

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT D'ECOLOGIE ET GENIE DE L'ENVIRONNEMENT



## Mémoire de Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière: Sciences agronomique

Spécialité : phytopharmacie et phytopathologie

---

**Thème : Etude de l'effet de salinité sur la  
germination et la croissance de quelques variétés du  
Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.)**

---

Présenté par : Fetnassi Ouarda

Membres de jury :

Président :	Mr BAALI	(M.A.B) Université de Guelma.
Encadreur :	Mme CHAHAT. N	(M.A.A) Université de Guelma.
Examinatrice :	Mme LAOUR	(M.A.A) Université de Guelma.

Juin 2015

## Remerciements

**"Allah" qui m'a aidé à réaliser ce mémoire.**

Au terme de ce travail, je voudrais exprimer toute ma reconnaissance aux personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Tout d'abord je remercie **Mme. Chahat N** Maître assistante à l'université 08 mai 1945, d'avoir accepté la charge de m'encadrer, et pour tout le temps qu'il m'a consacré malgré ces nombreuses occupations. Merci pour votre patience, votre sympathie et la confiance durant le déroulement de ce travail.

Je remercie **Mme. Laouar h** Maître assistante à l'université 08 mai 1945, pour accepter de présider ce jury.

J'exprime également ma reconnaissance au **M. Baali** Maître assistant à l'université 08 mai 1945 d'avoir bien voulu apporter sa contribution pour juger ce travail.

Mes vifs remerciements pour **Mme. Missiad** Maître de assistante à l'université de 08 mai 1945 qui m'a vraiment aidé.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements pour **Mme. Drif** Maître assistante à l'université 08 mai 1945 qui m'a orienté dans mon travail et ma beaucoup aide.

Je tiens à remercie la technicienne du laboratoire de la botanique **Melle. Haridi H**

De peur d'oublier des noms, je remercie tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près pour la réalisation de ce travail.

## Dédicaces

A la mémoire de mes très chers parents et qui m'a encouragé durant ce travail mes deux bonnes étoiles 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 grande père et mon beau-père et Belle-mère, et mon chers mon mari Ali, merci pour tout ce que il m'a appris.

A tous mes frères (zoubir, yazid et riad, fatah et leurs épouses :sabrina, sabrina) et amar, et leurs enfants (salsabil, ami radin), à mes sœurs (fadila et leur époux belkhir, ouarda) ,et leurs enfants (arij, amine), et mes belles-sœurs ( razika, akila, aljia). 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.

Ouarda

# Sommaire

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Liste des abréviations

Introduction	1
--------------	---

### **Chapitre 1 : Données bibliographiques sur le haricot**

1. Aperçu sur légumineuse	3
2. Origine de haricot	3
3. Description de la plante	4
3.1. Appareil végétatif	4
3.2. Appareil reproducteur	5
4. Classification botanique des haricots	5
5. cycle de développement de l'haricot	6
6. Exigences pédo-climatiques	8
6.1. Sol	8
6.2. Besoins en eau	8
6.3. Besoins en température	8
7. Importance de la culture des haricots	8
7.1. Importance nutritionnelle de haricot	8
7.2. Importance économique	9
7.3. Importance écologique	10
8. Les ennemis du haricot	10
8.1. Les maladies	10
8.2. Les ravageurs	11

### **Chapitre II : Généralités sur la salinité**

1. Salinité des sols	13
1.1. Définition	13
1.2. Formation d'un sol salin	13

1.3.Origines et cause de la salinité des sols	13
1.3.1. Origine primaire	13
1.3.2. Origine secondaire	14
2. Classification des sols salés	15
2.1.Les sols salins (solontchaks)	15
2.2.Les sols alcalins (Solonetz)	15
3. Répartition géographique des sols salés	15
3.1.Dans le monde	15
3.2.En Algérie	16
4. Effets de la salinité sur les plantes	16
4.1.Sur la germination	16
4.2.Sur la croissance des plantes	17
4.3.Sur la photosynthèse	17
4.4.Sur l'anatomie de la feuille	18
4.5.Sur les relations hydriques	18
4.6. Sur l'assimilation des éléments minéraux	19
4.7. Sur le rendement	19
5. Les mécanismes de résistance des plantes face à un environnement salin	20
5.1. L'inclusion	20
5.2. L'exclusion	20
5.3. La recirculation	20
5.4. Synthèse des solutés compatibles	20
5.5. Changement dans le cheminement photosynthétique	21
5.6. Induction des hormones par salinité	21
5.7. Les protéines LEA (late-embryogenesis-abundant)	22

### **Chapitre III: Matériel et Méthodes**

L'objectif de l'essai	23
1.Présentation du site de l'essai	23
2.Matériel végétal	23
2.1.Semences de haricot	23
2.2.Origine des variétés	24

2.3. Solution salées	24
3. Installation et conduite de l'essai	24
4. Caractéristique du substrat	27
5. Paramètres étudiés	28
5.1. Paramètres relatifs à la germination des graines	28
5.1.1. Essai en boîtes de pétri	28
Le taux de germination des graines (%).	28
La longueur de la radicle.	28
La longueur de la tige	28
5.2. Paramètres relatifs à la croissance et le développement des	28
5.2.1. Hauteur des plantes	28
5.2.2. Longueur de la racine principale	28
5.2.3. Poids frais des parties aériennes et souterraines	28
5.2.4. Poids sec des parties aériennes et souterraines	28
6. Traitement statistique des résultats	29

## **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

	30
1. Essai de germination dans les boîtes de Pétri	
1.1. Pourcentage de la germination des graines	30
1.2. Longueur de la radicle	31
1.3. Longueur de la tige	32
2. Essai de la croissance et le développement des plantes	34
2.1. Hauteur des plantes	34
2.2. La longueur de la racine principale	35
2.3. Le poids frais des parties souterraines et aériennes	36
2.4. Le poids sec de la partie souterraine et aérienne	39
conclusion	41
Références bibliographiques	
Résumé	
Annexe	



## Liste des figures

<b>Figure n°1</b> : le cycle de développement d'une grain de haricot.	7
<b>Figure n°2</b> : Stades phénologiques de <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	7
<b>Figure n°3</b> : description du dispositif expérimentale de l'essai de germination dans les boîtes de Pétri.	25
<b>Figure n°4</b> : Essai de germination dans les boîtes de Pétri.	25
<b>Figure n°5</b> : Description du dispositif expérimental des variétés dans les plaques de culture.	26
<b>Figure n°6</b> : Essai de croissance dans les plaques de culture (A et B).	27
<b>Figure n°7</b> : pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	31
<b>Figure n°8</b> : la longueur de la racine (cm) des variétés du haricot soumises aux différentes concentrations du NaCl (mM).	32
<b>Figure n°9</b> : la longueur de la tige (cm) des plantules des variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	33
<b>Figure n°10</b> : la hauteur des plantes (cm) pour les différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	35
<b>Figure n°11</b> : longueur de la racine principale (cm) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	36
<b>Figure n°12</b> : le poids frais de la partie aérienne (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	38
<b>Figure n°13</b> : le poids frais de la partie souterraine (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	38
<b>Figure n°14</b> : le poids sec de la partie aérienne (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	40
<b>Figure n°15</b> : le poids sec de la partie souterraine (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	40



## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : valeur nutritionnelles ( $\mu\text{g}$ , mg, g) et énergétiques (kcal) moyennes de 100 g de haricot blanc.	9
<b>Tableau 2</b> : superficies et productions du haricot sec en Algérie.	10
<b>Tableau n°3</b> : les maladies des haricots et les moyens de lutte.	11
<b>Tableau n° 4</b> : récapitule les méthodes de lutttes vis-à-vis de différents ravageurs de <i>Phaseolus vulgaris</i> .	12
<b>Tableau n°5</b> : les variétés étudiées et leurs caractéristiques.	24

## Abréviation

**%** : Pourcentage.

**°C** : Degré Celsius.

**ABA** : Acide abscissique.

**CaCl<sub>2</sub>** : chlorure de bicarbonates.

**Cl<sup>-</sup>** : chlorure.

**cm** : Centimètre.

**Co<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone.

**Co<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Carbonate.

**g** : Gramme.

**g/l** : gramme / litre.

**ha** : hectare.

**K<sup>+</sup>** : potassium.

**LEA** : Late embryogenesis abundant. .

**m** : mètre.

**Mg** : manganèse.

**mg** : milligramme.

**Mg<sup>2+</sup>** : Magnesium.

**mM** : milli-molaire.

**mm** : millimètre.

**N** : azote.

**Na** : sodium.

**Na<sup>+</sup>** : sodium.

**Na<sub>2</sub>Co<sub>3</sub>** : bicarbonates de sodium.

**Na<sub>2</sub>So<sub>4</sub>** : sulfate de sodium.

**NaCl** : chlorure de Sodium.

**No<sub>3</sub>** : Nitrate.

**No<sub>3</sub><sup>-</sup>** : Nitrate.

**O<sub>2</sub>** : Oxygène.

**P** : Phosphore.

**pH** : Potential d'hydrogène.

**So<sub>4</sub><sup>-</sup>** : Sulfate.

**t/ha** : temps par hectare.

## Introduction

La réduction progressive du couvert végétal dans les régions arides et semi arides, sous l'effet de la désertification et l'érosion du sol devient de plus en plus un problème majeur dans les écosystèmes de ces régions (**MARTINEZ et al., 2005**). La salinité est ainsi un problème écologique croissant dans le monde entier, particulièrement le bassin méditerranéen et l'Afrique du nord, ce phénomène est considéré comme un facteur abiotique le plus important qui limite la croissance et la productivité des plantes (**KHAN et PANDA, 2008**). Plus de 40% des terres cultivées dans les zones arides et semi arides sont affectées par la salinité (**HAMDY, 1999**).

L'effet de la salinité sur les plantes se traduit par des changements morphologiques, physiologiques et moléculaires qui affectent leur croissance et leur productivité (**ARAUS et al., 2002**). Les plantes mettent donc en œuvre des stratégies d'adaptation et de défense aux stress (**NETTING, 2002**), Pour cela elles possèdent des mécanismes de perception et de signalisation complexes leur permettant de produire une réponse plus ou moins spécifique face au stress salin(**JACQUARD, 2007**).

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**).

L'objectif visé par cette étude est de déterminer le niveau de tolérance chez quelques variétés de l'haricot : *Phaseolus vulgaris L.* ( anihiltor, coco rosa, coco rose atlas, haricot blanc, coco rose Amélioré) vis-à-vis de la salinité causée par le chlorure de sodium(NaCl).

Cette étude a été portée sur six variétés de haricot et deux types d'expérimentations ont été réalisés :

## Introduction

---

- Essai de germination des graines dans les boîtes de Pétri qui a concerné les six variétés a été effectué.
- Essai de contrôle et de développement des plantules dans les plaques de culture qui a concerné également les six variétés a été effectué.

## 1. Aperçu sur légumineuses

Les légumineuses comptent environ 700 genres et 17 000 espèces; ce sont des plantes herbacées, des arbustes, des arbres ou des lianes. Les légumineuses sont souvent plantées en alternance avec d'autres cultures, car elles constituent un facteur fertilisant. La famille renferme de nombreuses espèces comestibles (fève, pois chiche, pois, soja, haricot, arachide), ornementales (lupin, genêt, robinier, glycine, etc.) et fourragères (trèfle, sainfoin, luzerne, gesse, etc.). Selon les classifications, on peut considérer comme appartenant à la famille des légumineuses celles des mimosacées, des papilionacées et des césalpiniacées, ou considérer ces trois dernières comme des sous-familles (mimosoïdées, papilionoïdées, césalpinioïdées) (**BOND et DUC, 1993**).

Toutes ces familles peuvent contracter une symbiose avec une bactérie du genre *Rhizobium*, pour permettre un accès privilégié à l'azote de l'air. Par cette symbiose, les plantes de ces familles s'affranchissent de la teneur en azote dans le sol. Ainsi ces plantes sont capables de s'adapter à des sols très pauvres, et très dégradés. Ces plantes ont donc un rôle améliorateur des sols, en plus d'un intérêt alimentaire (**SINGH et JAUHAR, 2005**). En tant que une source de protéines végétale pour l'alimentation animale ou humaine (**BENAMOZIG et al., 1994**).

## 2. Origine de 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<sup>e</sup> siècle en Europe puis, sa culture s'est rapidement diffusée dans les zones méditerranéennes et subtropicales (**PERON, 2006**).

La domestication s'est produite indépendamment au Mexique et au Guatemala d'une part, et au Pérou et dans les pays voisins d'autre part. des écotypes à petites graines sont présents à l'état sauvage au nord de l'Argentine et en Amérique centrale (**GENTRY, 1969**).

Le haricot commun est produit principalement en Amérique latine et en Afrique ; il est répandu surtout dans la zone Amazonienne du Brésil, dans les Cordillères des Andes et en Amérique centrale, tandis qu'en Afrique, il est produit principalement en Afrique centrale et Orientale (**NYABYENDA, 2005**).

Aujourd'hui, le haricot commun se produit dans le monde entier notamment dans les pays d'Afrique tropicale. Il est davantage apprécié dans les pays francophones qu'anglophones, davantage dans les zones urbaines que rurales, et en saison fraîche qu'en saison chaude (CGENTRY, 1969).

### 3. Description de la plante

#### 3.1. Appareil végétatif

Le haricot commun est une plante herbacée, annuelle, de la famille des fabaceae qui peut prendre plusieurs types de port selon les variétés. On distingue deux grands groupes, les haricots grimpants, au port volubile, et les haricots nains à port érigé et plus ramifié (DAGBA, 1988).

Le système racinaire pivotant et profond peut descendre jusqu'à 1,20m (BARRETO, 1983). On trouve la racine principale non dominante très rapidement complétée de racines latérales (CHAUX et FOURY, 2001). Elles sont le siège du phénomène de nodulation, les nodules étant des excroissances provoquées par l'infestation par des bactéries du genre *Rhizobium*, ces bactéries vivent en symbiose avec la plante (FAO, 2006), et fixent l'azote de l'aire en puisant l'énergie nécessaire dans les sucres que la plante leurs fournit. Cet azote est restitué a la plante sous forme de composés azotés assimilables (RENARD et al., 2007).

Les tiges sont plus ou moins longues suivant les variétés. Les grandes tiges peuvent atteindre 2 à 3 m de long, c'est le haricot à rames. Les tiges courtes ne dépassent guère 30 à 40 cm de longueur et sont plus ramifiées, prenant un port buissonnant ou dressé ce sont les haricots nains (GUIGNARD, 1979).

Les premières feuilles, au nombre de deux, sont simples. Les suivantes sont formées de trois folioles ovales, vertes, de 10 à 12 cm de long environ, terminées chacune par une pointe, elles possèdent des nervures bien visibles (1). Ces folioles s'insèrent sur un pétiole commun renflé à la base de 12 cm de long environ, par l'intermédiaire de pétiolules de 3 à 4 mm de long (PITRAT et FOURY, 2003). A la base du pétiole, on distingue une petite gaine et deux stipules de forme ovale ayant 4 mm de long environ (GOUST, 2003).

### 3.2.Appareil reproducteur

Les inflorescences sont en forme de grappes de 5 à 15 fleurs portées par un pédoncule de 5 à 8 cm de long qui prend naissance à l'aisselle des feuilles. Ces fleurs s'insèrent par 1,2 ou 3 à la fois, par l'intermédiaire de pédicelles de 10 à 15 mm de long (**PHILLIPS et al., 1994**).

Quant aux fleurs, elles sont de type papilionacé, et comprennent 5 sépales, 2 pétales, 9 étamines soudées par leur base et une étamine libre, un ovaire contenant une loge renfermant 4 à 8 ovules, surmonté par un style portant un stigmate . Ce sont des fleurs hermaphrodites et cléistogames. Chaque fleur à 2 cm de long environ et de couleur très variée, blanche, rose, rouge, violette, jaunâtre ou même bicolore (**2**).

La fécondation est principalement autogame ce qui facilite la sélection de lignées pures et le maintien de variétés stables, elle s'effectue surtout la nuit (**3**).

Les fruits sont en forme de gousses déhiscentes, allongées, appelées aussi cosses, généralement droites, plus ou moins longues et terminées par une pointe, leur largeur varie de 8 à 25 mm. Elles renferment en moyenne 4 à 8 graines (**4**).

Les graines sont soit sphériques, soit cylindriques selon les variétés, et sont très diversement colorées, en blanc, vert, rouge, violet, noir, brun ou même bicolors ou tachetées. Elles sont plus ou moins grosses selon les variétés (**PERON, 2006**). La faculté germinative dure de 3 à 5 ans (**MONNET et al., 1999**).

## 4. Classification botanique des haricots

Selon **GUIGNARD (1998)**, la position systématique du haricot est la suivante :

**Règne** : Végétal.

**Embranchement** : Spermaphytes.

**Sous embranchement** : Angiospermes.

**Ordre** : Fabales.

**Classe** : Dicotylédones.

**Famille** : Fabaceae.

**Genre :** *Phaseolus*.

**Espèce :** *Phaseolus vulgaris* L.

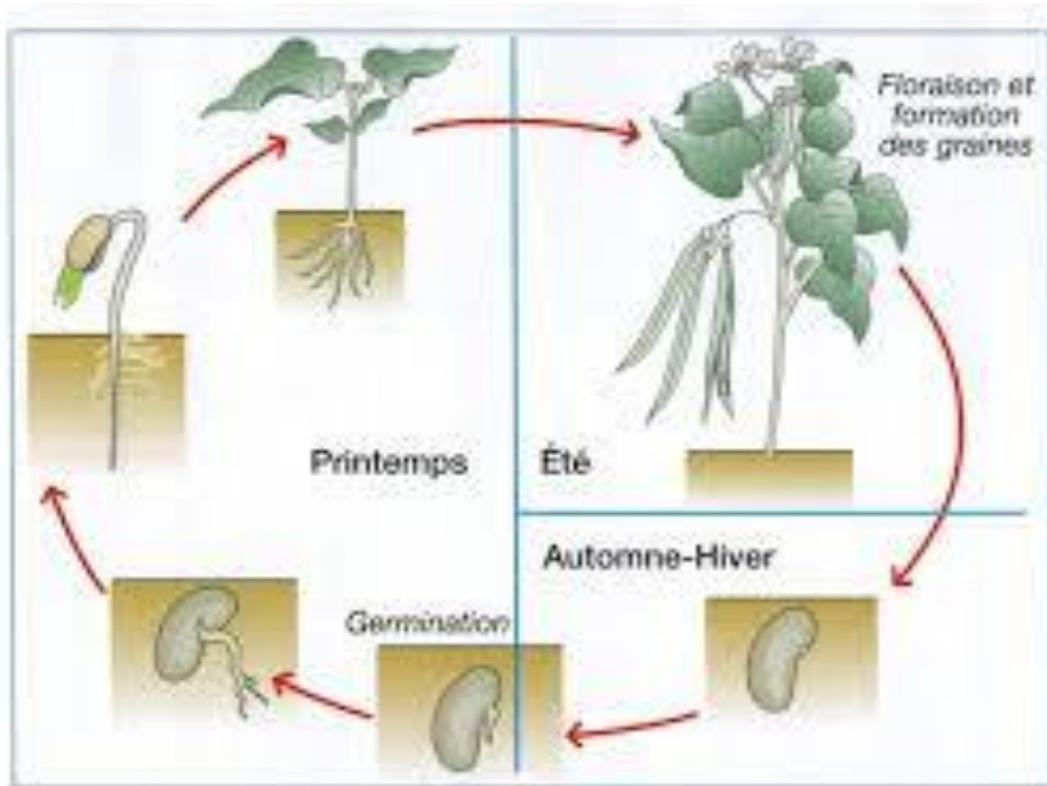
## 5. cycle de développement de l'haricot

Le 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 épigé, tandis que la racicule s'enfonce dans le sol, les cotylédons sortent du sol et laissent apparaître les premières paires des feuilles (**HUBERTE, 1978**).

Une phase végétative dure un mois, c'est une phase de croissance à sa fin le plant de l'haricot apparait avec une tige de 30 à 40 cm de hauteur pour les naines et plus de 1 mètre pour les variétés langues (**DUPONT et GUIGNARD, 1989**). Sur cette tige s'insère une dizaine de feuilles trifoliées.

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. la figure n°1 ont montré le cycle de développement d'une graine de haricot, et Stades phénologiques de *Phaseolus vulgaris* L. (figure n°2).



**Figure 1** : le cycle de développement d'une graine de haricot. (3).



A : stade germination



B : stade croissance



C : stade floraison



D : stade de fructification

**Figure 2** : Stades phénologiques de *Phaseolus vulgaris* L. (2).

## 6. Exigences pédo-climatiques

### 6.1. Sol

Le haricot s'accommode de la plupart des sols bretons notamment des sols légers humifères. Pourvu que le PH soit au minimum de 6 et que les sols soient sains, se réchauffant facilement, et bien pourvus de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O.

### 6.2. Besoins en eau

Le haricot ne supporte pas le stress hydrique pénalisant le rendement et la qualité de la récolte. Il demande 180 à 200 ml d'eau pour accomplir le cycle à une période de l'année où la pluviométrie moyenne ne dépasse pas 100 à 200 ml sur la durée du cycle végétatif.

Les besoins en irrigation dépendront des réserves en eau du sol disponibles à la mise en place.

### 6.3. Besoins en température

- Le haricot se sème en sol réchauffé (10°minimum).
- Les organes aériens gèlent à 0°C.
- La croissance est stoppée si la température descend en dessous de 10°C (zéro de végétation).
- La température optimale se situe entre 18 et 25 °C (5).

## 7. Importance de la culture des haricots

### 7.1. Importance nutritionnelle de haricot

L'alimentation quotidienne de chaque individu doit lui apporter une quantité suffisante des différents macronutriments (protéine, lipide et glucide) et micronutriments (vitamines, sels minéraux...) pour assurer la couverture de l'ensemble de ses besoins (DEMOL, 2002).

La nutrition dans les pays pauvres, est essentiellement basée sur la consommation des légumineuses, comme le haricot, dans la richesse en protéines et en vitamines. Les haricots secs ont une teneur en protéine élevée et représentent une excellente source de fibres, de glucides, de vitamines et de minéraux (particulièrement le potassium, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer, le zinc), (GORDON, 2004). En effet, les protéines végétales coutent deux fois moins chère que les protéines animales et les graines de légumineuses notamment le haricot contiennent deux à trois fois plus de protéines que les céréales (SOLTNER, 1990) et renferment les 24 acides aminés indispensables à l'alimentation humaine. La teneur en protéine des graines de l'haricot est estimée à 22% du poids sec, en

outre, leurs teneurs élevées en amidon leur donne une valeur énergétique nette et élevée, proche de celle de blé (**HUIGNARD et al., 2011**). Le tableau (1) montre les valeurs nutritionnelles et énergétiques du haricot blanc.

**Tableau n°1** : valeur nutritionnelles ( $\mu\text{g}$ , mg, g) et énergétiques (kcal) moyennes de 100 g de haricot blanc (**HAMDANI, 2012**).

	haricot blanc sec	haricot blanc cuit	haricot blanc appertisé
énergie	265 kcal	120kcal	94kcal
protéines	41,4g	7g	6,2g
lipides	21,1g	16,9g	15,7g
fibres	18,1g	8g	4,4g
sodium	15mg	5mg	4mg
potassium	1450mg	460mg	360mg
phosphore	350mg	140mg	84mg
calcium	165mg	60mg	71mg
magnésium	150mg	50mg	39mg
fer	7mg	2,6mg	2,8mg
vitamine B1	0,5mg	0,13mg	0,1mg
vitamine B9	300mg	80, $\mu\text{g}$	60 $\mu\text{g}$
vitamine B5	0,8mg	0,24mg	0,17mg
vitamine B6	0,5mg	0,13mg	0,07mg

## 7.2. Importance économique

Le haricot représente une source de revenus importante pour des millions de personnes notamment dans les pays en voie de développement. Il constitue la principale légumineuse alimentaire de plus de 300 millions de personnes en Amérique latine, en Afrique centrale et en Afrique de l'Est (**SILUE et al., 2010**).

Durant la période allant de 1994 à 2004 la production mondiale de haricot sec a connu des fluctuations mais la tendance est légèrement à la hausse. Pendant cette période, la production est variée d'un plancher de 15.5 millions de tonnes à un sommet de 18.9 millions de tonnes (**FAO, 2004 in KASSEMI, 2006**).

D'après le ministère de l'agriculture et du développement rural (**HAMDANI, 2012**). L'Algérie a mis en œuvre, un plan d'action visant l'augmentation de la production agricole et ceci par l'intensification de la culture des céréales et des légumineuses. La production moyenne de l'haricot en l'Algérie a été estimée à 0.72 t/ha avec une surface totale d'environ 1616 hectares en 2009 (tableau n°2).

**Tableau n°2:** superficies et productions du haricot sec en Algérie (**HAMDANI, 2012**).

années	2005	2006	2007	2008
superficie (hectares)	1206	1596	1394	1040
production (quintaux)	6660	9145	9170	5441

### 7.3. Importance écologique

L'impact des légumineuses ne se réduit pas seulement à leur importance comme source alimentaire de qualité, leur utilisation joue aussi un rôle important dans le maintien de la fertilité des sols agricoles (**MOREAU et al., 2008**). Le fait est que les légumineuses accumulent des concentrations d'azote importantes dans leurs tissus (**DESCLOS et al., 2008**). Une partie de cet azote, particulièrement au niveau des racines, est éventuellement réincorporée au sol lors de la décomposition des tissus (**ALKHALFIOUI et al., 2008**). Ainsi les plantations de légumineuses permettent de rétablir la fertilité des sols après la culture de plantes plus exigeantes, telles que les céréales et autres espèces, qui ont tendance à appauvrir les sols (**SINGH et JAUHAR, 2005**

## 8. Les ennemis du haricot

### 8.1. Les maladies

A l'instar de toutes les espèces de légumineuses l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) est sensible à de nombreuses maladies fongiques, virales et bactériennes. L'impact de ces maladies est très variable selon la gravité des symptômes provoqués sur la plante hôte. Il est dû en grande partie à l'absence de moyens de lutte curatifs, ce qui explique l'essor de la prévention par différentes méthodes pragmatiques (tableau n°3).

**Tableau n°3** : les maladies des haricots et les moyens de lutte. (NYABYENDA, 2005).

Type de maladie	maladie agent causale	Symptômes	Les moyens de lutttes
<b>Maladie fongique</b>	Maladies des taches anguleuses : <i>Phaeoisariopsis griseola</i>	Tache anguleuse sur les feuilles délimitées par les nervures et taches arrondies rougeâtres sur les gousses.	-Composter fanes, éliminer les plantules issues de graines germées hors saison et respecter la rotation.  -Utilisation des variétés résistantes ou tolérantes.
	maladie L'ascochytose : <i>Ascochyta phaseolarum</i>	Grandes taches brunâtres sur les feuilles et les gousses.	-Pulvérisation sur le feuillage par le benomyl, thiophanate-methyl...
<b>Maladie bactérienne</b>	bactériose à halo <i>Pseudomonas syringae pv.Phaseolicola</i> et <i>Pseudomonas syringae pv. Syringae</i>	Petites points nécrotiques sur les feuilles entourées d'un halo chlorotique circulaire.	-Utilisation des semences saines et des variétés résistantes ou tolérantes.  -arrachage des plantes malades.  -Trempage des semences dans les sulfates de streptomycine avant le semis.
	bactériose commun <i>Xanthomonas campestris</i>	des lésions brunâtres à brun clair sur les feuilles, des taches de couleur vert Foncé sur les gousses, des feuilles irrégulières limitées par une bordure jaune.	
<b>Maladie virale</b>	La mosaïque commune du haricot  (Virus(BCMV))	Plantes naines, Feuilles déformées, recroquevillées vers le bas, cloquées ou plissées. Les gousses sont déformées et rugueuses au toucher.	-Utilisation des semences saines et arrachage des plantes malades.  - Contrôle des pucerons Utilisation des variétés résistantes ou tolérantes.

## 8.2. Les ravageurs

Au cours du temps, les cultivateurs de l' haricot ont développé de nombreuses pratiques pour limiter l'expansion et les dégâts des différentes espèces d'organismes appelés ravageurs ou bioagresseurs qui s'attaquent aux cultures des haricots (tableau n°4).

**Tableau n° 4** : récapitule les méthodes de lutttes vis-à-vis de différents ravageurs de *Phaseolus vulgaris*. (CHAUX et FOURY, 1994)

Ravageurs	Principales méthodes de lutte
MYRIAPODES ( <i>lules, Scutigérelles</i> )	L'enrobage des graines contre la mouche des semis permet de lutter contre les myriapodes.
ACARIEN JAUNE <i>Tetranychus urticae</i>	irrigation par aspersion sur l'attaque déclarée, traitement des œufs par un acaricide actif sous formes mobiles à faibles doses tel que le bifenthrine et le dicofoll.
PUCERON NOIR DE LA FEVE <i>Aphis fabae</i>	Traitement précoce par un aphicide en combinant ou alternant les familles chimiques afin d'éviter les produits organophosphorés.
PUCERON DES RACINES <i>Trifidaphis phaseoli</i>	Si l'attaque est très importante, on recommande la lutte par incorporation au sol de produits organophosphorés.
MOUCHE DES SEMIS <i>Dilia platura</i>	La lutttes est indispensable sur les semis précoces. Enrobage des semences. Traitement du sol avec micro-granulés.
PYRALE DU MAIS <i>Ostrinia nubilalis</i>	En situations à risque, traiter à partir du grossissement des gousses avec un <i>pyréthrinoide</i> de synthèse a faibles doses
BRUCHE DU HARICOT <i>Acanthoscelides obtectus</i>	désinsectisation par fumigation sous vide dans les régions exposées. pour le grain sec, demi sec ou la semence : traitement à titre préventif, en fin de grossissement des gousses, Avec <i>deltaméthrine</i> ou <i>lambda-cyhalothrine</i>

## 1. Salinité des sols

### 1.1. Définition

La salinité peut être définie comme étant un processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles acquérant ainsi le caractère salin (EILERS *et al.*, 1995, GREGORY, 2005). Un sol salé est caractérisé par un surplus de sels est en particulier l'ion  $\text{Na}^+$  dans le profil racinaire (SCHUT, 1996).

Le terme de stress salin s'applique essentiellement à un excès d'ions, mais pas exclusivement, aux ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  dans la rhizosphère et dans l'eau (PARIDA *et DAS*, 2005).

### 1.2. Formation d'un sol salin

La formation d'un sol salin résulte généralement de l'accumulation de sels dans les horizons de surface (BRADY *et WEIL*, 2002). Ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel, Lorsque le climat est chaud et sec, entraînés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumulés en surface. Les sels les plus communs présents dans la solution du sol correspondent aux cations  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , et aux anions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{CO}_3^{--}$ ,  $\text{NO}_3^-$ . D'autres sels moins courants et plus toxiques à faibles concentrations sont également à considérer. Ces éléments traces sont le bore, le sélénium, l'arsenic et le molybdène (GREGORY, 2005).

Généralement la salinité d'un sol est mesurée par la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée à 25°C (KENFAOUI, 1997) en effet un sol est considéré salé quand sa conductivité électrique devient supérieure à 4 Ds/m (HALITIM, 1986).

### 1.3. Origines et cause de la salinité des sols

L'origine de La salinité des sols se résume, d'une part, par la salinité primaire, d'origine naturelle, due à la proximité de la mer, où à l'existence de dépôts salins géologiques où parfois actuels, c'est la salinisation primaire.

D'autre part, la salinisation secondaire due à des processus de salinisation liés à des activités anthropiques en particulier à l'irrigation mal conduite dans certaines zones agricoles (FRANCHIS *et IBANEZ*, 2003).

#### 1.3.1. Origine primaire

La salinisation primaire est un phénomène naturel. Les causes peuvent être climatique (ex: steppes continentales) où géochimique (ex : Mares salées Lorrain) (SCHWARTZ, 2007). 80% des terres salinisées ont une origine naturelle. La salinisation

primaire est due aux sels se formant lors de l'altération des roches où à des apports naturels externes (MASHALI *et al.*, 2005). La plupart des sols salins-sodiques se sont développés suite aux processus géologiques, hydrologiques et pédologiques naturels (WANJOGU *et al.*, 2001).

Durant les périodes de sécheresse, l'eau et les électrolytes qu'elle contient remontent par capillarité. L'eau s'évaporent, les sels vont s'accumuler en surface pour être à nouveau lessivés par la pluie. La présence naturelle de sels tel que NaCl, NaSO<sub>4</sub>, CaCl<sub>2</sub> sur d'importantes surfaces du globe contribue de manière remarquable à la salinisation des sols arables et exerce un effet dépressif sur la croissance des plantes, à partir d'un certain seuil, qui varie d'une espèce à l'autre (LOPEZ, 1996).

### 1.3.2. Origine secondaire

Cette salinisation est due à une mauvaise conduite de l'irrigation. En effet, les eaux peuvent être chargées en sels qui s'accumulent dans le sol. Une fertilisation chimique excessive contribue aussi à une accumulation des sels dans la rhizosphère (MOUHOUCHE et BOULASSEL, 1999).

Les causes de salinisation secondaire des sols sont celles suscitées par des facteurs humains, principalement suite à des méthodes inappropriées d'irrigation (PESSARAKLI, 1999). La salinisation anthropique se produit par des activités humaines autres que l'irrigation et inclue par exemple, la déforestation des bassins versant (LEHOUEIROU, 1986) comme cause important de salinisation et d'alcalinisation des sols en raison des effets de la migration des sels dans les couches supérieures et inférieures. En inde, de vastes régions sont devenues salines et alcalines quelques années après le déboisement (SZABOLCS, 1994).

Les émissions industrielles chimiques émettent des sels aéroportés ou portés par les eaux qui peuvent s'accumuler dans le sol, si leur concentration est élevée (SZABOLCS, 1994). De même, les eaux résiduaires des municipalités contiennent des concentrations considérables en sels et peuvent souiller le sol (BOND, 1988). D'autre part, la contamination par les produits chimiques cause la salinisation le plus souvent dans les systèmes agricoles intensifs modernes, en particulier dans les serres chaudes (PESSARAKLI, 1991).

Le surpâturage a également sa part de responsabilité, pratiqué essentiellement au niveau des régions arides et semi arides, le couvert subit une pression anthropozoïque importante provoquant une nette dégradation de la végétation, une érosion avancée et par

conséquent, la salinisation se développe tendant vers la désertification dans la plupart des cas (SZABOLCS, 1992).

## 2. Classification des sols salés

On distingue deux types de sols salés, les sols salins (Solontchaks) et les sols alcalins (Solonetz).

### 2.1. Les sols salins (solontchaks)

Ces sols ont pour principale caractéristique leur richesse en sels de sodium neutres (NaCl : chlorure de Sodium, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : sulfate de sodium) mais contenant également des quantités appréciables d'ions chlorite, calcium et magnésium. Ces sols sont généralement dominants dans les régions arides et semi-arides (BOUCHIKCH, 2008).

### 2.2. Les sols alcalins (Solonetz)

Les solonetz sont riches en sodium échangeable et en revanche pauvres en sels solubles (sels alcalins, carbonates et bicarbonates de sodium, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> principalement). Les sols alcalins se trouvent plutôt dans les zones semi-arides et sub-humides (BOUCHIKCH, 2008).

## 3. Répartition géographique des sols salés

### 3.1. Dans le monde

La dégradation des terres est la contrainte principale de la limitation des produits alimentaires dans le monde. Le facteur majeur qui contribue à cette dégradation est la salinisation des sols et des eaux en zones arides.

Une grande proportion de la masse des terres dans le monde est saline. En effet sur une superficie totale de 14 billions d'hectares de terre utilisable, 46,5% est considérée comme aride (BELDJOUDI, 1999). Les sols salés occupent une superficie de 950 millions d'hectares (ZID et GRIGNON, 1991).

Les terres salées et sodiques représentent 98.5 millions d'hectares en Afrique (LEHOUEIROU, 1992). Presque toutes ces superficies se trouvent en zone aride et semi-aride, il y a d'autre part 11.5 millions d'hectares irrigués en Afrique, pour la plus grande partie en zone aride (Egypte 2,6 ; Maroc 1,3 ; Afrique du Sud 1,1 ; Soudan 1,9 million d'ha), environ 15 000 hectares sont stérilisés annuellement par la salure secondaire et la sodisation, résultant essentiellement d'un drainage défectueux, y compris par l'utilisation d'eau très peu salée comme celles du Niger, du Sénégal ou du Nil (moins de 0,1 g/l) (LEHOUEIROU, 1995).

### 3.2. En Algérie

La majorité du territoire algérien est représenté par des zones steppiques et sahariennes, ce sont respectivement des zones semi-arides et arides (**MAHDIF et KAMELI, 2004**). Leur superficie couvre près de 95% du territoire (**BENKHELIF et al., 1999**).

Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant environ 25% de la surface cartographiée (**HALITIM, 1988**) soit 3,2 millions d'hectares (**HAMDY, 1999**).

La carte des sols de l'Algérie révèle que dans les régions Est, particulièrement dans le Constantinois, les sols salés sont bien représentés et montre aussi que les sols situés au Sud sont nettement plus sodiques que ceux du Nord (**DJILI et DAOUD, 2000**).

### 4. Effets de la salinité sur les plantes

La salinité provoque à la fois un stress ionique et un stress osmotique sur les plantes et les réponses les plus connues des plantes à la salinité sont liées à ces effets (**DUBEY, 1997**). L'effet de la salinité sur les plantes se traduit généralement par une réduction de leur croissance (**GHOULAM et al., 2002**). D'autre part, les effets osmotiques des sels sur les plantes sont le résultat de l'abaissement du potentiel hydrique du sol dû à l'augmentation des concentrations des solutés dans le profil racinaire des plantes, cette condition interfère avec la capacité des plantes à extraire l'eau à partir du sol et à maintenir leur turgescence (**GUERRIER, 1996, GHOULAM et al., 2002**).

L'accumulation des sels dans les feuilles cause la sénescence prématurée, la réduction de l'approvisionnement en assimilât dans les zones de croissance et de ce fait, elle altère la croissance des plantes (**MUNNS et al., 1995**). Chez les variétés sensibles, l'accumulation de sels est plus rapide, et les cellules ne peuvent pas compartimenter les sels dans les vacuoles au même degré que les variétés tolérantes (**MUNNS, 1993**).

En générale, le stress salin affecte tous les principaux processus vitaux de la plante tel que la croissance, les relations hydriques, la photosynthèse et l'absorption des minéraux (**NEUMANN, 1997**).

#### 4.1. Sur la germination

La germination des graines qu'elles soient halophiles ou glycophiles, est affectée par la salinité (**DEBEZ, 2001**). Les concentrations élevées du sel empêchent la germination d'*Arabidopsis thaliana* (**Zhu, 2001**). D'autre part, **Askri et al.** ont montré (**2007**), que la germination des graines de pastèque (*Citrullus latanus* L.) dans deux concentrations salines

de NaCl 50 et 100 mM il y a respectivement une réduction de la vitesse de germination et de la capacité germinative. Une autre étude faite sur des graines d'artichauts, a montré que plus de 50% des graines irriguées avec des solutions salines sont mortes 4 à 5 jours après l'émergence de la radicule (MAUROMICALE et LICANDRO, 2002). L'effet de la salinité sur la germination des graines est varié en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'eau d'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (KATEMBE et al., 1998), où en augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans la graine à des doses qui deviennent toxiques (DEBEZ et al., 2001). Quand le stress salin est levé et que la germination est remise dans des conditions normales, les graines reprennent leur activité (DUAN et al., 2004).

#### 4.2. Sur la croissance des plantes

Plusieurs recherches ont rapporté une réduction de croissance de plantes en raison de la salinité, chez la tomate (ROMERO- ARANDA et al., 2001) et le coton (MELONI et al., 2001). Cependant, il existe des différences dans la tolérance au stress salin entre les espèces et les cultivars (OMMAMIE, 2005).

AZIZ et KHAN (2001) ont constaté que l'optimal de croissance chez l'espèce *Rhizophora mucronata* a été obtenue avec une irrigation à l'eau de mer à 50%, la croissance diminue avec l'augmentation de la concentration en sel, tandis que chez une légumineuse « *Alhagi pseudoalhagi* », le poids total de la plante s'accroît sous une faible salinité (50 mM de NaCl) mais il est diminué à des concentrations élevées (100 et 200 mM de NaCl) (KURBAN et al., 1999).

Chez la betterave à sucre, la masse fraîche et sèche des feuilles et des racines a été nettement réduite à 200 mM de NaCl, mais le nombre de feuilles était moins affecté (GHOULAM et al., 2002) des résultats similaires ont été annoncés par FISARAKIS et al. (2001) chez la vigne qui a enregistré une grande réduction de la matière sèche des feuilles et des racines à des concentrations élevées en NaCl, soulignant une répartition des photosynthates au niveau des racines, Ils ont conclu que ces résultats sont peut-être dus à de plus grandes capacités d'ajustement osmotique sous stress salin chez les racines.

#### 4.3. Sur la photosynthèse

La croissance des plantes dépend de la photosynthèse. Les stress environnementaux affectent la croissance ainsi que la photosynthèse (TAIZ et ZEIGER, 1998). Des études

entreprises par de nombreux auteurs sur différentes espèces végétales ont démontré que la capacité photosynthétique est déprimée par la salinité (ASHRAF, 2001).

Une association positive entre le taux photosynthétique et le rendement sous condition saline a été démontré chez certaines cultures (FAVILLE *et al.*, 1999), tel que *Triticum Repens*, et *Triticum Aestivum* (HAWKINS et LEWIS, 1993), d'autre part FISARAKIS *et al.* (2001) ont montré que l'inhibition de la croissance végétative impliquée par la salinité conduit forcément à l'inhibition de la photosynthèse. L'effet de la salinité sur la photosynthèse dépend des concentrations en sel et des espèces stressées, car à de faibles concentrations la photosynthèse est stimulée tandis qu'à de hautes concentrations elle est inhibée. (PARIDA *et al.*, 2004).

Parmi les facteurs responsables de la diminution du taux d'assimilation photosynthétique sous contrainte salin selon IYEGAR et REDDY (1966).

La déshydratation des membranes cellulaires et la réduction de leur perméabilité au CO<sub>2</sub>. En milieu salin l'accès à l'eau devient difficile suite à la diminution du potentiel hydrique causant un stress osmotique, qui inactive réversiblement le transport des électrons lors de la photosynthèse via le rétrécissement des espaces intercellulaires.

- La réduction de l'approvisionnement en CO<sub>2</sub> à cause de la fermeture des stomates résultant de la restriction de la conductance stomatique pour les réactions de carboxylation. La fermeture des stomates réduit la perte en eau des feuilles par la transpiration et cela affecte l'activité chloroplastique.
- La sénescence induite par la salinité (FISARAKIS *et al.*, 2001).

#### 4.4. Sur l'anatomie de la feuille

La salinité provoque des changements anatomiques au niveau foliaire chez de nombreuses plantes. Les feuilles de l'haricot, du coton et de *Atriplex* sont sujettes à une augmentation de l'épaisseur épidermique et mésophyllienne, ainsi qu'à une augmentation de la longueur de cellules palissadiques, des diamètres du palissade et des cellules spongieuses suite à l'élévation de la salinité (LONGSTRETH et NOBLE, 1979).

D'autre part, la salinité réduit les espaces intercellulaires et la surface foliaire, Chez les feuilles des épinards (DELFINE *et al.*, 1998) et la densité stomatique chez la tomate, (ROMER- ARANDA *et al.*, 2001).

#### 4.5. Sur les relations hydriques

L'une des causes principales de la réduction du taux de croissance chez les plantes peut être due à des effets de la salinité sur le statut hydrique (OMAMI, 2005).

L'accumulation des sels dans le milieu racinaire peut entraîner une diminution du potentiel hydrique foliaire et, par conséquent, peut affecter plusieurs processus vitaux (**ROMERO et ARANDA et al., 2001**).

**SOHAN et al. (1999)** avaient démontré que les effets osmotiques des sels sur les plantes sont en raison d'un abaissement du potentiel hydrique du sol dû à la concentration croissante en sels dans le profil racinaire. Un potentiel hydrique du sol très bas interfère la capacité des plantes à extraire l'eau du sol et de maintenir leur turgescence. De nombreux auteurs ont démontré que le potentiel hydrique et osmotique des plantes devient plus négatif avec l'augmentation de la salinité, alors que la pression de turgescence augmente aussi (**GULZAR et al., 2003**). D'autres auteurs ont démontré que le potentiel hydrique au niveau des feuilles des halophytes et le taux d'évaporation diminuent significativement avec l'augmentation du degré de salinité (**SUAEDA et al., 2002**).

#### **4.6. Sur l'assimilation des éléments minéraux**

Une concentration élevée en sels (NaCl) concurrence l'absorption des autres ions nutritifs, comme le  $K^+$ , le  $Ca^{2+}$ , le N et le P ayant pour résultat un désordre alimentaire et éventuellement, un rendement et une qualité réduits (**GRATTAN et GRIEVE, 1999**). Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur la plante: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions (**HOUALA et al., 2007**). Cet déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  ou  $NO_3^-$  deviennent limitant (**SOLTANI, 1988**). Il y aurait une compétition entre  $Na^+$  et  $Ca^{2+}$  pour les mêmes sites de fixation apoplasmiques (**HOUALA et al., 2007**).

#### **4.7. Sur le rendement**

Le rendement des plantes diminue nettement avec l'augmentation de la concentration en sels, et ce degré de sensibilité diffère d'une espèce à autre (**ASLAM et al., 2004**).

L'effet inhibiteur majeur de la salinité sur la croissance et le rendement des plantes est attribué à : l'effet osmotique, toxicité des ions et le déséquilibre nutritionnel provoquant une réduction de l'efficacité photosynthétique et d'autres désordres physiologiques.

Les espèces végétales diffèrent dans leur réponse au stress salin et leur productivité (rendement). La comparaison des rendements des génotypes sous différents niveaux

de salinité est clairement essentielle pour définir leur potentiel génétique mais aussi pour étudier les raisons de leur bon rendement. (ASLAM *et al.*, 2004).

## **5. Les mécanismes de résistance des plantes face à un environnement salin**

### **5.1. L'inclusion**

L'un des mécanismes de résistance des plantes à la salinité est l'inclusion, 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).

### **5.2. L'exclusion**

L'accumulation des ions, est le mécanisme primaire utilisé chez les halophytes à un niveau haut de salinité par la compartimentation des ions dans la vacuole (OMAMI, 2005). L'exclusion des ions est effectuée à un niveau bas ou modéré de salinité chez les glycophytes, en limitant l'absorption du Na<sup>+</sup> par la pompe Na<sup>+</sup>/H<sup>+</sup> ATPase antiport qui exporte les ions Na<sup>+</sup> hors de la cellule, ou en favorisant sa répartition dans les tissus âgés comme les feuilles qui vont être par la suite éliminées par abscission (GREGORY, 2005, OMAMI, 2005).

### **5.3. La recirculation**

Récemment, 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 et reconduit par les vaisseaux du xylème vers les racines, qui peuvent excréter les ions à l'extérieur.

### **5.4. Synthèse des solutés compatibles**

L'un des aspects de l'ajustement osmotique en réponse à un stress salin est l'accumulation des solutés organiques au niveau du cytoplasme des cellules végétales afin de maintenir une bonne pression osmotique intracellulaire et éviter la perte d'eau (MAZELIAK, 1995). Entre protéines et sucres, les plantes se comportent différemment dans l'accumulation des solutés, chaque espèce accumule un genre particulier de soluté (WEISHEN, 2000).

L'accumulation des sucres solubles est très prononcée chez les plantes soumises à la contrainte saline, ces sucres ont pour rôle l'établissement de l'équilibre osmotique (MUNNS, 2002 , GREGORY,2005).

La plante réagit différemment à la salinité à long et à court terme. Durant une exposition à court terme, lorsque la salinité agit sur la croissance et la division cellulaire, il se produit une élévation du taux de sucre, tandis qu'il diminue si l'action directe de la salinité se fait sur la photosynthèse (WEI SHEN, 2000).

Plusieurs explications ont été proposées pour rendre compte de l'accumulation de sucre, l'une d'elles (STROGONOV, 1973) implique l'augmentation de l'activité enzymatique pour l'hydrolyse de l'amidon et la synthèse du saccharose (exemple : phosphorylase amidon, saccharose phosphate synthétase) et l'acide abscissique, qui a contribué à la croissance des plantes cultivées sous stress salin (DUBEY et SINGH, 1999, ASHRAF, 2004).

Un appauvrissement en glucides de réserve des plantes peut se produire à une exposition à long terme à la salinité parce que la plante investit des montants supplémentaires d'énergie en excluant l'excès de Na<sup>+</sup> ou en le sécrétant dans les vacuoles (MENGEL et *al.*, 2001). En effet, la diminution de la concentration en sucre a été trouvée chez la canne à sucre sous contrainte saline (LINGLE et WIEGAND, 1997), tandis que, l'augmentation des sucres solubles a été signalée chez la tomate (GAO et *al.*, 1998), et le melon brodé (CARVAJAL et *al.*, 1998).

#### 5.4. Changement dans le cheminement photosynthétique

La réduction des taux d'assimilation photosynthétique chez les plantes soumises à la salinité est principalement due à la réduction de leur potentiel hydrique.

Le but primordial de la tolérance à la salinité est donc d'augmenter l'efficacité d'utilisation de l'eau (OMAMI, 2005). A cet effet, certaines plantes telles que les halophytes facultatives remodelent leur mode photosynthétique C3 (plantes en C3) en mode CAM (crassulaceen acid métabolism) (CUSHMAN et *al.*, 1989), Ce changement permet à la plante de réduire ses pertes d'eau par la transpiration en ouvrant les stomates la nuit. Chez les espèces tolérantes aux sels, il y a un passage du mode photosynthétique C3 à C4 (plantes en C4) en réponse à la salinité ( ZHU et *al.*, 2005).

#### 5.5. Induction des hormones par salinité

Les niveaux hormonaux de l'ABA augmentent en cas de stress salin, jouant ainsi plusieurs rôles, il est responsable de l'activation des gènes qui jouent un rôle important

dans les mécanismes de la tolérance au sel chez le riz. Il accroît le niveau du  $\text{Ca}^{2+}$  cytosolique et donc son pH, permettant ainsi de réguler l'absorption et le transport à travers les membranes ; contrairement, il réduit le niveau d'éthylène et l'abscission des feuilles, probablement par la décroissance de l'accumulation des ions toxiques de  $\text{Cl}^-$  dans les feuilles. En outre, c'est un inhibiteur du NaCl dans les réactions de la photosynthèse et la croissance (OMAMI, 2005).

### **5.6. Les protéines LEA (late-embryogenesis-abundant)**

Le stress osmotique, induit la synthèse des protéines (LEA) dans les tissus végétatifs, ce qui a pour effet la tolérance à la déshydratation des tissus végétatifs. Elles ont un rôle dans la détoxification et l'élévation des dommages causés par le stress salin (ZHU et al., 2005).

L'accumulation du niveau de ces protéines, est corrélée avec la tolérance au stress salin chez plusieurs espèces de végétaux. On pense que ces protéines ont un rôle protecteur sous stress osmotique (SEAMEN, 2004).

## L'objectif de l'essai

Cet essai a été réalisé sur six variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris*) soumises à quatre concentrations différentes de chlorure de sodium (NaCl) : [50], [75], [100], [150], et un traitement n'ayant pas reçu de NaCl constitue le témoin.

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du stress salin sur la germination et la croissance des six variétés du haricot, en vue d'identifier leur niveau de tolérance à la salinité.

### 1. Présentation du site de l'essai

L'essai a été réalisé au laboratoire du Botanique de la faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers, de l'université **08 Mai 1945 Guelma**.

### 2. Matériel végétal

#### 2.1. Semences de haricot

Les semences utilisées pour étudier l'impact de la salinité sur la germination des graines, la croissance et le développement du Haricot (*Phaseolus vulgaris.L*).

V1 : anihiltor

V2 : coco rosa

V3 : coco rose atlas

V4 : Haricot blanche

V5 : aljadida

V6 : coco rose Amélioré

## 2.2. Origine des variétés

Les variétés étudiées ont été fournies par un agriculteur privé, l'origine des variétés et leurs caractéristiques selon tableau n°5.

**Tableau n°5** : les variétés étudiées et leurs caractéristiques.

variété	origine	caractéristiques
anihiltor	USA	Les gousses sont de forme crochet de couleur blanc crème marbrée, le grain blanc cassée marbrée marron.
Coco rosa	USA	Grain blanc marbrées de marron, la gousse blanche.
coco rose atlas	France	Gousse marbrées de rouge et des grains roses panachés de rouge.
haricot blanc	France	Les grains blancs et les gousses blanc cassé. Cette variété très utilisées.
Aljadida	Italie	Grain marron foncée, gousse blanc crème, longue.
coco rose Amélioré	France	Gousse blanc-crème marbrée de rouge, longue et large, grain blanc à peau fine. Excellente saveur.

## 2.3. Solution salées

Cinq concentrations de NaCl ont été utilisées pour cette étude : le témoin [0] mM, [50] mM, [75] mM, [100] mM, [150] mM. Le choix des concentrations a été fait en se basant sur des données bibliographiques et des études récentes.

## 3. Installation et conduite de l'essai

L'essai de germination a été porté sur six variétés de haricot, et il a été réalisé dans les boîtes de Pétri.

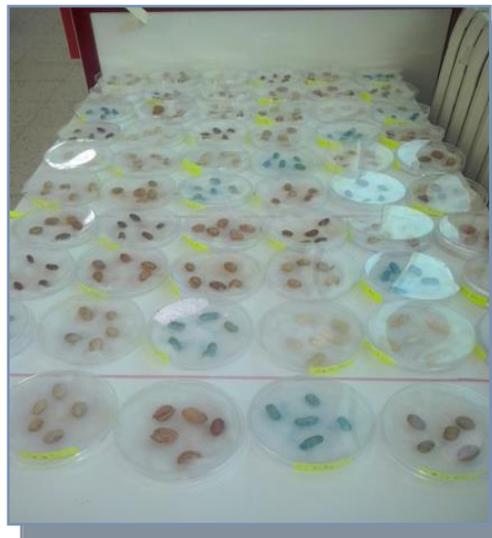
Les concentrations : C0 : [0]mM. C1 : [50]mM. C2 : [75]mM. C3 : [100]mM. C4 : [150]mM.

Les variétés V1 : anihiltor. V2 :coco rosa. V3 : coco rose atlas. V4 : haricot blanc. V5 : aljadida. V6 :coco rose Amélioré.

Les répétitions : R1, R2, R3.

C0V2R3	C1V5R2	C2V1R1	C3V4R3	C4V1R3
C0V1R3	C1V1R3	C2V4R1	C3V3R1	C4V3R1
C0V2R2	C1V3R1	C2V2R3	C3V1R2	C4V2R3
C0V5R1	C1V6R3	C2V5R1	C3V5R2	C4V1R2
C0V3R2	C1V4R1	C2V3R2	C3V2R1	C4V3R2
C0V1R2	C1V5R1	C2V3R1	C3V2R3	C4V4R1
C0V1R1	C1V2R2	C2V1R2	C3V1R1	C4V5R2
C0V2R1	C1V3R3	C2V2R1	C3V3R2	C4V5R1
C0V3R3	C1V1R1	C2V4R2	C3V4R1	C4V1R1
C0V3R1	C1V4R2	C2V1R3	C3V6R3	C4V2R1
C0V5R3	C1V6R2	C2V6R1	C3V3R3	C4V3R3
C0V6R3	C1V2R3	C2V5R3	C3V6R2	C4V6R2
C0V4R1	C1V1R2	C2V2R2	C3V5R1	C4V5R3
C0V5R2	C1V4R3	C2V3R3	C3V2R2	C4V4R2
C0V4R3	C1V6R1	C2V6R2	C3V5R3	C4V4R3
C0V6R1	C1V5R3	C2V6R3	C3V6R1	C4V2R2
C0V4R2	C1V3R2	C2V5R2	C3V1R3	C4V6R3
C0V6R2	C1V2R1	C2V4R3	C3V4R2	C4V6R1

**Figure n°3** : description du dispositif expérimentale de l’essai de germination dans les boîtes de Pétri.



**Figure n°4** : Essai de germination dans les boîtes de Pétri.

Un essai de croissance dans des plaques de culture en vue de ramener l'expérimentation de plus en plus à des conditions de terrain.

Variété 1 : anihiltor	C0V1R1	C1V1R1	C2V1R1	C3V1R1	C4V1R1
	C0V1R2	C1V1R2	C2V1R2	C3V1R2	C4V1R2
	C0V1R3	C1V1R3	C2V1R3	C3V1R3	C4V1R3
	C0V1R4	C1V1R4	C2V1R4	C3V1R4	C4V1R4
	C0V1R5	C1V1R5	C2V1R5	C3V1R5	C4V1R5
Variété 2 : coco rosa	C0V2R1	C1V2R1	C2V2R1	C3V2R1	C4V2R1
	C0V2R2	C1V2R2	C2V2R2	C3V2R2	C4V2R2
	C0V2R3	C1V2R3	C2V2R3	C3V2R3	C4V2R3
	C0V2R4	C1V2R4	C2V2R4	C3V2R4	C4V2R4
	C0V2R5	C1V2R5	C2V2R5	C3V2R5	C4V2R5
Variété 3 : coco rose atlas	C0V3R1	C1V3R1	C2V3R1	C3V3R1	C4V3R1
	C0V3R2	C1V3R2	C2V3R2	C3V3R2	C4V3R2
	C0V3R3	C1V3R3	C2V3R3	C3V3R3	C4V3R3
	C0V3R4	C1V3R4	C2V3R4	C3V3R4	C4V3R4
	C0V3R5	C1V3R5	C2V3R5	C3V3R5	C4V3R5
Variété 4 : haricot blanc	C0V4R1	C1V4R1	C2V4R1	C3V4R1	C4V4R1
	C0V4R2	C1V4R2	C2V4R2	C3V4R2	C4V4R2
	C0V4R3	C1V4R3	C2V4R3	C3V4R3	C4V4R3
	C0V4R4	C1V4R4	C2V4R4	C3V4R4	C4V4R4
	C0V4R5	C1V4R5	C2V4R5	C3V4R5	C4V4R5
Variété 5 : aljadida	C0V5R1	C1V5R1	C2V5R1	C3V5R1	C4V5R1
	C0V5R2	C1V5R2	C2V5R2	C3V5R2	C4V5R2
	C0V5R3	C1V5R3	C2V5R3	C3V5R3	C4V5R3
	C0V5R4	C1V5R4	C2V5R4	C3V5R4	C4V5R4
	C0V5R5	C1V5R5	C2V5R5	C3V5R5	C4V5R5
Variété 6 : coco rose Amélioré	C0V6R1	C1V6R1	C2V6R1	C3V6R1	C4V6R1
	C0V6R2	C1V6R2	C2V6R2	C3V6R2	C4V6R2
	C0V6R3	C1V6R3	C2V6R3	C3V6R3	C4V6R3
	C0V6R4	C1V6R4	C2V6R4	C3V6R4	C4V6R4
	C0V6R5	C1V6R5	C2V6R5	C3V6R5	C4V6R5

Les concentrations : C0 : [ 0]mM. C1 : [50]mM. C2 : [ 75]mM. C3 : [100]mM. C4 : [ 150]mM.

Les variétés : V4 : haricot blanc. V5 : aljadida. V6 : coco rose Amélioré.

Les répétitions : R1, R2, R3, R4, R5.

**Figure n°6** : Description du dispositif expérimental des variétés dans les plaques de culture



A : après 21 jours.



B : 1 jour de l'essai.

**Figure n °7** : Essai de croissance dans les plaques de culture (A et B)

Le substrat utilisé pour l'essai en plaque étant de la tourbe (substrat commercial conforme à la culture des haricots) fournis par le laboratoire de l'université et ces caractéristiques sont indiquées ci-dessous (substrat de base multiplication support de culture (NFU44-551)).

#### 4. Caractéristique du substrat

- ❖ Le substrat de base (tourbe de sphaigne) est caractérisé par :
- ❖ Un taux de matière sèche exprimée en pourcentage en masse de produit brut : 35%.
- ❖ Un taux de matière organique exprimée en pourcentage en masse de produit brut : 35%.
- ❖ PH(H<sub>2</sub>O) : 5.8-6.8.
- ❖ Résistivité : 2500 Ohm/cm.
- ❖ Rétention en eau : 80Vol.%.

Chaque variété est représentée par 15 échantillons (5 concentration de NaCl en 03 répétitions/variété). Aussi bien pour l'essai de germination en boîtes de Petri et 25 échantillons pour l'essai en plaques (5 concentrations de NaCl en 5 répétitions / variété) .

## **5. Paramètres étudiés**

### **5.1. Paramètres relatifs à la germination des graines**

#### **5.1.1. Essai en boîtes de pétri**

Trois paramètres ont été estimés pour cet essai (après 7 jours de l'application du stress) :

- ✓ Le taux de germination des graines (%).
- ✓ La longueur de la radicale.
- ✓ La longueur de la tigelle.

### **5.2. Paramètres relatifs à la croissance et le développement des plantes**

#### **5.2.1. Hauteur des plantes**

La cinétique de la croissance a été évaluée par la notation de la hauteur des plantes, pour les différentes variétés et pour les différents traitements après trois semaines (21 jours) de l'application du stress, à l'aide d'une règle graduée depuis le collet jusqu'au sommet de l'appareil aérien.

#### **5.2.2. Longueur de la racine principale**

Trois plantes ont été prélevées pour chaque variété en chaque concentration de NaCl, puis nous avons procédé en une séparation des parties aériennes et souterraines, les racines sont rincées par un courant d'eau et épongées entre deux papiers filtres ; puis la longueur de la racine principale a été mesurée à l'aide d'une règle graduée.

#### **5.2.3. Poids frais des parties aériennes et souterraines**

Trois plantes ont été prélevées pour chaque concentration de NaCl, puis nous avons procédé en une séparation des parties aériennes et souterraines, les racines sont rincées par un courant d'eau et épongées entre deux papiers filtres les deux organes sont rapidement placés dans du papier aluminium préalablement taré, et leur masse de matière fraîche a été déterminée à l'aide d'une balance de précision.

#### **5.2.4. Poids sec des parties aériennes et souterraines**

Les organes des plantes utilisés pour déterminer le poids frais des parties aériennes et souterraines, pour les différentes variétés ont été placés dans l'étuve à 105°C pendant 24 h pour déterminer le poids sec.

## 6. Traitement statistique des résultats

Une analyse de la variance a été conduite pour les résultats relatifs aux différents paramètres étudiés en utilisant le logiciel Minitab et une comparaison des moyennes pour déduire la différence entre le témoin et les différentes concentrations ont été conduites par le même logiciel.

## 1. Essai de germination dans les boîtes de Pétri

### 1.1. Pourcentage de la germination des graines

La figure (08) montre que la germination des graines de l'haricot est très affectée par le stress salin. Cependant, une diminution du taux de germination a été notée pour l'ensemble des boîtes traitées par les différentes concentrations de NaCl, et ce pour les six variétés étudiées.

L'effet de la salinité sur la germination des graines de l'haricot est plus observé pour les concentrations élevées du NaCl comparativement aux témoins non traités, et la variété haricot blanc est la plus affectée par rapport aux 5 autres variétés. Notant, que le taux de germination a été diminué considérablement pour cette variété aux concentrations 50mM et 75 mM (13.33% et 6.77% respectivement contre 100% pour le témoin).

Concernant la concentration 100 mM une diminution remarquable du taux de germination a été notée chez les variétés coco rose Amélioré, coco rosa, aljadida et coco rose atlas, (7.77%, 16.66%, 9.99%, 17.77% respectivement) comparativement aux témoins (100% pour les trois variétés). Tandis que, une absence totale du taux de germination a été observée chez la variété haricot blanc et pour la même concentration (100 mM).

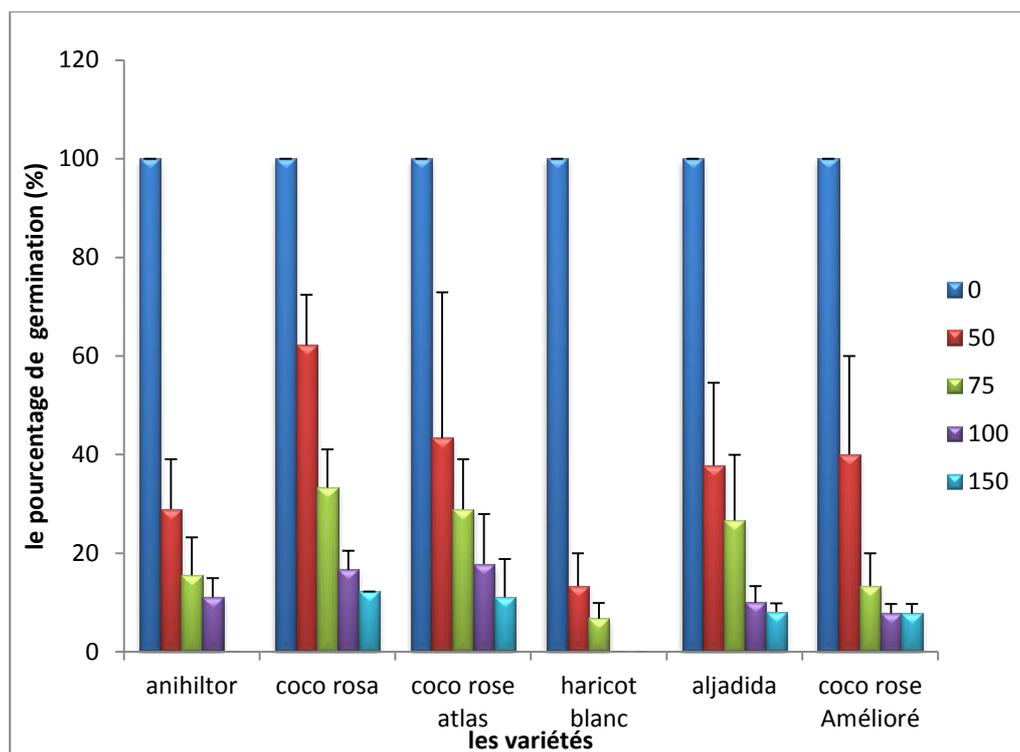
Aussi une inhibition complète du taux de germination a été enregistrée pour la concentration 150mM et ce pour les deux variétés haricot blanc et anihiltor.

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 graines (**M'BAREK et al., 2001**).

D'autres auteurs ont signalé que l'effet du sel sur la germination des graines varie en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'eau d'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (**KATEMBE et al., 1998**). Soit en augmentant la pénétration d'ions qui peuvent s'accumuler dans la graine à des doses qui deviennent toxiques (**DEBEZ et al., 2001**).

D'autre part **DE-OLIVEIRA et al. (1998)** ont montré une sensibilité des graines durant la germination. Cette sensibilité est due principalement à l'effet de la salinité sur la mobilisation des réserves.

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) à montrer des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n° 10).



**Figure n°8:** pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

## 1.2. Longueur de la racicule

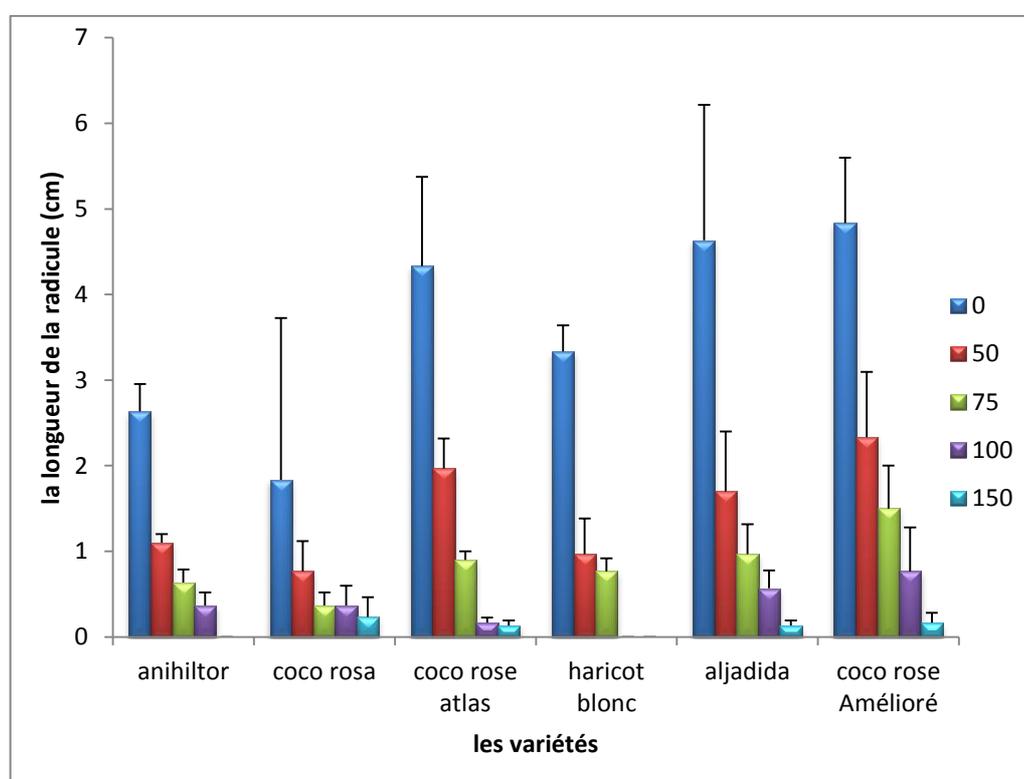
La longueur de la racicule diminue au fur et à mesure que la concentration en NaCl augmente dans le milieu, la diminution est observée pour toutes les concentrations et chez les six variétés (figure 09).

L'effet de la salinité sur la longueur de la racicule est très remarquable notamment pour la concentration 100 mM chez les variétés coco rose Amélioré, aljadida et anihiltor d'où nous avons noté les valeurs moyennes de 0.76 cm, 0.56 cm et 0.36 cm respectivement contre 4.83cm, 4.63 cm, 2.63 cm pour les témoins. Concernant la

concentration 150 mM, la croissance de la racicule a été inhibé complètement chez les variétés anihiltor et haricot blanc.

**PEREZ et TAMBELINI (1995)** ont signalé que les concentrations élevées de sel, particulièrement le chlorure de sodium (NaCl), peuvent inhiber l'activité enzymatique des graines et retarder la sortie et le développement de la racicule.

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n° 11).



**Figure n°9 :** la longueur de la racicule (cm) des variétés du haricot soumises aux différentes concentrations du NaCl (mM).

### 1.3. Longueur de la tigelle

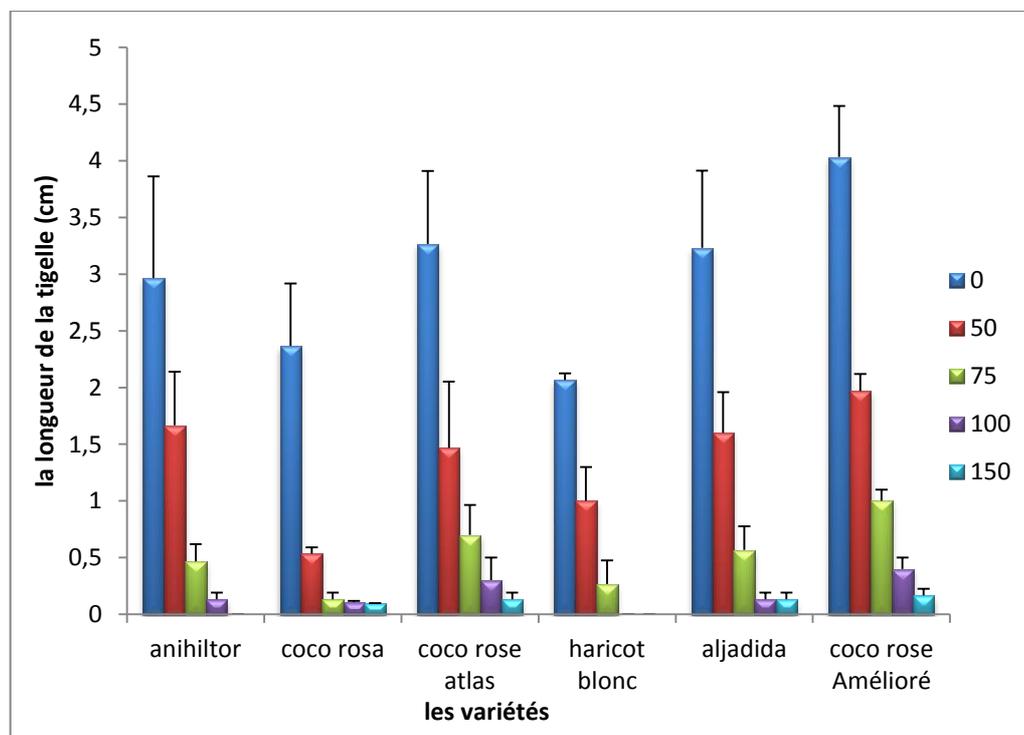
Les résultats obtenus pour ce paramètre (figure n°10) montrent que la salinité affecte également le développement de la tigelle après la germination des graines.

Une diminution de la longueur de la tigelle a été notée pour l'ensemble des graines qui ont germé sous stress et ce pour toutes les variétés étudiées.

Pour la variété anihiltor, la longueur de la tigelle diminue au fur et à mesure que la concentration du NaCl augmente dans le milieu, d'où nous avons noté une moyenne de 0.46cm et 0.13cm respectivement pour les concentrations de 75 mM et 100 mM contre une moyenne de 2.96 cm chez le témoin et une inhibition de la croissance de la tigelle a été enregistré à la concentration 150mM chez la même variété.

Pour la variété haricot blanc, et à des concentrations élevées de NaCl (100 mM et 150 mM), nous avons noté une inhibition du développement de la tigelle même pour les graines qui ont été germé.

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n° 12).



**Figure n° 10:** la longueur de la tigelle (cm) des plantules des variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

## 2. Essai de la croissance et le développement des plantes

### 2.1. Hauteur des plantes

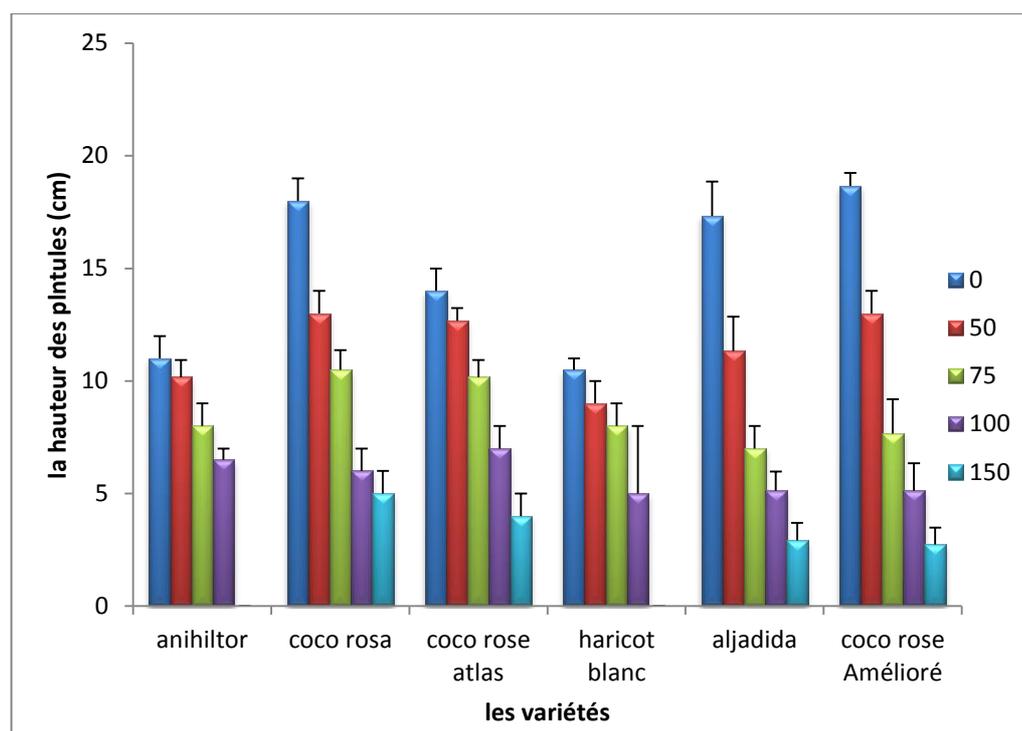
La figure n°11 montre que la hauteur des plantes soumises au stress a été affectée par la présence du sel dans le milieu, une diminution de la hauteur des plantes a été enregistrée pour les variétés étudiées chez les plantes stressées en comparaison avec les témoins.

La diminution de la hauteur des plantes est plus observée chez les variétés aljadida et coco rose Amélioré à la concentration 100 mM, la valeur moyenne enregistrée pour cette concentration est de 5.13 cm pour les deux variétés (contre 17.33 cm et 18.66 cm chez les témoins respectivement), tandis qu'à la concentration 150 mM nous avons noté une inhibition de croissance des plantules chez les variétés anihiltor et haricot blanc.

**Khadri et al.(2001)**, ont signalé que la salinité réduit la croissance des plantes de *Phaseolus vulgaris* L. de 25%, d'autre part **Gama et al. (2007)** ont démontré que la salinité a exercé des effets nuisibles sur les paramètres morphologiques tel que la hauteur de la plante, le nombre des feuilles et la longueur de la racine.

Plusieurs recherches ont rapporté une réduction de croissance de plantes en raison de la salinité, chez la tomate (**ROMERO-ARANDA et al., 2001**)

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n° 13).



**Figure n°11** : la hauteur des plantes (cm) pour les différentes variétés de haricots soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

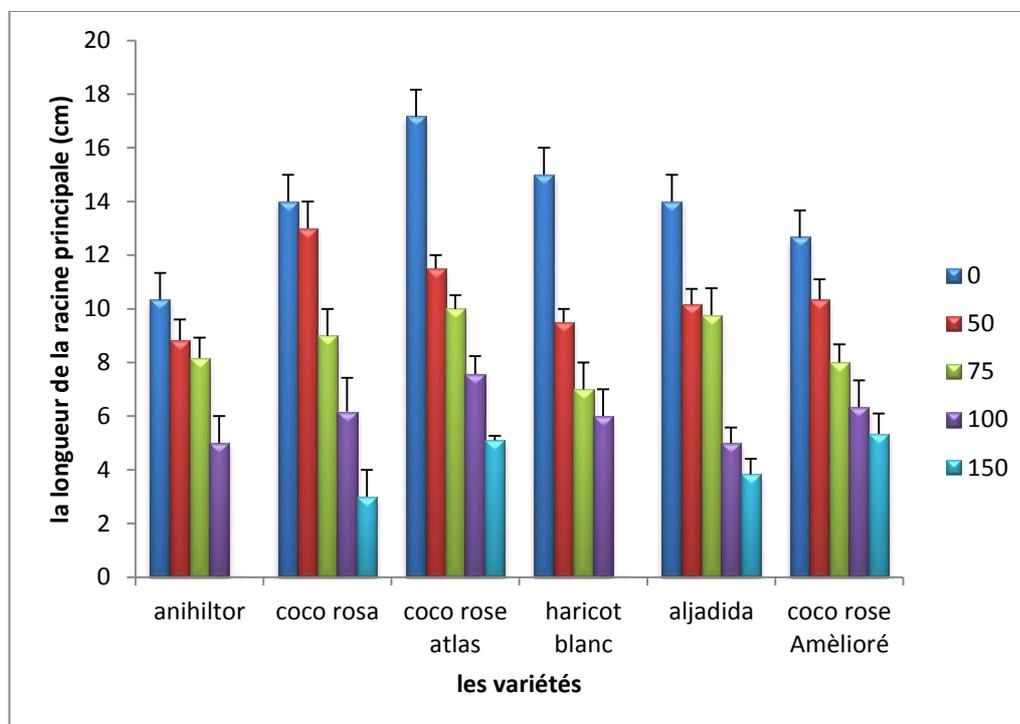
## 2.2. La longueur de la racine principale

Les résultats relatifs à ce paramètre (figure n°12) ont montré que la longueur de la racine principale est diminuée chez les plantes stressées comparativement aux témoins. Cette diminution est plus importante chez les plantes soumises aux fortes concentrations de NaCl notamment chez la variété coco rosa d'où nous avons noté une moyenne de 3 cm à la concentration 150 mM contre 14 cm chez le témoin, pour la même concentration, la croissance de la racine principale était inhibée complètement chez les variétés anihiltor et haricot blanc.

Selon **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 identique à ceux provoqués par le stress hydrique.

D'autres auteurs ont signalé que le stress salin affecte considérablement la croissance de système racinaire (**AZEVEDO et al. in HAMDANI, 2012**).

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n° 14).



**Figure n°12 :** longueur de la racine principale (cm) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)..

### 2.3. Le poids frais des parties souterraines et aériennes

La figure n°13 montre que la matière fraîche des parties aériennes a été influencée par la présence du sel dans le milieu chez les différentes variétés de l'haricot.

En effet, avec les concentrations 50, 75, 100, 150 mM de NaCl, la production de la matière fraîche des parties aériennes diminue par rapport aux témoins.

La diminution du poids frais de la partie aérienne était plus prononcée chez la variété coco rosa pour laquelle nous avons noté une moyenne de 0.20g à la concentration 150mM contre 2.26g chez le témoin, tandis que chez les variétés anihiltor et haricot blanc aucune valeur du poids frais de la partie aérienne n'a été enregistré pour cette concentration.

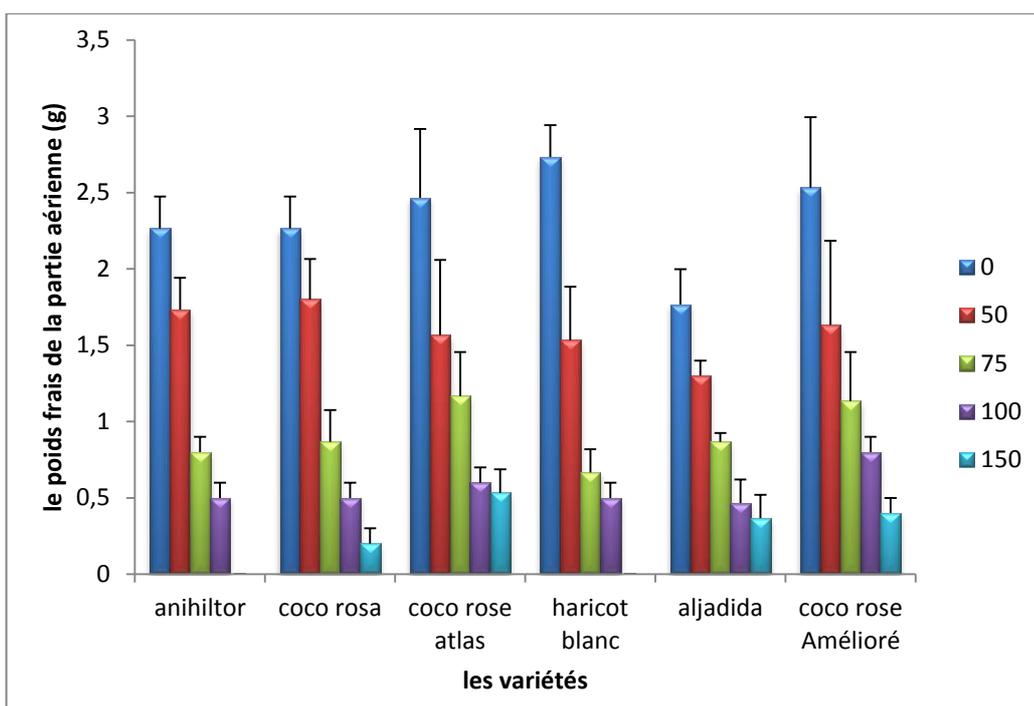
La présence de sels dans le milieu affecte également la croissance de la partie souterraine de la plante, ceci est nettement illustré dans la figure n°14, le poids frais de la partie racinaire a enregistré une diminution chez les plantes stressées comparativement aux témoins.

La diminution du poids frais de la partie souterraine était plus remarquable aux fortes concentrations de NaCl chez les variétés : coco rosa , coco rose atlas et aljadida d' ou nous avons enregistré les valeurs moyennes de 0.53g, 0.76g et 0.50g respectivement à la concentration 100mM comparativement aux témoins (0.9g, 2.5g et 1.56g respectivement)

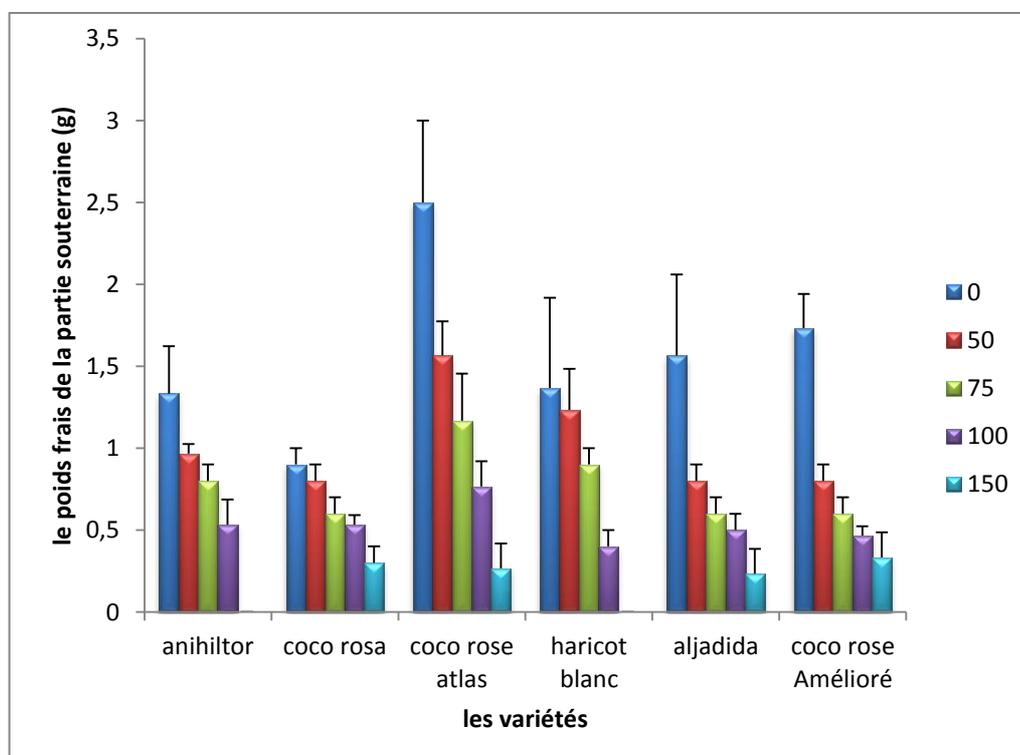
Une inhibition de croissance de la partie souterraine a été noté à la concentration 150 mM chez les variétés anihiltor et haricot blanc.

Plusieurs études effectués sur des légumineuse ont démontré que les concentrations élevées en sels ( 100 à 200 mM) diminuent le poids totale de la plante ( **KURBAN et al.,1999**).

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n° 15-16).



**Figure n°13 :** le pois frais de la partie aérienne (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).



**Figure n°14 :** le poids frais de la partie souterraine (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

## 2.4. Le poids sec de la partie souterraine et aérienne

Les figures n°15-16 montrent que le poids sec des parties souterraine et aérienne a été affecté également par la salinité, une diminution de la matière sèche des deux parties a été notée pour les six variétés étudiées soumises aux différentes concentrations de NaCl.

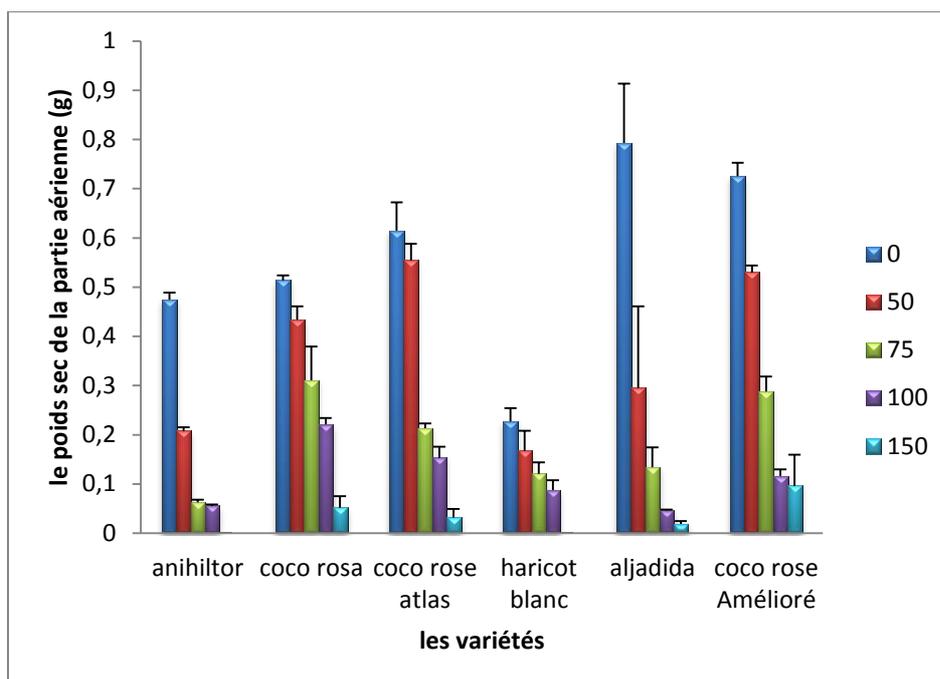
L'effet de la salinité sur le poids sec de la partie aérienne a été enregistrée chez toutes les variétés étudiées en augmentant la concentration du NaCl dans le milieu, d'où nous avons noté les valeurs 0.03 et 0.01g à la concentration 150mM respectivement chez les variétés coco rose atlas et aljadida comparativement aux témoins non traités (0.61g et 0.79g respectivement) tandis que chez les variétés anihiltor et haricot blanc aucune valeur n'a été noté pour ce paramètre et pour la même concentration.

L'effet négatif du stress salin sur le poids sec de la partie souterraine est observé chez toutes les variétés notamment aux fortes concentrations du NaCl, les résultats relatifs à ce paramètre montrent que les variétés haricot blanc, anihiltor et aljadida sont plus affectés par le stress salin, pour lesquelles nous avons noté la valeur 0.01g à la concentration 150 mM chez la variété aljadida comparativement au témoin (0.12g) et aucune valeur du poids sec de la partie souterraine n'a été noté chez les deux autres variétés et à la même concentration.

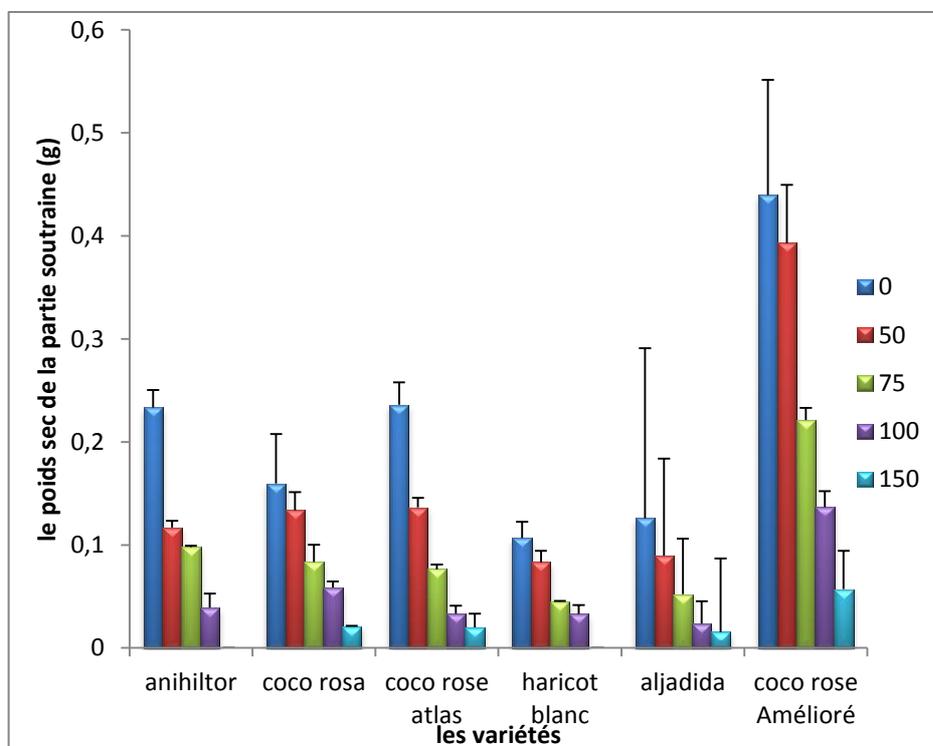
Les études de **Chartzoulakis et klapaki (2000)** ont démontré que le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche des feuilles, des tiges et des racines.

D'autres auteurs ont signalé une grande réduction de la masse fraîche et sèche des feuilles et des racines aux fortes concentrations du NaCl (200mM) chez la betterave à sucre (**GHOULAM et al., 2002**).

L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (tableau n°17-18).



**Figure n°15 :** le poids sec de la partie aérienne (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).



**Figure n°16 :** le poids sec de la partie souterraine (g) des différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).



## Conclusion

Au terme de cette étude et à la lumière des résultats obtenus on peut dire que :

Les différentes variétés étudiées ont montré une réponse négatif 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.

Une diminution du pourcentage de germination, de la longueur de la tigelle et de la longueur de la radicule a été enregistrée pour les graines soumises aux concentrations croissantes du NaCl, et ce pour l'ensemble des variétés étudiées.

La hauteur des plantes, la longueur de la racine principale, et le poids frais et sec des parties aériennes et souterraines ont été également affectés par la salinité, et l'impact du stress était plus important pour l'ensemble des variétés étudiées en augmentant la concentration dans le milieu.

L'analyse globale des résultats obtenus nous permet de dire que les différentes variétés de l'haricot qui font l'objet de cette étude ont montré une réponse négatif vis-à-vis les concentrations du NaCl utilisées, notamment pour les concentrations élevées, cependant, certaines variétés semble être plus sensibles que les autres variétés, c'est le cas des variétés, anihiltor et haricot blanc de nous avons noté une inhibition complète aux concentrations élevées du NaCl (100 et 150 mM) pour la plus part des paramètres étudiées, d'autre part, les résultat de certains paramètres de la variétés coco rose Amélioré tel que la longueur de la tigelle, la longueur de la radicule et le poids sec de la partie souterraine révèlent que cette variété est la plus tolérante à la salinité comparativement aux autres variétés.

En conclusion on peut dire que les résultats obtenus, ne peuvent être considérés que comme résultats préliminaires qui ne nous permettent en aucun cas de déduire le niveau de tolérance à la salinité des variétés étudiées, car d'autres paramètres constituent des indices plus fiables peuvent être utilisée dans la détermination du niveau de tolérance au stress.

Pour cela cette étude doit être complétée par d'autres travaux portés sur plusieurs variétés en utilisant une gamme de concentrations de NaCl plus large et en testant d'autres paramètres tel que, le dosage des ions, dosage de la chlorophylle, le rendement.....



### References bibliographiques

- 1. AJMAL KHAN N., IRWIN A., SHOWALTER A.M. and SHOWALTER U., 2000.** Effect of salinity on growth, water relation and ion accumulation of the subtropical perennial Halophyte, *Atriplex griffithii* var. *stocksii*, *Annals of botany*, 85: 225-232
- 2. ASHRAF M ., MUKHTAR N., REHMAN N. and RHA E S.,2004.** Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential medicinal plant Bishop's weed (*Ammi majus* L.). *PHOTOSYNTHETICA* 42 (4): 543-550.
- 3. ASKRI H., RAJEB S., JEBARI H., NAHDI H. et RAJEB M.N., 2007 .** Effet du Chlorure de Sodium sur la germination des graines de 3 variétés de pastèque (*Citrullus Lanatus*). *sécheresse*,18, (1),p. 51-55.
- 4. ATKINS C.A. and SMITH P.M.C., 1997.** Genetic transformation and regeneration of legumes. In: Legocki, A., Bothe, H. and Puhler, A. (eds) *Biological Fixation of Nitrogen for Ecology and Sustainable Agriculture*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp.283–304.
- 5. AZIZ I. and KHAN M.A., 2001.** Effect of seawater on the growth, ion content and water potential of *Rhizophora mucronata* Lam. *J. Plant Res.* 114, 369-373.
- 6. BAMOUH A., 1994 :** Situation actuelle et perspectives de développement des légumineuses alimentaires au Maroc. p. 12-16, Actes du séminaire Européo-Maghrébin sur les légumineuses à grosses graines. *Basin. Reclamation and Revegetation Research* 5: 319-341
- 7. BELKHODJA M . et BIDAI Y ., 2004.** Réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. *Secheresse*, 15,(4), p.331-335.
- 8. BENAMOUZIG R. , MAHRE S., RAUTUREAU J. and TOME D.,1994.** Physiological properties of leguminous fibers *Secheresse*,4, vol. 15, decembre 2004.
- 9. BENAMOUZIG R., MAHRE S., RAUTUREAU J. and TOME D., 1994.** Physiological properties of leguminous fibers. *Grain Legumes* 7, 18–19
- 10. BENKHLIFA M. et DAOUD Y., 1998.** Influence de la bentonite sur les propriétés physiques

## Références bibliographiques

---

11. **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. and CASSE F., 2003.** Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na<sup>+</sup> recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal* **22**: 2004-2014.
12. **BOND D.A. and DUC G., 1993.** Plant breeding as a means of reducing antinutritional factors in grain legumes. In A.F.B. van der Poel, J. Huisman.
13. **BOND DA., 1988 .** Future breeding strategies for Pea, Lentill, Faba-bean and Chickpea. RJ.
14. **BOUCHIKH YAMINA., 2007-2008.** Recherche des marqueurs physiologiques, biochimiques et les composantes du rendement chez le haricot sous stress salin .Thèse nouveau le diplome de magister. universite d'oran es senia.
15. **BRADY NC. and WEIL RR., 2002.** the nature and properties of soils, 25p.
16. **CARVAJAL M., MARTINEZ V. and ALCARAZ F. C., 1999.** Physiological function of water channels as affected by salinity in roots of paprika pepper. *Physiol. Plant.* **105**, 95-101.
17. **CUSHMAN J.C., MEYER G., MICHALOWSKI C.B., SCHMITT J.M. and BOHNERT H.J., 1989.** Salt stress leads to differential expression of two isogenes of PEPCase during CAM induction in the common Ice plant. *Plant Cell* **1**, 715-725.
18. **DAGBA L E., 1988.** Les facteurs du milieu, notamment la température, et le port du haricot, *Phaseolus vulgaris* .*Rev. Cyto. Bio. végét. -Bot.*, vol 11,pp 85-112.
19. **DEBEZ A., CHAIBI W. et BOUZID S., 2001.** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. *Agricultures* 10 ,(2), p.135-138.
20. **DELFINE S., ALVINO A., ZACCHINI M. et LORETO F., 1998.** Consequences of salt stress on conductance to CO<sub>2</sub> diffusion, rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* **25**, 395-402.
21. **DELFINE S., ALVINO A., ZACCHINI M. et LORETO F., 1998.** Consequences of salt stress on conductance to CO<sub>2</sub> diffusion, rubisco characteristics and anatomy of spinach leaves. *Aust. J. Plant Physiol.* **25**, 395-402.

## Références bibliographiques

---

- 22. DEMOL J., 2002 .** Amélioration des plantules. Coléoptères des denrées alimentaires entreposées dans les régions tropicales. Les Paresse Agronomiques de Gembloux. Gembloux . blgium. PP 351-392.
- 23. DJILI K. et DAOUD Y., 2000.** Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les sols du Nord de l'Algérie. Sécheresse vol. 11,(1),p. 37-43.
- 24. DUAN D., LIU X., AJMAL KHA N M. et GUL B., 2004.** Effects of salts and water stress on germination of *Chenopodium glaucum* L. seed.- Pack. J. Bot., 36, (4),p. 793-800.
- 25. DUBEY RS. et SINGH AK, 1999.** Salinity induces accumulation of soluble sugar and alters the activity of sugar metabolizing enzymes in rice plants. *Biologia Plantarum*. 42, 233-239. Publishing House, Moscow.
- 26. DUBEY R.S., 1997.** Photosynthesis in plants under stressful conditions. In: M. Pessaraki, (ed.), *Handbook of Photosynthesis*, Marcel Dekker, New York, pp. 859-875.
- 27. EILERS RG., EILERS WD. et LELYK A., 1995.** salinité des sols. Sécheresse ed john libbey eurentext, canada; p 23-33.
- 28. F.A.O., 2006 .** Programme de coopération technique .Programme de développement des productions fourragères et de l'élevage .Rapport de synthèse ,45p.
- 29. FAVILLE M.J., SILVESTER W.B., ALLAN GREEN T.G. et JERMYN W.A., 1999.** Photosynthetic characteristics of three asparagus cultivars differing in yield. *Crop Sci*. 39: p 1070-1077.
- 30. FISARAKIS I., CHARTZOULAKIS K. et STAVRAKAS D., 2001.** Response of sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agric. Water Manage*. 51: p 13-27.
- 31. FLOWERS T.J., 2004.** Improving salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*; 55: p 307-319.
- 32. FOUILLOUX G. et BANNEROROT H., 1992 .** Le haricot in : GLLAIS, A. et BANNEROT, H.(editors). Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA Edition, paris, France. PP392-450.

## Références bibliographiques

---

- 33. FRANCHIS L. et IBANEZ F., 2003** . Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens , Rapport Pan Bleu ISBN. Plan d'action pour la la Méditerrané PNVE. p69.
- 34. GAO Z., SAGI M. et LIPS SH., 1998**. Carbohydrate metabolism in leaves and assimilate partitioning in fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) as affected by salinity.
- 35. GENTRY H. S., 1969**. Origin of the common bean, *Phaseolus vulgaris* . Economic Botany. 23PP 55-69.
- 36. GHOULAM C., FOURSAY A. et FARES K., 2002**. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beet cultivars. *Environ. Exp. Bot.* **47**, 39-50.
- 37. GOUST J., 2003**. Le haricot, in L'encyclopédie du potager, Actes Sud, 400 p.
- 38. GREGORY B., 2005**. Écophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et sodique .Thèse de mémoire .Université Lava Canada .Chapitre 1.
- 39. GUERRIER G., 1996**. Fluxes of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> and Cl<sup>-</sup>, and osmotic adjustment in *Lycopersicon pimpinellifolium* and *L. esculentum* during short- and long-term exposures to NaCl. *Physiol. Plant.* **97**, 583-591.
- 40. GUIGNARD J.I., 1979**. Abrégé de biochimie végétale à l'usage des étudiants en pharmacie. 2ème édition revue et corrigée. Ed MASSON. 265 p, p. 79-86.
- 41. GUIGNARD J.L., 1998**. Botanique, Ed. masson, 159p.
- 42. GULZAR S., KHAN MA. et UNGAR IA., 2003**. Salt tolerance of a coastal salt marsh grass.comm. *Soil Sci.Plant Anal*, **34**, 2595-2605.
- 43. HALITIM A., 1986**. Projet du programme de recherche sur l'utilisation du rejet de l'industrie phosphatière en agriculture. Polycopies 35p.
- 44. HALITIM A., 1988**. Arid soils in Algeria. Ed. OPU, Alger (in French).
- 45. HAMDY A., 1999**. Saline irrigation assessment for a sustainable use Salina irrigation. Halophyte production and utilization; Project N°IC 18CT960055, p.152-26.

## Références bibliographiques

---

- 46. HAMDANI D.**, 2012. Actions des poudres et des huiles de quelques plantes aromatiques sur les paramètres biologiques de la bruche de haricot, *acanthosceldes obbtectus* Say. (coleoptera: bruchidae). These de Magister . université Mammeri de Tizi-Ozou.
- 47. HAWKINS H.J. et LEWIS O.A., 1993.** Combination effect of NaCl salinity, nitrogen form and calcium cocentration on the growth and ionic content and gaseous properties of *Triticum aeastivum* L. cv. Gamtoos. *New phytol.* 124,161-170.
- 48. HOUALA F., FERJANI H. et BEN EL HADJ S., 2007.** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup>) et du chlore (Cl<sup>-</sup>) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 11 (3), 235-244.
- 49. HUIGNARD J., GLITHO I.,MONGE J ., REGNAUL T. et ROGER I., 2011.** insectes ravageurs des grains de légumineusee, biologie des Bruchineae et lute raisonnée en Afrique. Edition Quae. France. 147p.
- 50. IYENGAR E.R.R. et REDDY M. P., 1996.** Photosynthesis in highly salt-tolerant plants. In: M. Pessaraki (ed.), *Handbook of Photosynthesis*, Marcel Dekker, New York, pp. 897-909.
- 51. JENSEN E.S., 1986 .** Symbiotic N<sub>2</sub>-Fixation in pea and field bean estimated by N<sub>15</sub> fertilizer dilution in field experiment with burley as a reference crop. *Plant and soil*,92, p. 3-13.
- 52. KATEMBE WJ., UNGARIA. et MITCHELL JP.,1998.** Effect of Salinity on germination and seedling growth of two Atriplex species Chenopodiaceae.*Ann Bot* ; 82:165.
- 53. KATERJI N., VAN HOOM JW., HAMDY A., MASTRORILI M. et MOU KARZEL E., 1997.** Osmotic adjustment of sugar beets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. *Agric. Water manage.* 34: 57-69.
- 54. KENFAOUI A., 1997.** La salinité des eaux d'irrigation .Synthèse bibliographique réalisé par les élèves ingénieurs de l'école nationale du génie rural des eaux et des forets de Montpellier.

## Références bibliographiques

---

- 55. KHALES A. et BAAZIZ M., 2006.** Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia Ficus indica* L. en relation avec le développement dans les conditions de stress salin. Congrès international de Biochimie, Agadir: p. 133-136.
- 56. KHAN M.H. et PANDA S.K., 2008.** Alterations in root lipid peroxidation and antioxidative responses in two rice cultivars under NaCl-salinity stress, *Acta physiol plant*, 30, 90-89.
- 57. KINET J.M., BENREBIHA F., BOUZID S., LAIHACAR S. et DUTUIT P., 1998.** Le réseau *Atriplex*. Allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions arides et semi arides. Cahiers d'études et de recherches francophones. *Agricultures*, 7, (6), 505, Réseaux transnationaux d'amélioration des plantes utilisant les biotechnologies.
- 58. KURBAN H., SANEOKA H., NEHIRA K., ADILLA R., PREMACHANDRA G.S. et FUJITA, K., 1999.** Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bie). *Soil Sci. Plant Nutr.* **45**, 851-862.
- 59. LE HOUÉROU H. N., 1986.** Salt-tolerant plants of economic value in the Mediterranean Basin. *Reclamation and Revegetation Research* 5: 319-341.
- 60. LEHOUEROU H.N., 1992.** The role of saltbushes (*Atriplex spp*) in arid land rehabilitation in the Mediterranean basin: a review. *Agroforestry Systems* 18, p. 107-148.
- 61. LE HOUÉROU H.N., 1995.** Bioclimatology and biogeography of arid steppes in North of Africa, biological diversity, durable development and desertification. *Options Médit.* 10, p.1-397 (in French).
- 62. LINGLE SE. et WIEGAND CL., 1997.** Soil salinity and sugarcane juice quality. *Field Corps Research.* 54, 259-268.
- 63. LONGSTRETH D.J. et NOBEL P.S., 1979.** Salinity effects on leaf anatomy: consequences for photosynthesis. *J. Plant Physiol.*, 63 (4): 700-703.
- 64. LOPEZ F., 1996.** Identification et étude de l'expression de deux gènes en réponse au stress salin chez *Raphanus sativus*. Thèse nouveau doctorat. Univ de Montpellier : 145p.

## Références bibliographiques

---

- 65. BACHIR BOUIADJRA M. et MOHAMMED EL AMINE., 2011.** Action combinée de la bentonite et la salinité sur le bilan minéral de la fève *Vicia faba* L . Thèse nouveau le diplôme de magister. universite d'oran es senia.
- 66. MARTINEZ J. P., KINET J.M., BAJII M. et LITTS S., 2005 .** NaCl alleviates polyethylene glycol- induced water stress in the halophyte species *Atriplex halimus* L. journal of Experimental botany, (419),p.2421-2431.
- 67. MASHALI A., SUAREZ D., L NABHAN H. et RABINDRA R., 2005.** Integrated management for sustainable use of salt –affected soils .Rome: FAO Soils Bulletin, now printing
- 68. MAZLIAK P., 2000.** Physiologie végétale.TomeI.Edition Heremann. ISBN :27 05659439. p 521.
- 69. MELONI D A., OLIVA M A., RUIZ H A. et MARTINEZ C.A., 2001.** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr;
- 70.MOUHOUICHE B. et BOULASSAL M.1999.** Contribution à une meilleure maîtrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides. Recherche Agronomiques, 4 :15-23.
- 71. MUNNS R., 1993.** Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* **16**, 15-24.
- 72. MUNNS R., SCHACHTMAN D. P. et CONDON A. G., 1995.** The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.* **22**, 561-569.
- 73. NEUMANN P., 1997 .** Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant Cell Environ.* **20**, 1193-1198.
- 74. NYABYENDA P., 2005 .** Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'afrique. Ed.tec et Doc, les Presses Agronomique de Gembloux . p 38-42.

## Références bibliographiques

---

- 75. OMAMI E.N., 2005.** Response of Amaranth to salinity stress. These Ph.D Horticulture. Departement of plant production and soil science, Faculty of natural and agricultural sciences, University of Pretoria. p 235.
- 76. PARIDA A.K., Das A.B. et MITTRA, B., 2004.** Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove *Bruguiera parviflora*. *Trees-Struct. Funct.* 18, 167-174.
- 77. PARID A.K. et DAS A.B. 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: review. *Ecotox. Environ. Safety* 60, 324–349.
- 78. PERON.J.Y., 2006.** Production légumieères .2 eme édition. Lavoisier. 389 p.
- 79. PESSARAKLI M., 1999.** Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, USA, pp 1190.
- 80. PITRAT M. et FOURY C., 2003.** Histoires de légumes. INRA éditions, p.376
- 81. ROMERO, ARANDA R., SORIA T. et CUARTERO J., 2001.** Tomato plant-water uptake and plant- water relationships under saline growth conditions. *Plant Sciences.* 160,265-272.
- 82. SCHWARTZ C., 2007.** Salinisation des sols : processus, causes, effets et gestions des sols salés .Diapositif.
- 83. SINGH R J. et JAUHAR P.P., 2005 .** Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement, Volume 1, Grain Legumes. Ed CRC press Taylor and francis Group. P 363.
- 84. SOHAN D., JASONI R., ZAJICEK J., 1999.** Plant-water relations of NaCl and calcium-treated sunflower plants. *Environ. Exp. Bot.* **42**, 105-111.
- 85. SOLTANI A., 1988:** Analyse des effets de NaCl et de la source d’azote sur la nutrition minérale de l’orge. Thèse de Doctorat d’Etat. Tunis : Faculté des Sciences de Tunis.322 p
- 86. STROGONOV B.P., KABANOV V.V., LAPINA L.P. et PRYKHODKO L.S., 1970.** Structure and function of plant cells under salinity conditions. Ist Edn, Nauka
- 87. SZABOLCS I., 1992.** Salinization of soils and water and its relation to desertification.

## Références bibliographiques

---

- 88. SZABOLCS I., 1994.** Soils and salinization. In: M. Pessaraki (ed.), *Handbook of Plant and Crop stress*. Marcel Dekker, New York, pp. 3-11.
- 89. TAIZ L. and ZEIGER, E., 2002.** Plant Physiology. 3rd ed. Sinauer Associates Publishers, Sunderland, 427 p.
- 90. WANJOGU S.N., MUYA E.M., GICHERU P.T. and WARURU B.K., 2001.** Soil degradation: Management and rehabilitation in Kenya. Proceedings of the FAO/ISCW expert consultation on Management of Degraded Soil in Southern and Eastern Africa (MADS-SEA) 2nd Networking Meeting 18-22 September 2000, Pretoria, South Africa. PR102-113.
- 91. ZHU C., SCHRANT D., HARTUNG W., SCHAFFNER A. R., 2005.** Differential responses of maize MIP genes to salt stress and ABA. *J.Exp.Bot.*, 56, ( 421),p. 2971-2981.
- 92. ZHU J.K., 2001.** Plant salt tolerance. *Trends in Plant Science*, 2001, n°2 vol. 6, p. 66-71.
- 93. ZID E. et GRIGNON C., 1991.** Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. *In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides*. Paris Aupelf-Ure.

### Sites web:

1. <http://www.jardiner-malin.fr/fiche/culture-haricot-semer.html>.  
26/03/2015. 12:44.
2. <http://static.aujardin.info/cache/th/img10/phaseolus-vulgaris-540x405.jpg>.  
1/03/2015. 9 :36.
3. <http://www.gnis.fr/index/action/page/id/534/title/Reussir-la-culture-des-haricots>.  
26/02/2015. 11 :20.
4. <http://www.aujardin.info/plantes/haricot.php>.  
3/03/2015. 10 :54.
5. <http://www.leblogadupdup.org/2010/11/08/le-haricot-despagne/>  
1/03/2015. 13 :54.

## Références bibliographiques

---

## Références bibliographiques

---





## الملخص

بهدف دراسة تأثير الملوحة على نمو وتطوير النبات اعتمدت دراستنا على مقارنة درجة تحمل الملوحة عند 6 أصناف من نبات الفاصوليا (*Phaseolus vulgaris L.*) ,rosa coco ,anihiltor ,coco rose Amélioré. aljadida ,haricot blanc ,coco rose atlas الانبات والنمو و قد تم اختبار 5 تراكيز ملحية من ملح كلوريد الصوديوم ( NaCl ) [0]mM, [50]mM, [75]mM, [100]mM, [150]mM,

و قد ركزت الدراسة على تقدير عدة مقاييس مورفولوجية و هي:

نسبة الانبات, طول الجذير, طول السويقة, طول النبات, طول الجذير الرئيسي, الوزن الطري للجزء الهوائي و الجزء الترابي و الوزن الجاف للجزئين الهوائي و الترابي.

اوضحت النتائج المتحصل عليها ان معظم المعايير المدروسة تتناقص كلما زاد تركيز الملح في الوسط .

من جهة اخرى بينت هذه الدراسة ان الصنفين anihiltor و haricot blanc اظهرا نوعا من الحساسية اتجاه الملوحة بالمقارنة مع الاصناف الاخرى المدروسة خاصة بالنسبة للتراكيز العالية من الملح حيث تم تسجيل تثبيط تام لبعض المقاييس المدروسة مثل نسبة الانبات, طول الجذير و طول السويقة, بينما اعتبر الصنف coco rose Amélioré الاكثر تحمل للملوحة و ذلك من خلال النتائج المتحصل عليها لبعض المعايير المدروسة بالمقارنة مع الاصناف الاخرى (طول الجذير والوزن الجاف للجزء الترابي..).

الكلمات المفتاحية: الملوحة, الفاصوليا, تراكيز, تحمل.

### Résumé

Dans le but d'étudier l'effet de la salinité sur la germination et la croissance des plantes, notre étude vise à comparer le degré de tolérance à la salinité chez six variétés du haricot (*Phaseolus vulgaris* L.) qui sont : anihiltor, coco rosa, coco rose atlas, haricot blanc, aljadida et coco rose Amélioré pendant les deux stades germination et la croissance, Cinq concentrations de NaCl ont été choisies : 0mM, 50mM, 75mM, 100mM, 150mM.

Plusieurs paramètres morphologiques ont été estimés tel que : le pourcentage de germination, la longueur de tige, la longueur radicule, la hauteur des plantules, la longueur de la racine principale et les poids frais et sec des parties aériennes et souterraines.

Les résultats obtenus montrent que :

La majorité des paramètres étudiés diminuent au fur et à mesure que la concentration en NaCl augmente.

D'autre part les variétés anihiltor et haricot blanc ont montré une certaine sensibilité au stress salin par rapport aux autres variétés, notamment aux fortes concentrations du NaCl, d'où nous avons noté une inhibition complète pour certains paramètres tel que le pourcentage de germination la longueur de la radicule, la longueur de la tige .....

Par contre la variété coco rose Amélioré semble être la plus tolérante à la salinité, ceci a été bien signalé par les résultats de certains tests effectués (la longueur de la radicule et le poids sec de la partie souterraine...).

Mots clés : salinité, haricot, concentration, tolérance.

### Summary

With the intention of studying the effect of the salinity on the germination and the growth of plants, our study is aiming to compare the degree of salinity tolerance in six varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) hanihiltor, coco rosa, coco rose atlas, haricot blanc, aljadida et coco rose Amélioré. During both stages of germination and growth, five concentration of sodium chloride (NaCl) have been chosen : 0mM, 50mM, 75mM, 100mM and 150mM and several morphological and physiological parameters have been estimated : the germination percentage, the length of the radicul, the length of plants, the length of the main root, the fresh weight of the aerial and the underground part and the dry weight of the aerial part and underground part.

The results obtained show that :

secondly the hanihiltor and white haricot blanc varieties have shown some sensitivity to salt stress compared to other varieties such as strong concentration of NaCl , hence we noted a complete inhibition for some parameters such as germination percentage , the length of the radicle length of stalk .....

by the coco rose Amélioré variety seems to be the most tolerant salinity , this was well singalé by the results of some tests done (the length of the radicle and the dry weight of the underground part .....).

Key words : salinity, beans, concentration, tolerance.

**Tableau n°10** :l'analyse de la variance du pourcentage de la germination

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	4001,2	2 31,77	0.0001
	Erreur	10	125,9	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	4840,24	136,06	0.0001
	Erreur	10	35,57	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	3916,3	16,95	0.0001
	Erreur	10	231,1	-	-
	totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	5503,95	504,51	0.0001
	Erreur	10	10,91	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	4229,44	44,68	0.0001
	Erreur	10	94,66	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	4646,00	51,40	0.0001
	Erreur	10	90,39	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°11** : l'analyse de la variance de La longueur de la radicule.

variété	Source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	2,56067	151,03	0.0001
	Erreur	10	0,22133	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	3,12547	95,25	0.0001
	Erreur	10	0.1245	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	1.025478	15.24	0.0001
	Erreur	10	0.021547	-	-
	totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	1.124536	16.23	0.0001
	Erreur	10	0.012547	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	2.00245	45.23	0.0001
	Erreur	10	0.21547	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	3.231125	65.36	0.0001
	Erreur	10	0.23654	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°12** : l'analyse de la variance de la longueur de la tigelle.

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	2,525464	140,03	0,0001
	Erreur	10	0,12133	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	3,215744	98,25	0,0001
	Erreur	10	0,214578	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	1,157481	34,12	0,0001
	Erreur	10	0,21457	-	-
	totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	1,025478	45,21	0,0001
	Erreur	10	0,021547	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	2,125478	85,25	0,0001
	Erreur	10	0,24578	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	3,01400	15,24	0,0001
	Erreur	10	0,2134	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°13** : l'analyse de la variance de la hauteur de plantule.

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	56,792	48,68	0.0001
	Erreur	10	1,167	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	87,7500	92,37	0.0001
	Erreur	10	0,9500	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	52,683	50,17	0.0001
	Erreur	10	1,050	-	-
	totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	51,750	23,00	0.0001
	Erreur	10	2,250	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	97,888	69,96	0.0001
	Erreur	10	1,399	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	123,357	108,53	0.0001
	Erreur	10	1,137	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°14** : l'analyse de la variance de La longueur de la racine principale.

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	48,047	13,44	0.0001
	Erreur	10	3,574	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	68,276	12,43	0.001
	Erreur	10	5,491	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	62,3900	151,68	0.0001
	Erreur	10	0,4113	-	-
	totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	90,6000	139,38	0.0001
	Erreur	10	0,6500	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	54,2743	54,68	0.0001
	Erreur	10	0,9927	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	26,7667	40,15	0.0001
	Erreur	10	0,6667	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°15** : l'analyse de la variance du poids frais de la partie souterraine

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	0,60433	22,66	0.0001
	Erreur	10	0,02667	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	0,165667	19,12	0.0001
	Erreur	10	0,008667	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	2,15267	25,43	0.0001
	Erreur	10	0,08467	-	-
	Totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	0,96000	13,46	0.0001
	Erreur	10	0,07133	-	-
	Totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	0,75433	12,17	0.001
	Erreur	10	0,06200	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rose Amélioré V6	concentration	4	0,92933	51,63	0.0001
	Erreur	10	0,01800	-	-
	Totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°16** : l'analyse de la variance du poids frais de la partie aérienne.

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	2,56067	120,03	0.0001
	Erreur	10	0,02133	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	2,30400	65,21	0.0001
	Erreur	10	0,03533	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	1,8917	16,79	0.0001
	Erreur	10	0,1127	-	-
	Totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	3,45933	86,48	0.0001
	Erreur	10	0,04000	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	1,02767	45,34	0.0001
	Erreur	10	0,02267	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	2,0400	15,94	0.0001
	Erreur	10	0,1280	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°17** : l'analyse de la variance du poids sec de la partie aérienne

variété	source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	0,023788	243,42	0.0001
	Erreur	10	0,000098	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	0,009586	16,26	0.0001
	Erreur	10	0,000589	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	0,023492	143,53	0.0001
	Erreur	10	0,000164	-	-
	totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	0,005122	55,36	0.0001
	Erreur	10	0,000093	-	-
	totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	0,011349	11,64	0.0001
	Erreur	10	0,000975	-	-
	totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	0,080546	23,14	0.0001
	Erreur	10	0,003481	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n° 18:** l'analyse de la variance du poids sec de la partie souterraine

variété	Source	DDL	CM	F	P
anihiltor V1	concentration	4	0.012578	246.23	0.0001
	Erreur	10	0.000078	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rosa V2	concentration	4	0.005254	15.26	0.0001
	Erreur	10	0.000487	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rose atlas V3	concentration	4	0.032154	140.58	0.0001
	Erreur	10	0.000215	-	-
	Totale	14	-	-	-
haricot blanc V4	concentration	4	0.001751	44.55	0.0001
	Erreur	10	0.000089	-	-
	Totale	14	-	-	-
aljadida V5	concentration	4	0.014525	12.23	0.0001
	Erreur	10	0.000082	-	-
	Totale	14	-	-	-
coco rose Amilioré V6	concentration	4	0.075846	21.25	0.0001
	Erreur	10	0.002548	-	-
	totale	14	-	-	-

Significative

**Tableau n°1:** pourcentage de la germination (%) pour les différentes variétés du haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

concentration Variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
anihiltor	100	28,88	15,55	11,10	0
coco rosa	100	62,22	33,33	16,66	12,22
coco rose atlas	100	43,33	28,88	17,77	11,10
haricot blanc	100	13,33	6,77	0	0
Aljadida	100	37,77	26,66	9,99	8,10
coco rose Amélioré	100	40	13,33	7,77	7,77

**Tableau n° 2:** la longueur de la racicule (cm) des variétés de haricot soumises aux différentes concentrations du NaCl (mM).

concentration Variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
anihiltor	2,63	1,1	0,63	0,36	0
coco rosa	1,83	0,76	0,36	0,36	0,23
coco rose atlas	4,33	1,96	0,9	0,16	0,13
haricot blanc	3,33	0,96	0,76	0	0
aljadida	4,63	1,7	0,96	0,56	0,13
coco rose Amélioré	4,83	2,33	1,5	0,76	0,16

**Tableau n° 3:** la longueur de la tige (cm) des plantules des variétés du haricot soumises aux concentrations de NaCl (mM).

concentration variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
annihiltor	2,96	1,66	0,46	0,13	0
coco rosa	2,36	0,53	0,13	0,10	0,1
coco rose atlas	3,26	1,46	0,7	0,3	0,13
haricot blanc	2,06	1	0,26	0	0
aljadida	3,23	1,6	0,56	0,13	0,13
Coco rose Amélioré	4,033	1,96	1	0,4	0,16

**Tableau n°4 :** les moyennes de la hauteur les plantes (cm) pour les différentes variétés de haricots soumises aux différentes concentrations de NaCl(mM).

concentration Variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
annihiltor	11	10,16	8	6,5	0
coco rosa	18	13	10,5	6	5
coco rose atlas	14	12,66	10,16	7	4
haricot blanc	10,5	9	8	5	0
aljadida	17,33	11,33	7	5,13	2,91
coco rose Amilioré	18,66	13	7,66	5,13	2,73

**Tableau n°5:** longueur de la racine principale (cm) pour les différentes variétés soumises au stress salin.

concentration variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
annihiltor	10,33	8,83	8,16	5	0
coco rosa	14	13	9	6,16	3
coco rose atlas	17,16	11,5	10	7,56	5,1
haricot blanc	15	9,5	7	6	0
aljadida	14	10,16	9,76	5	3,83
coco rose Amélioré	12,66	10,33	8	6,33	5,33

**Tableau n°6 :** le pois frais de la partie aérienne (g) des différentes variétés de haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

concentration variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
annihiltor	2,26	1,73	0,8	0,5	0
coco rosa	2,26	1,8	0,86	0,5	0,2
coco rose atlas	2,46	1,56	1,16	0,6	0,53
haricot blanc	2,73	1,53	0,66	0,5	0
aljadida	1,76	1,3	0,866	0,46	0,36
coco rose Amélioré	2,53	1,63	1,13	0,8	0,4

**Tableau n° 7:** le poids frais de la partie souterraine (g) des différentes variétés de haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

concentration variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
anihiltor	1,33	0,96	0,8	0,53	0
coco rosa	0,9	0,8	0,6	0,53	0,3
coco rose atlas	2,5	1,56	1,16	0,76	0,26
haricot blanc	1,36	1,23	0,9	0,4	0
aljadida	1,56	0,8	0,6	0,5	0,23
coco rose Amélioré	1,73	0,8	0,6	0,46	0,33

**Tableau n°8 :** le poids sec de la partie aérienne (g) des différentes variétés de haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

concentration variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
annihiltor	0,47	0,20	0,06	0,05	0
coco rosa	0,51	0,43	0,31	0,22	0,05
coco rose atlas	0,61	0,55	0,21	0,15	0,03
haricot blanc	0,22	0,16	0,12	0,08	0
aljadida	0,79	0,29	0,13	0,04	0,01
coco rose Amélioré	0,72	0,52	0,28	0,11	0,09

**Tableau n°9** : le poids sec de la partie souterraine (g) des différentes variétés de haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

concentration variété	0mM	50mM	75mM	100mM	150mM
anihiltor	0,23	0,11	0,09	0,03	0
coco rosa	0,15	0,13	0,08	0,05	0,02
coco rose atlas	0,23	0,13	0,07	0,03	0,02
haricot blanc	0,10	0,08	0,04	0,03	0
aljadida	0,126	0,08	0,05	0,02	0,01
coco rose Amélioré	0,43	0,39	0,22	0,13	0,05