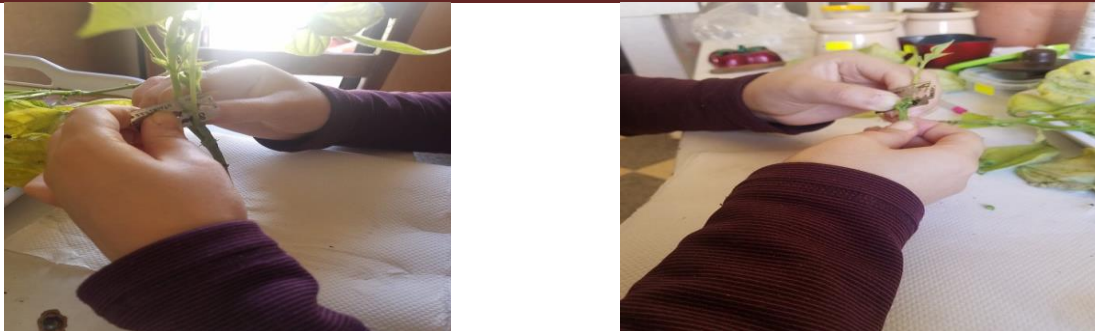
Le types de traitements salins sont réalisés; l'un au  $\text{NaCl} + \text{CaCl}_2$  à  $50 \text{ meq.l}^{-1}$   $100 \text{ meq.l}^{-1}$  et  $200 \text{ meq.l}^{-1}$  ; les plantes témoins sont alimentées à l'eau distillée. L'irrigation est réalisée une fois par jour.

### III.5. Les étapes de prétraitement de la plante entière

Après chaque traitement, les plantules sont déterrées et débarrassées du substrat par un rinçage à l'eau distillée. Les organes (tiges et racines) sont soigneusement séparés au moyen d'une lame de rasoir puis sectionnés en pièces de 1 à 2 cm de long. Seuls les échantillons des parties médianes sont pris en considération.



Fig.7.prétraitement effectuée



**Fig.8.**traitement des échantillons pour les coupes anatomiques

### III.6. Analyse statistique

Le dispositif expérimental procédé dans cette étude est en bloc aléatoire complet. Les données ont été analysées en utilisant le logiciel SPSS, l'analyse statistique a été exécutée en utilisant le test de Student suivie par une analyse de corrélation afin de mettre en évidence les relations qui existent entre les différents paramètres étudiés.

Les valeurs sont mentionnées dans le tableau par leur moyenne plus au moins leur écart type pour les cinq échantillons de chaque traitement.

### III.7. Germination dans des boites pétries



**Fig.9.**Germination dans des biotes pétris

#### III.7. 1.Milieu de germination des semences

Les essais de germination ont été effectués par trois traitements en sel : 50, 100 et 200 meq.l<sup>-1</sup>, préparés à NaCl+CaCl<sub>2</sub>.

#### III.7.2. L'aspect physique de la germination des graines

Cet essai est basé sur l'évolution de la teneur d'imbibition des graines mises en germination en fonction des différents milieux.

La surface des graines a été désinfectée au préalable par trempage durant 5 minutes dans de l'eau javellisée à 12° puis rincée deux fois à l'eau distillée.

Ensuite, les graines sont mises à germer dans des boîtes de Pétri contenant du papier buvard stérile imbibé d'eau distillée pour les graines témoins (20ml) et de solutions salines pour les graines stressées (20ml). Chaque essai de germination est conduit en quatre répétitions à température comprise entre 15 et 17°C.

Le critère de germination retenu correspond au moment où la radicule a percé les enveloppes.

La prise de poids des graines est effectuée chaque six heures le long de la période de germination. Des courbes d'évolution d'absorption d'eau par les graines à partir des différents milieux de germination ont été établies.

### III.7.3. Estimation de la faculté germinative

Faire germer 06 graines dans une boîte de pétri couverte de papier filtre et imbibé de solution saline à concentration croissante de NaCl+CaCl<sub>2</sub> (0, 50, 100 et 200 meq.l<sup>-1</sup>). Mettre les boîtes dans une étuve à température contrôlée (25°C) et laisser germer.

Après 108 heures, les retirer pour compter le nombre de graines germées (apparition de la radicule). Déterminer le pourcentage de germination et tracer la courbe qui correspond à la variation du pouvoir germinatif en fonction des différentes concentrations saline.

### III.7.4. Traitements statistiques

Les résultats obtenus ont subi un traitement statistique par l'analyse de la variance à l'aide du logiciel SPSS.



Germination après 2 jour



germination après 4 jour



Germination après une semaine



Germination après 12 jour



germination après 15 jours

**Fig.10.Evolution de la germination pendant 15 jour**



**CHAPITRE IV**  
**RÉSULTATS ET DISCUSSIONS**

IV. Teneurs en germination des plantes stressées

La figure 12 montre qu'il y a une augmentation de la teneur de germination dans les racines au fur et à mesure de l'augmentation de la salinité

Successivement sous les traitements 50 et 100 et 200 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl+CaCl<sub>2</sub> ce qui donne des taux d'augmentation respectivement de 38% et 50 %.

Au niveau des radicules et tigelles (figure 12), il faut noter une diminution du taux de germination chez les plantes stressées à 50 et 100 meq.l<sup>-1</sup> par rapport aux plantes témoins.

Tab.4. Variation de longueur des racines (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines

	Longueur des racines (en cm)			
	Témoin	Na Cl + CaCl <sub>2</sub> (meq.l <sup>-1</sup> )		
		50	100	200
Longueur (cm)	15±3	13±2,5	6±2	3,5±1,5

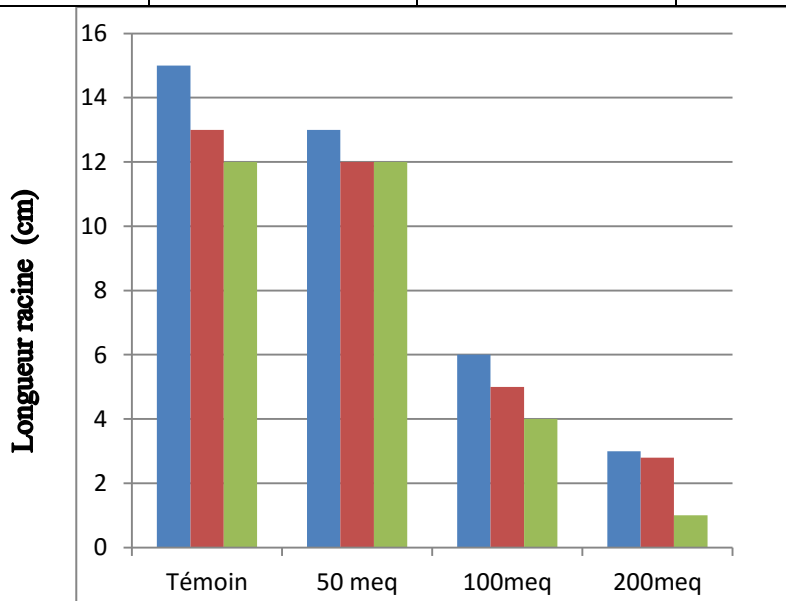
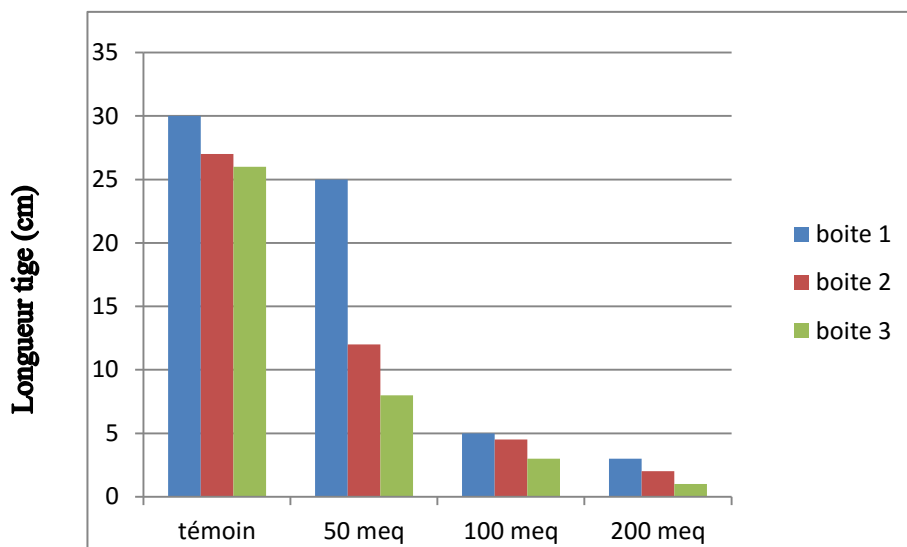


Fig. 11. Variation de la longueur des racines de l'haricot (Phaseolus vulgaris L.) en fonction du stress salin.

Tab.5 .Variation de longueur des tiges (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines

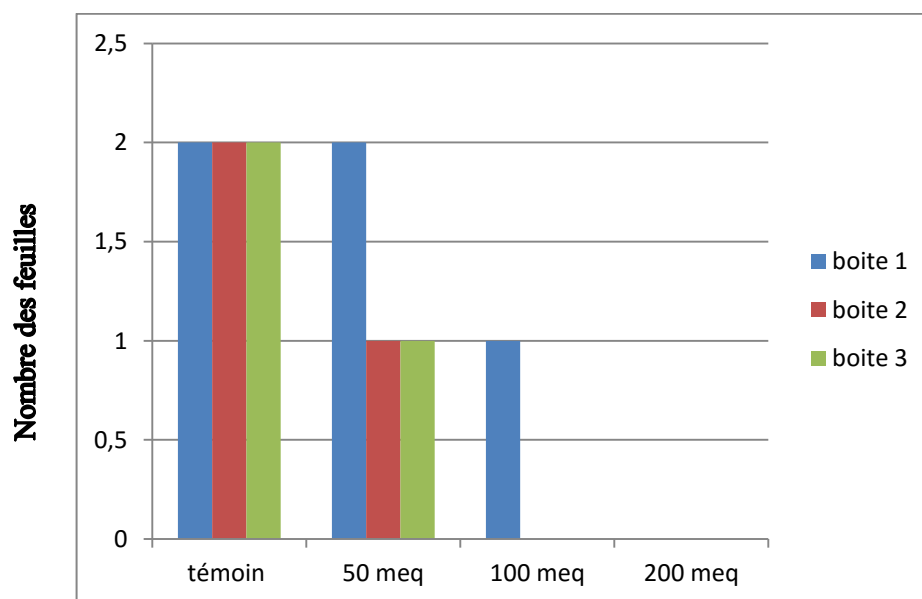
	Longueur des tiges (en cm)			
	Témoin	Na Cl + CaCl <sub>2</sub> ( meq.l <sup>-1</sup> )		
		50	100	200
Longueur (cm)	30±03	25±2,5	5±1	3,5±0,5



**Fig.12.** Variation de la longueur de la tige de l’haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en fonction Du stress salin.

**Tab.6.** Variation de nombre des feuilles (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines

	Nombre des feuilles (en cm)			
	Témoin	Na Cl + CaCl <sub>2</sub> ( meq.l <sup>-1</sup> )		
		50	100	200
Nombre (cm)	2	2	1	0



**Fig .13.** Variation de nombre des feuilles de l’haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) en fonction du stress salin.

#### **IV .1. Action du stress salin sur la longueur de la racine en fonction des différentes concentrations salines**

Les résultats obtenus (Figure. 11) et (figure 12) montrent que les longueurs des tiges et les racines diminuent nettement à chaque fois que la salinité augmente. L’action du sel est prévisible comparée au témoin, les traités présentent une croissance très faible au niveau des tiges et les racines, surtout pour des concentrations élevées 100 et 200 meq.l-1

#### **IV .2 . Discussions**

La germination est l’ensemble des événements qui commencent par l’étape d’absorption de l’eau par la graine et se terminent par l’élongation de l’axe embryonnaire et l’émergence de la radicule à travers les structures qui entourent l’embryon (Mihoub *et al*, 2005 ; Pernollet et Ferault, 2008).

Le processus d’imbibition des graines est une étape physiologique, primordiale pour la germination des graines des différentes espèces végétales (Johansson *et al*, 2000). En pratique, le taux d’imbibition des graines est évalué par la mesure de l’évolution de leur poids. Cette dernière dépend, inévitablement de la quantité d’eau disponible mais elle est grandement conditionnée par la qualité chimique de cette eau (Hopkins, 2003).

En se rapportant aux résultats dégagés lors de cette étude et où la prise d’eau par les graines s’est

réalisée de manière efficace au niveau de tous les traitements adoptés, les concentrations salin (NaCl CaCl<sub>2</sub>) appliquées n'ont guère altérée la qualité de l'eau de germination. Ceci indique que même l'application de concentration de 200 meq.l-1 de NaCl CaCl<sub>2</sub>, le potentiel osmotique des graines s'est maintenu inférieur par rapport à celui du milieu de germination. Durant la première période de mise en germination (48 heures), aucune différence notable n'est constatée dans l'intensité d'absorption d'eau par les graines des différents traitements salins. Ce résultat se confirme par les travaux de **Jaouadi et al (2010)**. Parmi les contraintes ressenties par certaines plantes, à l'application du stress salin est une modification du potentiel du milieu affectant les co-facteurs indispensables au fonctionnement optimale d'une majorité d'enzymes. La présence des sels aura également un effet toxique préjudiciable à la structure et fonctionnement des ces enzymes.

Dans la situation où le stress salin est appliqué dans le milieu de germination, la période de mise en germination affecte l'activité des ces enzymes. Effectivement, l'activité des enzymes augmente avec le temps de germination. Cette activité s'avère plus importante après 48heures. Ces résultats se confirment par les travaux de **Huma et al (2003)** qui, en comparant l'activité globale des enzymes des graines de blé et d'haricot, ont constaté qu'elle s'intensifie avec le temps chez l'haricot contrairement au blé.

La réalisation de la phase d'imbibition des graines ainsi que l'activité métabolique incluant la dégradation des polysaccharides (**Heldt, 2005**) s'avèrent essentielles dans la réalisation de la germination au sens stricte (**Mei et Song, 2008**), caractérisée par le fonctionnement des méristèmes engendrant l'apparition des radicules. La réalisation du test d'estimation de la faculté germinative des graines, dégage des résultats fortement variables.

Les effets de la salinité seraient également pressentis lors de la multiplication et la croissance cellulaires responsables de la croissance en longueur de la radicule et par conséquent son apparition hors des téguments de la graine (**Bayuelo-jiménez et al, 2002**). A ce niveau, ces effets seraient d'un ordre osmotique où à cette phase de développement, l'extériorisation des mécanismes de tolérance reste limitée par une faible activité physiologique de la jeune plantule en développement.

Suite l'étude expérimentale effectué sur l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) montrent que l'action du sel est prévisible comparée au témoin, les traités présentent une croissance très faible au niveau des tiges et les racines, surtout pour des concentrations élevées 100 et 200 meq.l-1

A travers nos recherches et les résultats obtenus, nous avons relevé à cet effet : Une diminution de la croissance dans toutes les plantes stressées par les sels combinés NaCl +CaCl<sub>2</sub> par rapport aux plantes qui sont arrosées avec l'eau distilles.



**CONCLUSION**

# Conclusion

---

## Conclusion

Parmi les contraintes affectant ces qualités, la salinité en constitue un problème majeur. Effectivement, en diverses zones méditerranéennes, principalement celles d'un climat sec, la salinité du sol représente l'une des variables réduisant sérieusement la productivité de nombreuses espèces végétales.

A très faible concentration, certains sels présents à l'état naturel dans le sol sont absorbés comme éléments nutritifs par les végétaux. Cependant, à des concentrations plus élevées, les sels solubles peuvent empêcher les racines d'absorber l'eau et les éléments nutritifs et, ainsi, restreindre la croissance des plantes cultivées, d'où un rendement plus faible.

L'accumulation de sels, et en particulier des sels de sodium, est l'une des principales menaces physiologiques qui pèsent sur les écosystèmes. Un niveau de salinité élevé des sols provoque le flétrissement des plantes du fait d'une diminution du potentiel hydrique du sol et des effets de toxicité.

La culture de l'haricot peut être menacée par la déclaration du stress salin. Les changements induits par la salinité et contraignants la morphogénèse, le comportement et la productivité de la plante, varient considérablement avec l'intensité

La phase de germination représente l'une des phases critiques où les effets de ce stress peuvent affecter considérablement la survie et le comportement agronomique ultérieur de cette espèce végétale.

Les résultats obtenus démontrent que les différentes concentrations additionnées au milieu de germination n'influent nullement sur le processus d'imbibition des graines. Ce processus est du stress et l'époque de sa déclaration.

Au terme de notre travail qui a visé à l'étude de la tolérance de l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) à la salinité en appliquant différentes concentrations de sels combinés (NaCl + CaCl<sub>2</sub>) dans le but de déterminer l'effet du stress salin sur la croissance de la plante et sur paramètres physio morphologie.

A travers nos recherches et les résultats obtenus, nous avons relevé à cet effet : Une diminution de la croissance dans toutes les plantes stressées par les sels combinés NaCl et CaCl<sub>2</sub> par rapport aux plantes qui sont arrosées avec la L'eau distilles.



**RÉFÉRENCE  
BIBLIOGRAPHIQUE**

## Référence Bibliographique

---

### Référence

Agroclim inra avignon, pp : 9-18.

**Ajmal khan N., Irwin A., Showalter A.M. and Showalter U., 2000.** Effect

**and Becke J.D., 2008.** Comparative Transcriptomics of *Arabidopsis thaliana* Sperm Cells. *Plant Physiol.* **10. 1104.** pp 108. 125229.

*Ann. Bot.* **91**,503-527.

**Belkhodja M. 1996.** Action de la salinité sur le comportement physiologique, métabolique chez la fève (*Vicia faba* L.) Thèse doct. En Sciences Naturelles, Université d'Oran, 255 p.

**Belkhodja M. et Bidai y., 2004.** La réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Science et changements planétaires / Sécheresse.* Volume 15, Numéro 4. pp 331-335.

**Bell A., 1994.** La morphologie descriptive et dynamique des plantes à fleurs in *Plantes à fleurs.* Edition. Masson, Paris. 340 p.

*BEN NACEUR M., RAHMOUNE C., SDIRI H., MEDDAHI M.L. et SELMI M., 2001.*

**Bezzala A., 2005.** Essai d'introduction de l'arganier (*Argania spinosa* L. Skeels), dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Université El HADJ Lakhdar. Batna. Thèse de Magister 143p.

*BORGES F., GOMES G., GARDNER R., MORENO N., MC CORMICK S., FEIJO J.A.*

**Brisson N., 2008.** Modéliser la réponse des cultures à la contrainte hydrique avec le model STICS pour comparer des stratégies et anticiper les changements climatiques. Note technique Agroclim INRA Avignon, pp : 9-18.

**Chinnusamy V., Zhu J. et Zhu J.K., 2006.** Gene regulation during cold acclimation in plants. *Physiologia Plantarum.* Vol. 126, n° 1. 163 p.

des sciences agronomiques de Gembloux. 186 p.

**Dubois J., 1991.** L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Les chocs thermiques et leurs applications. Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris. pp 159463.

**Dubois J., 2007.** Les chocs thermiques et leurs applications. Edit. Station d'Amélioration des plantes. pp 55 -57.

## Référence Bibliographique

---

**Dubois J., 2007.** Les chocs thermiques et leurs applications. Edit. Station d'Amélioration des plantes. pp 55 -57.

**Dupont F. et Guignard J.L., 1989.** Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson. Collection : Abrégés pharma. Paris. 510 p.

**Dupont F. et Guignard J.L., 1989.** Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson. Collection : Abrégés pharma. Paris. 510 p.

Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 12, Numéro 3. pp 167-174.

Enhanced Tolerance to Oxidative Stress in Transgenic Arabidopsis Plants Expressing Proteins of Unknown Function. *Plant Physiol.* **148** : 280-292.

**Guerrier G., 1983.** Capacité germinative des semences en fonction des doses graduelles en NaCl. Importance des transferts sur milieux sodés ou témoin, *Rev. Gén. Bot.* 90 ,3-21.

Halitim A., 1986 - Projet du programme de recherche sur l'utilisation du rejet de l'industrie phosphatière en agriculture. Polycopies 35p.

**Heller R., Esnault R. et Lance C., 2000.** Physiologie végétale II. Développement. Ed Dunod. Paris. pp 64-260.

**Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale. Traduction de la 2<sup>ème</sup> édition américaine par SERGE R. Ed de Boeck. pp 309-362.

**Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale. Traduction de la 2<sup>ème</sup> édition américaine par SERGE R. Ed de Boeck. pp 309-362.

**Hubert P., 1978.** Recueil de fiche technique d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar, Antananarivo, BDPA.

**Kreimer G, Melkonian M, Holtum J, Lutzko E. 1988.** Stromal free Ca<sup>++</sup> concentration and light mediated activation of chloroplast fructose 1,6 biphosphatase. *Plant. Physiol.* (86)423-428.

**Langridge P., Paltridge N. et Fincher G., 2006.** Functional genomics of abiotic stress tolerance in cereals. Brief Funct Genomic Proteomic. 4(4):343-54.

**Larcher W., 1995.** Plant under stress. *In*, *Physiological Plant Ecology*. Third edition.

## Référence Bibliographique

---

LEAKEY ANDREW D.B, URIBELARREA M., AINSWORTH E.A., NAIDU S.L.,

**Lecomte B., 1997.** Etude du développement embryonnaire in vivo et in vitro dans le genre *Phaseolus* L. Thèse doctorat. Sci Agro. Gembloux. Belgique. Faculté universitaire

**Lesoaos J. 1978.** Effets du NaCl et du CaCl<sub>2</sub> sur la croissance du *Cochlearia Anglica*. Soc. Bot. (3) 453-459.

**Less H. et Galili G., 2008.** Principal transcriptional Programs regulating plant amino acid metabolism in Response to abiotic stresses. *Plant physiol* 147.

**Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses : water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York. pp 365- 488.

**Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses : water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York. pp 365- 488.

**Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses : water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York. pp 365- 488.

**Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses : water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York. pp 365- 488.

LUHUA S., CIFTCI-YILMAZ S., HARPER J., CUSHMAN J. and MITTLER R., 2008.

**Luttge U., Kluge M. et Bauer G., 2000.** La nutrition minérale des plantes; croissance, développement, sénescence et mort in *Botanique*. Tec et Doc. LAVOISIER. pp 449-451-501- 512.

**Luttge U., Kluge M. et Bauer G., 2000.** La nutrition minérale des plantes; croissance, développement, sénescence et mort in *Botanique*. Tec et Doc. LAVOISIER. pp 449-451-501- 512.

M'BAREK B., CHAABANE R., SDIRI H., MEDDAHI M.L. et SELMI M., 2001. *Effet du*

**Miyake M., Mitsuya S. et Rahman S., 2006.** Ultrastructural effects of salinity stress in higher plants in *Abiotic Stress Tolerance in Plants. Toward the Improvement of Global environment and Food. Section VIII. Structural responses*. Ashwani K. Rai and Teruhiro Takabe edition. Springer. p 215.

of salinity on growth, water relation and ion accumulation of the subtropical perennial Halophytes, *Atriplex griffithii* var. *stockssi*, *annals, of botany*, **85** : 225-232.

**Oukarroum A., 2007.** Vitalité des plantes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) en conditions de

## Référence Bibliographique

---

stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne. Thèse doctorat. Université De Genève.

**Parida A.K. et Das A.B., 2005.** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60, pp. 324-349.

**Peet M.M. et Willits D.H., 1998.** The effect of night temperature on greenhouse grown tomato yields in warm climate. *Agric. Forest Meteorol.* 92, 191–202.

**Prevost P., 1999.** Les bases de l'agriculture moderne. 2<sup>ème</sup> édition. Tec et Doc. Paris. 254p.

profiles under dehydration shock and drought stress treatments: a comparative analysis. *Journal of Experimental Botany* **58 (2)**: 229-240.

**Rogers A., Ort D.R. and Long S.P., 2006.** Photosynthesis, Productivity and Yield of Maize are not Affected by Open-Air Elevation of CO<sub>2</sub> Concentration in Absence of Drought. *Plant Physiol.* **140** : 779-790.

**Shannon M.C., 1985.** Principles and strategies in breeding for higher salt tolerance. *Plant and Soil*, 89 : 227-241.

**Silberbush M. et Ben-Asher J., 2001.** Simulation study of nutrient uptake by plants from soilless cultures as affected by salinity buildup and transpiration. *Plant Soil* **233**:59-69.

*Springer.* 321-448.

stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Inst Nati de Reche Agro de Tunisie. Sécheresse.* Volume 12, Numéro 3, 167-74.

*SUBRAMANYAM S., DAVID F., CLEMENS S.J.C., WEBB M.A., SARDESAI N., and*

**Tahri M., 2018** .Recherche de paramètres Liés à la tolérance au sel chez L'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). Thèse doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem.Algerie.

**Tahri Miloud, Chadli Rabah, Bouzid Khadidja, Flitti Abdelkarim.** Search for physiological and anatomical parameters of salt tolerance in beans (*Phaseolus vulgaris L.*). *International Journal of Biosciences | IJB |*, Vol. 11, No. 4, p. 184-197, 2017.

**Talame V., Ozturk N., Bohnert H. and Tuberosa R., 2007.** Barley transcript

**Tester M. et Davenport R., 2003.** Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants.

## Référence Bibliographique

---

**Voytsekh O., Seitz S.B., Iliev D. and Mittag M., 2008.** Both subunits of the Circadian RNA-binding protein CHLAMY1 Can Integrate Temperature Information. *Plant Physiol.* **147** : 2179-2193.

**Williams C.E., 2008.** Functional characterization of HFR1, a high- Mannose Nglycan-specific Wheat Lectin induced by Hessian fly Larvac. *Plant physiol.* 147.

**Xiong L. et Zhu J.K., 2002.** Salt Tolerance. *The Arabidopsis Book.* American Society of Plant Biologists.

**Yildirim E. et Güvenç I., 2006.** Salt Tolerance of Pepper Cultivars during Germination and Seedling Growth. *Turk J Agric For* **30** : 347-353. tubitak.

**Zhu J.K., 2001.** Plant salt tolerance. *Trends in plant Sci.* **6** : 66-71.



**ANNEXES**

## Annexes

**Tableau. 1 .Répartition des sols salés dans le monde (Szablocs, 1994)**

Sols affectés par les sels dans différents continents et sous continents (10 <sup>3</sup> hectares)	
Amérique du nord	15 755
Mexique et Amérique centrale	1 965
Amérique du sud	129 163
Afrique	80 608
Asie du sud	87 608
Asie du nord et du centre	211 686
Asie sud-est	19 983
Europe	50 804
Australie	357 330
<b>Total</b>	<b>954 902</b>

**Tab.2. les principales caractéristiques du matériel végétal utilisé**

Noms des géotypes	Origines	Phénologie
Djadida	Pays bas	Tardif

**Tab.3.Préparation des solutions salines de Na Cl + CaCl<sub>2</sub>**

	50meq.l-1	100meq.l-1	200meq.l-1
NaCl g.l-1	2.92	5,85	11,7
CaCl <sub>2</sub> g.l-1	3.67	7,35	14,7

**Tab .4. Variation de longueur des racines (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines**

	Longueur des racines (en cm)			
	Témoi n	Na Cl + CaCl <sub>2</sub>		
		50	10	20
Longueur (cm)	15±3	13±2 ,5	6± 2	3,5 ± 1,5

## Annexes

---

**Tab.5 .** Variation de longueur des tiges (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines

	Longueur des tiges (en cm)			
	Témoi n	Na Cl + CaCl <sub>2</sub>		
		50	100	200
Longueur (cm)	30±03	25±2,5	5±1	3,5±0,5

**Tab. 6.** Variation de nombre des feuilles (cm) en fonction de différentes concentrations après 2 semaines

	Nombre des feuilles (en cm)			
	Témoi	Na Cl + CaCl <sub>2</sub>		
		50	100	200
nombre (cm)	2	2	1	0