

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Agronomique
Spécialité/Option: Phytopathologie et Phytopharmacie
Département: Ecologie et Génie de l'Environnement

**Thème : L'effet de la salinité sur la germination et la croissance de
quatre variétés de pois chiche (*Cicer arietinum L.*)**

Présenté par :

Ghalloum Amina

Merabti Saliha

Devant le jury composé de :

Président: Mr .Baali .S

(M.A.B) Université de Guelma

Examineur : Mme . Alloui .N

(M.C.B) Université de Guelma

Encadreur : Mme. Chahat. N

(M.A.A) Université de Guelma

Juin 2016

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction 01

*Chapitre I : Données bibliographiques sur le pois
chiche*

1. Origine et historique du pois chiche.....	03
2. Description de la plante.....	03
2.1. Appareil végétatif.....	03
2.1.1. Système racinaire.....	04
2.1.2. Feuille et tige.....	04
2.2. Appareil reproducteur.....	05
3. Classification botanique du pois chiche.....	06
4. Cycle de développement du pois chiche.....	07
5. Type du pois chiche.....	08
6. Exigences pédoclimatique.....	08
6.1. Température.....	09
6.2. Eau.....	09
6.3. Sol.....	09
7. Importance de la culture du pois chiche.....	09
7.1. Importance nutritionnelle du pois chiche.....	09
7.2. Importance économique.....	09
8. Les zones de culture et de production de pois chiche.....	11
9. Maladies et principaux insectes ravageurs de pois chiche.....	12
9.1. Maladies Cryptogamiques.....	14
9.2. Insectes ravageurs.....	14
9.2.1. La pyrale des gousses des légumineuses.....	16
9.2.2. Ravageurs suceurs de la sève.....	16

9.2.3. Les bruches.....	16
9.3. Les moyens de lutte.....	16
9.3.1. Lutte préventive.....	17
9.3.2. Lutte curative.....	17

Chapitre II : Généralité sur la salinité

1. le stress chez les plantes.....	19
1.1. Définition du stress.....	19
1.2. Les différents types de stress.....	19
1.2.1. Le stress abiotique.....	19
1.2.1.1. Le stress hydrique.....	19
1.2.1.2. Le stress thermique.....	19
1.2.1.3. Le stress salin.....	20
1.2.2. Le stress biotique.....	20
2. Salinité des sols.....	20
2.1. Définition de la salinité.....	20
2.2. Formation d'un sol salin.....	20
2.3. Origine et cause de la salinité des sols.....	20
2.3.1. Origine primaire.....	21
2.3.1.1. Salinisation géologique.....	21
2.3.1.2. Salinisation marine et lagunaire.....	21
2.3.2. Origine secondaire.....	21
3. Classification des sols salés.....	21
3.1. Les sols salins (solontchaks).....	22
3.2. Les sols alcalins (solonetz).....	22
4. Répartition géographique des sols salés.....	22
4.1. Dans le monde.....	22
4.2. En Algérie.....	22
5. Les moyens de prévenir la Salinisation des sols.....	23
5.1. Lixiviation.....	23
5.2. Drainage.....	23
5.3. Phytoremédiation.....	23
6. Effets de la salinité sur des plantes.....	24
6.1. Sur germination.....	24

6.2. Sur la croissance des plantes.....	24
6.3. Sur la photosynthèse.....	25
6.4. Sur l'anatomie de la feuille.....	25
6.5. Sur les pigments chlorophylliens.....	26
6.6. Sur la morphologie de la plante.....	26
6.6.1. Sur l'architecture de la plante.....	26
6.6.2. Sur la partie aérienne.....	26
6.6.3. Sur la partie racinaire.....	27
7. Comportement de la plante en milieu salin.....	27
8. Les mécanismes de résistance des plantes face à un environnement salin.....	28
8.1. Exclusion.....	28
8.2. Inclusion.....	28
8.3. La réexcrétion.....	28
8.4. Synthèse des solutés compatibles.....	28
8.5. Changement dans le cheminement photosynthétique.....	29
8.6. Induction des hormones par salinité.....	29
8.7. Les protéines (late-embryogenesis-abundant).....	30

Chapitre III : Matériel et Méthodes

1. L'objectif de l'essai.....	31
2. Présentation du site de l'essai.....	31
3. Matériel végétal.....	31
3.1. Semences de pois chiche.....	31
3.2. Origines et caractéristiques des variétés.....	32
4. Solutions salées.....	33
5. Installation et conduite de l'essai.....	34
5.1. Essai de germination.....	34
5.2. Essai de croissance dans les plaques de culture.....	36
6. Caractéristique du substrat.....	38
7. L'irrigation.....	38
8. Paramètres étudiés.....	38
8.1. Paramètres relatifs à la germination des graines.....	38

8.1.1. Essai en boites de pétri.....	38
8.2. Paramètres relatifs à la croissance et le développement des plantes.	38
8.2.1. Hauteur des plantes.....	39
8.2.2. Longueur de la racine principale.....	39
8.2.3. Poids frais des parties aériennes et souterraines.....	39
8.2.4. Poids sec des parties aériennes et souterraines.....	39
9. Traitement statistique des résultats.....	39

Chapitre IV : Résultats et Discussions

1. Essai de germination dans les boites de Pétri.....	40
1.1. Pourcentage de germination des graines.....	40
1.2. Longueur de la radicule.....	41
1.3. Longueur de la tige.....	42
2. Essai de croissance et de développement des plantes dans les plaques de cultures.....	44
2.1 Hauteur des plantes.....	44
2.2. La longueur de la racine principale.....	45
2.3. Le poids frais des parties aériennes et souterraines.....	46
2.4. Le poids sec de la partie aérienne et souterraine.....	49

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Abstract

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Présente l'apport énergétique (Calories) de 100 grammes de pois chiche sec et les nutriments qui entrent dans sa composition.	10
02	Les principaux pays producteurs de pois chiche.	11
03	Représentation de la superficie et de la production de la culture de pois chiche Par rapport aux autres légumineuses alimentaires en Algérie en 2009.	12
04	Maladies cryptogamiques et moyens de lutte.	13
05	La superficie affectée par la salinisation dans différentes régions du monde.	23
06	Origine et caractéristiques des variétés étudiées.	32

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Port générale de pois-chiche (<i>Cicer arietinum L.</i>)	04
02	Système racinaire d'une plante de pois chiche (<i>Cicer arietinum L.</i>)	05
03	Feuilles et tiges de pois-chiche (<i>C. arietinum L.</i>)	05
04	Fleur et fruit de pois chiche (<i>C. arietinum L.</i>)	07
05	Symptômes de l'ascochytose sur les feuilles(A), les tiges (B) et les gousses(C), et rendement (D) des plants de pois chiche	15
06	Symptômes de fusariose vasculaire sur coupe longitudinale de la tige du pois chiche. (A) plante infectée(A), plante saine (B) et sur plante entière(C)	15
07	Les solutions salines utilisées dans l'application du stress.	33
08	Description du dispositif expérimentale de l'essai de germination dans les boites de Pétri.	34
09	Essai de germination dans les boites de Pétri.	35
10	Description du dispositif expérimental de l'essai de croissance dans les plaques de culture.	36
11	Essai de croissance dans les plaques de culture (A et B).	37
12	Pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	42

13	La longueur de la racine (cm) des variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	43
14	La longueur de la tige (cm) des variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	44
15	La hauteur des plantes (cm) pour les différentes variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	45
16	La longueur de la racine principale (cm) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	47
17	Le poids frais de la partie aérienne (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	48
18	Le poids frais de la partie souterraine (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	49
19	Le poids sec de la partie aérienne (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	50
20	Le poids sec de la partie souterraine (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).	51



INTRODUCTION



Introduction

Les légumineuses alimentaires occupent une place importante dans l'alimentation humaine pour de nombreux pays en voie de développement. Celles-ci riches en protéines, permettent dans une certaine mesure de corriger les carences en protéines animales d'une population dont l'alimentation est exclusivement à base de céréales (**Bacha et Ounane, 2003**).

Parmi les légumineuses, le pois chiche (*Cicer arietinum L.*) qui occupe la troisième position mondiale après le haricot et le petit pois en tant que légumineuse alimentaire cultivée, il est considéré comme une source essentielle de protéines en particulier, dans le Sud et l'Ouest de l'Asie et en Afrique du Nord (**Abdelguerfi-Laouar et al., 2001**). Outre son rôle dans l'alimentation, le pois chiche a un grand intérêt agronomique dans l'enrichissement du sol en azote qui peut excéder 70 kg/ha et par conséquent, sa capacité de maintenir la fertilité du sol pour une longue durée (**Saxena, 1992**).

En effet, la culture de pois chiche comme toutes les autres espèces des grandes cultures se trouve en générale exposé aux différents stress environnementaux défavorables qui limitent la production.

La salinisation de l'eau et des sols constituent l'un des principaux facteurs abiotiques qui affectent la croissance et la productivité des plantes, particulièrement dans les zones arides et semi arides, ou la salinisation joue le rôle majeur dans la dégradation des terres agricole. En effet, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation qui résulte généralement d'une forte évaporation d'eau à partir du sol et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie et le plus souvent de l'irrigation mal contrôlée (**Zid et Grignon, 1991**).

L'effet néfaste de la salinité se traduit généralement chez la plupart des plantes par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf et Harris, 2004). Face à ce danger les plantes mettent donc en œuvre des mécanismes d'adaptations à la salinité exprimés par des modifications dans l'activité physiologique et dans le métabolisme cellulaire pour produire une réponse plus ou moins spécifique contre le stress salin (**Wang et al., 2003**).

L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet des différentes concentrations de NaCl sur la germination et la croissance de quatre variétés de pois chiche (*Cicer arietinum L.*), afin de déterminer leur niveau de tolérance vis-à-vis la salinité causée par le chlorure de sodium (NaCl).

Cette étude a été portée sur quatre variétés de pois chiche et deux types d'expérimentations ont été réalisés :

- Essai de germination des graines dans les boites de Pétri qui a concerné les quatre variétés a été effectué.
- Essai de croissance et développement des plantules dans les plaques de cultures qui a concerné également les quatre variétés a été effectué.



CHAPITRE I

Données Bibliographiques sur le pois chiche

(Cicer arietinum L.)



1. Origine et historique du pois chiche

Le pois chiche est probablement originaire du Proche-Orient (Sud-est de la Turquie, Syrie) où trois espèces annuelles sauvages de pois chiches existent encore dans cette région. Il a été souvent mentionné que le pois chiche a conquis l'Europe durant le Moyen Âge après que les croisés l'ont redécouvert au Proche-Orient. Mais sa culture et sa consommation sont en réalité attestées bien avant, au moins dès le IX^e siècle, par des sources écrites et archéologiques.

Le pois chiche est arrivé en Inde il y a seulement deux siècles en passant d'abord par l'Afghanistan. Le nom hindi des pois chiche est Kabuli chana (chana = pois chiche). Les variétés à petites graines sont appelées Desi (locale).

Les pois chiches sont connus et mentionnés depuis l'Antiquité, sous le nom d'hallaru (3000 ans avant JC) comme source alimentaire en Mésopotamie. En langue arabe il est nommé hullar. Le nom latin du genre pois chiche est Cicer dérivé du grec ancien kickere des populations du Nord de la Grèce.

Les plus anciens témoignages mentionnant le pois chiche cultivé nous viennent de Turquie, et on suppose que cette culture s'est diffusée dans le monde entier à partir de cette région [1].

2. Description de la plante

Le pois chiche est une légumineuse annuelle, autogame, herbacée (**Summerfield et Robert, 1985**). Sa tige anguleuse a une hauteur de 0.20 à 1 mètre de haut, à port dressé, cultivée pousse graines rondes contenues au nombre de 1 ou 2 dans des gousses (**Vander, 1972**) (Figure1).



Figure 01 : Port générale de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) (Amari, 2014).

2.1. Appareil végétatif

2.1.1. Système racinaire

Il est composé d'une racine principale pivotante qui peut atteindre 1 m de profondeur et des racines secondaires traçantes. La profondeur de l'enracinement dépend des techniques culturales, de l'état et de la nature du sol. En effet, la semelle du labour peut entraver l'élongation de la racine principale.

Les nodules développés sur les racines permettent la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique pour satisfaire 80% des besoins de la plante en azote assimilable. Cette fixation symbiotique est à son optimum à la floraison et chute très rapidement par la suite (Slama, 1998).

Dans les zones humides, les sols salins, lourd, stagnants et à réchauffement lent au printemps, les racines ont un développement limité et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est très réduite (Jaiswal et Singh, 2001) (Figure 2).



Figure 02 : Système racinaire d'une plante de pois chiche (*Cicer arietinum L.*) [2].

2.1.2. Feuille et tige

Les feuilles ont la forme imparipennée et sont composées de 7 à 17 folioles ovales et dentelées, sans vrilles, en position alternée sur un rachis. Les faces inférieures des feuilles sont recouvertes par un duvet formé de poils, uni et pluricellulaires. Ces poils renferment des glandes qui synthétisent des acides organiques tels que l'acide oxalique.

Après émergence, la tige de pois chiche est herbacée et devient lignifiée avec l'âge. Selon les génotypes du pois chiche, et à une certaine hauteur, la tige se ramifiée en deux ou trois branches pour donner des ramifications secondaires et par la suite des ramifications tertiaires (Slama, 1990) (Figure3).



Figure 03 : Feuilles et tiges de pois chiche (*C. arietinum L*) [9].

2.2. Appareil reproducteur

Les fleurs sont zygomorphes, articulées, solitaires ou en grappes de deux fleurs insérées sur des pédoncules axillaires à l'aisselle des feuilles et au niveau des bifurcations. Le pois chiche est une espèce autogame caractérisée par une floraison massive, mais son taux de nouaison est faible varie de 28 à 37% chez les types Kabuli et Desi (**Khanna-Chopra et Sinha, 1987**).

L'apparition des premières fleurs dépend de plusieurs facteurs tels que la précocité de la variété, la date et la densité du semis et des techniques culturales. La floraison est rapide durant les jours longs, elle est lente durant les jours courts. Elle dure selon les génotypes de 30 à 45 jours. Toutefois, comme le pois chiche est une espèce à croissance indéterminée, sous des conditions hydriques favorables et des températures clémentes, les branches continuent à se développer, à fleurir et à produire des gousses et des graines (**Leport et al., 2006**).

Les premières fleurs, dites pseudo-fleurs ou fausses fleurs, sont imparfaites et ne donnent pas de gousses (**Robert et al., 1980**). L'apparition des fleurs imparfaites est liée aux variations des conditions climatiques, leur nombre augmente, surtout sous les conditions d'humidité élevée et de températures basses, inférieures ou égales à 15 °C (**Slama, 1998**). En cas de précipitations faibles ou rares et de températures élevées, supérieure à 15°C, avec un

optimum entre 20 et 24°C, toutes les fleurs sont fertiles et les fausses fleurs sont presque inexistantes (**Khanna-Chopra et Sinha, 1987**).

Les fruits sont des gousses globuleuses, renflées, ovales, velues, pendantes et portant un bec (**Ladizensky, 1987**). Elles peuvent comporter de 1 à 2 graines qui peuvent être lisses ou ridées, arrondies et ou irrégulières (**Slama, 1990**) (Figure 4).



(A)



(B)

Figure 04 : (A) Fleur et (B) fruit de pois chiche (*C. arietinum L.*) (**Turcotte, 2005**).

3. Classification botanique de pois chiche

Selon **Spichiger et al., (2002)**. Le plan taxonomique de pois chiche se rattache à :

Règne : végétal.

Embranchement : Spermaphytes.

Sous embranchement : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

Sous- classe : Dialypitale.

Ordre : Fabales.

Famille : Fabacées.

Sous- famille : Papilionacées.

Genre : Cicer.

Espèce : *Cicer arietinum L.*

4. Cycle de développement de pois chiche

Dans le bassin méditerranéen, le pois chiche est considéré comme une culture de Printemps. En général, la plante se développe vigoureusement et complète son cycle évolutif en 4 mois (**Bryssine, 1955**).

Le cycle de développement du pois chiche comprend deux périodes bien distinctes :

- **Période végétative** : cette période s'étend de la germination jusqu'à la ramification à l'apex initie des nœuds, à chaque nœud il ya initiation d'une feuille (**I.T.G.C., 2003**). La période végétative est caractérisée par L'apparition des plantes à la surface du sol et la formation de la première feuille, cette étape se succède par l'élongation des entre-nœuds et la ramification de la tige principale. (**Kechache, 2005**).
- **Période reproductrice** : cette période est marquée par l'apparition et le développement des ébauches florales suivi par un effectif élevé en fleurs et un rendement en gousses appréciable. Enfin la maturation est caractérisée par un jaunissement des gousses accompagné d'une chute des folioles et d'un durcissement des graines (**Kheloufi, 2006**).

5. Types de pois chiche

On compte plus de 20.000 variétés de pois chiche dans le monde, qui se divisent en deux grands types de graines « Desi et Kabuli » et un autre moins fréquent c'est le type «Gulabi» :

- le type Desi : il se caractérise par des graines assez petites, ridées, de couleur brun plus ou moins foncé. Surtout cultivé en Asie, ce type de pois chiche représente 85% de la production indienne.
- le type Kabuli : ses graines sont moyennes à assez grandes, jusqu'à deux fois la taille d'un pois, moins ridées que le type Desi, de couleur blanc-crème. Ce type est cultivé surtout dans le bassin méditerranéen.
- le type Gulabi est généralement de couleur blanc-crème, sans tanins, comme le Kabuli, mais plus petit, presque lisse et surtout le bec typique du pois chiche est très réduit, ce qui une fois décortiqué, le fait ressembler à un pois jaune [3].

6. Exigences pédoclimatiques

6.1. Température : le pois chiche est considéré comme une plante rustique qui tolère les fortes températures avec un optimum situé entre 21°C et 29°C pendant le jour et entre 15 et 21°C pendant la nuit. Les basses températures inférieures à 5°C inhibent la formation des gousses. Le pois chiche ne tolère pas le froid, excepté quelques variétés qui peuvent supporter des températures allant jusqu'à -8°C. Les chaleurs excessives, en période de floraison, provoquent la coulure des fleurs et l'échaudage du grain.

6.2. Eau : le pois chiche est une légumineuse qui présente une meilleure résistance à la sécheresse. Grâce à son enracinement profond, il peut extraire l'eau à partir des couches profondes allant jusqu'à 1.50m. Ses besoins physiologiques se situent entre 300 et 400 mm. Les stress hydrique est défavorable pendant la période de floraison. Le pois chiche est sensible à l'excès d'eau, car il provoque le prolongement du cycle de la culture et la rend plus sensible aux maladies.

6.3. Sol : le pois chiche peut être cultivé sur différents types de sol, mais il préfère les sols lourds, profonds, bien drainés et de texture limoneuse et argilo-siliceuse. Il redoute les sols calcaires, qui prédisposent la plante à donner des graines à mauvaise cuisson. Il se comporte bien à un pH du sol allant de 6 à 9. Le pois chiche est sensible à une mauvaise aération du sol et tolère la salinité (**I.T.G.C., 2013**).

7. Importance de la culture de pois chiche

7.1. Importance nutritionnelle

Le pois chiche, comme toutes les légumineuses, est un aliment naturellement riche en protéines végétales [4]. La teneur de celles-ci est de l'ordre de 20 à 25% certaines lignées atteignent 28,9%, il est également une source qualifiée d'excellente à bonne des minéraux : cuivre, phosphore, fer, magnésium, potassium et sélénium vitamines : vitamine B9 (acide folique), B1, B2 et B6 [5].

Il est encore riche en fibres alimentaires et en zinc, ce dernier permet au corps d'assimiler et d'emmagasiner l'insuline, c'est pourquoi il est parfait pour les diabétiques. De plus, ils nous aident à renforcer notre système immunitaire [4].

Le pois chiche comme aliment permet de réduire le niveau de mauvais cholestérol dans le sang tout en diminuant la pression artérielle et la quantité de triglycérides [5].

Tableau 01 : Présente l'apport énergétique (Calories) de 100 grammes de pois chiche sec et les nutriments qui entrent dans sa composition (Williams et Singh, 1987) [6].

Composition	Quantité
Energie-Calories	139Kcal
Protéines	23g
Glucides	21.1g
Lipides	5 g
Sodium	154mg
Eau	63.9g
Fibres	4.8g
Fer	7mg
Magnésium	27.5mg
Zinc	3mg
Calcium	41.2mg
Manganèse	0.678mg
Cuivre	0.234mg
Sélénium	45.4µg
Vitamine A	23µg
Vitamine E	1.1mg
Vitamine B	64µg

7.2. Importance économique

La production mondiale de pois chiche est d'environ 8 millions de tonnes de rendement sur 11 millions d'hectare soit un rendement moyen mondial de 7.2 q/ha. Le pois chiche est utilisé presque exclusivement pour l'alimentation humaine (**Charly, 2008**).

La production mondiale a connu beaucoup de fluctuations au cours des dix dernières années, les extrêmes étant de 6.65 millions de tonnes (mt) en 1992-1993 et de 8.94 mt en 1999-2000, et en 2000-2001 la production de l'Inde représentait 69% de la production mondiale, tandis que le Pakistan, la Turquie, le Canada, le Mexique, l'Iran, l'Australie et pris ensemble représentaient 23% de la production mondiale.

La production des différents pays est variable, mais la tendance a été la baisse en Australie, en Turquie et en Iran au cours des dix dernières années. Canada est le seul pays dont la production a connu une forte tendance à la hausse. Les pays du sous-continent indien, ainsi que, l'Australie produisent surtout le pois chiche type Desi, alors que le Canada produit à la fois les deux types Desi et Kabuli. Les autres pays produisent surtout le type Kabuli. La production mondiale est constituée de 85% type Desi et de 15% type Kabuli [7].

Tableau 02: Les principaux pays producteurs de pois chiche (Charly, 2008).

Pays	Type	Production (t)	Import	Export	Atouts et Difficulté
Inde	Desi	+5 millions	40% des importations	–	2/3 la production mondiale
Pakistan	Desi	543000	–	–	Le plus gros importateur (29%)
Turquie	Kabuli	630000	–	50000	Vers Inde et Moyen-Orient 3100 tonnes vers UE
Canada	Kabuli	465000	–	133 000	Développement spectaculaire mais problèmes climatiques
Australie	Desi	285000	–	307 000	Problème de compétitivité lie à l'éloignement
Iran	Kbuli	160000	–	19 000	
Mexique	Kabuli	150000	–	159000	Déstockage verse Algérie et 65000 tonnes vers UE
USA	Kabuli	70000	–	35 000	
Union Européenne	Kabuli	90000	120 000 =18% des importations	–	Producteur marginal : 2% de la production mondiale
Maghreb	Kabuli	60000	11% des importations	–	Marché potentiel pour la France

8. Les zones de culture et de production du pois chiche en Algérie

L'Algérie est un pays considéré gros consommateur de pois chiche, soit 2.2 kg par personne et par an (kali, 2006).

En Algérie, les légumineuses étaient cultivées depuis bien longtemps surtout dans les régions du nord où les conditions agro-climatiques étaient favorables. Malgré l'extension

sensible de la culture des légumes secs au cours des années 80 (de 100.000 ha à 150.000 ha), les superficies emblavées représentaient 2.3% de la superficie utilisée (**Labdi, 1991**).

La culture du pois chiche est située dans les zones littorales avec 46.3% de surfaces cultivées et dans les plaines intérieures avec 41.6% de la superficie totale cultivée en Algérie (**Maatougui et al., 1994**). Selon ces mêmes auteurs et au cours de l'année 1993, deux grandes régions en Algérie sont les plus occupées en cette culture :

- La région (1) couvre les zones de Skikda, Guelma et Mila à l'Est.
- La région (2) s'étend dans l'Ouest avec Tlemcen, Relizane, Mascara, Aïn Temouchent, Sidi Bel Abbes, Chleff et Mostaganem.

Selon des sources nouvelles de l'INRA Alger en 2006, les besoins annuels sont de l'ordre de 70.000 t, ce qui entraîne 50.000 t en importation.

Tableau 03: Représentation de la superficie et de la production de la culture de pois chiche par rapport aux autres légumineuses alimentaires en Algérie en 2009 (**F.A.O, 2011**).

Culture	Superficies (Ha)	Productions (Tonne)	Rendement (qx/ha)
Fève/ Fèverole	32278	36495	5.13
Pois chiche	22274	17842	5.30
Pois-sec	8487	5969	3.45
Lentilles	2588	2693	3.95
Haricot sec	1616	1159	5.22

9. Maladies et principaux insectes ravageurs de pois chiche

9.1. Maladies Cryptogamiques

De nombreuses maladies cryptogamiques sont susceptibles d'affecter les cultures de pois chiche (Tableau.04).

Tableau 04: Maladies cryptogamiques et moyens de lutte (Douici-Khalfi, 2011).

Maladie	l'agent causal	Symptômes	Les moyens de lutte
l'anthraxose	<i>Ascochyta rabiei</i>	<p>Petite taches (1-2mm) de couleur brun rouge sur les feuilles et les tiges.</p> <p>Elles s'élargissent par la suite graduellement et deviennent nécrosées, souvent entourées d'une marge chlorotique jaune.</p>	<p>-La lutte contre les maladies fongiques doit viser à éviter l'introduction de l'organisme pathogène dans un champ sain ou à limiter le développement et la propagation de la maladie, si elle est présente.</p> <p>-Dans le cas où les conditions climatiques sont favorables au développement de la maladie, le recours à la protection chimique est indispensable, mais elle doit intervenir avant que les tiges, les fleurs ou les gousses montrent des symptômes.</p>
flétrissement vasculaire	<i>Fusarium oxysporum F.sp.ciceri</i>	<p>Un flétrissement initial sur la partie foliaire supérieure.</p> <p>Les racines montrent un aspect sain, sans aucune pourriture visible, le collet montre une décoloration du système vasculaire.</p>	<p>-La lutte chimique est basée essentiellement sur l'emploi de plusieurs matières actives antifongiques.</p>
Rouille	<i>Uromyces Ciceris-arietini</i>	<p>Apparaissent sous formes de plage, aux stades floraison et formation des gousses, taches noirâtres sur les tiges en fin de cycle.</p>	

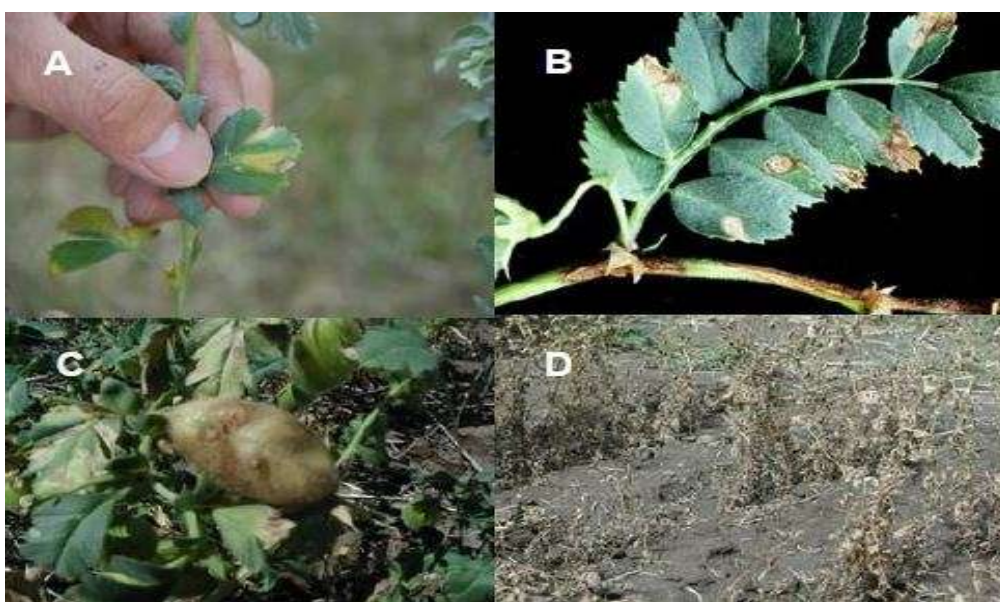


Figure 05 : Symptômes de l'ascochytose sur les feuilles(A), les tiges (B) et les gousses (C) et rendements (D) des plants de pois chiche [8].

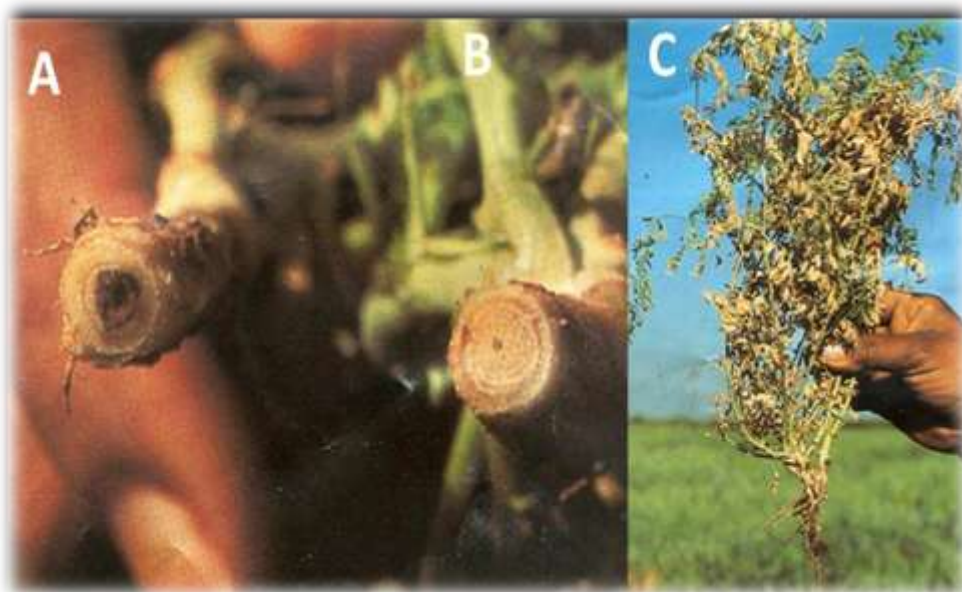


Figure 06: Symptômes de fusariose vasculaire sur coupe longitudinale de la tige du pois chiche : plante infectée (A), plante saine (B) et sur plante entière (C) (Cunnington *et al.*, 2009).

9.2. Insectes ravageurs

Les cultures de pois chiche sont sujettes de s'attaquer par un grand nombre d'espèces d'insectes, à la fois au champ et en stockage (Clement *et al.*, 2000) :

9.2.1. La pyrale des gousses des légumineuses (*Helicoverpa armigera*)

Est un important facteur limitant du rendement des légumineuses alimentaires. Sa nocuité a été principalement attribuée à sa forte fécondité, sa vaste polyphagie, sa forte capacité de dispersion et une diapause facultative. Les larves de début de saison se nourrissent des feuilles, à la fin de la saison se nourrissent brièvement des feuilles, puis s'enfoncent dans la nervure principale et migrent dans la tige de la plante. Parfois, les larves se nourrissent directement des grains en formation (Clement *et al.*, 2000).

9.2.2. Ravageurs suceurs de la sève

Ces ravageurs sont classés comme des organismes nuisibles, principalement en raison du fait qu'ils agissent comme des vecteurs viraux. Les pucerons, particulièrement *Aphis craccivora*, sont des transmetteurs de grand nombre de maladies virales chez le pois chiche (Makkouk *et al.*, 2003 ; Kumari *et al.*, 2007).

Le plus important est le groupe des luteovirus qui cause l'enroulement des feuilles et le rabougrissement des plantes et qui est transmis d'une manière persistante par *A. craccivora* (Brunt *et al.*, 1996).

Une autre maladie est causée par le virus responsable du nanisme et de la chlorose du pois chiche (Fauquet et Stanley, 2003), ce virus est transmis de manière persistante par la cicadelle : *Orosius orientalis* (Brunt *et al.*, 1996).

9.2.3. Les bruches

Les membres de la famille des *Bruchidae* sont connus depuis longtemps par leur pouvoir destructeur des graines des légumineuses cultivées (Jermy et Szentesi, 2003).

9.3. Les moyens de lutte

Deux méthodes sont préconisées pour lutter contre les ravageurs des denrées stockées, l'une est préventive et l'autre dite curative.

9.3.1. Lutte préventive

Elle doit être envisagée dès le début de la culture jusqu'à l'entreposage des graines, elle vise à réduire et empêcher les infestations des gousses aux champs et les graines dans les stocks, elle inclut (**Amari, 2014**).

- Le choix de variétés résistantes (**Pierrot, 1982**).
- Le respect des rotations des cultures qui réduisent l'infestation (**Simon, 1994**), le sarclage des mauvaises herbes aux alentours des plantations, les jachères, les bicultures, et/ou plusieurs associations des plantes.....etc.
- La séparation des graines saines de celles endommagées avant le stockage pour réduire les risques de pertes lors de la conservation (**Appert, 1992**).
- Assurer un taux d'humidité convenable aux graines, un taux de 13% évite la contamination par les bruches (**Lepesme, 1994**).
- Utiliser un emballage résistant tels que les sacs en polyéthylène doublé coton que *Callosobruchus maculatus* est incapable de percer (**Lienard, 1994**).
- La désinsectisation de l'emballage et des locaux de stockages qui doivent être hermétiquement fermés ainsi que la denrée destinée au stockage.

9.3.2. Lutte curative

Deviens nécessaire après que les mesures préventives s'avèrent inefficaces (**Simon, 1994; Mamou, 2003**). Elle consiste à une lutte directe sur les ravageurs par un traitement physique, qui a pour but l'utilisation des radiations gamma (**Ahmed, 1992**) et infrarouges contre les insectes ravageurs (**Zigga et Tirchi, 2001**), ou par un traitement chimique qui nécessite l'application des produits phytosanitaires notamment les insecticides de contact (**Ducom, 1987**) et les fumigants (**Cruz et Troude, 1988**). Il existe encore la lutte biologique qui vise à réduire les populations des insectes ravageurs en utilisant leur ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits

naturels d'origine végétale comme des poudres minérales des huiles végétales, huiles essentielles...etc., issue du phénomène de la phytothérapie (**Sanon et al., 1999**).



CHAPITRE II

Généralités sur la salinité



1. Le stress chez les plantes

1.1. Définition du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (**Hopkins, 2003**).

Levitt (1972) a défini le stress comme étant tout facteur environnemental susceptible de déclencher chez les plantes des modifications chimiques ou physiques dommageables. Ces modifications représentent la contrainte qui peut être plastique ou élastique.

La définition peut-être la plus pertinente d'un stress biologique, serait une force ou une influence hostile qui tend à empêcher un système normal de fonctionner (**Jones et Jones, 1989**).

1.2. Les différents types de stress

On peut distinguer deux types de stress dans la nature :

1.2.1. Le stress abiotique: il est dû principalement à des facteurs environnementaux comme la sécheresse, les températures extrêmes, l'excès d'eau (asphyxie racinaire), la salinité...etc (**Mahrouz, 2013**).

Le stress abiotiques comprend :

1.2.1.1. Le stress hydrique: provoqué par un déficit en eau constituant une menace permanente pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité et dont la teneur en eau des sols est peu élevée. Le stress hydrique peut se produire aussi bien sous l'effet d'un excès ou d'un manque d'eau (**Hopkins, 2003**).

1.2.1.2. Le stress thermique: provoqué par les températures extrêmes, c'est l'un des facteurs les plus limitant qui conditionne la production et la croissance des plantes (**Hopkins, 2003**).

1.2.1.3. Le stress salin: le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sel dans le sol. Le terme de stress salin s'applique surtout à un excès d'ions en particulier, mais pas exclusivement aux ions Na^+ et Cl^- (**Hopkins, 2003**).

1.2.2. Le stress biotique: Il est imposé par d'autres organismes (les organismes phytophages et phytopathogènes). Afin, d'y faire face la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles [**10**].

2. Salinité des sols

2.1. Définition de la salinité

La salinité est définie selon plusieurs auteurs comme la présence de concentrations excessives de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation (**Baiz, 2000**).

La salinité élevée des sol due essentiellement au chlorure de sodium affecte le tiers des terres irriguées à l'échelle mondiale et constitue un facteur limitant prépondérant de la production végétale dans les zones arides (**Hasegawa *et al.*, 1986** in **Ndeye-Thioro, 2000**).

2.2. 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 (**Gregory, 2005**).

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

- **Les carbonates :** les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (Na HCO_3), carbonate de calcium (CaCO_3) et le carbonate de magnésium (mgCO_3).
- **Les sulfates :** ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium (MgSO_4), sulfate de sodium (NaSO_4) et le sulfate de calcium (Ca SO_4).
- **Les chlorures :** principalement le chlorure de sodium (Na Cl), le chlorure de calcium (CaCl_2) et chlorure de magnésium (MgCl_2), ce sont les plus soluble et à forte toxicité (**Aubert, 1982**).

2.3. Origine et cause de la salinité des sols

2.3.1. Origine primaire

2.3.1.1. Salinisation géologique

Les sels solubles peuvent provenir soit de l'altération des roches contenant des minéraux sodiques potassiques et magnésiques ; en région arides et semi-arides, ces sels se concentrent sur place dans les dépressions fermées, Soit de dissolution des évaporites contenant des chlorures des sulfates etc., les évaporites se localisent essentiellement dans les bassins élémentaires ou de l'altération des roches volcanique (**Servant, 1975**).

2.3.1.2. Salinisation marine et lagunaire

L'origine des sels peut se trouver dans les dépôts lagunaires ou matériaux salés plus ou moins récents qui peuvent être eux-mêmes des roches mères des sols et fournir leurs sels aux oueds qui les transportent jusqu'aux nappes superficielles plus ou moins profondes sous les sols des vallées et basses plaines ou les déposent à leur surface (**Gaucher et Burdin, 1974**).

La salinisation d'origine géologique, marine ou lagunaire correspond à une salinisation liée au fonctionnement naturel des terrains sous l'influence du climat, de l'altération des roches et de dynamique des eaux.

D'après **Szablocs (1986)** in **Robert (1996)**, la superficie totale concernée par cette salinisation naturelle est proche de mille millions d'hectares (995 ha) soit près de 5 % de la surface du globe.

2.3.2. Origine secondaires

La pratique de l'irrigation dans les zones aride et semi-aride représente l'une des plus importantes causes de la salinisation secondaire (**Szablocs, 1994**). L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire ; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol. L'accumulation de sels solubles à la surface ou en dessous de la surface du sol se produit du fait de l'évaporation qui abandonne sur le sol les sels dissous

dans l'eau. La salinisation peut aussi être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline [11].

3. Classification des sols salés

La classification des sols salés est définie par rapport à leurs caractéristiques physiques et chimiques. Selon (Szabolcs, 1994) deux groupes principaux de sols salés se distinguent :

3.1. Les sols salins (Solontchaks) : ont pour principales caractéristiques leur richesse en sels de sodium neutres (NaCl chlorure de Sodium, Na₂SO₄ sulfate de sodium) mais contenant également des quantités appréciables d'ions chlorites et de sulfates de sodium, calcium et magnésium. Ces sols sont généralement dominants dans les régions arides et semi-arides (Maillard, 2001).

3.2. Les sols alcalins (Solonetz) : sont riches en sodium échangeable et en revanche pauvres en sels solubles (sels alcalins, carbonates et bicarbonates de sodium, Na₂CO₃ principalement) les sols alcalins se trouvent plutôt dans les zones semi-aride et sub-humide (Maillard, 2001).

4. Répartition géographique des sols salés

4.1. Dans le monde

Les estimations de la superficie totale représentée par les sols salés dans le monde sont très variables d'un auteur à l'autre ; pour Szabolcs (1994), la superficie totale occupée par les sols salés atteint 954832 millions d'hectare.

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

Les sols salés ont un caractère azonal. Ils se rencontrent dans toutes les parties du monde (servant, 1976 ; Durand, 1983) (Tab.05).

Tableau 05 : La superficie affectée par la salinisation dans différentes régions du monde (Snoussi, 2001).

Région	Superficie (million d'hectares)
Afrique	80.5
Europe	50.8
Amérique du nord	5.7
Amérique du sud	129.2
Asie du sud	87.6
Asie du centre et du sud	211.7
Australie	357.3
Mexique et Amérique centre	2
Total	954.8

4.2. En Algérie

Les sols salés sont très répandus en Algérie, ils occupent de vastes superficies soit 3.2 millions d'hectares de la superficie totale. Ils sont localisés au Nord qu'au sud (Houérou, 1993). Des études ont montré que les sols situés au Sud sont nettement plus sodiques que ceux du Nord (Djili, 2000). Selon FAO (2005), les sols salés en Algérie se localisent surtout dans les étages bioclimatiques arides et semi- arides.

5. Les moyens de prévenir la Salinisation des sols

5.1. Lixiviation: en donnant aux cultures à peine un peu plus d'eau que nécessaire (mais sans exagérer), pour réduire la salinité dans la zone racinaire. Les sels sont transportés dans la couche aquifère qui les disperse, à condition que le drainage naturel soit suffisant [12].

5.2. Drainage: des fossés ou des tuyaux souterrains peuvent emporter l'eau saline. 1/3 des terres salines gorgées d'eau pourraient être bonifiées grâce à un meilleur drainage et à une série de techniques adaptées à la situation locale. Exemple : au cours des 30 dernières années le programme national de drainage égyptien a affronté la saturation en eau et la salinité des sols en utilisant différents types de drainages et stations de pompage [12].

5.3. Phytoremédiation

L'idée d'utiliser des plantes pour extraire les métaux lourds et leurs composantes fut introduite en 1983 bien que le principe soit connu depuis 300 ans. C'est dans les années 1990 que le concept de la remédiation (bio et phytoremédiation) émerge comme une nouvelle technologie qui utilise les plantes vertes et des microorganismes associés (bactéries, champignons) pour le nettoyage d'un environnement pollué (**Aoun, 2009**).

Plusieurs études ont identifié des espèces végétales hyper accumulatrices, principalement des halophytes très prometteuses pour le dessalement des sols salins. Cette capacité de dessalement a été principalement estimée par des mesures effectuées en sols salins et des expérimentations consistant à cultiver des halophytes sur sol salin et à établir le bilan de l'exportation du sel par ces plantes (**Abdelly, 2006**).

6. Effet de la salinité sur les plantes

La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence de quantités excessives de sels. Généralement un taux élevé de Na^+ et Cl^- cause le stress salin. Le stress salin a un triple effet sur les plantes: il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique et provoque une toxicité ionique. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et limitation de la productivité végétale. L'effet sur la croissance est directement relié à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol (**Parida et Das, 2005**).

Durant le début et le développement du stress salin à l'intérieur de la plante, tous les processus majeurs tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétiques... sont affectés. La première réponse est la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivi par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress dans l'environnement de la plante (**Parida et Das, 2005**).

6.1. Sur la germination

La germination est régulée par des caractéristiques génotypiques mais aussi par les conditions environnementales et en particulier par la disponibilité de l'eau dans le sol et la présence de sel (**Ndour et Danthu, 2000**). Ainsi, la germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (**Boulghalagh et al., 2006**). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence du sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in Debez et al., 2001**).

Plusieurs auteurs ont montré un retard de la germination des graines causé par la salinité chez plusieurs espèces (**Boughalagh et al., 2006 ; Benata et al., 2006**), même chez des plantes halophytes (**Bidai, 2001**). Des travaux effectués sur des halophytes ont montré que l'effet inhibiteur du NaCl sur la germination serait essentiellement de nature osmotique, le sel empêchant l'imbibition de la graine (**Katembe et al., 1998 in Debez et al., 2001**).

6.2. Sur la croissance et le développement

La réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par un effet dépressif sur la croissance et le développement (**Munns et al., 1995**). Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui nous renseignent sur la tolérance ou la sensibilité des plantes au sel contenu dans le sol (**Bekhouche, 1992**).

Un retard de croissance important est signalé chez la plupart des glycophytes dès 50 mM de NaCl dans la solution du sol. Par contre chez les halophytes leur croissance ne semble diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées, c'est à partir de 480 mM de NaCl que sa production diminue (**Bennabi, 2005**). Parmi les modifications morphologiques des plantes au stress salin : une faible ramification, une diminution de la longueur des tiges et des racines, et du poids sec des parties aériennes et souterraines. Un raccourcissement des entrenœuds, et une réduction du nombre de feuilles et de la surface foliaire ont été signalé (**Hamza, 1977**).

6.3. Sur la photosynthèse

La salinité réduit la croissance et la photosynthèse des plantes. Cette réduction est due aux effets complexes d'interactions osmotiques, ioniques, et nutritionnelles (**Binaire, 1997 in Rasenen, 2002**). La présence du chlorure de sodium dans le sol a généralement pour effet de réduire l'intensité de la transpiration des glycophytes et de nombreux halophytes. **Greenway et Munns (1980)** suggèrent que la salinité affecte en premier lieu la croissance de la plante puis la photosynthèse.

La présence continue de NaCl dans le milieu de culture des glycophytes entraîne une augmentation d'une part de l'épaisseur des limbes (ce qui deviendrait un élément limitant dans la porosité stomatique) et d'autre part de la vitesse d'ouverture des stomates ce qui pour effet la réduction de la photosynthèse ; cet effet dépressif du sel serait à l'origine de la diminution de la croissance (**Munns, 1993**).

6.4. Sur l'anatomie de la feuille

Le stress salin affecte l'anatomie de la feuille en augmentant l'épaisseur de l'épiderme, l'épaisseur du mésophyle, la longueur des cellules palissadiques et le diamètre des cellules palissadiques chez le haricot, le coton et l'*atriplex*. Elle réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles (**Parida et Das, 2005**).

6.5. Sur les pigments chlorophylliens

La présence du sel dans le milieu affecte considérablement la synthèse des pigments chlorophylliens. Le plus souvent, en cas de stress salin, les plantes montrent des signes de stress par la production d'anthocyanines ou la destruction des chlorophylles.

une diminution de la concentration des chlorophylles foliaires et une baisse de l'activité de la ribulose 1,5 bi phosphate carboxylase/oxygénase (rubisco) ont été signalé chez le haricot irrigué par une solution enrichie en Na Cl (**Seeman et Critchley, 1985**). De même, il a été prouvé une diminution de concentrations des pigments chlorophylliens suite à un stress salin chez trois variétés de blé (**El Housseine et al., 1998**).

6.6. Sur la morphologie de la plante

Il existe 3 effets de la salinité sur la morphologie de la plante

6.6.1. Sur l'architecture de la plante

L'architecture de la plante est profondément modifiée sous l'effet d'un stress osmotique, même très modéré et ne présentant pas de symptômes flagrants. Par exemple, chez des dicotylédones comme le pois ou la vigne, le nombre de ramifications et le nombre d'organes élémentaires (phytomères) de la tige sont drastiquement réduits. Il en va de même chez les graminées, où le nombre de talles est réduit en cas d'un stress osmotique (**Lahouel, 2014**).

6.6.2. Sur la partie aérienne

L'effet de la salinité sur la croissance et le développement de la partie aérienne se traduit généralement par une réduction de la croissance végétative (réduction de la hauteur de la plante, nombre de talles et de feuilles) qui est en fonction de la division et l'élongation cellulaire. De même la salinité retarde la croissance des pousses qui sont plus sensibles aux sels que les racines et accélère la maturité des plante (**Munns et Rawson, 1999**).

6.6.3. Sur la partie racinaire

La croissance de la partie souterraine est également affecté par la présence de sels dans l'environnement racinaire; une augmentation du rapport partie racinaire et partie aérienne (PR /PA) a été signalé par (**Bayuelo et al., 2002**). En effet, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement importante sous forte contrainte saline, l'augmentation du rapport PR/PA qui s'ensuit semble être associée à une augmentation de leur tolérance au sel (**Bayuelo et al., 2002**). Dans les conditions de stress salin la réduction de la croissance foliaire et l'augmentation de la croissance racinaire (augmentation du rapport PR /PA) est une réponse adaptative aux stress osmotiques chez de nombreuses espèces pour maximiser la surface d'absorption de l'eau en diminuant la surface d'évaporation (**Munns, 2002**).

7. Comportement de la plante en milieu salin

Selon la tolérance au sel, on peut définir deux groupes des végétaux : les halophytes et les glycophytes.

❖ Les halophytes supportent les concentrations élevées en sels et la croissance est stimulée par la concentration entre 200 et 500 mM (**Flowers et al., 1997**).

❖ Les glycophytes représentent la majorité des espèces végétales dont leur croissance est ralentie dès que la concentration des milieux externes dépasse 100 mM et devient létale à partir de 300 mM (**Gereenway et Munns, 1980**).

Les halophytes et les glycophytes, peuvent développer plusieurs mécanismes pour assurer leur cycle de croissance et de développement. Certaines espèces utilisent le mécanisme d'exclusion des sels en excès (**Alem et al.,2005**) ou les compartimentent dans la vacuole (**Niu et al., 2005** in **Kaci et al., 2012**).

8. Les mécanismes de résistance des plantes face à un environnement salin

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

8.1. Exclusion

C'est l'accumulation d'éléments toxiques dans les organes souterrains afin d'éviter leur accumulation dans les organes aériens pour certains végétaux. La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne des cellules de la racine, ainsi que le transport sélectif permet d'adsorber les ions nutritifs utiles et de réexcréter les ions Na^+ (**Genoux et al., 1991**).

8.2. Inclusion

Les plantes résistantes au NaCl accumulent le Na^+ dans les feuilles ou est séquestré soit dans la vacuole de l'épiderme foliaire ou les limbes âgés...etc., (**Jabnour, 2008**). Le sel est stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est aussi isolé dans des constituants cellulaires vitaux ou excrété par des glandes (**Berthomieu et al., 2003**).

8.3. La réexcrétion

La plante a la capacité de réexpédier aussitôt l'excès de sel parvenu jusqu'aux feuilles vers ses racines, par l'intermédiaire de sa sève descendante par le phloème. Les racines peuvent ensuite réexcréter le sel à l'extérieur et l'éliminer vers le sol (**Berthomieu et al., 2003**).

8.4. Synthèse des solutés compatibles

L'un des aspects d'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 (**Mazliak, 2000**). 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 terme 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 (**Weishen, 2000**). L'accumulation de sucre sous contrainte saline peut être due à l'augmentation de l'activité enzymatique pour l'hydrolyse de l'amidon et la

synthèse du saccharose et l'acide abscissique, qui contribué à la croissance des plantes cultivés sous stress salin (**Dubey et Singh, 1999 ; Ashraf et al., 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^+ ou en le sécrétant dans les vacuoles (**Mengle et al., 2001**).

8.5. Changement dans le cheminement photosynthétique

Afin de maintenir un potentiel hydrique efficace dans l'assimilation photosynthétique chez les plants soumis à la contrainte saline (**Omami, 2005**), certaines espèces telles que les halophytes facultatives remodelent leur mode photosynthétique C3 (plantes en C3) en mode CAM (crassulaceen acide métabolisme) (**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**).

8.6. Induction des hormones par salinité

La concentration élevée du sel déclenche une augmentation dans les taux des hormones végétales, comme l'ABA et les cytokinines.

L'acide abscissique est responsable de l'altération des gènes induits par le stress salin. Les gènes inductibles de l'ABA sont prévus de jouer un rôle important dans le mécanisme de la tolérance au sel chez le riz.

Pendant le stress salin il y a une augmentation au niveau de la production de l'ABA et l'éthylène chez *Ciirus sinensis*. IL s'est avéré que l'ABA vient alléger l'effet inhibiteur du NaCl sur la photosynthèse, la croissance et la translocation des assimilats.

L'ABA favorise le passage de la forme C3 à la forme CAM chez *M crystallinum* pendant le stress salin (**Parida et Das, 2005**).

8.7. Les protéines late-embryogenesis-abundant (LEA)

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 diminution des dommages causés par le stress salin (**Zhu et al., 2005 ; Seamen, 2004**). L'accumulation du niveau de ces protéines, est corrélée avec la tolérance au stress chez plusieurs espèces de végétaux. On pense que ces protéines ont un rôle protecteur sous stress osmotique (**Seamen, 2004**).



CHAPITRE III

Matériels et Méthodes



1. L'objectif de l'essai

Cet essai a été réalisé sur quatre variétés de pois chiche (*Cicer arietinum L.*) traitées par cinq concentrations croissantes de chlorure de sodium (NaCl): [50], [75], [100], [150] et [200] mM et un traitement n'ayant pas reçu de NaCl constitue le témoin.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet du stress salin sur la germination et la croissance de quatre variétés du pois chiche, en vue de déterminer leur niveau de tolérance à la salinité.

2. Présentation du site de l'essai

L'essai a été réalisé au laboratoire de la Botanique de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'Université 08 Mai 1945 Guelma.

3. Matériel végétal

3.1. Semences de pois chiche

L'essai a porté sur quatre variétés de pois chiche (Ghab5, Ilc32/79, Flip90/13C, Flip85/17c) provenant de l'Institut Technologique de Grandes Cultures (I.T.G.C) de Guelma que pour étudier l'impact de la salinité sur la germination des graines et la croissance et le développement des plantules.

3.2. Origines et caractéristiques des variétés

Le type, l'origine et les caractéristiques de chaque variété sont indiqués dans le tableau06.

Tableau n° 06 : Origine et caractéristiques des variétés étudiées (ITGC, 2013).

Variétés	Type	Origine	Caractéristiques
GhaB5	Kabuli	ICARDA (Syrie)	Semis d'hiver, port érigée, grain moyen, le rendement élevé, semi-précoce à semi-tardive, sensible à l'antracnose.
IIC32/79	Gulabi	Russe	Semis d'hiver, port haute, petit grain, rendement élevé, semi-précoce à semi-tardive, tolérante à l'antracnose.
Flip 90/13C	Kabuli	Syrie	Port érigée, ramification moyenne, hauteur 30 a 70 cm, couleur de fleur blanche, résistante à l'antracnose, le fusariose, et le froid, cycle végétatif est tardif.
Flip 85/17C	Kabuli	ICARDA (Syrie)	Semis d'hiver, port érigée, grain moyen, le rendement élevé, semi-précoce à semi-tardive, tolérante à l'antracnose.

4. Solutions salées

Six concentrations de NaCl ont été utilisées pour cette étude : le témoin [0] mM, [50] mM, [75] mM, [100] mM, [150] mM, [200] mM. Ces concentrations ont été choisies en s'articulant sur des données récentes indiquant le niveau de tolérance de pois chiche (Hajlaoui *et al.*, 2007).



Figure 07: les solutions salines utilisées dans l'application du stress.

5. Installation et conduite de l'essai

5.1. Essai de germination

L'essai de germination a été porté sur quatre variétés de pois chiche, et il a été réalisé dans les boîtes de Pétri.

C0V3R1	C1V4R1	C2V2R1	C3V4R2	C4V1R3	C5V3R3
C0V2R2	C1V2R2	C2V2R3	C3V2R1	C4V2R2	C5V1R2
C0V4R3	C1V1R2	C2V3R1	C3V3R1	C4V4R3	C5V4R1
C0V2R1	C1V3R2	C2V3R3	C3V1R2	C4V3R3	C5V2R3
C0V1R2	C1V1R1	C2V1R2	C3V2R2	C4V1R2	C5V2R2
C0V1R3	C1V4R3	C2V4R2	C3V4R1	C4V3R1	C5V1R3
C0V4R2	C1V1R3	C2V4R3	C3V3R3	C4V1R1	C5V3R1
C0V3R2	C1V4R2	C2V1R1	C3V2R3	C4V3R2	C5V3R2
C0V2R3	C1V2R3	C2V2R2	C3V1R3	C4V4R1	C5V4R3
C0V1R1	C1V3R3	C2V4R1	C3V4R3	C4V2R3	C5V1R1
C0V4R1	C1V3R1	C2V1R3	C3V3R2	C4V2R1	C5V2R1
C0V3R3	C1V2R1	C2V3R2	C3V1R1	C4V4R2	C5V4R2

Figure 08 : description du dispositif expérimentale de l'essai de germination dans les boîtes de Pétri.

- R1, R2, R3 Les répétitions.
- C0, C1, C2, C3 ; C4, C5 : Concentrations des solutions salines.

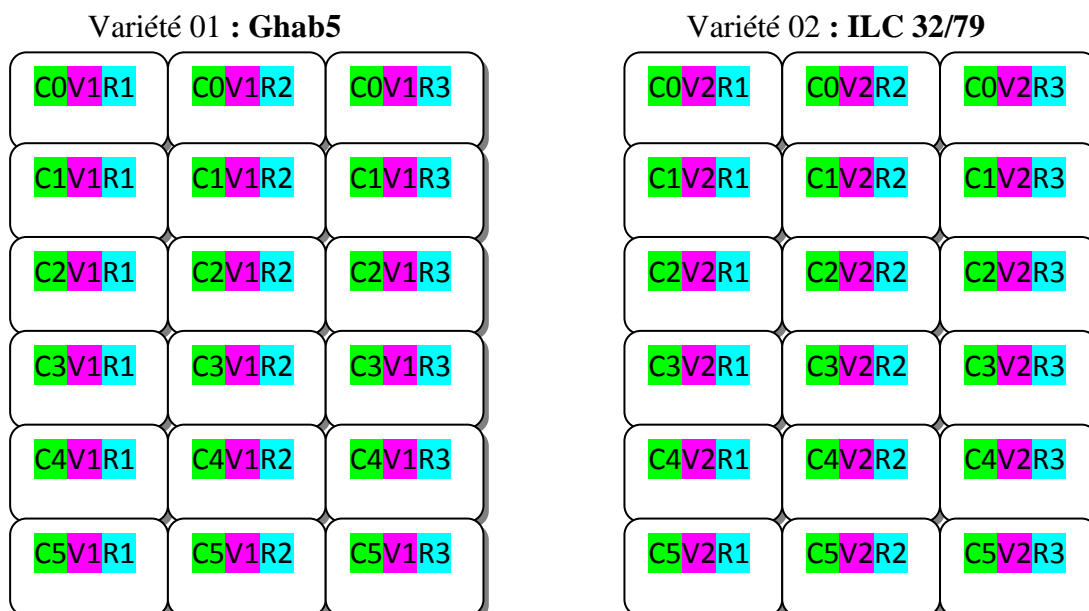
C0 (témoin) : [0] mM. C1 : [50] mM. C2 : [75] mM. C3 : [100]mM. C4 : [150]mM.
C5 : [200]mM.

- V1, V2, V3, V4 les variétés



Figure 09 : Essai de germination dans les boites de Pétri.

5.2. Essai de croissance dans les plaques de culture



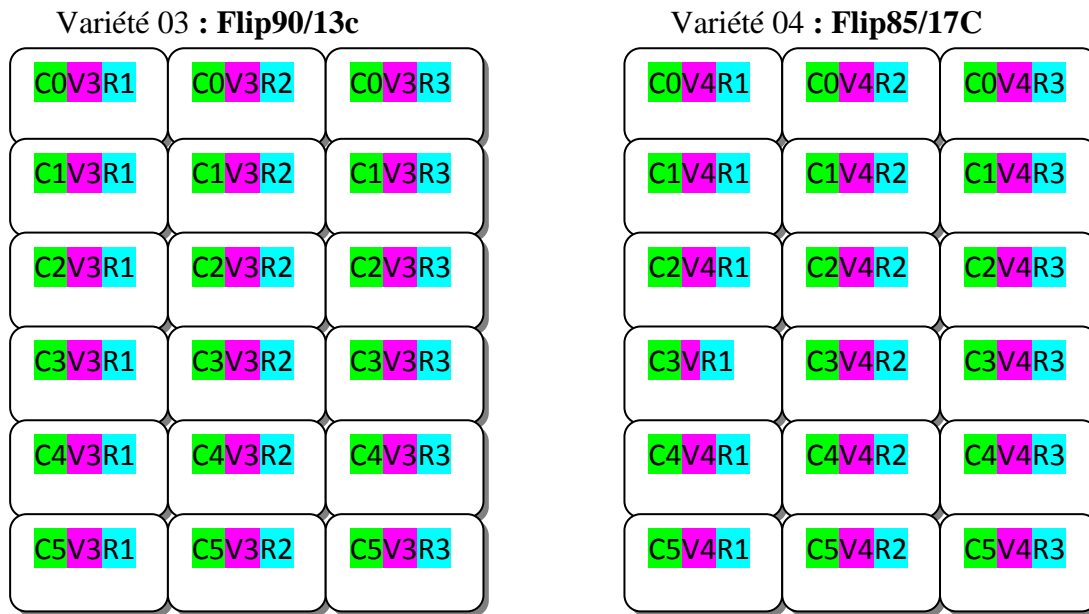


Figure 10 : Description du dispositif expérimental de l'essai de croissance dans les plaques de culture.

- R1, R2, R3 Les répétitions.
- C1, C2, C3, C4 ; C5, C6 : Concentrations des solutions salines.

C0 (témoin) : [0] mM. C1 : [50] mM. C2 : [75] mM. C3 : [100]mM. C4 : [150]mM.
C5 : [200]mM.

- V1, V2, V3, V4 les variétés



A : Premier jour de l'essai.



B : Après 21 jours

Figure 11 : 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) fournis par le laboratoire de l'université. Les caractéristiques du substrat sont indiquées ci-dessous (substrat de base multiplication support de culture (NFU44-551).

6. 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 brute : 35%.
- Un taux de matière organique exprimée en pourcentage en masse de produit brute : 35%.
- PH(H₂O) : 5.8-6.8.
- Résistivité : 2500 Ohm/cm
- Rétention en eau : 80 Vol.%.

Chaque variété est représentée par 18 échantillons (6 concentrations de NaCl en 03 répétitions/variété). Aussi bien pour l'essai de germination en boîtes de Pétri que pour l'essai en plaques (6 concentrations de NaCl en 3 répétitions/variété).

7. L'irrigation

L'irrigation par les différentes concentrations salées pendant les deux stades germination et croissance est faite en fonction de la capacité au champ déterminée préalablement pour les boîtes de pétri contenant une fine couche de coton recouverte avec du papier filtre, et pour les plaques contenant de la tourbe.

L'irrigation a été régulièrement une fois par jour.

8. Paramètres étudiés

8.1. Paramètres relatifs à la germination des graines

8.1.1. 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 radicle (cm).
- La longueur de la tige (cm).

8.2. Paramètres relatifs à la croissance et le développement des plantes

8.2.1. Hauteur des plantes

La hauteur des plantes a été évaluée 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.

8.2.2. 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 rincée par un courant d'eau et éponnées entre deux papiers filtres ; puis la longueur de la racine principale a été mesurée à l'aide d'une règle graduée.

8.2.3. Poids frais des parties aériennes et souterraines

Trois plantes ont été prélevées pour chaque variété en chaque concentration de NaCl, puis une séparation des parties aériennes et souterraines a été effectuée, les racines sont rincées par un courant d'eau et éponnées 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.

8.2.4. Poids sec des parties aériennes et souterraines

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

9. Traitement statistique des résultats

Afin de déterminer la significativité des traitements appliqués sur les différents paramètres étudiés, nous avons procédé à une analyse de la variance et à la comparaison des moyennes pour déduire la différence entre le témoin et les différentes concentrations en utilisant le logiciel Minitab.



CHAPITRE IV

Résultats et discussions



1. Essai de germination dans les boîtes de Pétri

1.1. Pourcentage de germination des graines

Les résultats illustrés figure.12 montre que la germination des graines de pois chiche est très affectée par la présence du sel dans le milieu. Cependant, une diminution du taux de germination a été enregistré pour l'ensemble des boîtes traitées par les différentes concentrations de NaCl et ce pour les quatre variétés étudiées.

L'effet de la salinité sur la germination des graines de pois chiche est plus observé pour les concentrations élevées du NaCl comparativement aux témoins non traités, et les variétés Ghab5 et Flip90/13C sont les plus affectées par rapport aux deux autres variétés. Notant, que le taux de germination a été diminué considérablement pour ces deux variétés à la concentration 200 Mm pour lesquelles nous avons noté respectivement les moyennes de 6,76% et 3.33 % contre 100% et 93.33% pour les témoins. De même, il a été remarqué que la variété Flip85/17C a enregistré un taux de germination élevé à la concentration 200 mM (26.67%) par rapport aux trois autres variétés.

Plusieurs études ont montré que la plus part des plantes sont sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée, dont l'effet nocif du sel est de nature osmotique ou bien toxique (**Maillard, 2001 et Abdelly, 2006**). De même **Hajlaoui et al., (2007)** ont rapporté une diminution de la capacité germinative chez des variétés de pois chiche soumises au stress salin.

D'autres auteurs ont signalé que les retards enregistrés en phase de germination provoqués par des concentrations croissantes de NaCl, seraient dus à une difficulté d'hydratation des graines par suite d'un potentiel osmotique élevé et peut être expliqué par le temps nécessaire aux graines pour déclencher les mécanismes leur permettant d'ajuster leur pression osmotique (**Jaouadi et al., 2010**).

Sebei et al., (2007) ajoutent que, le ralentissement de la mobilisation des réserves durant la phase de germination des graines, traités par des concentrations croissantes de NaCl est due soit au retard de l'activation ou de la synthèse des hydrolases ou bien à l'inhibition du transfert des produits de l'hydrolyse de l'endosperme à l'embryon.

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

Le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour toutes les variétés étudiées. à l'exception de les variétés ILC23/79, Flip90/13C et Flip85/17C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentrations C₂, C₃, C₄, C₅ (Annexe tab : B-E)

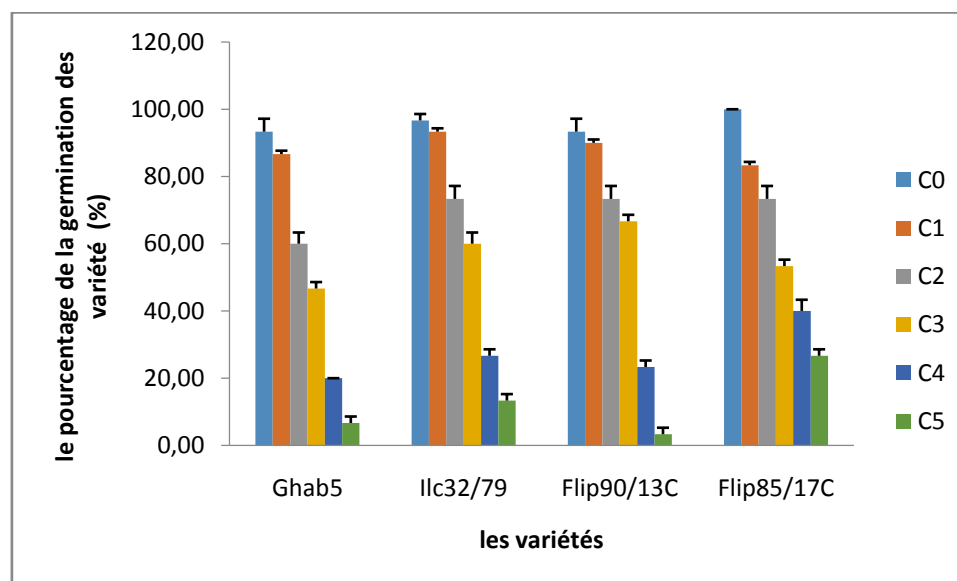


Figure.12: pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

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 quatre variétés étudiées (figure.13).

L'effet de la salinité sur la longueur de la racicule est très remarquable notamment pour la concentration 75 mM et chez toutes les variétés, d'où nous avons noté une diminution de la longueur de la racicule comparativement aux témoins. Cette diminution est plus importante chez les variétés Ghab5 et Flip85/17C soumises aux fortes concentrations de NaCl (200 mM) pour les quelles nous avons enregistré respectivement les moyennes de 0.93 cm et 0.66 cm contre 7.45 cm et 7.12 cm pour les témoins.

Plusieurs recherches ont démontré que l'absorption du NaCl par les graines provoque des effets toxiques sur la germination et par conséquent, empêche la croissance des racicules. (Xue *et al.*, 2004 ; Martinez *et al.*, 2004).

D'autre part Perez et Tambelini (1995), ont signalé que les concentrations élevée de sel, particulièrement le chlorure de sodium (NaCl) peuvent inhiber l'activité enzymatique des graines et retarder la sortie et le développement de la radicule.

L'analyse de la variance a un critère de classification (ANOVA) à montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (Annexe F).

Le test de Fisher a affiche des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour tous les variétés étudiées. à l'exception de la variété Flip90/13C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentration C₄, C₅ (Annexe tab : G-J).

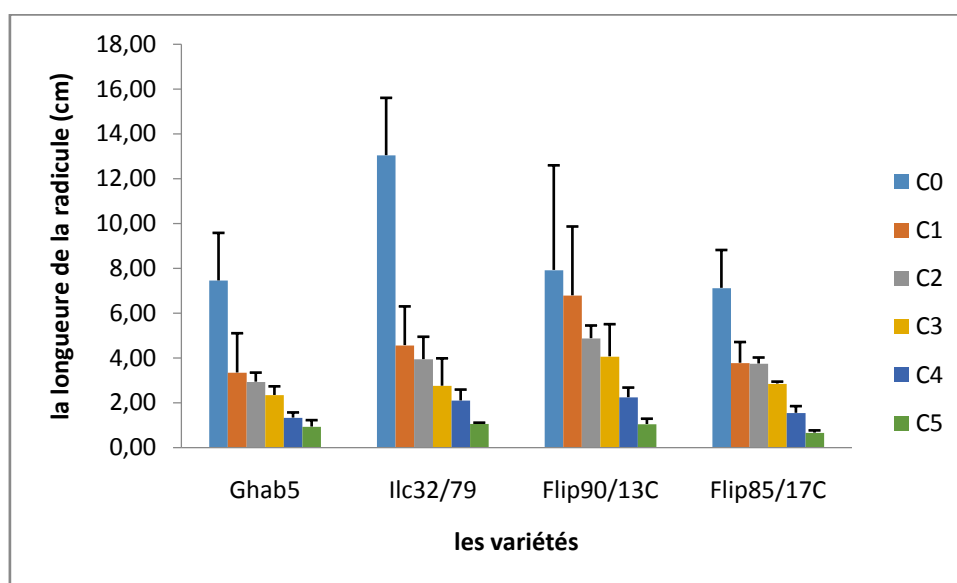


Figure.13 : la longueur de la radicule (cm) des variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

1.3. Longueur de la tigelle

Les résultats obtenus pour ce paramètre (figure.14) 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 les quatre variétés étudiées.

L'effet de la salinité sur la longueur de la tigelle est plus prononcé chez toutes les variétés aux fortes concentrations de NaCl. La longueur de la tigelle a diminué considérablement à la concentration 200 mM chez les variétés Ghab5 et Flip90/13C qui ont enregistré la moyenne de 0.07 cm (pour les deux variétés) en comparaison avec les témoins (3.5 cm et 4.57 cm respectivement).

L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (Annexe K).

Le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour toutes les variétés étudiées, à l'exception de la variété Flip90/13C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentrations C₃ et C₄, C₅ (Annexe tab : L-O)

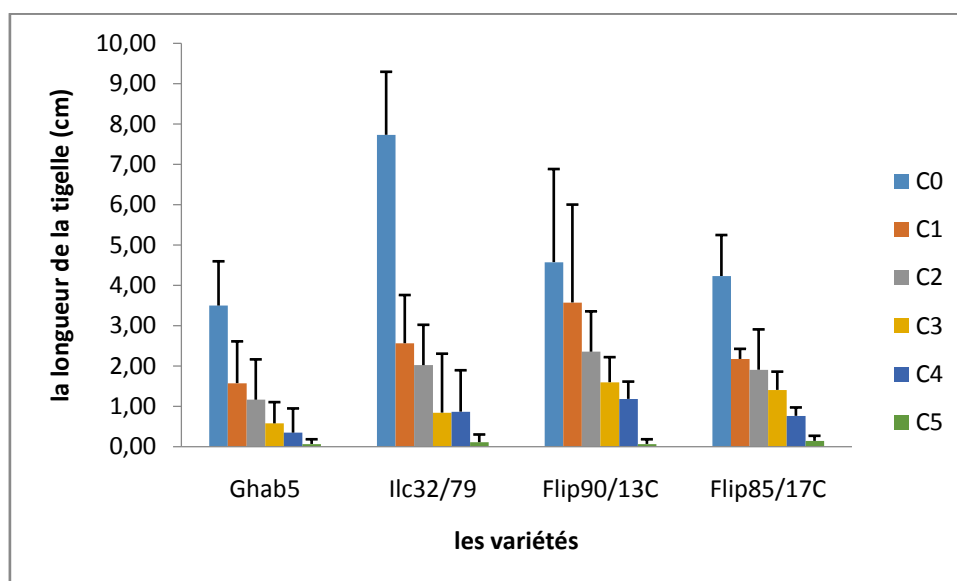


Figure.14: la longueur de la tigelle (cm) des variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

2. Essai de croissance et de développement des plantes dans les plaques de cultures

2.1 Hauteur des plantes

La figure.15 montre que la hauteur des plantes soumises à des conditions de stress salin a été affectée par la présence du sel dans le milieu, une diminution de la hauteur des plantes a été enregistrée chez les variétés traitées par des concentrations élevées de NaCl en comparaison avec les témoins.

Cette diminution est plus importante chez les variétés Ilc32/79, et Ghab5 à la concentration 200 mM. Les moyennes enregistrées respectivement pour cette concentration sont de 1.5 et 0.67 cm comparativement aux témoins (40.33 et 33.23 cm).

Gaid (2015) a signalé une réduction considérable dans la hauteur des tiges des plantes de pois chiche traitées par des concentrations élevées de NaCl.

Selon **Rush et Epstein (1981)**, les effets de la salinité sur les plantes se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, notamment une réduction dans le nombre des nœuds, nombre de feuilles et la longueur des tiges.

D'autre part, l'irrigation avec une eau chargée en sel, principalement le NaCl provoque le raccourcissement des tiges (**Ben fattoum, 2003**).

L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (Annexe P).

Le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour tous les variétés étudiées. à l'exception de les variétés Ghab5 et Flip90/13C et Flip85/17C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentration Ghab5 (C₂, C₃, C₄, C₅) Flip90/13C (C₂, C₃, C₄, C₅) Flip85/17C (C₃, C₄, C₅) (Annexe tab : R-U).

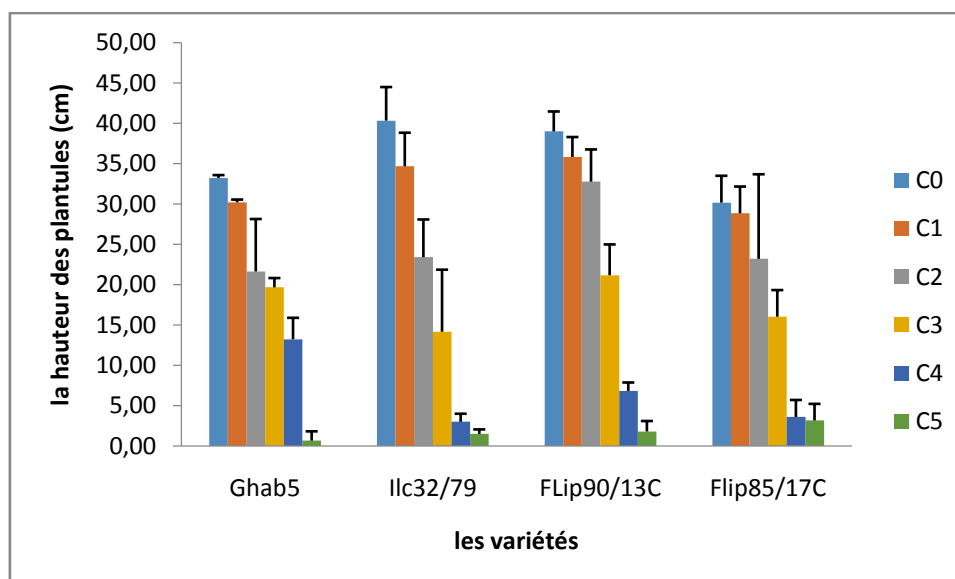


Figure.15: la hauteur des plantes (cm) pour les différentes variétés de pois chiche soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

2.2. La longueur de la racine principale

Les résultats relatifs à ce paramètre figure.16 montrent 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 du NaCl notamment chez les deux variétés Ilc32/79 et Ghab5 d'où nous avons noté les valeurs moyennes de 1.47 cm et 2.17 cm respectivement pour la concentration 200 mM en comparaison avec les témoins (16.33 cm et 18.33 cm).

D'après **Jabnoue (2008)**, les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités d'absorption des éléments nutritifs du sol.

Lauchli et Epstein (1990), ajoutent que la salinité affecte le développement de la plante en particulier la croissance des racines. Par ailleurs, **Teggar (2015)** a rapporté une diminution de la longueur de la racine principale chez des variétés de lentille traitées par des concentrations croissantes de NaCl.

L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (Annexe V).

Le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour toutes les variétés étudiées, à l'exception de les variétés ILC32/79 et Flip90/13C et Flip85/17C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentrations ILC32/79 (C₄ et C₅) Flip90/13C (C₃, C₄, C₅) Flip85/17C (C₂, C₃, C₄) (Annexe tab : W-Z).

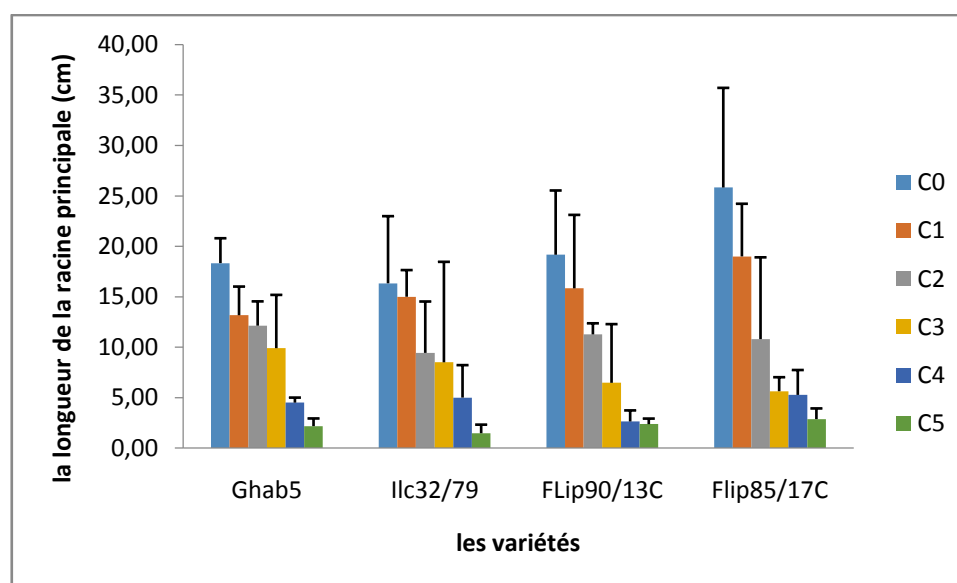


Figure.16 : La longueur de la racine principale (cm) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

2.3. Le poids frais des parties aériennes et souterraines

La figure 17 montre que la matière fraîche des parties aériennes a été influencée par la présence du sel dans le milieu chez les différentes variétés de pois chiche.

Une diminution du poids frais de la partie aérienne a été enregistré chez les variétés Ghab5 et ILC32/79 pour les quelles nous avons noté respectivement les moyennes de 0.03g et 0.06g pour la concentration 200 mM par rapport aux témoins non traités (1.47g et 1.43g).

La présence de sels dans le milieu affecte également la croissance de la partie souterraine des plantes des pois chiche, (fig.18) le poids frais de la partie racinaire est diminué 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 la variété Ilc32/79 d'où nous avons enregistré la valeur moyenne de 0.05g pour la concentration 200 mM en comparaison avec le témoin (0.82g).

Des études montrent que le sel a un effet négatif sur le poids frais et le poids sec des tiges et des racines. La diminution enregistrée est d'autant plus importante que la concentration du milieu en NaCl augmente (Mayak *et al.*, 2004).

L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (Annexe A₁.F₁).

Pour le poids frais de la partie aérienne le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour toutes les variétés étudiées. à l'exception de la variété Flip85/17C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentrations C₂, C₃, C₄, C₅ (Annexe tab : B₁-E₁)

Pour le poids frais de la partie souterraine le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour toutes les variétés étudiées. à l'exception de la variété Ghab5 et Flip85/17C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentrations Ghab5 (C₃, C₄, C₅) Flip85/17C (C₂, C₃, C₄, C₅) (Annexe tab : G₁-J₁).

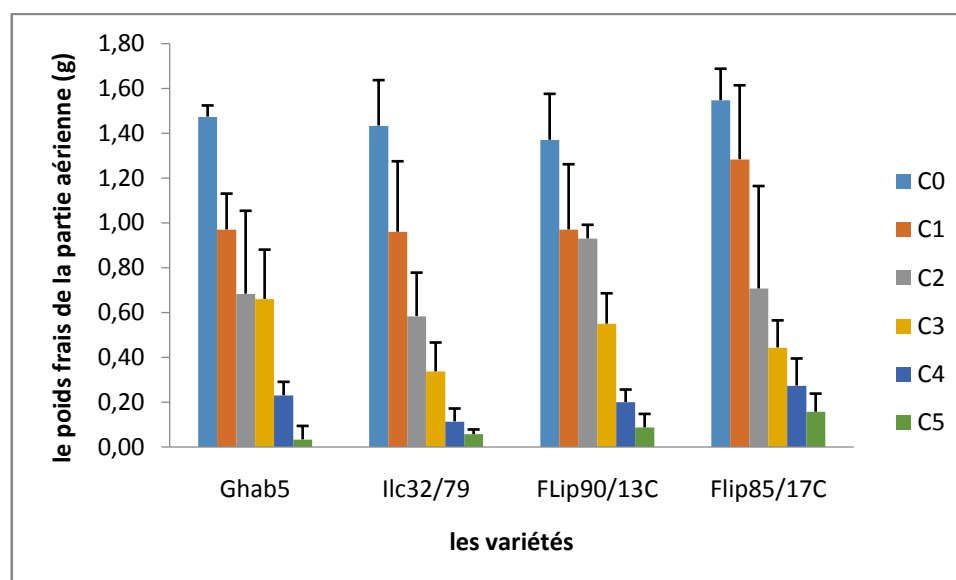


Figure.17 : Le poids frais de la partie aérienne (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

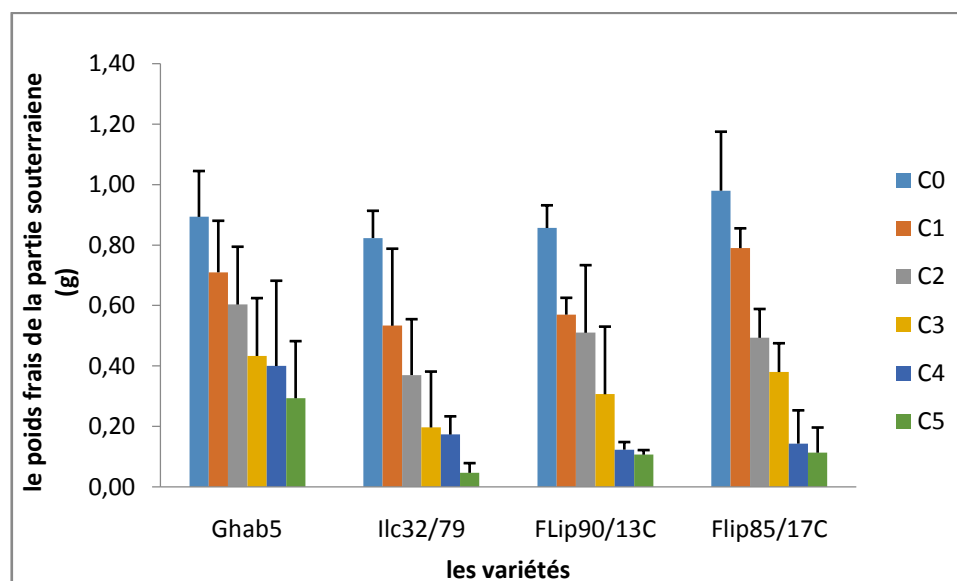


Figure.18 : Le poids frais de la partie souterraine (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

2.4. Le poids sec de la partie aérienne et souterraine

Les figures.19-20 montrent que le poids sec des parties souterraines et aériennes a été affecté également par la salinité, une diminution de la matière sèche des deux parties a été notée pour les quatre 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, notamment pour la concentration 200 mM d'où nous avons noté respectivement les valeurs moyennes de 0.003g et 0.007g chez les variétés Ghab5 et FLip90/13C comparativement aux témoins non traités (0.12g et 0.11g respectivement).

L'effet négatif du stress salin sur le poids sec de la partie souterraine est plus prononcé chez les variétés Ghab5 et Ilc32/79 et à la concentration 200 mM, les moyennes enregistrés pour ces deux variétés sont : 0.004g et 0.005g respectivement en comparaison avec les témoins (0.03g et 0.02g).

Selon **Chartzoulakis et Klapaki (2000)**, Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines.

L'analyse de la variance à un critère de classification (ANOVA) a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés étudiées (Annexe K₁-P₁).

Pour le poids sec de la partie aérienne le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour toutes les variétés étudiées. à l'exception de les variétés Flip90/13C et Flip85/17C pour laquelle les différences significatives ont été notées seulement pour les concentration Flip90/13C (C₂, C₃, C₄, C₅) Flip85/17C (C₃, C₄, C₅) (Annexe tab : L₁-O₁).

Pour le poids sec de la partie souterraine le test de Fisher a affiché des différences significatives entre le témoin et les différentes concentrations salées pour les variétés étudiées, les différences significatives ont été notées seulement pour les concentrations Ghab5 (C₄, C₅) ILC32/79 et Flip90/13C (C₂, C₃, C₄, C₅) et Flip85/17C (C₅) (Annexe tab : R₁-U₁).

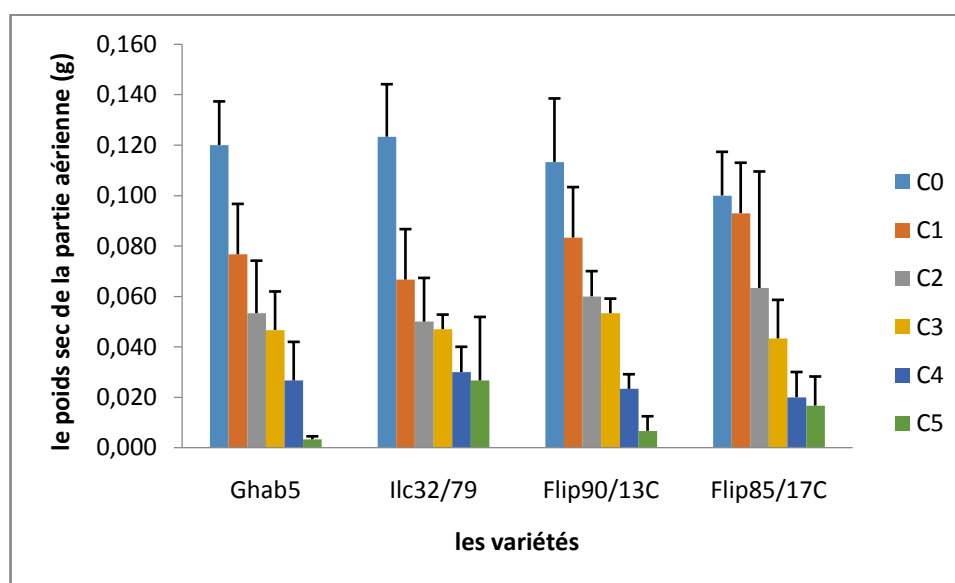


Figure.19 : Le poids sec de la partie aérienne (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

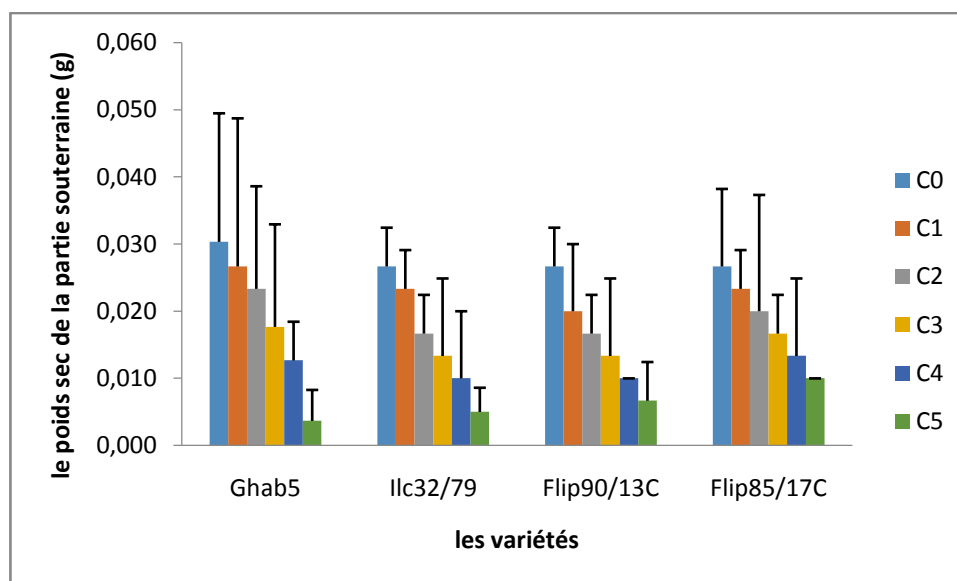


Figure.20: Le poids sec de la partie souterraine (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).



CONCLUSION



Conclusion

Cette étude a porté sur quatre variétés de pois chiche soumises aux concentrations croissantes de NaCl en vue de déterminer le degré de tolérance à la salinité à partir des tests effectués.

Les résultats des différents paramètres étudiés ont révélé une réponse négatif vis-à-vis le stress salin aussi bien pour la germination des graines que pour la croissance des plantes et ce pour les quatre variétés étudiées.

Les paramètres relatifs à la germination des graines (pourcentage de germination, la longueur de la tigelle et la longueur de la radicule) ont enregistré une diminution sous l'effet du stress salin pour l'ensemble des graines traitées par concentrations élevées du NaCl.

La présence du sel dans le milieu affecte également la hauteur des plantes, la longueur de la racine principale, et le poids frais et sec des parties aériennes et souterraines pour lesquels nous avons noté une diminution considérable notamment aux fortes concentrations du NaCl et ce pour l'ensemble des variétés étudiées.

D'une manière générale et à partir des résultats obtenus des différents paramètres étudiés on peut signaler que le sel a un effet nocif sur la germination et la croissance des plantes de pois chiche, cet effet est plus prononcé aux concentrations élevées du NaCl. Cependant, les variétés Ghab5 et Ilc32/79 semble être plus sensibles que les deux autres variétés, d'ou nous avons noté une diminution significative aux concentrations élevées du NaCl (150 et 200 mM) pour la plus part des paramètres étudiés.

D'autre part, les résultats de certains paramètres de la variété Flip90/13C tel que le pourcentage de germination, la longueur de la racine principale et le poids frais et sec de la partie aérienne révèlent que cette variété est la plus tolérante à la salinité comparativement aux autres variétés.

En fin, il reste à signaler que les résultats de cette étude ne peuvent être considérés que comme des résultats préliminaires, car ils ne permettent en aucun de déterminer le niveau de tolérance à la salinité des variétés étudiées, Pour cela il serait nécessaire de tester d'autres paramètres (dosage des ions, dosage de la chlorophylle...) dont les résultats sont plus fiables et peuvent être utilisées dans la détermination du niveau de tolérance face au stress salin. De même, cette étude mérite d'être poursuivie par des études plus approfondie en se basant sur une large gamme de concentrations de NaCl et en utilisant l'ensemble des variétés cultivées en Algérie.



**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**



- 1. Abdelguerfi-Laouar M., Zine F., Bouzid L., Laib M. et Kadri A., 2001.** Caractérisation préliminaire de quelques cultivars de *Cicer arietinum L.* Collectés dans la région de Tizi Ouzou. Revue INRA n°7: 51-65.
- 2. Abdelly C., 2006.** Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et le traitement des eaux salines. Rapport d'activités 2007. Centre de biotechnologie à la technopole de Borj-Cedria, Tunisie : 28- 31p.
- 3. Ahmed M. S., 1992.** Composition, nutrition and favor of peanuts. H. G. batte anal C. T. young eds peanuts science and technology T. X : 655-688p.
- 4. Alem C., Amri A., 2005.** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Reviews in Biology and Biotechnology, Vol. 4, n° 1: 20-31.
- 5. Amari N., 2014.** Etude du choix de ponte de la bruche du Niébe *Callosobruchus maculatus* en présence de différents variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cédre, Ciste et Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte. Mémoire de mastère en biologie. Option, Interaction plantes, animaux dans les écosystèmes naturels et cultivés, Université de Tizi-Ouzou : 117p.
- 6. Aoun M., 2009.** Action du cadmium sur les plants de moutarde indienne (*Brassica juncea L. Czern*) néoformés à partir de couches cellulaires minces et issus de semis. Analyses physiologiques et rôle des polyamines. Thèse de doctorat en science, université de Bretagne occidentale : 135p.
- 7. Appert J., 1992.** Le stockage des produits vivriers et semenciers. Ed Maisonneuve ET Larose, Paris : 129p.
- 8. Ashraf M. et Harris ,2004.** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants.Plant Sci.,Vol 166 : 3-6p.

- 9. Ashraf M., Mukhtar N., Rehman N. et Rha E.S., 2004.** Salt-induced changes in photosynthetic activity and growth in a potential plant Bishop's weed (*Ammi majus L.*). PHOTOSYNTHETICA 42 (4) : 543-550.
- 10. Aubert G., 1982.** Les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M .Service Pédologie : 194p.
- 11. Bacha F. et Ounane S. M., 2003.** Etude de l'effet de stress hydrique sur les activités des enzymes nitrate réductase et nitrogénase de la culture du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) .Istitut National de la recherche agronomique d'Algérie. 13:1111-1992.
- 12. Baize D., 2000.** Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206- 207p.
- 13. Bayuelo J, 2002.** Salinity tolerance of Phaseolus species during germination and early seedling growth. Crop Sci : 2184-2192p.
- 14. Bekhouche H., 1992.** Etude de la germination de quelques lignées de pois chiche, soumis à la salinité. Croissance anatomie des racines. Mémoire D.E.S, Biol Vég, Université d'Oran ES SENIA
- 15. Benata H., Berrichi A.B, Reda Tazi M., Abelmouman H. et Misbah El Idrissi M., 2006.** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et le développement de trois espèces légumineuses : *Acacia tortilis* var. raddiana, *Leucaena leucocephala* et *Prosopis juliflora*. Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole Settat (*Recueil des résumés*).
- 16. Ben Fattoum M., 2003.** Evaluation de la tolérance au stress salin de certains porte-greffes de citrus. Mémoire de diplôme des études approfondie de l'INAT, Tunis : 85p.
- 17. Bennabi F., 2005.** Métabolismes glucidique et azote chez une Halophyte (*Atriplex halimus L.*) stressées a la salinité. Thèse magistère en physiologie végétale, Université d'Oran ES SENIA, Senia : 50p.
- 18. Berthomieu P., Conejero G., Nubit A., Brachenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F., Gosti F., Simonneau T., Essah P.A., Tester**

M., Very A.A., Sentenac H. et Casse F., 2003. Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. EMBO Journal, Vol. 22: 2004-2014.

19. Bidai Y., 2001. Le métabolisme de la proline chez l'*Atriplex halimus* L stressée à la salinité. Mémoire de magister en physiologie végétale, Université *Es-Senia*, Oran : 71p.

20. Boulghalagh J., Berrichi A, EL Halouani H. et Boukroute A., 2006. Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba (*Simmondsia chinensis* [link] schneider).Recueil des résumés. Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole, Settat, Maroc : 24p.

21. Brady N. et Weil R., 2002. The nature and properties of soils : 25p.

22. Brunt A.A., Crabtree K., Dallwitz M.J., Gibbs A.J., Watson L. et Zurcher E.J., 1996. Plant Viruses Online: Descriptions and Lists from the VIDE Database. Version: 20th August 1996.

23. Bryssine M.P., 1955. La culture de pois chiche au Maroc et ses possibilités d'amélioration. Bulletin de la société des Agricultures du Maroc : 31-39p.

24. Chartzoulakis K., Klapaki G., 2000. Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hortic. 86 : 247–260.

25. Cherbuy B., 1991. Les sols salés et leur réhabilitation: étude bibliographique: localisation des sols salés et mécanismes de salinisation: réhabilitation des sols sal sodiques.

26. Clement S.L., Wightman J.A., Hardie D.C., Bailey P., Baker G. et McDonald G., 2000. Opportunities for integrated management of insect pests of grain legumes. In: Linking research and marketing opportunities for pulses in the 21st century, R. Knight, (ed.), 467–480. Kluwer Academic, ISBN0-7923-5565-2, Dordrecht, The Netherlands.

27. Cruz J. F. et Troude F., 1988. Conservation des graines en région chaudes, (technique rurales en Afrique), 2Ed, Ministère de la coopération et du développement, Paris France : 545p.

- 28. Cunnington J., Lindbeck K., Rodney H. et Jones J., 2009.** Diagnostic methods for Fusarium wilt of chickpea (*Fusarium Oxysporum f.sp. ciceris*). Plant biosecurity Toolbx.
- 29. Cushman J.C., Meyer G., Michlowski C.B., Schmitt J.M. et 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: 715-725p.
- 30. Debez A., Chaibi W. et Bouzid S., 2001.** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus L.* CahAgric : 135p.
- 31. Djili K., 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) : 37-43.
- 32. Douici-KHalfi A., 2011.** Maladie fongiques du pois chiche et de la lentille, Institut Technique des Grandes Cultures. 2011: 8p.
- 33. Dubey RS. et Singh A.k., 1999.** Salinity induces accumulation of soluble sugar and altres the activity of sugar metabolizing enzymes in rice plants. *Biologia Plantarium*. Publishing House, Moscow 42 : 233-239p.
- 34. Ducom P., 1987.** Dernières tendances dans la protection des graines stockées. Défense des cultures PHYTOMA. 385 : 38-39p.
- 35. Durand J.H., 1983.** Les sols irrigables, Techniques vivantes. Pesse, Université. France : 339p.
- 36. El Houssine T., Abdehnajid B. et Khadija S., 1998.** Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle de ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trios variétés de blé (*tritucum durum*). Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, 1997-1998, 21 : 81-87p.

37. **Fabre C., 2008.** Fiche technique production développement en languedoc-Roussillon. Filière oléo-protéagineux. 2008 : 1p.
38. **F.A.O, 2011:** base de données de l'organisation mondiale de l'agriculture et de l'alimentation.
39. **Fauquet C.M. et Stanley J., 2003.** Gemini virus classification and nomenclature: progress and problems. *Annals of Applied Biology*. 142 : 165-189p.
40. **Flowers T J., Troke P F. et Yeo A.R., 1997.** The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology* 28, 89–121. doi:10.1146/annurev.pp.28.060177.000513.
41. **Gaid S., 2015.** La tolérance à la salinité du pois chiche (*Cicer arietinum L.*), mémoire de magister, département de biologie, Option : physiologie des stress chez les plantes. Université d'Oran ES SENIA : 79p.
42. **Gaucher G. et Burdins S., 1974.** Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés.ed.p.u.f.paris : 231p.
43. **Genoux C., Putzola F. et Maurin G., 1991.** Thème générale : la lagune méditerranéenne. TPE : les plantes halophytes.
44. **Greenway H. et Munns R., 1980.** Mechanisms of salt tolerance in non-halophytes. *Ann. Rev. Plant Physiol* 31: 149-190p.
45. **Gregory B., 2005.** Écophysiologie de semis de conifères ectomycorhizés en milieu salin et sodique. Thèse de mémoire. Université Lava Canada. Chapitre 1.
46. **Hajlaoui H., M Denden et Bouslama M., 2007.** Etude de la variabilité intra spécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) au stade germination. *Tropicultura*. 25 : 168-173p.

- 47. Hamza M., 1977.** Action de différents de chlorures de Sodium sur la physiologie de deux légumineuses (*phasolus vulgaris* , sensible) sensible et (*Hedysarum . curnosum* , Tolérances) relation hydrique et ionique. Thèse doctoral, U.N.V, Paris VII.
- 48. Hopkins W.G., 2003.** Physiologie végétale – traduction de la 2^{ème} édition. américaine par serge rambour révision scientifique de Charles-Marie Evradr Boeck univ. Bruxelles : 445-460p.
- 49. Houérou H.N., 1993.** Changements climatiques et désertisation. Sécheresse 4 (2) : 95-111.
- 50. ITGC., 2003.** «Céréaliculture» revue de l’Institut Technique des Grandes Cultures N°40.
- 51. ITGC., 2013.** La Culture du pois chiche (*Cicer arietinum L.*)
- 52. Jabnoute M., 2008.** Adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz. Thèse doctorat, univ Montpellier II.
- 53. Jaiswal R. et singh, 2001.** Plante regeneration from NaCl Tolerant Callus/Cell Lines of chickpea, International chickpea and pigeonpea News letter; N°8; ICRISAT International Crop Resarch Institute for the Semi- Arid Tropic; planchera502324, Andhra Pradesh : 73p.
- 54. Jaouadi W., Hamrouni L., Souayeh N. et Larbi MK., 2010.** Étude de la germination des graines d’Acacia tortilis sous différentes contraintes abiotiques. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 14(4): 643-652p.
- 55. Jermy T. et Szentesi A., 2003.** Evolutionary aspects of host plant specialization a study on bruchids (Coleoptera: Bruchi dae). Oikos. 101: 196-204p.
- 56. Jones H.G. et Jones M. B., 1989.** Introduction: Some terminology and common mechanisms. In : H. G. Jones, T. J. Flowers, M. B. Jones (eds.), Plants Under Stress. Cambridge: Cambridge University Press : 1-10p.
- 57. Kaci S., Bissati S. et Djerroudi O., 2012.** Effet d'un stress salin sur la réponse minérale D’atriplex canescens (pursh) nutt .Université Kasdi Merbah Ouargla. Revue des BioRessources .Vol 2 N 2 : 48-58.

- 58. Kali M., 2006.** Aquarhiz au secoure des légumineuses. Journal El Watan (17 décembre 2006), Alger, Algérie : 1-2p.
- 59. Kechache K., 2005.** Contribution à l'étude de l'effet de la fertilisation phosphatée à base des engrais SSp 20% et TSP 46% sur le pois chiche mémoire de fin d'étude.
- 60. Khanna-chopra R. et Sinha S.K., 1987.** Chickpea: physiological aspects of growth and yield. In the chickpea. P : 409: CAB international, (Eds. Saxena, M.C. Singh, K.B.), Wallingford, Oxen, UK : 163-190p.
- 61. Kheloufi A., 2006.** Induction de la calogènes chez quelques variétés de pois chiche (*Cicer arietinum L.*) Option Ecophysiologie végétale, Département de biologie, université D'Oran – ES SENIA, 2006 : 15p.
- 62. Kumari S.G., Makkouk K., Asaad N., Attar N. et Loh M., 2007.** Chickpea chlorotic stunt virus Affecting Cool-Season Food Legumes in West Asia and North Africa. In: Abstract Book of 10th International Plant Virus Epidemiology Symposium, on the Theme “Controlling Epidemics of Emerging and Established Plant Virus Diseases The Way Forward”, from 15-19 October 2007, Hyderabad, India : 157p.
- 63. Labdi M., 1991.** Perspectives de développement des légumineuses annuelles dans les systèmes céréaliers des zones semi-arides. Céréaliculture. Vol.25 : 12-20.
- 64. Ladizinsky G., 1987.** Pluse domestication befor cultivation. Econ. Bot. 41 : 60-65p.
- 65. Lahouel H., 2014.** Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à relizane. Mémoire de master en agronomie. Option amélioration végétale, Département de l'agronomie, Université de Tlemcen : 23p.
- 66. Läuchli, A. et Epstein E., 1990.** Plant responses to saline and sodic conditions. In K.K. Tanji (ed). Agricultural salinity assessment and management, ASCE manuals and reports on engineering practice No, 71, 113-137 ASCE New York.

- 67. Lepesme P., 1994.** Les coléoptères des denrées alimentaires et des produits industriels entreposés. Ed. Paul le chevalier Paris : 335p.
- 68. Leport L., Turner, Davies S.L. et K.H.M. Siddique., 2006.** Variation in pod production at 8-th abortion among chickpea (*Cicer arietinum L.*) Leaves. Plant and Soil, 144(2) : 177-189p.
- 69. Levitt J., 1972.** Responses of Plants to Environmental Stress. New York: Academic Press.
- 70. Lienard V., 1994.** Revue des méthodes de lutte contre *C. maculatus* F. (Coleoptera : Bruchidae), ravageur des graines du niébé (*Vigna unguiculata L.*) Walp. en Afrique tropical : 301- 311p.
- 71. Maatougui M.E.H., Bouznad Z. et Sellami S., 1994.** Les légumineuses alimentaires en Algérie. Situation actuelle et perspective de développement. Doc. RONEO. I.T.G.C. Alger.
- 72. Maillard J., 2001.** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001 : 34p.
- 73. Makkouk K.M., Kumari S.G., Hughes J.d.A., Muniyappa V. et Kulkarni N.K., 2003.** Other legumes: faba bean, chickpea, lentil, pigeonpea, mungbean, blackgram, lima bean, horsegram, bambara groundnut and winged bean. Virus and Virus-like Diseases of Major Crops in Developing Countries : 447-476p.
- 74. Mamou, 2003.** Contribution à l'étude de deux huiles essentielles et de la deltaméthrine sur le charançon du riz. *Sitophilusorygae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae). Mémoire d'Ing. UMMTO : 65p.
- 75. Martinez- Ballesta M.C., Martinez V. et Carvajal, 2004.** Osmotic adjustment, water relations and gas exchange in pepper plants grown under NaCl or KCl. Environ. Exp. Bot., 52: 161-174p.

- 76. Mayak S., Tirosch T. et Glick BR., 2004.** Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry* 42:565-572p.
- 77. Mazliak P., 2000.** Physiologie végétale. Tome1. Edition Heremann. ISBN : 2705659439: 521p.
- 78. Mengel, K.E.A., Kirk H. et Kosegarten T.,2001.** Principes plant Nutrition . Kluwer Academic publisher Dordrecht.
- 79. Munns R., 1993.** Physiological processes limiting plant growth in saline soils: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* (16): 15-24p.
- 80. Munns R., 2002.** Comparative physiology of salt and water stress; *Plant, Cell and Environment* : 239-250p.
- 81. Munns R. et Rawson H.M., 1999.** Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol* : 459-464p.
- 82. Munns R., Schatman DP. et Condon A.G., 1995.** The significance of a two- phase growth response to salinity in wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol.* 22 : 561-569p.
- 83. Ndeye Thioro D., 2000.** Evaluation au champ et en, conditions de salinité des performances agromorphologiques et physiologiques de lignées de riz *Oryza sativa* L. cultivar 1 Kong Pao (IKP) sélectionnées in vitro en présence de sel. Thèse de doctorat de 3^e cycle, Univ cheikh anta diop de dakar. p : 2.
- 84. Ndour P. et Danthu P., 2000.** Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains. *Projet National de Semences Forestières du Sénégal* : 11p.
- 85. Omami E.N., 2005.** Response of amaranth to salinity stress. These Ph.D Horticulture.Département of plant production and soil science, faculty of natural and agricultural sciences, University of Pretoria: 235p.

- 86. Parida A., Das A.B., 2005.** NaCl stress causes changes in photosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of a true mangrove, *Bruguiera arvilla*, in hydroponic cultures. *J. Plant Biol.* 45: 28-36p.
- 87. Parida A.K. et Das A.B., 2005.** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* Vol.60 : 324-349p.
- 88. Perez-Alfocea F., BALIBREA M.E., Cruz A.S. et Estan M.T., 1996.** Agronomical and physiological characterization of salinity tolerance in commercial tomato hybrid. *Plant & Soil.* 180(2) : 251-257p.
- 89. Pierrot, 1982.** Lutte chimique contre les insectes des stocks et des locaux de stockages : conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliment pour animaux. Vol2 Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Apia Paris : 856-867p.
- 90. Piri K., Anceau C., El Jaafari S., Lepoivre P. et Semal J., 1994.** Sélection in vitro de plantes androgénétiques de blé tendre résistantes à la salinité. L'amélioration des plantes. Ed. AUPELF-UREF, Paris : 311-320p.
- 91. Rasenen L.A., 2002.** Biotic and abiotic factors influencing the development of N₂-fixing symbioses between rhizobia and the woody legumes *Acacia* and *Prosopis*. Academic dissertation in microbiology. Helsinki. Thesis : 80p.
- 92. Robert M., 1996.** Le sol interface dans l'environnement ressource pour le développement Ed. Masson. Paris : 243p.
- 93. Roberts E.H., R.J. Summerfield F.R., Minchin et Haley p., 1980.** Penology of chickpea (*Cicer arietinum L.*). In: contrasting aerial environments. *Experimental Agriculture*; 16: 343-360p.
- 94. Rush D.W. et Epstein E., 1981.** Breeding and selection for salt-tolerance by incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (106): 699-704p.

- 95. Sanon A., OUEDRAOGO A., Tricault Y., Credland P. F., et Huignard J., 1999.** Biological control of bruchids in cowpea stores by release of *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) adults. *Environ. Entomol.* 27: 717-725.
- 96. Saxena M.C., 1992.** Current status and prospects of kabuli chickpea production. In: Disease Resistance Breeding in Chickpea International Center for Agricultural Research in the Dry Areas. Aleppo, Syria : 185p.
- 97. Seamen J., 2004.** Mechanisms of salt tolerance in halophytes: can crop plants resistance to salinity be improved, APS 402, Dissertation : 2-7p.
- 98. Sebei K., Debez A., Herchi W., Boukhchina S. et Kallel H., 2007.** Germination kinetics and seed reserve mobilization in two flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivars under moderate salt stress, *J Plant Biol.* 50: 447-454p.
- 99. Seeman J.R. et C.Criteheey., 1985.** Effect of salt stress on the growth, ion content, Phaseo/us vulgaris L. *Planta.* 164: 151-162p.
- 100. Servant J.M., 1975.** Etude pédologique des sols halomorphes. Thèse. Doc. Uni. Montpellier, Szablocs I., 1994. Prospects of soil salinity for the 21 st century trans. Int cong of soil sc : 94p.
- 101. Servant J., 1976.** La salinité dans le sol et des eaux. Caractérisation et problèmes d'irrigation, drainage. Bull. BRGM. Section III (2) : 123-142p.
- 102. Simon H., 1994.** La protection des cultures avec la collaboration de François Richard, M. Bellanger. Dominique D. Christel Gaubert. Eric Jeuffrault. Collection agriculture d'aujourd'hui. Ed. Tec & Doc. Paris : 116-122p.
- 103. Slama F., 1990.** Culture industrielle et légumineuse à graines. Ed centre de diffusion, universitaire Tunisie : 300p.
- 104. Slama F., 1998.** Cultures industrielles et légumineuses à grains. (Ed. Centre de diffusion Universitaire Tunisie, en arabe) : 300p.

- 105. Snoussi, 2001.** Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. Thèse doctorat d'état INA El Harrach.
- 106. Spischiger RE., Chen W. et Gillis M., 2002.** Légumineuse. Système botanique des plantes à fleur. Romandes : 202-204p.
- 107. Summerfield and Roberts, 1985.** (*cicer arietinum.L*). reprinted with permission from: handbook of flowering. Ed. Halevy AH, CRS. Press INC, boca raton, florida. Vol. 1: 92-99.
- 108. Szabolcs 1., 1994.** Sous and salinization. In: M Pessarakil (ed), hanbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York : 3-11p.
- 109. Tegggar N., 2015.** Etude d'effet du stress salin sur la nodulation et sur quelques paramètres biochimique et morphologiques de la lentille (*Lens culinaris L.*), mémoire de magister, Département de biologie, Option : Ecophysiologie végétale, Université d'Oran ES SENIA : 98p.
- 110. Turcotte P., 2005.** Evaluation et phytogénétique du pois chiche (2000-2005) ; Note pour les recherche d'intérêt public en production de graines N°06.05 ; Rapport final du projet de recherche numéro 18 : développement et évaluation de lignée de pois chiches (*Cicer arietinum L.*). CEROM : 17p.
- 111. Vander Maessen L. J.C., 1972.** *Cicer L*, a monograph of the genus, with special reference to the chickpea (*Cicer arietinum L*) , its ecology and cultivation. Meddling land bouw bog school wagenigen, Nederland : 72p.
- 112. Wang W.X., Vinocur B. et Altman A., 2003.** Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. Planta: 218-14p.
- 113. Williams P.C. and Singh U., 1987.** The chickpea nutritional quality and the evalution of quality in breeding programmers. In: Saxena M. C0, Singh K. B. (eds), the chipkea, CAB international, welling ford, UK : 329-356p.
- 114. Xue Z., Zhi D., Xue G., Zhang H., Zhao Y. et Xia G., 2004.** Enhanced sait tolerance of transgenic wheat (*Triticum aestivum L.*) expressing a vacuolar Na/H 1 antiporter gene with

improved grain yields in saline soils in the field and a reduced level of leaf Na⁺. *Plant Sci.*, 167: 849-859p.

115. Zegga S., et Tirchi N., 2001. Activité biologique de quatre plantes sur la bruche du pois – chiche. *C. maculatus* (F.) (Coleoptera : Bruchidae) : 54 p.

116. Zid, E. et Grignon, C. 1991. Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. Aupelf-Uref . John Libbey. Eurotext, Paris: 91-108p.

117. Zhu J. K., Jagendorf A. et Chinnusamy V., 2005. Understanding and improving salt tolerance in plants. *Crop Science Society Of America*. V45: 437-448p.

Sites web:

[1] www.3eme-agro-pois-chiche.ma(Consulté le : 16/02/2016)

[2]http://www.supagro.fr/ressources/ressources/processus/ecologiques/co/SymbiosesRhizobiennes_1.html(consulté le : 24/04/2016).

[3]<http://www.terresuniviva.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/pois-chiche> (consulté le: 12/03/2016)

[4]http://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=pois_chiche_nu(consulté le : 12/03/2016)

[5]<http://amelioresetasante.com/quels-sont-les-bienfaits-des-pois-chiches/>(consulté le : 12/03/2013)

[6]<http://aliments-riches.net/pois-chiches-farine-besan,4886.html>(consulté le : 19/04/2016)

[7]<http://WWW.agr.ca/policy/winn/biweekly/index.htm>(consulté le : 19/04/2016)

[8]<https://www.google.com/search?q=mengel+et+al.+2001&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab> (consulté le 13/02/2016)

[9]https://www.google.com/search?q=le+pois+chiche&client=firefoxbab&biw=1366&bih=657&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiJp_673JjNAhXGthQKHfW7DPMQ_AU_IBigB#imgsrc=02vijFOZXGc_GM%3A (consulté le : 13/02/2016)

- [10] [file:///C:/Users/admin/Downloads/53848d133ab80%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/admin/Downloads/53848d133ab80%20(1).pdf)(consulté le: 12/04/2016)
- [11] https://www.agrireseau.net/agroenvironnement/documents/Salinisation_irrigation.pdf.
(Consulté le : 16/03/2016)
- [12] <http://www.consoglobe.com/salinisation-des-sols-cg>.(Consulté le : 20/04/2016)



ANNEXE



Tableau A : analyse de la variance de pourcentage de germination

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	458.874	123.92	0.000***
	Erreur	12	3.703	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	394.688	58.12	0.000***
	Erreur	12	6.791	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	451.481	52.24	0.000***
	Erreur	12	8.642	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	451.481	52.24	0.000***
	Erreur	12	8.642	-	-
	Totale	17	-	-	-

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau B : Résultats du test de Fisher pour le pourcentage de germination (variété Ghab5)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	33.3322	A
C1	3	28.89	B
C2	3	20.00	C
C3	3	12.22	D
C4	3	6.667	E
C5	3	2.22	F

Tableau C : Résultats du test de Fisher pour le pourcentage de germination (variété ILC79/32)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	32.22	A
C1	3	31.11	A
C2	3	24.45	B
C3	3	20.00	B
C4	3	8.89	C
C5	3	4.44	C

Tableau D : Résultats du test de Fisher pour le pourcentage de germination (variété Flip90/13C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	31.11	A
C1	3	30.00	A
C2	3	24.44	B
C3	3	23.22	B
C4	3	7.78	C
C5	3	1.11	D

Tableau E : Résultats du test de Fisher pour le pourcentage de germination (variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	33.33	A
C1	3	27.78	AB
C2	3	24.44	B
C3	3	17.78	C
C4	3	13.33	CD
C5	3	8.89	D

Tableau F : analyse de la variance de la longueur de la racicule

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	16.390	14.27	0.000***
	Erreur	12	1.149	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	56.353	27.59	0.000***
	Erreur	12	2.042	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	20.586	3.65	0.031*
	Erreur	12	5.639	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	15.1633	23.41	0.000***
	Erreur	12	0.6477	-	-
	Totale	17	-	-	-

* : Différences signification au seuil $\alpha=0.05$

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau G : Résultats du test de Fisher pour la longueur de la racicule (variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	7.45	A
C1	3	3.010	B
C2	3	2.933	B
C3	3	2.340	BC
C4	3	1.330	BC
C5	3	0.930	C

Tableau H: Résultats du test de Fisher pour la longueur de la racine (variété ILC79/32)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	13.04	A
C1	3	4.563	B
C2	3	3.940	B
C3	3	2.753	BC
C4	3	2.097	BC
C5	3	1.0533	C

Tableau I: Résultats du test de Fisher pour la longueur de la racine (variété Flip90/13C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	7.92	A
C1	3	6.79	A
C2	3	4.873	AB
C3	3	4.063	AB
C4	3	2.40	B
C5	3	1.043	B

Tableau J : Résultats du test de Fisher pour la longueur de la racine (variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	7.120	A
C1	3	3.777	B
C2	3	3.743	B
C3	3	2.8500	BC
C4	3	1.543	CD
C5	3	0.6600	D

Tableau K : analyse de la variance de la longueur de la tigelle.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	4.6899	7.12	0.003 ^{**}
	Erreur	12	0.6584	-	-
	Totale	17		-	-
ILC79/32	Concentration	5	23.152	11.20	0.000 ^{***}
	Erreur	12	2.067	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	8.092	4.04	0.022 [*]
	Erreur	12	2.002	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	6.0146	21.72	0.000 ^{***}
	Erreur	12	0.2769	-	-
	Totale	17	-	-	-

* : Différences signification au seuil $\alpha=0.05$

** : Différences hautement signification au seuil $\alpha=0.01$

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau L : Résultats du test de Fisher pour la longueur de la tigelle (variété Ghab5)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	3.497	A
C1	3	1.573	B
C2	3	1.163	BC
C3	3	0.577	BC
C4	3	0.347	BC
C5	3	0.667	C

Tableau M : Résultats du test de Fisher pour la longueur de la tige (variété ILC79/32)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	7.730	A
C1	3	2.563	B
C2	3	2.02	B
C3	3	0.867	B
C4	3	0.843	B
C5	3	0.110	B

Tableau N: Résultats du test de Fisher pour la longueur de la tige (variété Flip90/13C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	4.57	A
C1	3	3.57	AB
C2	3	2.353	ABC
C3	3	1.597	BC
C4	3	1.183	BC
C5	3	0.0667	C

Tableau O: Résultats du test de Fisher pour la longueur de la tige (variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	4.230	A
C1	3	2.173	B
C2	3	1.907	B
C3	3	1.407	BC
C4	3	0.763	CD
C5	3	0.1433	D

Tableau P: analyse de la variance de la hauteur de plantule.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	412.71	16.76	0.000***
	Erreur	12	24.62	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	782.38	37.57	0.000***
	Erreur	12	20.82	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	739.720	78.11	0.000***
	Erreur	12	9.470	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	433.31	12.87	0.000***
	Erreur	12	33.68	-	-
	Totale	17	-	-	-

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau R: Résultats du test de Fisher pour la hauteur de plantule (variété Ghab5)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	33.23	A
C1	3	29.333	AB
C2	3	22.50	BC
C3	3	19.667	CD
C4	3	13.23	D
C5	3	0.667	E

Tableau S : Résultats du test de Fisher pour la hauteur de plantule (variété ILC79/32)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	40.33	A
C1	3	34.67	A
C2	3	23.40	B
C3	3	14.17	C
C4	3	3.00	D
C5	3	1.500	D

Tableau T : Résultats du test de Fisher pour la hauteur de plantule (variété Flip90/13C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	39.00	A
C1	3	35.83	AB
C2	3	32.77	B
C3	3	20.50	C
C4	3	6.833	D
C5	3	1.800	D

Tableau U : Résultats du test de Fisher pour la hauteur de plantule (variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	30.17	A
C1	3	28.83	A
C2	3	23.20	AB
C3	3	16.03	B
C4	3	3.60	C
C5	3	3.17	C

Tableau V: analyse de la variance de longueur de racine principale.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	104.851	12.70	0.000***
	Erreur	12	8.253	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	97.48	3.12	0.049*
	Erreur	12	31.27	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	146.29	6.74	0,003**
	Erreur	12	21.71	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	245.98	7,39	0.002***
	Erreur	12	33.29	-	-
	Totale	17	-	-	-

* : Différences signification au seuil $\alpha=0.05$

** : Différences hautement signification au seuil $\alpha=0.01$

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau W : Résultats du test de Fisher pour la longueur de racine principale. (Variété Ghab5)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	18.30	A
C2	3	12.97	B
C1	3	12.33	B
C3	3	9.90	B
C4	3	4.50	C
C5	3	2.167	C

Tableau X: Résultats du test de Fisher pour la longueur de racine principale. (Variété ILC79/32)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	16.33	A
C1	3	15.00	A
C2	3	9.43	AB
C3	3	8.50	AB
C4	3	5.00	B
C5	3	1.467	B

Tableau Y: Résultats du test de Fisher pour la longueur de racine principale. (Variété Flip90/13C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	19.17	A
C1	3	15.83	A
C2	3	11.267	AB
C3	3	6.47	BC
C4	3	2.633	C
C5	3	2.367	C

Tableau Z : Résultats du test de Fisher pour la longueur de racine principale. (Variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	25.83	A
C1	3	19.00	AB
C2	3	10.80	BC
C3	3	5.633	C
C4	3	5.27	C
C5	3	2.867	C

Tableau A₁: analyse de la variance de poids frais de la partie aérienne.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	0.79138	20.99	0.000***
	Erreur	12	0.03771	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	0.85407	25.87	0.000***
	Erreur	12	0.03301	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	0.73316	28.28	0.000***
	Erreur	12	0.02592	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	0.95577	15.36	0.000***
	Erreur	12	0.06223	-	-
	Totale	17	-	-	-

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau B₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie aérienne. (Variété Ghab5)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	1.4733	A
C1	3	0.963	B
C2	3	0.690	B
C3	3	0.66	B
C4	3	0.2433	C
C5	3	0.0333	C

Tableau C₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie aérienne. (Variété ILC79/32)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	1.433	A
C1	3	0.960	B
C2	3	0.583	C
C3	3	0.3367	CD
C4	3	0.1133	D
C5	3	0.0567	D

Tableau D₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie aérienne. (Variété Flip90/13C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	1.370	A
C1	3	0.970	B
C2	3	0.9300	B
C3	3	0.5500	C
C4	3	0.2000	D
C5	3	0.0867	D

Tableau E₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie aérienne. (Variété Flip85/17C)

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	1.5467	A
C1	3	1.283	A
C2	3	0.707	B
C3	3	0.4433	BC
C4	3	0.2733	BC
C5	3	0.1567	C

Tableau F₁: analyse de la variance poids frais de la partie souterraine.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	0.15134	4.10	0.021 [*]
	Erreur	12	0.03693	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	0.24260	10.47	0.000 ^{***}
	Erreur	12	0.02317	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	0.25193	11.24	0.000 ^{***}
	Erreur	12	0.02241	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	0.36240	12.08	0.000 ^{***}
	Erreur	12	0.03000	-	-
	Totale	17	-	-	-

* : Différences signification au seuil $\alpha=0.05$

***: Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau G₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie souterraine (Variété Ghab5).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.8933	A
C1	3	0.727	AB
C2	3	0.5867	ABC
C3	3	0.433	BC
C4	3	0.400	BC
C5	3	0.293	C

Tableau H₁: Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie souterraine (Variété ILC79/32).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.8233	A
C1	3	0.533	B
C2	3	0.3467	BC
C3	3	0.197	CD
C4	3	0.1733	CD
C5	3	0.0467	D

Tableau I₁: Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie souterraine (Variété Flip90/13C).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.8567	A
C2	3	0.5700	B
C1	3	0.510	B
C3	3	0.307	BC
C4	3	0.1233	C
C5	3	0.10667	C

Tableau J₁: Résultats du test de Fisher pour le poids frais de la partie souterraine (Variété Flip85/17C).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.980	A
C1	3	0.7900	AB
C2	3	0.493	BC
C3	3	0.3800	CD
C4	3	0.1433	D
C5	3	0.1133	D

Tableau K₁: analyse de la variance de poids sec de la partie aérienne.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	0.005199	25.84	0.000***
	Erreur	12	0.000201	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	0.005239	21.20	0.000***
	Erreur	12	0.000247	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	0.004448	13.84	0.000***
	Erreur	12	0.000321	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	0.003984	7.99	0.002**
	Erreur	12	0.000499	-	-
	Totale	17	-	-	-

** : Différences hautement signification au seuil $\alpha=0.01$

*** : Différences très hautement signification au seuil $\alpha=0.001$

Tableau L₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie aérienne (Variété Ghab5).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.12267	A
C1	3	0.08300	B
C3	3	0.0610	BC
C2	3	0.05167	CD
C4	3	0.02933	D
C5	3	0.003333	D

Tableau M₁: Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie aérienne (Variété ILC79/32).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.1260	A
C1	3	0.0730	B
C3	3	0.06167	BC
C2	3	0.05500	BC
C4	3	0.03567	C
C5	3	0.000000	D

Tableau N₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie aérienne (Variété Flip90/13C).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.980	A
C1	3	0.7900	AB
C2	3	0.493	B
C3	3	0.3800	BC
C4	3	0.1433	CD
C5	3	0.1133	D

Tableau O₁: Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie aérienne (Variété Flip85/17C).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.10367	A
C1	3	0.1010	A
C2	3	0.0673	AB
C3	3	0.0463	BC
C4	3	0.02333	C
C5	3	0.02167	C

Tableau P₁ : analyse de la variance de poids sec de la partie souterraine.

Variété	Source	DDL	CM	F	P
Ghab5	Concentration	5	0.001112	3.92	0.024 [*]
	Erreur	12	0.000284	-	-
	Totale	17	-	-	-
ILC79/32	Concentration	5	0.000236	7.40	0.002 ^{**}
	Erreur	12	0.000032	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip90/13C	Concentration	5	0.000201	5.78	0.006 ^{**}
	Erreur	12	0.000035	-	-
	Totale	17	-	-	-
Flip85/17C	Concentration	5	0.000154	1.68	0.0213 [*]
	Erreur	12	0.000091	-	-
	Totale	17	-	-	-

*: Différences signification au seuil $\alpha=0.05$

** : Différences hautement signification au seuil $\alpha=0.01$

Tableau R₁ : Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie souterraine (Variété Ghab5).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.0563	A
C1	3	0.0493	AB
C2	3	0.03667	AB
C3	3	0.0300	ABC
C4	3	0.02033	BC
C5	3	0.00367	C

Tableau S₁: Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie souterraine (Variété ILC79/32).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.03067	A
C1	3	0.02633	AB
C2	3	0.01867	B
C3	3	0.01733	B
C4	3	0.01667	B
C5	3	0.00500	C

Tableau T₁: Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie souterraine (Variété Flip90/13C).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.03067	A
C1	3	0.02633	AB
C2	3	0.01867	B
C3	3	0.01733	B
C4	3	0.01667	B
C5	3	0.0500	C

Tableau U₁: Résultats du test de Fisher pour le poids sec de la partie souterraine (Variété Flip85/17C).

Concentration	N	Moyenne	groupement/signification
C0 (témoin)	3	0.03367	A
C1	3	0.02800	AB
C2	3	0.02567	BC
C3	3	0.02167	BC
C4	3	0.01667	BC
C5	3	0.01467	C

Résumé

Cette étude a pour objet de comparer le degré de tolérance à la salinité chez quatre variétés de pois chiche (*Cicer arietinum L.*) : Ghab5, Ilc32/79, Flip90/13C, Flip85/17C traitées par des concentrations croissantes de NaCl (C0 :[0] mM, C1 :[50] mM, C2 :[75] mM, C3 :[100] mM, C4 :[150] mM, C5 :[200] mM) pendant les deux stades germination et croissance

Deux essais ont été effectués :

- Essai de germination des graines dans les boites de pétri pour déterminer l'effet de la salinité sur le pouvoir germinatif, la longueur de la radicule et la longueur de la tigelle des variétés étudiées.
- Essai de croissance et de développement des plantules dans les plaques de culture pour mettre en évidence l'effet nocif du sel sur certains paramètres morphologiques tel que la hauteur des plantes, la longueur de la racine principale le 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 cette étude a révélée que les variétés : Ghab5, Ilc32/79 ont montré une sensibilité aux stress salin par rapport au deux autres variétés, notamment aux fortes concentrations de NaCl d'où nous avons noté une diminution importante pour certains paramètres comparativement aux témoins comme la longueur de la radicule, la longueur de la tigelle et le poids frais et sec de la partie aérienne, tandis que la variété Flip90/13C semble être la plus tolérante à la salinité, ceci a été bien signalé par les résultats de certains tests effectués(pourcentage de germination, la longueur de la racine principale et le poids frais et sec des parties aériennes).

Mots clés : salinité, pois chiche, concentrations, tolérance.

المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة درجة تحمل الملوحة عند أربعة أصناف من الحمص

Ghab5 ,Ilc32/79 ,Flip90/13C ,Flip85/17C معاملة بتراكيز متزايدة من ملح كلوريد

الصوديوم NaCl : [50]mM, [0]mM, (NaCl) [75]mM, [100]mM, [150]mM , [200]mM

خلال مرحلتي: الإنبات والنمو وقد تم إجراء التجربتين التاليتين:

- تجربة الإنبات داخل علب بيتري للتعرف على تأثير الملح على نسبة الإنبات، طول الجذير و طول السويقة للأصناف المدروسة
- تجربة النمو داخل صفائح الزرع لتحديد التأثير الضار للملوحة على بعض المعايير مثل: طول النبات، طول الجذر الرئيسي و الوزن الطري والجاف للجزء الهوائي والترابي.

بينت النتائج المتحصل عليها أن معظم المعايير المدروسة تتناقص كلما زاد تركيز الملح في الوسط من جهة أخرى أوضحت هذه الدراسة أن الصنفين Ghab5 و Ilc32/79 أظهرنا نوعا من الحساسية اتجاه الملوحة بالمقارنة مع الصنفين الآخرين خاصة بالنسبة للتراكيز العالية من الملح حيث تم تسجيل تناقص كبير لبعض المعايير المدروسة بالمقارنة مع الشاهد مثل طول الجذير طول السويقة والوزن الطري الجاف للجزء الترابي.

بينما اعتبر الصنف Flip90/13C الأكثر تحمل للملوحة وذلك من خلال النتائج المتحصل عليها لبعض المعايير المدروسة بالمقارنة مع الأصناف الأخرى (نسبة الإنبات, طول الجذر الرئيسي و الوزن الجاف والطري للجزء الهوائي).

الكلمات المفتاحية: ملوحة، حمص، تراكيز، تحمل.

Summary

The present study is designed to compare the degree of salinity tolerance of four varieties of chickpea (*Cicer arietinum L.*): Ghab5, Ilc32/79, Flip90/13 c, Flip85/17 c treated by increasing concentrations of NaCl (C0: [0] mM C1: [50] mM, C2: [75] mM, C3: [100] mM, C4: [150] mM, C5: [200] mM) during germination and growth stages. Two tests have being carried out:

- Seed germination test in Petri dishes, in order to determine the effect of salinity on the germination power, radicle and sprout lengths of the studied varieties.
- Test of growth and development of seedling in plates of culture to highlight the harmful effect of salt on some morphological parameters such as the height of the plants, the length of the main root, and the fresh and dry weight of aerial and underground parts of the plant.

The results showed that the majority of the studied parameters decreased as the concentration of NaCl increases.

The study also revealed that the varieties : Ghab5, Ilc32/79 showed a sensitivity to the salt stress comparing to the two other varieties, including high concentrations of NaCl where a significant decrease of some parameters, such as the radicle length, the length of the sprout and fresh and dry air part weight, have been reported comparing to the controls. On the other hand, the Flip85/17C variety seems to be the most tolerant to salinity. It is confirmed by the results of some tests (percentage of germination and the fresh and dry weight of aerial and underground parts).

Key words: salinity, chickpea, concentrations, tolerance.