

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

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



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : phytopathologie et phytopharmacie

Thème :

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

Présenté par : BELAADI MANAL

Devant le jury composé de :

Président (e) : BENBELKACEM, S M.A. A Université de Guelma

Examineur : LAOUAR, M.A.A Université de Guelma

Encadreur : CHAHAT, N M.A.A Université de Guelma

Juin 2014

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction.....01

Chapitre I : Données bibliographiques sur les Haricots

| | |
|---|----|
| 1. Origine et domestication des Haricots..... | 03 |
| 2. Description de la plante..... | 03 |
| 3. Classification botanique des Haricots..... | 06 |
| 4. Exigences climatiques du Haricots..... | 06 |
| 5. Cycle de développement des Haricots..... | 07 |
| 6. Importance de la culture des Haricots..... | 08 |
| 7. Production mondiale des Haricots..... | 08 |
| 8. Les variétés les plus cultivées des Haricots en Algérie..... | 10 |
| 9. Les ennemis du Haricots..... | 10 |
| 9.1. Les ravageurs du Haricots..... | 10 |
| 9.2. Les maladies du Haricots..... | 11 |
| 9.2.1. Les maladies cryptogamiques..... | 11 |
| 9.2.2. Les maladies bactériennes..... | 12 |
| 9.2.3. Les maladies virales..... | 12 |
| 9.3. Les moyennes de lutttes..... | 12 |

Chapitre II : Généralités sur la salinité

| | |
|--|----|
| I. La salinité..... | 13 |
| 1. Définitions de la salinité..... | 13 |
| 2. Définition des sols salés..... | 13 |
| 3. Origine de la salinisation..... | 14 |
| 3.1. Salinisation primaire..... | 14 |
| 3.1.1. Salinisation géologique..... | 14 |
| 3.1.2. Salinisation marine et lagunaire..... | 14 |
| 3.2. Salinisation secondaire..... | 14 |
| 4. Classification des sols salés..... | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 6. Les paramètres étudiés..... | 29 |
| 6.1. Paramètres relatifs à la germination des graines..... | 29 |
| 6.2. Paramètres relatifs à la croissance et le développement des plantes | |
| 6.2.1. Hauteurs des plantes..... | 29 |
| 6.2.2. Longueur de la racine principale..... | 29 |
| 6.2.3. Poids frais de la partie souterraine et la partie aérienne... | 29 |
| 6.2.4. Poids sec de la partie souterraine et la partie aérienne.... | 29 |
| 7. Traitement statistiques des résultats..... | 30 |

Chapitre IV : Résultats et Discussions

| | |
|---|-----------|
| 1. Essai de germination dans les boîtes de pétri..... | 31 |
| 1.1. Pourcentage de germination des graines..... | 31 |
| 1.2. Longueur de la radicule..... | 32 |
| 1.3. Longueur de la tigelle..... | 33 |
| 2. Essai de la croissance et le développement des plantes..... | 34 |
| 2.1. Hauteur des plantes..... | 34 |
| 2.2. Longueur de la principale..... | 35 |
| 2.3. Le poids frais des parties souterraine et aérienne..... | 36 |
| 2.4. Le poids sec des parties souterraine et aérienne..... | 37 |

Conclusion

Référence bibliographiques

Annexes

Liste d'abréviations

C.E.C : Capacité d'Echange Cationique

C.E : Conductivité électrique

Ppm : Partie par million

meq/l : Micro-équivalent

mM : Micro molaire

NaCl : Chlorure de sodium

Introduction

Le taux élevé de sel dans les sols ou les eaux d'irrigation est une préoccupation environnementale majeure et un problème sérieux pour l'agriculture dans les régions arides et semi-arides, comme le bassin méditerranéen. En effet, l'excès de sel dans le sol affecte la germination, la croissance des plantules et leur vigueur, la phase végétative, la floraison et la fructification à des degrés variables, conduisant à terme à des baisses de rendement et de qualité des productions (**Delgado et al., 1994 in Mainassara., 2009**).

Dans les régions arides et semi-arides, les plantes doivent être irriguées afin de garantir les cultures et d'augmenter la production. Dans ces régions, la mauvaise qualité des eaux d'irrigation accompagnée d'un drainage insuffisant entraînent souvent une accumulation de sels dans le sol. La physiologie des plantes poussant dans des sols salés est ainsi altérée, ce qui réduit leur croissance et leur rendement.

L'effet négatif de la forte salinité peut être observé au niveau de toute la plante comme la mort de la plante et / ou la diminution de la productivité. Beaucoup de plantes développent des mécanismes soit pour exclure le sel de leurs cellules ou pour tolérer sa présence dans les cellules (**Parida et Das, 2005**).

L'Haricot et d'autres légumineuses sont considérés comme des cultures appropriées pour le perfectionnement de la bioproduktivité et la récupération des terres marginales, parce qu'elles ne sont pas seulement source de fourrage, les fruits et les graines riches en protéines, mais également connu pour l'enrichissement du sol en azote par l'association symbiotique avec rhizobium (**Alexandre, 1984 in Gama et al., 2007**). Le haricot est une plante sensible à la salinité et une source de protéines diététiques dans beaucoup de pays en développement, quant au secteur de culture, l'haricot représente la troisième plus importante récolte des légumineuses dans le monde (**Aydin et al., 1997**).

La salinité a exercé des effets nuisibles sur le Haricot non seulement sur la biomasse, mais également sur d'autres paramètres morphologiques tels que l'hauteur de la plante, le nombre de feuilles, la longueur des racines (**Gama et al., 2007**).

L'objectif visé par cette étude est de déterminer le niveau de la tolérance de quelques variétés de Haricot *Phaseolus vulgaris* L. vis-à-vis de la salinité causée par le chlorure de sodium (NaCl).

Introduction

Cette étude a été portée sur trois variétés de Haricot : coco rose d'Eyrague (V1), coco rose Amélioré (V2) et coco rose Brolotto (V3) et deux types d'expérimentations ont été réalisés :

- Essai de germination des graines dans les boîtes de pétri qui a concerné les trois variétés à été effectué.
- Essai de contrôle de la croissance et de développement des plantules dans les plaques de culture qui a concerné également les trois variétés à été effectué.

1. Origine et domestication des Haricots

La domestication du haricot commun serait intervenue dans deux centres distincts, d'une part en Amérique centrale (variété *vulgaris*) et d'autre part en Amérique du Sud dans la région andine (variété *aborigineus*). Les variétés méso-américaines se distinguent de celles des Andes, notamment par la taille des grains, plus gros chez ces dernières.

La première introduction du haricot en Europe serait due à Christophe Colomb qui le découvrit à Nuevitas (Cuba) lors de son premier voyage en octobre 1492. Par la suite d'autres explorateurs le découvrirent en divers points d'Amérique du Nord et du Sud. La diffusion de la plante en Europe se serait faite par le Vatican. C'est Catherine de Médicis qui l'aurait introduite en France à l'occasion de son mariage avec le roi Henri II en 1533. Dès le XVI^e siècle, des navigateurs portugais l'ont introduit en Afrique et en Asie(1).

Bien que les données concernant les aspects temporels de l'origine de la domestication des haricots soient sujettes à réévaluation, les analyses électrophorétiques de protéines des cotylédons (phaséoline) effectuées récemment par Gepts (1993) appuient l'hypothèse d'une domestication indépendante de cette espèce dans les deux régions. Cette analyse démontre que les types de phaséoline, séparés par électrophorèse, issues des graines des variétés cultivées originaires de l'Amérique centrale sont du même type que celles retrouvées dans les formes spontanées de cette région et différentes de celles des types caractéristiques de plantes de l'Amérique du Sud.

Quatre espèces américaines de *Phaseolus* ont été domestiquées et cultivées par l'homme (*Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus* et *P. acutifolius* var. *latifolius*), mais seulement les deux premières espèces : *P. vulgaris*, le haricot commun, et *P. lunatus*, le haricot lima sont devenues des cultures importantes qui ont été adoptées dans des régions du monde en dehors de leur continent d'origine. Ces deux espèces ont été parmi les premières plantes à être domestiquées indépendamment en Amérique centrale et en Amérique du Sud. Les haricots accompagnaient le maïs comme aliment de base des Amérindiens. La haute teneur et qualité des protéines (20-25 %) des pour les déficiences de celles du maïs (2).

2. Description de la plante

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

Le système racinaire est constitué d'une racine principale et de nombreuses racines latérales qui se tiennent horizontales sur 10 cm de long. L'état structural du sol influence la profondeur d'enracinement de la plante (de 30 cm en conditions défavorables à 1 m dans

d'excellentes conditions) et aussi son alimentation hydrique, déterminante pour la croissance de la plante. Une bonne implantation racinaire permet d'éviter des problèmes de flétrissement de la plante en cas de fortes chaleurs. Sur celles-ci se développent des nodosités formées par des bactéries du genre *Rhizobium*. Ces bactéries fixent l'azote de l'air en puisant l'énergie nécessaire dans les sucres que la plante leur fournit. Cet azote est restitué à la plante sous forme de composés azotés assimilables (Renard et al., 2007).

Les tiges grimpantes sont peu ramifiées et s'enroulent autour de leur support dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (tiges volubiles). Elles peuvent atteindre deux à trois mètres de haut. Les types nains sont plus ramifiés, prenant un port buissonnant ou dressé, de 40 à 60 cm de haut. Ils se prêtent mieux à la mécanisation des cultures(1).

Les feuilles de haricot sont attachées à la tige en différents points qu'on appelle des nœuds. Elles sont disposées une par une à chaque nœud; on dit qu'elles sont alternes. La feuille du haricot est composée chaque partie est une foliole. Chaque feuille s'attache au nœud de la tige par une queue ou pétiole dont la base élargie est la gaine. Des deux côtés de la gaine, on voit deux petites lames vertes ou stipules. Les feuilles ainsi que les tiges sont vertes parce qu'elles renferment une substance verte, la chlorophylle(3). (Figure : 01)

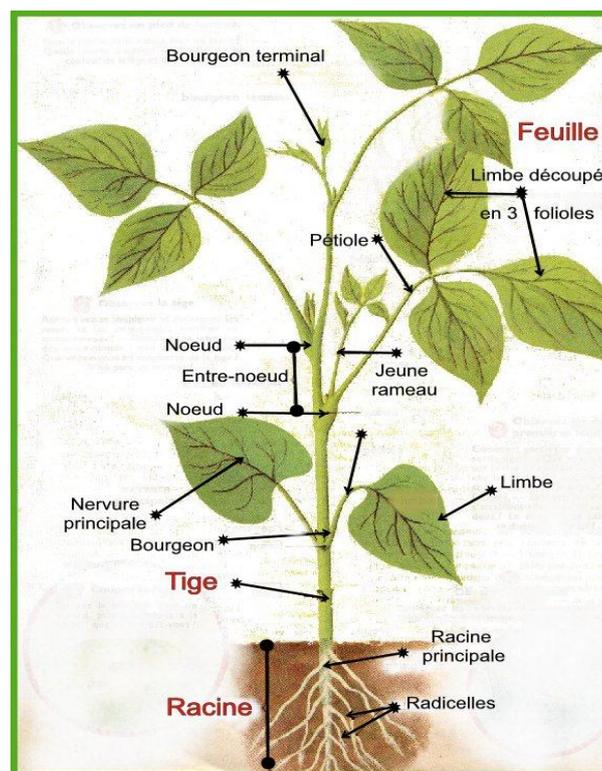


Figure n° 01 : Description de la plante du Haricot (4)

Les fleurs sont groupées en grappes déterminées (racèmes) de 4 à 10 fleurs, naissant à l'aisselle des feuilles. Ce sont des fleurs hermaphrodites, zygomorphes. (Figure : 02)



Figure n° 02 : La fleur du Haricot commun(1)

Les fruits sont des gousses déhiscentes, appelées également « cosses », de forme et de longueur variable. En particulier leur section peut être cylindrique, ovale ou aplatie (haricots plats) (1).

Chaque gousse contient 4 à 8 graines de taille, forme et couleur variable. La forme la plus commune est dite « réniforme », typique des haricots, mais on peut rencontrer des grains plus sphériques (d'où les appellations locales de « pois » données à certaines variétés). Les graines sont plus ou moins grosses, les plus grosses ayant été sélectionnées dans les variétés à écosser. Chez les variétés cultivées, on compte de 14 à 80 graines pour 100 g et 730 à 850 graines par litre. La couleur des graines va du blanc au noir en passant par le rouge et les couleurs panachées(1).

Les graines peuvent garder leur faculté germinative de 3 à 5 ans. La germination des haricots est dite « épigée ». Tandis que la racine s'enfonce dans le sol, la croissance de l'hypocotyle entraîne les cotylédons qui se déploient hors du sol. De ce fait la plante apprécie les sols légers qui favorisent une bonne levée(1). (Figure : 03).

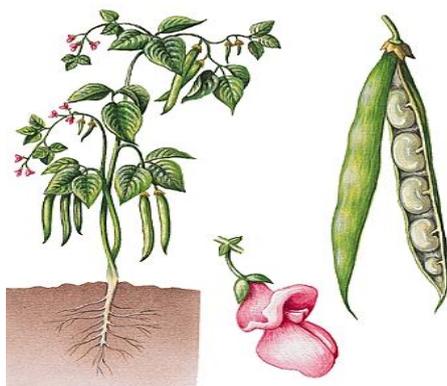


Figure n° 03 : Le fruit du Haricot (4)

3. Classification botanique des Haricots

Le Haricot commun est une plante de la famille des Fabaceae, il été reconnu pour la première fois sous le nom *Smilax hortensis*, qu'est due aux botanistes Tragus et Fuchs en 1542(1).

En 1753 Linné a proposé le nom binominale *Phaseolus vulgaris* pour désigner cette espèce et il a classé d'autre Haricots moins bien connus à l'époque dans le genre *Phaseolus* (5).

- **Classification du Haricot**

| | |
|--------------------|---------------|
| Règne | Plantae |
| Sous-règne | Tracheobionta |
| Division | Magnoliophyta |
| Classe | Magnoliopsida |
| Sous-classe | Rosidae |
| Ordre | Fabales |
| Famille | Fabaceae |
| Genre | Phaseolus |

4. Exigences climatiques du Haricot

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

5. Cycle du développement des Haricots

Commence avec la formation d'un zygote principal et d'un zygote accessoire suite à la double fécondation du sac embryonnaire, ce dernier est renfermé dans l'ovule. Lui-même protégé par le pistil de la fleur le zygote accessoire formera un tissu nourricier l'albumen, tandis que le zygote principal est à l'origine d'une nouvelle plante. Le zygote principal subisse des nombreuses mitoses forme un embryon, qui comporte deux cotylédons lobes foliacés gorgés des réserves. L'embryon mature est protégé dans la graine mûre en dormance à l'intérieur d'un fruit « gousse ».

Quand les conditions sont favorables et la dormance levée, la graine retourne à la vie active et germe la radicule perce le tégument et s'enfonce dans la terre, la tigelle grandit vers le ciel soulevant les cotylédons au-dessus du sol vers la lumière, la plantule devient autotrophe et grandit jusqu'à atteindre le stade adulte auquel elle fleurit, la plante adulte présente un appareil végétatif partagé entre un appareil racinaire souterrain et un appareil caulinaire (tige feuillée) développé en milieu aérien (Meyer et al., 2008).

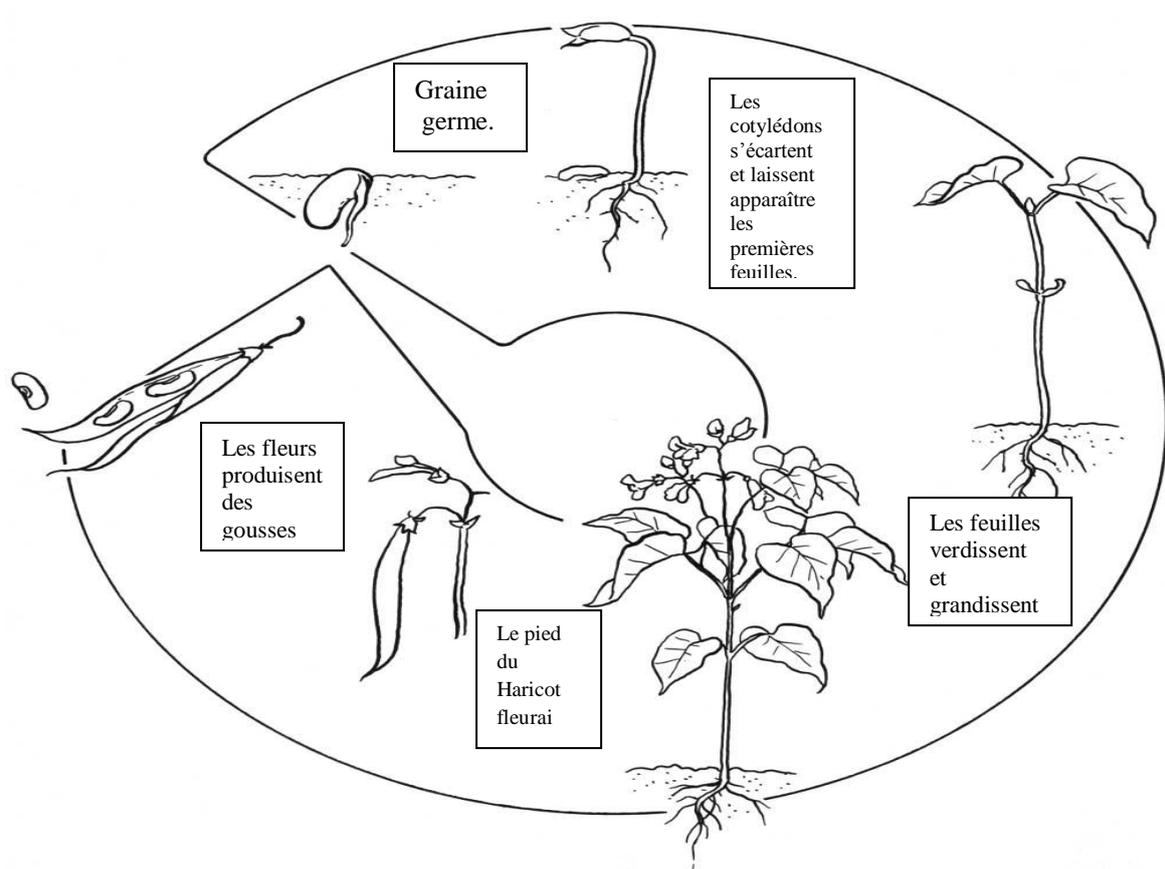


Figure n° 04 : Le cycle du développement du Haricot (4)

6. Importance nutritionnelle des Haricots

Les haricots secs sont pour la plupart une excellente source de potassium et d'acide folique. Ils sont une bonne source de magnésium et de fer et contiennent, en outre, du cuivre, du phosphore, du zinc, de la thiamine, de la niacine et de la vitamine B6. Le haricot frais est dit diurétique, dépuratif, tonique et anti-infectieux. Le tableau 1 montre les valeurs nutritives des formes de consommation des différentes variétés du haricot (6) :

Tableau n°01 : les valeurs nutritives des différentes variétés du haricot Source : Lombely2001 in (6)

| | Haricot frais cru | Haricots rouge | Haricot blanc sec bouilli |
|-------------------------|-------------------|----------------|---------------------------|
| Eau | 90.3% | 89.2% | 63.0% |
| Protéines | 1,8 g | 1,9 g | 9,7 g |
| Matières grasses | 0,1 g | 0,3 g | 0,3 g |
| Glucides | 7,1 g | 7,9 g | 25,0 g |
| Fibres | 1,8 g | 2,4 g | 6,3 g |
| Calories | 31 | 127 | 139 |
| | Pour 100 g | | |

7. Production mondiale des Haricots

En 2006, la production mondiale de haricots, selon les statistiques publiées par la FAO, s'est élevée à 28,6 millions de tonnes, dont 19,6 de haricots secs (68 %), 6,4 de haricots frais (22 %) et 2,6 de haricots verts (9 %). En 2002, ces chiffres étaient respectivement de 25,7, 18,3, 5,7 et 1,7 million de tonnes. Entre 1961 et 2006, la production totale de haricots a doublé passant de 14,4 à 28,6 millions de tonnes, progressant assez régulièrement au taux de 1,5 % par an(7).

Pour les haricots secs, la production mondiale est estimée à 19,6 millions de tonnes en 2006 (source : FAO). La surface totale consacrée à cette production représentait un peu plus de 26 millions d'hectares pour un rendement moyen de 7,4 quintaux par hectare. Les quinze premiers pays représentent plus de 80 % du total mondial.

Les trois premiers, Brésil, Inde et Chine représentent 44 % du total et les six premiers (les précédents plus Birmanie, Mexique et États-Unis) près des deux-tiers(7). Tableau 2

Tableau n°02 : Principaux pays producteurs du Haricot sec (in FAO 2006)

| Pays | Surface cultivée (milliers d'hectares) | Rendement (q/ha) | Production (milliers de tonnes) |
|---|---|-----------------------------|--|
|  Brésil | 4016.8 | 8.6 | 3436.5 |
|  Inde | 8600.0 | 3.7 | 3174.0 |
|  Chine | 1204.0 | 16.7 | 2006.5 |
|  Birmanie | 1720.0 | 9.9 | 1700.0 |
|  Mexique | 1708.3 | 8.1 | 1374.5 |
|  Etats-unis | 614.7 | 17.2 | 1056.9 |
|  Kenya | 995.4 | 5.3 | 531.8 |
|  Ouganda | 849.0 | 4.9 | 424.0 |
|  Canada | 180.0 | 20.7 | 372.7 |
|  Indonésie | 313.2 | 10.5 | 327.4 |
|  Argentine | 235.1 | 13.7 | 322.8 |
|  Tanzanie | 380.0 | 7.6 | 290.0 |
|  Rwanda | 356.4 | 7.9 | 283.4 |
|  Burundi | 240 | 9.2 | 220.0 |
|  Iran | 11.3 | 19.4 | 216.1 |
|  Cameron | 230.0 | 8.7 | 200.0 |

8. Les variétés les plus cultivés en Algérie

- Haricot nain mange tout : Contender, Djedida, Molière.
- Haricot nain à écosser Coco de Prague, Pactole...
- Haricot à rames mange tout : Sidi Fredj, Blanc de juillet.
- Haricot à rames à écosser : Coco blanc, Coco de Prague (8).

9. Les ennemis du haricot

Les cultures de haricots sont sujettes à de nombreuses attaques de ravageurs et maladies qui peuvent entraîner d'importants dégâts en l'absence de moyens de lutte appropriés. On estime ainsi qu'en Afrique tropicale plus de 50 % de la production est perdue chaque année(1).

9.1 . Les ravageurs du haricot

De très nombreux ravageurs sont susceptibles de s'attaquer aux cultures des Haricots ainsi qu'aux graines entreposées, notamment des gastéropodes, des insectes, acariens et nématodes.



Figure n° 05 : Plante du Haricot attaqué par le tétranyque tisserand (*Tetranychus urticae*) (1)

La bruche du haricot (*Acanthoscelides obtectus* Say) est un petit insecte coléoptère dont la larve, qui vit à l'intérieur des graines de haricot entreposées, pouvant provoquer des dégâts importants, lui est spécifique. Cet insecte a besoin d'une température supérieure à 14 °C pour

se développer. S'il rencontre des conditions favorables, jusqu'à quatre générations peuvent se suivre dans un stock de graines et plusieurs larves peuvent occuper simultanément le même haricot. La lutte contre ce ravageur nécessite des traitements insecticides tant sur les cultures destinées à la récolte de graines, que sur les graines stockées, par fumigations sous vide(1).



Figure n° 06: Graine du Haricot parasité par la bruche (1)

Le tétranyque tisserand, ou acarien jaune commun (*Tetranychus urticae*), attaque le feuillage des années sèches provoquant sa décoloration et l'apparition de taches blanchâtres.

Les escargots et les limaces peuvent détruire complètement les plantules (1).

9.2. Les maladies des haricots

De nombreuses maladies cryptogamiques, bactériennes ou virales sont susceptibles d'affecter les cultures de haricots :

9.2.1. Les maladies cryptogamiques

❖ Le botrytis est l'une des principales maladies du haricot. Elle n'apparaît qu'en fin de cycle, à partir de la floraison. Le champignon responsable, *Botrytis cinerea*, est présent dans le sol à l'état endémique. Il provoque des taches concentriques, molles et grises, sur les tiges et les gousses, qui débutent souvent à partir des pétales desséchés. Les conséquences peuvent être lourdes : chutes de rendement par avortement et pourriture de gousses (9).

Plusieurs d'autres champignons qui peuvent attaquer les cultures des Haricots tel que :

La rouille du haricot est due à *Uromyces appendiculatus*, La sclérotiniose ou pourriture blanche à *Sclerotinia sclerotiorum*, La maladie du pied du haricot à *Fusarium phaseoli* et L'oïdium américain du haricot, dû à *Erysiphe polygoni*, est cantonné aux régions chaudes du nouveau Monde (1).

9.2.2. Les maladies bactériennes

Trois types de maladies se rencontrent sur haricot. Elles sont provoquées par des attaques de bactéries, transmises par les semences : Maladie à *Pseudomonas* ; Maladie à *Xanthomonas* et Maladie bactérienne ou Brown spot (9). L'infection se traduit par l'apparition de taches huileuses de couleur jaune-orangé sur les feuilles, les gousses et les graines. La prévention passe par l'utilisation de semences saines (1).

9.2.3. Les maladies virales

La mosaïque commune du haricot est due à un virus, transmis par les semences et les pucerons. Elle se traduit par un gaufrage vert foncé des feuilles, offrant un aspect de mosaïque. La taille des plantes est réduite, la floraison perturbée et les gousses se tordent (9). La mosaïque jaune du haricot, autre maladie virale, est moins fréquente que la précédente. La mosaïque dorée du haricot est propre à l'Amérique tropicale (1).

9.3. Moyennes de lutttes

La lutte contre les ravageurs et maladies repose sur la combinaison de différentes méthodes : l'emploi de variétés résistantes et de semences saines, indemnes de germes pathogènes ou traitées par des fongicides, la rotation culturale qui permet d'éviter le retour trop rapide de haricots ou d'autres légumineuses sur la même parcelle, une irrigation maîtrisée et sans excès et l'emploi de fongicides et d'insecticides adaptés(1).

I. La salinité

1. Définitions de la salinité

Plusieurs auteurs ont défini la salinité des sols comme étant la présence de concentration excessive de sels solubles, ou lorsque les concentrations en Na, Ca, Mg sous formes de chlorures, carbonates, ou sulfates sont présentes en concentrations anormalement élevées (**Asloum, 1990**).

La salinisation des sols est généralement associée aux apports de sels dissous, issus de l'hydrolyse du substrat édaphique constitué de roches endogènes ou exogènes (salinisation primaire) ou des activités éoliennes et hydriques: embruns marins, eau d'irrigation et nappe phréatique subaffleurant et salée (salinisation secondaire) (**Dièye, 1994**).

La salinité des sols a été définie de manière différente suivant le domaine d'utilisation des sols. Du point de vue agronomique, un sol salin (saline soil) est défini comme un sol qui renferme assez de sels en solution, pour voir sa productivité diminuer (**Richards, 1954 in Benzellat., 2012**).

2. Définition des sols salés (sols halomorphes)

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporites), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines) (**Girard et al., 2005**).

Les sols salés contiennent des sels plus solubles que le gypse, c'est-à-dire susceptible de passer dans la solution du sol en quantité assez importante pour gêner la croissance des plantes. En conséquence, les sols calcaires ne sont pas des sols salés, même si le carbonate de calcium est un sel comme un autre au plan chimique (**Legros, 2007**).

On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5 g/l (**Robert., 1996**). Selon **Calvet (2003)** un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4 dréviation (ds/m).

Généralement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les salisols, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes. Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (**Bouteyre et Loyer., 1992 in Baba Sidi Kaci., 2010**).

3. Origine la salinisation des sols

D'après **Cherbuy (1991)**, la salinisation d'un milieu, implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dénommée primaire, et une salinisation anthropique, généralement liée à l'irrigation, que l'on appellera secondaire.

3.1.Salinisation primaire

La salinisation primaire, 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 la dynamique des eaux.

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 concentrant 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.
- Soit de l'altération des roches volcaniques.

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 (**Madani., 2008**).

3.2. Salinisation secondaire

Dans les zones à climat aride et semi-aride, la pratique de l'irrigation représente l'une des plus importantes causes de la salinisation secondaire.

Actuellement, on dénombre environ 350 millions d'hectares irrigués dans le monde (**Szablocs., 1994**). Ces chiffres sont susceptibles d'être augmentés à l'avenir.

En effet, **Hamdy et al (1995)** ont constaté que les terres irriguées affectées par la salinité correspondent à 27% de la surface irriguées dans le monde.

Cette menace selon **Cheverry (1995)** occasionne, chaque année des pertes de terres, variables selon les auteurs de 10 à 12 millions d'hectares.

4. Classification des sols salés

Selon **Duchaufour (1983)**, deux sous classes de sols halomorphes sont distinguées:

4.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz)

Caractérisés par une saturation marquée en Na et une accumulation des sels en profondeur.

Ces sols se caractérisent par la présence d'une quantité importante de sodium qui dépasse les 15% de la Capacité d'Echange Cationique (C.E.C.). La conductivité électrique (C.E) ne dépasse pas 4 ds/m à 25°C, et le pH est supérieur à 8,5. La relative abondance de l'ion sodium, dans la garniture ionique absorbant, peut avoir deux origines distinctes:

- Elle peut provenir du sodium libéré par l'altération de certains minéraux alcalins.
- Elle peut résulter d'une saturation progressive du complexe en sodium, aux dépens d'une solution saline (**Duchaufour., 1983**).

4.2.Sols salins à complexe calcique (Solontcheks)

Caractérisés par une accumulation marquée des sels solubles en surface.

Ces sols se rencontrent dans les zones à climat sec. Ils se caractérisent par un pH généralement inférieur à 8,5 et supérieur à 7 et le sodium n'y forme pas plus de 50% des cations en solution (**Dajoz., 1982**).

La conductivité électrique de l'extrait aqueux à saturation, est supérieur à 4,5 ds/m à 25°C, dans les horizons de surface (25 cm); 15ds/m dans les horizons inférieurs (suivant la texture) (**Duchaufour., 1983**), avec un taux de sodium échangeable inférieur à 15% de la C.E.C du sol.

Ces sols présentent une structure non dégradée, caractérisés par une richesse en sels solubles, tels qu'ils inhibent la croissance de la plupart des plantes cultivées (**Aubert., 1978 in Baba Sidi Kaci., 2010**).

5. Répartitions des sols salés

5.1. Les sols salés dans le monde

La salinité est un des processus de dégradation des sols les plus largement répandus sur la Terre. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides, ou de désastre sur de grandes surfaces en agriculture pluviale, sont l'engorgement, la salinisation et la sodication.

En Europe, on trouve des sols à forte teneur saline en Hongrie, en Roumanie, en Grèce, en Italie et dans la péninsule ibérique. Dans les pays nordiques, le déverglaçage des routes en utilisant du sel peut provoquer une salinisation localisée. On estime que la salinisation du sol affecte 1 à 3 millions d'hectares de terres en UE. Cette salinisation est considérée comme une cause majeure de désertification et constitue donc une forme grave de dégradation des sols. Ce problème de la salinisation en Europe s'accroît du fait de l'augmentation des températures et de la réduction des précipitations, caractéristiques du climat de ces dernières années (10).

Tableau n° 03 : La superficie affectée par la salinité dans différentes régions du monde

(Source : Handj et al, 1995 in 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 nord | 211.7 |
| Australie | 357.3 |
| Mexique et Amérique centre | 2 |
| total | 954.8 |

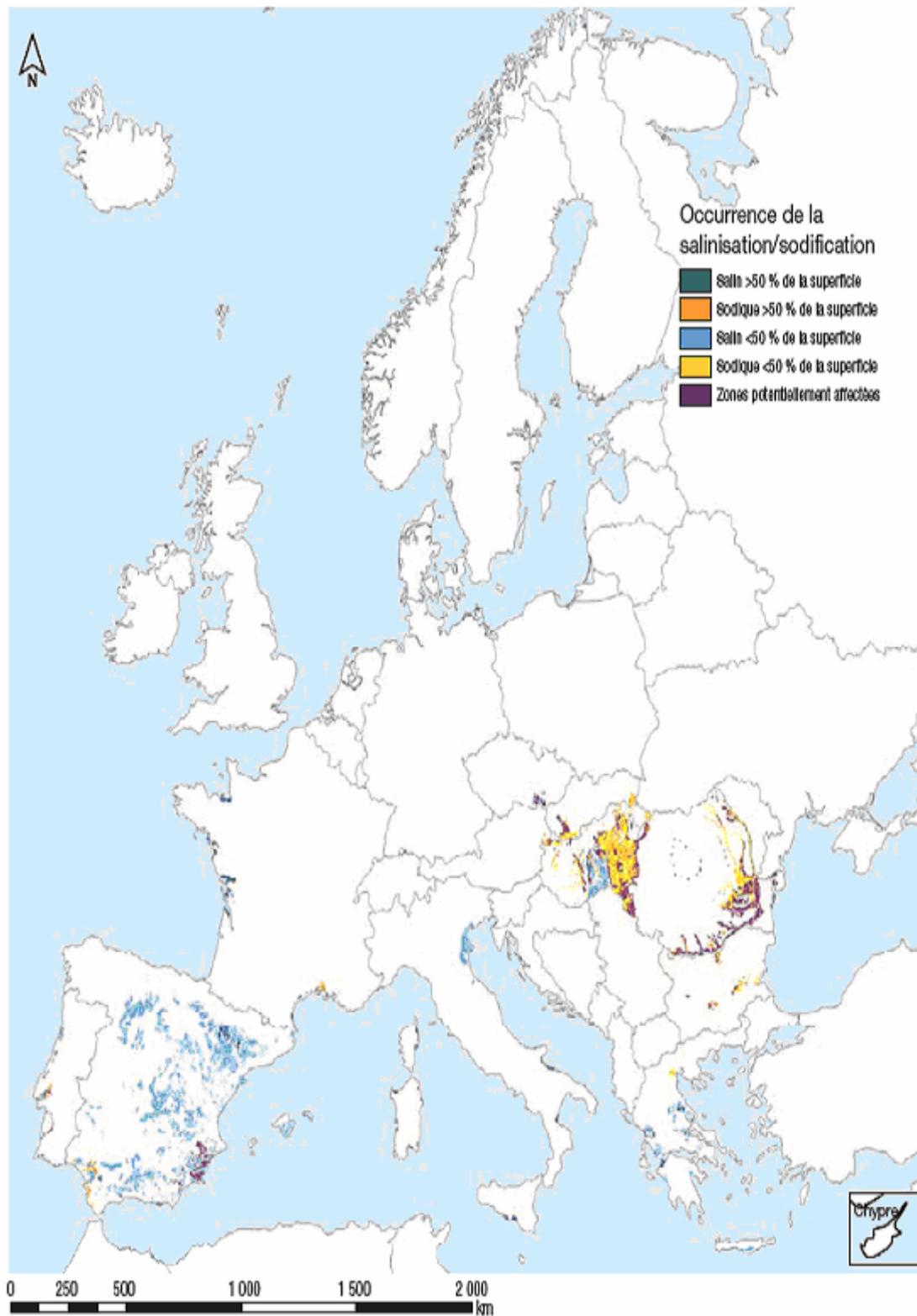


Figure n° 07 : Carte montre les sols salés et sodiques en 17 états de l'union européenne(9)

5.2. Les sols salés en Algérie

Les sols salés sont très répandus en Algérie essentiellement dans les zones arides et semi-arides; des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par les sels (**Durand, 1958; Haltim, 1985 in Benzellat., 2013**).

En Algérie d'après **Szablocs (1989)** 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient.

Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays (Mina, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'Est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des Chotts et de Sbkhas (Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkha d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazhrez Gharbi et Chergui, etc..) et dans le grand Sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...). (**Institut national des sols, de l'irrigation et du drainage INSID; 2008**).

Tableau n° 04 : le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la Surface agricole utile S.A.U in Benzellat., 2013)

| Wilayas | Surface agricole utile SAU (ha) | Superficie affectée par la salinité | % de la S.A.U affecté par la salinité |
|-----------------------|--|--|--|
| Tamanrasset | 2510 | 1445 | 57.57 |
| Ouargla | 17390 | 9850 | 56.64 |
| Ghardaïa | 7930 | 3284 | 41.41 |
| Bechar | 13250 | 2249 | 16.97 |
| Illizi | 570 | 60 | 10.53 |
| Djelfa | 67760 | 6250 | 9.22 |
| Relizane | 241670 | 20000 | 8.28 |
| Ain temouchent | 18350 | 15000 | 8.14 |
| Tébessa | 231750 | 13000 | 5.61 |
| Adrar | 14990 | 780 | 5.20 |
| Biskra | 151530 | 7272 | 4.80 |
| Khanchla | 177900 | 4480 | 2.52 |
| Mascara | 328740 | 6475 | 1.97 |
| Alger | 7940 | 150 | 1.89 |
| Mostaganem | 131730 | 1977 | 1.50 |
| Naama | 4150 | 62 | 1.49 |
| Laghouat | 487740 | 800 | 1.48 |
| Batna | 85860 | 5100 | 1.05 |
| Oran | 188620 | 850 | 0.99 |
| Cheliff | 183860 | 1490 | 0.79 |
| Guelma | 22150 | 1283 | 0.70 |
| Mila | 72090 | 100 | 0.45 |
| Boumerdès | 306480 | 192 | 0.27 |
| Saida | 615340 | 700 | 0.23 |

6. Importance de la salinité

La teneur en sels est le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Cette teneur peut être exprimée en termes de conductivité électrique ou en partie par million (ppm) ou micro-équivalent (meq/l). La concentration totale est plus importante car la plupart des cultures répondent à la concentration ionique totale du milieu de croissance (effet osmotique) plutôt qu'à un ion spécifique. Généralement, une augmentation de la teneur en sels dans l'eau d'irrigation résultera dans une augmentation de la salinité de la solution du sol. La vitesse et le degré de cette augmentation dépendront de:

- Lessivage, c'est-à-dire la quantité d'eau apportée par irrigation ou par des pluies en besoins de la culture et l'efficacité du lessivage.
- La composition ionique de l'eau d'irrigation et la tendance de quelques ions, tels que Ca^{++} , HCO_3^- , SO_4^{--} , à précipiter après l'extraction de l'eau du sol; Propriétés physiques du sol tel que l'infiltration, les caractéristiques hydriques et le drainage (**Antipolis., 2003**).

La salinité peut suivant la dose de sel avoir un effet stimulateur sur la croissance et le développement de la plante, cet effet stimulateur a été démontré par **Rudolfs in Bidai (2001)**. La salinité présente des effets bénéfiques sur la germination et la croissance de quelques espèces à des niveaux très faibles (bien que non quantifiés par les auteurs) de NaSO_4 , de NaCl , de MgSO_4 et de NaCO_3 (**Asloum., 1990**).

7. Mise en valeur les sols salé

Une bonne utilisation agricole des sols salés nécessite :

- L'élimination des excès en sels (lixiviation) et la suppression de la source de sodium (drainage de la nappe salée).

Ces pratiques seront d'autant plus aisées que le sol est perméable et que l'eau (pluie, irrigation) est abondante et de bonne qualité.

- L'utilisation des plantes résistantes à la salinité.
- La reconstitution de la fertilité par des amendements qui enrichissent les argiles en calcium échangeable.

Des pratiques culturales particulières, labour de défoncement, ratissage des sels en Surface (**Girard et al., 2005**).

II. La salinité et la plante

1. Le stress

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**).

Selon **Dututt et al (1994)**, le stress est le dysfonctionnement (rupture d'un équilibre fonctionnel) produit dans un organisme ou dans un système vivant, par exemple par une carence.

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement.

Au niveau d'un écosystème par exemple, toute contrainte externe qui limite la productivité en deçà de la potentialité génétique d'une plante peut être considérée comme stress (**Grime., 1979 in Baba Sidi Kaci., 2010**).

1.2. Catégories de stress

Les plantes sont souvent confrontées à des conditions environnementales défavorables qu'on peut dénommer « stress » et qui ont par conséquence une diminution de la croissance.

On distingue deux grandes catégories de stress:

- **Biotique**: imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...).
- **Abiotique**: provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité.

Les stress abiotiques ou environnementaux affectent la croissance et le rendement des plantes, contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables. Les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux chocs chimiques ou physiques, engendrés par l'environnement en contrôlant et en ajustant leur système métabolique.

Pour survivre, la plante doit échapper ou éviter le stress. Nous citerons le cas des géophytes et des héli-cryptophytes en hiver, grâce à leurs parties souterraines ou très proches du sol, également les thérophytes printanières qui évitent de pousser pendant la saison froide et la saison chaude (**Laclerc., 1999**).

2. Le stress Salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na^+ et Cl^- (Hopkins., 2003). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec"(Trembun., 2000).

La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (Levigneron et al., 1995).

Ces mêmes auteurs précisent que, les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

2.1. Stress hydrique

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. Ce phénomène assure d'une part, la poursuite de l'absorption de l'eau du sol, et d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence.

2.2. Stress ionique

En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique.

2.3. Stress nutritionnel

Des concentrations salines trop fortes dans le milieu, provoquent une altération de la nutrition minérale, en particulier vis-à-vis des transporteurs ioniques cellulaires. Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure avec le nitrate, le phosphore et le sulfate.

3. Causes et effets de la salinisation

3.1. Les causes de la salinité

Les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline, et les pratiques culturelles sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante. La salinisation secondaire, en particulier, aggrave le problème où une fois que les superficies agricoles productives deviennent impropres à la culture due à la qualité inférieure de l'eau d'irrigation (Ashraf et Foolad, 2007).

La salinité excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclaircissement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures **(Denden et al., 2005)**.

Le phénomène d'invasion marine, qui peut s'étendre sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres est d'un grand risque pour les régions côtières tributaires des eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau. Par ailleurs, l'invasion des eaux douces par les eaux salées aura pour effet une dégradation des sols et une salinisation par suite des irrigations avec ces eaux.

En Algérie, ce problème s'est peu posé dans le passé mais durant les dernières années, on a décelé des intrusions des eaux marines dans les nappes côtières d'Annaba et d'Oran (phénomène analogue au niveau de la sebkha). L'exploitation intensive et anarchique des nappes par l'agriculture a créé localement des problèmes de pollution et de dégradation du sol **(Morsli, 2007)**.

3.2. Les effets de la salinisation

3.2.1. Effet de la salinité sur les plantes

La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels. Généralement un taux élevé de Na^+ et Cl^- cause le stress salin. Le stress salin a un triple effet: Il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité ionique. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et limitation de la productivité végétale.

La présence de fortes concentrations de sels dans le milieu crée une pression osmotique élevée dans l'environnement racinaire, réduisant la disponibilité de l'eau du sol pour la plante **(Hamza., 1980)**.

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 énergétique... 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 **(Parida et Das, 2005)**

Le maintien des processus vitaux dans ces conditions de forte salinité passe donc par une résistance de la plante à la déshydratation, par une adaptation de son potentiel osmotique afin de rétablir les relations hydriques et d'assurer une alimentation en eau convenable, ainsi que par un contrôle efficace des flux ioniques intracellulaires **(Chretien., 1992)**.

3.2.2. Effets sur la germination des plantes

Les semences des glycophytes et des halophytes répondent de la même manière au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination (**Ismail., 1990 in Lachiheb et al., 2004**). Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (**Ungar., 1978; Kabar., 1986 in Debaz et al., 2001**).

A titre d'exemple ; le taux de germination du cotonnier chute de 70% en présence de 12 g/l de chlorure de sodium (NaCl) et la germination des tubercules de pomme de terre peut être retardée de 3 à 7 jours selon le degré de salinité du sol (**Levigneron et al., 1995**). La luzerne qui voit sa germination affectée négativement par la présence du sel et peut être inhibée complètement à des concentrations supérieures à 15 g/l de NaCl (**Chaibi., 1995**).

La germination des plantes, qu'elles soient halophytes ou glycophytes, est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique.

- Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination.
- Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination (**Rejili et al., 2006**).

3.2.3. Effets de la salinité sur la croissance des plantes

La réponse immédiate au stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente (**Wang et Nil, 2000**). Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines (**Chartzoulakis et Klapaki, 2000**).

La salinité accrue est accompagnée par une réduction significative dans la hauteur de la plante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chez la tomate (**Mohammad et al., 1998 in Bouzid., 2010**). Le taux élevé de NaCl se manifeste par une croissance dans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partie racinaire/partie aérienne chez le coton (**Meloni et al., 2001**).

Selon **Levigneron et al (1995)**, une augmentation brutale de la salinité du sol se traduit par une réduction immédiate de la croissance foliaire. Un retard de croissance important est signalé chez la plupart des glycophytes dès 50mM/l de NaCl dans la solution du sol. Par

contre chez les halophytes leur croissance ne semble diminuer que pour des concentrations beaucoup plus élevées; par exemple chez *Atriplex halimus* L. c'est à partir de 480 mM/l de NaCl que sa production diminue (**Brun., 1980 in Baba Sidi Kaci., 2010**).

3.2.4. Effets de la salinité sur la photosynthèse des plantes

Le développement des plantes est le résultat de l'intégration et la régulation des processus physiologiques dont le plus dominant est la photosynthèse. La croissance du végétal autant que la production de biomasse est une mesure de la photosynthèse nette et comme les stress environnementaux affectent la croissance donc affectent la photosynthèse.

Le stress salin cause des effets à long et à court terme sur la photosynthèse. Les effets à court terme se manifestent après quelques heures jusqu'à un à deux jours de l'exposition au stress, et la réponse est importante ; il y a complètement arrêt de l'assimilation du carbone.

L'effet à long terme s'exprime après plusieurs jours de l'exposition au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement (**Munn et Termatt, 1986**) cité in **Parida et Das, (2005)** La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs : (1) la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO₂, (2) la toxicité du sel, (3) la réduction de l'approvisionnement en CO₂ à cause de la fermeture hydroactive des stomates, (4) la sénescence accrue induite par la salinité et (5) le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique. (**Iyengar et Reddy, 1996 in Parida et Das, 2005**).

3.2.5. Effets de la salinité sur l'anatomie de la feuille

La salinité cause une augmentation de l'épaisseur de l'épiderme, l'épaisseur du mésophylle, la longueur des cellules palissadiques le diamètre des cellules palissadiques dans les feuilles de l'haricot, du coton et de l'atriplex (**Longstreth et Nobel, 1979 in Parida et Das, 2005**). La salinité réduit aussi l'espace intercellulaire dans les feuilles (**Delphine et al., 1998 in Parida et Das, 2005**).

Et cause : un développement de la vacuolisation et un gonflement partiel du réticulum endoplasmique, un gonflement de la mitochondrie, vésiculation et la fragmentation du tonoplaste et la dégradation du cytoplasme par le mélange de la matrice cytoplasmique et vacuolaire des feuilles de la patate douce (*Ipomoea batatas*) (**Mitsuya et al., 2000 in Parida et Das, 2005**).

1. L'objectif de l'essai

Cet essai a été réalisé sur trois variétés de haricot (*Phaseolus vulgaris*) soumises à cinq concentrations différentes de chlorure de sodium (NaCl) : 25mM, 50mM, 75mM, 100mM, 150mM et un traitement n'ayant pas reçu de NaCl constitue le témoin.

Cette étude a été débutée le mois de Janvier jusqu'à Avril 2014.

2. Présentation du site de l'essai

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

3. Matériel végétal

3.1. Semences de haricot

Les semences utilisées pour étudier l'impact de la salinité sur la germination des graines, la croissance et le développement du Haricot (*Phaseolus vulgaris*.L) ont été fournies par la direction d'agriculture de Guelma (DSA) : coco rose d'Eyrague (V1) coco rose Amélioré(V2) et coco rose Brolotto (V3).

3.2. Origine des variétés

Tableau n°05 : les variétés étudiées et leurs caractéristiques

| Variétés | Origine | Caractéristiques |
|-----------------------|----------------|--|
| coco - Rose d'Eyrague | Sud-américaine | La variété de haricot nain à écosser - Coco Rose d'Eyrague produit des gousses marbrées de rouge vif et des grains roses panachés de rouge. La production de cette variété est très précoce. |
| Coco rose Amélioré | Italie | Flambo est une belle amélioration de Big Brolotto. Gousse blanc-crème marbrée de rouge, longue et large, grain blanc à peau fine. Excellente saveur. |
| Coco rose Brolotto | France | Les gousses sont de forme crochet e de couleur marron marbrée |

4. Solution salées

Six concentrations de NaCl ont été utilisées pour cette étude : Le témoin (0mM), 25mM, 50mM, 75mM, 100mM, 150mM. Le choix des concentrations a été fait en se basant sur des données bibliographiques et des études récentes.

5. Installation et conduite de l'essai

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

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

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

- **Caractéristiques du substrat**

Le substrat des base (tourbe de sphaigne) est caractérisée par :

- ❖ Un taux de matière sèche exprimée en pourcentage en masse de produit brut. 35%.
- ❖ Un taux de matière organique exprimée en pourcentage en masse de produit brut : 35%.
- ❖ PH(H₂O) : 5.8_6.8.
- ❖ Résistivité : 2500 Ohm/cm.
- ❖ Rétention en eau : 80 Vol.%

Chaque variété est représentée par 18 échantillons (06 concentration de NaCl en 03 répétitions/variétés) aussi bien pour l'essai en boîtes de pétri et 30 échantillons pour l'essai en plaques (06 concentrations de NaCl en 05 répétitions/variétés).

Les figures 9 et 10 montrent le dispositif expérimental de notre étude :

Les concentrations du NaCl : [0]= C0, [25]= C1, [50]= C2, [75]= C3, [100]= C4 et [150]= C5. Les variétés du Haricot : coco rose d'Eyrague (V1), coco rose Amélioré(V2) et coco rose Brolotto(V3). R : Les répétitions : R1, R2, R3, R4, R5.

| | | | | | |
|--------|---------|---------|---------|---------|--------|
| C0V1R2 | C1 V3R2 | C2 V1R3 | C3 V2R3 | C4 V2R1 | C5V1R2 |
| C0V3R3 | C1 V1R3 | C2 V3R1 | C3V3R3 | C4V3R3 | C5V3R3 |
| C0V2R3 | C1V2R3 | C2V2R3 | C3 V1R2 | C4V2R3 | C5V2R3 |
| C0V2R1 | C1 V1R3 | C2V2R1 | C3V2R1 | C4 V1R2 | C5V2R1 |
| C0V3R2 | C1V3R2 | C2V3R2 | C3V3R2 | C4V3R2 | C5V3R2 |
| C0V1R3 | C1 V2R1 | C2 V1R2 | C3 V2R2 | C4 V2R2 | C5V1R3 |
| C0V1R1 | C1 V2R2 | C2V1R1 | C3V1R1 | C4 V3R1 | C5V1R1 |
| C0V2R2 | C1 V3R1 | C2 V3R3 | C3 V1R3 | C4 V1R3 | C5V2R2 |
| C0V3R1 | C1 V1R1 | C2 V2R2 | C3V3R1 | C4 V1R1 | C5V3R1 |

Figure n° 09 : le dispositif expérimental de l'essai de la germination dans les boîtes de Pétri

| | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C0 V1 R1 | C1 V1 R1 | C2 V1 R1 | C3 V1 R1 | C4 V1 R1 | C5 V1 R1 |
| C0 V1 R2 | C1 V1 R2 | C2 V R2 | C3 V1 R2 | C4 V1 R2 | C5 V1 R2 |
| C0 V1 R3 | C1 V1 R3 | C2 V1 R3 | C3 V1 R3 | C4 V1 R3 | C5 V1 R3 |
| C0 V1 R4 | C1 V1 R4 | C2 V1 R4 | C3 V1 R4 | C4 V1 R4 | C5 V1 R4 |
| C0 V1 R5 | C1 V1 R5 | C2 V1 R5 | C3 V1 R5 | C4 V1 R5 | C5 V1 R5 |

| | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C0 V3 R1 | C1 V3 R1 | C2 V3 R1 | C3 V3 R1 | C4 V3 R1 | C5 V3 R1 |
| C0 V3 R2 | C1 V3 R2 | C2 V3 R2 | C3 V3 R2 | C4 V3 R2 | C5 V3 R2 |
| C0 V3 R3 | C1 V3 R3 | C2 V3 R3 | C3 V3 R3 | C4 V3 R3 | C5 V3 R3 |
| C0 V3 R4 | C1 V3 R4 | C2 V3 R4 | C3 V3 R4 | C4 V3 R4 | C5 V3 R4 |
| C0 V3 R5 | C1 V3 R5 | C2 V3 R5 | C3 V3R5 | C4 V3 R5 | C5 V3 R5 |

| | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C0 V2 R1 | C1 V2R1 | C2 V2 R1 | C3 V2R1 | C4 V2 R1 | C5 V2 R1 |
| C0 V2R2 | C1 V2R2 | C2 V2 R2 | C3 V2 R2 | C4 V2 R2 | C5 V2 R2 |
| C0 V2 R3 | C1 V2 R3 | C2 V2 R3 | C3 V2 R3 | C4 V2 R3 | C5 V2 R3 |
| C0 V2R4 | C1 V2 R4 | C2 V2 R4 | C3 V2 R4 | C4 V2 R4 | C5 V2 R4 |
| C0 V2R5 | C1 V2 R5 | C2 V2R5 | C3 V2 R5 | C4 V2 R5 | C5 V2 R5 |

Figure n° 10 : le dispositif expérimental des variétés dans les plaques de culture

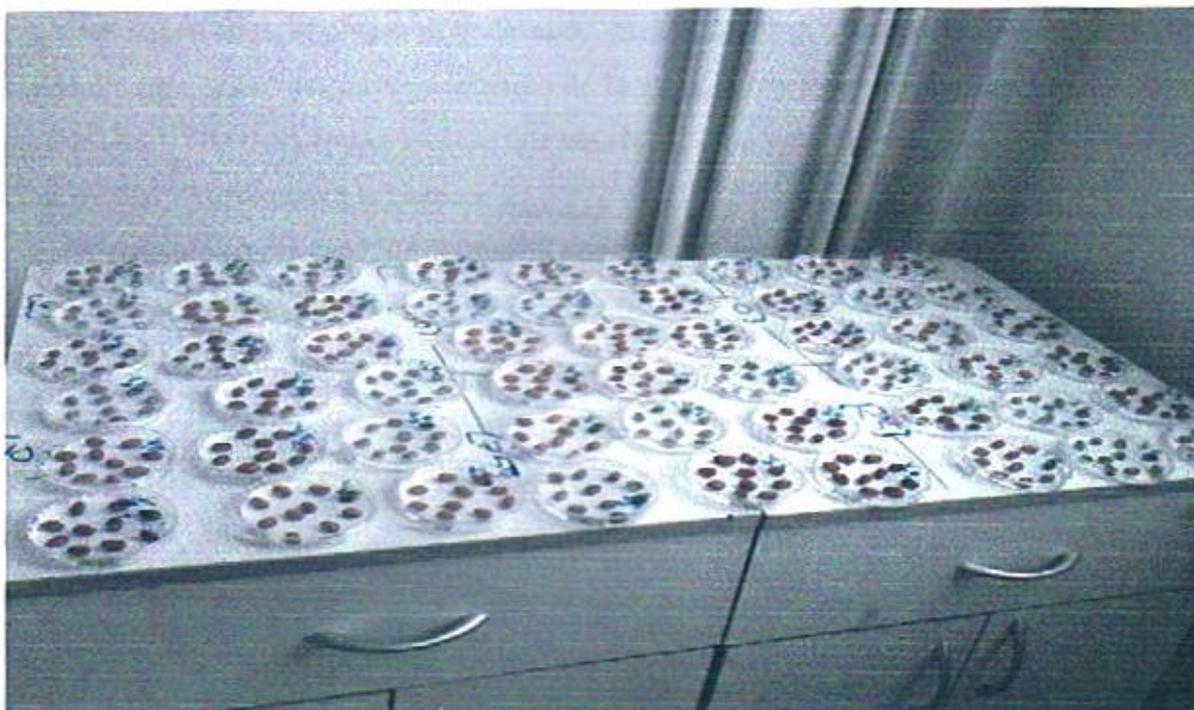


Photo n° 01 : le dispositif expérimental de l'essai de la germination dans les boîtes de Pétri



Photo n° 02 : le dispositif expérimental de l'essai de la croissance des variétés dans les plaques de culture

Le stress étant appliqué avec la mise en germination, l'irrigation par les différentes concentrations salées 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 la tourbe.

L'irrigation a été faite régulièrement une fois par jour.

6. Paramètres étudiés

6.1. Paramètres relatifs à la germination des graines

• Essai en boîtes de pétri

Trois paramètres ont été estimés pour cet essai :

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

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

6.2.1. Hauteur des plantes

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

6.2.2. Longueur de la racine principale

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

6.2.3. Poids frais des parties aérienne et souterraine

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

6.2.4. Poids sec des parties aérienne et souterraine

Les organes des plantes utilisés pour déterminés le poids frais des parties aériennes et souterraines, pour les différentes variétés ont été placés dans l'étude à 105⁰C pendant 24h pour déterminer le poids sec.

7. Traitement statistique des résultats

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

1. Essai de germination dans les boîtes de pétri

1.1. Pourcentage de germination des graines

La figure (11) montre que la germination des graines de Haricot est affectée par le stress salin, et une diminution du taux de germination a été notée pour l'ensemble des boîtes traitées par les différentes concentrations de NaCl, et ce pour les trois variétés étudiées.

L'effet de la salinité sur la germination des graines a été plus observé pour les concentrations élevées du NaCl en comparaison avec le témoin, et la variété Coco Rose amélioré (V2) est la plus affectée par rapport aux deux autres variétés. Le taux de germination est diminué considérablement pour cette variété aux concentrations 50mM et 75Mm (46,66% et 43,33% respectivement).

Pour la concentration du 100mM, une diminution remarquable a été notée d'pour les variétés coco rose d'Eyregue et coco rose Amélioré et pour la variété coco rose Brolotto aucune graine n'a germé dans cette concentration.

Une inhibition complète du taux de germination a été enregistrée pour la concentration 150Mm et c'est semblable pour les trois variétés. Plusieurs auteurs ont annoncé que la diminution du taux de germination peut être due à une absorption faible de l'eau par les graines suite à une différence de concentrations entre le milieu interne (cellules des graines) et le milieu externe, ce qui entraîne une inhibition de la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon (**Filho et al.,1983**) Cité in (**Ould babana ,1999 in Douakha et Guernine 2013**).

D'autre part, dans une étude réalisée sur les paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), il a été démontré que l'excès du sel dans le sol affecte la germination, la croissance des plantules et leurs vigueur à des degrés variables (**Delyado et al., 1994 in Mainassara., 2009**).

Jaouadi et al., (2013), signalent que l'augmentation du stress salin entraîne une réduction non seulement des taux de germination mais aussi du temps moyen de germination .

L'analyse statistique des résultats a montré des différences significatives entre les concentrations et les variétés, et entre l'interaction concentration X variétés. (Annexe K).

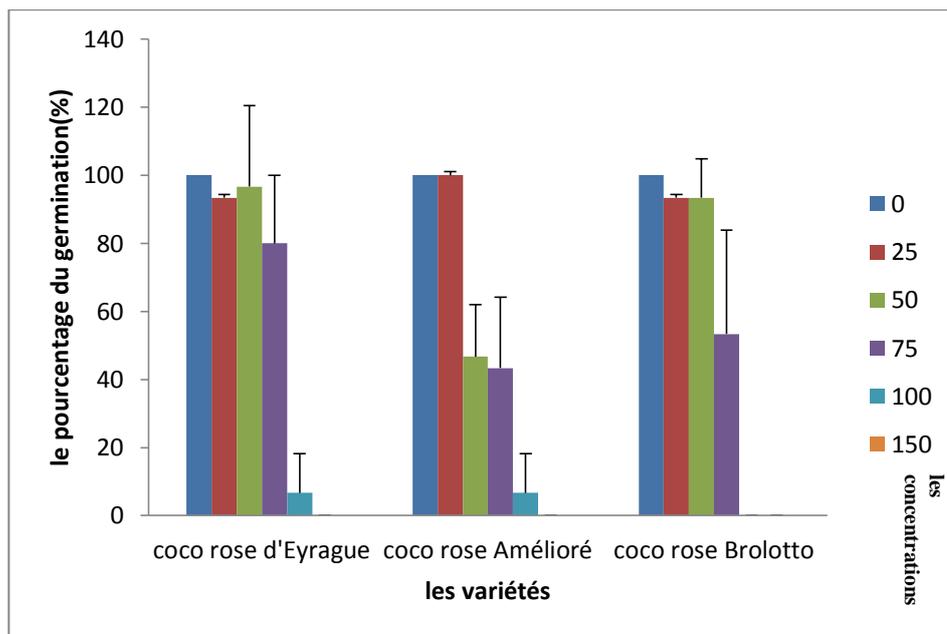


Figure n°11 : Pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés du Haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

1.2. Longueur de la racicule

La longueur de la racicule diminue au fur et à mesure que la concentration en NaCl augmente dans le milieu, la diminution est observée notamment pour les concentrations 50,75 et 100mM.

Une légère augmentation de la longueur de la racicule a été enregistrée à la concentration 75mM pour la variété coco rose Amélioré (1,35cm) en comparaison avec la concentration 50mM (1,23cm).Figure n°12

Gama et al., (2007) signalent que la salinité a exercé des effets nuisibles non seulement sur la biomasse, mais également sur d'autres paramètres morphologiques tels que l'hauteur de la plante, le nombre de feuilles, la longueur des racines.

L'analyse de la variance montre des différences significatives entre les concentrations et les variétés, même résultat pour l'interaction concentration X variétés. (Annexe L).

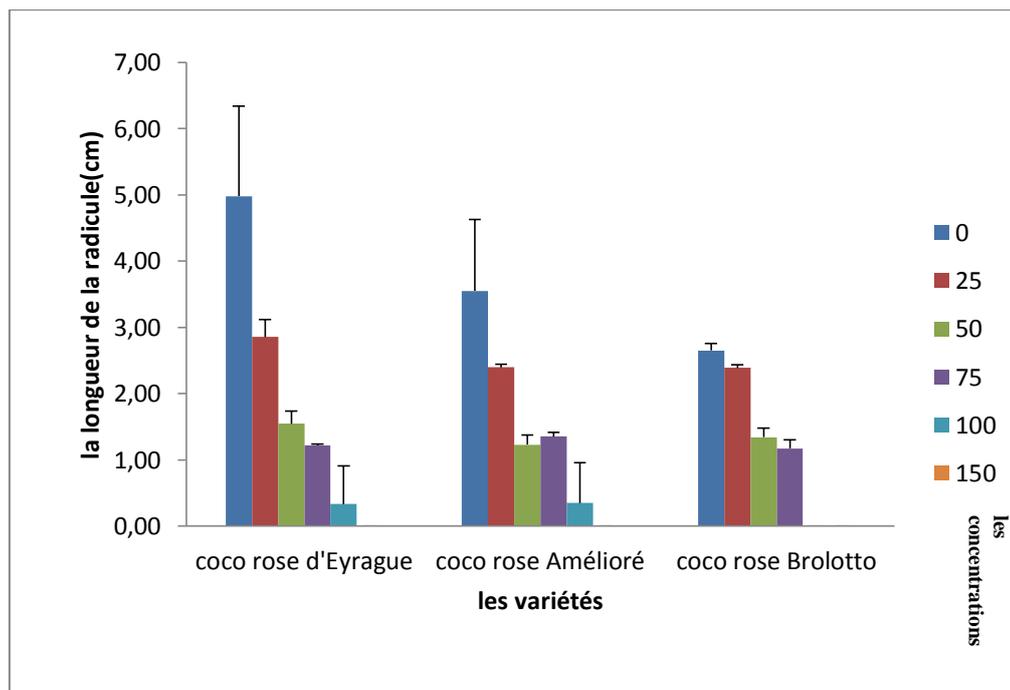


Figure n°12: La longueur de la radicule (cm) des variétés de Haricot soumises aux différentes concentrations du NaCl (mM)

1.3. Longueur de la tige

La figure n°13 montre les résultats de la longueur de la tige (cm) des variétés étudiées soumises aux différentes concentrations du NaCl.

Les résultats de ce paramètre ont montré que la salinité affect également le développement de la tige après la germination des graines. La longueur de la tige est diminuée pour l'ensemble des graines germées sous stress et ce pour les trois variétés.

Cependant, il a été enregistré une légère augmentation de la longueur de la tige à la concentration 25mM chez la variété coco rose d'Eyrague avec une moyenne de 2,33cm en comparaison le témoin (2,24cm) et la variété coco rose Brolotto avec une moyenne de 1,88cm par rapport au témoin (1,80cm).

Cette augmentation peut s'expliquer comme une stimulation de la croissance de la tige chez ces deux variétés.

Rudolfs cité in Bidai (2001) a signalé que la salinité peut suivant la dose de sel avoir un effet stimulateur sur la croissance et le développement de la plante.

L'analyse statistique pour ce paramètre a montré des différences significatives entre les variétés et les concentrations. (Annexe M).

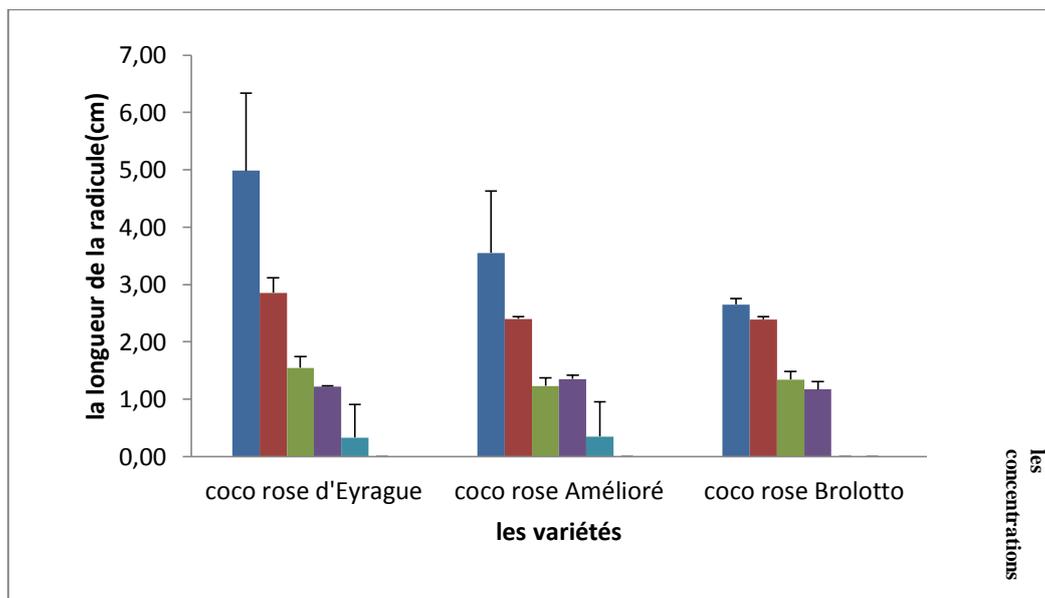


Figure n°13 : La longueur de la tigelle (cm) des plantules des variétés du Haricot soumises aux concentrations de NaCl (mM)

2. Essai de la croissance et le développement des plantes

Pour cet essai de croissance et de développement des plantes nous n'avons obtenue qu'une réussite de croissance au niveau de deux variétés selon les résultats illustrés sur les figures.

2.1. Hauteur des plantes

La figure n° 14 montre que la hauteur des plantes soumises au stress a été affectée par la présence du sel dans le milieu, une diminution de la hauteur des plantes a été enregistrée pour les variétés étudiées chez les plantes stressées en comparaison avec les témoins.

La diminution de la hauteur des plantes est plus observée chez les deux variétés à la concentration 100mM, les valeurs moyennes enregistrées pour cette concentration sont : 04cm pour la variété coco rose d'Eyrague (16cm pour le témoin), et 03cm pour la variété coco rose Amélioré (16 cm pour le témoin).

Ce paramètre semble être plus sensible par la présence du sel dans le milieu chez la variété coco rose Amélioré par rapport à la variété coco rose d'Eyrague.

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

L'analyse statistique a révélé des différences significatives ont été notées entre les concentrations et les variétés, et aussi entre l'interaction concentration X variétés. (Annexe N).

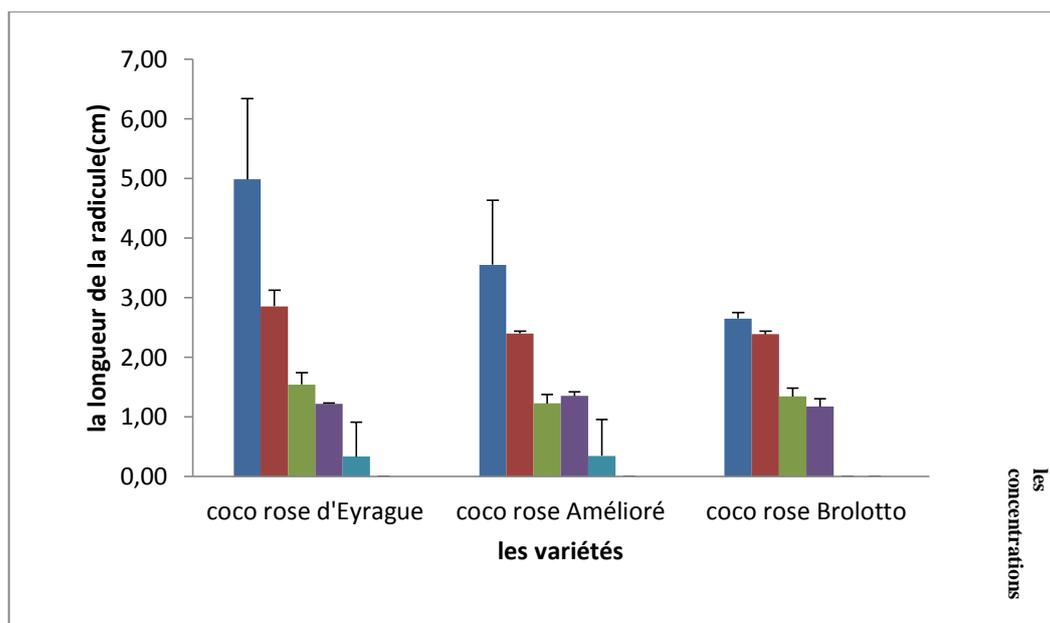


Figure n°14 : la hauteur des plantes (cm) pour les différentes variétés de Haricots soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

2.2. La longueur de la racine principale

Les résultats relatifs à ce paramètre (Fig : 15) ont montré que la longueur de la racine principale est diminuée chez les plantes stressées comparativement aux témoins. Cette diminution est plus importante chez les plantes soumises aux fortes concentrations du NaCl notamment pour la variété coco rose Amélioré d'où nous avons noté la moyenne de 5 cm à la concentration 100mM contre 20 cm chez le témoin.

La présence de sel dans le milieu de culture limiterait l'alimentation des plantes en calcium ce qui conduirait à une inhibition de l'émergence, la croissance des racines et des poils absorbants.

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

L'analyse statistique montre des différences significatives entre les concentrations et les variétés et entre l'interaction concentrations X variétés. (Annexe O).

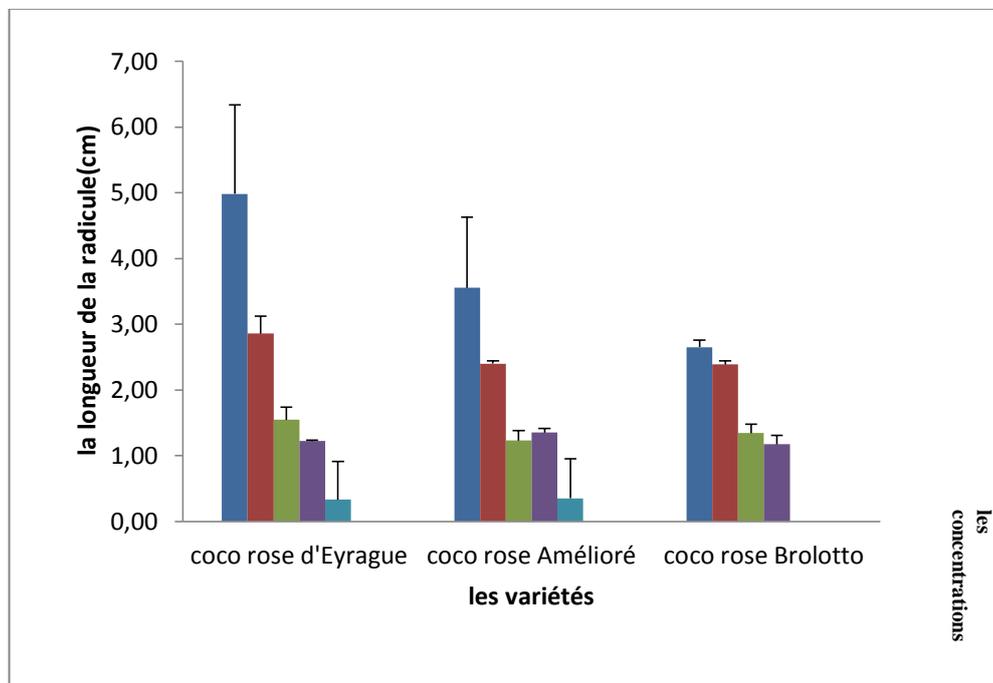


Figure n°15 : longueur de la racine principale (cm) pour les différentes variétés soumises au stress salin

2.3. Le poids frais des parties souterraines et aériennes

Les résultats relatifs à ce paramètre montrent que la biomasse de la partie aérienne et souterraine est influencée négativement par la présence du sel dans le milieu.

Une diminution du poids frais de la partie souterraine (Fig : 16) a été enregistrée chez les deux variétés en augmentant la concentration du sel dans le milieu. Cette diminution est plus observée chez la variété coco rose d'Eyrague comparativement à la variété coco rose Amélioré qui semble être moins sensible (pour ce paramètre) notamment aux concentrations 25mM et 50mM qui enregistrent des valeurs moyennes de 1,68g et 1,59g respectivement (témoin : 1,70g).

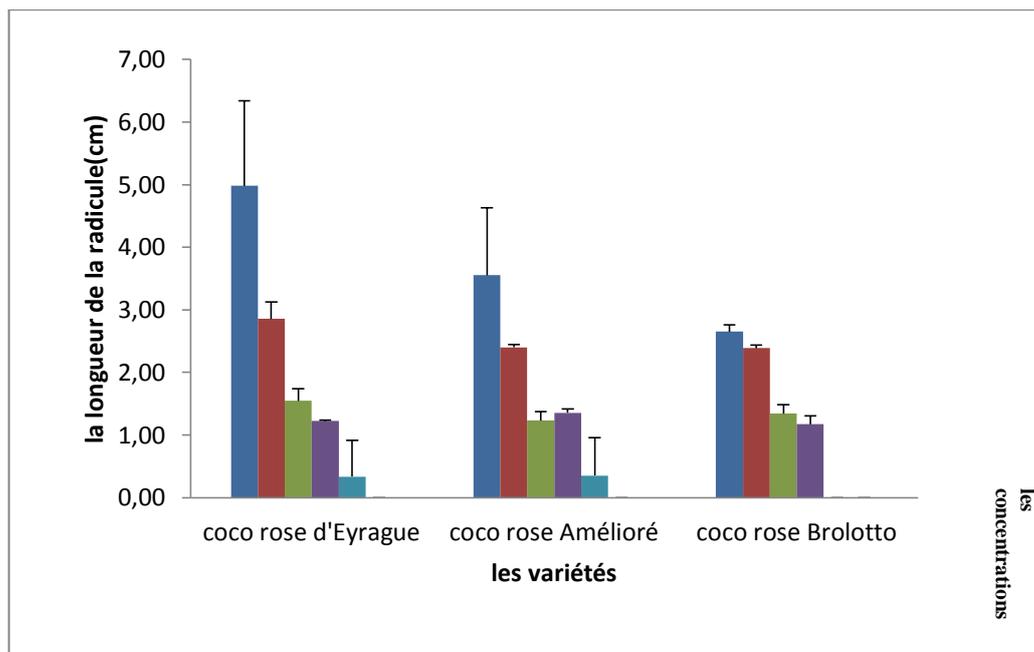


Figure n° 16 : Le poids frais de la partie souterraine (g) des différentes variétés de Haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

Les résultats concernant le poids frais de la partie aérienne (Fig : 17) ont notés également une diminution dans les valeurs moyennes enregistrés aux différentes concentrations comparativement avec le témoin.

Aboumeriem et al. (2013) ont signalés dans une étude récentes sur l'effet du stress salin sur la croissance, la nodulation et la nutrition minérale de la légumineuse arbustive *Medicago arborea* montrent que le stress salin provoque une réduction de la biomasse aérienne et racinaire respectivement.

L'analyse statistique des résultats a montré que qu'il y a des différences significatives entre les concentrations et les variétés, et entre l'interaction concentrations X variétés. (Annexe P,Q).

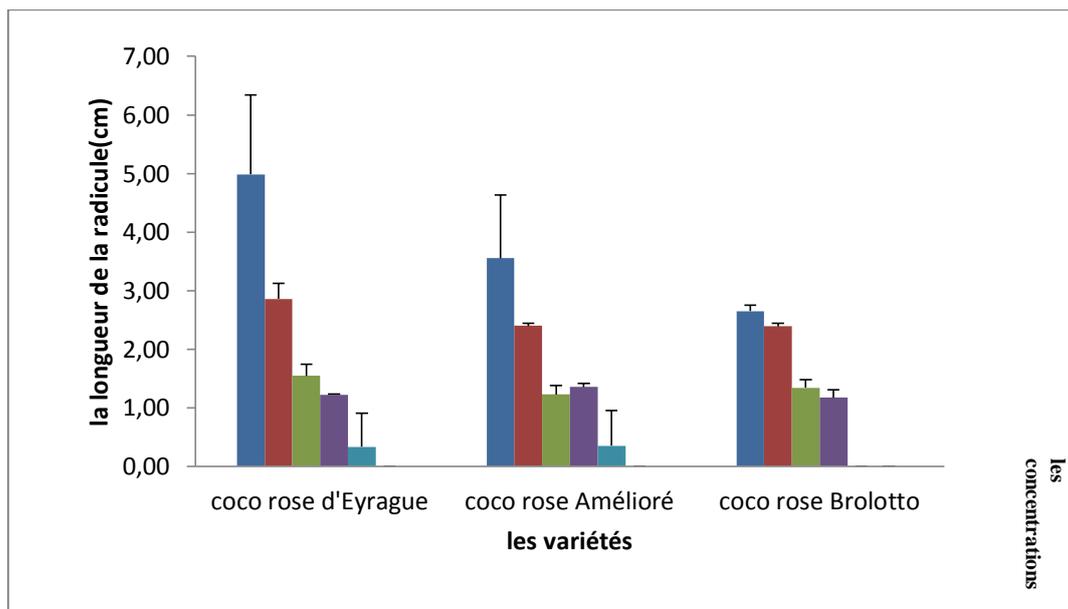


Figure n°17 : Le poids frais de la partie aérienne (g) des différentes variétés de Haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

2.4. Le poids sec de partie souterraine et aérienne

Les figures 18, 19 montrent que le poids sec des parties souterraine et aérienne a été affecté également par la salinité, une diminution de la matière sèche des deux parties a été notée pour les deux variétés étudiées.

Une diminution du poids sec de la partie aérienne, à été enregistré chez la variété coco rose Amélioré en augmentant la concentration du NaCl dans le milieu comparativement avec la variété coco rose d'Eyrague, cette diminution est plus importante aux concentrations élevées du NaCl (100mM) en comparaison avec le témoin.

Pour le poid sec de la partie souterraine, les résultats relatifs à ce paramètre montrent que la variété coco rose d'Eyrague est plus affectée par le stress salin que la variété coco rose Amélioré.

Chartzoulakis et Klapaki (2000) ont montrés que le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines.

L'analyse statistique des résultats a montré des différences significatives entre les variétés et les concentrations, et entre l'interaction concentration X variétés. (Annexe R, S)

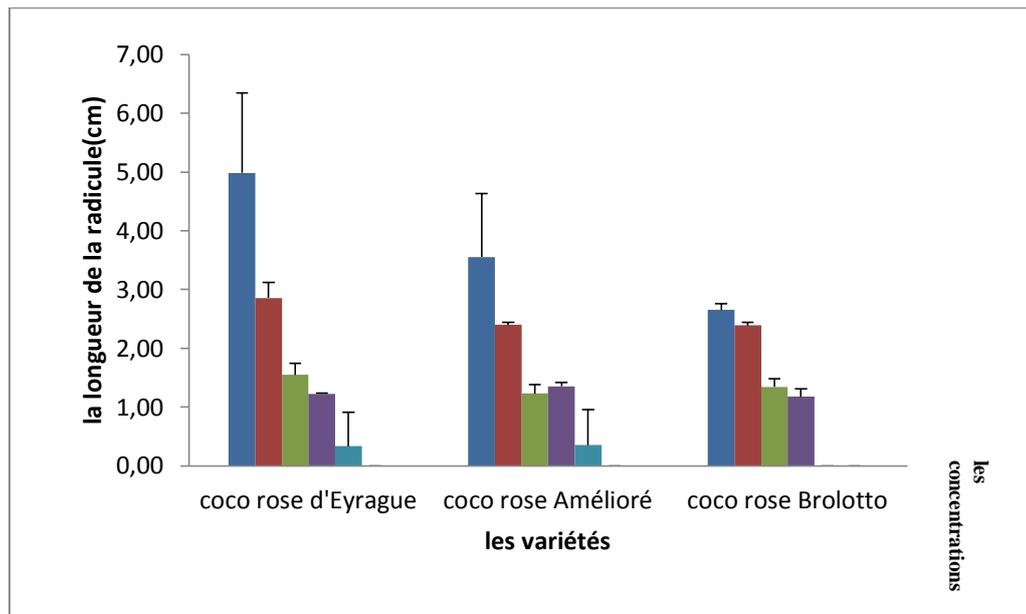


Figure n°18 : Le poids sec de la partie aérienne (g) pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

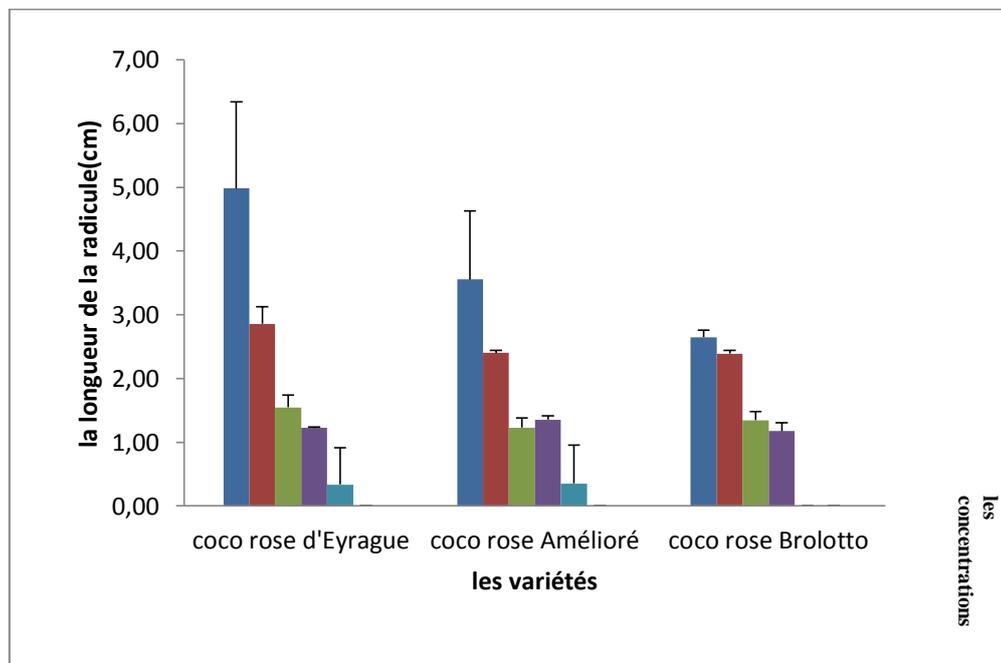


Figure n°19 : Le poids sec de la partie souterraine (g) pour les différentes variétés de Haricot soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

Conclusion

Dans notre présent travail nous avons essayé de contribuer à l'étude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés de Haricot.

Les résultats obtenus pour les différentes variétés soumises aux différentes concentrations de NaCl ont montré une réponse négative au stress salin, pour les différents paramètres étudiés.

Une diminution du taux germination, la longueur de la radicule et la longueur de la tigelle a été enregistré pour les graines soumises à des concentrations élevées de NaCl et ce pour l'ensemble des variétés.

La hauteur des plantes, la longueur de la racine principale et les poids frais et secs des parties aériennes et souterraines ont été également affectés par la salinité, l'impact du stress salin était plus important pour les concentrations élevées et ce pour l'ensemble des variétés étudiées.

A partir des résultats obtenus, nous avons remarqué une légère augmentation a été noté pour quelques paramètres aux concentrations faibles du NaCl tel que la longueur de la tigelle chez les variétés coco rose d'Eyrague et coco rose Brolotto pour la concentration 25mM.

L'analyse générale de ces résultats permet de dire que les différentes variétés de Haricot qui font l'objet de cette étude ont montré une sensibilité vis-à-vis des concentrations du NaCl utilisées. Cependant la variété coco rose Amélioré semble plus sensible que les autres variétés. Pour laquelle le taux de germination est diminuée considérablement à partir de la concentration 50mM en comparaison avec les deux autres variétés en générale, les résultats de ce travail ne peuvent être que des résultats préliminaires qui nous permettent en aucun de déterminer le niveau de tolérance à la salinité des variétés étudiées.

Ce travail doit être complété par des études portées sur plusieurs variétés en testant un grand nombre de paramètres physiologiques et biochimiques (dosage des ions, dosage de la chlorophylle).

Références bibliographiques

Aboumeriem I., Ismaili M., Nassiri L., Benmessaoud B., Lahrach Z., Ibijben J. 2013 : Effet du stress salin sur la croissance, la nodulation et la nutrition minérale de la légumineuse arbustive *Medicago arborea*. ScienceLib Editions Mersenne : Volume 5, N ° 130703

Antipolis S., 2003: Les cahiers du plan bleu 2. Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens Etude bibliographique. 71 P.

Ashraf M., Foolad M. R. (2007): Role of glycine betaine and protein in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*. 59. P 206-216.

Asloun H., 1990: Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicon esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis: 24- 32.

Aydin A., Tusan M., Sezen Y. (1997): Effect of sodium salt on growth and nutrient uptake of spinach (*Spinacea oleracea*) and bean (*Phaseolus vulgaris*).

Baba Sidi Kaci S., 2010 : Effet du stress salin sur quelques paramètres phénologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'*Atriplex* en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire de magister en gestion des agrosystèmes sahariens, Université Kasdi Merbah Ouargla : 133P.

Benzellat benmohamed 2012 : Contribution à l'amélioration des rendements des plantes cultivées en sols salés. Mémoire de magister en sciences agronomiques, Université Boubaker Belkaid, Tlemcen : 170P.

Bouziid S., 2010 : Étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysiological de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolus vulgaris* L. Mémoire de magister en biologie végétale, Université Mentouri Constantine : P 178.

Bidai Y., 2001: Le métabolisme de la praline chez l'*Atriplex halimus* L. stressée à la salinité. Mémoire de magister en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran : 69-71.

Calvet R., 2003: Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole, 511 P.

Chaibi Cossentini W., 1995: Etude physiologique ultra structurale et cyto enzymologique de l'effet du chlorure de sodium chez *Medicago sativa* L. (cultivar de Gabes). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences de Tunis, 224 P.

Cherbuy B., 1991: Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique. Cemagraf, école. Nat. Renne, 170 P.

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

Cheverry C., 1995: Comportement des plantes en milieu salé compte rendu de l'ACAD d'ARGRIC De France. Action n° 04. Revu. Bimestrielle. Vol.81 (2) : 42-46.

Chretien D., 1992: La résistance au sel chez le jojoba (*Simmondsia chinensis* LS), croissance et modification du contenu lipoprotéique de calcs cultivés en présence d'une teneur élevé en NaCl. Thèse doct. Univ. Paris VI, 144 P.

Dajoz, 1982: Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée Ed. Gauthier- Villers paris. 503 P.

Debez A., Chaibi W., Bouzid S., 2001: Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. Cahiers d'Etudes et de Recherches Francophones/Agricultures, Vol. 10, No. 2: 135- 138

Denden M., Bettaieb T., Sahli A., Mathlouthi M. (2005): Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales. Tropicultura. Vol. 23 N°4, pp220-226.

Duchaufour P H., 1983: Pédologie : sol, végétation, environnement. Ed Masson. Paris, 350 P.

Dutuit P., Pourrat Y., Dutuit J M., 1994: La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sécheresse, Vol. 5, N°. 1: 23- 31.

Gama P. B. S., Inanaga S., Tanaka K., Nakazawa R. (2007): Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (2), pp. 079-088

Girard P., Prost J., Bassereau P., 2005: Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94, 088102: 60-64.

Hamdy A., Lieth H., MezherE Z., 1995: Halophyte performanace under high salinity levelsian overview saline irrigation, halophyte production and utilization. roject. N° IG. 18. CT.96.55: 20-58.

Hamza M., 1980: Réponse des végétaux à la salinité. Physiol., Vég. 18 (1): 69-81.

Hopkins W G., 2003: Physiologie végétale. 2éme édition. De Boeck, Bruscelles: 61-476.

Jones H G., Flowers T J., Jones M B., 1989: Plants under stress. Cambridge, Cambridge University Press.

Jouadi W ., Hamrouni L., Souayeh N., Khouja ML., 2013 : Etude de la germination des graines d'Acacia tortilis sous différentes contraintes abiotiques. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement.Vol14

Khadri M., Pliego L. Soussi M., Lluch C., Ocana A. (2001) : Ammonium assimilation and ureide metabolism in common bean (*Phaseolus vulgaris*) nodules under salt stress. Agronomy. 21, 635-643.

Lachiheb K., Neffati M., ZID E., 2004: Aptitudes germinatives de certaines graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. *Options Méditerranéennes*. 62: 89-93.

Laclerc J C., 1999: Ecophysiologie végétale. Publication de l'université SAINT ETIENNE : 188-235.

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

Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995: Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agricultures*.4 (4): 263-273.

Madani D., 2008 : Relation entre

Mainassara Z., Bouaziz S., Boulbaba L'T., Mohamed H., 2009 : Paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2009 **13**(1), 113-119

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

Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R., 2008: Botanique Biologie et physiologie végétales.2^{ème} édition.Maloine.p: 49-51.

Morsli B. (2007): Étude de l'intrusion marine et de ses répercussions sur la dégradation des sols : cas des zones côtières d'Alger Est. *Actes des JSIRAUF*

Munns R., Husain S., Rivelli A.R., James R.A., Condon A.G.T, Lindsay M. P., Lagudah E.S., Schachtman D.P., Hare R. A. (2002): Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. *Plant and Soil* 247: 93–105.

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

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

Renard S., Goffork J.P., Frankinet. (2007): Optimisation de l'efficacité de l'azote dans les rotations intégrant les cultures de légumes industriels en Hesbaye. Les dossiers de la recherche agricoles.

Snoussi S., Halitim A., Valles V. (2004): Absorption hydrique en milieu salin chez la tomate et le haricot. Cahiers Agricultures. Vol.13, N° 3, 283-287

Szablocs I., 1994 : Soils and salinization. In: Pessarakli, M. (Ed.), Handbook of Plant and Crop Stress. Marcel Dekker, New York: 3-11.

Tremblun G., 2000 : Comportement auto-écologique de *Halopeplis amplexicaulis*: plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. Sécheresse.11 (2): 109-116.

Wang Y., Nil N. (2000): Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 75, 623–627.