hGGREPUBLIQUE **ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire

Présenté pour obtenir le diplôme de **Master**

En biologie

Spécialité:

Écologie et protection de l'environnement

Par:

Aribi - Aicha

Mousbah - Malika

Thème

Influence du prétraitement des graines sur la germination, l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, soumise au stress salin.

Soutenue publiquement le: 14/06/2017., Devant le jury composé de:

M^{r} BELHADJ Hichem,	MAA :	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Président
M^{me} MECELEM Dalila	MCA:	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Examinateur
Mr LICIR Mourad	MAB:	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Examinateur
Mme NABI Fahima	MAA:	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Encadreur

Année universitaire : 2016/2017

Remerciements

En premier lieu, nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir accordé le courage et la force de mener à bien ce modeste travail.

Le présent travail a été réalisé au niveau du Laboratoire de Biologie de la Faculté des Sciences de l'Université Dr YAHIA FARES de Médéa, sous la direction de ***Mme Fahima NABI****, Enseignante à l'Université de Médéa.*

Au terme de cette étude, nos reconnaissances respectueuses vont d'abord à ***Mme Fahima NABI****, pour avoir accepté de nous encadrer ainsi que pour ses précieux conseils et orientations, sa disponibilité, sa gentillesse, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour notre travail.*

Nous adressons aussi nos vifs remerciements à tous les membres du Jury :

> ***M^{r} Belhadj Hichem****, Enseignant à l'Université de Médéa, qu'il nous a prodigué durant la graduation et post graduation et qui, malgré ses multiples occupations, nous fait l'honneur de présider ce jury. Qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.*
>
> *Nous sommes également honorés de compter parmi les membres de jury,* ***M^{me} Mecelem Dalila****, enseignante à l'université de Médéa, qui a accepté la lourde tâche d'examinateur malgré ses nombreuses activités. Qu'elle trouve ici notre profond respect et gratitude****.***
>
> *Que* ***Mr Licir Mourad****, enseignant à l'Université de Médéa, qui a eu l'amabilité d'examiner ce travail en participant au jury, soit vivement remercié pour toutes les critiques constructives qu'il ne manquera pas d'apporter. Qu'il trouve ici notre profonde gratitude. Et pour son aide précieuse, pendant l'expérimentation et les analyses au laboratoire.*

Nos sincères remerciements vont aussi à ***Mr Chaouch Abdrezzak****, enseignant à l'université de Médéa pour*our leurs précieuses orientations.

Nous remercions très vivement la direction de l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles de Satawali, qui a mis à notre disposition les graines de niébé qui ont servies pour ce travail. Nous remercions également tout le personnel de la direction des services agricoles de Médéa, en particulier ***Mme Boumssoud, Mlle hanaa*** *; le personnel de la Direction de l'Environnement, Direction des forêts ; Office National de Météorologie et l'Agence Nationale des Ressources Hydriques.*

Nous tenons à exprimer notre gratitude et notre profonde reconnaissance à tous nos enseignants de l'université Dr YAHIA FARES de Médéa.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail,

*A l'àme de mon regrette et défunt pére « **BOUDISSA** », à ma trés chére méré « **Khedidja** », les deux ont donné tant de peines et de sacrificies pour nous instruire.*

Aux tous ceux qui soutenu et encouragé dans les moments les plus difficiles et le plus endolori, à mes chère frères « Saïd, Mohamad, Ahmad », à mes sœurs, «Djawida, Bouchra, Fatima, Eldja, Fatiha, Mansora »

à mes oncles « Abed Kader, Amer »,

A ma promotrice « Madame. Nabi Fahima »

A la fruits de la famille ''Rahaf, Faysal, Khloud, Hayat, Morad, Youcef, Akram, Firyal, Adam, Khadidja ''

À mes chers amies et collègues « Tefaha, Sabah, Messouda, Djamila Ilham, Ahlam, Assia, Cherifa, Soaad, Hamida, Rachda, Siham, Madiha, Fatiha».

A ma camarade, ma binôme « Aicha ».

A toute mes Enseignants et collègues de « Ecologie et Protection de l'Environnement ».

À tous je dédie ce modeste travail.



Malika

Dédicace

A mes parents ABED AL MALEK ,DHAHBIA qui m'ont entouré par leurs amours et leur tendresse, qui m'ont aidé, soutenu, encouragé et qui vivent, mes ambitions, mes rêves, mes joies et mon bonheur, et aussi je dédie ce mémoire A:

Mon oncle ARIBI OMER

Tante Massaouda

Mes frères et sœurs

IKRAM ,RACHIDE ,SEHAIB,FATIM ZEHRA ,MEHAMED

Mes cousins et cousines

mon marié AMER

Aux familles Aribi, Ouanegi

Ma binôme Mousbah Malika

A ma promotrice « Madame. Nabi Fahima ».

Tous mes amis TEFAHA ,DJAMILA ,SOUAD, AHLAM, LILLA, DHAHBIA, SOUMIYA, CHARIFA,

et qui m'ont aidé et soutenu de près ou loin.

ARIBI

Table de Matières

Synthèse Bibliographique

Introduction

Chapitre I : *Vigna unguiculata L.* Walp

I. Généralités

I.1. Origine génétique et répartition géographique ….....……..…3

a. répartition de niébé dans le monde.....3

b. répartition de niébé en Algérie.....4

I.1.1. Cracteristique botanique

a. Clasification.....……..……...5

b. Description botanique.....5

I.1.2. Caracteristique phénologique

a. Germination .....…….....…….....…..……..…..6

b. Croissance. …….……...…….....……..…7

c. Floraison.....7

d. Mode de reproduction et pollinisation. ……..……...……..……..…...7

e. Maturation et récolte.....7

f. Le rendement.....8

I.1.3. Caracteristique biologique

a. Exigences édaphiques.....8

b. Exigences climatiques.....8

c. Exigences en culture.....8

I.2. Utilisations et importance du niébé

a. Importance économique ……..…….....….....9

b. Importance alimentaire …….....……...……..…10

c. Importance agronomique..……...…….....….10

I.3. Système de culture intégrant le niébé.....……..……...……...…..11

I.4. Maladies et ravageurs.....……...……..……..11

Chapitre II : Salinité

I. Généralités

II.1. Définition de la salinité ……...…….……12

II.2. Origines et causes de la salinité ……....…….……....12

II.2.1. Salinisation primaire ……..…...…….……12

II.2.2. Salinisation secondaire .…….…….....13

II.3.Principaux sels soluble…….....13

II.4. Sols salés en Algérie…….…… ..…..……..……...13

II.5. Effets de la salinité sur les plantes.....14

II.5.1. Effets de stress sur la germination…….……..…….....14

II.5.2. Effets de stress salin sur la croissance et développement.....15

II.5.3. Effets du stress salin sur le statut hydrique de la plante ……..…....…….....15

a. Effet sur l'absorption…….…….....……15

b. Effets sur la transpiration ……....…….....……..16

II.5.4. Effets du stress salin sur la photosynthèse……..…….....16

II.5.5. Effets du stress salin sur la nutrition de la plante…….....…….....16

II.5.6. Effets du stress salin sur le rendement…….……...……..17

II.6. Mécanismes de tolérance des plantes au stress salin…….……..…….17

II.6.1. Mécanismes d'adaptations morphologiques

a. Diminution de la croissance végétative……...…….....……..17

b. Fermeture des stomates ……...…….……...…….....……18

II.6.2. Mécanismes d'adaptation physiologiques et biochimiques

a. Ajustement osmotique ….....…….....…….……...19

b. Accumulation de la proline …….....…….……..19

II.7. Tolérance par exclusion …….....……...……....…21

II.8. Tolérance par inclusion …… ……...…….…...21

II.9. Niébé et stress salin……...…….....…….....21

II.10. Méthodes d'amélioration de la performance de la performance de plante

II.10.1. Définition du *priming*……22

II.10.2. Les Méthodes de l'amorçage des graines……22

a. Hydropriming……22

b. Osmopriming……22

c. Halopriming ……22

d. Hormone priming……23

II.10.3. Changements physiologiques, biochimiques et moléculaires……23

II.10.4. Influence de quelques agents d'amorçage sur tolérance au stress salin dans les Graines amorcées……24

II.10.5. Niébé et l'amorçage……24

Partie Expérimentale

Chapitre I: Matériel et Méthodes

I. Première expérience : Effet des différentes méthodes d'amorçage des graines sur la germination de deux populations de niébé soumises au stress salin

I.1. Matériel végétal……25

I.2. Méthode d'étude ……26

I.2.1. Amorçage des graines……26

I.2.2. Préparation des solutions salines pour l'application du stress……27

I.2.3. Protocole expérimental au laboratoire……27

I.3. Paramètres étudiés ……28

II. Deuxième expérience : Effet du *priming* sur l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* (L.) Walp, soumise sous stress salin

II.1. Amorçage des graines……30

II.2. Préparation des solutions salines pour l'application du stress……30

II.3. Dispositif expérimental ……30

II.4. Conduite de l'essai……31

II.4.1.Préparation du substrat ……31

II.4.2. Semis…….....…….....32

II.4.3. Détermination des besoins en eau de la plante…….....…..... 33

II.4.4. Application du stress salin…….....33

II.4.5. Paramètres étudiés…….....….....33

II.5. Analyse statistique …….....35

Chapitre II: Résultats et Discussion

❖ Résultats

I. Première expérience

I.1. Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur la germination sous stress salin

I.1.1. Effet de l'amorçage des graines sur l'évolution du pourcentage de germination....40

I.1.2. Effet de l'amorçage des graines sur le pourcentage final de germination, la vitesse de germination…….....…….....44

I.2. Effet de l'amorçage des graines sur la précocité de croissance …….....47

I.2.1. Effet sur la longueur des Radicule……..…….…….….....47

I.2.2. Effet sur la Longueur des Hypocotyle……...….....48

I.2.3.Effet sur la Longueur des Epicotyle…….....….....52

I.2.4. Effet sur la Longueur totale…….....…….....52

I.2.5. Effet sur l'Indice de vigueur des plantules…….....54

I.2.6. Effet sur le poids frais et le poids sec des plantules…….....55

II. Deuxième expérience

II.1. Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur l'émergence et la croissance sous stress salin…….....56

II.1.1. Effet sur le pourcentage final d'émergence et le taux d'émergence……..…56

II.1.2. Effet sur le taux de survie…….....…….....58

II.1.3. Effets sur la longueur des épicotyleses, longueur des hypocotyles et la hauteur totale des plantules…….…..….....59

II.1.4. Effet sur le poids frais des Radicules, des tiges, des feuilles et le poids total des plantules…….. 61

II.1.5. Effet sur le poids sec des Radicules, des tiges, des feuilles et le poids total des plantules…..…….....…….....……...63

II.1.6. Effet sur Indice de tolérance des plantules .....……65

❖ Discussion

I. Première expérience : Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur la germination et la croissance précoce de niébé sous stress salin.....…….....…… 67

II. Deuxième expérience : Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur l'émergence et la croissance de niébé sous stress salin…….....……72

❖ **Conclusion**……...……74

❖ **Recommandations**……...……76

❖ **Références Bébliographique**

❖ **Annexes**

LISTE DES ABREVIATIONS

ABA : l'acide abscissique

AFLP : Polymorphisme de longueur des fragments d'amplification

APX : les ascorbate peroxydases

A.E.P : Apport en Eau Potable

Ca SO_4 : sulfate de calcium

Ca^{++} : le calcium

Cl^- : le chlorure

CO_3^- : carbonate

CAT : les catalases

DHAR : Deshydroascorbate Réductase

dS : décisiemens

F.A.O : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

GR : Glutathion Réductase

GPX : Glutathion Peroxydase

Gi : grains immatures

Gm : graines mûrs

HCO_3^- : les bicarbonates

ITCMI : l'Institut Technique des Cultures Maraîchères et Industrielles.

ha : hectares

I V P : indice de vigueur des plantes

K+ : Potassium

Mn^{2+} : Manganèse

$Mg\ Cl_2$: chlorure de magnésium

Mg^{++} : le magnésium

$MgSO_4$: Sulfate de magnésium

MDHAR : Monohydroascorbate Réductase

NO_3^- : Nitrate

NO^-_3N: Nitrate Nitrogen

$NaSO_4$: sulfate de sodium

Na Cl : Chlorure de sodium

$NaCO_3$: carbonate de sodium

$Na_2\ SO_4$: Sulfate de sodium

$Na\ HCO_3$: Bicarbonate de sodium

N_2 : Azote

NPK 15-15-15 : engrais ternaire, complexe granulé

Na^+ : sodium

p : phosphure

PO_4^{-2} : phosphate

P5C : l'acide 5 carboxylique 1 proline

P : Pluviosité

pH : Le potentiel hydrogène

ROS: Espèces actives de l'oxygène

SO_4^{2-} : Sulfate

$SO4^-$: sulfate

SOD: superoxyde dismutase

SAU : surface agriculture utilisé

T^o : température

t : tonne

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Valeur nutritionnelle de 100 g de la partie comestible des grains mûrs (Gm) et immatures (Gi) et des extrémités de tiges feuillées de *Vigna unguiculata* (L.) Walps……..10

Tableau 02 : Les différentes maladies, insectes et des plantes parasites de *Vigna unguiculata* (L.) Wal…….....11

Tableau 03 : Caractéristiques agro morphologiques des populations de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiées et leurs localisations géographiques……26

Tableau 04: les facteurs qui comprend par chaque répétition de premier essai……..28

Tableau 05 : les facteurs qui comprend par chaque répétition du deuxième essai……31

Tableau 06 : Résultats d'analyse physico-chimique du sol……32

Tableau 07 : Effet des différentes méthodes de priming sur le pourcentage de germination de deux populations (P7 et P17) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl…40

Tableau 08: Effet des différentes méthodes de priming sur le pourcentage final de germination de deux populations (P7 et P17) soumises à différentes concentrations de NaCl……....43

Tableau 09: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, génotypes de ‘*'Vigna unguiculata* Walps'' et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (pourcentage final de germination (PFG), vitesse de germination (VG)……46

Tableau 10 : Effet des différentes méthodes de *priming* sur la longueur des hypocotyles, des épicotyles, des Radicules et totale de deux populations (P7 et P17) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl.....50

Tableau 11 : Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, génotypes de ‘*'Vigna unguiculata* Walps'' et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres de croissances…….51

Tableau 12: Effet des différentes méthodes de *priming* sur le poids frais et sec de deux populations (P7 et P17) soumises à différentes concentrations de NaCl……..55

Tableau 13: Effet des différentes méthodes de *priming* sur le pourcentage final et le taux d'émergence de la population P17 soumises à différentes concentrations de NaCl……....56

Tableau 14 : Effet des différentes méthodes de *priming* sur le taux de survie de la population P17 soumises à différentes concentrations de NaCl ……58

Tableau 15 : Effet du *priming* sur la hauteur des épicotyles, hypocotyles et hauteur totale des plantules de la population de *Vigna unguiculata.* Walps soumise aux strass salin…….60

Tableau 16 : Effet du priming sur le poids frais des Radicules, des tiges, des feuilles et le poids Totale des plantules de la population de *Vigna unguiculata.* Walps soumise aux strass salin...62

Tableau 17 : Effet du *priming* sur le poids sec des Radicules, des tiges, des feuilles et le poids Totale des plantules de la population de *Vigna unguiculata.* Walps soumise aux strass salin.....64

Tableau 18 : Effet des différentes méthodes de *priming* sur l'indice de tolérance de la population P17 soumises à différentes concentrations de NaCl ……65

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Morphologie d'un plant de *Vigna unguiculata* (L.).....06

Figure 02: photo générale des graines de deux populations de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiées.....25

Figure 03: Essai de germination des deux populations de niébé étudiées.....27

Figure 04 : Le dispositif expérimental en bloc randomisation total.....30

Figure 05 : Semis des graines de niébé étudiées.....32

Figure 06: Vitesse de germination des deux populations de *Vigna unguiculata* Walps conduites sous différentes concentrations salines et différentes situations d'amorçage durant 7 jours.....45

Résumé

Influence du prétraitement des graines sur la germination, l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, soumise au stress salin.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'amorçage des graines sur la germination, l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* soumises sous stress salin. Pour le premier essai de germination, les graines de deux populations P7 et P17, originaires respectivement de la Kabylie (Tizi Ouzou) et du Sahara (Adrar) ont subi différents types de *priming* : l'*Hydropriming* et l'*halopriming* par le NaCl, $CaSO_4$ ou $CaCl_2$ à même concentration molaire (80 mM) durant quatre heures, en plus du témoin qui n'pas subit l'amorçage. Ces graines sont mises à germer dans des boites de pétri à différentes concentrations de NaCl (0, 85 mM et 175 mM) pendant 07 jours. Le deuxième essai au stade émergence et croissance, les graines de la population p17 ont subi un prétraitement par le NaCl 80 mM durant 3h ou 6 h, et soumises dès le semis au stress salin, par l'irrigation par différentes dose de NaCl (temoin non salé, 85 mM, 175 mM) pendant 13 jours. Les performances germinatives et d'émergence ainsi que les paramètres de croissance sont mesurées pour chaque traitement.

Les résultats obtenus montrent que la salinité à partir de 170 mM, réduit, la vitesse de germination, l'évolution du pourcentage de germination, le pourcentage final de germination des populations étudiées, chez les graines non amorcées et les graines qui ont subi l'amorçage. Dans ces mêmes conditions, la salinité affecte tous les paramètres de croissance précoce (longueur des radicules, longueur des épicotyles, longueur des hypocotyles, longueur total, poids frais et poids sec total) et l'indice de vigueur des plantules. La population P17 est tolérante à la salinité par rapport à la population P7. Le sel (170 mM de NaCl) réduit significativement le taux d'émergence, le pourcentage final d'émergence, le taux de survie et les paramètres de croissances (longueur des hypocotyles, épicotyles, hauteur total du plant, poids sec et poids frais des différentes parties des plantules et le poids total) de la population P17.L'amorçage des graines améliore significativement la germination, l'émergence et la croissance du niébé en conditions favorables et en conditions stressantes. Les graines amorcées ont une germination et une émergence plus rapide et synchronisées, des pourcentages finaux de germination et d'émergence élevés significativement par rapport aux graines non amorcées. Nous avons noté une nette amélioration de tous les paramètres de croissances, sous l'effet de l'amorçage en conditions favorables et en conditions stressantes.

Parmi les types d'amorçage utilisés, nous avons également démontré que l'*hydropriming*, l'*halopriming* par le NaCl ou le $CaSO_4$ offre les meilleures résultats. L'amorçage par le NaCl durant 6 h est meilleur par rapport à l'amorçage par le NaCl pendant 3 h. L'effet améliorateur de l'amorçage est plus prononcé chez la population P17. Nos résultats suggèrent que ces méthodes d'amorçage des graines, pourraient représenter des méthodes très efficaces pour l'amélioration de la production du niébé et en particulier dans des conditions salines défavorables, notamment le Sahara algérien. Nous recommandons l'utilisation de la population P17, dans ces zones, et de l'introduire dans les programmes de sélection pour la tolérance du niébé au stress salin.

Mots-clés : *Vigna unguiculata*, amorçage, *hydropriming*, NaCl, $CaSO_4$, $CaCl_2$, stress salin, germination, émergence, croissance.

Abstract

Influence of seed pretreatment on the germination, emergence and growth of *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, subjected to salt stress.

The objective of this work is to study the effect of the seed priming on germination, the emergence and the growth of *Vigna unguiculata* under saline stress. For the first test of germination, seeds of two populations P7 and P17, original respectively of the Kabylie (Tizi Ouzou) and of the Sahara (Adrar) are submitted to different types of priming: Hydropriming and the halopriming by NaCl, CaSO4 or CaCl2 to same molar concentration (80 mM) during four hours, in addition of the control without priming. These seeds are put to germinate in Petri dishes to different concentrations of NaCl (0, 85 Mm and 175 mM) during 07 days. The second test at the stage emergence and growth, seeds of population P17 are submitted to a pretreatment by the NaCl 80 mM during 3hours or 6 hours, and submitted at the start of the experiment to the saline stress, by the irrigation by different dose of NaCl (control, 85 mM NaCl, 175 mMNaCl) during 13 days. Traits of germination and emergence as well as parameters of growth are measured for every treatment.

The results show that the salt concentration 170 mM, reduced, the speed of germination, the evolution of the germination percentage, the final percentage of germination of the studied populations, of non-priming seeds and priming seeds. In these same conditions the salt stress affects all parameters of growth (length of radicules, length of épicotyles, length of hypocotyles, length total, fresh weight and total dry weight) and the seedling vigor index. The P17 population is tolerant to salt stress compared with the P7 population. Salt (170 Mm of NaCl) reduced significantly the emergence rate, the final emergence percentage, the rate of survival and parameters of growth (length of hypocotyles, épicotyle, height total of the plantation, dry weight and fresh weight of the different parts of seedling and the total weight) of the P17 population.

The priming of seeds improves significantly germination, the emergence and the growth of Cowpea under favorable conditions and in stress conditions. The primed seeds have a faster and synchronized germination and emergence, final percentages of germination and emergence higher significantly compared to non-priming seeds. We noted a clear improvement of all growth parameters, under the effect of the priming in favorable conditions and in stress conditions.

Among types of priming used we demonstrated also that the hydropriming, the halopriming by the NaCl or the CaSO4 offers the best results. The priming by the NaCl during 6 h is better compared to the priming by the NaCl during 3 h. Effect ameliorator of the priming is pronounced more at the P17 population. Our results suggest that these methods of seed priming could represent some very efficient methods for the improvement of the production of the niébé and in particular in the unfavorable saline conditions, notably the Algerian Sahara. We recommend the use of the P17 population, in these zones, and to introduce him in breeding programs for the tolerance of the niébé to saline stress.

Keywords: *Vigna unguiculata*, priming, hydropriming, NaCl, CaSO4, CaCl2, saline stress, germination, emergence, growth, saline stress.

ملخص

تأثير المعالجة الاولية للبذور على انتاش ونمو الفاصوليا نوع *Vigna unguiculata* L المحلية المزروعة تحت الضغط الملحي

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير المعالجة الاولية للبذور على انتاش ونمو اصناف مختلفة من الفاصوليا المحلية المزروعة تحت الضغط الملحي، وذلك من خلال تجربتين مختلفتين، بالنسبة للتجربة الاولى تطرقنا فيها الى دراسة انتاش صنفيين **P7** و**P17** من ***Vigna unguiculata* L** المأخوذتين من منطقة القبائل(تيزي وزو) و الصحراء (ادرار) على التوالي التي عرضة لمعالجات اولية مختلفة ***Halopriming*s، *Hydropriming*** بواسطة **$NaCl, CaSO_4, CaCl_2$** في نفس التركيز المولي **80 mM** خلال اربع ساعات بالإضافة الى الحصة الشاهدة من البذور غير معالجة اوليا كل هذه البذور انتشت داخل علب بتري في تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم **NaCl** (**85mM, 175Mm,0mM**) خلال 7 ايام ,فيما يخص التجربة الثانية درسنا بروز و نمو بذور فصيلة واحدة **P17** المعالجة اوليا بكلوريد الصوديوم **80mM** خلال 3و6 ساعات المزروعة ايضا تحت ضغط ملحي وذلك بسقيها بتراكيز مختلفة من **NaCl** (**175mM ,80mM,0mM**) خلال 13 يوما ،مع العلم ان تطور الانتاش والبروز وايضا النمو تم قياسها في مختلف المعالجات الملحية و الاولية.

النتائج المتحصل عليها تبرهن ان ابتداء من التركيز **170mM** سجلنا تناقص في سرعة الانتاش ،تطور نسبة الانتاش والنسبة النهائية للإنتاش للفصيلتين المدروستين ،ولاحظنا انه عند البذور الشاهدة و البذور المعالجة اوليا في نفس الشروط .الملوحة اثرت على كل مظاهر النمو المبكر (طول الجذير، طول تحت الفلقتين، طول فوق الفلقتين والطول الكلي بالإضافة الى الوزن الرطب والجاف ومؤشر البقاء للنبتة، الفصيلة **P17** تميزت بمقاومة للملوحة مقارنتا بالفصيلة **P7**.

التركيز **175 mM** من كلوريد الصوديوم ينقص بدلالة شدة البروز و النسبة النهائية للبروز ونسبة البقاء وحتي مظاهر النمو المدروسة (طول فوق الفلقتين ،طول تحت الفلقتين ،طول الجذير والطول الكلي والوزن الرطب والجاف لمختلف الاجزاء و الكلي للنبتات من الفصيلة **P17**.

المعالجة الاولية سمحت بتحسين كل مظاهر الانتاش ، البروز وحتي النمو وذلك في كل الظروف الملحية و غير ملحية حيث ان البذور المعالجة اوليا تميزت خلال الدراسة بإنتاش وبروز سريعين ،بنسبة نهائية للإنتاش وللبروز مرتفع مقارنتا بالبذور غير معالجة اوليا ،حيث سجلنا تحسن ملحوظ في جميع مظاهر النمو تحت تأثير المعالجة الاولية في الشروط الملحية و غير الملحية . فيما يخص انواع المعالجة الاولية فقد برهنت نتائجنا ان ***Halopriming*s، *Hydropriming*** بواسطة **$NaCl, CaSO_4$** سجلت احسن نتائج مقارنة بالبقية وذلك حسب نتائج التجربة الاولى، اما فيما يخص التجربة الثانية فان احسن نتيجة سجلت تحت المعالجة الاولية بكلوريد الصوديوم مدة 6 ساعات مقارنة بالمعالجة الاولية لمدة 3 ساعات، والتأثير الإيجابي للمعالجة الاولية في تحسين مقاومة الملوحة خلال الانتاش و النمو يظهر جليا عند فصائل الفاصولية المحلية و خاصة الفصيلة **P17**.ونتائجنا اظهر اهمية تقنية المعالجة الاولية التي تعتبر تقنية فعالة في انتقاء الفصائل المنتجة وخاصة في تحسين مقاومة الملحية للفصائل المحلية للفاصوليا خاصة **P17** حتى في الظروف الملحية الصعبة والتي تميز الصحراء الجزائرية ولذك ينصح باستعمالها من طرف الفلاحين الجزائريين.

الكلمات المفتاحية :

***Vigna unguiculata*، البروز، *hydropriming*، $NaCl, CaSO_4, CaCl_2$، الضغط الملحي ،الانتاش ،المعالجة الاولية ، النمو**

Introduction

Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walpers, est l'une des principales légumineuses alimentaires et fourragères en Afrique[1]. Très résistante au climat semi-aride et aride, sa culture est répartie dans toutes les zones tropicales, subtropicales et dans le bassin méditerranéen[2],. Elle est présente dans divers systèmes de production, parmi les plus marginaux, allant des zones irriguées, pluviales aux zones marginales avec un sol pauvre et un climat aride, comme c'est le cas du Sahara Algérien[3]. Dans de nombreux pays tropicaux, le niébé fournit plus de la moitié des protéines consommées et joue un rôle clé dans l'alimentation des populations autochtones. Les graines de niébé possèdent une grande valeur nutritive[4]. En Algérie, le niébé (*Vigna unguiculata*) est communément appelé, *Lubia kabyle* en Kabylie, *Tadelaght* dans les oasis du Sud ou *Lubia arebi* dans la région d'El Kala. Il est traditionnellement cultivé et consommé dans certaines régions telles que la Kabylie, la zone Est de la wilaya d'El Taref et les oasis du Sahara où la salinité constitue des facteurs limitant.

La salinité est un sérieux problème pour l'agriculture dans le monde et particulièrement dans les régions arides et semis arides[5]. D'après DROUHIN[6], l'Algérie est un pays de sels. Par ailleurs ASHRAF *et al*.[7] notent qu'en Algérie la salinisation secondaire suite à l'irrigation avec des eaux minéralisées a entraîné une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués notamment en milieu saharien. La salinité affecte la germination, l'émergence, la croissance et le rendement des plantes[8]. L'approche biotique pour résoudre ce problème se base sur la gestion, l'exploitation ou le développement de plantes capables de se développer sur des sols affectés par le sel[5].

L'amorçage des semences est l'une des stratégies biologiques par laquelle la tolérance à la salinité des cultures peut être augmentée[9]. L'amorçage (*priming*) des graines est l'une des méthodes physiologiques qui améliore les performances des semences et permet une germination[10] une émergence plus rapide et synchronisée[11]., un meilleur établissement et croissance en conditions de stress abiotiques tels que la sècheresse et la salinité[12] Au cours de l'amorçage, les semences sont hydratées partiellement à un niveau d'humidité suffisant pour permettre le déroulement des processus métaboliques prégerminatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la radicule[13]. Ainsi, la graine peut revenir à son état initial déshydraté sans

que l'embryon ne subisse de dommages[14] dans la défense des plantes au stress, l'amorçage est un processus physiologique qui permet de moduler les activités métaboliques de la germination lors de l'exposition au stress, et prépare la plante pour défendre rapidement et efficacement contre le stress[15]**.** Beaucoup d'études ont montré, chez différentes espèces, que la tolérance au sel des plantes peut être améliorée en traitant les semences avec de l'eau ou des solutions de sels inorganiques ou organiques avant le semis[9; 16 ;17 ;18]**.**

Selon SADEGHI et ROBATI [19] il existe différentes méthodes d'amorçage des graines, parmi lesquelles, l'*hydropriming* (imbiber avec de l'eau), et l' *halopriming* (trempage dans des solutions de sels : $CaCl_2$, $CaSO_4$, KCl, KNO_3 ou NaCl, etc.). Le prétraitement des graines par le NaCl améliore efficacement les performances germinatives de *Nigella sativa* soumise au stress salin GHOLAMI *et al.* [9]**,** KAYA *et al*. [16] ont démont que l'*Hydropriming* améliore significativement la germination et la croissance de *Helianthus annuus* L. soumise sous stress salin. Dans le cas de *Triticum aestivum* L., AFZAL *et al*. [17] signalent que, l'*halopriming* par le $CaSO_4$ et le $CaCl_2$ améliorent la germination et la croissance en conditions de stress salin.

Les objectifs de la présente étude est d'examine les possibilités d'atténuer l'effet du stress salin, et d'augmenter la tolérance au sel de cette espèce par le traitement des semences avec l'*hydroprimin*g ou avec l'*halopriming* (NaCl, CaSO4 ou CaCl2), étant donné qu'en général, les effets de l'amorçage sur les performances du niébé sous stress salin sont très peu etudiées, et que en Algérie, probablement aucune étude n'a été effectué pour illustrer les effets de l'amorçage sur les populations locales de niébé soumises aux stress salin.

Alors Quel est l'effet de la salinité sur *Vigna unguiculata*? L'amorçage des graines de niébé par le NaCl améliore il sa tolérance au stress salin ?

La progression de cette étude comporte trois parties, la première présente une synthèse bibliographique concernant l'espèce étudiée, une synthèse sur le stress salin et sur l'amorçage des graines. La deuxième, concerne le matériel et méthodes expérimentales utilisées. La troisième partie concerne la présentation des résultats et leurs discussion.

Chapitre I : *Vigna unguiculata* L. Walp

I. Généralités

I.1. Origine et répartition géographique

Selon BRINK et BELAY[20], *Vigna unguiculata* L. Walp est originaire d'Afrique, où l'on trouve une grande diversité génétique chez le type sauvage sur tout le continent. L'Afrique australe étant la plus riche, il a été introduit à Madagascar ; mais c'est en Afrique de l'ouest que l'on trouve la plus grande diversité génétique de niébé cultivé[21].

L'origine précise de la culture du niébé a été un sujet de spéculations et de discussions depuis de nombreuses années. BOUDOIN et MARECGAL[22] ont proposé l'Afrique de l'Est et du Sud comme centre de diversité primaire, et l'Afrique de l'ouest et central comme centre de diversité secondaire.

D'après les études de FARIS[23] qui se sont reposées sur une description cytologique et morphologique des formes sauvages et cultivées du niébé, montrent que l'Afrique de l'Ouest et plus probablement le Nigeria est le centre d'origine du niébé, le centre de domestication de la plante reste encore incertain et plusieurs hypothèses sont formulées en fonction des auteurs. Certains auteurs ont proposé l'Afrique de l'ouest comme le centre de domestication[24;25].

PASQUET[26] considère le nord-est de l'Afrique comme un éventuel centre de domestication du niébé. Cette hypothèse est également partagée par COULIPALY[27] en se basant sur les données des marqueurs moléculaires AFLP et montrent que la diversité génétique est plus grande chez les formes spontanées originaires de l'Est de l'Afrique que chez celles de l'Ouest. Selon VERDERDORGHT et BAUDOIN[28] le niébé est originaire de l'Afrique où il a été domestiqué au Néolithique. Sa diffusion vers l'Asie, en parallèle avec celle du sorgho.

a. Répartition de Niébé dans le Monde

Dans le monde, la superficie annuelle cultivée du niébé s'élève à plus de 12,5 millions d'hectares, dont 9,8 millions sont réalisés en Afrique de l'Ouest qui est la plus grande zone de production et de consommation du niébé dans le monde. Sa production annuelle mondiale varie entre 3,1 et 3,3 millions de tonnes de graines sèches dont plus de 64% sont produits en Afrique[29].

b. Répartition de Niébé en Algérie

Le niébé *(Vigna unguiculata* L. Walps.*)* est une de ces espèces qui présente une grande diversité génétique en Algérie, Il a été introduit depuis fort longtemps dans le pays mais n'a jamais été cultivé à très grande échelle. La présence de formes cultivées du niébé en Algérie a été signalée pour la première fois par certains auteurs [30].

En Algérie, des écotypes de niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.) ont été maintenus dans les régions les plus reculées (montagnes de Kabylie, oasis du Sahara, le littoral d'El Kala), cette espèce est utilisée dans l'art culinaire traditionnel de certaines régions où on lui attribue parfois des vertus thérapeutiques, elle n'est plus cultivée que sur des superficies très restreintes, relevant souvent du jardinage ; ce qui peut causer à long terme son extinction et par conséquent sa disparition totale. Les fermiers pratiquant la culture traditionnelle du niébé, que ce soit par choix ou par nécessité, ont conservé et développé cette ressource en préservant les écotypes locaux et le savoir-faire local associé[31].

Ces formes cultivées sont également citées par TRABUT[32] dans son répertoire des noms indigènes des plantes sous le nom berbère de *Tadelaght. AMOUN et ECHIKH* [33] entreprirent la première étude biosystématique des formes cultivées. Un premier travail de collecte d'échantillons de graines des cultivars traditionnels du niébé a eu lieu en 1996 par une équipe de chercheurs du Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides (CRSTRA, Algérie), dans deux régions différentes en Algérie : les oasis du Touat (sud-ouest) et les montagnes de la Kabylie dans le nord de l'Algérie[34]. Enfin, ECHIKH[3] a présenté une étude iso-enzymatique des formes cultivées de *Vigna unguiculata* collectées dans les montagnes de Kabylie au nord et les oasis du Touat au sud.

I.1.1. Cracteristique botanique

a. Classification

L'espèce *Vigna unguiculata* L Walp contient 22 chromosomes (2n=22), le genre *Vigna* est relativement hétérogène[35].

❖ **Systématique**

PROST[36], CHUNG *et al*.[37] ont classés *V. unguiculata* comme suit :

Règne : *Végétal*

Embranchement : *Phanérogames (Spermaphytes)*

Sous embranchement : *Angiospermes*

Classe : *Dicotylédones*

Sous classe : *Dialypétales*

Ordre : *Légumineux (Fabales)*

Famille : *Légumineuses (Fabacées)*

Sous famille : *Papilionacées*

Tribu : *Phasage*

Genre : *Vigna*

Espèce : *Vigna unguiculata (L.) Walps.*

b. Description botanique

Le *V. unguiculata* est une plante annuelle, autogame, herbacée, à port variable, à tige érigée, rampante, volubile, à croissance déterminée ou indéterminée. Elle peut atteindre 60 cm de hauteur[38] (Figure 01).

Les feuilles de niébé sont toujours pétiolées stipulées, généralement ayant une dimension de 15-165x8-90 mm[39]**.** Les deux premières feuilles sont opposées, sessiles et entières, tandis que les autres feuilles sont alternatives, pétiolées et trifoliées[40]**. Les fleurs** ont une structure papilionacée, bractéole, lancéolée ou large-oblong, le calice de forme tubulaire fait entre 2 à 55 mm, la corolle mauve, rose, blanc ou bleuté. Les pédicellés sont courts de 1-3 mm[20]**. Les gousses** sont de taille variable 13-30 cm, elles sont droites à linéaire-oblong, rectangulaires, cylindriques, aplaties, ou légèrement incurvés, plus ou moins comprimées avec une extrémité aigue[21]**.**

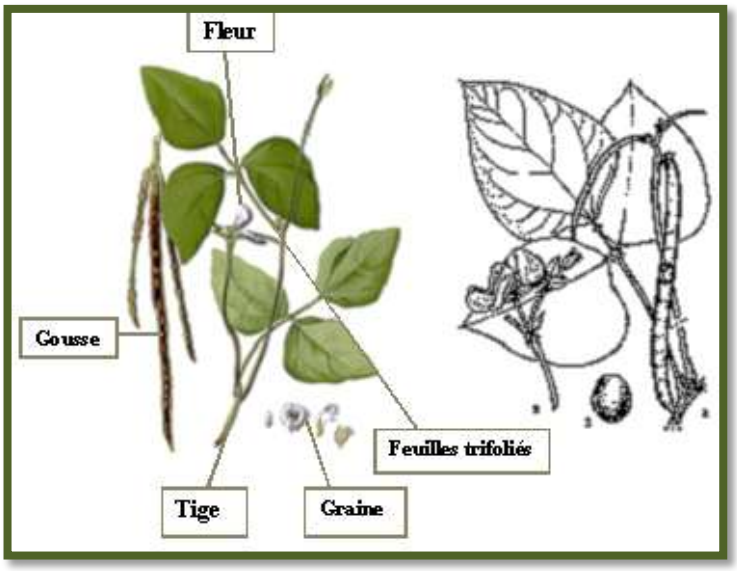


Figure 01 : Morphologie d'un plant de *Vigna unguiculata* (L.) [40]**.**

Les graines sont ovoïdes, réniformes et sensiblement plus petites que celles des haricots verts, peu ridées, on trouve 8 à 20 graines par gousse[41]. Sont de couleur est variable (généralement blanches) et muni d'une tache noire ‹‹œil›› autour du hile[42]**. Le système racinaire** est généralement bien développé, ce qui permet à la plante de suivre la nappe phréatique. Les racines portent des nodules qui contiennent les bactéries fixatrices d'azote[39]**.**

I.1.2. Caracteristique phénologique

Vigna unguiculata est une plante annuelle herbacée ou vivace, grimpante, rampante ou plus ou moins érigée des saisons estivales cultivée comme annuelle, exigeant une température minimale de croissance de 18°C pendant tout le stade végétatif, avec une température croissante

optimale environ 28°C pendant le stade gousse[40]. Le niébé ne tolère pas le gel et des températures supérieures à 35°C provoquent la chute des fleurs et des gousses[20].

a. Germination

La germination du niébé est épigée. Les deux premières feuilles vraies sont opposées, sessiles, entières, tandis que le reste des feuilles sont alternes, pétiolées, et trifoliées. La structure de la plante varie selon le génotype, la température de croissance, et la photopériode (La germination du niébé prend jours 3-5 à 22°C)[20].

b. Croissance

Les réserves contenues dans les cotylédons assurent la croissance vigoureuse de la plantule[43]. Après la formation des nodules, la plante se nourrit des éléments minéraux et azotés, T° optimale (25°) avec une alimentation hydrique suffisante[44]. Le niébé est une plante à journées courtes, certaines approches montrent que les stades végétatifs et floraisons sont influencés par la photopériode[21]. Les génotypes précoces, peuvent arriver à maturité en 60 jours, la sénescence débute 1.5-2 mois après le semis et la plante meurt au bout de 3-4 mois ; alors que les génotypes tardifs ont besoin de plus de 150 jours pour arriver à maturité, et parfois jusqu'à 240 jours pour que les dernières gousses mûrissent[40].

c. Floraison

Elle passe par trois stades : l'invocation, l'initiation et la différentiation, avec l'influence de certains paramètres comme la photopériode[45]. L'inflorescence est axillaire et formée d'un pédoncule portant les fleurs, ont entre 7-20 fleurs[21]. Pouvant atteindre 35 cm de long, les fleurs sont groupées près du sommet[20]. La fleur a structures papilionacées, bractéoles, lancéolées ou large-oblong, le calice de forme tubulaire fait entre 2 à 55 mm, la corolle mauve, rose, blanc ou bleuté[39].

d. Mode de reproduction et pollinisation

Sa température optimale est comprise entre 20°C et 22°C. Une température très élevée (40°C) fait tomber les jeunes gousses[20]. Le niébé est une plante autogame[46].

e. Maturation et récolte

Elles débutent lorsque les gousses jaunissent et commencent à se dessécher. Les premiers fruits formés sont plus gros que les tardifs[45].

f. Rendement

D'après les statistiques de la SANADOGE[47] la production mondiale de grains secs de niébé en 1999–2003 s'élevait à environ 3,6 millions de t/an sur 9,5 millions d'ha. D'autres sources donnent même des productions plus élevées : plus de 4,5 millions de t/an sur 14 millions d'ha. Selon FAO[48], Les principaux pays producteurs étant le Nigeria (2,9 millions tonnes sur 4,3 millions d'ha) et le Niger (1,3 millions de tonnes sur 5,2 millions d'ha). Au Burkina Faso, la culture se pratique généralement en association avec les céréales et de plus en plus en culture pure surtout au nord[49]. La production du niébé en 2007 était estimée à plus de 400 000 tonne[50].

I.1.3. Caracteristique biologique

a. Exigences édaphiques

Le niébé peut se cultiver sur plusieurs types de sols dont le pH est de 5,5–6,5(–7,5), à condition qu'ils soient bien drainés[51]. Réussit à fixer l'azote dans des sols possédants moins de 2% de matière organique et plus de 80% de sable[51].Il est modérément sensible à la salinité, mais montre une tolérance plus importante aux stades plus avancés de la croissance[20].

b. Exigences climatiques

Le niébé peut être cultivé en conditions pluviales, sous irrigation ou avec l'humidité résiduelle du sol le long des fleuves, ou dans les plaines lacustres en saison sèche, pourvu que les températures diurnes sont de 25–35 ºC, les températures nocturnes ne doivent pas être inférieures à 15ºC, ce qui en limite la culture aux basses et moyennes altitudes. Le niébé ne tolère pas le gel et des températures supérieures à 35ºC provoquent la chute des fleurs et des gousses. Il pousse bien lorsque l'ensoleillement est direct mais il supporte un peu d'ombre[52].

En Afrique subsaharienne, le niébé est généralement planté comme culture pluviale, mais en Asie il dépend parfois de l'eau résiduelle après une culture de riz irrigué. Il tolère la sécheresse et s'adapte bien aux sols sablonneux et pauvres. Toutefois, c'est sur des sols bien drainés, sableux-limoneux à limoneux-argileux, à pH 6 ou 7, qu'il atteint ses meilleurs rendements[52].

C. Exigences en fumure

Le niébé tire de l'air une quantité considérable de ses besoins en azote, et il peut en laisser 75–150 kg/ha dans le sol, qui profiteront à la culture suivante, dans les lieux où le niébé n'avait pas été cultivé depuis un certain temps, une inoculation avec des bactéries fixatrices d'azote s'est

avérée bénéfique[53]. Le niébé a besoin de phosphore pour la nodulation et la croissance des racines[20], dans les sols qui en sont dépourvus, on peut incorporer 25 kg/ha de P pour aider la croissance de la plante. Sur les sols qui manquent de potassium, 25 kg/ha de K sont indiqués. Il faut empêcher les mauvaises herbes d'envahir le niébé pendant les stades précoces de croissance [53].

I.2. Utilisations et importance du niébé

Le niébé est une légumineuse herbacée tropicale. Sa culture présente des retombées économiques, nutritionnelles et agronomiques considérables.

a. Importance économique

les graines du niébé alimentent les échanges économiques au niveau régional et sous régional et elles sont produites pour la consommation domestique, et les surplus sont vendus sur les marchés locaux[54]. Au Nigeria il est utilisé pour ses fibres qui produisent du papier de bonne qualité[20].

La production mondiale pour 2009 est de 5,68 millions de tonnes de graines sèches dont plus de 94 % sont produits en Afrique[47] faisant de cette région la première productrice et consommatrice de niébé dans le monde. Le niébé est une source de devises pour les pays producteurs [55] des quantités importantes de ce produit peuvent être commercialisées ce qui fournit un complément de revenu parfois non négligeable aux populations rurales.

Selon la FAO[47] , Les principaux pays producteurs étant le Nigeria (2,9 millions tonnes sur 4,3 millions d'ha) et le Niger (1,3 millions de tonnes sur 5,2 millions d'ha). La superficie cultivée en 2009 dans le monde s'élève à plus de 11,8 millions d'ha, dont 10 millions sont réalisés en Afrique de l'ouest, qui est la plus grande zone de production et de consommation du niébé dans le monde [56], Malgré sa large utilisation en Afrique, il reste néanmoins marginalisé en Algérie, où sa culture est limitée aux exploitations familiales berbérophones et dans l'oasis saharien (Adrar, El Goléa), il est utilisé dans la cuisine traditionnelle sous forme d'haricot vert ou d'haricots secs, surtout dans le couscous. Le niébé est aussi employé, dans ces mêmes régions, pour ses vertus thérapeutiques[57].

b. Importance alimentaire

Le niébé communément appelé‟ viande des pauvres ”ou „ viande verte ” est un aliment important dans les populations marginales du tiers monde où l'approvisionnement en protéines animales est coûteux[58]. La valeur nutritionnelle des graines est élevée avec en moyenne 23 à 25% de protéines et 50 à 67% d'amidon, Riche en lysine et en tryptophane ainsi qu'en minéraux et vitamines, entre autre l'acide folique[59] (Tableau 01). Ceci permet de compenser en partie le déficit en protéines animales dans les pays tropicaux et en voie de développement[60].

Tableau 1 : Valeur nutritionnelle de 100 g de la partie comestible des grains mûrs (Gm.) et immatures (Gi) et des extrémités de tiges feuillées de *Vigna unguiculata* (L.) Walps

	Eau (g)	Energie (kcal)	Protéines (g)	Lipides (g)	Glucides (g)	Vitamine A (UI)	Ca (mg)	Mg (mg)	P (mg)
Gi	77,2	90	3,0	0,4	18,9	0	126	51	53
Gm	12,0	336	23,5	1,3	60,0	50	110	184	424
Tiges Feuillées	89,8	29	4,1	0,3	4,8	712	63	43	9

Source :[20]

Selon TIMKO *et al*.[21] le niébé joue donc un rôle important dans la subsistance de beaucoup de familles rurales en Afrique, en Amérique latine et en Asie, en procurant les éléments nutritifs déficits chez les céréales. Il est un aliment de base appréciée en l'Afrique car ses feuilles, gousses vertes et graines sèches peuvent être consommées et commercialisée et le fourrage sert d'aliment pour le bétail et d'engrains vert.

c. Importance agronomique

Dans les régions où la fertilité des sols est un facteur limitant, le niébé est également un composant important des systèmes de production agricoles. En raison de son taux élevé de fixation de l'azote[61], et sa symbiose avec les mycorhizes[62], il préserve les réserves naturelles du sol en azote et en phosphore. De nombreuses études confirment que les niveaux d'azote des sols augmentent d'environ 40-80 kg N par ha avec le niébé comme précédent cultural dans une rotation[63].

Les cultivars précoces sont capables de produire des graines en moins de 55 jours après le semis et offrent aux agriculteurs la première source d'aliments avec une récolte précoce par rapport aux autres cultures[64].

En plus de sa contribution dans l'enrichissement du sol en azote, le niébé intervient aussi dans la lutte contre les ennemis des cultures qui lui sont associés. Il a la capacité d'étouffer les adventices et de réduire l'érosion si la culture est bien établie. Il favorise ainsi sa biculture avec plusieurs autres espèces. Il peut être cultivé deux fois par année, et il s'adapte au sol acide et basique[65]. L'intérêt de *V. unguiculata*. (L) Walps réside dans son adaptation à la sécheresse du fait que c'est une variété à cycle très court et à partir sa tolérance aux hautes températures durant le stade végétatif, et elle est caractérisé par une croissance végétative rapide ainsi que son usage multiple comme légume vert (feuilles et gousses) ou secs et fourrage[66].

I.3. Système de culture intégrant le niébé

La culture de niébé basé sur un sol de type sableux à argileux, leur préparation peut se faire manuellement ou à l'aide d'une houe africaine pour le désherbage et le nettoyage du terrain, scarifiage en sol léger ou labour en sol plus lourd, ensuite en utilise la fertilisation par des engrais, et la dernière étape se constitué par la préparation des semences en culture pure de 20 à 25 kg de semences améliorées, en culture associée de 5 à 7 kg et ils sont semis en zone inférieure à 400 mm de mi-juin à la mi-juillet, zone 400 – 600 mm, du début à la mi-juillet, zone supérieure à 600 mm, la deuxième quinzaine de juillet [67].

I.4. Maladies et ravageurs

SINGH et ALLEN[67] ont mentionné les contraintes biotiques qui entravent le développement du niébé. Ces contraintes sont consignées dans le (Tableau 02).

Tableau 2 : Les différentes maladies, insectes et des plantes parasites de *Vigna unguiculata*

Insectes, maladies et plantes	**Nom commun**	**Agent causal**
Insectes	Les aphides les thrips des fleurs	*Aphiscraccivora Megalurothrips* *sjostedti Maruca vitrata*
Maladies cryptogamiques	L'ascochytose Les taches brunes	*Phomaexigua* *Colletotrichum truncatum*
Maladies bactériennes	Le chancre bactérien pustules bactériennes	*Xanthomonas campestris* *Xanthomonas axonopodis*
Maladies virales	la mosaïque du niébé mosaïque jaune du niébé	*Cowpea sever emosaic* *Cowpea yello mosaic*

Chapitre II : Salinité et Développement de la Palnte

II. Généralités

II.1. Définition de la Salinité

La salinité peut être définit comme un processus d'accumulation des sels solubles, qui sont représentés en grande partie par des cations (Na^+, Ca^{+2}, Mg^{+2}, et le K^+), et des anions (Cl^-, SO_4^{-2}, HCO^-_3, CO_3^{-2} et NO_3^-). D'autres sels moins courants et plus toxiques à faibles concentrations sont également à considérer ; ces éléments traces sont le bore, le sélénium, l'arsenic et le molybdène[68; 69].

Dans les régions arides et semi-arides, l'évapotranspiration joue un rôle important dans la pédogenèse des sols salins ; ce processus dépend essentiellement du régime hydrique du sol et des sources de sel. Lorsque le climat est chaud et sec, entrainés par les eaux capillaires suivant le flux d'évaporation, les sels sont accumules en surface[70].

II.2. Origines et causes de la salinité

II.2.1. Salinisation primaire

D'après MERMOUD[71] près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire».

La salinisation d'un milieu implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle dénommée la salinité primaire[71]. Les sels solubles peuvent provenir soit de l'altération des roches contenant des minéraux sodiques potassiques et magnésiques[72]. L'origine des sels peut se trouver dans 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[73].

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, de la dynamique des eaux[74].

II.2.2. Salinisation secondaire

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de «secondaires»[75]. La salinisation secondaire, résultat d'activités agricoles sur un sol déjà formé, est corollaire de l'irrigation, à la fois conséquence de la quantité d'eau apportée, de sa qualité (nature et concentration des sels) de la texture des sols et du climat, dans les aires de grande irrigation s'ajoute l'inadéquation du réseau de drainage des eaux usées souvent insuffisant par sa densité, par la profondeur des drains, par sa pente et son mauvais état[74].

L'extension de l'agriculture en irriguée et l'utilisation intense des ressources en eau dans un pays soumis à un climat chaud et sec entraînent inévitablement l'apparition du problème de salinité des sols et des eaux[74].

II.3. Principaux sels solubles

Les sels proviennent de la combinaison des bases (cations) et des acides (anions), parmi ces sels, ce sont surtout le NaCl, Na_2 SO_4, Na HCO_3, Ca SO_4, Mg SO_4, Mg Cl_2 que l'on rencontre dans les sols salifères[72;73]. Tous les ions peuvent participer à la salinisation ; en pratique certains sont susceptibles de s'accumuler et d'être à l'origine d'une salinité excessive des terres. En effet, ce sont le sodium (Na^+), le calcium (Ca^{++}), le magnésium (Mg^{++}), ainsi que le chlorure (Cl^-), le sulfate (SO_4^-), le carbonate (CO_3^-) et les bicarbonates (HCO_3^-)[77].

II.4. Sols salés en Algérie

Les sols salins couvrent 954,8 millions d'hectare dans le monde, en l'Afrique, près de 4 millions/ha sont affectés par la salinisation, soit près de 2% de la surface totale[78].En Algérie, plus de 20% des sols irrigués sont concernés par des problèmes de salinité[79]. Les sols salins se rencontrent dans les basses plaines et vallées d'Oranie, vallée de la Mina, près de Relizane par exemple, sur les hautes plaines au Sud de Sétif et de Constantine, aux bords de certains chotts comme le Chott Melghir. Ils ont aussi une grande extension dans les régions Sahariennes au Sud de Biskra jusqu'à Touggourt, Ouargla au-delà[80].

II.5. Effets de la salinité sur les plantes

Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique, ionique ou toxique[81]:

- **Le stress 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[82].
- **Le stress ionique :** ce composant supplémentaire de stress salin est attribuable au rapport $(K^+)/(Na^+)$ échangeable et la concentrations du (Na^+) qui sont néfastes aux plantes. La toxicité du Na^+ ionique peut être manifestée dans l'apoplaste cellulaire dû à son déplacement de/ou substitution pour le (Ca^{2+}), comme ils ont un rayon ionique semblable de 0.097 nm et 0.099 nm pour (Na^+) et (Ca^{2+}) respectivement[83]. Cela résulte en une interruption de fonctions du (Ca^{2+}) dans l'apoplaste cellulaire aussi, fortes et constantes concentrations physiologiques de (K^+) (100-200 mM) avec concentrations basses de (Na^+) 1 à 30 mM est exigé dans le cytoplasme pour les processus cytoplasmiques normaux[84].
- **Le stress toxique :** est lié 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[82].

II.5.1. Effets de stress sur la germination

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée[85]. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée [82]. Bien que les halophytes possèdent une teneur très élevée en sel dans leurs tissus au stade adulte, leurs graines ne sont pas aussi tolérantes au sel au stade germination[86]. Le stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades[87].

Des travaux faits 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[88]. La réduction du potentiel osmotique de la solution du sol empêche l'imbibition de la

graine suite à une diminution des activités enzymatiques et une forte absorption de Na^+ par rapport à K^+[88].

II.5.2. Effets de stress salin sur la croissance et développement

Le stress salin est le principal facteur limitant la croissance des plantes[89] et représente une contrainte majeure qui affecte son développement[90]. Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui rendent compte du milieu de la tolérance ou de sensibilité des plates au sel[91].

Parmi les modifications morphologiques des plantes sous stress salin, il y a : une faible ramification, une diminution de la longueur et du diamètre, du poids sec des tiges, racines avec un raccourcissement de l'entre-nœud et une diminution du nombre de nœuds, une réduction du nombre de feuilles[92] et de la surface foliaire. Par exemple, chez le tournesol soumis à une concentration de 100 mM de NaCl. BRUN[93] a constaté que la croissance est ralentie pour les feuilles, alors que les racines ont une augmentation de croissante. D'après HARNADEZ[94], ce ralentissement de la croissance peut résulter de plusieurs facteurs à savoir : La perte de turgescence des cellules résultant du stress osmotique induit par les solutions externes; l'accumulation excessive d'électrolytes créant une toxicité pour les cellules.

II.5.3. Effets du stress salin sur le statut hydrique de la plante

a. Effet sur l'absorption

Lors d'un stress salin, les plantes déclenchant un transport excessif de Na^+ et Cl^- des racines vers les feuilles qui s'accompagne également d'une réduction de la absorption et du transport de cations et d'anions comme les PO_4^{-2}, K^+,Ca^{2+},Mg^{2+}, Mn^{2+},NO_3^- et SO_4^{2-}[95]. Le Na^+ peut déplacer le Ca^{2+} liée à la surface externe de la membrane de cellule racinaire en déstabilisent la membrane ; la perméabilité membranaire aux ions sodium augmente[96]. Cependant, ZIDAN *et al*.[97] montrent qui il n'y a pas d'interaction entre le Ca^{2+} et le Na^+ chez les cellules des racines de maïs. D'autre part, en conditions salines, l'addition de Ca^{2+} dans le milieu peut rétablir l'absorption et le transport dans la plante du NO_3^- et du PO_4^{2-}[98].

b. Effets sur la transpiration

Le stress salin induit des changements au niveau du statut hydrique de la plante[99]. Il diminue la transpiration[100] et l'absorption hydrique par les racines[101]. Des modifications anatomiques apparaissent au niveau des différents organes lors d'un stress salin pour des concentrations élevées en sel dans la solution nutritive, la succulence des cellules foliaires augmente, se traduit par une augmentation de l'épaisseur des feuilles[102].

II.5.4. Effets du stress salin sur la photosynthèse

Selon OMAMI[70], la diminution de la photosynthèse via la salinité est attribuée à de nombreux facteurs :

- **Déshydratation des membranes cellulaires :** la réduction du potentielle hydrique, cause un stress osmotique qui irréversiblement inactive le transport d'électrons au cours de la photosynthèse, via le rétrécissement de l'espace intercellulaire.
- **Toxicité par les sels en particulier par le Na^+ et le Cl^- :** le Cl^- inhibe la photosynthèse, à travers l'inhibition de NO^-_3 N qui est significativement réduit au cours du stress salin ; la réduction du NO^-_3N est combiné au stress osmotique, peut expliquer l'effet inhibiteur de la salinité.
- **Réduction de CO_2 :** à cause de la fermeture des stomates, ce qui résulte de la restriction de l'accessibilité de CO_2 pour les réactions de carboxylation.

II.5.5. Effets du stress salin sur la nutrition de la plante

Selon GRATTAN et GRIEVE[103] une baisse d'activité ionique et un extrême rapport de Na^+/Ca^{+2}, Na^+/K^+, Ca^{+2}/Mg^{+2} et Cl^-/NO_3^- sont observés, le désordre nutritionnel peut se développer et la croissance des plantes peut se réduire. Une concentration élevée de NaCl crée une compétition entre les ions comme Ca^{2+}, k^+, P, N_2 puis il y'a une décroissance des concentrations des ions Ca^{+2}, K^+, Mg^{+2}. La salinisation réduit l'accumulation de N chez les plantes, le Cl^- est accompagné par une diminution de la concentration des nitrates NO_3^- plus que le SO_4^{--}, il y a une réduction des concentrations de NO_3^- dans les feuilles.

II.5.6. Effets du stress salin sur le rendement

Selon MANCHANDA et GARD[106], la réduction du rendement en grain *Vigna unguiculata*, en présence de la contrainte saline est liée à la réduction de l'approvisionnement des graines en photosynthèse et protéines dû à la diminution de la matière sèche, la taille des 79 tiges et la surface foliaire. Le tout accompagné d'un dessèchement des grains dû au stress hydrique provoqué par les stress salin[107]. La réduction du nombre de gousses et de graines a induit la régression significative du poids de 100 graines et du poids de 100 gousses[104].

II.6. Mécanismes de tolérance des plantes au stress salin

La sensibilité des végétaux au stress salin est fonction de l'espèce, da la variété, du stade de croissance et des factures pédoclimatiques[3]. La tolérance des plantes à la salinité est la faculté des cultures à résister aux effets excessifs des sels au niveau de la rhizosphère ; elle est évaluée par l'aptitude des végétaux a survire dans les sols salins[108]. Toutes les plantes ne sont pas égales face au stress salin, suivant leur production de biomasse en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées[109].

- **Halophyte vraies :** dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sel. Ces plantes (*Atriplex* sp. *Salicornia* sp, *Sueda* sp.) présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par la salinité du sol.
- **Halophytes facultatives:** présentent une légère augmentation de biomasse à des teneurs faibles en sels: *Plantago maritima*, *Aster tripolium*.
- **Non halophytes résistants:** supportent de faibles concentrations en sels : *Hordeum* sp.
- **Glycophytes:** sensibles à la présence de sels: *Phaseolus vulgaris.*

II.6.1. Mécanismes d'adaptations morphologiques

a. Diminution de la croissance végétative

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes et la réduction de la croissance de partie aérienne est la première réponse observée des glycophytes à l'augmentation de la salinité au niveau des racines[110].

Selon HAMZA[111], les plantes manifestent des adaptations diverses en présence d'un excès de sel, un allongement faible des organes, un raccourcissement des entres nœuds et une réduction de la surface foliaire. Les différentes parties de la plante ne réagissent pas de la même façon en milieu salin[112].

La concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+}, l'augmentation de la concentration en Na^{+} s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg^{2+}, K^{+}, P, N, Ca^{2+} dans la plante[113]. Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme Ca^{2+} , K^{+}, NO_3^{-} deviennent limitant[114].

BOIS[115], confirme que la réduction de l'absorption des ions (NO_3^{-}) est à l'origine de la diminution de la croissance. La croissance des espèces végétales est ralentie lorsque la concentration saline du milieu externe dépasse 100 mM, et la salinité devient létale à partir de 300 mM[116]. Ainsi, il a été démontré que la cause primaire de la réduction de la croissance de la tige, chez l'orge et chez la tomate[117] sous stress salin, est localisée au niveau des tissus jeunes qui sont encore en voie de croissance et non pas au niveau des tissus âgés ou photosynthétiques.

b. Fermeture des stomates

La salinité entraine une réduction de la capacité des plantes à absorber l'eau, une chute des potentiels hydriques foliaires et osmotiques (déshydratation cellulaire)[118].

Un déficit hydrique est détecté par les racines en contact direct avec les zones desséchées du sol[119]. La synthèse d'ABA (Acide abscissique) au niveau racinaire, induit des augmentations des taux de phospholipides, du calcium et de l'oxyde nitrique (NO)[120]. Ces molécules agissent comme des «seconds messagers» dans les réseaux de signalisation pour la fermeture des stomates[121].

II.6.2. Mécanismes d'adaptation physiologiques et biochimiques

Pour qu'elles puissent absorber l'eau et continuer leurs fonctionnements vitaux, les plantes adoptent plusieurs mécanismes[122], parmi ces mécanismes nous avons :

- Répartition et l'accumulation des ions dans la plante
- Compartimentation vacuolaire

a. Ajustement osmotique

L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique. Celui-ci se manifeste par faire face à l'augmentation des forces de retentions de l'eau dans un sol au cours de dessiccation[122]. L'ajustement osmotique est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence[123]. L'accumulation de ces composés a été mise en évidence chez plusieurs espèces végétales soumises à la contrainte saline[122]. Cette accumulation varie dans de larges proportions suivant l'espèce, le stade de développement et le niveau de la salinité[124].

Les différences d'accumulation de solutés (Acides aminés libres, proline et sucres solubles totaux) entre les plantes témoins et les plantes soumises au stress salin sont très importantes[125].

L'ajustement osmotique apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation aux stress ionique et osmotique qui s'exprime par la capacité d'un végétal à accumuler, au niveau symplasmique et de manière active des ions tels que les K^+ , Na^+ et Cl^- ou des composés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, tréhalose, raffinose) et certains aminoacides (proline, glycine bétaïne, ß-alaninebétaïne, prolinebétaïne)[123].

Ce phénomène permet le maintien de nombreuses fonctions physiologiques (photosynthèse, transpiration et croissance) et peut intervenir à tous les stades de développement du végétal. Il permet une protection des membranes et des systèmes enzymatiques surtout dans les organes jeunes, la proline semblant jouer un rôle dans le maintien des pressions cytosol vacuole et de régulation du pH[126].

b. Accumulation de la proline

Généralement les teneurs en acides aminés (surtout la proline) à l'état libre s'accroissent rapidement chez de nombreuses monocotylédones ou dicotylédones soumises à un stress salin[112]. La proline est l'osmolyte le plus commun parmi les plantes[127] et le plus élevé chez les variétés sensibles de tomate que chez les espèces sauvages quand le stress est maintenu pendant une longue durée. Les jeunes feuilles accumulent plus de proline, elles sont moins chargées en ions que les feuilles basales chargées en ions (Na^+) et (Cl^-)[128].

La proline peut agir comme un agent osmotique dont l'accumulation cytoplasmique permet de neutraliser les effets ioniques et osmotiques de l'accumulation du sel dans la vacuole, en facilitant l'exclusion des sels des sites métaboliques[124]. L'accumulation de la proline, induite par les stress, peut être le résultat de trois processus complémentaires: stimulation de sa synthèse, inhibition de son oxydation et/ou altération de la biosynthèse des protéines. La proline serait synthétisée à partir de l'acide glutamiques via l'acide 5 carboxylique 1 pyrroline (P5C)[124].

- **Accumulation des sucres solubles**

L'accumulation des sucres est aussi un phénomène supplémentaire révélateur de résistance aux conditions de stress salin, surtout par les teneurs élevées en saccharose et en amidon dans les racines et les feuilles[117]. Ils participent dans les réactions métaboliques et agissent comme signaux moléculaires pour la régulation des différents gènes, en particulier ceux qui sont impliqués dans la photosynthèse, dans le métabolisme du saccharose et dans la synthèse des osmolytes[129]. Parmi les sucres identifiés comme étant des composés impliqués dans l'ajustement osmotique, les sucres simples (glucose, fructose...), les sucres alcoolisés (glycérol et inositol) et les sucres complexes (tréhalose, raffinose)[130].

- **Synthèse des antioxydants**

La plante a développé un système de défenses antioxydants (de type enzymatiques et non enzymatiques) afin d'assurer la détoxication et la fixation des (ROS)[118]. Ce système est activé par les fortes concentrations de ces radicaux oxygénés au niveau cellulaire[131]. Il a été démontré que la tolérance au stress salin est corrélée à l'efficacité des machineries des défenses antioxydants en réponse au stress oxydatif chez plusieurs plantes cultivées[132].

Les principales enzymes de détoxication sont le superoxyde dismutase (SOD), les catalases (CAT), les ascorbate peroxydases (APX) et la GR Glutathion Réductase), MDHAR (Monohydroascorbate Réductase), DHAR (Deshydroascorbate Réductase), GPX (Glutathion Peroxydase)[133]. Ces enzymes sont localisées dans différents compartiments du plant[118].

II.7. Tolérance par exclusion

Les plantes *exclued*er sont généralement sensibles à la salinité et sont incapables de contrôler le niveau de Na^+ cytoplasmique. Cet ion est transporté dans le xylème, véhiculé vers les feuilles par le courant de transpiration puis en partie ré-circulé par le phloème pour être ramené vers les

racines, ces espèces sensibles contiennent donc du Na^+ dans les feuilles et un excès dans les racines [134].

II.8. Tolérance par inclusion

Les plantes résistantes au NaCl, accumulant le Na^+ dans les feuilles ou est séquestré soit dans la vacuole de l'épiderme foliaire ou les limbes âges[134]. Le sel est stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermées au sein de la cellule, le sel est aussi isolé dans des constituants cellulaires vitaux, ou excrété par des glandes vers l'extérieur[135].

II.9. Niébé et stress salin

D'après MASS et HOFFMAN[136], le *Vigna* est moyennement tolérant à la salinité. En effet son seuil de tolérance maximal sans perte de rendement est de 4.9 dS/m. SILVA *et al.*[137], ont observé plusieurs réactions du niébé sous stress salin. Elles se manifestent par une réduction de la croissance, une perturbation de l'équilibre hydrique de la plante et une augmentation des teneurs en solutés inorganiques dans différentes parties de la plante, dues à l'accumulation des ions Na+ et Cl^-. MURILLO-AMADOR *et al.*[138] ont montré que la salinité retarde la germination des graines du niébé et réduit le pourcentage de germination. Cependant, ces effets diffèrent selon les génotypes PEREIRA SOUZA *et al.*,[139] confirment que la plante de niébé a des caractéristiques physiologiques qui favorisent le maintien de l'activité photosynthétique lors d'une exposition à court terme à la salinité.

II.10. Méthodes d'amélioration de la performance de plante

L'amorçage améliore la germination des graines, l'émergence des plantules et la croissance sous conditions de stress salin et peut augmenter la tolérance des plantes au sel[140].

II.10.1. Définition du *priming*

La technique la plus fréquente et la plus commune est l'amorçage ou le prétraitement connue sous le nom de « *priming* ». C'est une méthode physiologique qui améliore la production végétale en modulant les activités métaboliques de la germination avant l'émergence de la radicule[141], c'est-à-dire au cours de la phase réversible de la germination. Pendant cette phase, la semence peut être redéshydratée tout en gardant sa capacité de germination[142].

Au cours de l'amorçage, les semences sont hydratées partiellement à un niveau d'humidité suffisant pour permettre le déroulement des processus métaboliques prégerminatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la radicule[141]. Il entraîne la germination partielle des graines en les trempant dans l'eau ou dans une solution de sels pour une période spécifiée de temps, et le déshydrater avant l'émergence de la radicule[143].

Les résultats du *priming* sont influencés par plusieurs facteurs, tel que le potentielle d'eau, la durée de l'amorçage, la température, la vigueur de la graine, l'espèce de la plante ainsi que la composition de la solution et la capacité osmotique[144]. Donc, l'optimisation de la technique d'amorçage est importante accomplir les meilleurs résultats[144].

Selon ESKANDARI[145], il y des plusieurs techniques du prétraitement utilisées et classées selon les agents de la solution. Ceux-ci incluent l'*hydropriming*, l'*osmopriming*, l'*halopriming*, le durcissement, l'humidification et stratification et choc thermique. Les quatre premières approches sont les plus communes pour l'amorçage. Les agents d'amorçage communément utilisés incluent des sels inorganiques tels que le $CaCl_2$, le KNO_3, le $Na\ SO_4$, le NaCl et agents organiques tel que le polyéthylène glycol (PEG)[146].

II.10.2. Méthodes de l'amorçage des graines

a. hydropriming

L'*hydropriming* est la technique d'amorçage la plus simple qui consiste à imbiber les semences avec l'eau distillée puis à les déshydrater avant de les semer[147]. Cette technique est peu couteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être néfastes pour l'environnement et la santé humaine[147].

b. Osmopriming

L'*osmopriming* est le type d'amorçage des semences le plus communément utilisé, qui consiste à faire subir aux graines un prétraitement osmotique seul ou suivi d'une redéshydratation des graines avant l'apparition de la radicule[148]. Cette hydratation contrôlée des semences est réalisée grâce à des agents osmotiques tels que le polyéthylène glycol (PEG), les sels (KNO_3, NaCl, KCl) ou les polyols (mannitol)[149].

c. *Halopriming*

Consiste à tremper les graines dans une solution de sels inorganiques[150]. De nombreuses études ont montré une amélioration considérable dans la germination des graines, l'émergence, la croissance et le rendement des plantes suite à l'*haloprimings* des graines dans les soles affectés par la salinité[143].

d. Hormone priming

Le prétraitement des graines avec des concentrations optimales de régulateurs de croissance peut améliorer efficacement la germination, la croissance et le rendement des récoltes sous les conditions normales et sous conditions de stress[143]. Plusieurs régulateurs de croissance sont utilisés communément pour *l'hormone-priming*, y compris les auxines (IAA, IBA, NAA, les gibbérellines (GA), acide de abscissique, éthylène, l'acide salicylique (SA), et l'acide ascorbique [151].

II.10.3. Changements physiologiques, biochimiques et moléculaires

Le prétraitement des graines stimule le métabolisme de pré germination et fait préparer les graines pour la sortie de la radicule[8]. De plus, il réduit la résistance physique de l'endosperme pendant l'imbibition, répare les membranes et développe les embryons immatures[8]. Par conséquent, les plantes émergent rapidement, ont une meilleure croissance et résistent, aux conditions de stress[152]. Les changements physiologiques, biochimiques, cellulaires et moléculaires incluent, la division cellulaire et l'allongement, la fluidité de la membrane plasmique, et l'induction des transcripteurs de protéines moléculaires de stress (*heat-shock protéines* et *late embryogenèses abundant proteins*) [153], et des changements dans l'activité du système antioxydant[154]. De plus, l'amélioration dans le processus de germination des graines amorcées est liée à une augmentation du potentiel de synthèse des protéines[153].

La tolérance du stress est accomplie via deux stratégies. En premier, l'amorçage des graines induit une activation des processus pré-germinatifs, tel que les métabolismes d'énergie, la mobilisation des réserves, l'expansion de l'embryon et la fragilisation de l'endosperme[155]. Cela facilite le passage de l'état de graines sèches en dormance à un état de germination et mène à une amélioration du potentiel de germination[156]. Deuxièmement, l'amorçage impose un stress abiotique sur les graines qui empêche la sortie de la radicule, mais stimule les réponses au stress, et induit une tolérance croisée[157]. Ces deux stratégies créent un 'mémoire d'amorçage' dans les

graines qui peut être utilisée lors de l'exposition ultérieur au stress et permet une grande tolérance du stress[158].

II.10.4. Influence de quelques agents d'amorçage sur tolérance au stress salin dans les graines amorcées

L'amorçage des graines par les sels inorganiques augmente l'activité de la majorité enzymes impliqués dans la germination des graines et modifie la mobilisation des substances organiques vers différentes parties de l'embryon[159], Chez *Cajanus cajan* (L) par JYOTSNA et SVIRANTAVA[160] les graines traitées avec du KNO_3 ou du $CaC1_2$ montrent généralement, une augmentation des protéines, des acides aminés libres, et des sucres solubles pendant la germination sous stress salin. L'acquisition de la tolérance à la salinité chez le concombre induite par l'amorçage, pourrait être due à l'activation du système antioxydant et de l'accumulation de la proline[161].

NAKAUNE *et al*.,[162] ont trouvé que les effets observés du *Priming* par le NaCl sur la germination de la tomate, sont dus à une augmentation du contenu en gibbérelline, via l'activation du gène de biosynthèse de la gibbérelline, et une augmentation plus tard dans l'expression des gènes impliqués dans l'affaiblissement de l'endosperme. Le *priming* des graines de tournesol avec du NaCl, KCl et du $CaCl_2$ a provoqué une augmentation marquée des teneurs en proline[163].

II.10.5. Niébé et l'amorçage

L'*hydropriming* est une méthode simple et utile pour améliorer le pourcentage et le taux d'émergence du niébé. Ces effets peuvent améliorer l'établissement et la croissance de ce légume[145]. Le prétraitement, aussi bien l'*hydropriming* que l'*osmopriming* des semences de *Vigna unguiculata* permet d'améliorer les performances germinatives, la croissance et le développement des plantes sous des conditions favorables et stressantes[152].

SINGH *et al*.[164], Fabunmi *et al*.[152] ont également observé que l'amorçage améliore les performances et la vigueur du niébé en conditions stressantes et non stressantes. Ceci a été confirmé par MAROUFI *et al*.,[165] qui ont montré que 6h de prétraitement de NaCl représente la durée optimale pour améliorer les performances germinatives de *Vigna unguiculata*. Cette durée est suffisante pour permettre le déroulement des processus métaboliques pré germinatifs.

Chapitre I: Matériel et Méthodes

Dans notre étude, nous avons conduit deux essais au niveau du laboratoire de Biologie de la faculté de Sciences en l'Université Dr. Yahya Farés de Médéa. Le premier, concerne l'effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur les performances germinatives de deux populations (P7 et P17) de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) soumises au stress salin. Pour le deuxième essai, nous avons évalué les effets de différentes méthodes d'amorçage des graines sur l'émergence d'une population (P17) de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) sous stress salin. Les deux populations de niébé P7 et P17 sont originaires respectivement de la Kabylie (Tizi Ouzou) et du Sahara (Adrar), et proviennent de l'Institué Technique de Culture Maraichères et Industriel (I.T.C.M.I).

I. Première expérience : Effet des différentes méthodes d'amorçage des graines sur la germination de deux populations de niébé soumises au stress salin

I.1. Matériel végétal

Notre matériel végétal est constitué de 2 populations de *Vigna unguiculata* (L.) Walps (Figure02) Nous avons utilisé ces graines avec origine géographique différente pour définie la relation entre la tolérance des graines contre la salinité et leurs caractère climatique de leurs origine géographique **COULIBALY [27].**



Figure 02: Aspect des graines de deux populations de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiées.

Les principaux caractères agromorphologiuqes des populations étudiées et leurs localisations géographiques sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 03: Caractéristiques agro morphologiques des populations de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiées et leurs localisations géographiques.

population	**P7**	**P17**
Origine géographique	Tizi Ouzou, Kabylie	Adrar, Sahara
longitude	03°95E	27°49n
latitude	36°54N	27°49n
Altitude (m)	344	279
Type du climat originaire	Climat de type méditerranéen avec un hiver doux, pluvieux et été chaud et sec	Climat désertique avec un hiver froid et un été très chaud et sec
Couleur des graines	Blache a hile noir	Beige brun
Longueur des graines (cm)	0 ,6	0,8
Forme des graines	Rénal	Rhomboïde
Texture des graines	Ride	Lisse
Poids de 100 graines (g)	17 ,271	11,171

I.2. Méthode d'étude

I.2.1. Amorçage des graines

les graines sont amorcé par les étapes suivente :

- Stérilisées des graines dans une solution d'hypochlorite de sodium 5% pendant 5 minutes avant l'expérimentation poure la décontamination des graines, puis rincées trois fois à l'eau distillée.
- Préparation de quater solutions pour le *priming* des graines, dont, trois solutions salines NaCl, $CaSO_4$, $CaCl_2$ de même molarité (80 mM= 4,675 g/l) cette concentration a été choisie sur la base des expériences antérieures qui ont montré que cette concentration ne provoque aucune inhibition de la germination, ces solusion sont préparées en dissolvant la quantité appropriée de NaCl ou $CaSO_4$ ou $CaCl_2$ dans l'eau distillée. Pour s'assurer que les sels sont complètement dissous, nous plaçons les solutions sur un agitateur jusqu'à la dissolution complète et le quatriéme solution pour l'*hydropriming* (l'eau distillé).
- L'imbibition des graines des deux écotypes de *Vigna* (P7 et P17) pendant 4 heure dans les solutions d'amorçage. Les graines non traitées par l'amorçage sont seulement stérilisées (témoin).
- lavées les graines avec de l'eau distillée et étalées sur une serviette en papier pour se déshydrater à l'ombre pendant 48 heures (voir l'annexe 03).

I.2.2. Préparation des solutions salines pour l'application du stress

Le NaCl est généralement le sel soluble prédominant dans nos eaux d'irrigation et dans nos sols affectés par les sels[166]. Ainsi, des concentrations de NaCl croissantes ont été utilisées pour évaluer l'effet du priming sur la germination de niébé sous stress salin. Les concentrations utilisées sont : T0 : 0 mmol.L^{-1} de NaCl (l'eau distillée) ; T1 : 85 mmol.L^{-1} = 4,97 g/l de NaCl T2 : 170 mmol.L^{-1} = 9,94 g/l de NaCl.

Les concentrations ont été choisies selon des travaux antérieurs sur Vigna unguiculata à la base de données établie par MAAS et HOFFMAN [137] et sur les valeurs de la salinité de sole en Algérie DROUHIN [2] DAOUD et HALITIM [3].

I.2.3. Protocole expérimental au laboratoire

Après avoir subi l'amorçage, les graines sont ensuite placées dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre et 1,3 cm d'épaisseur, contenant deux couches de papier filtre, et mises à germer à l'obscurité dans une étuve à 25°c. Chaque essai porte sur 30 graines, soit 3 répétitions de 10 graines par boîte de Pétri. Afin de minimiser les changements de concentrations salines, les boîtes de Pétri sont fermées hermétiquement à l'aide du papier film, pour empêcher l'évaporation. Dans chaque boîte de Pétri sont versés 10 ml d'eau distillée (T0) pour les graines témoins et 10 ml de solution saline pour les graines stressées à T1 : 85 mM de NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl.

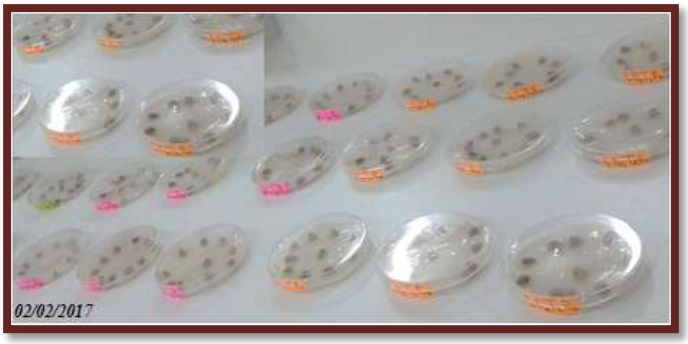


Figure 03 : Essai de germination des deux populations de niébé étudiées.

Le dispositif est un bloc randomisation totale (figure 10), avec deux populations (P7 et P17), 3 traitements salins (T0, T1, T2), 3 répétitions, 5 niveaux de priming (Témoin : *sans priming*, HP : *hydropriming*, NaCl, $CaSO_4$ et $CaCl_2$), soit un total de 90 boites de Pétri.

Tableau 04 : les facteurs qui comprend par chaque répétition de premier essai

Facteurs	Représentation
Facteur 1	Représente la population de niébé étudié
Facteur 2	Représente les différents traitements de solution saline appliqués : (T0) : c'est l'eau de robinet de la station expérimental ; (T1) Solution saline concentrée à 5,96g/l (85 mM/l) ; (T2) Solution saline concentrée à 9,94g/l (175 mM/l)
Facteur 3	représente 2 traitements, traitement des graines avec priming et les graines non traités par le priming (témoin).

Les solutions sont versées dans les proportions de 2,5 fois le poids du papier[167]. Le critère de germination retenu correspond au moment où la radicule perce les enveloppes, selon la définition de COME[168].

I.3. Paramètres étudiés

La germination des graines est relevée quotidiennement pour chaque lot durant 07 jours pour établir :

- **Evolution du pourcentage de germination (cinétique de germination).**

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement germinatif des populations de niébés étudiées, le pourcentage de graines germées est compté quotidiennement jusqu'au 7ème jour de l'expérience HADJLAOUI *et al* [169].

- **Vitesse de germination :** elle est calculée par la formule ci – dessous décrite par MAGUIRE[170], et SHAHBA ***et al.***[171] **,** respectivement.

$$\mathbf{VG} = \sum_{\mathbf{i}} [\boldsymbol{g_i} - \boldsymbol{g_{(i-1)}}/\mathbf{i}]$$

VG : Vitesse de germination

g : Le pourcentage de germination le jour (i)

g (i-1) : Pourcentage de germination le jour qui précède le jour (i)

- **Pourcentage final de graines germées (PFG) :** est calculé selon l'équation suivante :

$$\mathbf{PFG} = \frac{\mathbf{N_g}}{\mathbf{N_t}} * \mathbf{100}$$

Ng : c'est le nombre de graines germées le dernier jour (j7)

Nt : le nombre total de graines dans chaque traitement

- **Paramètres de croissance :** la longueur des radicules, des hypocotyles, des épicotyles, et la longueur totale des plantules (cm) sont calculées à l'aide d'une règle graduée. Les mesures sont faites sur les trois premières graines qui ont germées dans chaque traitement.

Le poids secs (g) et le poids frais (g) de différentes plantules sont mesurés, le poids sec est déterminé après séchage de chaque plantule dans un four à 50 °C pendant 48 h.

- **Indice de vigueur des plantules (IVP) :** est calculé en utilisant la formule suivante, telle que décrite par MEMON *et al*[172]

$$\mathbf{IVP} = [\mathbf{Longueur\ totale\ des\ plantules\ (cm)} * \mathbf{FGP}]$$

II. Deuxième expérience : Effet du *priming* sur l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* (L.) Walp, soumise sous stress salin.

Cette expérience est réalisée au laboratoire, durant la période de 08 mars qu'a 22 Mars 2017 jours, pour évaluer les effets de l'amorçage des graines sur l'émergence et la croissance de la population p17 (décrite précédemment) de *Vigna unguiculata* (L.) Walp, soumise à différentes solutions salines de NaCl. En conditions à température de laboratoire de ; 25°C ± 1°C, et d'humidité : 80%

II.1. Amorçage des graines

Notre amorcage des graines elle est passé a l'étapes suivente :

- Stérilisées des graines dans une solution d'hypochlorite de sodium 5% pendant 5 minutes avant l'expérimentation poure la décontamination des graines, puis rincées trois fois à l'eau distillée.
- La préparation des deux solutions de NaCl de même molarité (80 mM) pour l'amorcage des graines par les même étapes de la prémier préparation.
- Un lot des graines de la population p17 sont imbibées pendant 3 heures dans la première solution de NaCl 80 mM ,le deuxième lot de graines est imbibées pendant 6 heures dans la

solution de NaCl 80 mM. L'amorçage s'effectue à température ambiante dans les solutions d'amorçage.

- Les graines non traitées par l'amorçage (témoin) sont stérilisées pour servir de témoin sans *priming.*
- En fins les graines sont lavées avec de l'eau distillée et étalées sur une serviette en papier pour se déshydrater à l'ombre pendant 48 heures (voir l'annexe 03).

II.2. Préparation des solutions salines pour l'application du stress

Des concentrations de NaCl croissantes ont été utilisées pour évaluer l'effet du *priming* sur l'émergence et la croissance de niébé. Les concentrations utilisées sont :

- T0 : l'eau de robinet de la faculté CE T0 = 112.5 µs /cm : 56.3 mg /l (24 C°)
- T1 : 85 mmol.L^{-1} = 4,97 g/l de NaCl
- T2 : 170 mmol.L^{-1} = 9,94 g/l de NaCl.

La conductivité électrique de l'eau de robinet est mesurée au laboratoire à l'aide de conductimètre.

II.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc randomisation total (Figure 04 et annexe) avec : 3 répétitions, 1 populations (P17) et 3 traitements salins, 3 niveaux de *priming* (NaCl 3h, NaCl 6h et le témoin sans priming). Soit un total de 27 pots.

témoin T_0 R_1	**témoin T_1 R_1**	**NaCl 3hT_0R_2**	**témoin T_2 R_1**	**NaCl 6hT_1 R_3**	**témoin T_0 R_3**	**NaCl 3h T_2 R_2**
NaCl 3h T_0 R_1	**NaCl 6hT_0R_3**	**NaCl 3hT_1R_1**	**NaCl 6hT_0R_2**	**NaCl 3h T_1R_3**	**NaCl 6h T_2 R_1**	**NaCl 6hT_1 R_2**
témoin T_1 R_2	**NaCl 3hT_2R_1**	**NaCl 6hT_2R_2**	**témoin T_2 R_3**	**témoin T_1 R_3**	**NaCl 6h T_1 R_1**	**NaCl 3h T_1 R_2**
témoin T_2 R_2	**NaCl 3hT_0R_3**	**témoin T_0 R_2**	**NaCl 6hT_2 R_3**	**NaCl 6h T_0R_1**	**NaCl 3h T_2R_3**	

Figure 04 : Le dispositif expérimental en bloc randomisation total. R : répétition

Les principaux facteurs qui éffectué notre résultat sont présentés dans le tableau 05.

Tableau 05 : les facteurs qui comprend par chaque répétition du deuxième essai

Les facteurs	Représentation
Facteur 1	Représente les différents traitements de solutions salines appliqués : (T0) : c'est l'eau de robinet de la station expérimental ; (T1) Solution saline concentrée à 85 mM (4,97 g/l) ; (T2) Solution saline concentrée à 175 mM/l (9,94g/l).
Facteur 2	représente 3 traitements, traitement des graines avec le *priming* NaCl 80 mM 3h et NaCl 80 mM pendant 6h, et les graines non traités par l'amorçage (témoin).

II.4. Conduite de l'essai

II.4.1. Préparation du substrat

- Nous avons utilisé des pots en plastique d'une capacité de d'une largeur de 9 cm, 6 cm de hauteur et 4 cm de profondeur perforée à la base à raison de 5 trous de dimension de 9 mm de diamètre pour faciliter le drainage des eaux excessives)
- mélangé le sol de centre de conformation et d'occupation Agricole de Médéa , le terreau et de sable de rivière (préalablement rincé abondamment à l'eau de robinet et stérilisé à l'étuve (70°) pendant 2h), dans des proportions de :1/3 :1/3 :1/3 respectivement. Dans le but de caractériser le sol utilisé dans notre expérimentation, les principales caractéristiques physico chimiques qui déterminent le gradient de la fertilité du sol ont été analysées (Tableau 06).
- remplis les pots par le mélange qui nous avons préparé.

Les résultats de différentes analyses du sol effectuées sont résumés dans le tableau suivant.

Tableau 06: Résultats d'analyse physico-chimique du sol.

Eléments	Résultats	Caractéristiques du sol
Argile (%)	44	Sol Limoneux
Limon (%)	24	
Sable (%)	32	
pH* ISO 10390	8,2	Sol acide
Carbonne %	0,13	Sol pauvre en humus
M.O %	2,55	
N * % ISO 13878	0,150	Faible teneur en azote
Phosphore assimilable (ppm)	47,2	haut teneur en phosphore
Convective* CE mS/cm ISO 11265	0,12	Sol non salé

- Le sole utilisé sont de types argileux sableuse et pauvre en matière organique caractérisé par un faible teneur en azote et de concentration des salin par contra le teneur en phosphore et acidité sont très haute.

II.4.2. Semis

Un pré irrigation est réalisé une semaine avant le semis dans le but d'éviter le déplacement des graines. Le semis est effectué manuellement le 08/03/2017 (2 jours après le *priming*), à raison de 10 graines pour chaque répétition choisies au hasard (Figure11).



Figure 05 : Semis des graines de niébé étudiées.

Les graines sont semées dans chaque pot, à une profondeur de 5 mm et à une distance égale entre elles. Afin de maintenir une humidité élevée et réduire l'évaporation, les pots sont couverts de sacs en plastique transparents, jusqu'au début de l'émergence. Les sacs sont enlevés au fur et à mesure que l'émergence commence.

II.4.3. Estimation des besoins en eau de la plante

Les besoins en eau de la culture sont déterminés par la méthode dite directe AUSSENAC *et al*[173] en utilisant les pots comme des cuves lysimétriques, cette méthode se base sur le concept du bilan hydrique qui se traduit par la formule suivante :

Bilan = Apport – Percolation.

Dont, Bilan : l'eau consommée (ml), Apport : Irrigation (ml), Percolation : L'eau de drainage (ml).

Nous avons procédé en utilisant deux pots de plant de niébé comme pots lysimétriques. Les mesures du bilan suivant la formule présentée précédemment se sont poursuivies pendant un mois. La percolation a été mesurée 24h après l'apport d'eau. Ceci a permis d'établir une dose d'irrigation qui est de 30 ml d'eau.

II.4.4. Application du stress salin

Le traitement salin est appliqué dès le semis, des irrigations sont effectuées avec l'eau salée un jour sur deux, pendant 13 jours (6 irrigations salines). Le témoin reçoit l'eau de ville. Une graine est considérée comme émergé lorsque l'hypocotyle est visible au-dessus de la surface du substrat MURILLO-AMADOR [138].

II.4.5. Paramètres étudiés

Les paramètres mesurés ont été retenus pour leurs sensibilités au stress salin.

- **Taux d'émergence :** Le nombre de semis émergés est enregistrées quotidiennement (taux d'émergence), est calculé, selon la formule de MAGUIRE[170].

$$\mathbf{M} = \frac{\boldsymbol{n_1}}{\boldsymbol{t_1}} + \frac{\boldsymbol{n_2}}{\boldsymbol{t_2}} + \cdots \frac{\boldsymbol{n_{10}}}{\boldsymbol{t_{10}}}$$

Le nombre des graines émergées aux instants t1, t2, ..., t10 (en jours).

- **Pourcentage final d'émergence** : est compté après 10 jours.

- **Pourcentage de survie** : Il représente le pourcentage des plantules ayant survécu douze jours dans des conditions de stress. Le pourcentage de survie est calculé pour chaque traitement le 13eme jour.

$$\textbf{Taux de survie } \% = \frac{\textbf{Nombre de plantules poussées}}{\textbf{Nomber de graines germées}} * \textbf{100}$$

- **Paramètres de croissance** : les paramètres de croissance sont mesurés 14ème jour après le semis:
  - Poids secs et frais des radicules, feuilles, tiges et le poids total sont mesurés. Le poids sec a été déterminé après séchage de chaque partie des plantules dans un four à 80 ° C pendant 48 h.
  - La hauteur des hypocotyles, épicotyles et hauteur totale sont mesurés à l'aide d'une règle graduée.
- **Indice de tolérance au stress** : Pour déterminer la tolérance d'un génotype, un indice (ITS) égal au rapport de la valeur notée du poids sec total de la plante sous stress sur celle du poids sec total de la plante du témoin, est calculé. Il a été considéré que les plantes tolérantes ont un indice de tolérance plus élevé que les plantes sensibles.

$$\textbf{ITS} = \left(\frac{\boldsymbol{PST} \text{ à } \boldsymbol{S_X}}{\boldsymbol{PST} \text{ à } \boldsymbol{S1}}\right) * \textbf{100}$$

Où; PST = poids sec total, S1 = traitement témoin, Sx = traitement salin par SEYDI [174].

III. Analyse statistique

La signification statistique des résultats obtenu au cours de cette étude a été testée par : une analyse de la variance à 3 facteurs (facteur traitement salin, facteur population et facteur *priming*) pour le premier essai (germination) ; une analyse de la variance à deux facteurs (facteur traitement salin et facteur priming) pour le deuxième essai (Emergence et la croissance). Nous avons effectué le test de la plus petite différence significative (LSD) à un risque d'erreur de 0,05 %. Les moyennes suivies de différentes lettres alphabétiques sont différentes significativement au seuil 5%.Nous avons utilisé le logiciel IBM statistics SPSS 21 pour effectuer ces tests. Les courbes ont été réalisées par l'Excel 2010. Les barres d'erreurs (ESM) ont été calculées selon la formule d'ESM suivante :$\textbf{ESM} = \frac{\boldsymbol{\delta}}{\sqrt{\mathbf{n}}}$ $\textbf{avec } \boldsymbol{\delta}\ (\textbf{écart type}) = \sqrt{\frac{\sum (xi - X)^2}{\mathbf{n-1}}}$

Chapitre II: Résultats et Discussion

❖ **Résultats**

Les résultats concernant l'influence des différentes méthodes de l'amorçage sur la germination, la croissance précoce, l'émergence et la croissance sous stress salin de deux populations de *Vigna unguiculata* sont présentés en deux parties. La première partie rapporte les effets sur les performances germinatives et la croissance précoce, et la deuxième, les effets sur l'émergence et la croissance végétative.

Les tableaux des tests statistiques réalisés par le logiciel SPSS 21 sont placés en annexe. Les tableaux des tests des effets inter-sujets sont inclus dans le texte.

Les résultats obtenus seront brièvement rappelés puis discutés à la lumière de la littérature. Nous analyserons successivement les effets du prétraitement des graines sur les différents paramètres sous stress salin.

I. Première expérience

I.1. Effets des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur la germination sous stress salin

I.1.1. Effets de l'amorçage des graines sur l'évolution du pourcentage de germination

Les résultats sur l'évolution du pourcentage de germination des deux populations de *Vigna unguiculata* soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par le tableau 07.

La réponse des deux populations de *Vigna unguiculata* a l'amorçage des graines, varie selon le type du *priming*, la concentration saline et la population. En général, l'augmentation de la salinité à partir de T2 (170 Mm de NaCl), induit un retard de la germination et une réduction hautement significative du pourcentage final de germination (Tableau 08 et Tableau 09) chez le témoin sans prétraitement et les graines qui sont traitées par les différentes méthodes d'amorçage durant 7 jours de germination. Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration significative du pourcentage de germination aussi bien durant tous les jours de germination ainsi que le pourcentage final de germination (Tableau 07 et Tableau 08). En effet, les graines qui ont subi l'amorçage germent rapidement et de façon meilleur par rapport au graines non traités par l'amorçage en conditions normales et en conditions de stress salin.

Tableau 07 : Effet des différentes méthodes de *priming* sur le pourcentage de germination de deux populations (P7 et P17) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl.

			Evolution journalier de pourcentage de germination **(%)**						
			J1	J2	J3	J4	J5	J6	J7
P7	T0	Témoin	0	16,66 ^{A}	56,66^{A}	83,33^{A}	86,66^{A}	86,66^{A}	86,66^{A}
		HP	0	60,00 ^{B}	76,66^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}
		NaCl	0	53,33^{B}	60,00^{A}	80,00^{A}	83,33^{A}	83,33^{A}	83,33^{A}
		$CaSO_4$	0	73,33^{B}	83,33^{AB}	90,00^{A}	90,00^{A}	90,00^{A}	90,00^{A}
		$CaCl_2$	0	50,00^{B}	50,00^{AC}	70,00^{A}	70,00^{A}	70,00^{A}	70,00^{A}
		moyenne totale	0	50.66^{a}	65.33^{a}	83.33^{a}	84.66^{a}	84.66^{a}	84,66^{a}
	T1	Témoin	0	16,66^{A}	33,33^{A}	56,66^{A}	56,66^{A}	56,66^{A}	63,33^{A}
		HP	0	76,66^{C}	83,33^{B}	90,00^{B}	90,00^{B}	90,00^{B}	96,66^{B}
		NaCl	0	40,00^{AB}	50,00^{AB}	76,66^{AB}	86,66^{B}	86,66^{B}	86,66^{AB}
		$CaSO_4$	0	46,66^{B}	50,00^{AB}	66,66^{AB}	70,00^{AB}	70,00^{AB}	70,00^{A}
		$CaCl_2$	0	46,66^{B}	53,33^{AB}	66,66^{AB}	73,33^{AB}	73,33^{AB}	76,66^{AB}
		moyenne totale	0	45.33^{b}	54^{b}	71.33^{b}	75.33^{a}	75.33^{a}	78,66^{a}
	T2	Témoin	0	0,00^{A}	6,66^{A}	26,66^{A}	33,33^{A}	33,33^{A}	36,66^{A}
		HP	0	20,00^{B}	20,00^{A}	26,66^{A}	36,66^{A}	36,66^{A}	36,66^{A}
		NaCl	0	13,33^{AB}	13,33^{A}	23,33^{A}	33,33^{A}	33,33^{A}	36,66^{A}
		$CaSO_4$	0	3,33^{AB}	3,33^{A}	6,66^{A}	6,66^{B}	6,66^{B}	6,66^{B}
		$CaCl_2$	0	20,00^{B}	20,00^{A}	23,33^{A}	33,33^{A}	33,33^{A}	33,33^{AB}
		moyenne totale	0	11.33^{c}	12.66^{c}	21.33^{c}	28.66^{b}	28.66^{b}	30,00^{b}
P17	T0	Témoin	0	20,00^{A}	63,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}
		HP	0	76,66^{C}	90,00^{A}	96,66^{A}	96,66^{A}	96,66^{A}	100,00^{A}
		NaCl	0	63,33^{BC}	83,33^{A}	90,00^{AB}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}
		$CaSO_4$	0	76,66^{C}	86,66^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}	93,33^{A}
		$CaCl_2$	0	60,00^{B}	70,00^{A}	76,66^{B}	86,66^{A}	86,66^{A}	90,00^{A}
		moyenne totale	0	59.33^{a}	78.66^{a}	90^{a}	92.66^{a}	92.66^{a}	94.00^{a}
	T1	Témoin	0	13,33^{A}	53,33^{A}	76,66^{AB}	90,00^{A}	90,00^{A}	96,66^{A}
		HP	0	56,66^{B}	86,66^{B}	90,00^{A}	96,66^{A}	96,66^{A}	100,00^{AB}
		NaCl	0	56,66^{B}	73,33^{AB}	93,33^{A}	96,66^{A}	96,66^{A}	96,66^{A}
		$CaSO_4$	0	53,33^{AB}	66,66^{AB}	80,00^{AB}	86,66^{A}	86,66^{A}	90,00^{A}
		$CaCl_2$	0	53,33^{AB}	63,33^{AB}	66,66^{AB}	83,33^{A}	83,33^{A}	83,33^{AC}
		moyenne totale	0	46.66^{b}	68.66^{b}	81.33^{b}	90.66^{a}	90.66^{a}	93,33^{a}
	T2	Témoin	0	0,00^{A}	23,33^{A}	50,00^{A}	70,00^{A}	70,00^{A}	73,33^{A}
		HP	0	46,66^{C}	50,00^{AC}	76,66^{B}	86,66^{A}	86,66^{A}	86,66^{A}
		NaCl	0	6,66^{A}	30,00^{A}	73,33^{AB}	90,00^{A}	90,00^{A}	90,00^{A}
		$CaSO_4$	0	23,33^{B}	23,33^{A}	60,00^{AB}	73,33^{A}	73,33^{A}	76,66^{A}
		$CaCl_2$	0	0,00^{A}	0,00^{AB}	50,00^{A}	66 ,66^{A}	66,66^{A}	66 ,66^{A}
		Moyenne totale	0	15.33^{c}	25.33^{c}	62,00^{c}	77.33^{b}	77.33^{b}	78,66^{b}
ESM			0	8.00	9.20	8.14	8.27	8.27	7.98
Salinité (df=2)			0	75,02***	92,65***	83,80 ***	53,61***	53,61***	58,57 ***
Population (df=)			0	2,54 ^{ns}	16,24***	41,31***	63,04 ***	63,04***	69,07***
Priming (df=4)			0	26,16***	8,56***	5,43 ***	3,80 **	3,80 **	4,16 **

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions les différentes lettres majuscules et minuscules sur la même colonne sont différentes significativement ($P < 0,05$). Les valeurs de F sont présentées. Niveau de signification sont comme suit : $^{**}P < 0.01$ et $^{***}P < 0.001$. ns : non significatif. ESM : erreur standard à la moyenne.

Chez le témoin sans *priming* la germination des deux populations a commencé le 2ème jour avec un pourcentage de 20% et 16,67% (P17 et P7 respectivement) puis elle a connu une importante évolution depuis le troisième jour, la p7 a enregistré des pourcentages de germination qui dépasse les 80% le quatrième jour pour atteindre 86,66 % le 7ème jour. La P17 a atteint des pourcentages de germination maximale (93,33%) le troisième jour.

Chez le témoin traité par le *priming*, une amélioration significative dans l'évolution du pourcentage de germination des deux populations principalement la P17, est observée, les graines germent rapidement dans tous les *priming* avec des pourcentages de germination élevée, puis elle atteint des pourcentages finaux comparables par rapport au témoin, sauf pour *l'Hydropriming* et le *priming* par le NaCl ou on note des pourcentages finaux supérieurs significativement par rapport au témoin sans *priming*. Par exemple, la germination des graines traitées par l'*Hydropriming* commence le 2ème jour avec un pourcentage de 60% et 76,67% (la P7 et P17 respectivement), soit une augmentation significative de l'ordre de 260,14% et 283,3% respectivement par rapport au témoin sans *priming*. Puis elle a connu une importante évolution, avec une amélioration significative des pourcentages de germination par rapport au témoin, de l'ordre de 76,67 et 90% (P7 et P17 respectivement) et par rapport au témoin sans *priming* (56,67% et 63,33%) le 3ème jour, puis le maximal de germination soit 93,33% et 100% (P7 et P17) est obtenu respectivement le 5ème et 7ème jour.

À la concentration T1 (85 mM), Il n'existe pas une différence notable dans l'évolution du pourcentage de germination des graines non traités par l'amorçage (témoin sans *priming*) de la P17 et celle du témoin non traité. Cependant pour la P7, nous observons un retard et une réduction du pourcentage de germination sous cette concentration (85mM). En effet, la germination est réduite à partir du troisième jour (33, 33% contre 56,66% chez le témoin), la réduction est poursuite jusqu'au 7ème jour pour atteindre un pourcentage final de 63,33 % contre 86,66% chez le témoin non prétraité.

D'après nos résultats, nous constatons que, même en conditions de stress salin (85 mM et 170 mM), tous les types d'amorçage améliorent significativement l'évolution du pourcentage de germination du 2ème jour jusqu'aux 7ème jours des deux populations par rapport au témoin sans *priming* (Tableau 07). Cette amélioration se traduit par une accélération de la germination et une

augmentation du nombre de graines germées, mais, elle varie selon le type de prétraitement, l'intensité du stress salin et le génotype.

La germination des graines prétraités de la P7, varie de 40% à 76,67% le deuxième jour contre 16,67% chez le témoin non prétraité soumis au à la concentration T1 (85 mM), l'augmentation se poursuit jusqu'au 7ème jour, ou elle atteint des pourcentages qui varient entre 70% à 96,67% contre 63,33% par rapport au témoin. De même, L'amorçage améliore la germination des graines de la population P17 par rapport au témoin non prétraités soumis à la concentration T1. En effet, nous observons que la germination de graines prétraitées varie de 53,33% à 56,67% contre 13,33% chez le témoin non prétraité le deuxième jour, l'amélioration se poursuit chaque jour jusqu'au 7ème jour, ou on note en général, des pourcentages finaux comparables par rapport au témoin non traité. En général, les meilleurs pourcentages de germination durant les 7 jours sont observés chez les graines traités par *l'Hydropriming* et les graines traités par le NaCl.

À la concentration de NaCl élevée (170 mM), la germination des 2 populations est retardée est réduite significativement. En effet, Chez la P17, La germination des graines non prétraitées, a commencé le 3eme jour, avec une réduction de l'ordre de -63,16%, - 46,42% et -24, 99% les 3èmes, 4èmes et 5èmes jours respectivement par rapport au témoin non prétraités. L'amorçage améliore la tolérance des graines à cette concentration T2 en accélérant la germination et en augmentant le nombre graines germées. Par exemple, le 2ème jour, l'*Hydropriming* et le *priming* par le $CaSO_4$ augmente significativement la germination de l'ordre de 46,67% et 23 ,33% par rapport au témoin non prétraités soumis à cette même concentration, ou on note une inhibition totale de la germination. *L'Hydropriming* et le *priming* par le NaCl ont un effet beaucoup plus significatif sur la germination sous stress salin les autres jours par rapport aux autres prétraitements.

La P7 est la plus affecté par la concentration 170 mM par rapport à la P17, sa germination est retardé et réduite significativement chez le témoin non prétraité. La germination commence le troisième jour, elle est réduite de l'ordre de -88,24%, -86% et -57,69% les 3ème, 4ème et 7ème jours par rapport au témoin non prétraités. L'*Hydropriming* et le *priming* par le NaCl accélèrent et augmentent la germination des graines à cette concentration (T2) par rapport au témoin soumis à ces conditions de stress. L'amélioration est notée le 2ème jour et le 3eme jour, à partir du quatrième jour, des pourcentages de germination comparables au témoin sont obtenus.

I.1.2. Effets de l'amorçage des graines sur le pourcentage final de germination, la vitesse de germination

La germination sous stress salin sans a été étudiée à travers le pourcentage final de germination et la vitesse de germination (Tableau 08, Figure 06). Les résultats de nos analyses statistiques indiquent que l'effet de la salinité, l'amorçage, le variété est très hautement significatives (P < 0,0001) sur le pourcentage de germination final (Tableau 09).

Tableau 08: Effet des différentes méthodes de sur le pourcentage final de germination de deux populations (P7 et P17) soumises à différentes concentrations de NaCl.

		Pourcentage final de germination **(PFG)**		
		T0	T1	T2
P7	Témoin	$86,66\pm23,09^{A}$	$63,33\pm11,54^{A}$	$36,66\pm15,27^{A}$
	Hp	$93,33\pm11,54^{A}$	$96,66\pm5,77^{B}$	$36,66\pm20,81^{A}$
	NaCl	$83,33\pm28,86^{A}$	$86,66\pm5,77^{AB}$	$36,66\pm5,77^{A}$
	$CaSO_4$	$90,00\pm10,00^{A}$	$70,00\pm17,32^{A}$	$6,66\pm5,77^{B}$
	$CaCl_2$	$70,00\pm20,00^{A}$	$76,66\pm20,81^{AB}$	$33,33\pm20,81^{AB}$
	Moyenne total	$84,66\pm18,84^{a}$	$78,66\pm16,84^{a}$	$30,00\pm17,72^{b}$
P17	Témoin	$93,33\pm11,54^{A}$	$96,66\pm5,77^{A}$	$73,33\pm5,77^{A}$
	Hp	$100,00\pm0,00^{A}$	$100,00\pm0,00^{AB}$	$86,66\pm11,54^{A}$
	NaCl	$93,33\pm11,54^{A}$	$96,66\pm5,77^{A}$	$90,00\pm10,00^{A}$
	$CaSO_4$	$93,33\pm5,77^{A}$	$90,00\pm10,00^{A}$	$76,66\pm15,27^{A}$
	$CaCl_2$	$90,00\pm10,00^{A}$	$83,33\pm11,54^{AC}$	$66,66\pm20,81^{A}$
	moyenne total	$94.00\pm8,28^{a}$	$93,33\pm8,99^{a}$	$78,66\pm14,57^{b}$

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. Les valeurs sont représentées par la moyenne ± l'ecartype.

Les différentes lettres majuscule et minuscule sur la même colonne sont différentes significativement (P < 0,05).

La salinité réduit tous les performances de germination, par contre l'amorçage des graines soumis aux différentes concentrations de salinité permet l'accélération de la vitesse de germination, l'augmentation du pourcentage final des semences de *V. unguiculata*, mais cette amélioration dépend étroitement du type d'amorçage, la dose de sel et la variété.

Nous observons que les graines amorcées ont une vitesse plus rapide (Figure 06) et un pourcentage final de germination plus élevé (tableau 8). Ainsi, un pourcentage de germination élevée et une vitesse rapide caractérisent les semences amorcées par le NaCl, le $CaSO_4$ et celles

qui ont subi un *Hydropriming*, soumises ou non au stress salin, par rapport au témoin non traités pour les deux populations avec des valeurs élevées significativement pour la P17. Les graines qui ont subi *L'Hydropriming* enregistrent les meilleures valeurs de vitesse de germination pour les deux populations.

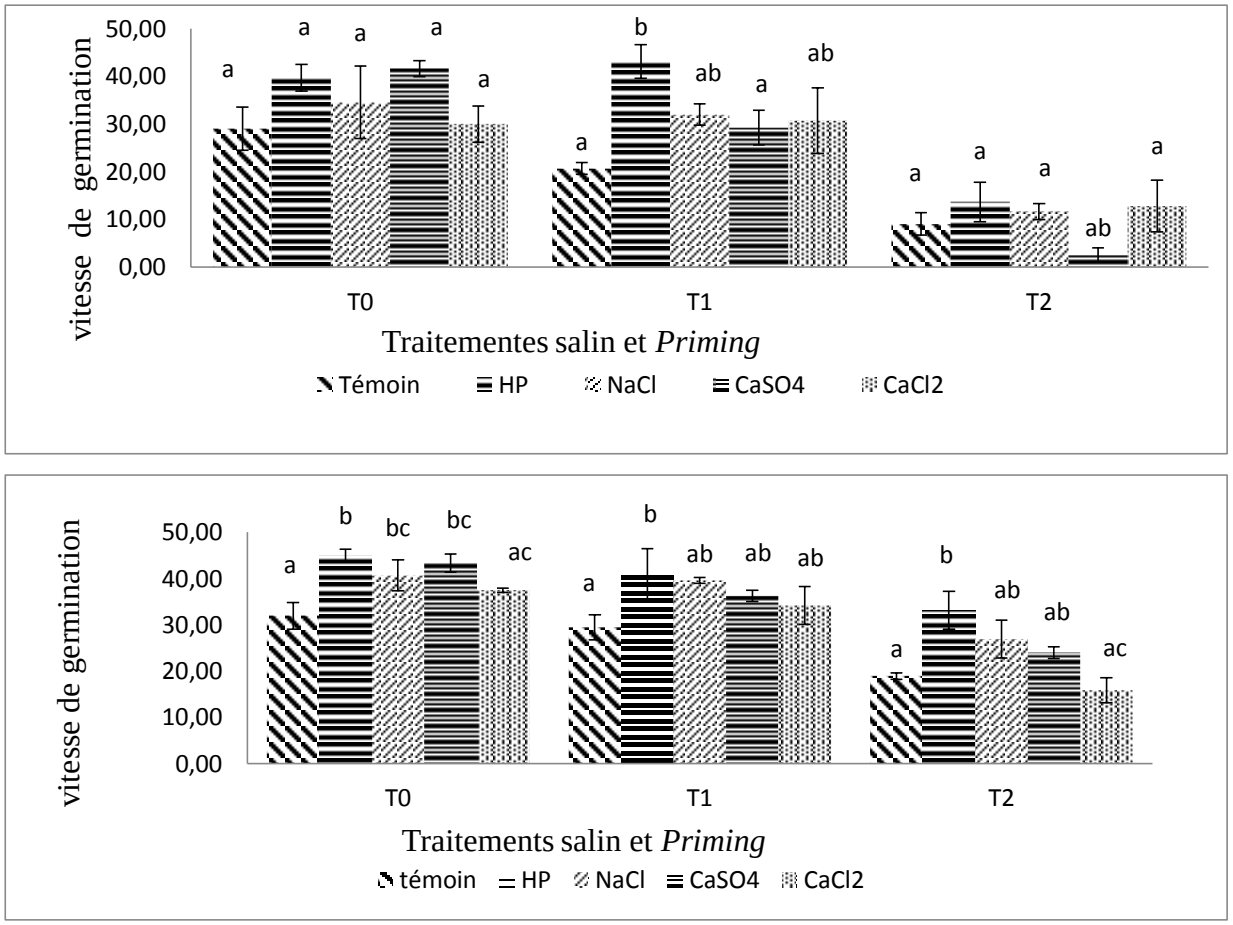


Figure 06: Vitesse de germination des deux populations de *Vigna unguiculata* Walps conduites sous différentes concentrations salines et différentes situations d'amorçage durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. Les bars d'erreur représentent l'ESM (erreur standard à la moyenne). Pour chaque traitements salins, les différentes lettres minuscules sont différentes significativement ($P < 0,05$).

Quant au pourcentage final de germination, nous remarquons d'après nos résultats (Tableau 07) que seul les graines amorcées par le NaCl et celles qui ont subi *l'Hydropriming* qui ont permet une augmentation significative du pourcentage final en milieu non salée et même en conditions de stress salin, l'effet est beaucoup plus meilleure pour la P17. Les prétraitements par le $CaCl_2$ et le $CaSO_4$ n'ont pas amélioré de façon significative le pourcentage final de germination, Le

priming par le $CaCl_2$ n'a pas amélioré les performances germinatives de *Vigna unguiculata* sous stress salin.

Tableau 09: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, variété de ''*Vigna unguiculata* Walps'' et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (pourcentage final de germination **(PFG)**, vitesse de germination **(VG)**.

	pourcentage final de germination **(PFG)**				vitesse de germination **(VG)**			
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	p	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	11194.44	58.57	0.000***	2	3573,41	98,12	0,000***
population	1	13201,11	69,07	0,000***	1	1371,08	37,65	0,000***
priming	4	795,556	4,16	0,005**	4	405,68	11,14	0,000***
salinité *population	2	3414,444	17,86	0,000***	2	203,67	5,59	0,006**
salinité **priming*	8	168,056	0,87	0,539^{ns}	8	51,78	1,42	0,206^{ns}
population **priming*	4	95,556	0,50	0,736^{ns}	4	21,23	0,58	0,676^{ns}
salinité*population**priming*	8	254,722	1,33	0,245^{ns}	8	50,50	1,38	0,221^{ns}
Erreur	60	191,11			60	36,41		
total	90				90			

(F : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement).

D'après les résultats du test post hoc (Lsd) (voir l'annexe), nous aboutissons aux classements des trois facteurs suivants :

- **pourcentage de germination final** :

Les traitements : T2 < T1 < T0 ; les populations : P7< P17 et l'amorçage : $CaCl_2$, $CaSO_4$, C < NaCl < HP.

- **Vitesse de germination :**

Les traitements : T2 < T1 < T0 ; les populations : P7 < P17 et l'amorçage : C < $CaCl_2$, $CaSO_4$ < NaCl < HP.

I.2. Effets de l'amorçage des graines sur la précocité de la croissance

La croissance des deux populations de niébé (P7 et P17) est étudiée par la mesure de la longueur des radicules, des hypocotyles, des épicotyles et la longueur totale en conditions normales et stressantes (par du NaCl 85 mM et 170 mM)) en boite de Pétri, ainsi que le poids frais, le poids sec des plantules et l'indice de vigueur des plantules (Tableau 10 et Tableau11) le $7^{ème}$ jour de germination.

En général, l'augmentation de la salinité a induit une réduction significative de tous les paramètres de croissance, le *priming* a permis une amélioration significative de la croissance en conditions normales et en conditions de stress salin chez les deux populations et tous traitements confondus. Mais les effets varient selon le type d'amorçage, la population et l'intensité du stress salin.

I.2.1. Effets sur la longueur des radicules

L'analyse de la variance a montré que la longueur des radicules est amélioré très hautement significativement par le stress salin, l'effet de variété elle est significative par apporte le *priming* (Tableau11). En milieu non salée, En général, tous les prétraitements des graines ont amélioré la longueur des radicules, avec le maximum de longueur moyenne des deux populations obtenue avec les graines prétraités par le $CaSO_4$ (6,71 cm contre 4,23 témoins) (Tableau 10).

La longueur des radicules de la P17 est améliorée par tous les types de *priming*, avec un maximum de la longueur obtenu à partir des graines amorcées par le NaCl suivi du $CaSO_4$ (6,99 cm et 6,10 cm respectivement) par rapport au témoin non amorcé (5,03 cm). Le *priming* des graines de la population P7 par le $CaCl_2$ n''a pas amélioré la longueur des radicules (2,84 cm), qui est réduite par rapport au témoin (3,43 cm), alors que les autres types d''amorçage l'ont amélioré, avec un maximal obtenue avec les graines amorcées par le $CaSO_4$ (6,43 cm).

Apres l'application du stress salin 85 mM, le *priming* a également amélioré la croissance en longueur des radicules de niébé. Chez la P17, nous observons une nette amélioration par rapport au contrôle soumis au même stress salin, sous l'effet de tous les types de *priming*, avec un maximum chez le lot NaCl suivie de *l'Hydropriming*, du $CaCl_2$ et de $CaSO_4$, les pourcentages d'augmentation sont de l'ordre de 62,99% et 44,95% et 36,39% et 27,21% respectivement.

Cependant, pour la p7, l'amélioration est notée uniquement chez lot *Hydropriming* suivi du $CaSO_4$, en effet l'augmentation est de l'ordre de 51,88% et 13,62% respectivement.

Par ailleurs, nos résultats indiquent qu'en conditions de stress 170 mM, le prétraitement des semences a amélioré l'allongement des radicules par rapport au témoin non traité. Pour la P17, la croissance de la radicule est inhibée totalement sous traitement salin élevé, les *priming* ont amélioré la croissance en longueur, avec un maximum pour lot *Hydropriming* (0 ,8cm) par rapport au témoin (0,2 cm). Concernant pour la P7 soumise à ces conditions, c'est l*'Hydropriming* qui a donné la meilleure valeur (0,9 cm) par rapport au témoin (0,4 cm).

I.2.2. Effets sur la longueur des Hypocotyles

Les valeurs de la longueur des hypocotyles sont consignées dans le Tableau 09. L'analyse de variance a montré un effet significatif des facteurs salinité, variété et *priming* sur la longueur des hypocotyles (Tableau 10).

En milieu non traité (témoin), nous observons, d'après nos résultats que le *priming* a amélioré significativement la longueur des hypocotyles des deux populations, avec le maximum obtenu avec les graines amorcées par le $CaSO_4$ (6,60 cm) par rapport au témoin non amorcé (4,75 cm). Concernant la P17, tous les *priming* ont amélioré la longueur des hypocotyles, avec un maximum obtenu avec le prétraitement NaCl suivies du $CaSO_4$ et de *l'Hydropriming* (7,73 cm, 7,00 cm et 6,57 cm respectivement) par rapport au control non prétraité (6,11 cm). Cependant, pour la P7 le maximum de la longueur des hypocotyles est obtenu avec les graines prétraitées par le $CaSO_4$ suivi de l'*Hydropriming* et du NaCl (6,62 cm, 5,13 et 4,29 cm) par rapport au témoin (3,39 cm).

La croissance en longueur des hypocotyles est augmentée significativement chez les plantules issues de graines prétraitées par rapport aux graines non traitées soumises à 85 mM de NaCl. Une meilleure croissance caractérise les plantules issues de l'*Hydropriming* (4,85 cm) suivies de celles traitées par le $CaSO_4$ (4,12 cm), chez les deux populations et tous traitements confondus.

L'effet du prétraitement sur la croissance des hypocotyles de la population P17 est meilleure par rapport à la P7, en effet tous les types de priming ont amélioré la croissance hypocotyles avec une meilleure tolérance obtenu chez le lot $CaSO_4$, l'augmentation est de l'ordre de 57,14%. Quant à la P7, la croissance est améliorée uniquement sous l'effet de *l'Hydropriming*, nous remarquons une augmentation de l'ordre de 41,94% par rapport au témoin. Dans les conditions de stress salin « 170 mM de NaCl », la longueur des hypocotyles est affectée significativement chez les lots non prétraités ainsi que les lots prétraités. D'après l'étude statistique, le *priming* a amélioré la croissance mais cette amélioration n'est pas significative. Chez la P7 soumise dans ces conditions, c'est le $CaCl_2$ qui permet une meilleure croissance, pour la P17, c'est le $CaSO_4$ suivie du NaCl qui a permis l'amélioration de la croissance des hypocotyles.

Tableau10: Effet des différentes méthodes de *priming* sur la longueur des hypocotyles, des épicotyles,des radicules et tlongueur otale de deux populations (P7 et P17) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl.

		Longueur es Radicules **(cm)**			longueur d'épicotyle **(cm)**			Longueur de hypocotyle **(cm)**			Longueur total **(cm)**			Indice de Vigueur **(IVS)**		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2	T0	T1	T2
P 7	témoin	$3,43^{A}$	$3,45^{A}$	$0,4^{A}$	$1,51^{A}$	$0,58^{A}$	$0,00^{A}$	$3,39^{A}$	$3,60^{A}$	$1,38^{A}$	$8,33^{A}$	$7,64^{A}$	$1,8^{A}$	736^{A}	479^{A}	$78,6^{A}$
	HP	$3,74^{A}$	$5,24^{AB}$	$0,9^{A}$	$3,28^{AB}$	$3,60^{B}$	$0,00^{A}$	$5,13^{AB}$	$5,11^{C}$	$1,12^{A}$	$12,1^{AB}$	$13,9^{B}$	$2,1^{A}$	1153^{AB}	1354^{B}	$77,1^{A}$
	NaCl	$4,45^{AB}$	$2,55^{AC}$	$0,2^{AB}$	$3,47^{AB}$	$1,53^{A}$	$0,00^{A}$	$4,29^{AB}$	$2,7^{BC}$	$1,93^{A}$	$12,2^{AB}$	$6,82^{A}$	$2,1^{A}$	1053^{B}	593^{A}	$75,7^{A}$
	$CaSO_4$	$6,43^{B}$	$3,92^{A}$	0.04^{AB}	$4,50^{B}$	$0,40^{A}$	$1,07^{B}$	$6,21^{B}$	$3,17^{AB}$	3.6^{A}	$17,14^{B}$	$7,50^{A}$	$1,4^{A}$	1550^{B}	528^{A}	$11,4^{A}$
	$CaCl_2$	$2,84^{A}$	$3,26^{A}$	0.15^{AB}	$0,94^{A}$	$0,60^{A}$	$0,00^{A}$	$3,71^{A}$	$2,94^{AB}$	$2,79^{AB}$	$7,50^{A}$	$6,81^{A}$	$2,9^{A}$	$593,2^{AB}$	531^{A}	$121,1^{A}$
	moyenne total	$4,18^{a}$	$3,68^{a}$	0.36^{b}	$2,74^{a}$	$1,34^{b}$	$0,21^{c}$	$4,54^{a}$	$3,51^{b}$	$1,51^{c}$	$11,4^{a}$	$8,54^{b}$	$2,1^{c}$	1017^{a}	697^{b}	$72,8^{c}$
P 17	témoin	$5,03^{A}$	$3,27^{A}$	$0,2^{A}$	$1,85^{A}$	$0,31^{A}$	0.00	$6,11^{A}$	$3,22^{A}$	$1,74^{A}$	$13,0^{A}$	$6,81^{A}$	$1,9^{A}$	1215^{A}	661^{A}	$142,7^{A}$
	HP	$6,15^{A}$	$4,74^{AB}$	$0,8^{A}$	$3,32^{B}$	$1,75^{B}$	0.00	$6,38^{AB}$	$4,60^{BC}$	$1,52^{A}$	$15,8^{AB}$	$11,1^{B}$	$2,3^{A}$	1585^{AB}	1110^{B}	$205,1^{AB}$
	NaCl	$7,31^{A}$	$5,33^{B}$	$1,6^{A}$	$3,34^{B}$	$0,43^{A}$	0.00	$7,73^{C}$	$3,96^{AB}$	$1,44^{A}$	$18,3^{B}$	$9,73^{B}$	$3,1^{A}$	1717^{AB}	938^{AB}	$281,2^{B}$
	$CaSO_4$	$6,99^{A}$	$4,16^{AB}$	$1,0^{A}$	$3,36^{B}$	$0,27^{A}$	0.00	$7,00^{BC}$	$5,06^{C}$	$1,84^{A}$	$17,3^{B}$	$9,51^{AB}$	$2,8^{A}$	1621^{B}	855^{AB}	$216,4^{AB}$
	$CaCl_2$	$6,10^{A}$	$4,46^{AB}$	$0,9^{A}$	$3,75^{B}$	$0,32^{A}$	0.00	$6,57^{AB}$	$4,02^{AB}$	$1,31^{A}$	$16,4^{B}$	$8,81^{AB}$	$2,2^{A}$	1467^{A}	739^{A}	$150,8^{A}$
	moyenne total	$6,31^{a}$	$4,39^{b}$	$0,9^{c}$	$3,12^{a}$	$0,62^{b}$	0.00^{c}	$6,76^{a}$	$4,17^{b}$	$1,57^{c}$	$16,2^{a}$	$9,19^{b}$	$2,5^{c}$	1521^{a}	861^{b}	$199,2^{C}$
ESM		0.64	0.64	0.64	0.82	0.82	0.82	4.65	4.65	4.65	1.11	1.11	1.11	131	131	131

chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions les différentes lettres majuscules et minuscules sur la même colonne sont différentes significativement ($P < 0,05$). Niveau de signification sont comme suit : $^{**}P < 0.01$ et $^{***}P < 0.001$. ns : non significatif. ESM : erreur standard à la moyenne.

Tableau 11 : Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, variété de *Vigna unguiculata.* Walps et *priming* et leur Interaction pour les paramètres du paramètre des croissances (longueur des radicules, des hypocotyles, d'épicotyles et totale avec l'indice des vigueries, le poids frais et sec).

	Longueur des radicules				Longueur de hypocotyles			Longueur d'épicotyle			Longueur totale		
	ddl	Moyenne des carrée	f	p	Moyenne des carrée	f	p	Moyenne des	f	p	Moyenne des carrée	f	p
salinité	2	171,3	139,	0,000***	127,18	195,7	0,000***	62,94	143	0,000***	1006,2	269,7	0,000***
population	1	28,59	23,2	0,000***	21,4	33,0	0,000***	0,76	1,75	0,19 ns	82,86	22,21	0,000***
priming	4	4,21	3,43	0,014*	1,6	2,53	0,05 ns	4,82	11,0	0,000***	29,09	7,79	0,000***
salinité *populatio	2	5,56	4,53	0,015*	9,2	14,3	0,000***	2,31	5,27	0,008**	44,09	11,81	0,000***
salinité **priming*	8	2,30	1,87	0,08ns	2,4	3,70	0,001**	3,10	7,07	0,000***	19,36	5,19	0,000***
population **priming*	4	3,34	2,72	0,038*	2,3	1,26	0,2 ns	1,89	4,32	0,004*	8,35	2,24	0,07 ns
salinité* population **priming*	8	0,86	0,70	0,6ns	0,65	3,55	0,002	1,24	2,83	0,010*	8,27	2,21	0,038*
Erreur	60	1,22						0,43			3,73		
total	90												

	L'indice des vigueurs (IVP)				Poids frais				Poids sec			
	ddl	Moyenne des carrée	f	p	ddl	Moyenne des carrée	f	p	ddl	Moyenne des carrée	f	p
salinité	2	9701559	185,8	0.000***	2	8,61	172,0	0,000***	2	0,079	18,8	0,000***
population	1	1571149	30,09	0,000***	1	0,16	3,32	0,073ns	1	0,004	1,01	0,318ns
priming	4	398734	7,63	0,000***	4	0,04	0,88	0,477ns	4	0,008	1,89	0,123ns
salinité *populatio	2	323171	6,19	0,00***	2	0,60	12,12	0,000***	2	0,021	4,94	0,010*
salinité **priming*	8	209708	4,01	0,001**	8	0,02	0,48	0,859ns	8	0,007	1,72	0,111ns
population **priming*	4	68131,6	1,30	0,27ns	4	0,07	1,56	0,195ns	4	0,002	0,56	0,686ns
salinité* population **priming*	8	79696,1	1,52	0,16 ns	8	0,13	2,70	0,013*	8	0,004	0,99	0,452ns
Erreur	60	52210,2			60	0,05			60	0,004		
total	90				90				90			

I.2.3. Effet sur la Longueur des Epicotyles

Les résultats de la longueur des épicotyle sont présentés dans le Tableau 10. L'analyse de la variance a montré que la longueur des épicotyles est très hautement significativement affecté par la salinité et le *priming*, cependant l'effet variété est non significative (Tableau 11). L'interaction des tous les facteurs est significative.

En conditions normales (non stressée), à l'issu des résultats que nous avons obtenu, nous notons que le *priming* a amélioré significativement la longueur des épicotyles des deux populations par rapport au témoin non amorcé. L'amélioration est plus marquée chez la population P17, où nous observons une augmentation significative de la longueur des épicotyles issus des graines traités par différentes méthodes d'amorçage, le maximum est obtenu avec le $CaCl_2$ suivi du $CaSO_4$, du NaCl et l'*Hydropriming* (3,76 cm, 3,37 cm, 3,34 et 3,32 cm respectivement) par rapport au témoin non traité (1,86 cm).

Cependant pour la p17, le prétraitement par le $CaCl_2$ n'a pas amélioré la longueur des épicotyles de la population P7, nous notons une réduction (0,94 cm) par rapport au témoin non traité (1,51 cm). Les autres types de *priming* ont amélioré significativement la longueur des épicotyles,avec un maximum obtenu avec le $CaSO_4$ suivi du NaCl et *l'Hydropriming* (4,50cm, 3,48 cm et 3,29 cm respectivement.

En milieu stressé à 85 mM, le *priming* à améliore significativement l'allongement des épicotyles pour les deux populations. Pour la P7, l'amélioration est notée chez le lot *Hydropriming* suivie du lot NaCl, l'augmentation est de l'ordre de 520,68% et 163,79 % respectivement. Pour la population P17, une nette augmentation est notée uniquement chez le lot *Hydropriming*, avec une valeur d'augmentation de 464, 51%.

En conditions de stress 170 mM, les plantules issus des graines prétraités et celles non traitées, n'ont pas formé des épicotyles, à l'exception du lot $CaSO_4$ de la population P7, ou on note une valeur de 1,07 cm.

I.2.4. Effets sur la longueur totale

Les résultats de la longueur totale sont présentés dans le Tableau 10. L'analyse de la variance a montré que la longueur totale des plantules est très hautement significativement affectée par la salinité, le *priming* et la variété . L'interaction entre les différents facteurs est également significative (Tableau 11).

La longueur totale chez les deux populations est améliorée significativement par le *priming*, la valeur maximale est notée chez *l'Hydropriming* suivie du *priming* par le $CaSO_4$ puis le *priming* le NaCl, puis le $CaCl_2$.

Chez la P17, toutes les méthodes de *priming* ont amélioré significativement la longueur total, la meilleure valeur est notée chez les plantules issues de semences traités par le NaCl, suivi par le $CaSO_4$, puis *l'Hydropriming* et enfin le $CaCl_2$. Concernent la P7, Le $CaCl_2$ n'a pas amélioré la longueur total, par contre les autres types d'amorçage ont permet une nette augmentation de la croissance, avec des valeurs maximales noté pour *l'Hydropriming*, le $CaSO_4$ et le *priming* par le NaCl. L'amélioration significative est notée principalement en conditions non stressantes et en conditions de stress salin 85 mM.

En conditions non stressantes, pour la p17, tous les types de prétraitements ont amélioré significativement la longueur totale par rapport au témoin sans *priming*, avec le maximum de longueur total obtenu avec le prétraitement NaCl (18,39 cm contre 13 cm pour le témoin sans *priming*).Quant à la P7, le $CaCl_2$ n'a pas amélioré la longueur totale, cette dernière est noté uniquement pour les prétraitements NaCl, $CaSO_4$ et *Hydropriming*, avec un maximum de longueur total observé pour le prétraitement $CaSO_4$ (17,14 cm contre 8,34cm témoin).
En conditions stressantes, une nette amélioration de la croissance totale est notée chez toutes les plantules issues de semences prétraitées. Cette amélioration de la croissance dépend étroitement de la méthode de l'amorçage, du variété et du niveau du stress appliqué.

En effet, à la concentration T1 (85mM de NaCl), Chez la population P17, toutes les méthodes d'amorçage ont permis une augmentation significative de la longueur totale, les valeurs varient de 8,81 cm au 11,10 cm, la valeur maximale est obtenu avec *l'Hydropriming* (11,10 cm) par rapport au témoin (6,81 cm). Chez la P7 soumise à 85 mM, l'amélioration de la croissance totale, n'a pas été notée pour toutes les méthodes de *priming*, sauf *l'Hydropriming* qui a permis une augmentation significative de la longueur totale (13,95 cm) par rapport au témoin (7,64 cm).

À la concentration saline la plus élevée (170 mM de NaCl), toutes les méthodes d'amorçage ont permis une amélioration de la longueur totale des plantules de la P17, avec une meilleure valeur obtenue chez le *priming* par le NaCl (3,1 cm) par rapport au témoin (1,9 cm). Chez la P7 stressée à 170 mM, tous les types de *priming* ont permet une amélioration de la longueur total, avec une valeur maximale notée pour le $CaCl_2$ (2,9 cm) par rapport au témoin (1,8 cm).

I.2.5. Effets sur l'indice de vigueur des plantules

Les résultats indiquent qu'en générale, l'indice de vigueur est réduit significativement avec l'augmentation du stress salin chez le lot témoin non traités par le *priming*, ainsi que les lots traités par les différentes méthodes de *priming* (Tableau 10 et Tableau 11). Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration significative de l'indice de vigueur des plantules par rapport aux plantules issus des graines non prétraitées en conditions normales ainsi que en conditions de stress salin. L'effet diffère selon la dose de sel, la population et le type de *priming*.

Les meilleurs valeurs de l'indice de vigueur des plantules sont obtenues chez le lot *Hydropriming*, suivi du $CaSO_4$ et du NaCl, en effet les pourcentages d'augmentation sont de l'ordre de 65,49%, 44,31% et 40,58% respectivement sous tous traitements confondus et chez les deux populations. Pour la P17, Nous notons d'après nos résultats une amélioration significative de l'indice de vigueur des plantules sous l'effet de tous les différents types d'amorçage, en conditions normales et même avec l'augmentation de la salinité. Le maximal est obtenu chez le lot NaCl (41,31% et 97,05%) d'augmentation respectivement en conditions normales et sous stress 170 mM. En conditions de stress salin 85 mM, le maximal est obtenu chez le lot *Hydropriming* (67,92% d'augmentation).

Concernant la population P7, En conditions normales, l'amorçage des graines par le $CaCl_2$, n'a pas amélioré l'indice de vigueur des plantules par rapport au témoin non prétraité, alors que les autres types d'amorçage l'ont amélioré significativement avec un maximum obtenu chez le lot $CaSO_4$ (110.59% d'augmentation). Avec l'augmentation du stress salin, nous notons une nette amélioration de l'indice de vigueur sou l'effet l'amorçage par le $CaCl_2$, et tous les autres types de prétraitements. En effet, Le $CaCl_2$ donne le meilleur résultat en condition de stress salin 175 mM (54.07%). En conditions de stress salin 85 mM, le maximal d'augmentation est obtenu chez le lot *Hydropriming* (182,6%).

En tous traitements confondus (salinité et amorçage), La P17 présente un indice de vigueur des plantules (860,6) supérieur significativement par rapport à celui de la P7 (596,35). Ce qui permet de classer la P17 comme la population tolérante et dont l'effet du *priming* a permis de donner une meilleur tolérance au stress salin.

I.2.6. Effets sur le poids frais et le poids sec des plantules

Les résultats du poids sec et du poids frais des plantules des deux populations du *Vigna unguiculata.* Walps soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par le (Tableau 12). L'analyse statistique a montré pour le poids frais et le poids sec des jeunes plantules, un effet très hautement significatif du stress salin, non significatif pour les facteurs population et *priming* (Tableau 11).

Tableau 12 : Effet des différentes méthodes de *priming* sur le poids sec et le poids frais de deux populations (P7 et P17) soumises à différentes concentrations de NaCl.

		Poids frais **(g)**			Poids sec **(g)**		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2
P7	témoin	$1,36^{A}$	$1,22^{A}$	$0,03^{A}$	$0,15^{A}$	$0,11^{A}$	$0,00^{A}$
	HP	$1,53^{A}$	$1,37^{A}$	$0,03^{AB}$	$0,14^{A}$	$0,15^{A}$	$0,00^{A}$
	NaCl	$1,32^{A}$	$1,11^{A}$	$0,03^{AB}$	$0,14^{A}$	$0,25^{A}$	$0,00^{A}$
	$CaSO_4$	$1,54^{A}$	$0,99^{A}$	$0,05^{B}$	$0,15^{A}$	$0,11^{A}$	$0,00^{A}$
	$CaCl_2$	$1,26^{A}$	$1,16^{A}$	$0,50^{AB}$	$0,11^{A}$	$0,11^{A}$	$0,08^{B}$
	moyenne Totale	$1,40^{a}$	$1,17^{b}$	$0,13^{c}$	$0,14^{a}$	$0,15^{a}$	$0,01^{b}$
P17	témoin	$1,01^{A}$	$0,78^{A}$	$0,25^{A}$	$0,13^{A}$	$0,10^{A}$	$0,06^{A}$
	HP	$1,06^{A}$	$0,92^{AB}$	$0,32^{AB}$	$0,09^{B}$	$0,18^{A}$	$0,07^{A}$
	NaCl	$1,16^{A}$	$0,91^{AB}$	$0,66^{B}$	$0,10^{AB}$	$0,24^{A}$	$0,12^{A}$
	$CaSO_4$	$1,04^{A}$	$1,16^{B}$	$0,40^{AB}$	$0,10^{AB}$	$0,12^{A}$	$0,15^{A}$
	$CaCl_2$	$1,30^{A}$	$1,03^{AB}$	$0,21^{A}$	$0,10^{AB}$	$0,11^{A}$	$0,02^{A}$
	moyenne Totale	$1,11^{a}$	$0,96^{b}$	$0,37^{c}$	$0,10^{a}$	$0,15^{a}$	$0,087^{b}$
P7+P17	témoin	1.19^{A}	1.00^{A}	0.14^{A}	$0,14^{A}$	$0,10^{A}$	0.03^{A}
	HP	1.29^{A}	1.14^{A}	0.17^{A}	$0,12^{AB}$	$0,16^{A B}$	0.03^{A}
	NaCl	1.24^{A}	1.01^{A}	0.35^{A}	$0,12^{AB}$	0.24^{B}	0.06^{A}
	CaSO4	1.29^{A}	1.07^{A}	0.23^{A}	$0,12^{AB}$	0.11^{A}	0.07^{A}
	CaCl2	1.28^{A}	1.09^{A}	0.36^{A}	$0,11^{B}$	0.11^{A}	0.05^{A}
	total	1.26^{a}	1.06^{b}	0.25^{c}	$0,12^{a}$	0.15^{a}	0.05^{b}
ESM		0.12	0.12	0.12	0.03	0.03	0.03

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions, l'ESM (erreur standard à la moyenne). Pour chaque traitements salins, Les différentes lettres majuscules et minuscules sur la même colonne sont différentes significativement ($P < 0,05$) ESM : erreur standard à la moyenne.

II. Deuxième Expérience

II.1. Effets des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur l'émergence et la croissance sous stress salin

Dans cette expérience, nous étudions les effets des différentes méthodes de l'amorçage des graines imbibées dans les solutions de *priming* NaCl 3h et NaCl 6h, ainsi que le témoin sans *priming* sur l'émergence et la croissance sous stress salin de la population P17 de niébé.

II.1.1. Effets sur le pourcentage final d'émergence et le taux d'émergence

Les résultats sur le pourcentage final et le taux d'émergence de la population P17 du *Vigna unguiculata.* Walps soumise au stress salin et au *priming* sont représentés dans le Tableau 13. L'analyse de la variance a montré un effet non significatif de tous les facteurs sur le pourcentage final et le taux d'émergence (Tableau 13).

Tableau 13: Effet des différentes méthodes de *priming* sur le pourcentage final et le taux d'émergence de la population P17 soumises à différentes concentrations de NaCl et analyse de la variance des résultats.

	Pourcentage final d'émergence **(%)**					Taux d'émergence				
	Témoins	NaCl 3h	NaCl 6h	total	ESM	Témoin	NaCl 3h	NaCl 6h	total	ESM
T0	66,66 ^{aA}	80,00 ^{aA}	83,33 ^{aA}	76,66^{a}	9.81	1,663^{aA}	2,036^{aA}	2,056^{aA}	1,91^{a}	0.41
T1	70,00 ^{aA}	80,00 ^{aA}	86,66 ^{aA}	78,88^{a}	12.17	1,676^{aA}	1,970^{aA}	2,100^{aA}	1,91^{a}	0.37
T2	63,33 ^{aA}	66,66 ^{aA}	90,00 ^{aB}	73,33^{a}	4.30	1,520^{aA}	1,250^{aA}	1,920^{aA}	1,56^{a}	0.20
moyenne totale	66.66^{a}	75.55^{ab}	86.66^{b}			1,620^{a}	1,752^{a}	2,025^{a}		
ESM	18.05	10.88	9.02			0.38	0.29	0.34		
	Analyse de la variance					**Analyse de la variance**				
	ddl	moyenne des carrés	f	p		ddl	moyenne des carrés	f	p	
Salinité	2	158,333	158,333	0,632 ^{ns}		2	0,376	1,059	0,367^{ns}	
Priming	3	918,519	918,519	0,067 ^{ns}		2	0,385	1,085	0,359 ^{ns}	
Salinité *Priming	6	99,074	99,074	0,935 ^{ns}		4	0,122	0,344	0,845 ^{ns}	
Erreur	24	338,889	338,889			18	0,355			
Total	36					27				

chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. (F : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement). Les mêmes lettres majuscules sur la même ligne ne sont pas différentes significativement ($P < 0,05$). Les différentes lettres minuscules sur la même colonne sont différentes significativement ($P < 0,05$).

Selon les tableaux obtenus, nous pouvons déduire qu'au cours de l'émergence des graines du niébé, le pourcentage final d'émergence des graines amorcées par l'*Haloprimings* NaCl se

caractérise par une meilleure émergence par rapport aux graines qui sont en conditions normales (sans *priming*). Par ailleurs, nos résultats indiquent que l'émergence de ces graines dépend étroitement de la durée de l'amorçage. Nous remarquons (Tableau 13), que tous traitements salins confondus, les graines déshydratées après 6 h d'imbibition dans le NaCl atteignent un haut pourcentage final d'émergence (86.66 %) par rapport aux graines déshydratés après 3h d'imbibition dans la solution d'amorçage NaCl (75.55 %) et au témoin sans *priming* (66,66%).

En conditions non stressantes et stressantes, nous observons que plus la durée de l'imbibition est longue, plus les graines germent de manière performante. Cela est confirmé en conditions non stressantes, par l'augmentation de du pourcentage d'émergence de 66,66% chez le témoin à 80% et 83,33% quand l'imbibition des graines dans le NaCl est de 3h et 6h respectivement. En conditions stressantes, la même amélioration sous l'effet du *priming* NaCl est notée (Tableau12), avec une nette amélioration significative du pourcentage final d'émergence notée pour les graines stressées à 170 Mm de NaCl. En effet, à cette dernière concentration, le pourcentage d'émergence passe de 63,33% (témoin sans *priming*) à 66,66 % et 90,00 % pour les graines imbibées respectivement dans du NaCl 3h et NaCl 6h.

Concernant le taux d'émergence (Tableau 13), en conditions stressantes et non stressantes (tous traitements confondus), ce paramètre est affecté positivement par l'effet de la durée des prétraitements des grains. En effet, nous remarquons que le taux d'émergence augmente avec l'augmentation de la durée de prétraitement des graines à 6h de NaCl (2,02), par rapport aux graines prétraités à 3h de NaCl (1,75), et au témoin sans *priming* (1,62).

En milieu non stressée, et en conditions de stress salins 85 mM et 170 mM, les meilleures valeurs du taux d'émergence sont enregistrées chez le lot de graines imbibées dans 6h de NaCl (2,05, 2,1 et 1,92 respectivement) par rapport aux graines prétraitées à 3h de NaCl (2,03, 1,97 et 1,25 respectivement) et aux graines témoins sans *priming* (1,66, 1,67 et 1,52 respectivement).

II.1.2. Effets sur le taux de survie

Les résultats sur le taux de survie de la population du *Vigna unguiculata.* Walps soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par le tableau 14. L'analyse de la variance a montré un effet très hautement significatif de la salinité, non significative du facteur *priming* et l'interaction salinité *priming* est non significative (Tableau 14).

Tableau 14: Effet des différentes méthodes de *priming* sur le taux de survie de la population P17 soumises à différentes concentrations de NaCl.

	Taux de survie				
	Témoins	NaCl 3h	NaCl 6h	total	ESM
T0	100.00 ^{aA}	96.66 ^{aA}	81.48 ^{aA}	92.71^{a}	10.86
T1	77,78 ^{bA}	71,29 ^{abA}	84,72 ^{aA}	77,93^{a}	11.85
T2	37,30 ^{cA}	48,45 ^{bA}	51,00 ^{aA}	45,58^{b}	10.38
moyenne totale	71.69^{a}	72.13^{a}	72.40^{a}		
ESM	5.27	10.75	14.93		

L'analyse de la variance

	ddl	moyenne des carrés	F	p
Salinité	2	5229,195	14,276	0,000***
Priming	2	1,156	0,003	0,997$^{n\,s}$
Salinité *Priming	4	292,906	0,800	0,541$^{n\,s}$
Erreur	18	366,290		
Total	27			

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. (F : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement). Les mêmes lettres majuscules sur la même ligne ne sont pas différentes significativement ($P < 0,05$). Les différentes lettres minuscules sur la même colonne sont différentes significativement ($P < 0,05$).

En conditions non stressantes, le meilleur taux de survie est atteint chez le lot sans *priming* (100%). En conditions stressantes, l'amorçage améliore le taux de survie qui représente le nombre de plantules continuant leur croissance après leur germination (Tableau 14).

En effet, nos résultats (Tableau 13) indiquent que les graines redéshydratée après 6 h d'imbibition dans du NaCl tolèrent mieux le stress salin par rapport aux semences redéshydratée après 3 h d'imbibition dans du NaCl. En effet, 84,72% et 51% des plantules issues de graines imbibées dans 6 h de NaCl, ont pu survivre respectivement sous stress salin 85 mM et 170 mM de NaCl contre 71,29% et 48,45% des plantules issus des graines imbibées dans 3h de NaCl et 77,78% et 37,30% de plantules issus de graines témoins sans *priming.*

II.1.3. Effets sur la longueur des épicotyles, longueur des hypocotyles et la hauteur totale des plantules

Les résultats sur l'effet du *priming* (NaCl 3h et NaCl 6h) sur la longueur des épicotyles, longueur de l'hypocotyle et la hauteur totale (cm) de la population P17 de *Vigna unguiculata* Walps soumise au stress salin (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 85 mM et T2 : 170 mM) sont représentés par le tableau 14. L'analyse de la variance (Tableau 15) a montré un effet significatif de la salinité, non significative du *priming* et de l'interaction salinité *priming* sur tous les paramètres de croissance en hauteur.

En général, nos résultats indiquent que l'augmentation de la salinité induit une réduction de tous les paramètres de croissance en hauteur chez tous les lots de plantules issues de graines prétraitées ou non prétraitées. Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration de la croissance en hauteur (Tableau 15) en conditions stressantes et non stressantes.

Par ailleurs, nos résultats indiquent que l'amélioration de la croissance dépend étroitement de la durée de l'amorçage. En effet, nous remarquons (Tableau 15), que les graines déshydratées après 6 h d'imbibition dans le NaCl donnent des meilleurs valeurs de croissance en hauteur par rapport aux plantules issues de graines déshydratés après 3h d'imbibition dans la solution d'amorçage NaCl et au témoin sans *priming*.

En conditions non stressantes (Tableau 15), c'est la hauteur des épicotyles et la hauteur totale qui sont améliorées sous l'effet du *priming* de NaCl pendant 6h (5,51 cm et 9,93 cm respectivement) contre 5,44 cm et 9,54 cm respectivement pour les plantules issus de graines déshydratées après 3h d'imbibition dans du NaCl, et 4,72 cm et 9,75 cm respectivement pour les plantules issus de graines témoins qui n'ont pas subi l'amorçage.

En conditions de stress salin à 85 mM, nous remarquons que *l'Halopriming* par le NaCl pendant 6h à un effet meilleur sur tous les paramètres de croissance en hauteur par rapport à *l'Haloprimings* par le NaCl pendant 3 h et le témoin sans *priming*. En effet, sous ces conditions de stress salin, les valeurs de croissance des épicotyles, hypocotyles et hauteurs totales enregistrées chez le lots 6 h NaCl, sont de l'ordre de 3,32 cm, 3,90 cm et 7,22 cm respectivement, contre 2,41 cm, 3,10 cm et 5,51 cm respectivement pour le lot *Halopriming* 3 h de NaCl, et 2,24 cm, 3,49 cm et 5,73 cm pour le lot témoins sans *priming* (Tableau16). La même remarque est notée pour les conditions de stress salin 170 mM de NaCl (Tableau15).

Tableau 15 : Effet du *priming* sur la hauteur des épicotyles, hypocotyles et hauteur totale des plantules de la population de *Vigna unguiculata*. Walps soumise aux strass salin.

	Hauteur **(cm)**														
	Longueur des épicotyles					Longueur des hypocotyles					Hauteur totale				
	Témoin	NaCL3h	NaCl6h	totale	ESM	Témoins	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM	Témoin	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM
T0	4,72 ^{aA}	5,44^{aA}	5,51 ^{aA}	5,22^{a}	1.14	5,03 ^{aA}	4,10 ^{aA}	4,42^{aA}	4,51^{a}	0.43	9,75 ^{aA}	9,54 ^{aA}	9,93 ^{aA}	9,74^{a}	1.19
T1	2,24 $^{a\ bA}$	2,41^{bA}	3,32$^{a\ bA}$	2,65^{b}	0.74	3,49 ^{bcA}	3,10 ^{abA}	3,90^{aA}	3,49^{b}	0.46	5,73$^{a\ bA}$	5,51 ^{bA}	7,22 ^{abA}	6,15^{b}	1.11
T2	1,24 ^{bA}	0,33^{cA}	1,76 ^{bA}	1,11^{c}	0.66	2,75 ^{cA}	2,52 ^{bA}	3,04 ^{aA}	2,77^{b}	0.41	4,00 ^{bA}	2,85 ^{bA}	4,81 ^{bA}	3,88^{c}	1.02
Moyenne totale	2.73^{a}	2.73 ^{a}	3.53 ^{a}			3.75 ^{a}	3.24 ^{a}	3.78 ^{a}			6.49 ^{a}	5.97 ^{a}	7.32 ^{a}		
ESM	0.89	0.51	0.76			0.39	0.37	0.52			1.20	0.84	1.24		

	L'analyse de la variance											
	Longueur des épicotyles				Longueur des hypocotyles				Hauteur totale			
	ddl	Moyenne des carrées	f	P	ddl	Moyenne des carrées	f	P	ddl	Moyenne des carrées	f	P
salinité	2	38,859	23,571	0,000***	2	6,913	12,09	0,00*	2	78,48	21,04	0,00**
Priming	2	1,920	1,165	0,33$^{n\ s}$	2	,852	1,49	0,25$^{n\ s}$	2	4,16	1,11	0,34 $^{n\ s}$
Salinité *priming	4	0,621	0,377	0,82$^{n\ s}$	4	,253	0,44	0,77$^{n\ s}$	4	0,71	0,19	0,94$^{n\ s}$
Erreur	18	1,649			18	,571			18	3,72		
total	27				27				27			

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions (F: valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement) Les mêmes lettres majuscules sur la même ligne ne sont pas différentes significativement (P < 0,05). Les différentes lettres minuscules sur la même colonne sont différentes significativement (P < 0,05

II.1.4 Effets sur le poids frais des radicules, des tiges, des feuilles et le poids total des plantules

Nous observons en général que la salinité induit une réduction de tous les paramètres du poids frais (Tableau 16) chez les lots *priming* et sans *priming.* Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration des valeurs de poids frais des différentes parties des plantules que ce soit en conditions stressantes et non stressantes.

En milieu non stressé, l'amélioration est notée pour les paramètres feuilles, tiges et poids frais total. Une augmentation significative est surtout enregistrée (Tableau 16) pour le poids frais des tiges des plantules issus de graines déshydratées après 3h d'imbibition dans du NaCl suivies de celles déshydratées après 6 h d'imbibition dans du NaCl (0,33 g et 0,22 g respectivement) par rapport au témoin (0,20 g).

En conditions stressantes à 85 mM, *le priming* n'a pas amélioré le poids frais des différentes parties des plantules. Par contre sous stress salin 170 mM, nous observons une amélioration du poids frais des différentes parties de la plantes, avec des valeurs élevées significativement pour le poids frais des feuilles des plantules issues des graines déshydratées après 6h d'imbibition dans du NaCl suivies de celles déshydratées après 3 h d'imbibition dans du NaCl (0,16 g et 0,12 g respectivement) par rapport au témoin (0,07 g),en général, le poids frais des radicules n'a pas été amélioré par les différents types de *priming*.

Tableau 16 : Effets du *priming* sur le poids frais des radicules, des tiges, des feuilles et le poids frais total des plantules de la population de *Vigna unguiculata.* Walps soumises aux stress salin.

Poids frais (g)

	Poids des radicules					Poids des Feuilles					Poids des tiges					Poids totale				
	témoin	NaCL3h	NaCl6h	totale	ESM	témoin	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM	témoin	NaCL3h	NaCl6h	total e	ESM	témoin	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM
T0	0,06 aA	0,03 aA	0,03 aA	0,04^{a}	0.02	0,18 aA	0,31 aA	0,26 aA	0,25^{a}	0.06	0,20 aA	0,33 aB	0,22 aAB	0,25^{a}	0.03	0,44 aA	0,68 aA	0,51 aA	0,54^{a}	0.09
T1	0,06 aA	0,04 aA	0,01 aA	0,03^{a}	0.02	0,09 aA	0,05 bA	0,08 aA	0,07^{b}	0.04	0,17 aA	0,14 bA	0,16 aA	0,16^{b}	0.03	0,33 abA	0,23 bA	0,26 aA	0,27^{b}	0.07
T2	0,02 aA	0,04 aA	0,02 aA	0,02^{a}	0.01	0,07 aA	0,12bAB	0,16 aB	0,12^{c}	0.01	0,09 bA	0,13 bA	0,15 aA	0,12^{c}	0.03	0,19 bA	0,30 bA	0,33 aA	0,27^{b}	0.05
moyenne totale	0.04 ^{a}	0.03 ^{a}	0.02 ^{a}			0.11 ^{a}	0.16 ^{a}	0.17 ^{a}			0.15 ^{a}	0.20 ^{a}	0.17 ^{a}			0.32 ^{a}	0.40 ^{a}	0.37 ^{a}		
ESM	0.02	0.02	0.009			0.03	0.03	0.06			0.02	0.02	0.05			0.05	0.04	0.10		

L'analyse des variances

	Poids des radicules				Poids des Feuilles				Poids des tiges				Poids totale			
	ddl	Moyenne des carrée	f	p	ddl	Moyenne des carrée	f	p	ddl	Moyenne des carrée	f	p	ddl	Moyenne des carrée	f	p
salinité	2	0.001	0,46	0,63 $^{n s}$	2	0,075	12,443	0,000***	2	0,038	10,466	0,001**	2	0,224	12,86	0,00**
Priming	2	0.002	1,19	0,32 $^{n s}$	2	0,007	1,186	0,328 $^{n s}$	2	0,005	1,406	0,271 $^{n s}$	2	0,016	0,901	0,42 $^{n s}$
Salinité *priming	4	0.001	0,54	0,70 $^{n s}$	4	0,007	1,149	0,366$^{n s}$	4	0,007	1,932	0,149 $^{n s}$	4	0,028	1,623	0,21 $^{n s}$
Erreur	18	0.001			18	0,006			18	0,004			18	0,017		
total	27				27				27				27			

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions (F: valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement) Les mêmes lettres majuscules sur la même ligne ne sont pas différentes significativement (P < 0,05).
Les différentes lettres minuscules sur la même colonne sont différentes significativement (P < 0,05).

II.1.5. Effets sur le poids sec des radicules, des tiges, des feuilles et le poids total des plantules

Concernant le poids sec des plantules (Tableau 17), l'analyse de la variance a montré des effets non significatifs de la salinité, du *priming* et de l'interaction salinité *priming* sur tous les paramètres du poids sec des plantules (Tableau 17).

En général, le stress salin induit une réduction du poids sec des différentes parties des plantules chez les lots sans *priming* et les lots *priming*.

En conditions non stressantes et sous stress 85 mM de NaCl, l'amorçage n'a pas amélioré les valeurs du poids sec, par contre en conditions stressantes 170 mM, l'amorçage des graines a induit une augmentation du poids secs des différentes parties des plantules. Les valeurs sont obtenues pour le poids sec des feuilles des plantules issus des graines déshydratées après 6h d'imbibition dans du NaCl suivies de celles déshydratées après 3 h d'imbibition dans du NaCl (0,05 g et 0,02 g respectivement) par rapport au témoin (0,01 g).

Tableau 17 : Effet du *priming* (Témoin : sans *priming*, NaCl 3h, NaCl 6h) sur le poids sec des radicules, des tiges, des feuilles et le poids sec totale des plantules de la population de *Vigna unguiculata*. Walps soumise aux stress salin (T0 : eau de ville, T1 : 85 mM et T2 : 170 mM).

Poids sec **(g)**

	Poids des radicules					Poids des Feuilles					Poids des tiges					Poids sec total				
	Témoin	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM	Témoin	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM	Témoins	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM	Témoin	NaCL3h	NaCl6h	total	ESM
T0	0,01^{aA}	0,01^{aA}	0,008 ^{aA}	0,01^{a}	0.003	0,03a^{A}	0,01 ^{aA}	0,03 ^{aA}	0,03^{a}	0.01	0,02 ^{aA}	0,02 ^{aA}	0,01 ^{aA}	0,02^{a}	0.005	0,07 ^{aA}	0.05 ^{aA}	0.06 ^{aA}	0.06^{a}	0.01
T1	0,01^{aA}	0,00 ^{abA}	0.013 abA	0,01^{a}	0.003	0,03 ^{abA}	0,02 ^{aA}	0,02 ^{aA}	0,02^{a}	0.01	0,10 ^{aA}	0,01 ^{aA}	0,01 ^{aA}	0,04^{a}	0.05	0,15 ^{aA}	0,05 ^{aA}	0,05 ^{aA}	0,08^{a}	0.06
T2	0,01^{aA}	0,00^{bA}	0,006 ^{aA}	0,00^{a}	0.008	0,01^{bA}	0,02^{aAB}	0,05 ^{aB}	0,02^{a}	0.01	0,01 ^{aA}	0,01 ^{aA}	0,06 ^{aA}	0,03^{a}	0.02	0,03 ^{aA}	0,03 ^{aA}	0,12 ^{aA}	0,06^{a}	0.03
Moyenne totale	0.01 ^{a}	0.008 ^{a}	0.009 ^{a}			0.02 ^{a}	0.02 ^{a}	0.03 ^{a}			0.04 ^{a}	0.01 ^{a}	0.03 ^{a}			0.08 ^{a}	0.04 ^{a}	0.08 ^{a}		
ESM	0.00	0.002	0.002			0.08	0.01	0.01			0.05	0.006	0.02			0.06	0.02	0.03		

Analyse des variances

	Poids sec des radicules				Poids sec des feuilles				Poids sec des tiges				Poids sec total			
	ddl	Moyenne des carrées	f	p	ddl	Moyenne des carrées	f	p	ddl	Moyenne des carrées	f	p	ddl	Moyenne des carrée	f	p
salinité	2	0.001	0,46	0,63 ^{ns}	2	0,075	12,443	0,000***	2	0,038	10,466	0,001**	2	0,224	12,86	0,00**
Priming	2	0.002	1,19	0,32 ^{ns}	2	0,007	1,186	0,328 ^{ns}	2	0,005	1,406	0,271 ^{ns}	2	0,016	0,901	0,42^{ns}
Salinité **priming*	4	0.001	0,54	0,70 ^{ns}	4	0,007	1,149	0,366 ^{ns}	4	0,007	1,932	0,149 ^{ns}	4	0,028	1,623	0,21 ^{ns}
Erreur	18	0.001			18	0,006			18	0,004			18	0,017		
total	27				27				27				27			

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions (F: valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement) Les mêmes lettres majuscules sur la même ligne ne sont pas différentes significativement (P < 0,05).
Les différentes lettres minuscules sur la même colonne sont différentes significativement (P < 0,05).

II.1.6. Effets sur l'indice de tolérance des plantules

Les résultats sur l'indice de tolérance de la population P17 de niébé soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par le tableau 18. L'analyse de la variance a montré un effet non significatif du facteur salinité, *priming*, ainsi que l'interaction salinité *priming*.

Tableau 18: Effet des différentes méthodes de *priming* sur l'indice de tolérance de la population P17 soumises à différentes concentrations de NaCl.

	Indice de tolérance				
	Témoin	NaCl 3h	NaCl 6h	total	ESM
T1	2,28^{aA}	1,37 ^{aA}	0,98^{aA}	1,54^{a}	0.93
T2	0,50^{aA}	1,41^{aA}	2,03 ^{aA}	1,31^{a}	0.67
moyenne totale	1.39 ^{a}	1.39 ^{a}	1.51 ^{a}		
ESM	1.05	0.86	0.37		

	L'analyse de la variance			
	ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	1	0,245	0,123	0,732^{ns}
priming	2	0,027	0,014	0,986^{ns}
salinité *priming	2	3,085	1,550	0,252^{ns}
erreur	12	1,991		
total	18			

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. (F : valeur statistique de Fisher, P: n'est pas significative (ns), * (5%), ** (1%), *** (0,1%) représentent le niveau de signification : significatif, hautement significatif et très hautement significatif respectivement). Les mêmes lettres majuscules sur la même ligne ne sont pas différentes significativement ($P < 0,05$). Les différentes lettres minuscules sur la même colonne sont différentes significativement ($P < 0,05$).

Les résultats indiquent que les graines déshydratée après 6h d'imbibition tolèrent mieux le stress salin par rapport aux semences déshydratée après 3h d'imbibition tous traitements salins confondus, les valeurs moyennes d'indice de tolérance au stress sont de l'ordre de 1,51 (NaCl 6h) contre 1,39 (NaCl 3h).

Les meilleures valeurs d'indice de tolérance au stress sont obtenues en conditions de stress salin 170 Mm chez le lot *priming* 6h de NaCl (2,03) suivies du lot *priming* 3h NaCl (1,41) contre 0,5 (Témoin). Ces résultats classe *l'Halopriming* des graines par du NaCl 6h d'imbibition comme étant le meilleur par rapport au *priming* par le même sel (NaCl) pendant uniquement 3h d'imbibition.

❖ Discussion

I. Première Expérience : Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur la germination et la croissance précoce de niébé sous stress salin.

La germination est une composante principale de l'établissement du plant, et elle est définie comme la phase le plus critique de cycle de vie de la plante [176]. La germination est affectée par plusieurs conditions environnementales et végétales, y compris la salinité, la température, le génotype, la taille des graines et les conditions du sol. BEWLEY et BLACK [177]

Dans cette étude, nous avons étudié les effets de l'amorçage des graines sur les traits de germination et de croissance précoce de deux populations de niébé (P7 et P17) soumises au stress salin. Il consiste à faire subir aux graines un prétraitement *Halopriming* grâce à des agents tels que (NaCl, CaSO4, CaCl2), et un prétraitement *hydropriming* (l'eau distillé).

Nos résultats montrent que la salinité élevée (170 Mm de Na Cl) retarde la germination des graines de niébé et induit une réduction du pourcentage final de germination. Des résultats similaires ont a été observés pour *Vigna unguiculata* par MURILLO-AMADOR et TROYO-DIEGUEZ [178], qui ont également constaté que la germination a été réduite considérablement de 30% quand la conductivité électrique dans la culture est exposée à 1.56 S m^{-1}. D'autres travaux sont conformes avec nos résultats, c'est ainsi que MAAS et POSS[179], PLISS *et al*.[180] ont expliqué le retard de la germination des graines ainsi que la diminution de la moyenne de germination journalière des génotypes avec l'augmentation de la concentration saline, par le temps nécessaire à la graine de mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne.

La réduction de la germination observée aux hautes concentrations de sel, peut être due aux effets toxiques de sels. L'irrigation saline peut affecter de la germination en facilitant la prise d'ions toxiques qui peuvent changer certaines activités enzymatiques ou hormonales de la graine. YILDIRIM [181] De plus, la haute absorption des ions Na^+ et Cl^- pendant la germination induit une toxicité cellulaire qui inhibe ou ralentit la vitesse de germination et donc le pourcentage de germination. GRATTAN et *al* [182] La salinité provoque une augmentation considérable des concentrations de sodium et de chlorure [183] et réduit par conséquent l'accumulation du

phosphore et de potassium. HIRSCHI [184] La proportion de K+/Na+ diminue considérablement sous l'effet de la salinité. TURAN et *al* [185]

LUTTES *et al*.[186] ont distingué que les plantes accumulent le Na^+ aux dépens de Ca^{++} et du K^+ en conditions de stress salins. D'après GRERNWAY *et al*.[116] la réduction des concentrations du potassium pourrait inhiber le développement de la plante en réduisant la capacité d'ajustement osmotique et en affectant les fonctions métaboliques de façon défavorable. La concentration de sel réduit le potentiel d''absorption de l'eau par les graines germées et réduit donc la germination. NEAMATOLLAHI et BANNAYAN [187].

HADJLAOUI *et al*.[169] ont rapporté que la réduction dans le pourcentage final de la germination peut être expliquée par l'augmentation de la pression osmotique du milieu qui affecte l'absorption d'eau, et être aussi dû à l'accumulation des ions Na^+ et Cl^- dans l'embryon qui mènent à une altération dans le métabolisme pendent la germination, cette altération cause la mort des cellules embryonnaires.

D'après cette étude, nous constatons que, la salinité a induit une réduction des paramètres de croissance (longueur des radicules, longueur des hypocotyles, longueur des épicotyle, longueur total, poids frais et poids sec) et l'indice de vigueur des plantes des deux populations de *Vigna unguiculata*. La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes. BOUAOUINA et *al* [89] Son effet sur la croissance des plantes varie en fonction du type de salinité, de la concentration du sel, de l'espèce, de la variété, de l'organe de la plante, ainsi que de son stade végétatif. LEVIGNERON *et al* [112] En effet nos résultats montrent que c'est la haute concentration de NaCl (170 mM) qui a réduit significativement la croissance de niébé. Des résultats similaires ont été rapportés sur le niébé PATEL *et al* [188]et sur la luzerne LACHHAB et *al* [189].

La réduction de la croissance sous stress salin peut être due aux effets osmotiques de sels [190], la toxicité ionique [82;191] et les déséquilibres nutritionnelles. EVELIN et *al* [192] Selon MENSAH *et al*.[193] ; KHADRI *et al*.[194] Cette sensibilité résulte de la réduction de la taille cellulaire permettant aux cellules d'accumuler des solutés tels que la proline afin de réaliser l'ajustement osmotique.

LLUCH *et al*.[191], JALLEL *et al*.[195] Expliquent la réduction de la taille caulinaire par une diminution de l'expansion des tissus à cause du bas potentiel hydrique ainsi que par la

réduction des pigments photosynthétiques foliaires. Selon MENSAH *et al.* [193] ; KHADRI *et al*.[196] La réduction de la taille cellulaire permettant aux cellules d'accumuler des solutés tels que la proline afin d'équilibrer la haute pression osmotique de la rhizosphère.

Nos résultats ont montré que les poids frais et secs des plantules sont affectés sous les différents régimes salins, ce qui est en accord avec les résultats d'ASHRAF[197], qui a mentionné que, la réduction du poids frais et sec des plantules est due à la réduction de l'absorption de l'eau par les plantes en présence de stress salin.

Plusieurs travaux ont signalé que cette baisse de biomasse est attendue suite aux baisses dans l'absorption de l'eau par les racines, qui inhibent l'activité du méristème et l'élongation de la cellule. SADEGHIAN et YAVARI [198].

Nos résultats sont conformes avec ceux de TAFFOUA *et al*.[199], qui ont constaté que l'augmentation de la concentration saline jusqu'au à 100 mM de NaCl entraîne chez *Vigna unguiculata* une baisse de la biomasse sèche.

Nos résultats ont démontré que le *priming* atténue l'impact négatif de la salinité sur la germination et la croissance. En effet, le *priming* a amélioré les performances germinatives, la croissance du niébé et l'indice de vigueur des plantules soumis sous conditions stressantes et non stressantes. Le *priming* est une méthode efficace qui a permet une germination rapide et synchronisée et une meilleure croissance. Ainsi, le *priming* permet d'avoir une tolérance plus vigoureuse aux stress salin. Cependant quel que soit l'effet du *priming* sur la germination et la croissance, l'effet varie selon la population, la dose de sel et le type de *priming*.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par FABUNMI *et al*.[152], qui ont également observé que l'amorçage améliore les performances et la vigueur du niébé en conditions stressantes et non stressantes.

L'amorçage des graines facilite l'absorption de l'eau, ce qui permettra la croissance de l'embryon à l'intérieur et augmente la vitesse de germination [10], l'embryon s'étend et comprime l'endosperme [200]. Il stimule et prépare le métabolisme des graines pour la sortie de la radicule FAROOQ et *al* [201].

Plusieurs auteurs ont expliqué cette germination rapide et synchronisé, par une activation des processus prégerminatifs qui induisent des modifications biochimiques quantitatives et

qualitatives au niveau des semences [165], telles que la réparation des membranes JOWKAR et *al* [202] et l'augmentation des activités des enzymes antioxydants[203], tel que la catalase, la peroxydase et la dismutase superoxyde). SHARMA *et al* [7]La synthèse de la proline, était plus élevée dans les graines amorcées du sorgho MON *et al*; FARAHMANDFAR *et al*.[204 ;205] Cela augmente la capacité de tolérance d'une plante au stress salin.

Cette amélioration dépend étroitement du type d'amorçage, de la concentration de sels dans le milieu et de la population. Ceci a été déjà suggéré par GHASSEMI-GOLEZANI *et al*.[147].

Nos résultats indiquent que les prétraitements des graines améliorent considérablement la croissance précoce des plantules des deux populations du niébé, exposées ou non au stress salin. À l'exception, la biomasse sèche des plantules de la population P7 est apparue seulement au niveau du prétraitement par le $CaCl_2$, ce qui peut être liée à la proportion d'absorption d'eau ASHRAF [206]. KHAN *et al*.[207], ont montré que la biomasse de la plante augmentée peut être dûe à la germination synchronisée et l'emergence rapide des graines prétraitées.

Notre étude indique que les prétraitement des graines par le NaCl, le $CaSo_4$ et *l'hydropriming* sont plus efficaces sous les deux niveaux de stress salin appliqués et en conditions non stressantes. Avec des pourcentages de germinations meilleurs, une vitesse de germination plus rapide et une croissance meilleure par rapport aux graines non amorcées. Par contre, l'effet positif de prétraitements ($CaCl_2$) apparait seulement au niveau de la concentration saline 85 mM de NaCl.

L'effet bénéfique de l'*halopriming* par le NaCl et le $CaSO_4$ sur la germination et la croissance sous stress salin et en conditions normales, suggérèrent la non toxicité du NaCl et le $CaSO_4$ dû à l'accumulation des ions au niveau de l'embryon. DEMIR et VAN DE VENTER [208]

Nos résultats sont en accord avec ceux de NAKAUNE *et al*.[162], qui soulignent que le prétraitement des graines par le NaCl augmente le taux de la germination sous les faibles et fortes concentrations de sel, et la tolérance au stress est acquise. De même, KHAN *et al*.[209], ont rapporté que *le priming* par le NaCl à un effet positif sur les traits de la germination des graines de *(Capsicum annuum* L.). Le *priming* par le NaCl attenue l'effet négatif de la salinité sur la germination et la croissance du plant de melon SIVRITEPE [210].

Les résultats obtenus dans notre étude concernant l'effet positif de l'*hydropriming* sur les traits de germination et la croissance concordent avec ceux obtenus par ASHRAF et FOOLAD[211]. Ces conclusions supportent l'autre résultats obtenus par BASRA *et al*.[212], sur le blé et FABUNMU *et al*.[152], sur *Vigna unguiculata*, qui ont constaté que l'*hydropriming* permet d'améliorer les performances germinatives, la croissance et le développement des plantes sous des conditions favorables et stressantes. Cette technique est peu couteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être néfastes pour l'environnement et la santé humaine. GHASSEMI *et al*., [147]

Selon ASHRAF *et al* [1] le mécanisme précis par lequel d'application de cette technique, pourra améliorer la germination et croissance des plantes sous stress salin ou en conditions non stressantes n'est pas claire.

Les résultats de notre étude concernant l'effet améliorateur du $CaSO_4$ sur la germination et la croissance en conditions stressantes et non stressantes, a été également signalé par AFZAL *et al*. [13], l'amorçage par le $CaSO_4$ augmente la proportion de l'absorbance de Ca^{2+} par les graines et résulte en une meilleure germination de la graine, qui permet de limiter les effets négatifs de Na^+ et autres ions dans le milieu salin.

Selon ASHRAF *et al*.[213], BAKHT *et al*. [214], l'amorçage permet d'augmentation de l'accumulation de Ca^{2+} et le K^+ et diminue la concentration de Na^+, ce qui permet d'assurer un ajustement osmotique et limiter l'impact négatif des ions Na^+. Les semences prétraitées par des sels de calcium ont l'avantage de maintenir la germination sous les conditions salines probablement en raison de l'influence de calcium sur les membranes AZAIZEH *et al* [215].

D'autre part, nous avons remarqué que les graines amorcées par le $CaCl_2$ sont moins tolérante au haut niveau de stress salin, ce qui est peut être expliqué par la plus haute concentration de sels et /ou ce peut être dû à l'effet toxique de $CaCl_2$ ou à cause de longue période d'amorçage.

Il a été rapporté que quand les niveaux de concentrations utilisées pour le *priming* est en dessous du seuil du stress, les plantes sont incapables d'augmenter leur tolérance au sel. AMZALLAG ; LE BALIBREA *et al* [216 ;217] La réponse insuffisante à l'amorçage par le $CaCl_2$, pourrait être dû au fait que le niveau du sel utilisé pour l'amorçage n'était pas suffisant pour induire l'adaptation du niébé au sel. Ce qui nécessite d'autres investigations.

Concernant l'indice de vigueur des plantules, nos résultats montrent qu'il est réduit significativement avec l'augmentation du stress salin chez le lot témoin non traités par le *priming*, ainsi que les lots traités par les différentes méthodes de *priming*. Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration significative de l'indice de vigueur des plantules par rapport aux plantules issus des graines non prétraitées en conditions normales ainsi que en conditions de stress salin. L'effet diffère selon la dose de sel, la population et le type de *priming*.

Nous constatons d'après nos résultats que, le longueur des différentes parties des plantules sont le principal facteur qui a contribué à l'index de la vigueur des plantules. Nos résultats montrent que, la longueur des différentes parties est réduite sous l'effet de sel, par conséquence, la tolérance des plantules a été affectée. Les plantules issues des graines amorcées sont plus tolérances au sel par rapport aux plantules issues des graines non amorcées. Ces résultats en accord avec ceux obtenus par KHAJEH-HOSSEINI *et al.*[218], qui ont indiqué que, la longueur des plantules contribue pour un index de vigueur des plantules élevé, ce dernier est affecté considérablement avec l'augmentation de la salinité suite à la réduction de la longueur des plantules.

La présente d'étude a confirmé que les plantules issues des graines amorcées ont acquis une grande tolérance au sel rapport à celles qui ne sont pas traitées, ceci est illustré par les meilleures valeurs de l'indice de vigueur des plantules, dû à l'amélioration de la longueur totale des plantules sous l'effet du *priming*. Des résultats semblables sont aussi rapportés par SIVRITEPE *et al.* [123] et KHAJEH-HOSSEINI *et al.* [219].

Les résultats de notre étude ont permis de noter une nette variabilité de tolérance à la salinité entre les deux populations de niébé étudiées au stade de germination. En effet, La population P17 originaire d'Adrar est tolérante à la salinité par rapport à la P7 originaire de Tizi Ouzou, qui était plus affecté par la salinité. YILDIRIM et GUVENC[181] qui soulignent que ces différences peuvent être attribuées aux variations génotypiques qui sont exprimées à un degré élevé sous contrainte saline. Par BASRA *et al.* [212], suggèrent une relation entre la tolérance à la salinité et l'origine géographique des populations. En effet la P17 qui s'est montré tolérante à la salinité est d'origine saharienne (Adrar), qui est caractérisée par climat désertique chaud typique de la zone saharienne hyper-aride, alors que la population P7 est originaire de Tizi Ouzou qui se situe dans la zone du climat méditerranéen. Les conditions climatiques des régions chaudes et semi-arides,

sont un facteur majeur dans la création de sols salins et l'établissement d'une végétation tolérante au sel. ROSENTAL [220]

De même, nos résultats ont démontré une variabilité de réponse à l'amorçage entre les deux populations étudies. Le *priming* améliore la germination et la croissance des deux populations sous stress salin. L'effet est meilleur chez la population P17 originaire d'Adrar par rapport à la P7 de Tizi Ouzou. Nos résultats ont montré que la P17 est tolérante à la salinité par rapport à la P7. La meilleure germination et croissance sous l'effet du *priming* observée chez la P17, est expliqué par la présence d'une adaptation à la salinité chez ce génotype, comme cela a été signalé par BAKHT *et al.*[214]

II. Deuxième Expérience : Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur l'émergence et la croissance de niébé sous stress salin

Dans cette expérience, nous avons étudié les effets de l'amorçage des graines sur l'émergence et la croissance de la population P17 de niébé originaire d'Adrar, soumises au stress salin. Il consiste à faire subir aux graines un prétraitement *Halopriming* par l'imbibition d'un lot de graines dans le Na Cl pendant 3H et un autre lot dans du Na Cl pendant 6H.

D'après cette étude, nous constatons qu'au stade émergence, l'amorçage par le NaCl 6H ou NaCl 3H améliore l'émergence, la croissance et le développement des semences de la population P17 de niébé, en condition de stress salin (NaCl) ou en conditions normales. Ainsi, le prétraitement permet d'avoir une tolérance plus vigoureuse aux stress par rapport le témoin qui été influencé significativement par la salinité. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par FABUNMI[152] qui ont également observé que l'amorçage améliore les performances et la vigueur du niébé en conditions stressantes et non stressantes. Le prétraitement des graines est vu comme une technologie permettant d'assurer une émergence rapide et synchronisée, une meilleure vigueur, croissance et rendement des plantules. CICEK [221]

En condition de stress salin élevée (170 Mm de NaCl), les graines non traitées ont un pourcentage et un taux d'émergence faible, ainsi qu'une croissance limitée des radicules, épicotyle, hypocotyles, longueur totale, du poids frais et du poids sec des différentes parties des plantules. Ces résultats sont similaires avec ceux obtenu avec MURILLO-AMADOR *et al.*[178], qui ont trouvé que le pourcentage et le taux d'émergence du niébé sont réduits par le stress salin.

Les mêmes auteurs suggèrent que l'effet négatif de la salinité est dû aux effets osmotiques des sels. EVELIN *et al*.[192], soulignent que la toxicité ionique, due aux ions sodium et chlore, ainsi que le déséquilibre nutritionnel de la plante induisent la réduction de l'émergence et la croissance. CICEK et CAKIRLAR[221], ont souligné que, la salinité affecte négativement le développement des radicules et hypocotyles, ce qui résulte en un retard de l'émergence.

La réduction de la biomasse du niébé sous stress salin, noté dans notre étude a été également signalé par MURILLO-AMADOR *et al* [138].

Par contre, le traitement des graines à des effets positifs qui apparaissent au cours de l'émergence, se répercutent sur la croissance des radicules et des parties aériennes. En effet. L'effet positif de l'amorçage dans notre expérience dépend étroitement de la durée du prétraitement. Ainsi, le prétraitement de NaCl est plus efficace avec 6h d'imbibition, comparativement à une imbibition de 3h. Ceci a été déjà suggéré par GHASSEMI-GOLEZANI *et al*.[147]. Et confirmé par MAROUFI *et al*. [165] qui ont montré que 6h de prétraitement représente la durée optimale pour améliorer les performances germinatives de *Vigna unguiculata*.

Cette durée est suffisante pour permettre le déroulement des processus métaboliques pré germinatifs. MAITI et PRAMANIK[144] ont montré que les facteurs principaux qui influencent les résultats de *priming*, sont, la durée d'amorçage, la température, la vigueur de la graine, l'espèce ainsi que la composition de la solution d'amorçage.

Les meilleurs résultats de l'amorçage au NaCl (imbibé pendant 6 h) pourrait être due à l'absorption des ions Na^+ et Cl^- par la graine, en maintenant un gradient de potentiel d'eau permettant l'absorption de l'eau pendant la germination des semences. KAYA *et al*.[12], ont conclu que l'effet positif du *priming* sur la croissance des plantules est dû à l'émergence rapide des plantules.

Conclusion

Notre travail avait deux objectifs :

- l'étude de l'influence de la salinité (NaCl) sur les performances germinatives, l'émergence et la croissance de deux écotypes algériens de *Vigna unguiculata* (P7 et P17) provenant respectivement de Tizi Ouzou et d'Adrar.
- l'étude de l'implication de l'amorçage, à savoir, l'*hydropriming* et l'*halopriming* (NaCl, $CaSO_4$ ou $CaCl_2$) dans la réponse des écotypes de *Vigna unguiculata* au stress salin, provoqué par l'application d'une irrigation saline (NaCl) au stade germination et au stade émergence et croissance.

Pour cela, nous avons conduit deux essais, le premier, pour étudier l'effet de l'amorçage (*hydropriming*) et l'*halopriming* (NaCl, CaSO4 et CaCl2) sur les performances germinatives et la croissance précoce de deux populations de niébé (P7 et P17) soumises au stress salin. Le deuxième, consiste à étudier l'effet de l'amorçage des graines par le NaCl pendant 3h ou pendant 6h sur l'émergence et la croissance de la population P17 de niébé soumise au stress salin.

Nos résultats montrent que :

Le stress salin provoque chez les deux populations de niébé étudiées au stade de germination des effets variables en fonction la concentration de NaCl utilisée et du génotype. Nous avons remarqué que l'augmentation de la salinité jusqu'au 170 mM de NaCl, affecte significativement les performances germinatives chez le témoin sans prétraitement et les graines qui sont traités par les différentes méthodes d'amorçage. En Effet, elle provoque un retard dans la cinétique de germination, une réduction de la vitesse de germination et du pourcentage final de germination. La salinité réduit également significativement tous les paramètres de croissance (longueur des radicules, des hypocotyles, épicotyleses et longueur totale, poids frais et poids sec) et l'indice de vigueur des plantules. Nous avons noté une variabilité génétique en réponse au stress salin, la population P17 originaire d'Adrar s'est montrée tolérante à la salinité par rapport à la population P7 originaire de Tizi Ouzou.

Au stade émergence et croissance, la salinité à partir de 170 Mm de NaCl, induit chez la population P17, traitée ou non par l'amorçage une réduction significatives du taux d'émergence, du pourcentage final d'émergence et du taux de survie. , ainsi qu'une réduction des tous les paramètres de croissance (longueur des hypocotyles, des épicotyle et hauteur totale, poids frais et poids secs des radicules, des tiges, des feuilles et poids totale des plantules.

L'amorçage des graines améliore la tolérance du niébé au stress salin, et attenue les effets négatifs de la salinité sur les performances germinatives, la croissance et l'émergence. L'effet améliorateur varie selon le type de priming, la durée du *priming*, l'intensité du stress salin et la variété.

Nous avons remarqué une amélioration significative de la vitesse de germination, du pourcentage de germination aussi bien durant tous les jours de germination ainsi que le pourcentage final de germination. En effet, les graines qui ont subi l'amorçage germent rapidement et de façon de manière synchronisée par rapport au graines non traitées par l'amorçage en conditions favorables et en conditions de stress salin. De même, nous avons noté une nette amélioration dans tous les paramètres de croissances étudiées. Parmi les prétraitements utilisés, l'*hydropriming*, l'amorçage par le NaCl ou le $CaSO_4$, offre les meilleurs résultats en conditions normales et en conditions stressantes pour les deux populations étudiées. Ils permettent d'atténuer efficacement les effets négatifs du sel et augmenter la tolérance des plantes au sel. Nous pouvons conclure que ces méthodes d'amorçage pourraient représenter des méthodes simples, moins chères et très efficaces pour l'amélioration de la production du niébé et en particulier dans des conditions salines défavorables. Et ils peuvent être recommandés aux agriculteurs, afin d'avoir une germination et une émergence rapides et synchronisées et un meilleur établissement du niébé dans les zones affecté par le sel notamment le Sahara algériens. L'amorçage a amélioré la tolérance au sel des deux populations, mais avec un effet plus arqué pour la population P17, ce qui recommande vivement l'utilisation de cette population dans les zones affectées par la salinité, et de l'introduire dans les programmes de sélection pour la tolérance du niébé au stress salin.

Les résultats de la Deuxième expérience montrent également que, l'amorçage améliore le taux d'émergence, le pourcentage final d'émergence, le taux de survie, l'indice de vigueur des plantules et tous les paramètres de croissance de la population P17, en conditions favorables et en conditions stressantes. Dans ces mêmes conditions, nous avons observé que l'imbibition dans le NaCl pendant 6 heures, donne de meilleurs résultats par rapport à l'amorçage des graines pendant 3 heures. Nous pouvons ainsi déduire que l'amorçage des graines pendant 6 heures représente une méthode efficace pour l'amélioration de l'émergence et la croissance du niébé et en particulier dans des conditions salines défavorables.

Récommandations

Pour répondre à certaines questions qui restent posées, nous proposons :

- D'ajouter certains aspects de la tolérance au stress salin non traites dans ce travail, tels que la pression osmotique foliaires, les protéines solubles, le contenu des différents organes en éléments minéraux (Na^+, Cl^-, K^+, Mg^{2+} et Ca^{2+}).
- D'étudier le comportement des populations au stress salin en plein champs.
- De multiplier les essais sur d'autres populations provenant d'autres régions de l'Algérie, compte tenu de l'importance de cette espèce dans les régions arides et semi-arides, ce qui permettra de mieux évaluer la tolérance de niébé à la salinité et de l'intégrer dans les programmes d'amélioration de cette espèce.
- De procéder à la discrimination génétique entre les différents génotypes étudiés en utilisant les techniques de biologie moléculaire, afin d'identifier les gènes responsables de la tolérance à la salinité et de sélectionner les génotypes les plus résistants.
- D'effectuer d'autres investigations sur l'amorçage par le $CaCl_2$. En effet, dans cette étude, bien que l'amorçage par le $CaCl_2$ a amélioré la tolérance au sel, en particulier chez la P7, mais les résultats ne sont pas assez satisfaisants comme ceux obtenus avec les autres types d'amorçage. Ceci pourrait être dû au fait que la concentration du sel utilisée ou la durée d'amorçage n'étaient pas suffisantes pour induire l'adaptation du niébé au sel. Ce qui nécessite de tester d'autres concentrations et autres durées de prétraitements.
- De tester d'autres types d'amorçages des graines par d'autres agents, exemple, le KNO3, KCL, l'hormone priming (acide abscissique, acide gibbérellique) et le double *hydropriming*, avec des durées d'amorçage différentes, afin de sélectionner les méthodes les plus efficaces. Ces méthodes ont prouvé leurs efficacités chez plusieurs espèces.
- L'usage d'approches d'ordres moléculaires et génétiques, qui s'avère incontournable pour mieux identifier l'expression des gènes activés au cours de l'amorçage.

❖ Références

[1] **MADAMBA, R., GRUBBEN, G.J.H ., ASANTE, I.K et AKROMAH, R ., 2006.** *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

[2] **WATANABE., HAKOYAMA,S., TERAO, T., and SINGH, B. B., 1997.** Evaluation methods for drought tolerance of *cowpea*. In Advances in Cowpea Research-(Singh,B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai,L. E.N.eds)-IITAIbadan.

[3] **ECHIKH N ., 2000 .** Organisation du pool getinique de formes sauvages et cultivées d'une le´gumineuse alimentaire, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Ph.D. thesis, Faculte Uni-versitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, Gembloux, Belgium, 307 pp.

[4] **EHLERS JD., HALL AE 1997.**cowpea (*vigna unguiculata* (l.) walp. field crops res 53:187–204.

[5] **ASHRAF M., ATHAR HR., HARRIS PJC., KWON TR., 2008.** some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Adv Agron 97: 45–110.

[6] **DROUHIN G., 1961**. Expérience algérienne d'utilisation des eaux saumâtres pour l'irrigation avec référence particulières aux sols salins. U.N.E.S.C.O, Paris, 239-244.

[7] **DAOUD Y., et HALITIM A., 1994** . Irrigation et salinisation au sahara algérien. Sécheresse, 5, 3, 151-160.

[8] **DANTAS., OMAR ., 2004**. e o maritime nos tropicos GEOUSP n.15SaOpaula.

[9] **GHOLAM M., FAEZEH MOKHTARIAN., BAHRAM B., (2015)**. Seed Halopriming Improves the Germination Performance of Black Seed (*Nigella sativa*) under Salinity Stress Conditions12892-014-0078-1.

[10] **SIVRITEPE HO., DOURADO AM., 1995**.The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Annals of Botany.;75:165.

[11] **SHARMA, A.D., RATHORE, S.V.S., SRINIVASAN, K., TYAGI, R.K., 2014.** Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield inokra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Sci. Hortic. 165, 75–81**.**

[12] **BEWLEY J.D., BRADFORD K.J., HILHORST, H.W.M., NONOGAKI, H., 2013.** Seeds physiology of development. In: Germination and Dormancy, 3rd ed. Springer, New York.

[13] **GHASSEMI-GOLEZANI K., CHADORDOOZ-JEDDI A.,NASRUL LAHZADEH S., MOGHADDAM M., 2010**. Influence of hydro-priming duration on fiel performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Afr. J. Agric. Res., 5(9), 893-897.

[14] **ELOUAER, M.A., HANNACHI, C., 2012.** Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. Eur. J. Biosci. 6, 76–84 http://dx.doi.org/10.5053/ejobios.2012.6.0.9.

[15] **JISHA KC., VIJAYAKUMARI K., PUTHUR JT., 2013.** Seed priming for abiotic stress tolerance: an overview. Acta Physiol. Plant. 35: 1381-1396.

[16] **MEHMET DEMIR KAYA** and ***al .*, 2006.** Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.).

[17] **AFZAL, I., S. RAUF, S.M.A., BASRAAND and G., MURTAZA., 2008.** Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. Plant Soil Environ., 54: 382-388.

[18] **BAKHT J., ISLAM A., TAYYUB M., ALI H, SHAFI M 2011.** antimicrobial potentials of Eclipta alba by disc diffusion method. Afr. J. Biotechnol. 10:7668-7674.

[19] **HOSSEIN SADEGHI., ZAHRA ROBATI., 2015.** reponse of *cichorium intybus* L. to eight sedd priminge methods under osmetic strss conditions ;71441- 65186.

[20] **BRINK M., et BELAY G., 2006.** PROTA 1: Cereals and pulses. Pays Bas : Backhuys, 297p.

[21] **TIMKO M.P., EHLERS, J.D and P.A, ROBERTS., 2007**. Pulses, sugar and tuber crops: 3 *Cowpea*. In Genome mapping and molecular breeding in plants, Edition Springer, vol.3, pp: 49-52.

[22] **BAUDOUIN J. P., MARECHAL, R., 1985 .**Genetic diversity in *Vigna*, 3 – 5. In: *Cowpea* research, production and utilisation, Singh, S.R. and Rachie K.O. (eds.). New York, USA,Wiley, 58p.

[23] **FARIS, D.G., 1965.** The origin and evolution of the cultivated forms of *Vigna sinensis*. Canadian Journal of Genetics and Cytology 7:433-452.

[24] **MARECHAL, R., MASCHERPA, J. M. and STAINIER, F., 1978**. Etude taxonomique d'un groupe d'espèces des genres Phaseolus et *Vigna* (*Papilionaceae*) sur la base de données morphologique et pollinique traitées pour l'analyse informatique. Boissier28: pp. 1-273.

[25] **RAWAL K.M., 1975.** Natural hybridization among weedy and cultivated *Vigna unguiculata* (L) Walp. *Euphytical*, 24: 699-707.

[26] **PASQUET R ., 1994.** Organisation génétique et évolutive des formes spontanées et cultive´es du niébé, *Vigna unguicu-lata* (L.) Walp. biosystématique et processus de domestication. Ph.D. thesis, Paris Grignon, I.N.A. Paris-Grignon-ORSTOM, France, 284 p

[27] **COULIBALY S., PASQUET R.S., PAPA R. et GEPTS P., 2002.** AFLP analysis of the phonetic organization and genetic diversity of *Vigna unguiculata L*. Walp. Reveals extensive gene flow between wild and domesticated types. *Theor. Appl. Genet*, 104: 358-366.

[28] **VANDERBORGHT, T., BAUDOIN, J, P., 2001.** Niébé: *Vigna unguiculata* (L.) Walpers.Agriculture en Afrique Tropicale. DGCI.

[29] **PASQUET R.S., 1998.** Morphological study of cultivated *cowpea Vigna unguiculata* (L.)Walp. Importance of ovule number and definition of cv gr Melanophthalmus. *Agronomie*, 18: 61-70.

[30] **SINGH, B. B., CHAMBLISS, O. L., SHARMA, B., 1997**.Recent advances in *Cowpea* breeding. In Advances in Cowpea Research- (Singh, B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. eds)-IITA Ibadan, Nigeria.

[31] **GOULAM, C., BELMIR, K., FOURSY, A. et FARES, K. 2005**. Assessment of salinity stress on agronomic parameters and beet quality in sugar beet (*Beta vulgaris* L) Comptes rendus du 68 éme congrès de I.I.R.B, Maroc, pp. 75-77.

[32] **TRABUT A .,1935 .** Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées cultivées et utilisées dans le nord de l'Afrique. Algies, Alegria, 355 pp.

[33] **ANOUN N et ECHIKH N., 1990 .** Etude bio systématique d'une légumineuse saharienne : le Tadelaght. Mémoire DES, Univ. Sci. Technol. "Houari Boumedienne", Bab Ezzouar, Algérie, 101 p.

[34] **ECHIKH N., GEPTS ., BAUDOIN J.P., 1997.** La domestication du niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

[35] **VERDCOURT, B., 1970.** Studies in the Leguminosae Papilionoideae for the "Flora of Tropical East Africa" volume III and IV. Kew Bull. 24:379-447 and 507-569.

[36] **PROST P. J., 1996.** La botanique, ses applications agricoles. Tome 1. Ed. Balière et fils. 328 p.

[37] **CHUNG G. H ; NELSON R. L. et SINGH R. J., 2007.** Landmark research in legumes N R S Research Press pp. 525 – 537.

[38] **BORGET. M .,1989.** Les légumineuses vivrières. Ed Maisonneuve et Larousse. Paris. pp : 4 -161.

[39] **MAXTED, N., MABUZA-DIAMINI, P.,MOSS,H., PADULOSI,S., JARVIS,A., and L,GUARINO., 2004.** African *Vigna*: an Eco geographic study. In International plant genetic resources institute.

[40] **MOORE, P. H., MING,R AND D.P,DELMER., 2008**. Genomics of tropical crop plant, plant genetics/genomics. Springer.vol1, 581p.

[41] **BELHOCINE R. et MAKOUR O., 2007.** Etude de la cinétique de rendement en huile

[42] **COUPLAND, G. et CORBESIE L.R ., 2005.** Photoperiodic flowering of *Arabidopsis*: integrating genetic and physiological approaches to characterization of the floral stimulus. Plant Cell Environ. 28*:* 54–66.

[43] **CHARRIER, A., JACQUOT, M., HAMON, S., NICOLAS,D and M.K, RAZDAN., 2001.** tropical plant breeding. CIRAD-SPI. Cie Paris, 796 p.

[44] **CHAUX C., ET FOURY C., 1994 .** Production légumière. Légumineuses potagères. Tome 3. Légumes fruits. Ed. Lavoisier. 563 p. pp 77 à 86.

[45] **SINHA S. K., 1980 .** Légumineuses alimentaires, répartition, adaptation et biologie de rendement. Ed. FAO, Rome. 148 p.

[46] **FERY, R. L., 1985.** The genetics of *cowpeas*: a review of the world Literature. In: *Cowpea* Research, Production and Utilization.

[47] **F.A.O., 2010.** Women an sustainable food secirity www f.a.o.org/SD /FSdirected/FB directe /FSp001.htm.

[48] **SAWADOGO ALIDOU ., 2009.** Evaluation de la production, Du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers) en Condition de stress hydrique: contribution au Phénotypes et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse.

[49] **DABIRE, L. C. B., 2001**. Etude de quelques paramètres biologiques et écologiques de Clavigralla tomentosicollis STAL. 1855 (*Hemiptera: coreidae*), punaise suceuse de gousse de niébé, *Vigna unguiculata* L. Walp.

[50] **DABIRE, C., DRABO ., 2008.** Problématique de la production et de la conservationdu niébé.Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA)/Programme protéagineux.

[51] **SINGH, B. B., CHAMBLISS, O. L., SHARMA, B., 1997**.Recent advances in *Cowpea* breeding. In Advances in Cowpea Research- (Singh, B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. eds)-IITA Ibadan, Nigeria.

[52] **DUGJE, L.O. OMOIGUI1., F. EKELEME., A.Y. KAMARA et H. AJEIGBE 2009.** Production du niébé en Afrique de l'Ouest: Guide du paysan

[53] **SCHIPPERS, R.R., 2000**. African indigenous vegetables. An overview of the cultivated species. Natural Resources Institute/ACP-EU Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, Chatham, United Kingdom. 214 pp.

[54]**GHALMI N., HANIFI-MEKLICHE L., BAUDOIN JP., OUNANE S.M. et BENMOHAMED A., 2005.** caractérisation agro-morphologique de quelques populations locales de niébé (*vigna unguiculata*) (l.) Walp. Cultivées en Algérie. In : actes du séminaire international sur l'amélioration des productions végétales. l.

[55] **F.A.O., 2010.** Women an sustainable food secirity www f.a.o.org/SD /FSdirected/FB directe /FSp001.htm.

[56] **CGIAR., 2001.** *Cowpea* (*Vigna unguiculata*). CGIAR on line/CGIAR Research: Areas of Research, < http://www.cgiar.org/research/res_cowpea.html>, Washington, D.C.

[57] **SINGH, B. B., CHAMBLISS, O. L., SHARMA, B., 1997**.Recent advances in *Cowpea* breeding. In Advances in Cowpea Research- (Singh, B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. eds)-IITA Ibadan, Nigeria.

[58] **GHALMI, N., MALICE,M., JACQUERMIN,J.M., OUNANE S.M., MEKLICHE.L and J.P, BAUDOIN., 2009**. Morphological and molecular diversity within Algerian *cowpea* (*Vigna unguiculata* (L.) Walp landraces. Genet. Resour. Crop.Evol. ed .Springer.

[59] **KENTOUR S., 1999 .** Contribution à l'étude des protéines des graines du haricot dolique (*Vigna unguiculata*) à la cour d'un essai à l'I. T. M. A. de Boukhalfa Willaya de Tizi-Ouzou. D.E.S. de Biologie, 44 p.

[60] **ACHUBA, F. I., 2006.** The effect of subletethal concentration of crude oil on the growth and metabolism of *cowpea* (*Vigna unguiculata*) seedlings. The Environmentalist 21(1):17 – 20.

[61] **SANKIE, L., ADDO-BEDIAKO, K. O. AND AYODELE, V., 2012**. Susceptibility of seven cowpea (Vigna unguiculata L. Walp) cultivars to cowpea beetle (*Callosbruchus maculatres*) Agricultural Science Research Journals 2(2):65-69.

[62] **MARTINEZ J.P., SILVA H., LEDENT, J.F ET PINTO M ., 2007.** effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans *(Phaseolus vulgaris L.)* European journal of agronomy. Vol. 26, n°1, pp. 30-38.

[63] **KWAPATA MB, HALL AE.,1985.** Effects of moisture regime and phosphorus on mycorrhizal infection, nutrient uptake and growth of cowpeas (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). Field Crops Res 12:241–250.

[64] **QUIN, F. M., 1997**. Introduction. In: Advances in Cowpea Research- Singh, B. B., Mohan Raj, Dashiell, K. E. et Jackai, L. E. N. (eds) - 375p.

[65] **HALL, A.E. et COYNE, D. (EDITORS) ., 2003**. Research highlights of the Bean/*Cowpea* Collaborative Research Support Program 1981–2002. Field Crops Research 82(2–3), Special Issue. 242 pp.

[66] **KEITA S. M., 2000.** Effect of various essential oil a Callosobruchus maculatus (F.) (*coleoptera*: *Bruchidae*). Journal of Stored Products Research. 36 (4): 355 – 364.

[67] **SINGH, S. R., ET ALLEN, O. J.,1979.** Les insectes nuisibles et maladies du niébé. Manuel n02 lita

[68] **KENFAOUI.A., 1997**. La salinité des eaux d'irrigation .Synthèse bibliographique réalisé par les élèves ingénieurs de l'école nationale du génie rural des eaux et des forets de Montpellier.

[69] **GREGORY.B., 2005** . Écophysiologie de semis de conifères éctomycorhizés en milieu salin et sodique .Thèse de mémoire. Université Lava Canada . Chapitre 1.

[70] **OMMAMIE.N., 2005**. Response of Amaranth to salinity stress. These of Ph.D.Horticulture. University of Pretoria. Chapter 1, p 5-20, chapter 6, P1

[71] **MERMOUD, A., 2006 .** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols, Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.

[72] **SERVANT J.M., 1978**. La salinité dans le sol et les eaux caractérisation et problèmes d'irrigation drainage. Bull . B.R. G. M. sect III. N ° 2, pp 123- 142.

[73] **GAUCHER G et BURDINS S., 1974 .** Géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés.ed.p.u.f.paris,231p

[74] **MANIGUET, M., 2003 .** Les pays secs environnement et développement. Ellipse Edition marketing. Paris. P (24-32).

[75] **MARLET, S., 2005 .** Gestion de l'eau et salinisation des sols dans les systèmes irrigués Synthèse de l'atelier du PCSI sur : Vers une maîtrise des impacts environnementaux de l'irrigation. CIRAD/AMIS, Montpellier, France, n°40, pp. 12-23.

[76] **HALITIM A., 1988 .** Sols des régions arides d'Algérie. OPU, Alger, 384 p.

[77] **BENKHETOU A., 2003 .** Contribution à l'étude de la mise en culture des zones steppiques dans le cadre de l'accession à la propriété foncière agricole et son impact sur l'écosystème cas de Rechaiga, Tiaret-.Thèse de Magister, Univ. de Tiaret, Algérie, p 25, 28.

[78] **FAO., 2005**. Utilisation des engrais par culture en Algérie. FAO Rome, 61 p

[79] **DOUAOUI , A. et HARTANI, T., 2008 .** Impact de l'irrigation par les eaux souterraines sur la dégradation des sols de la plaine du Bas-Chellif. Scientific commons. Vol. 2, no3, p. 9.

[80] **KESSIRAN, M . M ED., 2003.** Gestion de l'irrigation dans le milieu salin. Recueil des communications des journées techniques et scientifiques sur la qualité des eaux du Sud. Volume III, El-Oued les 19 et 20 mai 2003.

[81] **BEN HEBIRECHE N., 2011.** effet du stress salin sur l'accumulation de la chlorophylle chez le blé dur, p9. (mémoire étude de l'effet du stress salin sur la germination de blé dur) (*Triticum Duruy*).

[82] **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, 17(1): 65-78.

[83] **CRAMER, G.R., 2000.** Sodium-calcium interactions under salinity stress. In: Salinity: Environment - Plants - Molecules. A. Läuchli and U. Lüttge (eds.). In press.

[84] **BINZEL, M.L., HASEGAWA, P.M., HANDA, A.K. and BRESSAN, R.A., (1985).** Adaptation of tobacco cells to NaCl. Plant Physiology 79: 118-125.

[85] **MAILLARD, J., 2001 .** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. November 2001, 34p.

[86] **BELKHODJA M et BIDAI Y., 2004**. Réponse des graines *d'Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de la germination. Sécheresse, 4(15):331-334.

[87] **BOUDA S. et HADDIOUI A., 2011.** Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Revue Nature et Technologie, 5: 72-79.

[88] **GHOULAM C. and FARES K., 2001** . Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Beta vulgaris* L.). Seed Sci. Tech., 29: 357–364.

[89] **LANGRIDGE P., PALTRIDGE N. et FINCHER G., 2006.** Functional genomics of abiotic stress tolerance in cereals. *Briefings in Functional Genomics and Proteomics*, 4(4): 343-354.

[90] **BOUAOUINA S., ZID E. et HAJJI M., 2000.** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum L.*). *CIHEAM*, Options Méditerranéennes, 239-243.

[91] **CHARTZOULAKIS K. et KLAPAKI G., 2000.** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86: 247-260.

[92] **HAMZA M., 1997.** Action de différents de chlorures de Sodium sur les physiologie de deux légumineuse (*phasolus vularis* , sensible) sensible et (*Hedysarum* . *curnosum* , Tolérances) relation hydrique et ionique . Thèse doctoral, U.N.V, Par is VII.

[93] **BRUN A ., 1980.** Effets compares de différence de concentrations de NaCl sur la germination, la croissance et composition de quelques population de luzernes annuelle d'Algérie. Thèse doctorat 3éme cycle. Montpellier.

[94] **HARNADEZ S., 1997.** Mécanisme physiologique et métaboliques de la résistance a la contrainte saline chez les végétaux supérieurs. Bibliographique, U.N.V. Rennu I, UFRSUEUMR CNRS. P20-653.

[95] **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*, 23(4): 220-225.

[96] **GRAMER *AL*, 1985., TERMAAT A. and MUNNS R., 1986**. Use of concentrated macronutrient solutions to separate osmotic from NaCl- specific effects on plant growth. Aust JPlant Physiol (13) 509-522.

[97] **ZIDANE I. JACOBY B. RAVINA and NEUMAN P.M., 1990**. Sodium does not compte with calcium in saturating plasma membrane sites regulating 22Na influx in salinized maize roots. Plant. Physiol.(96)991-334.

[98] **ASLAM M., HUFFAKER R.C and RAINS DW, 1984 .** Early effects of salinity on notrate assimilation in barley seedlings. Plant Physiol (76) 321-325).

[99] **HASEGAWA P. M., BRESSAN R. A., ZHU J. K. and BOHNERT H. J., 2000 .** Plant cellular and molecular responses to high salinity. Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 51: 463–499.

[100] **RENGASMY P. et MCDONALD G., 2010**. High concentrations of Na^+ and Cl^- in soil have simultaneous detrimental effects on growth of bean under salinity. *J Exp. Bot.*, 61: 449-459.

[101] **SNOUSSI S.A., HALITIM A. et VALLES V., 2004.** Absorption hydrique en milieu salin chez la tomate et le haricot. *Cahiers Agricultures*, 13(3): 283-287.

[102] **CUARTERO J., YEO AR., FLOWERS TJ .,1992.** Sélection of donors for salt-tolerance in tomato using physiological traits. New Phytologist121, 6396-6401.

[103] **GRATTAN S.R., GRIEVE C.M., 1993.** Mineral Nutrient acquisition and response by plants grown in saline environnements. Handbook Of Plant And Crop Stress, p 208-218.

[104] **SINGLA, R AND N,GARG., 2005.** Influence of Salinity on Growth and Yield Attributes in Chickpea Cultivars.Turk J Agric For, vol 29, pp: 231-235.

[105] **CLUA, A., FERNANDEZ, G.,FERRO., L and M,DIETRICH. 2006.** Drought stress conditions during seed development of narrowleaf birdsfoot trefoil (*Lotus glaber*) influences seed production and subsequent dormancy and germination.Lotus Newsletter, vol 36,2:58-63.

[106] **MANCHANDA, G and N., GARD., 2008.** Salinity and its effects on the functional biology of legumes.Acta Physiol Plant.,30:595–618

[107] **AHMED,S., 2009.** Effect of soil salinity on the yield and yield components of mungbean. Pak. J. Bot., vol 41,1: 263-268.

[108] **MAAS E. V., 1993.**Testing Crops for Salinity Tolerance. In: Proc. Workshop on Adaptation of Plants to Soil Stresses. Maranville J.W., BaIigar B.V., Duncan R.R. and Yohe J.M. (eds.), 234-247.

[109] **PALLAS .P.S., 1809.** the travel on the various privinces of Russion Empire ,part 1 ST. peteresbrug. Russia

[110] **BOUAOUINA S., ZID E. et HAJJI M., 2000.** Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum L.*). *CIHEAM*, Options Méditerranéennes, 239-243.

[111] **HAMZA M., 1982 .** adaptations physiologique à la salinite des plantes cultivees. bull.soc.ecophysiol., 7(2) ,169-184.

[112] **LEVIGNERON, A. LOPEZ, F. VARISUYT,G. BERTHOMIEN, P. et CASSE-DELBAR,T., 1995.** Les plantes face au stress salin. Cahier d'agriculture. (4): 263-273.

[113] **LEVITT, J., 1980**. Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, 2 nd edn. Levitt, J. (ed.). Academic Press, New York, NY.

[114] **HAOUALA F., FERJANI H. et EL HADJ S., 2007.** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na^+, K^+ et Ca^{+2}) et du chlore (Cl^-) dans les parties aériennes et les racines de ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 11(3): 235-244.

[115] **BOIS, G., 2005 .** Ecophysiologie de semis de coniféres ectomycorhizés en milieu salin et soclique. Thèse de doctorat. 187p.

[116] **GREENWAY, H. and MUNNS, R., 1980.** Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. Annuual Review of Plant Physiology 3: 149-190.

[117] **ZID, E. et GRIGNON, C., 1991.** Test de sélection précoce pour la résistance des plantes au stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Eds. Chalbi, N., Dermarly, Y: 91-104.

[118] **JOSEPH, B. and JINI, D., 2011.** Development of salt stress-tolerant plants by gene manipulation of antioxidant enzymes. Asian journal of agricultural research 5(1): 17-27.

[119] **PIRZAD,A.,M.R SHAKI Z.S SALMASI A.S.,MOHAMMADI,K .,DARVISHZADE and A,SAMADI,2011,** Effect of Water stress on leaf relative water conten ,chlorophyll,in Matriachamovilla .l.j.Med .plants Res.,5 :2483-2488.

[120] **ROCK, C. D., SAKATA, Y., AND QUATRANO, R. S., 2010.** Stress signaling I: the role of abscisic acid (ABA). In Abiotic Stress Adaptation in Plants. Springer. 33-73.

[121] **MILLER, G., SHULAEV, V., and MITTLER, R., 2008.** Reactive oxygen signaling and abiotic stress. Physiologia Plantarum 133(3): 481-489.

[122] **DUBOS, C., 2001.** Réponse moléculaire de jeunes plants de *pin maritime* soumis à un stress hydrique en milieuhydroponique. Thèse de doctorat. Biologie forestière. INRA. 225 PP.

[123] **SAIRAM, R. K. and TYAGI, A. 2004.** Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. Review article. Current science 86 (3): 407.

[124] **TAHRI E. H ., BELABED A, M., et SADKI, K 1998 .** Effet d'un stress osmotique sur l'accumulation de proline, de chlorophylle et des ARNm codant pour la glutamine synthétase chez trois variétés de blé dur (*Triticum durum*). Université Mohamed Premier. Maroc. Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, n°21, pp. 81-87.

[125] **EL MIDAOUI M., BENBELLA M., AÏT HOUSSA A., IBRIZ M. et TALOUIZTE A., 2007**. Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L.). *Revue HTE*, 136: 29-34.

[126] **HASSANI A., DELLAL A., BELKHODJA M. et KAID-HARCHE M ., 2008.** Effet de la Salinité Sur L'eau et Certains Osmolytes Chez L'orge (*Hordeum Vulgare* L.). European Journal of Scientific Research. 23(1): 61-69.

[127] **BENKHALED, L., MORTE GOMZ, A., OUARRAQI, E., et OIHABI, A.,2003.** Réponse physiologiques et biochimiques du tréfle.(*trifoluim alescandrinum* 1.) à la double association mycorhizes-rhizobuim sous une contramite saline.INRA, eopsciences,agronomie 23 : 571-580.

[128] **HERNANDEZ, S., DELEU, C. and LARHER, F., 2000.** Accumulation de proline dans les tisssues foliaire de tomate en réponse à la salinité. Life Science, 323 : 551-557.

[129] **ROSA M., PRADO C., PODAZZA G., INTERDONATO R., GONZÁLEZ J.A., HILAL M. et PRADO F.E., 2009.** Soluble sugars metabolism, sensing and abiotic stress. *Plant Signaling and Behavior*, 4(5): 388-393.

[130] **YOKOI S., QUINTERO F.J., CUBERO B., RUIZ M.T., BRESSAN R.A., HASEGAWA P.M. et PARDO J.M., 2002.** Differential expression and function of Arabidopsis thaliana NHX Na^+/H^+ antiporters in the salt stress response. The Plant Journal, 30(5): 529–539.

[131] **AHMADIZADEH, M., VALIZADEH, M., ZAEFIZADEH, M. and SHAHBAZI, H., 2011.** Antioxidative protection and electrolyte leakage in durum wheat under drought stress condition. Journal of Applied Sciences Research 7(3): 236-246.

[132] **SANTOS, C. V., CAMPOS, A., AZEVEDO, H. and CALDEIRA, G. 2001.** In situ and in vitro senescence induced by KCl stress: nutritional imbalance, lipid peroxidation and antioxidant metabolism. Journal of Experimental Botany 52(355): 351-360.

[133] **GILL, S. S. and TUTEJA, N. 2010.** Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry 48(12): 909-930.

[134] **JABNOUN, M., 2008**. Adaptation des plantes à l'environnement. Faculté des sciences Aix Marseille université : Microbiologie, biologie végétale et biotechnologies.71p.

[135] **ALEM C., AMRI A., 2005 .** Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Reviews in Biologie and Biotechnologie, Vol. 4, No. 1 : 20- 31.

[136] **MAAS, E.V and G.J, HOFFMAN.,1977.** Crop tolerance-assessment.J. Irrig. And Drainage Div.ASCE Academic Press, New York, 103:115-134.

[137] **SILVA J. V., LACERDA C. F., COSTA P. H. A., FILHO J. E., FILHO E. G. and PRISCO J. T., 2003.** Physiological responses of NaCl stressed *cowpea* plantsgrown in nutrient solution supplemented with CaCl2. Braz. J. Plant Physiol., 15 (2):99-105.

[138] **MURILLO-AMADOR B., TROYO-DIEGUEZ E., LOPEZ-CORTES A., JONES H. G., AYALA-CHAIREZ F. and TINOCO-OJANGUREN C. L., 2001.** Salt tolerance of *cowpea* genotypes in emergence stage. Australian Journal of Experimental Agriculture, 41: 81-88.

[139] **PEREIRA SOUZA R., CARUSO MACHADO E., GOMES SILVEIRA J.A., et VASCONCELOS RIBEIROR., 2011.** Pesq. agropec. bras., Brasília, 46(6): 586-592.

[140] **SIVRITEPE, N., SIVRITEPE, H.O., ERIS, A., 2003.** The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. Sci. Hortic. 97, 229–237 http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00198-X.

[141] **ROSENTAL, L., NONOGAKI, H., FAIT, A., 2014.** Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. Seed Sci. Res. 24, 1–15 http://dx.doi.org/ 10.1017/S0960258513000391.

[142] **RATIKANTA, K.M., 2011.** Seed priming: an efficient farmers' technology to improve seedling vigor, seedling establishment and crop productivity. Int. J.Bio-Resour. Stress Manag. 2, 297**.**

[143] **ASHRAF, M., and FOOLAD, M. R., 2005.** Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Adv Agron. 88, 223–271.

[144] **MAITI, K., M. CHARETTE, K., BUESSELER, and M. KAHRU 2013.** An inverse relationship between production and export ef Fi ciency in the Southern Ocean,Geophys. Res. Lett., 40,1–5, doi:10.1002/grl.50219.

[145] **ESKANDARI, H., 2013.** Effects of priming technique on seed germination properties, emergence and field performance of crops: a review. Int. J. Agron. Plant Prod. 4, 454–458.

[146] **PILL,W. G., and NECKER, A. D. 2001.** The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratense* L.). Seed Sci. Technol. 29, 65–72.

[147] **GHASSEMI-GOLEZANI ,K.,SHEIKHZADEH-MOSADDEGH,P.et VALIZADEH M., 2008.** Effects of hydropriming duration and limited irrigation on field performance of *chickpea*. Res. J. Seed Sci., 1, 34-40.

[148] **NYARKO, G., ALDERSON, P. G. and CRAIGON, J. 2006.** Towards cabbage seed production in the tropics. Ghana Journal of Horticulture, in press. Obizoba, I. C. (1983). Nutritive value of *cowpea-bambara* groundnut-rice mixtures in adult rats. Nutrition Reports International, 27:709-12.

[149] **YARI L., AGHAALIKANI M et KHAZAEIF., 2010.** Effect of seed priming duration and temperature on seed germination behavior of bread wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Agric. Biol. Sci., 5(1), 1-6.

[150] **BASRA, S. M. A., FAROOQ, M. and TABASSUM, R., 2005.** Physiological and biochemical aspects of seed vigour enhancement treatments in fine rice (*oryza sativa* L.). Seed Science and Technology, 33: 623-628.

[151] **FARIDUDDIN, Q., AHMAD, A., and HAYAT, S., 2003.** Photosynthetic response of *Vigna radiata* to pre-sowing seed treatment with 28 homobrassinolide. Photosynthetica 41, 307–310.

[152] **FABUNMI T.O., GBADAMOSI B.K. et ADIGBO S.O., 2012.** Seed hydropriming and early moisture stress impact on biomass production and grain yield of *cowpea*. J. Appl. Sci. Technol., 2(10), 112-122.

[153] **KUBALA, S., WOJTYLA, Ł., QUINET, M., LECHOWSKA, K., LUTTS, S., GARNCZARSKA, M., 2015.** Enhanced expression of the proline synthesis gene P5CSA

in relation to seed osmopriming improvement of Brassica napus germination under salinity stress. Plant Sci. 183, 1–12 http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2015.04.009.

[154] **DAS N, and CHANDRAN P., 2011.** Microbial degradation of petroleum hydrocarbon contaminants: an overview. Biotechnology research international 2011**.**

[155] **CHEN, K., ARORA, R., 2011.** Dynamics of the antioxidant system during seed osmopriming, post-priming germination, and seedling establishment in spinach (*Spinacia oleracea*). Plant Sci. 180, 212–220 http://dx.doi.org/10.1016/j. plantsci.2010.08.007.

[156] **BENAMAR, A., TALLON, C., MACHEREL, D., 2003.** Membrane integrity and oxidative properties of mitochondria isolated from imbibing pea seeds after priming or accelerated ageing. Seed Sci. Res. 13, 35–45 http://dx.doi.org/10.1079/ SSR2002122.

[157] **PASTOR, V., LUNA, E., MAUCH-MANI, B., TON, J., FLORS, V.,2013.** Primed plants do not forget. Environ. Exp. Bot. 94, 46–56 http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot. 2012.02.013.

[158] **CHEN, K., ARORA, R., 2013.** Priming memory invokes seed stress-tolerance. Environ. Exp. Bot. 94, 33–45 http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.03.005.

[159] **NASRI, N., KADDOUR, R., MAHMOUDI, H., BAATOUR, O., BOURAOUI, N., LACHAAL, M., 2011.** The effect of osmopriming on germination, seedling growth and phosphatase activities of lettuce under saline condition. Afr. J. Biotechnol. 10, 14366–14372

[160] **JYOTSNA, V., SRIVASTAVA, A.K., 1998.** Physiological basis of salt stress resistance in pigeon pea (*Cajanus cajan* L.). II. Pre-sowing seed soaking treatment in regulating early seedling metabolism during seed germination. Plant Physiol. Biochem. 25, 89–94.

[161] **JOSHI, N., JAIN, A., ARYA, K., 2013.** Alleviation of salt stress in *Cucumis sativus* L. through seed priming with calcium chloride. Ind. J. Appl. Res. 3 (11), 22–25.

[162] **NAKAUNE, M., HANADA, A., YIN, Y.G., MATSUKURA, C., YAMAGUCHI, S., 2012.** Molecular and physiological dissection of enhanced seed germination using short-term low-concentration salt seed priming in tomato. Plant Physiol. Biotechnol. 52, 28–37 http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2011.11.005.

[163] **ALOUI, H., SOUGUIR, M., LATIQUE, S., HANNACHI, C., 2014.** Germination and growth in control and primed seeds of pepper as affected by salt stress. Cercetari Agron. Moldova 47, 83–95.

[164] **SINGH A. and AL., 2011**. Seed hydropriming effects on germination, emergence and growth of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). Trends Adv. Sci. Eng., 1(3), 37-42.

[165]

[166] **SNOUSSI S. A et HALITIM A., 1998** . Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées : cas de l'haricot et la tomate. Etude et gestion des sols, 5 (4): 289-298.

[167] **DANTAS, B. F., L. SARIBEIRO and C. A. ARAGAO, 2005.** Physiological response of *cowpea* seeds to salinity stress. Revista Brasileira de Sements, 27: 144-148.

[168] **COME, D., 1970**. Les obstacles à la germination. Paris : Masson et Cie.

[169] **HAJLAOUI H., DENDEN M. et BOUSLAMA M., 2007.** Etude de la variabilité intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum L.*) au stade germination, *Tropicultura,* 25: 168-173.

[170] **MAGUIRE, J.D., 1962.** Speed of germination- aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2 : 176–177.

[171] **SHAHBA, M.A., Y.L. QIAN and K.D. LAIR., 2008.** Improving seed germination of salt grass under saline conditions. Crop Sci. 48 (2) : 756–762.

[172] **MEMON, N., GANDAHI, M.B., PAHOJA, V.M., SHARIF, N., 2013.** Response of seeds priming with boron on germination and seedling sprouts of broccoli. Int. J. Agric. Sci.Res. 3 (2), 183–194.

[173] **AUSSENAC G., GRANIER A., NAUD ., 1982.**Influence d'une éclaircie sur la croissance et le bilan hydrique d'un jeune peuplement de Douglas (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) franco). Canadian Journal of Forest Research, vol. 12,n° 2, pp.222-231

[174] **SEYDI, A. B., 2003.** Determination of the salt tolerance of some barley genotypes and the characteristics affecting tolerance. Turk J. Agric., 27, 253-260.

[175] **SEDGHI, M., NEMATI, A., ESMAIELPOUR, B., 2010.** Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity.

Emirates J. Food Agric. 22, 130–139.

[176] **RAJJOU, L., DUVAL, M., GALLARDO, K., CATUSSE, J., BALLY, J., JOB, C., JOB, D., 2012.** Seed germination and vigor. Ann. Rev. Plant Biol. 63, 507–533 http://dx.doi.org/10.1146/annurev-arplant-042811-105550.

[177] **BEWLEY, J.D.,BLACK, M.,2012.** Physiology and Biochemistry of Seeds In Relation To Germination. Viability, Dormancy, And Environmental Control,vol.2.Springer Science Bussiness Media, Berlin, Germany.

[178] **MURILLO-AMADOR, B., TROYO-DIÉGUEZ.,E. 2000.** Effects of salinity on the germination and seedlings characteristics of cowpea [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Australian Journal of Experimental Agriculture, Quensland, v.40, n. 3, p.433-438.

[179] **MAAS, E.V., POSS, J.A., 1989.** Salt sensitive of *cowpea* at various growth stages. Irrig. Sci. 10, 313–320.

[180] **BLISS R.D., PLATT-ALORIA K.A. ET THOMSON W.W., PLANT CELL and ENV.,1986 .**721-725.

[181] **YILDIRIM E. and GUVENC I., 2006.** Salt Tolerance of Pepper Cultivars during Germination and Seedling Growth. Turk. J. Agric. For., 30: 347-353.

[182] **GRATTAN SR., GRIEVE, CM., 1999.** Salinity-mineral nutrient relations in hor-ticultural crops. Sci. Hortic. 78:127-157.

[183] **MUNNS R., 2002.** Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239–250.

[184] **HIRSCHI, K.D., 2004.** The calcium conundrum. Both+ versatile nutrient and specific signal. J. Bot. Physiol., 136: 2438-2442.

[185**] TURAN, M.A., A.H.A. ELKARIM, N. TABAN and S. TABAN, 2010.** Effect of salt stress on growth and ion distribution and accumulation in shoot and root of maize plant. Afr. J. Agric. Res., 5: 584-588.

[186] **LUTTSS., MAJERUS V., KINET JM., 1999.** NaCl effects on praline metabolism in rice *(Oryza sativa*) seedlings. Physiology Plant;105:450–8.

[187] **NEAMATOLLAHI, E and BANNAYAN, M., 2009.** Does Hydro and Osmo-Priming Improve Fennel (*Foeniculum vulgare*) Seeds Germination and Seedlings Growth Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37: 190-194.

[188] **PATEL, P. R., KAJAL, V.R. PATEL, V.J. PATEL and YIELD and S.M. KHRISTI., 2010.** Impact of salt stress on nutrient uptake and growth of *cowpea*. Braz. J. Plant Physiol., 22: 43-48.

[189] **ILYESS LACHHAB., SAID LOUAHLIA., MERYEM LAAMARTI and KHALIL HAMMANI., 2013.** Effet d'un stress salin sur la germination et l'activité enzymatique chez deux génotypes de *Medicago sativa*.

[190] **RUIZ-MEDRANO R., XOCONOSTLE C LUCAS WJ., 2001.**The phloem as a conduit for inter-organ communication. Curr. Opin. Plant Biol., 4 202-209.

[191] **LLUCH, C., TEJERA,N., HERRERA-CERVERA, J.A., LOPEZ, M., BARRANCO-GRESA, J.R., PALMA, F.J., GOZALAEZ, M., IIRIBARNE, C., MORENO, E and A, OCANA., 2007.** Saline stress tolerance in legumes. Lotus Newsletter, vol. 37, 2: 76–77.

[192] **EVELIN, R., KAPOOR and B., GIRI.** Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review, Annals of Botany,vol.104, no.7,pp.1263–1280,2009.

[193] **MENSAH, J.K., ESUMEH, F., IYAMU, M and C, OMOIFO., 2006**. Effects of different salt concentrations and pH on growth of Rhizobium sp. and a *Cowpea-Rhizobium* association. American-Eurasian J. Agric.et Environ. Sci., vol.1, 3: 198-202

[194] **KHADRI., 2003.** germination of different cultivars of cicer arientinun in saline conditions : profile of proteins and accumulation of compatible solute In :fixation sybiotique de l'azote et developement durable dans le bassin méditeranéen INRA .paris ,pp.321-330.

[195] **JALEEL C.A., SANKAR B., SRIDHARAN R., PANNEERSELVAM R., 2008**. Soil salinity alters growth, chlorophyll content, and secondary metabolite accumulation in *Catharanthus roseus*. *Turk J Biol*, 32: 79–83.

[196] **KHADRI M., TEJERA, N.A., and LLUCH, C. 2006.** Alleviation of Salt Stress in Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) by Exogenous Abscisic Acid Supply. J Plant Growth Regul. 25:110–119.

[197] **ASHRAF, M. 2002.** Evaluation of genetic variation for improvement of salt tolerance in spring wheat. In R. Ahmed, & K. A. Malik (Eds.), Prospects for Saline Agriculture (pp. 131-137). Netherlands, Kluwer Academic Publisher.

[198] **SADEGHIAN SY., YAVARI N., 2004.** Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. J Agron Crop Sci 190:138-144.

[199] **TAFFOUO V. D., KENNE M., FOKAM TASSE R., FOTSO WAMBA O., FONKOUT T., MVONDO Z et AMOUGOU A., 2004.** Variation de la réponse au stress salin chez cinq espèces de légumineuses. *Agronomie Africaine*, 16(1), 33-44.

[200] **LIPTAY, A., and ZARI VA, N., 1993.** Testing the morphological aspects of polyethylene glycol- primed tomato seeds with proportional odds analysis. HortScience 28, 881 –883

[201] **FAROOQ, M., BARSA, SMA., KHAN, M.B., 2007**. Seed priming improves growth of nursery seedlings and yield of transplanted rice. Arch. Agron. Soil Sci. 53, 315–326 http://dx.doi.org/10.1080/03650340701226166.

[202] **JOWKAR M., GHANBARI A., MORADI F et HEIDARI, M. 2012.** Alterations in seed vigor and antioxidant enzymes activities in Silybum marianum under seed priming with KNO3. J. Med. Plants Res., 6(7), 1176-1180.

[203] **AHMED Z., SHEIKH M.A., HAMEED A et SALAH UD DIN., 2012.** Investigation of antioxidant enzymesand biochemical changes in the wheat seeds (freed) induced by different pre-sowing treatments. World Appl. Sci. J., 18(1), 31-36.

[204] **MONTI *et al*.,1990.** *Cowpea* genetic resources. Nigeria. Ed. I.I.T.A. 227 p.

[205] **FARAHMANDFAR, E., SHIRVAN, M.B., SOORAN, S.A. and HOSEINZADEH, D., 2013.** Effect of seed priming on morphological and physiological parameters of fenugreek seedlings under salt stress. IJACS, 5, 811-815.

[206] **ASHRAF M., HARRIS P.J.C., 2004.** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant science*, *166*(1) : 3-16.

[207] **KHAN, A.A., 1992**. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev., 14: 131-81.

[208] **DEMIR, I., VAN DE VENTER, H.A., 1999.** The effect of priming treatments on the performance of watermelon (*Citrillus lanatus* (Thunb.) *Matsum*. and Nakai) seeds under temperature and osmotic stress. Seed Sci. Technol. 27, 871–875.

[209] **KHAN H. A., AYUB C. M., PERVEZ M. A., BILAL R.M., SHAHID M. A., ZIAF K. 2009.** Effectof seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage. J. Soil & Environ. 28(1): 81-87, 2009.

[210] **SIVRITEPE, N., SIVRITEPE, H.O., ERIS, A., 2003.** The effects of NaCl priming on salt tolerance in melon seedlings grown under saline conditions. Sci. Hortic. 97, 229–237 http://dx.doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00198-X.

[211] **ASHRAF, M., and FOOLAD, M. R., 2005**. Pre-sowing seed treatment a shotgun approach to improve germination, plant growth, and crop yield under saline and non-saline conditions. Adv Agron. 88, 223–271.

[212] **BASRA S.M.A., PANNU I.A et AFZAL I., 2003.** Evaluation of seedling vigor of hydro and matriprimed wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. Int. J. Agric. Biol., 5(2), 121-123.

[213] **ASHRAF, M., KAUSAR, A., and ASHRAF, M. Y., 2003.** Alleviation of salt stress in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Through seed treatments. Agronomie 23, 227–234.

[214] **BAKHT,J., ALI,H., KHAN,MA., KHAN,A., SAEED,M., 2011.** Antimicrobiene Activitye of different solvents extracted sombel of Linum usitatissimum by disc diffision. Biotechnol, 10;19825-19835.

[215] **AZAIZEH H., GUNSE B., STEUDLE E.,1992.** Effects of NaCl and $CaCl_2$ on water transport across root cells of maize (*Zea mays* L.) seedlings. Plant Physiology 99, 886–894.

[216] **AMZALLAG G ,N.,1999.** « plante evolution :the adaptive theory ,in plant response to stress :frome phytohormones to Genome Reorganisation (éd.par H ,R,lerner),M.Dekker,New,York,p.171-245.

[217] **BALIBREA, M., PARRA., BOLARINE., M,C and POROZ-ALFOCEA,F., 1999**. cytoplasmic sucrolytice activity controles tomato fruit growte under salinity australian journale of plant physiologie 26,561-568.

[218] **KHAJEH-HOSSEINI, M., POWELL, A.A. and BINGHAM, I.J. 2003**. The Interaction between Salinity Stress and Seed Vigour during Germination of Soybean Seeds. Seed Sciences Technology, 31, 715-725. http://dx.doi.org/10.15258/sst.2003.31.3.20.

[219] **BASRA S., ZIA M.N., MAHMOOD T., AFZAL I., KHALIQ A.,2002**. Comparison of different invigoration techniques in wheat (*Triticum aestivum* L.) seeds. Pak. J. Arid. Agric., 5: 11-16.

[220] **ROSENTAL, L., NONOGAKI, H., FAIT, A., 2014.** Activation and regulation of primary metabolism during seed germination. Seed Sci. Res. 24, 1–15 http://dx.doi.org/ 10.1017/S0960258513000391.

[221] **CICEK N., CAKIRLAR H., 2002.** The effect of salinity on some physiological parameters in two maize cultivars. Bulg J Plant Physiol 28, 66-74.

[1] **ASHRAF M., ATHAR HR., HARRIS PJC., KWON TR., 2008.** some prospective strategies for improving crop salt tolerance. Adv Agron 97: 45–110.

[2] **DROUHIN G., 1961**. Expérience algérienne d'utilisation des eaux saumâtres pour l'irrigation avec référence particulières aux sols salins. U.N.E.S.C.O, Paris, 239-244.

[3] **DAOUD Y., et HALITIM A., 1994** . Irrigation et salinisation au sahara algérien. Sécheresse, 5, 3, 151-160.

[4] **DANTAS., OMAR ., 2004**. e o maritime nos tropicos GEOUSP n.15SaOpaula.

[5] **GHOLAM M., FAEZEH MOKHTARIAN., BAHRAM B., (2015)**. Seed Halopriming Improves the Germination Performance of Black Seed (*Nigella sativa*) under Salinity Stress Conditions12892-014-0078-1.

[6] **SIVRITEPE HO., DOURADO AM., 1995**.The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Annals of Botany.;75:165.

[7] **SHARMA, A.D., RATHORE, S.V.S., SRINIVASAN, K., TYAGI, R.K., 2014.** Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield inokra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Sci. Hortic. 165, 75–81**.**

[8] **BEWLEY J.D., BRADFORD K.J., HILHORST, H.W.M., NONOGAKI, H., 2013.** Seeds physiology of development. In: Germination and Dormancy, 3rd ed. Springer, New York.

[9] **GHASSEMI-GOLEZANI K., CHADORDOOZ-JEDDI A.,NASRUL LAHZADEH S., MOGHADDAM M., 2010**. Influence of hydro-priming duration on fiel performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Afr. J. Agric. Res., 5(9), 893-897.

[10] **ELOUAER, M.A., HANNACHI, C.,**

[5] **GHOLAM M., FAEZEH MOKHTARIAN., BAHRAM B., (2015)**. Seed Halopriming Improves the Germination Performance of Black Seed (*Nigella sativa*) under Salinity Stress Conditions12892-014-0078-1.

[6] **SIVRITEPE HO., DOURADO AM., 1995**.The effect of priming treatments on the viability and accumulation of chromosomal damage in aged pea seeds. Annals of Botany.;75:165.

[7] **SHARMA, A.D., RATHORE, S.V.S., SRINIVASAN, K., TYAGI, R.K., 2014.** Comparison of various seed priming methods for seed germination, seedling vigour and fruit yield inokra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). Sci. Hortic. 165, 75–81**.**

[8] **BEWLEY J.D., BRADFORD K.J., HILHORST, H.W.M., NONOGAKI, H., 2013.** Seeds physiology of development. In: Germination and Dormancy, 3rd ed. Springer, New York.

[9] **GHASSEMI-GOLEZANI K., CHADORDOOZ-JEDDI A.,NASRUL LAHZADEH S., MOGHADDAM M., 2010**. Influence of hydro-priming duration on fiel performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Afr. J. Agric. Res., 5(9), 893-897.

[10] **ELOUAER, M.A., HANNACHI, C., 2012.** Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamus tinctorius*) under salt stress. Eur. J. Biosci. 6, 76–84 http://dx.doi.org/10.5053/ejobios.2012.6.0.9.

(((((((

[30]

[31]

[3] **DAOUD Y., et HALITIM A., 1994** . Irrigation et salinisation au sahara algérien. Sécheresse, 5, 3, 151-160.

(((((((

(((((((

[106]

[118]

[118]

[164]

[27]
[166]
[167]
[167]
[167]
[167]
[168]
[169]
[170]
[171]
[172]
[173]
[174]

[175]
[176]
[177]
[178]
[179]
[180]
[181]
[182]
[183]
[184]
[185]
[186]

[187]

[188]
[189]
[190]

[192]
[193]
[194]
[191]
[195]
[193]
[196]
[197]
[198]

[199]

[200]

[200]

[201]

[202]

[206]

[207]

[208]

[209]

[210]

[211]

[212]

[213]

[214]

[215]

[218]

[218]

[218]

[219]

[220]

[221]

[221]

Annexe 01 : Les tableaux spss 21 d'essaie de germination

L'évolution de pourcentage de germination

Tests post hoc des *priming*

Jour 7

Comparaisons multiples p7 T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	16,6667
		$CaSO_4$	-3,3333
		HP	-6,6667
		NaCl	3,3333
	$CaCl_2$	témoin	-16,6667
		$CaSO_4$	-20,0000
		HP	-23,3333
		NaCl	-13,3333
	$CaSO_4$	témoin	3,3333
		$CaCl_2$	20,0000
		HP	-3,3333
		NaCl	6,6667
	HP	témoin	6,6667
		$CaCl_2$	23,3333
		$CaSO_4$	3,3333
		NaCl	10,0000
	NaCl	témoin	-3,3333
		$CaCl_2$	13,3333
		$CaSO_4$	-6,6667
		HP	-10,0000

Comparaisons multiples p7 T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	-13,3333
		$CaSO_4$	-6,6667
		HP	-33,3333*
		NaCl	-23,3333
	CaCl2	témoin	13,3333
		$CaSO_4$	6,6667
		HP	-20,0000
		NaCl	-10,0000
	CaSO4	témoin	6,6667
		$CaCl_2$	-6,6667
		HP	-26,6667*
		NaCl	-16,6667
	HP	témoin	33,3333*
		$CaCl_2$	20,0000
		$CaSO_4$	26,6667*
		NaCl	10,0000
	NaCl	témoin	23,3333
		$CaCl_2$	10,0000
		$CaSO_4$	16,6667
		HP	-10,0000

Comparaisons multiples p7 T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	3,3333
		$CaSO_4$	30,0000*
		HP	0,0000
		NaCl	0,0000
	CaCl2	témoin	-3,3333
		$CaSO_4$	26,6667
		HP	-3,3333
		NaCl	-3,3333
	CaSO4	témoin	-30,0000*
		$CaCl_2$	-26,6667
		HP	-30,0000*
		NaCl	-30,0000*
	HP	témoin	0,0000
		$CaCl_2$	3,3333
		$CaSO_4$	30,0000*
		NaCl	0,0000
	NaCl	témoin	0,0000
		$CaCl_2$	3,3333
		$CaSO_4$	30,0000*
		HP	0,0000

Comparaisons multiples p17 T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	3,3333
		$CaSO_4$	0,0000
		HP	-6,6667
		NaCl	0,0000
	$CaCl_2$	témoin	-3,3333
		$CaSO_4$	-3,3333
		HP	-10,0000
		NaCl	-3,3333
	$CaSO_4$	témoin	0,0000
		$CaCl_2$	3,3333
		HP	-6,6667
		NaCl	0,0000
	HP	témoin	6,6667
		$CaCl_2$	10,0000
		$CaSO_4$	6,6667
		NaCl	6,6667
	NaCl	témoin	0,0000
		$CaCl_2$	3,3333
		$CaSO_4$	0,0000
		HP	-6,6667

Comparaisons multiples p17 T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	13,3333
		$CaSO_4$	6,6667
		HP	-3,3333
		NaCl	0,0000
	CaCl2	témoin	-13,3333
		$CaSO_4$	-6,6667
		HP	-16,6667*
		NaCl	-13,3333
	CaSO4	témoin	-6,6667
		$CaCl_2$	6,6667
		HP	-10,0000
		NaCl	-6,6667
	HP	témoin	3,3333
		$CaCl_2$	16,6667*
		$CaSO_4$	10,0000
		NaCl	3,3333
	NaCl	témoin	0,0000
		$CaCl_2$	13,3333
		$CaSO_4$	6,6667
		HP	-3,3333

Comparaisons multiples p17 T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	6,6667
		$CaSO_4$	-3,3333
		HP	-13,3333
		NaCl	-16,6667
	CaCl2	témoin	-6,6667
		$CaSO_4$	-10,0000
		HP	-20,0000
		NaCl	-23,3333
	CaSO4	témoin	3,3333
		$CaCl_2$	10,0000
		HP	-10,0000
		NaCl	-13,3333
	HP	témoin	13,3333
		$CaCl_2$	20,0000
		$CaSO_4$	10,0000
		NaCl	-3,3333
	NaCl	témoin	16,6667
		$CaCl_2$	23,3333
		$CaSO_4$	13,3333
		HP	3,3333

Tests post hoc des traitements salin

Comparaisons multiples jour2

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	9,0000*
		T2	41,6667*
	T1	T0	-9,0000*
		T2	32,6667*
	T2	T0	-41,6667*

Comparaisons multiples jour3

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	10,6667*
		T2	53,0000*
	T1	T0	-10,6667*
		T2	42,3333*
	T2	T0	-53,0000*
		T1	-42,3333*

		T1	-32,6667*

Comparaisons multiples jour 4

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	10,3333*
		T2	45,0000*
	T1	T0	-10,3333*
		T2	34,6667*
	T2	T0	-45,0000*
		T1	-34,6667*

Comparaisons multiples jour 5

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	5,6667
		T2	35,6667*
	T1	T0	-5,6667
		T2	30,0000*
	T2	T0	-35,6667*
		T1	-30,0000*

Comparaisons multiples jour 6

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	5,6667
		T2	35,6667*
	T1	T0	-5,6667
		T2	30,0000*
	T2	T0	-35,6667*
		T1	-30,0000*

Comparaisons multiples jour 7

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	3,3333
		T2	35,0000*
	T1	T0	-3,3333
		T2	31,6667*
	T2	T0	-35,0000*
		T1	-31,6667*

Vitesse de germination :

Tests post hoc des *priming*

Comparaisons multiples p7 T0 Comparaisons multiples p7 T1 Comparaisons multiples p7 T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	-1,0000
		$CaSO_4$	-12,6633
		HP	-10,7233
		NaCl	-5,5533
	$CaCl_2$	témoin	1,0000
		$CaSO_4$	-11,6633
		HP	-9,7233
		NaCl	-4,5533
	$CaSO_4$	témoin	12,6633
		$CaCl_2$	11,6633
		HP	1,9400
		NaCl	7,1100
	HP	témoin	10,7233
		$CaCl_2$	9,7233
		$CaSO_4$	-1,9400
		NaCl	5,1700
	NaCl	témoin	5,5533
		$CaCl_2$	4,5533
		$CaSO_4$	-7,1100
		HP	-5,1700

Comparaisons multiples p17 T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	-10,0267
		$CaSO_4$	-8,6033
		HP	-22,5000*
		NaCl	-11,3267
	CaCl2	témoin	10,0267
		$CaSO_4$	1,4233
		HP	-12,4733
		NaCl	-1,3000
	CaSO4	témoin	8,6033
		$CaCl_2$	-1,4233
		HP	-13,8967*
		NaCl	-2,7233
	HP	témoin	22,5000*
		$CaCl_2$	12,4733
		$CaSO_4$	13,8967*
		NaCl	11,1733
	NaCl	témoin	11,3267
		$CaCl_2$	1,3000
		$CaSO_4$	2,7233
		HP	-11,1733

Comparaisons multiples p17 T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	-3,8000
		$CaSO_4$	6,5333
		HP	-4,6333
		NaCl	-2,6100
	CaCl2	témoin	3,8000
		$CaSO_4$	10,3333
		HP	-,8333
		NaCl	1,1900
	CaSO4	témoin	-6,5333
		$CaCl_2$	-10,3333
		HP	-11,1667*
		NaCl	-9,1433
	HP	témoin	4,6333
		$CaCl_2$	0,8333
		$CaSO_4$	11,1667*
		NaCl	2,0233
	NaCl	témoin	2,6100
		$CaCl_2$	-1,1900
		$CaSO_4$	9,1433
		HP	-2,0233

Comparaisons multiples p17 T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	-5,5267
		$CaSO_4$	-11,3867*
		HP	-12,9733*
		NaCl	-8,7200*
	$CaCl_2$	témoin	5,5267
		$CaSO_4$	-5,8600
		HP	-7,4467*
		NaCl	-3,1933
	$CaSO_4$	témoin	11,3867*
		$CaCl_2$	5,8600
		HP	-1,5867
		NaCl	2,6667
	HP	témoin	12,9733*
		$CaCl_2$	7,4467*
		$CaSO_4$	1,5867
		NaCl	4,2533
	NaCl	témoin	8,7200*
		$CaCl_2$	3,1933
		$CaSO_4$	-2,6667
		HP	-4,2533

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	-4,7167
		$CaSO_4$	-6,8067
		HP	-11,5267*
		NaCl	-10,1067
	CaCl2	témoin	4,7167
		$CaSO_4$	-2,0900
		HP	-6,8100
		NaCl	-5,3900
	CaSO4	témoin	6,8067
		$CaCl_2$	2,0900
		HP	-4,7200
		NaCl	-3,3000
	HP	témoin	11,5267*
		$CaCl_2$	6,8100
		$CaSO_4$	4,7200
		NaCl	1,4200
	NaCl	témoin	10,1067
		$CaCl_2$	5,3900
		$CaSO_4$	3,3000
		HP	-1,4200

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	$CaCl_2$	3,0900
		$CaSO_4$	-5,0533
		HP	-14,1867*
		NaCl	-8,0200
	CaCl2	témoin	-3,0900
		$CaSO_4$	-8,1433
		HP	-17,2767*
		NaCl	-11,1100*
	CaSO4	témoin	5,0533
		$CaCl_2$	8,1433
		HP	-9,1333
		NaCl	-2,9667
	HP	témoin	14,1867*
		$CaCl_2$	17,2767*
		$CaSO_4$	9,1333
		NaCl	6,1667
	NaCl	témoin	8,0200
		$CaCl_2$	11,1100*
		$CaSO_4$	2,9667
		HP	-6,1667

Tests post hoc des traitements

Comparaisons multiples

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	3,7050*
		T2	20,4817*
	T1	T0	-3,7050*
		T2	16,7767*
	T2	T0	-20,4817*
		T1	-16,7767*

Longueur des hypocotyles

Tests post hoc des traitements

Comparaisons multiples

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	1,8097*
		T2	4,1083*
	T1	T0	-1,8097*
		T2	2,2987*
	T2	T0	-4,1083*
		T1	-2,2987*

Longueur des radicules
Tests post hoc des traitements
Comparaisons multiples

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	1,2133*
		T2	4,6103*
	T1	T0	-1,2133*
		T2	3,3970*
	T2	T0	-4,6103*
		T1	-3,3970*

Longueur d'épicotyles

Tests post hoc des traitements

Comparaisons multiples

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	1,9547*
		T2	2,8290*
	T1	T0	-1,9547*
		T2	0,8743*
	T2	T0	-2,8290*
		T1	-0,8743*

Longueur totale
Tests post hoc des traitements Comparaisons multiples

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	4,9763*
		T2	11,5467*
	T1	T0	-4,9763*
		T2	6,5703*
	T2	T0	-11,5467*
		T1	-6,5703*

L'indice de vigueur

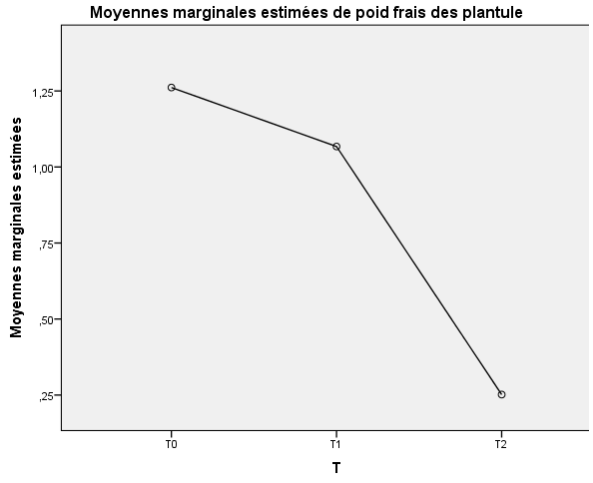
Tests post hoc des traitements

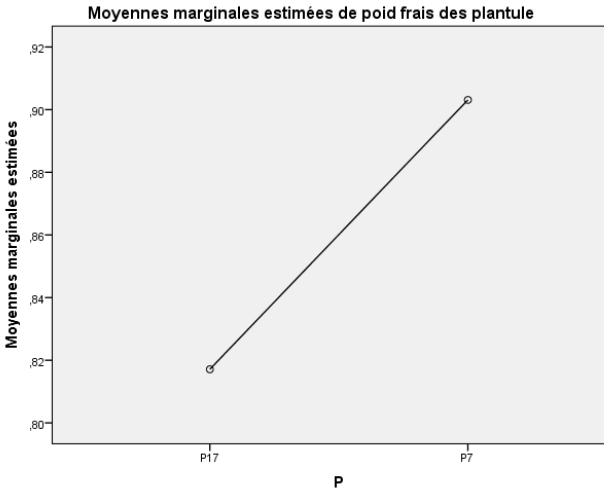
	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	490,5453*
		T2	1133,9120*
	T1	T0	-490,5453*
		T2	643,3667*
	T2	T0	-1133,9120*
		T1	-643,3667*

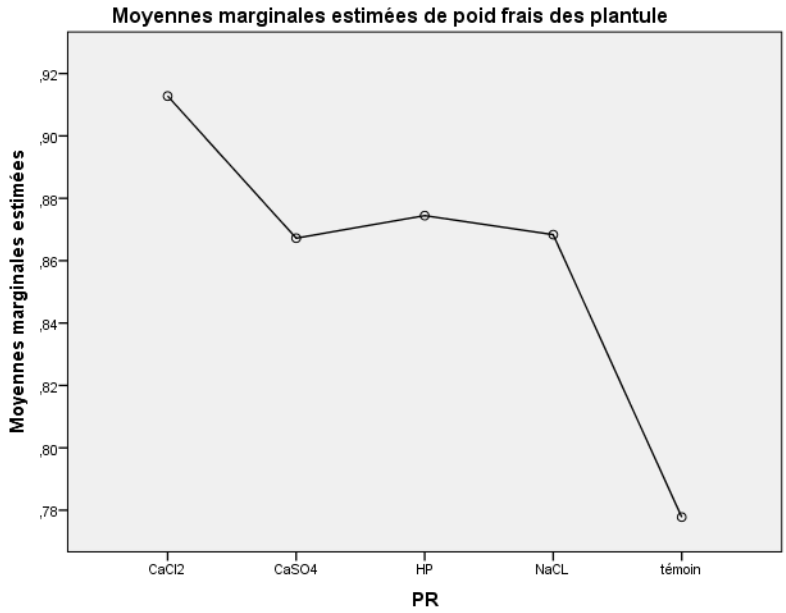
Poids frais :

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	0,1940*
		T2	1,0097*
	T1	T0	-0,1940*
		T2	0,8157*
	T2	T0	-1,0097*
		T1	-0,8157*

Diagramme des profils de poids frais







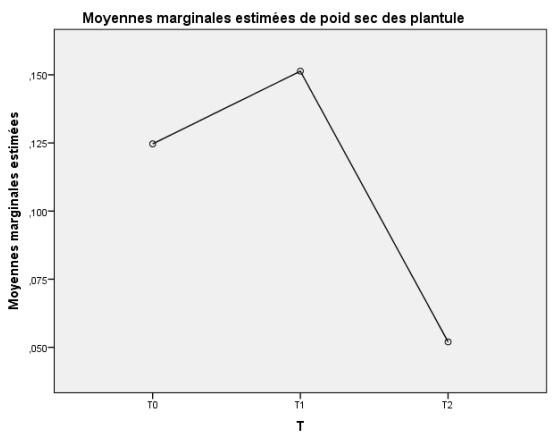
Poids sec :

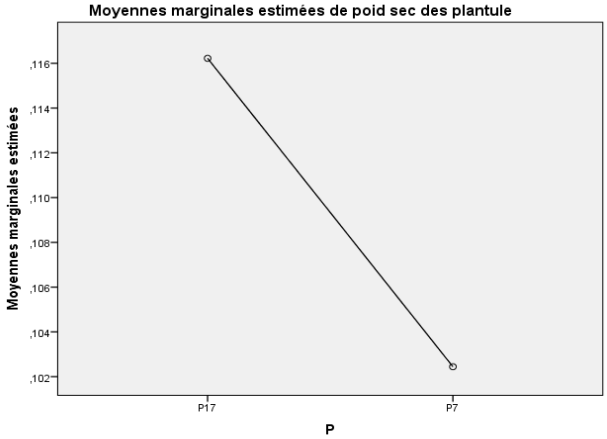
Tests post hoc des traitements

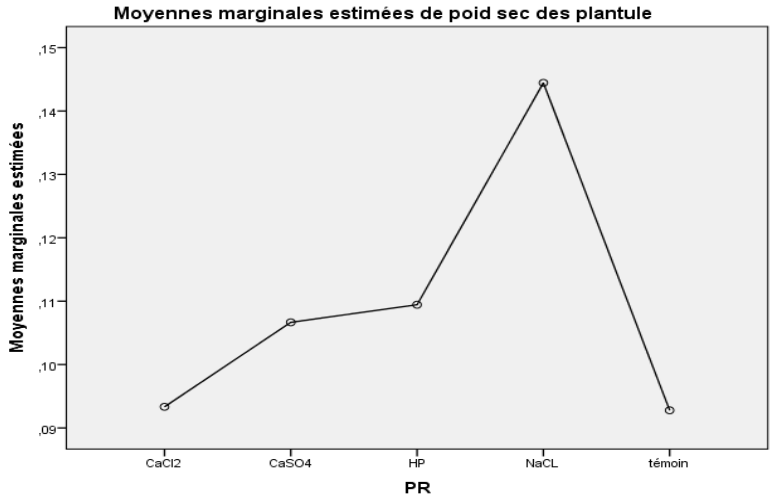
Comparaisons multiples

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	-0,0267
		T2	0,0727*
	T1	T0	0,0267
		T2	0,0993*
	T2	T0	-0,0727*
		T1	-0,0993*

Diagramme des profils de poids sec







Annexe 02 : Les tableaux spss 21 d'essaie d'émergence

Pourcentage final d'émergence

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-13,3333
		NaCl 6h	-16,6667
	NaCl 3h	témoin	13,3333
		NaCl 6h	-3,3333
	NaCl 6h	témoin	16,6667
		NaCl 3h	3,3333

Comparaisons multiples T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-10,0000
		NaCl 6h	-16,6667
	NaCl 3h	témoin	10,0000
		NaCl 6h	-6,6667
	NaCl 6h	témoin	16,6667
		NaCl 3h	6,6667

Comparaisons multiples T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-3,3333
		NaCl 6h	-26,6667*
	NaCl 3h	témoin	3,3333
		NaCl 6h	-23,3333*
	NaCl 6h	témoin	26,6667*
		NaCl 3h	23,3333*

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	0,8333
		T2	6,6667
	T1	T0	-0,8333
		T2	5,8333
	T2	T0	-6,6667
		T1	-5,8333

Taux d'émergence :

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-0,3733
		NaCl 6h	-0,3933
	NaCl 3h	témoin	0,3733
		NaCl 6h	-0,0200
	NaCl 6h	témoin	0,3933
		NaCl 3h	0,0200

Comparaisons multiples T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-0,2933
		NaCl 6h	-0,4233
	NaCl 3h	témoin	0,2933
		NaCl 6h	-0,1300
	NaCl 6h	témoin	0,4233
		NaCl 3h	0,1300

Comparaisons multiples T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,2700
		NaCl 6h	-0,4000
	NaCl 3h	témoin	-0,2700
		NaCl 6h	-0,6700
	NaCl 6h	témoin	0,4000
		NaCl 3h	0,6700

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	0,0033
		T2	0,3556
	T1	T0	-0,0033
		T2	0,3522
	T2	T0	-0,3556
		T1	-0,3522

Taux de survie

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	3,3333
		NaCl 6h	18,5200
	NaCl 3h	témoin	-3,3333
		NaCl 6h	15,1867
	NaCl 6h	témoin	-18,5200
		NaCl 3h	-15,1867

Comparaisons multiples T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	6,4833
		NaCl 6h	-6,9433
	NaCl 3h	témoin	-6,4833
		NaCl 6h	-13,4267
	NaCl 6h	témoin	6,9433
		NaCl 3h	13,4267

Comparaisons multiples T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-11,1533
		NaCl 6h	-13,7033
	NaCl 3h	témoin	11,1533
		NaCl 6h	-2,5500
	NaCl 6h	témoin	13,7033
		NaCl 3h	2,5500

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	14,7822
		T2	47,1300*
	T1	T0	-14,7822
		T2	32,3478*
	T2	T0	-47,1300*
		T1	-32,3478*

Hauteur des épicotyle

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

Comparaisons multiples T1

Comparaisons multiples T2

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	2,5700*
		T2	4,1133*
	T1	T0	-2,5700*
		T2	1,5433*
	T2	T0	-4,1133*
		T1	-1,5433*

Hauteur des Hypocotyles

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,9333
		NaCl 6h	0,6133
	NaCl 3h	témoin	-0,9333
		NaCl 6h	-0,3200
	NaCl 6h	témoin	-0,6133
		NaCl 3h	0,3200

Comparaisons multiples T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,3900
		NaCl 6h	-0,4100
	NaCl 3h	témoin	-0,3900
		NaCl 6h	-0,8000
	NaCl 6h	témoin	0,4100
		NaCl 3h	0,8000

Comparaisons multiples T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,2300
		NaCl 6h	-0,2900
	NaCl 3h	témoin	-0,2300
		NaCl 6h	-0,5200
	NaCl 6h	témoin	0,2900
		NaCl 3h	0,5200

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	1,0211*
		T2	1,7444*
	T1	T0	-1,0211*
		T2	0,7233
	T2	T0	-1,7444*
		T1	-0,7233

Hauteur totale

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,2100
		NaCl 6h	-0,1767
	NaCl 3h	témoin	-0,2100
		NaCl 6h	-0,3867
	NaCl 6h	témoin	0,1767
		NaCl 3h	0,3867

Comparaisons multiples T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,2233
		NaCl 6h	-1,4867
	NaCl 3h	témoin	-0,2233
		NaCl 6h	-1,7100
	NaCl 6h	témoin	1,4867
		NaCl 3h	1,7100

Comparaisons multiples T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	1,1433
		NaCl 6h	-0,8100
	NaCl 3h	témoin	-1,1433
		NaCl 6h	-1,9533
	NaCl 6h	témoin	0,8100
		NaCl 3h	1,9533

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	3,5878*
		T2	5,8567*
	T1	T0	-3,5878*
		T2	2,2689*
	T2	T0	-5,8567*
		T1	-2,2689*

Poids frais

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

Comparaisons multiples T1

Comparaisons multiples T2

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-0,2433
		NaCl 6h	-0,0733
	NaCl 3h	témoin	0,2433
		NaCl 6h	0,1700
	NaCl 6h	témoin	0,0733
		NaCl 3h	-0,1700

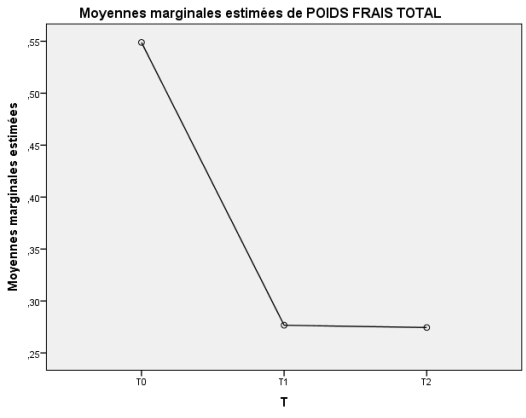
	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,1033
		NaCl 6h	0,0767
	NaCl 3h	témoin	-0,1033
		NaCl 6h	-0,0267
	NaCl 6h	témoin	-0,0767
		NaCl 3h	0,0267

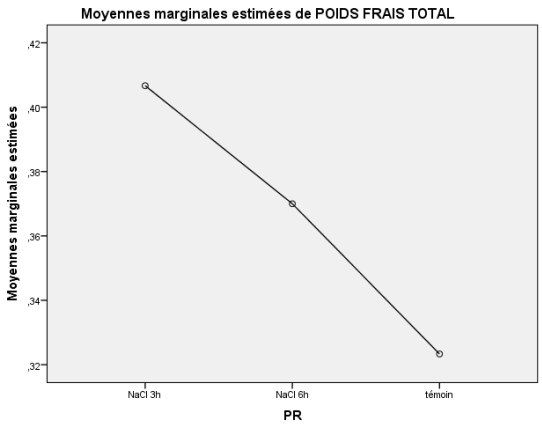
	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-0,1100
		NaCl 6h	-0,1433
	NaCl 3h	témoin	0,1100
		NaCl 6h	-0,0333
	NaCl 6h	témoin	0,1433
		NaCl 3h	0,0333

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	0,2722*
		T2	0,2744*
	T1	T0	-0,2722*
		T2	0,0022
	T2	T0	-0,2744*
		T1	-0,0022

Diagramme des profils





poids sec

Tests post hoc priming

Comparaisons multiples T0

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,0203
		NaCl 6h	0,0133
	NaCl 3h	témoin	-0,0203
		NaCl 6h	-0,0070
	NaCl 6h	témoin	-0,0133
		NaCl 3h	0,0070

Comparaisons multiples T1

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	0,0990
		NaCl 6h	0,1017
	NaCl 3h	témoin	-0,0990
		NaCl 6h	0,0027
	NaCl 6h	témoin	-0,1017
		NaCl 3h	-0,0027

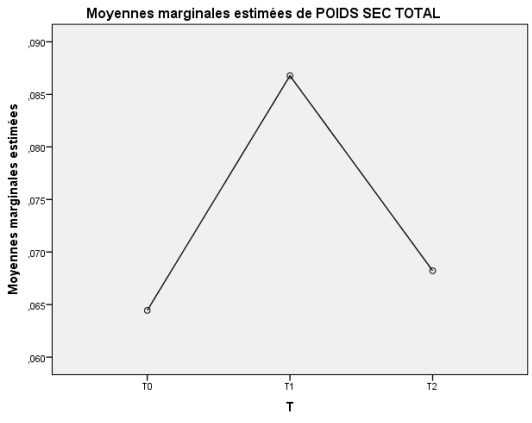
Comparaisons multiples T2

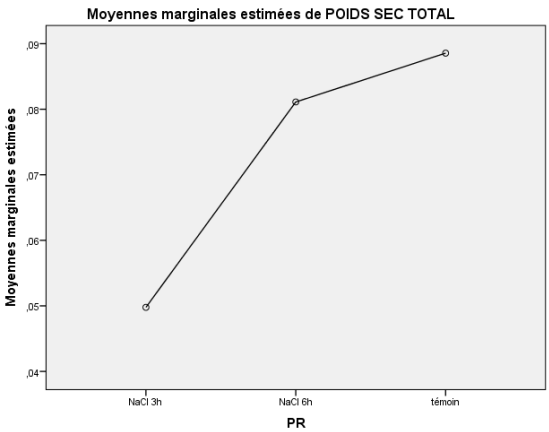
	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)
LSD	témoin	NaCl 3h	-0,0030
		NaCl 6h	-0,0927
	NaCl 3h	témoin	0,0030
		NaCl 6h	-0,0897
	NaCl 6h	témoin	0,0927
		NaCl 3h	0,0897

Tests post hoc T

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)
LSD	T0	T1	-0,0223
		T2	-0,0038
	T1	T0	0,0223
		T2	0,0186
	T2	T0	0,0038
		T1	-0,0186

Diagramme des profils





Annexe 03 : les photos exprimentales



Photo 01 : les solutions de salinité et primings avec le séchage des graines

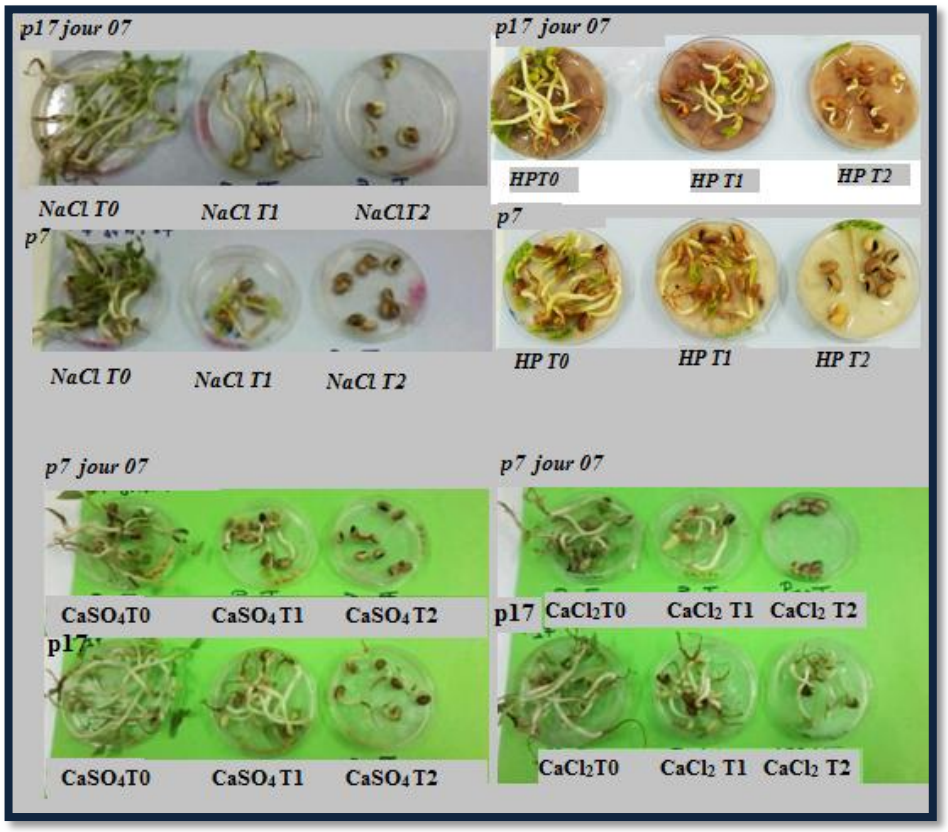


Photo 02 : l'effet de salinité sur l'évolution de pourcentage de germinations en différentes primings

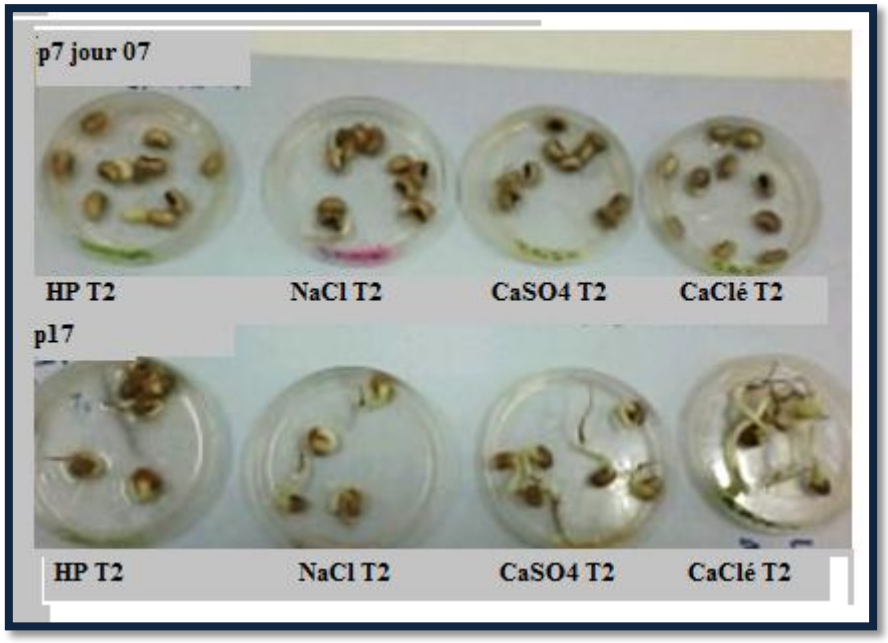


Photo 03 : L'effet d'haute salinité sur la germination des graines

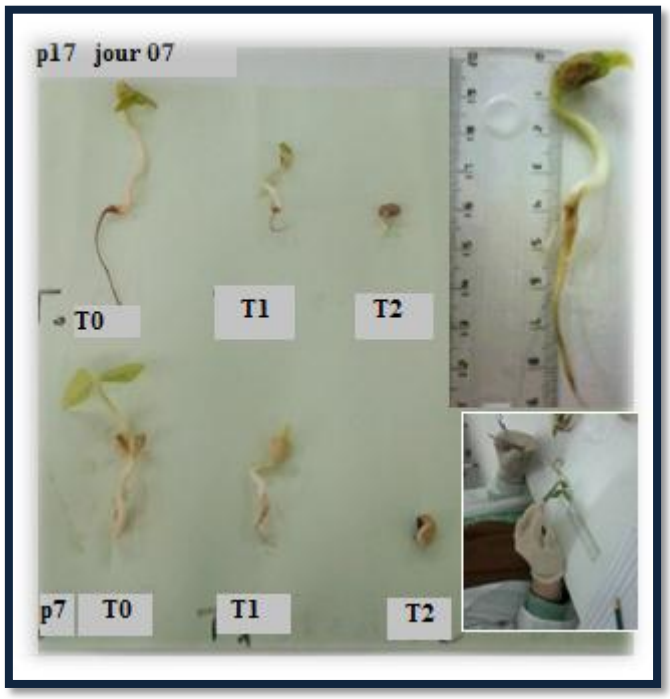


Photo 04 : L'effet de salinité sur la croissance de plantule

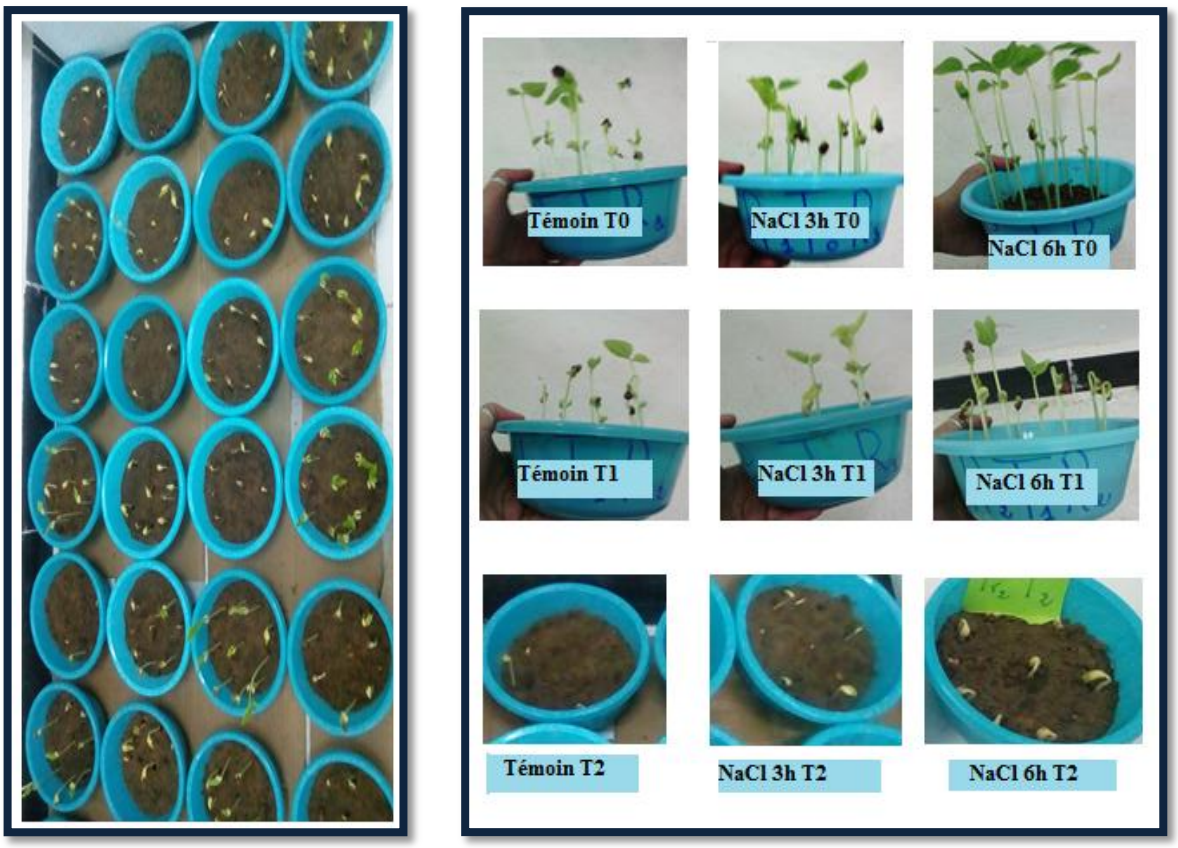


Photo 05 : Le dispositif randomisation et les effets de salinité sur la croissance de niébé