REPUBLIQUEALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE DE MEDEA
FACULTE DES SCIENCES

Influence du stresse salin sur *Vigna ungiculata(*L.)Walps.

Mémoire
Présenté pour obtenir le diplôme de Master
En agronomie
Spécialité:Phytopathologie

Présentée par :

- **Khadraoui - Hamida**
- **Benyettousouad**

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

Dr Chaouch, MCB : Université Dr YAHIA Farès de Médéa Président
Mme Aines mahfoudMCB: Université de Médéa Examinateur
Mr Liciremourad MAA :Université de Médéa Examinateur
Dr-Fahima NABI MCB : Université de Médéa Encadreur

Année universitaire : 2017/2018

REMERCIEMENTS

Au terme de ce présent travail, nous tenons à exprimer nos remerciements :

En premier lieu, nous remercions DIEU le tout puissant de nous avoir permis de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons d'abord à exprimer nos sincères remerciements à notre encadreur, Madame : Nabi fahima. merci pour la qualité de votre encadrement, vos compétences scientifiques, mais aussi vos qualités humaines ont été des éléments précieux pour l'avancement de ce travail. Veuillez trouver ici le témoignage de toute notre reconnaissance et notre profond respect.

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

Dr chaouch. Vous nous faites l'honneur d'avoir bien voulu présider ce jury, cette occasion nous permet de vous présenter nos plus sincères remerciements pour la bienveillance que vous nous avez manifestée.

Un grand merci s'adresse à Mr Aines Mahfoud et Mr Licire MouradNous vous adressons nos plus vifs remerciements pour avoir accepté d'être nos examinateurs. Nous tenons également à profiter de l'occasion qui nous est offerte ici pour vous exprimer, notre profonde reconnaissance pour tout intérêt la bienveillance que vous témoignez à l'intérieur de ceux qui vous sollicitent.

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.

Que tous ceux qui ont contribué à l'enrichissement de ce travail, soient assurés de notre gratitude.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A celui qui n'a jamais cessé de me soutenir, celui qui m'a guidé tout au long de ma vie, à mon pilier et ma plus grande source de fierté

A mon très cher père

A la plus belle créature que dieu a créée sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité

A ma très chère mère

A mes frères et mes sœurs avec tous mes vœux de bonheur, santé et de réussite

A ma promotrice « Madame. Nabi Fahima ».

À ma collègue Souad, qui a partagé avec elle les plus beaux moments.

A toute ma famille et tous mes amispour leur soutien et leurs encouragements.

A tous ceux qui, par un mot ou un sourire, m'ont donné la force de continuer …

Hamida

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail,

A mes parents 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,

Aux tous ceux qui soutenu et encouragé dans les moments les plus difficiles et le plus endolori, à mon chère frère Massaoud, à mes sœurs,

Mon Maré MOH

A ma promotrice « Madame. Nabi Fahima »

A la fruits de la famille '

À mes chers amies et collègues

A ma camarade, ma binôme « hamida ».

A toute mes Enseignants et collègues de «phytopathologie ».

À tous je dédie ce modeste travail.

Souad

Table de Matières

Introduction*……..…..*01

Partie 01 :Synthèse Bibliographique

Chapitre I : *Vigna unguiculata L.* Walp

I. Généralités**……..04**

I.1. Origine génétique et répartition géographique **……..……..04**

I.1.1. Classification**……..……05**

I.1.2. Utilisations et importance du niébé **……..……05**

I.1.2.1. Importance socio-thérapeutique **……..……05**

I.1.2.2. Importance économique **……..……..……06**

I.1.2.3.Importance nutritionnel **……..……06**

I.1.2.4. Importance agronomique**……..07**

I.1.3.Description botanique **……..……..…08**

I.1.4. Caractéristiques agro-morphologiques**…….……10**

I.1.5. Les variations agro morphologiques **……..10**

I.1.6. Le niébé dans le monde. **……..…….……..11**

I.1.7. Le niébé en Algérie**……..11**

I.2. Phénologie de la plante…**……12**

I.2.1. Germination **……..……..12**

I.2.2. Croissance **…….……12**

I.2.3.Floraison **……..…. ……..…..13**

I.2.4. Mode de reproduction **……..…..13**

I.2.5. Maturation **……...…13**

I.3. Ecologie et Exigences du niébé **……..…...13**

I.3.1. Climat**……..…….14**

I.3.2. Sol**…….…14**

I.3.3. Eau**…….……..14**

I.4. La production **…….……14**

Chapitre II : Salinité

II.1. Définition de la salinité ……..15

II.2. Origines et causes de la salinité ……15

II.2.1. Salinisation primaire ……..……...…..16

II.2.2. Salinisation secondaire ……..…..16

II.3.Principaux sels soluble……..….17

II.4. Caractéristiques des eaux salées……..……..……..17

II.5. .Sols salés en Algérie ……..….18

II.6. Stress salin……..……..……19

II.7. Effets de la salinité sur les plantes ……..….19

II.7.1. Effet du stress salin sur la germination.……....……22

II.7.2. Effet du stress salin sur la croissance et le développement ……..23

II.7.3. Effets du stress salin sur la biochimie de la plante ……....24

II.7.4. Effets du stress salin sur la nutrition minérale de la plante……..…..24

II.7.5. L'effet de la salinité sur l'état hydrique de la plante ……..…..…24

II.7.6. Effets du stress salin sur l'absorption…….….. 24

II.7.7. L'effet de la salinité sur la photosynthèse…… …… 25

II.7.8. Effets du stress salin sur le rendement ……...….26

II.8. Réponse des plants au stress salin ……..….27

a- Excluder ……..……..……..….28

b- Includer ……..……...…28

II.8.1.Mécanismes morphologiques et anatomiques ……28

II.8.2.Mécanismes physiologiques ……..……....29

II.8.2.1. Répartition et accumulation des ions dans la plante……29

II.8.2.2.Compartimentation vacuolaire……..…29

II.9. Niébé et stress salin……..……30

II.10. Méthodes d'amélioration de la performance de la performance de plante……..….30

II.10.1. Définition du *priming*……..…30

II.10.2. Les Méthodes de l'amorçage des graines……..……...31

a. *Halopriming*……....……31

b. *thermopriming* ……31

c. *Hormonopriming*……...……31

Partie 02:Partie Expérimentale

Chapitre I: Matériel et Méthodes

I. Effet des différentes méthodes d'amorçage des graines sur la germination de populations de niébé soumises au stress salin**……...33**

II. Méthode d'étude

I.1. Matériel végétal **…… 33**

I.2. Méthode d'étude **……..…..34**

I.2.1. Amorçage des graines **…….34**

I.2.2. Préparation des solutions salines pour l'application du stress**……..35**

I.2.3. Protocole expérimental au laboratoire**…….35**

I.3. Paramètres étudiés **…….36**

II.4. Analyse statistique **…….38**

Chapitre II: Résultats et Discussion

- **Résultats**

I.1. Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur la germination sous stress salin **…….39**

I.1.1. Effet de l'amorçage des graines sur l'évolution du pourcentage de germination **……..39**

I.1.2. Effet de l'amorçage des graines sur le pourcentage final de germination, la vitesse de germination**……...42**

I.2. Effet de l'amorçage des graines sur la croissance précoce **…….…....46**

I.2.1. Effet de l'amorçage des graines sur la longueur des Radicule**……..…..46**

I.2.2. Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur des Hypocotyle**……...48**

I.2.3.Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur des Epicotyle**……....49**

I.2.4. Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur totale**……..….51**

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

I.2.6. Effet de l'amorçage des graines sur le poids frais et le poids sec des plantules**…….55**

• Discussion

I. Effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur la germination et la croissance précoce de niébé sous stress salin**…….58**

- Conclusion générale **…….65**
- Recommandation **……...…67**
- Référence bibliographique**……..…..68**
- Annexes**……...…....90**

LISTE DES TABLEAUX

Numéro de tableau	Titre	Page
Tableau 1	Valeurnutritionnelle de 100 g de la partie comestible des grains mûrs (Gm.)etimmatures (Gi)etdes extrémitésde tiges feuilléesde *Vigna unguiculata* (L.) Walps	**07**
Tableau02	classification des eaux salées (a..Rhoades*etal*., 1992 in Maillard, 2001**).**	**12**
Tableau 03	Caractéristiques agro morphologiques de population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiée et sa localisation géographique**.**	**34**
Tableau 04	Effet des différentes méthodes de *priming* (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, , KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$ $_{)}$) sur le pourcentage de germination de P12) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 mM et T2 : 170 mM**).**	**40**
Tableau 05	Effet des différentes méthodes de *priming* (, Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming (HOR-PR)sur le pourcentage final de germination de de la population P12 de *Vigna unguicultata*soumise à différentes concentrations de NaCl (T0 : 0 Mm NaCl, T1 100 mM et T2 : 170 mM**)**	**43**
Tableau 06	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (pourcentage final de germination **(PFG)**, vitesse de germination **(VG)**.	**45**
Tableau 07	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (longueur de radicule)	**48**
Tableau 08	**:** Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (longueur de l'hypocotyle)	**49**
Tableau 09	**:** Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (longueur de l'epicotyle)	**51**
Tableau10	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, génotypes de *Vigna unguiculata*. Walps et *priming* et leur Interaction pour les paramètres du paramètre des croissances (la longueur totale, l'indice de vigueur des plantules).	**53**

Tableau11	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (l'indice de vigueur)	**55**
Tableau 12	Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, génotypes de *Vigna unguiculata.* Walps et priming et leur Interaction pour les paramètres du paramètre des croissances (le poids frais et le poids sec).	**57**

LISTE DES FIGURES

Numéro de Figure	titre	Page
Figure 01	Morphologie d'une plante de *vignaungiculata*(L.) Walps	09
Figure 02	Localisation des zones de culture du niébé (.) en Algérie (Chaabena, 1991)	12
Figure 03	Effets toxiques du NaCl sur la plante (jabnoune.2008)	20
Figure 04	Production de biomasse de différents groupes de plantes suivant la salinité (1): Halophytes vraies (2): Halophytes facultatives (3): Non halophytes résistants (4): Glycophytes (**D'après Hagemeyer, 1996 cité par Calu, 2006)**.	28
Figure05	Aspect de graine de la population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiée p12.**)**	33
Figure 06	Essai de germination de la populations de niébé étudiée	36
Figure 07	Vitesse de germination de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.	44
Figure 08	Longueur des radicules (cm) de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.	47
Figure 09	longueur des hypocotyles (cm)de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.	48
Figure 10	longueur des epicotyles (cm)de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$	50

	et $CaSO_4$) durant 7 jours.moyenne de trois répétitions. Les bars d'erreur représentent l'ESM (erreur standard à la moyenne).	
Figure 11	longueur totale (cm) de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours	52
Figure 12	Indice de vigueur des plantules de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours	54
Figure 13	Poids frais et poids sec (g) de la population P12 de Vigna unguiculata Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans priming, ZNSO4, NaCl, KCL , CuSO4, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming (HOR-PR)CaCl2 et CaSO4) durant 7 jours.	56

Résumé

Influence du stresse salin sur *Vigna ungiculata (*L.)Walps.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'amorçage des graines sur la germination, la croissance de *Vigna unguiculata* soumises sous stress salin, les graines de la populations P12, originaires Sahara (Adrar) ont subi différents types de *priming* : l'*halopriming* par le KCl, $CuSO_4$ ou $ZnSO_4$ et hormonopriming par l'acide ascorbique (0 ,10Mm) et thermopriming(5°), à même concentration molaire (80 mM)durant six 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 (100 mM et 170 mM) pendant 07 jours

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 et de tolérance des plantules.L'amorçage des graines améliore significativement la germination, 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'*halopriming* par le KCl ou hormonopriming ou thermopriming offre les meilleures résultats. 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 P12, 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, thermopriming, hormonopriming, KCl , stress salin, germination, croissance.

Abstract

Influence of salt stress slain on *Vignaungiculata (*L.)Walps.

The objective of this work is to study the effect of seed initiation on the germination, emergence and growth of *Vigna unguiculata* subjected to salt stress, the seeds of the P12 populations, originating from Sahara (Adrar). have undergone different types of priming: halopriming with KCl, ZnSO4 or CuSO4 at the same molar concentration (80 mM) for six hours and l'hormonopriming with ascorbic acid (0,10Mm) and thermopriming(5°), in addition to the control which does not undergo priming. These seeds are germinated in Petri dishes at different concentrations of NaCl (T0=0Mm,T1=100 mM and T2= 170 mM) for 07 days

The results obtained show that the salinity from 170 mM reduces the germination rate, the evolution of the percentage of germination, the final percentage of germination, in the unsprouted seeds and the seeds which have undergone the boot. Under these same conditions, salinity affects all early growth parameters (root length, epicotyl length, hypocotyl length, total length, fresh weight and total dry weight) and the seedling vigor and tolerance index. Seed initiation significantly improves germination, growth of cowpeas under favorable conditions and under stressful conditions. Primed seeds have faster, synchronized germination, with high percentages of germination significantly higher than unimproved seeds. We noted a marked improvement in all growth parameters, under the effect of priming under favorable conditions and under stressful conditions.

Among the types of priming used, we have also shown that halopriming with KCl or hormonopriming or thermopriming offers the best results. Our results suggest that these seed initiation methods could be very effective methods for improving cowpea production and especially in adverse saline conditions, especially the Algerian Sahara. We recommend the use of the P12 population in these areas and introduce it into breeding programs for cowpea tolerance to salt stress.

Key words:*Vigna unguiculata*, priming, thermoprimin,hormopriming, KCl , salt stress, germination, growth.

ملخص

تأثير الضغط الملحيعلى *Vigna unguiculata*L المحلية المزروعة

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير المعالجة الاولية للبذور على انتاش ونمو اصناف مختلفة من الفاصوليا المحلية المزروعة تحتالضغط الملحي، في هذه الدراسة الى انتاش صنف P12 من *Vigna unguiculata*L المأخوذة من منطقة الصحراء (ادرار) التي عرضة لمعالجات اولية مختلفة*Haloprimings*و*thermoprimong*و*hormonopriming*بواسطة $KCl,ZnSO_4,CuSO_4$2والمعالجة الهرمونية بواسطة acide ascorbiqueو الحرارية °5فينفس التركيز المولي Mm80 خلال ست ساعات بالإضافة الى الحصة الشاهدة من البذور غير معالجة اوليا كل هذه البذور انتشت داخل علب بتري في تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم ,170Mm ,(80Mm ,) خلال 7 ايام .

النتائج المتحصل عليها تبرهن ان ابتداء من التركيز 170 mM سجلنا تناقص في سرعة الانتاش ،تطور نسبة الانتاش والنسبة النهائية للإنتاش للفصيلة المدروسة ،ولاحظنا انه عند البذور الشاهدة و البذور المعالجة اوليا في نفس الشروط .الملوحة اثرت على كل مظاهر النمو المبكر (طول البذير، طول تحت الفلقتين، طول فوق الفلقتين والطول الكلي بالإضافة الى الوزن الرطب والجاف ومؤشر البقاء للنبتة.

التركيز17mM0 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 للنبتةمن الفصيلة P12.

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 *Haloprimings*و *hormonopriming*و*thermoprimong*بواسطة KCl سجلت احسن نتائج مقارنة بالبقية و التأثير الإيجابي للمعالجة الاولية في تحسين مقاومة الملوحة خلال الانتاش و النمو يظهر جليا عند فصائل الفاصولية.ونتائجنا اظهر اهمية تقنية المعالجة الاولية التي تعتبر تقنية فعالة في انتقاء الفصائل المنتجة وخاصة في تحسين مقاومة الملحية للفصائل المحلية للفاصوليا خاصة P12حتى في الظروف الملحية الصعبة والتي تميز الصحراء الجزائرية ولذلك ينصح باستعمالها من طرف الفلاحين الجزائريين.

الكلمات المفتاحية :

, *hormonopriming ,thermopriming ,Vigna unguiculata* ، KCl_2الضغط الملحي ،الانتاش ،المعالجة الاولية ، النمو

Introduction

Dans les régions arides et semi arides, la salinité constitue une contrainte majeure à la productivité et au développement agricole **(Rozema et Flowers, 2008, Abdel Latef, 2010**). Actuellement, sur 1.5 milliard d'hectares de terre cultivée dans le monde, environ 77 millions d'hectares (5%) sont affectés par la teneur excessive en sel **(Sheng *et al*, 2008).** Ce chiffre ne cesse d'augmenter d'une année à l'autre duà la mauvaise qualité de l'eau d'irrigation **(Villa-Castorena *et al*, 2003),**

Selon **Flowers (2005),** 20% des terres irriguées et 50% des terres cultivées dans le monde sont affectées par la salinisation secondaire. Les mêmes auteurs estiment que la moitié des terres irriguées est menacée de salinisation. D'après **Drouhin (1961),** l'Algérie est un pays de sels. Par ailleurs**, Daoud et Halitim (1994**) 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. Face à ce problème, plusieurs solutions ont été avancées pour le développement des cultures : i) Dessalement des eaux d'irrigation ou des sols salés, ii) Utilisation de pratiques culturales appropriée et iii) Sélection d'espèces et variétés adaptées à la salinité **(Elhansali*et al*, 1993).**

Les deux premières solutions apparaissent onéreuses et difficiles à réaliser, en revanche, c'est la troisième qui semble être la plus prometteuse. Cette approche biotique alternative a fait l'objet de nombreuses études sur les mécanismes de tolérance des plantes à la salinité **(Sousa*et al*, 2004 ,Matsuura*et al*, 2005)**

Afin de résoudre ces problèmes et d'améliorer le développement et le rendement des espèces végétales, plusieurs approches ont été utilisées depuis plusieurs années **(Basra *et al*, 2003).** La technique la plus fréquente et la plus commune est l'amorçage ou l'endurcissement 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 **(Bradford, 1986, Taylor et al, 1990),** 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 à germer **(Mazliak, 1998)**. Au cours de l'amorçage, les semences sont hydratées partiellement à un niveau d'humidité suffisant pour permettre le déroulement

desprocessus métaboliques prégerminatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la radicule (**Mcdonald, 2000, Ghassemi-Golezani *et al*, 2010)**

L'espèce ***Vigna unguiculata*** est l'une des principales légumineuses alimentairescultivée dans différentes parties du monde **(West et Francois, 1982, Kouadio *et al*, 2007).** Elleest réputée avoir une bonne tolérance à la salinité **(Murillo-Amador*et al*, 2006),** à la sécheresse et aux températures élevées **(Ehlers et Hall, 1997).**

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 (**Ghalmi*et al*, 2005).**

Cette espèce prometteuse pour l'Algérie, notamment au sud, a fait l'objet de quelques études en Algérie, sans aborder l'effet de la salinité sur sa culture.
Dans ce contexte, il nous a paru intéressant, d'étudier chez cette espèce, l'influence de la salinité sur la germination et la croissance. Notre investigation est basée essentiellement sur des paramètres physiologiques (la germination et la croissance. En outre, notre étude examine les possibilités d'atténuer l'effet du stress salin, et d'augmenter la tolérance au sel de cette espècesoumises aux contraintes salines (NaCl). par le traitement des semences avec l'*halopriming (*KCL ,$ZNSO_4$,$CUSO_4$*) ,le thermopriming et l'hormonopriming)*notonsque il ces méthodes n'ont pas été testés sur*vignaungiculata*

Alors Quel est l'effet de la salinité sur *Vigna unguiculata*? L'amorçage des graines de niébé par le (halopriming : KCL,$ZNSO_4$,$CUSO_4$) améliore il sa tolérance au stress salin ?

Notre mémoire est structuré ainsi:

La 1ère partie une synthèse bibliographique qui comporte :

Le chapitre 1 est consacré à ***Vigna unguiculata* L. Walp** et le 2éme chapitre sur la salinité et Le 3éme chapitrechapitre sur les primings.

La2ème partie matériels et méthodes.

La 3ème partie résultats et discussionset enfin une conclusion générale et perspectives.

Chapitre I : *Vigna unguiculata* L. Walp

I.Généralités

I.1.Origine et répartition géographique :

L'espèce *Vigna unguiculata* (L.) Walp est vulgairement connue sous le nom de niébé. C'est une eudicotylédone qui appartient à l'ordre des Fabales, famille des Fabacées, anciennement appelées Légumineuses. Le genre *Vigna* est constitué de plus de 200 espèces. Il est originaire des régions chaudes et présent sur tous les continents **(Fery, 2002).** L'emplacement précis du centre d'origine du niébé est très difficile à déterminer.

Sur la base de la variation morphologique et génétique, en ce qui concerne le nombre et la répartition géographique des variétés sauvages ainsi que leurs caractéristiques primitives, il est accepté que les espèces les plus primitives de *Vigna unguiculata* (L.) Walp sauvages sont apparues dans le sud de l'Afrique. Le Niébé migra dans d'autres parties de l'Afrique, de l'Europe et de l'Inde et fut importé en Amérique tropicale autour de l'an 1700 par les Espagnols avec la traite des esclaves **(Singh&Tarawali,1997**).

Le niébé, *V. unguiculata* est une légumineuse annuelle dont le centre d'origine était controversé avant les études de Faris (1963 ; 1965). **Piper (1913),** a donné une double origine au niébé: l'Inde et l'Afrique**. Faris (1963, 1965)**, après des études qui se sont reposées sur une description cytologique et morphologique desformes sauvages et cultivées du niébé montre que l'Afrique de l'Ouest et plus probablement le Nigeria est le centre d'origine du niébé.**Sawadogo A 2009**

Selon **Verderdorght etBaudoin (2001)**, 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, date de2.300 av JC. Le niébé est introduit en Europe vers 300 av J-C où il reste uneculture mineure dans la partie méridionale. Les Espagnols et les Portugaisl'exportent au 17^{éme} siècle vers le nouveau monde. D'autres cultivars sonttransportés directement de l'Afrique vers l'Amérique latine avec le trafic del'esclave. Le niébé atteint le Sud des Etats-Unis au début du 19^{éme} siècle.**Sawadogo A 2009**

I.1.1.Classification :

Le niébé (*Vigna unguiculata* L Walp) est une espèce dicotylédone de la famille des *Fabaceae*, du genre *Vigna* qui est relativement hétérogène et de la section Catiang (**Verdcourt, 1970).**

Cette espèce contient 22 chromosomes (2n=2X=22) **(Ng et Padulosi, 1991)**. Le niébé se caractérise par une grande variabilité avec la présence des formes cultivées et des formes sauvages annuelles (**Pasquet, 1993a).** Pour la taxonomie des variétés cultivées plusieurs approches ont été adoptées; l'approche la plus classique est celle de **Piper (1912)** qui a classé, en rang d'espèces les groupes identifiés sur la base des caractères des graines et des gousses par Linné. D'après **Baudoin (2001),** la taxonomie du niébé est la suivante :

- **Systématique :**
  - **CHUNG G .H *et al* 2007,PROST P J., 1996**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.

I.1.2. Utilisations et importance du niébé

Le niébé est une légumineuse herbacée tropicale. Sa culture présente des retombées économiques, nutritionnelles, et agronomiques considérables.**(Quin, 1997).**-

I.1.2.1. Importance socio-thérapeutique

La graine sèche est communément moulue et consommée dans plusieurs plats traditionnels Africains, Elle est riche en protéines, en amidon, en vitamines du groupe

B tel que l'acide folique. La graine est également riche en éléments minéraux essentiels, tels que le fer, le calcium et le zinc. 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 déficients dans les céréales**(BenTenni N KH ,2016)**

I.1.2.2. Importance économique:

le niébé est une source de devises pour les pays producteurs. Les graines du niébé alimentent les échanges économiques au niveau régional et sous régional. Selon **Langyintuo et *al.*(2003)** le Niger, le Burkina Faso, le Bénin, le Mali, le Cameroun, le Tchad, et le Sénégal sont les principaux pays exportateurs du niébé ; tandis que le Nigeria, le Ghana, le Togo, la Cote d'ivoire, le Gabon, et la Mauritanie sont les pays importateurs. En plus ducommerce des graines du niébé, le fourrage est aussi commercialisé et utilisé dans l'alimentation des animaux. En Afrique occidentale et centrale, le commerce du fourrage du niébé permet une augmentation de 25% du revenu annuel des paysans **(Quin, 1997).**

En Algérie, cette espèce est traditionnellement cultivée et consommée dans certaines régions telles que la Kabylie, la zone Est de la Wilaya d'El Taref et les oasis du Sahara. Cette espèce qui semble liée aux vieilles cultures berbères n'est plus cultivée que sur des superficies très restreintes, relevant souvent du jardinage. Les graines de niébé sont produites pour la consommation domestique, et les surplus sont vendus sur les marchés locaux **(Ghalmi*et al.*, 2005)**. Durant la saison sèche, dans certaines régions d'Afrique de l'ouest et du Centre, la valeur monétaire des fanes de niébé stockées devient très élevée **(Quin, 1997**). Des quantités importantes de ce produit peuvent être commercialisées ce qui fournit un complément de revenu parfois non négligeable aux populations rurales

I.1.2.3. Importancenutritionnel :

les jeunes feuilles, les gousses immatures, et les graines sont utilisées dans l'alimentation humaine. La valeur nutritionnelle (**tableau N01**) des graines est élevée avec en moyenne 23 à 25% de protéines et 50 à 67% d'amidon, ce qui confère au niébé un rôle important dans la lutte contre la déficience protéique chez les enfants **(Quin, 1997).** La graine du niébé est riche en lysine mais déficiente en acide aminé soufré

En Algérie, il fait partie des traditions culinaires et il est utilisé comme ingrédient alimentaire pour une variété de plats locaux, comme le couscous. Dans les oasis au sud- ouest du Sahara algérien, les graines noires des formes locales sont administrées comme fortifiant. Cent grammes de graines matures contiennent: 56-66 g de glucides, 22-24 g de protéines, 11 g d'eau, 5.9-7.3 g de fibres brutes, 3.4-3.9 g de cendres, 1.3-1.5 g de matières grasses, 0,146 g de phosphore , 0,104-0,076 g de calcium, et 0,005 g de fer**(Madamba*et al.*,2006).**Les graines contiennent également de petitesquantités équivalentes de carotène, thiamine, riboflavine, vitamine A, niacine, acide folique et de l'acide ascorbique.Dans 100 g de feuilles de niébé on trouve : 85,0 % d'eau, 44 cal énergie l, 44 g de protéines,0,3 g de matières grasses, 256 mg de calcium, 63 mg de phos-phore, 5,7 mg de fer, 2,4 mg de, 0,20 mg de thiamine, 0,37 mg de riboflavine, 2,1 mg de niacine et de 56 mg d'acideascorbique **(Pandey et Westphal, 1989).** La graine est également riche en micro- éléments essentiels, tels que le fer, le calcium et le zinc **(Quin, 1997)**

Tableau 1 : Valeurnutritionnelle de 100 g de la partie comestible des grains mûrs (Gm.)etimmatures (Gi)etdes extrémitésde tiges feuilléesde *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

Surce :BRINK M., et BELAY G., 2006.

I.1.2.4. Importance agronomique

la culture du niébé permet un enrichissement du sol en azote par l'intermédiaire de bactéries fixatrices d'azote atmosphérique. **Quin (1997),** montre qu'un hectare de niébé rapporte 40-80 Kg d'azote dans le sol. De part sa croissance rapide, le niébé assure une couverture du sol, le protégeant ainsi contre l'érosion et contre l'envahissement des adventice.

Le niébé est cultivé dans les zones agricoles (oasis du Sahara en Algérie), où la salinité de l'eau et des sols est un facteur limitant. Selon le classement de la tolérance

des cultures à la salinité, le niébé est considéré comme une culture moyennement sensible (**Maas et Hoffman, 1977)** mais présentant une plus grande tolérance au sel au cours du dernier stade de sa croissance **(Maas et Poss 1989).** La tolérance du niébé à la salinité est plus grande que celle du maïs, mais moins importante que celle du blé, de l'orge, de la betterave à sucre et du coton (**BEN TENNI N KH ,2016)**

Sous diverses préparations, le niébé recèle des vertus thérapeutiques; ainsi, la poudre de niébé appliquée sur une plaie a un effet aseptisant. Les jeunes gousses tout comme les jeunes feuilles, une fois broyées ou pelées, se révèlent efficaces contre les œdèmes, les panaris et les démangeaisons. Le niébé pourrait être utilisé contre les troubles de mémoire **(Berhaut, 1976)**

I.1.3. Description botanique :

Le niébé est une plante annuelle, herbacée autogame. Toutefois, il présente un taux d'allogarnie variant entre 0,2 et 2%. C'est une espèce diploïde avec 2n = 22 chromosomes de petite taille comme chez la plupart des espèces de Phaseoleae **(bentenni n kh,2016)**

L'architecture de la plante est très variable selon les génotypes, les conditions de température et de photopériode. On distingue en effet des formes érigées et des formes rampantes ou volubiles.

L'appareil végétatif

Feuilles : Sont composées de trois grandes folioles, triangulaires, verts parfois marbrés de violets**. (bentenni nkh, 2016)**

Le niébé est caractérisé, d'une part par des feuilles alternes, pétiolées; les deux premières feuilles opposées, sont sessiles et entières et, d'autre part par la présence de deux stipules prolongés sur chaque nœud de la tige et trois bourgeons axillaires capables de donner une tige latérale ou une inflorescence.

La tige: la tige du niébé est cylindrique, volubile, quelque fois glabre et creuse. Elle définit le port de la plante qui peut être érigé, semi érigé, buissonnant, ou rampant. Chaque nœud de la tige porte deux stipules et trois bourgeons axillaires.**(bentenni nkh, 2016)**

Les racines: le système racinaire est pivotant avec de nombreuses ramifications, ce qui confère au niébé une certaine tolérance à la sécheresse. Les racines portent des nodosités de bactéries fixatrices d'azote atmosphérique.**(bentenni nkh, 2016)**

L'appareil reproducteur :

L'inflorescence: elle est un racème axillaire. Le pédoncule a une longueur variable, au bout duquel se trouve le rachis. La coloration des fleurs varie du blanc au violet en fonction de la concentration d'anthocyanine. Le niébé est une plante autogame (**Fery, 1985).** Le cycle des variétés est déterminé au stade 50 % de floraison.**(Drabo, 1981).**

Les fruits: le fruit du niébé est une gousse pendante ou dressée avec des formes linéaire, spiralées, ou enroulées. La gousse peut être entièrement pourpre, pigmentée sur les valves à son extrémité, marbrée ou dépourvue de pigments. (**bentenni nkh, 2016)**

Graines : Sont ovoïdes, réniformes et sensiblement plus petites que celles des haricots verts, pue ridées, on trouve 8 à 20 graines par gousse.(**bentenni n kh,2016)**elles sont de couleur variable (généralement blanches) et muni d'une tache noire ‹‹œil›› autour du hile.

Gousses : Sont dressées par paires formant un V déhiscentes, cylindriques, plus ou moins comprimées avec une extrémité aigue. (**BEN Tenni N KH ,2016)**

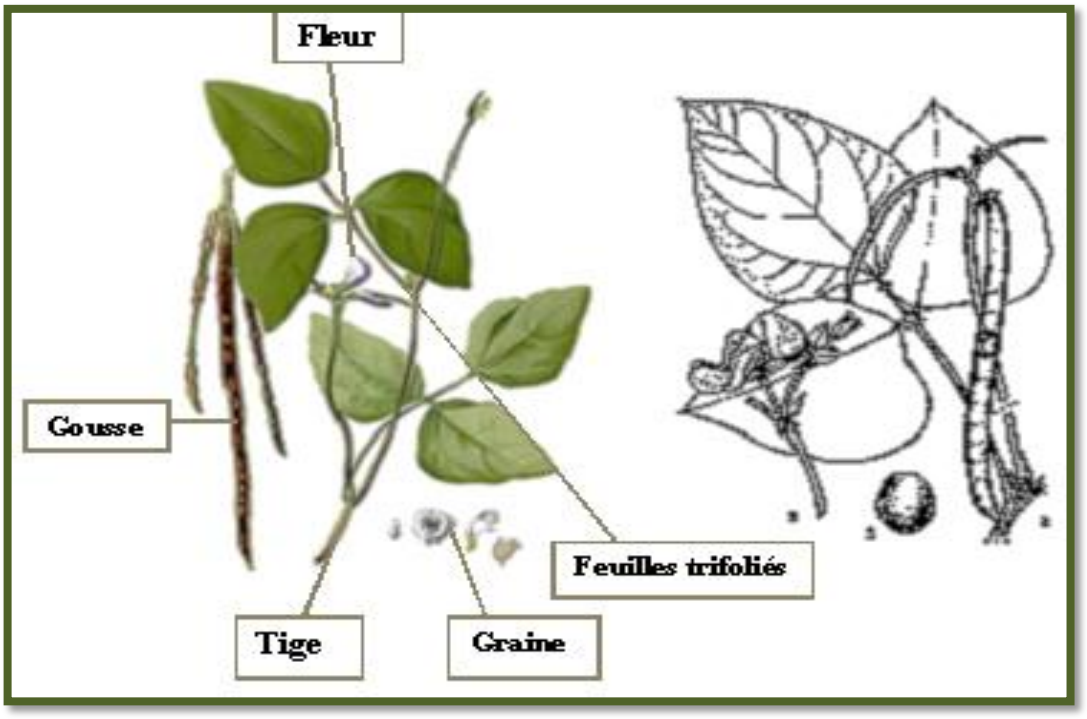


Figure 01 : Morphologie d'une plante de *vignaungiculata*(L.) Walps.

(Source : www.Science-art.com)

I.1.4. Caractéristiques agro-morphologiques :

Le niébé est une plante herbacée annuelle ou vivace, grimpante, rampante ou plus ou moins érigée. Une culture de saison chaude qui nécessite des températures d'au moins 18°C avec une température optimale de 28°C.**(Craufurd*et al,* 1997)**. Il est caractérisé par une racine pivotante généralement bien développée portant des bactéries fixatrices d'azote **(Mulongoy, 1985),** des feuilles alternes sauf les deux premières qui sont opposées, une germination épigée, une croissance indéterminée ou pseudo déterminée dans certains cas de maturité précoce et une inflorescence axillaire.**(Fery, 1985).**

La sensibilité à la photopériode est le facteur de diversité le plus important dont son degré dans certains génotypes est influencé par la température **(Steel, 1972).** La date de floraison et de maturité sont des aspects adaptatifs importants où la date de floraison détermine la date de récolte **(Robert *et al,* 1993)**. Les graines et les gousses chez les formes cultivées ont des caractéristiques diverses qui sont utilisées pour décrire les cultivars et identifier les cultigroupes.**(Piper, 1912).**

I.1.5. Variations agro morphologiques :

Les formes cultivées se distinguent des formes sauvages par des gousses non déhiscentes, par des graines et des gousses de taille plus importante et par des graines non dormantes .Outre ces caractères liés à la domestication et quelques caractères mineurs - forme des feuilles (rhomboïde ou hastée) et pigmentation anthocyanique des entre-nœuds, la longueur du pédoncule floral, la photosensibilité et la morphologie des graines et des gousses sont les principaux facteurs de variabilité chez les formes cultivées. (**BEN Tenni N KH Eddine ,2016)**

La diversité génétique des espèces cultivées constitue la matière première indispensable pour l'amélioration des plantes **(Baudoin et al, 2002)**. La diversité génétique des espèces végétales a été générée au fil du temps sous la pression combinée de l'environnement, puis de l'homme depuis les débuts de la domestication.(**BenTenni N KH,2016).**

Les cultivars anciens sont généralement très diversifiés. Ils résultent de sélection empirique locale (land race) et constituent la part la plus importante de la variabilité génétique directement utilisable pour la sélection.(**BenTenni N KH ,2016)**

I.1.6. Le niébé dans le monde :

La superficie plantée en niébé dans le monde est d'environ 12,5 millions d'hectares, avec 8 millions (64% du total mondial) en Afrique occidentale et centrale. Les autres parties du monde, où le niébé est fortement présent, sont situées en Amérique du Sud, en Amérique centrale et en Asie, avec des zones également dans le sud-ouest de l'Europe, le sud-ouest des États-Unis et en Océanie. Parmi tous les pays, les principaux producteurs sont le Nigeria, le Niger et le Brésil **(Quin, 1997).** Au Brésil, le niébé est cultivé principalement dans la région Nord-Est semi-aride et dans de petites zones de l'Amazonie. Les principaux producteurs de niébé sont les Etats du Ceará (159.471 t), Piauí (58.786 t), Bahia (50.249 t) et du Maranhão (35.213 t), qui ont aussi les plus grandes superficies cultivées **(Ibge, 2001).**

I.1.7. Le niébé 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**.**

Ces formes cultivées sont également citées par *TRABUT* dans son répertoire des noms indigènes des plantes sous le nom berbère de *Tadelaght. AMOUN et ECHIKH* 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**.** Enfin, ECHIKHa présenté une étude isoenzymatique des formes cultivées de *Vigna unguiculata* collectées dans les montagnes de Kabylie au nord et les oasis du Touat au sud.

En Algérie.le niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp.)est traditionnellement cultivé dans la région de kabyle. La zone est d'El Kala et les Oasis du cahara; mais actuellement, sa culture n'existe plus que sur des superficielles très restreintes, relèvent du jardinage **(Ghalmi*et al*,2010).**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.



Figure 02: Localisation des zones de culture du niébé (.) en Algérie (**Chaabena, 1991**)

I.2. Phénologie de la plante :

I.2.1. Germination

La germination de niébé est épigée, c'est-à-dire les cotylédons sont soulevés au-dessus dela surface du sol **(Stanton *et al,* 1970).**

I.2.2. Croissance

La croissance initiale est lente jusqu'au début de la fixation de l'azote**(Latati Mourad, 2014)** , La croissance des racines s'effectue durant les 70 premiers jours. Au cours de sa végétation, le niébé produit de façon constante de nouvelles feuilles

alors qu'en même temps les feuilles vieilles sèchent et tombent **(Jacquinot, 1967)**. On distingue deux principaux types de croissance, ce sont les croissances déterminées et indéterminées. Le premier type signifie quele nombre de nœuds d'un rameau est fixe et que celui-ci cesse de croître lorsque ce nombre est atteint, il arrive souvent que les rameaux déterminés se terminent par un groupe de bourgeons floraux. Le deuxième type signifie que le rameau continue à pousser, donnant naissance à de nouveaux embranchements latéraux et à fleurs, c'est le cas des légumineuses rampantes ougrimpantes**(Stanton *et al*, 1970).**

I.2.3. Floraison :

La floraison se déroule en trois étapes : l'évocation, l'initiation et la différenciation. Ces étapes sont influencées par la longueur du jour et de la température(**Latati M ,2014)**De nombreuses variétés traditionnelles fleurissent en jours courts **(Vanderborght et Baudoin, 2001).** Chez les formes cultivées, les fleurs s'ouvrent en général à la nuit pour se fermer en fin de matinée(**Pasquet et Baudoin, 1997**). Le niébé est une plante autogame et diploïde dont le nombrechromosomique est de 2n = 2x = 22 (Faris, 1964). Cependant, des études conduites à Bambey ont montré que le taux d'allogamie moyen est de 1,14% (il varie de 0,22 à 2,6%). La déhiscence des anthères se produit plusieurs heures avant que la fleur ne s'ouvre alors que le stigmate est réceptif depuis deux jours **(Ladeinde et Bliss, 1997)**.

I.2.5. Maturation :

Le niébé peut être récolté en deux stades différents de maturité : soit vert dont les gousses sont destinées au marché frais et sont prêtes pour la récolte 20 jours après la floraison, soit 40 jours pour la récolte en sec **(Davis *et al.*, 1991).**

I.3. Ecologie et Exigences du niébé :

Le niébé est résistant à la sécheresse (**ben tenni n kh,2016)** Etant une plante des régions tropicales et subtropicales, le niébé supporte des températures variant entre 25 et 28°C et une pluviométrie variant entre 750 et 1000mm (**bentenni n kh, 2016)** l'excès d'eau lui étant préjudiciable.

Il supporte facilement une large gamme de sol allant des sols à prédominance sableuse aux sols à dominance argileuse légèrement alcalins (**bentenni n kh,2016).** Cependant, les contraintes hydriques intervenant après la floraison peuvent ne pas affecter de façon significative le rendement en graine de certains cultivars(**ben tenni n kh,2016)**. c'est une plante de jour court (**ben tenni n kh ,2016).**

Le niébé tolère bien des précipitations entre 28 à 410 mm avec une moyenne de 142 mm. Il est adapté à la sécheresse, son système racinaire est développé pour aller en profondeur chercher de l'eau **(Miller et *al,* 1989).** La résistance à la sécheresse est une raison pour laquelle le niébé est une légumineuse très intéressante dans beaucoup de pays à climat sec. (**ben tenni n kh,2016).**

I.3.1. Climat: le niébé est une culture très bien adaptée aux régions arides et semi-arides. C'est une légumineuse cultivée dans les régions tropicales et subtropicales. (**Singh et *al.*, 1997*).***

I.3.2. Sol: le niébé se cultive sur les sols sableux à argileux. Il ne supporte pas l'engorgement et l'acidité du sol. Le niébé croît bien à des pH de 4,5 à 9,0 et réussit à fixer l'azote dans des sols possédants moins de 2% de matière organique et plus de 80% de sable. **(Singh et *al, 1997).***

I.3.3. Eau: le niébé est une plante ayant une certaine adaptation à la sécheresse.

Sa culture est effectuée entre les isohyètes 300 mm à 1500 mm. **(Singh et *al, 1997).***

I.4. production :

La production mondiale de niébé s'élève à 1.400.000 tonnes ans . L'Afrique occidentale réalise à elle seule 1.1 15.000 tonnes par an soit 82,5% de la production. Le Nigeria vient en tête avec une production de 850.000 tonnes l'an soit 60% de la production totale. Il est suivi du Algérie, avec 240.000 tonnes/an soit 17%, du Burkina Faso 75.000 tonnes soit 5%, le Sénégal avec 17.17 I tonnes soit 1% de la production totale **(FAO, 1999).** Le reste de la production est assurée par les autres régions du continent ainsi que l'Asie et l'Amérique. (**bentenni nkh,2016).**

Chapitre II : Salinité

II.1. Définition de la salinité

La salinisation est le processus par le lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol .Elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. Les pratiques culturales sont les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que : le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol (**Iptrid, 2006).**

La salinité est définie selon plusieurs chercheurs comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation **(Baiz, 2000).** C'est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (**Allakhverdiev*et al*, 2000).**

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

II.2. Causes et effets de la salinisation :

Les rares précipitations, l'évaporation élevée, l'irrigation avec de l'eau saline, et les pratiques culturelles sont parmi les facteurs principaux qui contribuent à la salinité croissante. La salinisation secondaire, en particulier, aggrave le problème où une fois que les superficies agricoles productives deviennent impropres à la culture due à la qualité inférieure de l'eau d'irrigation, (**Salha, 2009)**

La salinité excessive affecte la rhizosphère et limite la répartition des plantes dans leur habitat naturel. Le fort éclairement et les rares pluies dans les régions semi-arides et arides accentuent la salinisation des périmètres irrigués et les rendent impropres aux cultures.(**Salha ,2009)**

L'eau saline occupe 71% de la surface de la terre. Environ la moitié des systèmes d'irrigation existant du monde sont sous l'influence de la salinisation. De tels sols défavorables de faible fertilité sont généralement peu convenables pour la production agricole, entraînant la réduction inacceptable de rendement. En raison du besoin accru

de distribution de production alimentaire et d'augmentation des sols affectés par salinité, la recherche sur des réponses des plantes à la salinité a rapidement augmenté en quelques dernières décennies (**salha,2009)**. Le phénomène d'invasion marine, qui peut s'étendre sur plusieurs kilomètres à l'intérieur des terres est d'un grand risque pour les régions côtières tributaires des eaux souterraines pour leur approvisionnement en eau. Sous certaines conditions, l'eau salée se propage à l'intérieur des terres et contamine les eaux de la nappe située à proximité de la mer. Par ailleurs, l'invasion des eaux douces par les eaux salées aura pour effet une dégradation des sols et une salinisation par suite des irrigations avec ces eaux. (**salha ,2009)**

II.2.1. Salinisation primaire

Près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée prés de la zone racinaire **(Mermoud, 2006)**

II.2.2. Salinisation secondaire

Près de 20% des terres salinisées ont une origine humaine ou anthropique et sont qualifiées de «secondaires». L'irrigation est la principale cause anthropique de la salinisation des sols **(Anonyme, 2006)** Dans environ la moitié des situations, le développement de l'irrigation s'est accompagné de l'apparition de processus de salinisation, sodisation ou alcalinisation des sols d'importance variable. Si les situations apparaissent très diverses en raison des caractéristiques du milieu naturel, des pratiques agricoles ou de la gestion de l'eau, ces dégradations ne sont pas inéluctables et apparaissent pour l'essentiel comme la résultante de mode de gestion inappropriée des ressources en sol et en eau. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même une eau douce de meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable **(Marlet, 2005).**

II.2. principaux sels solubles :

Les principaux sels solubles qui participent dans la formation des sols salés sont**(Aubert, 1982).** :

Les carbonates : les plus rencontrés sont le carbonate de sodium (Na_2CO_3), bicarbonate de sodium (Na HCO_3), carbonate de calcium ($CaCO_3$) et le carbonate de magnésium ($mgCO_3$).

Les sulfates : ce sont les sels de l'acide sulfurique et les plus fréquents sont: le sulfate de magnésium ($MgSO_4$), sulfate de sodium ($NaSO_4$) et le sulfate de calcium (Ca SO_4).

Les chlorures : principalement : le chlorure de sodium (NaCl), le chlorure de calcium (Ca Cl_2) et chlorure de magnésium ($MgCl_2$) ce sont plus soluble et forte toxicité. La présence de sels solubles en quantité importante ou d'un horizon sodique à structure dégradée, caractères qui ont une influence néfaste sur le développement de la végétation ou des cultures **(Aubert, 1982).**

II.3. Caractéristiques des eaux salées

Toutes les eaux naturelles contiennent des minéraux dissous et des matières gazeuses**(Ghodbène, 2006).** L'accumulation des sels dans une eau dépend de son origine :

- Eau de pluie: gaz atmosphérique dissous et sels cycliques.
- Eau de surface: sa composition et sa concentration varie dans l'espace et dans le temps;

Cette variation dépend de :

a) la géologie du bassin versant;

b) le climat: la neige contient moins de sel que la pluie;

c) l'évaporation : la concentration de solution augmente avec l'augmentation de

L'évaporation, ceci entraîne une variation de la salinité d'un cours d'eau avec la saison.

- Eaux souterraines : en général, leur composition est assez variable d'une année (ou Saison) à l'autre s'il n y a pas d'interventions notables de l'homme.

La composition et la concentration de l'eau en sels dépendent de la formation géologiquequ'elle traverse, de sa température et de la composition de l'eau de recharge s'il y en**(Maillard, 2001)**

Les classifications des eaux salées estconsignée dans le **tableau 02**

Tableau 02 :classification des eaux salées (Maillard, 2001)

Classe d'eau	CE (dS/m)	Concentration en sel (mg /l)	Type d'eau
Non salée	<0,7	<500	L'eau potable et d'irrigation.
Légèrement salée	0,7-2	500-1500	L'eau d'irrigation.
Modérément salée	2-10	1500-7000	L'eau de drainage primaire et de la nappe phréatique.
Fortement salée	10-25	7000-15.000	L'eau de drainage sécondaire et de la nappe phréatique.
Très salée	25-45	15.000-35.000	la nappe phréatique très salée.
Extrêmement salée	>45	>45.000	L'eau de mer.

II.4. Sols salés en Algérie :

II.2.Etat de la salinisation en Algérie

D'après **l'INSID(2008),** En Algérie, il n'est recensé aucune étude cartographique fiable et précise permettant de délimiter les zones touchées par la salinité des terres et la quantification de la teneur des sels dans le sol.

Néanmoins il existe quelques données fragmentaires qui donnent une idée générale sur le phénomène de la santé et de la dégradation des terres.

D'après **Szabolcs (1994)**, 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable,le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques ou le processus de salinisation est plus marqué de fait des

températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient .

Ce phénomène est observé (voir carte de **la figure n°02**)dans les plaines et vallées de l'Ouest du pays(Mina ,Cheliff, HabreSig, Maghnia)dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des chotts et de Sbkhas(Chott Ech Chergui, Chott Gharbi, Chott Hodna, Chott Melghir, Sebkha d'Oran)

II.6. Stress salin :

Dans beaucoup de cas, les stress abiotiques ne se produisent pas indépendamment, et donc les stress environnementaux peuvent impliquer ainsi un complexe d'interaction de facteurs de stress.

La salinité et le gel peuvent induire des déficits en eau ; il est bien établi qu'une forte concentration de soluté dissout dans la zone racinaire abaisse le potentiel hydrique du sol, créant une situation semblable au déficit hydrique dans le sol, et que le gel provoque dans le tissu végétal la formation de glace extracellulaire qui aura comme conséquence la déshydratation cellulaire.

En conséquence il y a quelques caractéristiques de stress osmotique communs au déficit hydrique, à salinité et au stress causé par le froid. Cependant, le stress salin implique des effets spécifiques ioniques et osmotiques. **(Amane et *al.*, 1999)**

Au niveau cellulaire, un stress est causé par la variation d'un paramètre environnemental qui entraîne la mise en place des mécanismes de régulation de l'homéostasie.

Les organismes sont généralement soumis à deux types de stress : les stress biotiques (dus à une agression par un autre organisme) et les stress abiotiques (qui sont dus principalement à des facteurs environnementaux) **(Vincent, 2006).**

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na+ et Cl- **(Hopkins,2003)**

II.7. Effets de la salinité sur les plantes :

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

végétale. Depuis que le stress salin implique aussi bien le stress osmotique qu'ionique **(Parida et Das, 2005)**, l'arrêt de la croissance est directement relié à la concentration des sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol (**Greenway et Munns,1980).**

La salinité est un facteur environnemental très important qui limite la croissance et la productivité (**Parida et Das, 2005).**Durant le début et le développement du stress salin à l'intérieur de la plante, tous les processus majeurs tels que : la photosynthèse, la synthèse des protéines, le métabolisme énergétique sont affectés. La première réponse est la réduction de la vitesse d'extension de la surface foliaire, suivi par l'arrêt de l'extension avec l'intensification du stress **(Parida et Das, 2005)**

3. Effets de la salinité sur la physiologie des plantes :

3.1. Effets toxiques de NaCl sur la plante

Certains sels peuvent être toxiques pour les plantes et peuvent en affecter la balance nutritionnelle s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale.

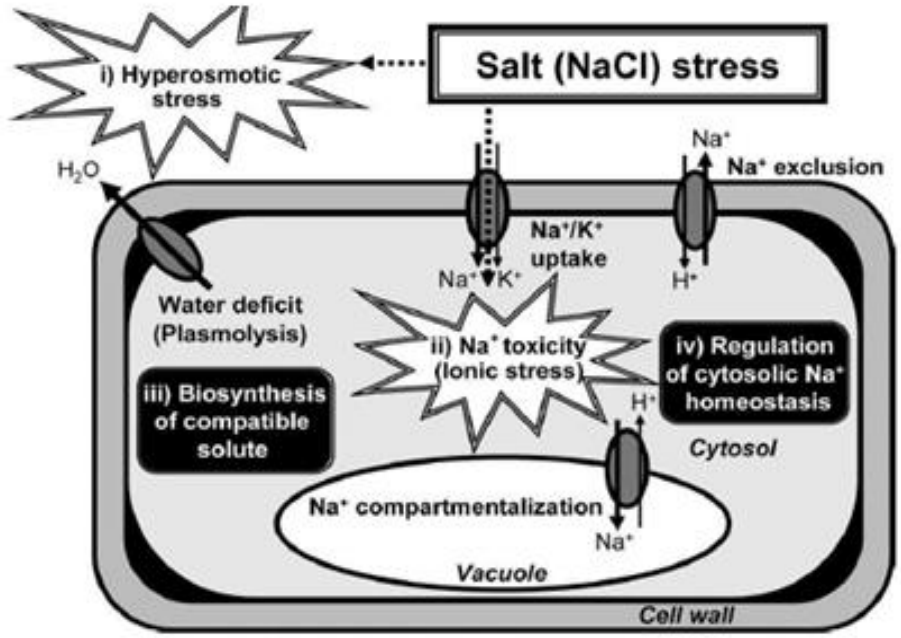


Figure 03 : Effets toxiques du NaCl sur la plante (jabnoune.2008)

1- Stress osmotique

L'entrée de l'eau dans les tissus du cortex racinaire est assurée par capillarité et osmose. Elle est donc d'autant plus aisée que la solution du sol est à une pression osmotique plus faible **(Snoussi et Halitim, 1998)** Au fur et à mesure que la salinité du sol augmente, son potentiel osmotique diminue ce qui réduit la disponibilité de l'eau pour la plante **(Snoussi et Halitim, 1998)**

2- Stress ionique

Des concentrations excessives d'ions chlorures et sodium dans la solution du sol peuventcauser une toxicité dans la plante. Ces ions peuvent être absorbés soit par les racines soit par contact direct avec les feuilles. Si l'eau d'irrigation a une salinité proche de concentrations critiques, il sera nécessaire d'en doser précisément les concentrations en ions chlorites et sodium (**Maillard, 2001**) Les ions Cl^- peuvent être absorbés par les racines et s'accumuler dans les feuilles. Ces ions peuvent provoquer une brûlure des extrémités des feuilles et un jaunissement prématuré de celles-ci. En général, la plupart des plantes boisées (arbres fruitiers à noyaux, citrus, avocatier) sont sensibles à ces ions alors que la majorité des légumes, plantes fourragères et fibreuses y sont moins sensibles Les symptômes de toxicités typiques aux ions sodium Na^{2+} sont des brûlures de feuilles, le dessèchement et la mort des tissus sur les bords externes des feuilles, contrairement aux symptômes causés par des ions Cl^- qui apparaissent normalement à l'extrême pointe des feuilles. On peut noter également que la présence excessive d'ions sodique, chlorique et boriquepeut provoquer une augmentation du pH du sol, ce qui a un effet indirect sur l'impossibilité d'absorption des ions ferreux, phosphate, zinc et manganèse indispensable pour la croissance des plantes **(Maillard, 2001)**

3- Stress nutritionnel

Certains sels peuvent être toxiques pour les plantes et peuvent en affecter la balance nutritionnelle s'ils sont présents en concentration excessive ou en proportion anormale (**Snoussi et Halitim, 1998).**Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les plantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. Des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes **(Haoualaet *al*, 2007).** L'accumulation

des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+et $Ca2^+$. Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^{2+} pour les mêmes sites de fixation apoplasmique**(Haoualaet *al*, 2007)**

L'effet dépressif du sel sur l'accumulation de K^+ et Ca^{2+} est évident chez le blé dur **(Bouaouinaet *al*, 2000).** Chez le blé, tout comme chez le riz et la canne à sucre, la concentration élevée de NaCl diminue également l'absorption de Ca^{2+}. Chez *Brassicacampestris*L., qui est relativement tolérante au sel, l'augmentation de la concentration en Na^+s'accompagne d'une réduction de la concentration en Mg, K, N, P et Ca dans la plante. Ce déséquilibre nutritionnel est une cause possible des réductions de croissance en présence de sel lorsque des ions essentiels comme K^+, $Ca2^+$ ou $NO3^-$ deviennent limitant (**Haoualaet *al*, 2007)**

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

4- Stress oxydatif

Les plantes sont constamment soumises à des variations environnementales. Ces changements peuvent engendrer un stress qui modifie l'homéostasie cellulaire. Une conséquence de ces stress environnementaux, comprenant le stress salin, est l'apparition d'un stress oxydatif, c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) qui endommagent les structures cellulaires (**Attia, 2007)**

Dans des conditions optimales, les feuilles sont dotées d'enzymes et de métabolites antioxydants suffisants pour faire face aux ROS. L'accumulation phytotoxique de ces différents radicaux oxygénés peut entraîner la mort de la plante; cependant, ils ont récemment été identifiés comme étant des acteurs essentiels de la réponse au stress et leur rôle comme messager secondaire est maintenant clairement établi. Leur implication dans la régulation de l'expression génique a aussi permis de démontrer leur rôled'inducteurs de la mort cellulaire programmée, mort génétiquement contrôlée que l'on retrouve non seulement dans les processus de développement, mais également typiquement observée dans la réponse au stress **(Parent *et al*., 2008)**

II.7.1. Effets du stress salin Sur la germination

La plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (**Maillard, 2001).** Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée **(Bouchoukh, 2010).** 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 (**Belkhodja et Bidai, 2004).**

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 (**ghoulam c. and faresk., 2001).** 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^+ (**ghoulam c. and faresk., 2001)**.

Le stade germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades **(BoudaetHaddioui ,2011)**

II.7.2. Effets du stress salin Sur la croissance et le développement :

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement desplantes (**Bouaouina*et al.*, 2000).**La salinité des sols et des eaux demeure, pour les régions arides et semi arides, un obstacle majeur à la croissance des végétaux. En effet, les sels accumulés dans le sol peuvent limiter ou complètement arrêter la croissance du végétal suite à une élévation de la pression osmotique du milieu et/ou à l'effet toxique spécifique des éléments **(Arbaoui *et al.*, 1999 b)** La salinité diminue la croissance des glycophytes en modifiant l'équilibre hydrique etionique des tissus **(Greenway et Munns, 1980 ; Ouerghi*et al.*, 1998)**

Un stress salin extrême conduit au nanisme et à l'inhibition de la croissance racinaire. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir fini leur croissance et l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite (**Calu, 2006).**

La réponse immédiate au stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion dela surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente(**Wang et Nil, 2000)**. Le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche etfraîche des feuilles, tiges et racines **(chartzoulakis et klapaki, 2000)**. La salinité accrue estaccompagnée par une réduction significative dans la biomasse racinaire, la hauteur de laplante, le nombre de feuilles par plante, la longueur des racines et la surface racinaire chezla tomate (**Mohammad et al., 1998).**Le taux élevé de NaCl se manifeste par une croissancedans la biomasse des racines, tiges et feuilles et une augmentation dans le ratio partieracinaire/partie aérienne chez le coton (**Meloni*et al.*, 2001).**

II.7.3. Effets du stress salin sur la biochimie de la plante :

La salinité réduit la vitesse de la photosynthèse suite à une diminution de la conductionstomatique de CO2 **(Santiago et *al,* 2000**). La diminution de la vitesse photosynthétiqueest due à plusieurs facteurs comme la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduitleur perméabilité au CO_2, la toxicité du sel, la réduction de l'approvisionnement en CO_2 àcause de la fermeture des stomates, la sénescence accrue induite par la salinité et lechangement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structurecytoplasmique **(Parida et DAS, 2005**).Chez diverses espèces plus ou moins résistantes, un taux élevé des sucres totaux résultantdu blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une grande hydrolyse de l'amidon**(Asloum, 1990)**

II.7.4. Effets du stress salin sur la nutrition minérale de la plante :

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur lesplantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et undéséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. Des concentrations salinestrope fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale des plantes(**Haouala et *al,* 2004).**

L'accumulation des ions Na^+ dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K^+ et Ca^{2+},Il y aurait une compétition entre Na^+ et Ca^+pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. L'interaction entre les ions Na^+ et Ca^{2+} (**Jendoubi, 1997)**

II.7.5. Effets de la salinité sur l'état hydrique de la plante :

Le potentiel hydrique et le potentiel osmotique des plantes deviennent de plus en plus négatifs avec l'augmentation de la salinité ainsi que la pression de la turgescence (**Parida et Das, 2005).**

Dans les conditions de concentrations élevées de salinité accrue, le potentiel hydrique de la feuille et la vitesse d'évaporation diminuent significativement chez l'halophyte *S. salsa* alors qu'il n'y a pas de changement dans le contenu relatif en eau (**Parida et Das, 2005).**

II.7.6. Effets du stress salin sur l'absorption :

Chez les plantes cultivées sur milieu témoin sans sel, la concentration totale de la solutionfoliaire en solutés organiques tend à diminuer avec l'avancement en âge des

plantes, alors qu'un effet opposé est noté pour la concentration inorganique totale de la feuille (**Ben Naceur*et al.*, 2002**) . Irriguer avec de l'eau chargée en sels réduit la faculté des racines des plantes à puiser de l'eau du sol. Entre deux irrigations, alors que l'humidité du sol diminue, les sels de la solution du sol peuvent se concentrer à hauteur de 2 à 5 fois leur valeur initiale. Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines d'extraire l'eau du sol. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique **(Maillard, 2001).**

Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités l'absorption des éléments nutritifs du sol (**T Jabnoune, 2008)**

En présence de sel, l'absorption des cations Na^+, Ca^{2+} et Mg^{2+} dépasse souvent celle desanions Cl^-, PO^{4-} et NO_3, ce qui engendre un déficit anionique pour le végétal. Dans les feuilles, les Chlorures (Cl^-) sont toujours accumulés proportionnellement à la teneur globale en sel et en plus grande quantité que le Na^+**(Rahmoune*et al.*, 2000)** Le chlore, en entrant en compétition avec le NO_3, inhibe dans les plantes sensibles aux sels l'absorption et le transport à longue distance de cet anion vers les parties aériennes et engendre ainsi une carence nutritionnelle qui est estimée par la différence entre la teneur globale en cations majeurs Ca^{2+}, K^+, Mg^{2+} et Na^+ et la teneur en Cl^- (**Lamzeri, 2007).** Le stress salin réduit dramatiquement la fixation de l'azote N_2 et l'activité nitrogénase de nodosités chez les légumineuses herbacées **Pessaraklie*tal.*, (1990)**

II.7.7. L'effet de la salinité sur la photosynthèse

Le développement des plantes est le résultat de l'intégration et la régulation des processus physiologiques dont le plus dominant est la photosynthèse. La croissance du végétal autant que la production de biomasse est une mesure de la photosynthèse nette et comme les stress environnementaux affectent la croissance donc affectent la photosynthèse. Le stress salin cause des effets à long et à court terme sur la photosynthèse. **(Parida et Das, 2005)**,

Les effets à court terme se manifestent après quelques heures jusqu'à un à deux jours del'exposition au stress, et la réponse est importante ; il y a complètement arrêt de l'assimilation du carbone. L'effet à long terme s'exprime après plusieurs jours de l'exposition au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement , aussi on a rapporté qu'il y a suppression de la photosynthèse sous les conditions d'un stress salin **(Kao et *al,***

2001) et qu'elle ne diminue pas mais plutôt stimulée par de petites concentrations de sel **.** La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs : (1) la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO_2, (2) la toxicité du sel, (3) la réduction de l'approvisionnement en CO_2 à cause de la fermeture hydroactive des stomates, (4) la sénescence accrue induite par la salinité et (5) le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique **(Parida et Das, 2005)**

II.7.8. Effets du stress salin sur le rendement :

La salinité du sol est un facteur environnemental important qui affecte la croissance des plantes et la productivité agricole. Le problème de la salinité a été étudié sur le plan agronomique **(Zekri, 1993 ; Ruiz et al, 1997)**, biochimique **(Cerezo et al, 1997)** et moléculaire **(Gueta-Dahan et al, 1997)**. Le sel entraine une réduction de la quantité de l'eau disponible dans le sol (piégeage des molécules d'eau par les ions).

Les niveaux de tolérance à la salinité sont très variables entre plantes **(Rabie et Almadini,2005)**. En effet, la salinité entraine une réduction de la capacité des plantes à absorber l'eau, une chute des potentiels hydrique foliaire et osmotique (déshydratation cellulaire (**Hamdia et Shaddad, 2010 ; Joseph et Jini, 2011).** Elle provoque aussi un déséquilibre de la balanceionique (accumulation des ions Cl-) qui induira une toxicité importante dans le cytoplasme**(Joseph et Jini, 2011),** la réduction de flux d'assimilas vers les tissus méristématiques en croissance et une diminution des matières fraiches et sèches au niveau des feuilles, mais aussi au niveau des tiges et des racines **(Hernandez et al., 2000)**. Une réduction des teneurs en chlorophylle **(Meloni et al., 2003)** suite à l'augmentation des teneurs des chlorures à des doses toxiques aux niveau des vieilles feuilles, associée à l'augmentation de la résistance stomatique, va entrainer une diminution de l'activité photosynthétique et sera à l'origine de la réduction de la croissance **(Munns, 2002).** Cette réduction de la teneur en chlorophylle ne peut être perçue qu'à partir de vingt jours de stress salin. L'action du sel dans la plante commence par des accumulations des ions au niveau des différents compartiments à des doses toxiques avant d'affecter le fonctionnement de la plante. (**Jihène Ben Yahmed2013**).

Pour la plus part des plantes, les ions Na^+ et Cl^- sont exclus par les racines au fur et à mesure que l'eau est absorbé du sol. La remontée du sel dans les parties aériennes de la plante peut être à l'origine de la réduction de l'ouverture stomatique. Cependant, il

a été observé que l'activité photosynthétique par unité de surface foliaire peut rester inchangée même en cas de fermeture stomatique (**Jihène Ben Yahmed2013).**Ce paradoxe peut être expliqué par des changements au niveau de la taille des cellules qui se rétrécie ainsi que par une augmentation de la densité des chloroplastes. Si des quantités de Na^{+}+ ou Cl^{-} deviennent excessives, cela va entrainer une réduction de la surface foliaire et par la suite une limitation des flux de carbone vers les méristèmes et les zones de croissance (**Munns, 2010)**. Cela est à l'origine de jaunissements, des nécroses et de l'apparition de points de brulure sur les feuilles et finalement la chute foliaire. (**Rochdi*et al* ,2004)** ont observé que l'effet inhibiteur de NaCl sur la croissance ne passe pas obligatoirement par une perturbation de leur alimentation en eau **(Ben yahmed, 2013).**

II.8. Réponse des plants au stress salin :

L'eau est une source indispensable pour les végétaux. Sa présence est une condition incontournable pour que toute la plante puisse se développer et assurer ses fonctions physiologiques vitales. **(Calu, 2006)**. Cependant, cette ressource n'est pas toujours facile d'accès dans le sol, suivant le milieu naturel. Ainsi les plantes présentes sur des surfaces sèches ou salées vont se retrouver exposées à un stress hydrique important, contre lequel elles devront lutter pour survivre. Dans le cas d'un stress salin, une double problématique se pose à l'organisme végétal: d'un coté, la présence du sel, en abaissant le potentiel hydrique du sol, menace l'approvisionnement en eau de la plante. De l'autre, l'absorption du sel dans les tissus menace le bon fonctionnement physiologique des cellules. Suivant la production de biomasse des végétaux en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées**figure N03**:**(Calu, 2006)**

Les halophytes vraies: dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sels. Ces plantes présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par ces conditions: *Salicorneaeuropaea, Suedamaritima***(Calu, 2006)**

Les halophytes facultatives, montrant une légère augmentation de la biomasse à desteneurs faibles en sels: *Planta gomaritima, Aster tripolium***(Calu, 2006)**

Les non-halophytes résistantes, supportant de faible concentration de sel: *Hordeumsp***(Gama et al, 2007)**

Les glycophytes, sensibles à la présence de sel: *Phaseolusvulgaris*, glycine maxLa réduction dans le taux de la chlorophylle observé avec l'intensité du stress salin

pourrait être attribuée aux conditions dans lesquelles se trouvent les stomates car durant le stress salin, la concentration du CO2 diminue dans le chloroplaste à cause de la réduction dans la conductance stomatique. **(Gama *et al,* 2007)Les halophytes et les glycophytes**, peuvent développer plusieurs mécanismes pour assurer leur cycle de croissance et de développement. Certaines espèces utilisent le mécanisme d'exclusion des sels en excès **(Alem et *al,* 2005)** ou les compartimentent dans la vacuole **(KACI et *al* 2012).**On peut distinguer deux comportements des plantes vis-à-vis du sel : les includer et les excluder.

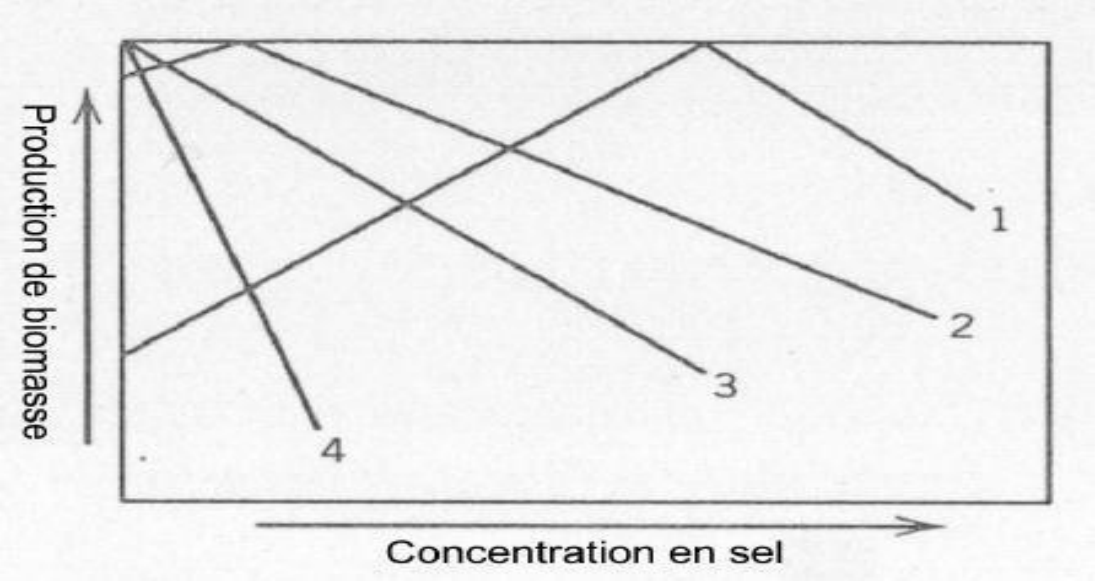


Figure 04 : Production de biomasse de différents groupes de plantes suivant la salinité (1): Halophytes vraies (2): Halophytes facultatives (3): Non halophytes résistants (4): Glycophytes (**D'après Hagemeyer, 1996 cité par Calu, 2006)**.

a- Excluder : Les plantes exclueder sont généralement sensibles à la salinité et sont incapable 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-circule par le phloème pour être ramené vers les racines ces espèces sensible contiennent donc Na + dans lesfeuilles et un excès dans les racines **(Jabnoune,2008).**

b- Includer : 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 âge(**Jabnoune,2008).** Le sel est stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompes moléculaires. Lesvacuoles sont des compartiments fermées au sein de la

cellule, le sel est aussi isolé dans desconstituants cellulaires vitaux **(Berthmieu et *al.* 2003)**, ou excrété par des glandes versl'extérieur (**Alem et Amri, 2005).**

II.8.1. Mécanismes morphologiques et anatomiques :

On peut résumer ces caractéristiques par ces points :

- Une cuticule épaisse.
- Des stomates rares (**Heller et *al*, 1998)**.
- Des cellules à grandes vacuoles pour favoriser le stockage de NaCl (**Luttgeal, 2002).**
- Une succulence des feuilles, qui deviennent épaisses ou cylindriques ou de leurs tiges dans le cas de l'espèce aphylle **(Lemee, 1978).**

II.8.2. Mécanismes physiologiques :

Pour qu'elles puissent absorber l'eau et continuer leurs fonctionnements vitaux, les halophytes adoptent trois mécanismes essentiels :

II.8.2.1. Répartition et accumulation des ions dans la plante

Une forte capacité d'absorption et une accumulation préférentielle de Cl^- et Na^+dans les parties aériens surtouts les feuilles chez les halophytes. Ainsi, plus de 90% de Na^+sont accumulés au niveau de la partie aérienne (80% dans les feuilles) **(Asloum, 1990)**, qui a pour but d'élever le potentiel osmotique qui peut dépasser 50 atm. Celui-ci contribue à maintenir le potentiel hydrique de la plante inférieur à celui de la solution du sol **(Lemee, 1978).**

II.8.2.2. Compartimentation vacuolaire

La compartimentation est la stratégie la plus efficace pour éviter la toxicité de Na^+sur des sites métaboliques dans le cytoplasme **(Jebnoune, 2008)**. La plante utilise en effet le sel pour ajuster la pression osmotique de ses cellules. Elle capte le sel qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Les vacuoles étant des compartiments fermés au sein de la cellule; le sel est ainsi isolé dans des constituants cellulaires vitaux (**Sentenac et Berthomieu, 2003 in Bouchoukh, 2010**).

II.9. Niébé et stress salin :

D'après **Mass et Hoffman, 2001**, 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.*, 2005** 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 et al*1996 .** 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 **PereiraSouza*et etal 2002***, 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**.**

II.10.1.*Définition du priming*

L'amorçage (priming) ou endurcissement est une technique de traitement prégerminatif. Elle consiste à faire subir aux semences un traitement halopriming ou hormonal (hormopriming) et/ou thermopriming qui permettent la levée de la dormance, l'homogénéisation (la synchronisation) de la germination, une meilleure croissance, une floraison plus précoce et, dans certains cas, une tolérance aux stress abiotiques tels que la sècheresse et la salinité. Ces prétraitements consistent à imbiber la semence, puis à la redéshydrater avant la percée de la radicule, c'est-à-dire au cours de la phase réversible de la germination. Ainsi, la graine peut revenir à son état initial déshydraté sans que l'embryon ne subisse de dommages.

Des graines de *V. unguiculata* ayant subi un simple sont mises à germer dans des conditions non stressantes et stressantes Les performances germinatives (capacité et vitesse de germination) et de croissance sont mesurées pour chaque traitement.

Les résultats obtenus montrent que les traitements de prégermination permettent d'avoir une germination plus rapide et plus homogène et une meilleure croissance des radicules et des parties aériennes en conditions favorables et non favorables

L'application de ces prétraitements, adaptés à chaque espèce, permettra d'améliorer significativement la germination des semences et la croissance de différentes espèces cultivées.**LilyaBoucelha& Réda Djebbar,(2015)** .

II.10.1.Méthodes de l'amorçage des graines

II.10.1.*1. Halopriming* :

Halopriming se réfère au trempage des graines dans les solutions de sels inorganiques. Un certain nombre d'études ont montré une amélioration significative de la germination des graines, de l'émergence et de l'établissement des plantules, et du rendement final des cultures dans les sols affectés par le sel à la suite de la halopriming des graines.**Chang-Zheng, H., Jin, H., Zhi-Yu, Z., Song-Lin, R., and Wen-Jian, S. (2002).**

II.10.1.*2.thermopriming :*

Thermopriming se réfère au traitement des semences à basse ou à haute température pour améliorer la germination et l'émergence des plantules dans des conditions environnementales défavorables.**Babaeva, E. Y., Volobueva, V. F., Yagodin, B. A., and Klimakhin, G. I. (1999).**

Le traitement à basse température des semences chez certaines espèces est une pratique courante dans l'agriculture, soit pour protéger les graines contre la germination précoce dans des environnements inadaptés, soit pour améliorer positivement la germination.**Ashraf, M., Kausar, A., and Ashraf, M. Y. (2003).**Bien que le traitement des semences de présemis avec des températures spécifiques soit efficace pour améliorer la germination des graines et l'émergence des plantules, il peut également améliorer la croissance et le développement ultérieurs des plantes. Cependant, il existe peu d'informations disponibles dans la littérature reflétant le rôle du traitement de la température des semences dans l'amélioration de la croissance et le rendement des semences de différentes cultures dans des conditions salines.**Ashraf, M., and Foolad, M. R. (2005).**

II.10.1.*3.Hormone priming :*

Le Prétraitement des semences avec des concentrations optimales de régulateurs de croissance des plantes (PGR) peut efficacement améliorer la germination ainsi que la croissance et le rendement de cultures dans des conditions normales et de stress. Plusieurs régulateurs de croissance sont couramment utilisés pour l'amorçage des semences, notamment l'acide ascorbique. Il a été démontré que le traitement

desSemences avec des hormones de croissance améliore la germination des cultures sous stress salin. **Darra, B. L., Seth, S. P., Singh, H., and Mendiratta, R. S. (1973).**

Chapitre I: Matériel et Méthodes

Dans notre étude, nous avons conduit un essai au niveau du laboratoire de Biologie de la faculté de Sciences en l'Université Dr. Yahya Farés de Médéa. Il concerne l'effet des différentes méthodes de l'amorçage des graines sur les performances germinatives de la population (P12) de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) soumises au stress salin.

La population de niébé P12 est originaire du Sahara (Adrar), et proviennent de l'Institué Technique de Culture Maraichères et Industriel (I.T.C.M.I).

I. Effet des différentes méthodes d'amorçage des graines sur la germination de la population de niébé soumise au stress salin

I .1.Matériel végétal

Notre matériel végétal est constitué d'une population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps p12 (**Figure 05**)



Figure05: Aspect de semence de la population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiée p12 .

Les principaux caractères agromorphologiuqes de la population étudiée et sa localisation géographique sont présentés dans **le tableau 03**

Tableau 03: Caractéristiques agro morphologiques de population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiée et sa localisation géographique.

Population	**P12**
Origine géographique	Adrar, Sahara
Longitude	27°49N
Latitude	27°49N
Altitude (m)	279
Couleur des graines	Noire
Longueur des graines (cm)	0 ,5 cm
Forme des graines	Rhomboïde
Texture des graines	Lisse
Poids de 100 graines (g)	10 gramme
Type du climat	Climat désertique avec un hiver froid et un été très chaud et sec.

I .2.Méthode d'étude

I .2.1.Amorçage des graines

Les graines sont stérilisées dans une solution d'hydrochlorite de sodieum 5% pendant 5 minutes avant l'expérimentation, puis rincées trois fois à l'eau distillée.

Cinq priming ont été appliqués (halopriming KCL, halopriming $ZNSO_4$, halopriming $CUSO_4$, ,hormonopriming et thermopriming)

Quatre solutions sont préparées pour le priming des graines, dont, trois solutions salines (de même moralité (80 mM) et une solution pour *l'acide ascorbique* (0,1mM). Les trois premières solutions sont préparées en dissolvant la quantité appropriée de KCL ou $ZNSO_4$ ou$CuSO_4$ 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. la concentration de chaque sel est de 80 mM, cette

concentration a été choisie sur la base des expériences antérieures qui ont montré que cette concentration ne provoque aucune inhibition de la germination.

Les graines d'écotype de *Vigna* (P12)ont été imbibée pendant 6 heures à température ambiante dans les solutions d'amorçage. Les graines non traitées par l'amorçage (non *priming*) sont stérilisées pour servir de témoin.
Et nous avons également un autres lot de thermopriming (5°)

Donc, nous avons :

le témoin non *priming **NP***

Thermopriming :les graines sont stériliséespendant 5 minutes, puis mettre au réfrigérateur 5°C pendant 6 heure

Halopriming *:*

Halopriming ZNSO4 : 80 mM de ZNSO4 = 12 ,91g/l pendant **6H**

Halopriming KCL : 80 mM de KCL = 5,96 g/l pendant **6H**

Halopriming CuSO4 : 80 mM de CuSO4 = 12,77 g/l pendant **6H**

hormono-priming : acide ascorbique de0.6 mM de (0 ,1056 g/l)

Après l'amorçage, 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 .

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. 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 (eau distillée) ; et T1 :100 mmol.L^{-1} = 5,84 g/l de NaCl et T2 : 170 mmol.L^{-1} = 9,94 g/l de NaCl.

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 15 graines, soit 3 répétitions de 5 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 5 ml d'eau distillée (T0) pour les graines témoins et 5 ml de solution saline pour les graines stressées à T1 : 100 mM de NaCl et T2 : 170 mM de NaCl.



Figure 06: Essai de germination de la populations de niébé étudiée.

Le dispositif randomisation totale (**figure 06**), avec une population (p12) 3 traitements salins (T0, T1, T2), 3 répétitions, 6niveaux de priming (Témoin : *Non priming*, ZNSO4 , KCL , CuSO4 ,thermo-priming et hormono-priming), soit un total de 64 boites de Pétri.

Chaque répétition comprend deux facteurs **: facteur 1** : Représente les différents traitements de solutions salines appliqués : (T0) ; eau distillée ;(T1) Solution saline concentrée à 100 mM/l (5,84 g/l) ;(T2) Solution saline concentrée à 175 mM/l (9,94g/l) ; **facteur 2 :**représente 6 niveaux de priming utilisés : Témoin (Non *priming*) : *Hydropriming* ,ZNSO4 , KCL , CUSO4 ,Thermopriming et Hormonopriming .

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

I .3. Paramètres étudiés

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

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

• **Vitesse de germination :** elle est calculée par la formule ci – dessous décrite par **Maguire**, et **Shahba*et al.*,,** respectivement.

FORMULE :

VG=i[gi-g(i-1)/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 :

PFG=NgNt*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 tolérance au stress** : Pour déterminer la tolérance d'un génotype, un indice (ITS) égal au rapport de la valeur notée sous stress sur celle du témoin. Il a été considéré que les plantes tolérantes ont un indice de tolérance plus élevé que les plantes sensibles.

• **Indice de vigueur des plantules (IVP) :** est calculé en utilisant la formule suivante, telle que décrite par **Memon*et al.*,.** (2013)**.IVP = [Longueur de plantules (cm)× PFG]**

PFG :Pourcentage final de graines germées

I .4.Analyse statistique

La signification statistique des résultats obtenu au cours de cette étude a été testée par : une analyse de la variance à 2 facteurs (facteur traitement salin et facteur *priming*). 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 statistique 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 :**ESM= δn avec δ (écart type)= (xi-X)2n-1**

Chapitre II : Résultats et Discussion

- **Résultats**

Les résultats concernant l'influence des différentes méthodes de l'amorçage sur la germination et la croissance précoce, sous stress salin de la population P12 de *Vigna unguiculata* sont présentés dans cette partie.

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. 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 de *Vigna unguiculata* soumise au stress salin et au *priming* sont représentés par **le tableau 04**.

La réponse de *Vigna unguiculata* a l'amorçage des graines, varie selon le type du *priming* et la concentration saline. 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 05** et **Tableau 06**) chez le témoin sans prétraitement et les graines qui sont traitées par les différentes méthodes d'amorçage durant 7 jours de germination., En général, 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 04** et **Tableau 05**). 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. L'amélioration est notée principalement avec le priming Kcl, le thermopriming et l'hormonopriming par acide ascorbique.

Tableau 04: Effet des différentes méthodes de *priming* (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, , KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)) sur le pourcentage de germination de P12) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 mM et T2 : 170 mM).

		Evolution journalier de pourcentage de germination **(%)**						
			J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7					
P12	T0	NP	00,00	80,0	100	100	100	100	100,00
		$ZNSO_4$	00,00	20,0	40	40	40	53,33	53,33
		KCL	00,00	86,66	93,33	93,33	93,33	93,33	93,33
		$CuSO_4$	00,00	00,00	00	00,0	00,0	00,0	00,00
		THE- PR	00,00	86,66	93,33	100	100	00,00	100,00
		HOR-PR	00,00	00,00	100	100	100	00;00	100,00
		moyenne totale	00,00	62,22	71,11	72,22	72,22	74,44	74,55
	T1	NP	00,00	66,66	93,33	100	100	100	100,00
		$ZNSO_4$	00,00	6,66	6,66	6,66	6,66	33,33	33,33
		KCL	00,00	66,66	86,66	86,66	86,66	93,33	93,33
		$CuSO_4$	00,00	00,00	00,0	00,00	00,00	00,00	00,00
		THE- PR	00,00	73,33	86,66	93,33	93,33	100	100,00
		HOR-PR	00,00	6,66	73,33	73,33	73,33	86,66	86,66
		moyenne totale	00,00	46,66	57,77	60	60	68,88	68,88
	T2	NP	00,00	13,33	33,33	33,33	33,33	73,33	73,33
		$ZNSO_4$	00,00	00,00	6,66	6,66	6,66	6,66	6,66
		KCL	00,00	26,66	53,33	53,33	53,33	60	60,00
		$CuSO_4$	00,00	00,00	0,00	00,0	00,0	00,00	0,00
		THE- PR	00,00	66,66	86,66	86,66	86,66	93,33	93,33
		HOR-PR	00,00	20,00	46,66	46,66	46,66	80	80,00
		moyenne totale	00,00	21,11	37,77	37,77	37,77	52,22	52,22
Salinité (df=2)			0	26,17	19,00	21,79	28,00	11,20	11,20
Priming (df=5)			0	29 ,38	46,13	51,72	93,17	67,00	67,00

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.

En conditions favorables et sous stress salin modéré (100 mM), Il n'existe pas une différence notable dans l'évolution du pourcentage de germination des graines non traitées par l'amorçage (témoin sans *priming*) et celles non traitées. L'effet dépressif de la salinité est marqué significativement au stress sévère (170 mM de NaCl).

L'amélioration de la cinétique de germination est enregistrée particulièrement sous contrainte saline sévere (T2 : 170 Mm de NaCl). Le 7ème jour, des pourcentages de germination de 93% et 80 % sont atteints respectivement avec thermopriming et l'hormonopriming contre 73,33% pour le témoin sans priming (NP).

Les priming $ZNSO_4$ et $CuSO_4$n'ont pas amélioré la cinétique de germination sous conditions favorables et même en conditions de stress salin.

Chez le témoin sans *priming* la germination des deux populations a commencé le 2ème jour avec un pourcentage de 80% puis elle a connu une importante évolution depuis le troisième jour pour atteindre 100 %.

Chez le témoin traité par le *priming*, une amélioration significative dans l'évolution du pourcentage de germination, est observée, les graines germent rapidement dans les *priming*Hormonoriming, Thermopriming et KCL avec des pourcentages de germination élevée, puis elle atteint des pourcentages finaux comparables par rapport au témoin. Par exemple, la germination des graines traitées par Le Thermopriming comenence le 2ème jour avec un pourcentage de 86,66%, puis elle a connu une importante évolution, avec une amélioration significative des pourcentages de germination par rapport au témoin, le 3ème jour, puis le maximal de germination soit 100% est obtenu respectivement le 4ème.

À la concentration T1 (100 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*) et celle du témoin non traité. Cependant, nous notons un retard et une réduction de la germination le deuxième jour, la germination est réduite à partir du 2ème jour (66% contre 80% chez le témoin), puis la germination est poursuivie pour atteindre des pourcentages de germination finaux comparables avec le témoin.

D'après nos résultats, nous constatons que, même en conditions de stress salin (100 mM et 170 mM), les priming Thermopriming, hormonopriming et KCL 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 06). 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 P12, varie de 6% à 73% le deuxième jour contre 66% chez le témoin non prétraité soumis au à la concentration T1 (100 mM), 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 le thermopriming, hormonopriming et KCL.

À la concentration de NaCl élevée (170 mM), la germination est retardée est réduite significativement. En effet, la germination des graines non prétraitées, a commencé le 3eme jour, avec un pourcentage de l'ordre de 13% contre 80(témoin) les réductions se poursuivent les 4èmes, 5èmes et 6èmes jours respectivement par rapport au témoin non prétraités. L'amorçage par le thermopriming, hormonopriming et KCL 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, Le Thermopriming augmente significativement la germination par rapport au témoin non prétraités soumis à cette même concentration (66% contre 13%), L'hormonopriming et le priming KCL ont un effet beaucoup plus significatif sur la germination sous stress salin les autres jours par rapport aux autres prétraitements.

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 05,). Les résultats de nos analyses statistiques indiquent que l'effet de la salinité et l'amorçage est très hautement significatives ($P < 0,0001$) sur le pourcentage de germination final (Tableau 06).

Tableau 05: Effet des différentes méthodes de *priming* (, Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming (HOR-PR)sur le pourcentage final de germination de de la population P12 de *Vigna unguicultata*soumise à différentes concentrations de NaCl (T0 : 0 Mm NaCl, T1 100 mM et T2 : 170 mM).

		Pourcentage final de germination**(PFG)**		
		T0	T1	T2
P12	NP	100,00±0,00	100,00±0,00	73,33±11,54
	$ZNSO_4$	53,33 ± 41,63	33,33±23,09	6,66±11,54
	KCL	93,33±11,55	93,33±11,54	60,00±20,00
	$CuSO_4$	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
	THE- PR	100,00±0,00	100,00±0,00	93,33±11,54
	HOR-PR	100,00±0,00	86,66±11,54	80,00±20,00
	Moyenne total	74,44±8,86	68,88±7,69	52,22±12,43

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

La salinité, et particulièrement le stress sévère réduit le pourcentage final de germination, par contre l'amorçage des graines soumis aux différentes concentrations de salinité permet l'augmentation du pourcentage final des semences de *V. unguiculata*. Mais cette amélioration dépend étroitement du type d'amorçage et la dose de sel.

Nous remarquons d'après nos résultats (Tableau 05) que seul les graines amorcées par le thermopriming, l'hormonopring et celles qui ont subi le KCLqui 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 le thermopriming suivie de l'hormonopriming.En effet, des pourcentages de germination de 93% et 80 % sont atteints respectivement avec thermopriming et l'hormonopriming contre 73,33% pour le temoin sans priming (NP).

En tous traitements confondus les meilleurs résultats sont obtenus avec le thermopriming, suivie de l'hormonoprimming et du Kcl.version

Les prétraitements par le $ZNSO_4$ et $CuSO_4$ et n'ont pas amélioré de façon significative le pourcentage final de germination, de *Vigna unguiculata*.

I .1.3. Effets de l'amorçage des graines sur la vitesse de germination

La salinité, et particulièrement le stress sévère réduit significativement la vitesse de germination, par contre l'amorçage des graines permet l'accélération significative de la vitesse de germination, des semences de *V. unguiculata (***Figure07** *et* **Tableau 06):**, mais cette amélioration dépend étroitement du type d'amorçage et la dose de sel. Les résultats de nos analyses statistiques indiquent que l'effet de la salinité et **l'amorçage est très hautement significatives sur la vitesse de germination (Tableau 06).**

Nous observons que les graines amorcées ont une vitesse plus rapide (**Figure 07**). Ainsi, une vitesse rapide caractérisent les semences amorcées par le Kcl, le thermopriming et celles qui ont subi un *Hormonopriming*, soumises ou non au stress salin, par rapport au témoin non traités. Les graines qui ont subi *L'Hydropriming* enregistrent les meilleures valeurs de vitesse de germination pour les deux populations.

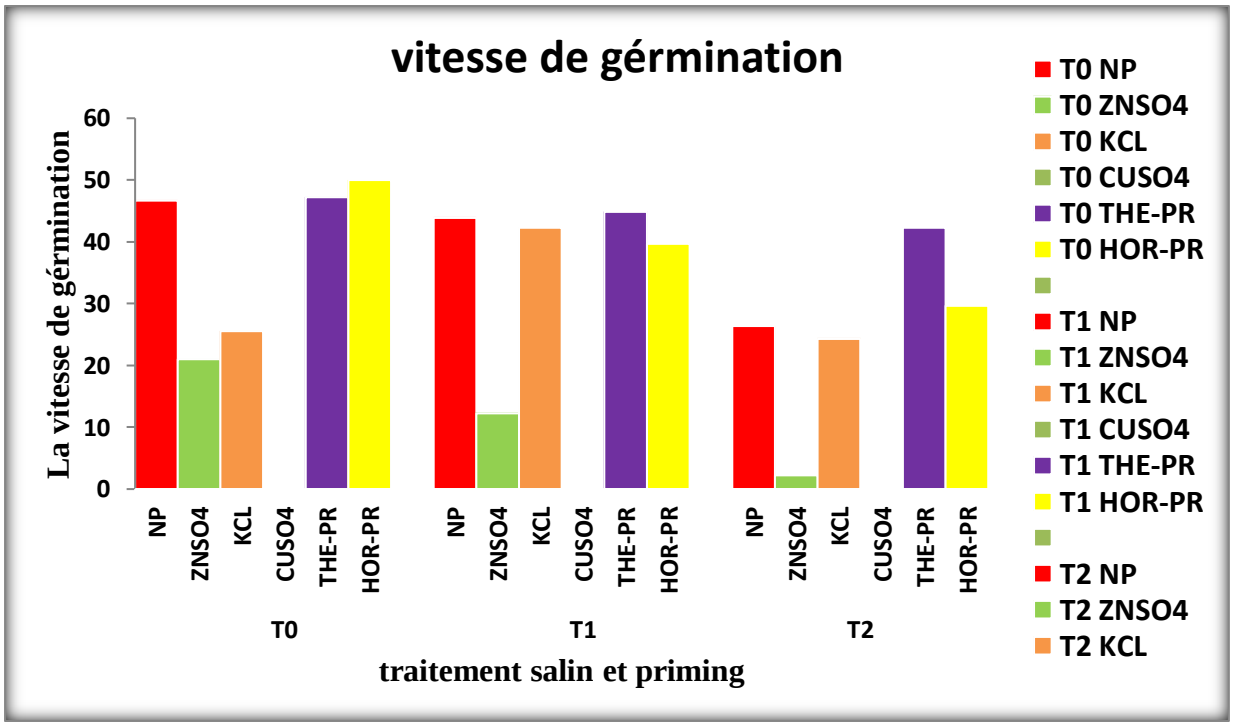


Figure 07: Vitesse de germination de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. Les bars d'erreur représentent l'ESM (erreur standard à la moyenne).

En conditions favorables (T0), l'hormonopriming suivi du thermopriming ont ameliorésignifivativement la vitesse de germination par rapport au temoin sans priming **(figure 07).** Sous stress modéré (T1), c'est le thermopriming, suivie de l'hormonoprimig et du Kcl qui ontpermet l'amelioration de la vitesse de germination. Sous stress sévere (T2), les meilleures valeurs sont enregistrées avec le thermopriming et hormonopriming.

En tous traitements confondus les meilleurs résultats sont obtenus avec le thermopriming, suivie de l'hormonoprimming et du Kcl.

Tableau 06: Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, 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	2402 ,407	11,20	0,000***		2	955,73	25,07	0,000 ***
Priming	5	14394,074	67,00	0,000***		5	3006,93	78,87	0,000 ***
salinité **priming*	10	282,963	1,31	$0,259^{ns}$		10	78,97	2,07	0,054
Erreur	36	214,815				36	38,12		
Total	53					53			

(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).

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

La croissance de la population P12 de niébé 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 100 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 () le 7ème 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 en tous traitements confondus. Mais les effets varient selon le type d'amorçage et l'intensité du stress salin.

I.2.1. Effets de l'amorçage des graines sur la longueur des radicules

Les résultats de la longueur des radicules sont représentés par **la figure 08**

L'analyse de la variance a montré que la longueur des radicules est affectée très hautement significativement par le stress salin, et améliorée significativement par le *priming* **(Tableau07)**

En milieu non salée, En général, et tous traitements confondues les prétraitements des graines a amélioré la longueur des radicules, avec le maximum de longueur moyenne est obtenue avec les graines prétraités par le Thermopriming, suivie de l'hormonoprimige et du Kcl).

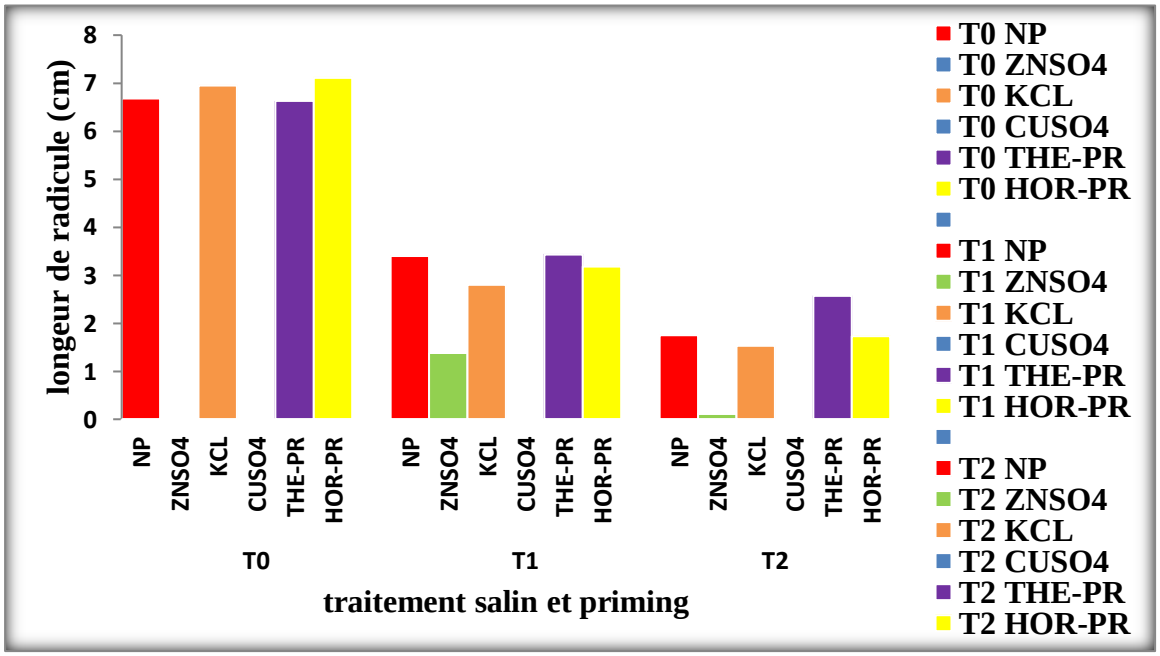


Figure 08: Longueur des radicules (cm) de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

En conditions favorables (figure 09), l'amelioration de la longueur des radicules est notée avec le hormonopriming et le Kcl. Sous stress modéréé (T1), l'amélioration est enregistrée avec le thermopriming, au stress sévère (T2), c'est le thermopriming qui donne la meilleure valeur.

Tableau 07: Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (longueur de radicule)

		longueur de radicule		
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	P
salinité	2	57,39	29,19	0
priming	5	30,74	15,36	0
salinité *priming	10	4,82	2,45	0,24
Erreur	36	1,96		
total	53			

I .2.2.Effets de l'amorçage des graines sur la longueur des Hypocotyles

Les valeurs de la longueur des hypocotyles sont representées dans la figure 10 L'analyse de variance a montré un effet significatif des facteurs salinité et *priming* sur la longueur des hypocotyles**(Tableau 08).**

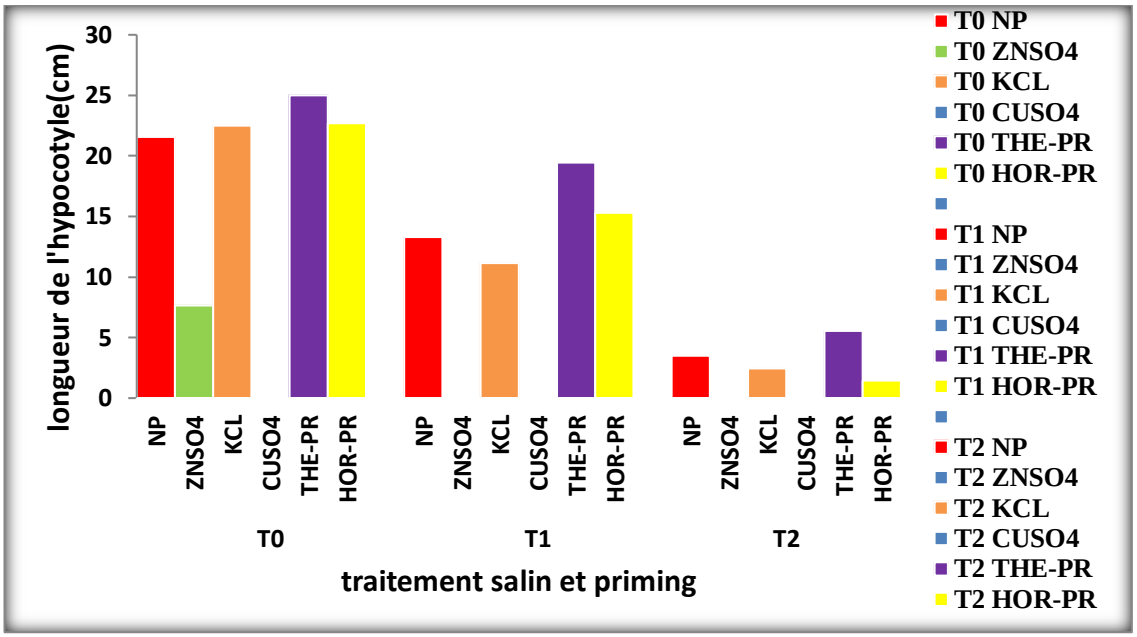


Figure 09: longueur des hypocotyles (cm)de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

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 Thermopriming, suivie de l'hormonopriming et du Kcl par rapport au témoin non amorcé.

La croissance en longueur des hypocotyles est augmentée significativement chez les plantules issues de graines prétraitées par rapport aux graines non traitées soumises à 100 mM de NaCl. Une meilleure croissance caractérise les plantules issues du Thermopriming, suivies de celles traitées par l'hormonopriming.

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. Le thermopriming améliore significativement la longueur des hypocotyles.

Tableau 08: Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (longueur de l'hypocotyle)

		longueur de l'hypocotyle		
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	P
salinité	2	131,10	126,16	00,00
priming	5	54,10	52,06	00,00
salinité **priming*	10	8,11	7,81	00,00
Erreur	36	1,03		
total	53			

I .2.3.Effet de l'amorçage des graines sur la longueur des epicotyles

Les résultats de la longueur des épicotyle sont représentés dans **(la figure 10)** L'analyse de la variance a montré que la longueur des épicotyles est très hautement significativement affecté par la salinité et le *priming***(Tableau 09)**. 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 par rapport au témoin non amorcé. Nous observons une augmentation significative de la longueur des épicotyles issus des graines prétraités avec un maximum obtenu avec le KCL, suivi de l'hormonopriming et du thermopriming.

En milieu stressé à 100 mM, le *priming* à améliore significativement l'allongement des épicotyles. L''amélioration est notée chez le lot *Hormonoprimig.*

En conditions de stress 170 mM, les plantules issus des graines prétraités et celles non traitées, n'ont pas formé des épicotyles.

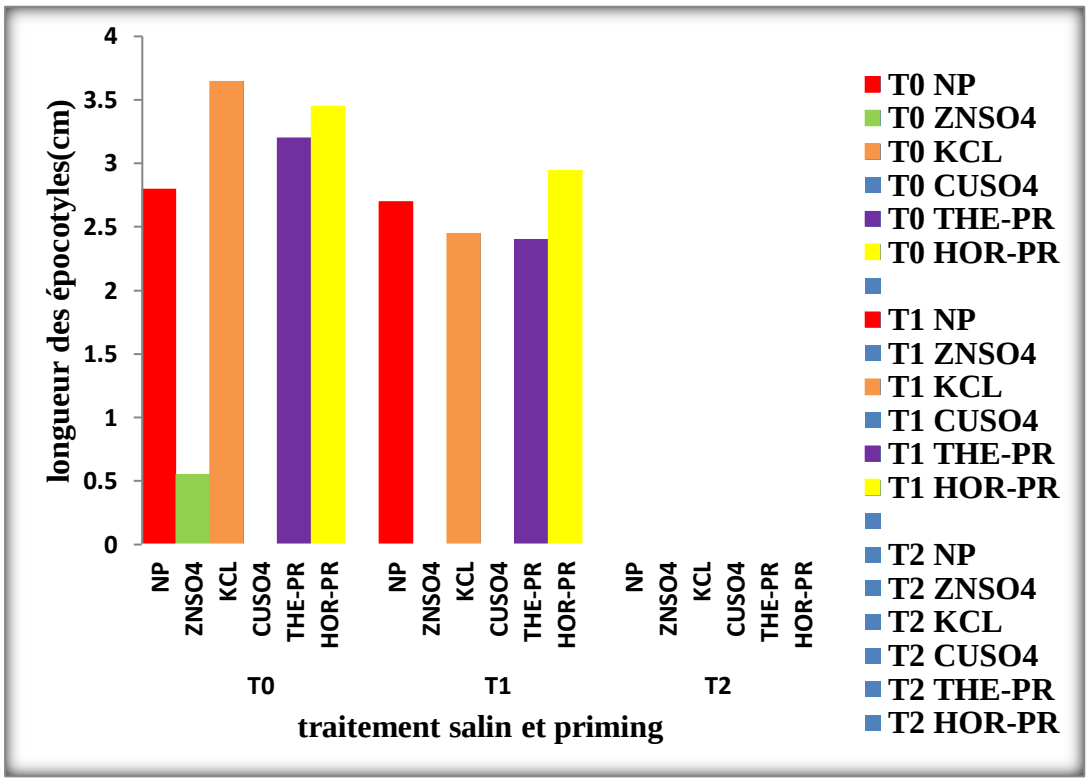


Figure 10: longueur des epicotyles (cm)de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE-PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

Tableau 09: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (longueur de l'epicotyle)

		longueur desepicotyles		
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	P
salinité	2	3,30	118,13	00,00
priming	5	1,22	43,74	00,00
salinité **priming*	10	0,27	9,64	00,00
Erreur	36	0,028		
total	53			

I .2.4.Effets de l'amorçage des graines sur la longueur totale

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

En tous traitements confondus, la longueur totale chez est améliorée significativement par le *priming*, la valeur maximale est notée chez lethermopriming, suivie de l'hormonopriming et du KCL.

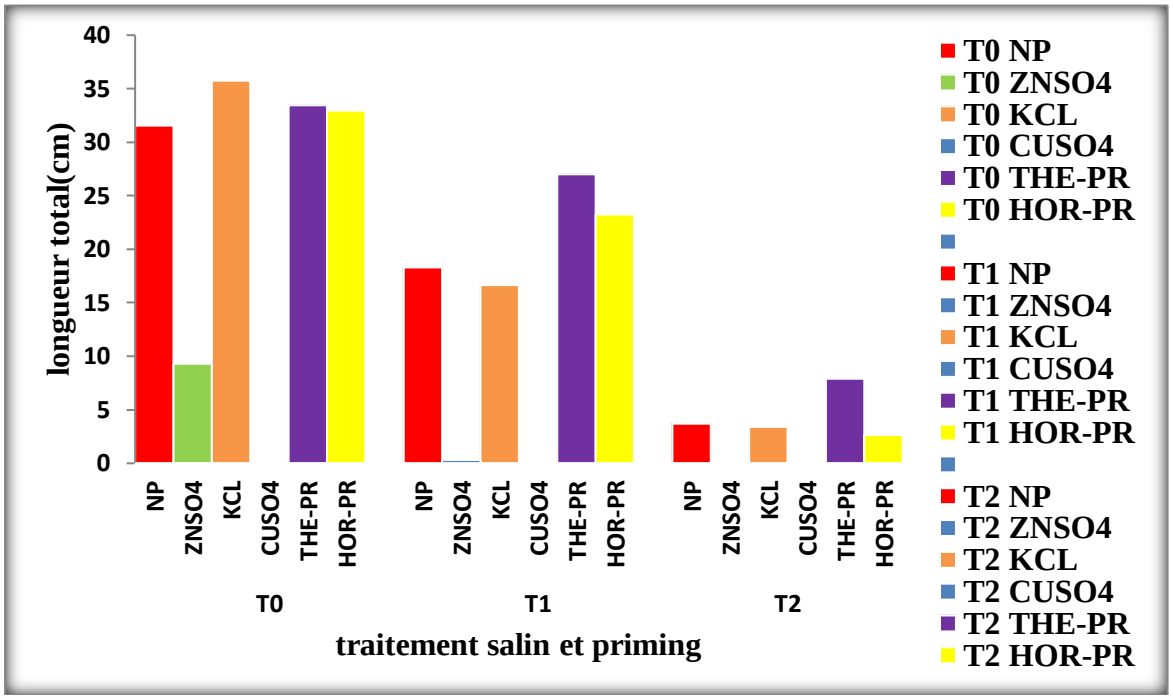


Figure 11: longueur totale (cm) de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

En conditions non stressantes, le prétraitement des graines améliore significativement la longueur totale par rapport au témoin sans *priming*, avec le maximum de longueur total obtenu avec le prétraitement KCL, suivi de thermopriming et de l'hormonopriming.

Tableau 10 : Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, génotypes de *Vigna unguiculata*. Walps et priming et leur Interaction pour les paramètres du paramètre des croissances (longueur totale).

		longueur totale		
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	p
Salinité	2	218,72	184,78	00,00
priming	5	91,33	77,16	00,00
salinité **priming*	10	16,41	13,86	00,00
Erreur	36	1,18		00,00
Total	53			

(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).

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 et du niveau du stress appliqué.

En effet, à la concentration T1 (100 mM de NaCl), on note une augmentation significative de la longueur totale, la valeur maximale est obtenu avec le thermopriming suivie de l'hormonopriming.

À la concentration saline la plus élevée (170 mM de NaCl), C'est le thermopriming qui enregistre une amélioration significative de la longueur totale.

I .2.5.Effets de l'amorçage des graines 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***(figure 12**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 et le type de *priming*.

Les meilleures valeurs de l'indice de vigueur des plantules sont obtenues chez le lot KCL, suivi de l'hormonopriming et du thermopriming. 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 particulièrement T1 (100 Mm). Le maximal est obtenu chez le lot kcl en conditions normales et sous stress 100 mM.

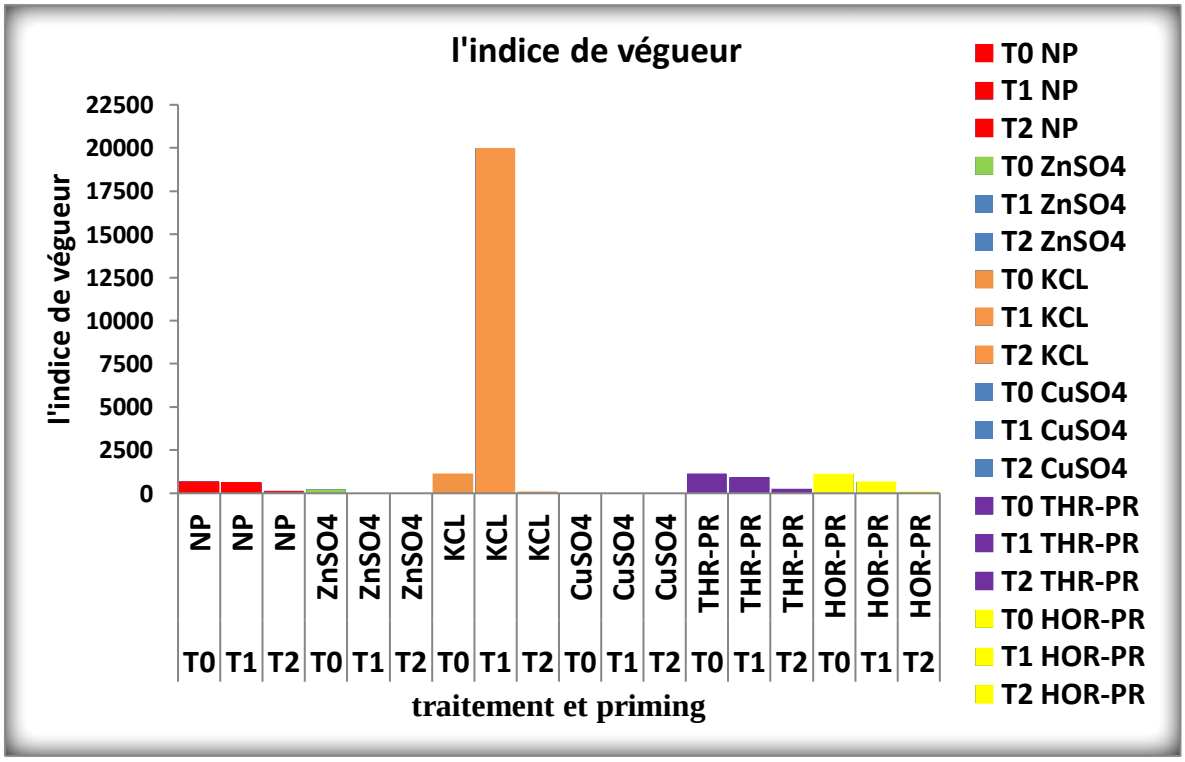


Figure 12: Indice de vigueur des plantules de la population P12 de *Vigna unguiculata* Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans *priming*, $ZNSO_4$, NaCl, KCL , $CuSO_4$, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming ($_{HOR-PR}$)$CaCl_2$ et $CaSO_4$) durant 7 jours.Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

Les Priming ZnSO4, CuSO4 n'ont pas amélioré les indices de vigueur des plantules en conditions normales et mêmes en conditions de stress salin

Tableau11: Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (l'indice de vigueur des plantules)

		l'indice de vigueur		
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	P
Salinité	2	67151510,39	1,05	0,35
Priming	5	67735669,37	1,06	0,39
salinité **priming*	10	62352451,91	0,98	0,47
Erreur	36	63423704,75		
Total	53			

(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).

I.2.6.Effets de l'amorçage des graines sur le poids frais et le poids sec des plantules

Les résultats du poids sec et du poids frais des plantules desles populations du *Vigna unguiculata.* Walps soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par la figure 14, 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***(Figure 13)**.

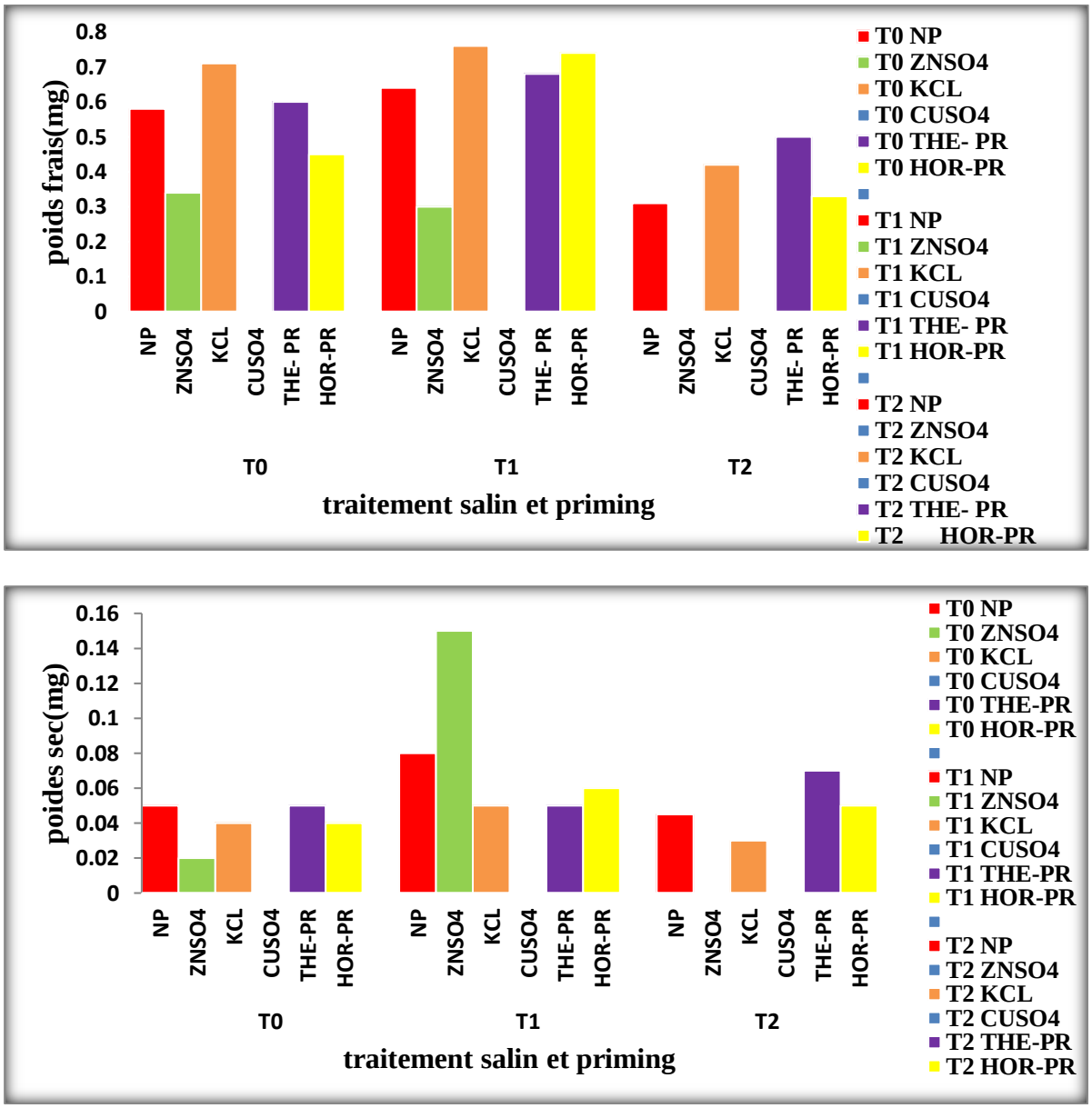


Figure 13: Poids frais et poids sec (mg) de la population P12 de Vigna unguiculata Walps conduite sous différentes concentrations salines (T0 : 0 mM NaCl, T1 : 100 mM NaCl et T2 : 170 mM de NaCl) et différentes situations d'amorçage (Témoin NP: sans priming, ZNSO4, NaCl, KCL , CuSO4, Thermopriming, (THE- PR), Hormonopriming (HOR-PR)CaCl2 et CaSO4) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions. Pour chaque traitements salins, les différentes lettres minuscules sont différentes significativement ($P < 0,05$). Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions, l'ESM (erreur standard à la moyenne).

Tableau 12 : Analyse de variance à deux facteurs de l'effet traitement, génotypes de *Vigna unguiculata.* Walps et priming et leur Interaction pour les paramètres du paramètre des croissances le poids frais et le poids sec).

		Le poids frais				**Le poids sec**			
source de variation	ddl	moyenne des carrés	f	p		ddl	moyenne des carrés	f	P
Salinité	2	1,39	24,64	00,00		2	0,06	2,26	0,11
Priming	5	2, 33	31,30	00,00		5	0,05	1,81	0,13
salinité **priming*	10	0,09	1,60	0,14		10	0,03	1,25	0,29
Erreur	36	0,056				36	0,03		
Total	53					53			

(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).

- **Discussion**

- **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 **(RAJJOU et al ,2012)**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, J.D., BLACK, M., 2012).**

Dans cette étude, nous avons étudié les effets de l'amorçage des graines sur les traits de germination et de croissance précoce de la population P12 de niébésoumises au stress salin. Il consiste à faire subir aux graines un prétraitement *Halopriming* grâce à des agents tels que ($ZNSO_4$, KCL, NaCl, CuSO4), et un prétraitement hormonopriming à l'aide de l'acide ascorbique et thermopriming. .

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. (2000),** 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**(MAAS, E.V., POSS, J.A., 1989), (PLISS *et al*, 1986**) 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 E. and GUVENC I., 2006).** 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 SR., GRIEVE, CM., 1999**).La salinité provoque une

augmentation considérable des concentrations de sodium et de chlorure (**MUNNS R., 2002),** et réduit par conséquent l'accumulation du phosphore et de potassium (**HIRSCHI, K.D., 2004).** La proportion de K+/Na+ diminue considérablement sous l'effet de la salinité**(TURAN, et al, 2010).**

LUTTES *et al*, (1999)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* (1980).**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, E and BANNAYAN, M., 2009)**

HADJLAOUI *et al* (2007).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 de *Vigna unguiculata*. La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes**(LANGRIDGE, et al, 2006).**

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,1995).**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 surle niébé (**PATEL, et al, 2010).**et sur la luzerne **(ILYESS, et al, 2013).**La réduction de la croissance sous stress salin peut être due aux effets osmotiques de sels**(RUIZ-MEDRANO, et al, 2001).** la toxicité ionique**(REJILI M. et al, 2006 ; LLUCH, et al, 2007).**et les déséquilibres nutritionnelles (**EVELIN, et al, 2009)**, Selon **MENSAH *et al* (2006) ; (KHADRI *et al*,2003)**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*.JALLEL*et al*, (2008) 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.*(2006).; KHADRI *et al*, (2006).**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**(ASHRAF, M. 2002)**. 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 SY., YAVARI N., 2004).**

Nos résultats sont conformes avec ceux de **TAFFOUA *et al*,(2004)**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 dose de sel et le type de *priming*.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par **FABUNMI *et al*,(2012).**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**(ELOUAER, M.A., HANNACHI, C., 2012)**. l'embryon s'étend et comprime l'endosperme**(LIPTAY, A., and ZARI VA, N., 1993).** Il stimule et prépare le métabolisme des graines pour la sortie de la radicule (**FAROOQ, M.et al, 2007**).

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, telles que la réparation des membranes**(JOWKAR M. et al, 2012).**et l'augmentation des activités des enzymes antioxydants (**AHMED Z, et al, 2012).**tel que la catalase, la peroxydase et la dismutasesuperoxyde)[7]**.** La synthèse de la proline, était plus élevée dans les graines amorcées du sorgho (**MONTI *et al*, 1990), (FARAHMANDFAR, E , et al, 2013).** Cela augmente la capacité de tolérance d'une plante au stress salin.

Cette amélioration dépend étroitement du type d'amorçage et la concentration de sels dans le milieu. Ceci a été déjà suggéré par **GHASSEMI-GOLEZANI *et al*.2008**

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. **KHAN *et al*.1999**ont montré que la biomasse de la plante augmentée peut être dûe à la germination synchronisée et l'émergence rapide des graines prétraitées.

Notre étude indique que lesprétraitement des graines par le thermopriming, l'hormonopriming et le KCL 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, les priming $ZnSO_4$ et $CuSO_4$ n'ont pas donné de bons resultats.

Nos résultats sont en accord avec ceux de **SEDGHI, M.,et al 2014),**qui soulignent quele prétraitement des graines de *Cichoriumintybus* par l'acide ascorbique augmente le taux de la germination sous les faibles et fortes concentrations de sel, et la tolérance au stress est acquise. De même, **GOBINATHAN, P2009.,**ont rapporté que *le priming* par l'acide ascorbique ameliore la germination et aussi la vitesse de

germination des graines de tomate. Des resultats similaires sont obtenus avec le *priming* par l'acide asorbique par **Fazlali et al.(2013),** attenue l'effet négatif de la salinité sur la germination et la croissance de citrouille, de sésame et de la fève respectivement.

L'acide ascorbique est l'un des antioxydants présents dans les plantes à haut pouvoir antioxydant **Muller-Moule et al. (2004**) ont rapporté que le mutant d'Arabidopsis déficient en gène codant pour l'acide ascorbique est très sensible au stress environnemental par rapport au plantules d'Arabidopsispresentant l'acide ascorbique.

Nos résultats indiquent que le priming KCl améliore la germination et la croissance sous stress salin. Nos résultats sont similaires avec ceux obtenus par**Elouaer and Hannachi (2012)**. Ces auteurs suggèrent l'effet bénéfique du KCl est dû à l'effet bénefique du K^+ dans l'ajustement osmotique en améliorant la saturation de l'eau, et aussi le K^+ joue un rôle de Co facteur en activant plusieurs enzymes en cas de stress.

Selon **ASHRAF *et al*.2003.BAKHT *et al*.2011**l'amorçage permet d'augmentation de l'accumulation de 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 H, et al, 1992Khan et al. (2013)** indiquent que le priming par l'acide ascorbique améliore l'activité des enzymes antioxydants en cas de stress et la tolérance au stress est acquise.

Nos résultats sont en accord avec ceux de **Nakaune *et al*,M.2012**qui soulignent quele 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*.2009 ont rapporté que *le priming* par le NaCl à un effet positif sur les traits de la germination des graines de *(Capsicumannuum*L.). Le *priming* par le NaCl attenue l'effet négatif de la salinité sur la germination et la croissance du plant de melon**SIVRITEPE, N , et al, 2003.**

Les résultats de notre étude concernant l'effet améliorateur du KCL sur la germination et la croissance en conditions stressantes et non stressantes, a été

également signalé par **AFZAL *et al,* 2008**.l'amorçage par le KCL augmente la proportion de l'absorbance de k^+ 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.

D'autre part, nous avons remarqué que les graines amorcées parle $ZNSO_4$ et $CuSO_4$ sont moins tolérante au haut niveau de stress salin, ce qui est peut être expliqué par la plus haute concentration de sels et /ouce 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 G, N.,1999** ; **BALIBREA, M.1999).** La réponse insuffisante à l'amorçage par le $ZnSO_4$ et $CuSO_4$, 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 selet 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**HOSSEINI *et al.* 2003**, 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*, 2003**.et-**HOSSEINI *et al*, 2003.**

Conclusion

Notre travail avait deux objectifs :

- l'étude de l'influence de la salinité (NaCl) sur les performances germinatives, la croissance de la population algérienne de *Vigna unguiculata* (P12) provenant d'Adrar.

- l'étude de l'implication de l'amorçage, à savoir, l'hormonopriming par l'acide ascorbique, le theromopriming et l'*halopriming* (KCL, $ZNSO_4$ et $CuSO_4$) dans la réponse de *Vigna unguiculata* au stress salin, provoqué par l'application d'une irrigation saline (NaCl) au stade germination et au stade croissance précoce.

Pour cela, nous avons conduit un essai au laboratoire, , pour étudier l'effet de l'amorçagel'hormonopriming par l'acide ascorbique, le theromopriming et l'*halopriming* (KCL, $ZNSO_4$ et $CuSO_4$) sur les performances germinatives et la croissance précoce de la population P12 de niébé soumises au stress salin (0 mM, 100 mM et 170 Mm de NaCl).

Nos résultats montrent que :

Le stress salin provoque chez le niébé étudiée au stade de germination des effets variables en fonction la concentration de NaCl utilisée . 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 et l'indice de tolérance au stress.

Au stade croissance précoce, la salinité à partir de 170 Mm de NaCl, induit chez la population P12, traitée ou non par l'amorçage une réduction significatives du 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 et l'indice de vigueur 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

précoce. L'effet améliorateur varie selon le type de priming, la durée du *priming*etl'intensité du stress salin.

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'hormonopriming, le thermopriming et le priming KCL, 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.

Recommandations

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 $ZnSO_4$ et $CUSO_4$. En effet, dans cette étude, bien que l'amorçage par ces agents n'a pas donné des résultats 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, , l'hormone priming (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 Bibliographiques

- **2003 IN JABNOUNE, 2008:** jabnounem., 2008- adaptation des plantes au stress salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la famille hkt chez le riz .thèse doctorat, univmontpellier ii.

  227–234.

- **ABDEL LATEF, 2010**: Abdel Latef, A.A., 2010.Changes of antioxidative enzymes in salinity tolerance among different wheat cultivars. Cereal Res. Comm. 38, 43–55.

- **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.

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

- **ALEM ET AL, 2005** : ALEM C., AMRI A., 2005- Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Reviews in Biology and Biotechnology, Vol. 4, No. 1 : 20-31.

- **ALEM ET AMRI, 2005**: Alem C., Amri A., 2005- Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Reviews in Biology and Biotechnology, Vol. 4, No. 1 : 20-31.

- **ALLAKHVERDIEV *ET* AL, 2001**. Allakhverdieva, Y. M., Mamedov, M. D. etGasanov, R. A. (2001) The Effect of Glycinebetaine on the Heat Stability of Photosynthetic Reactions in Thylakoid Membranes. Turk. J. Bot. Vol 25, pp. 11-17.

- **AMANE *ET* AL. 1999** Amane M. I. V., Vieira C., Novais R. F., Araujo G. A. A. (1999): Nitrogen and molybdenum fertilization of the common bean crop in the zona da mata region, Minas Gerais state, Brazil. Revistabrasileira de ciência do solo. Vol. 23, no3, pp. 643-650

- **AMZALLAG G , N.,1999**. « plante evolution :the adaptive theory ,in plant response to stress :fromephytohormones to Genome Reorganisation (éd.par H ,R,lerner

),M.Dekker,New,York,p.171-245.**BALIBREA, M., PARRA., BOLARINE., M,C and POROZ ALFOCEA,F., 1999**. cytoplasmicsucrolytice activity controles tomato fruit growte under salinity australianjournale of plant physiologie 26,561-568.

- **ANONYME, 2006** : Anonyme (2006) Conférence électronique sur la salinisation: Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et réhabilitation. Organisée et coordonnée par: IPTRID du 6 février au 6 Mars 2006, 20 p.
- **ANOUN *ET* ECHIKH, 1990**, 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.
- **ARBAOUI *ET* AL, 1999 B** : Arbaoui, M., Benkhelifa, M. et Belkhodja, M. (1999a) Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. CIHEAM - Options Méditerranéennes, pp. 167- 169.
- **ASHRAF *ET* FOOLAD, 2007**: Ashraf, M. 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. Advances in Agronomy, 88: 223-271.
- **ASHRAF M., ATHAR HR., HARRIS PJC., KWON TR., 2008**. some prospective strategies for improving crop salt tolerance. AdvAgron 97: 45–110.
- **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.
- **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.88,223271.

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.88,223271.

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.

- **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. AdvAgron. 88, 223–271.
- **ASHRAF, M., KAUSAR, A., and ASHRAF, M. Y., 2003**. Alleviation of salt stress in pearl millet (*Pennisetumglaucum* (L.) R. Br.) Through seed treatments. Agronomie 23, 227–234.

  ASHRAF, M.,KAUSAR , A., AND ASHRAF, M. Y. (2003). Alleviation of salt stress in pearl millet(Pennisetumglaucum(L.) R. Br.) through seed treatments.Agronomie23,
- **ASLOUM, 1990** : ASLOUM H., 1990- Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, Lycopersicumesculentum L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24- 32.
- **ASLOUM, 1990** : Asloum H., 1990- Elaboration d'un système de production maraîchère (Tomate, Lycopersicumesculentum L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d'eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24- 32.
- **ATTIA, 2007** : Attia, F. (2007) Effet du stress salin sur le comportement écophysiologique et la maturité phénologique de la vigne Vitisvinifera L.: Etude de cinq cépages autochronesmidi-pyrenées. Thèse de doctorat en sciences agronomiques. L'Institut National Polytechnique de Toulouse, France. 194p.
- **AUBERT, 1982**: Aubert G, 1982- les sols sodiques en Afrique du nord .Cahier O.R.S.T.O.M .Service Pédologie : 194
- **AZOOZ, M.M., 2009**. Salt stress mitigation by seed priming with salicylic acid in twofaba bean genotypes differing in salt tolerance. Int. J. Agric. Biol. 11, 343–350.

  BABAEVA ,E. Y., VOLOBUEVA, V. F., YAGODIN, B. A, AND KLIMAKHIN, G. I. (1999). Sowing quality and productivity of Echinacea purpurea in relation to soaking the seed in manganese and zinc solutions. IzvestiyaTimiryazevskoiSel'skokhozyaistvennoiAkademii 4, 73–80

- **BABAEVA, E. Y., VOLOBUEVA, V. F., YAGODIN, B. A., AND KLIMAKHIN, G. I. (1999).** Sowing quality and productivity of Echinacea purpurea in relation to soaking the seed in manganese and zinc solutions. IzvestiyaTimiryazevskoiSel'skokhozyaistvennoiAkademii 4,73–80.
- **BAIZ, 2000** :Baize D., 2000- Guide des analyses en pédologie. 2ème édition. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris : 206- 207
- **BAKHT,J., ALI,H., KHAN,MA., KHAN,A., SAEED,M., 2011.** AntimicrobieneActivitye of different solvents extracted sombel of Linumusitatissimum by disc diffision. Biotechnol, 10;19825-19835.
- **BASRA *ET* AL, 2003** : Basra S.M.A., Pannu I.A. &Afzal I., 2003. Evaluation of seedling vigor of hydro and matriprimed wheat (Triticumaestivum L.) seeds. Int. J. Agric. Biol., 5(2), 121-123.
- **BASRA S.M.A., PANNU I.A et AFZAL I., 2003**. Evaluation of seedling vigor of hydro and matriprimed wheat (*Triticumaestivum* L.) seeds. Int. J. Agric. Biol.,5(2), 121-123.
- **BAUDOIN *ET* AL, 2001**, Contribution des ressources phytogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. BiotechAgron Soc Env 5 (4) : 221-230.
- **BEDDIAF, 2006** ; Beddiaf Z., 2006 - Caractérisation agro morphologique de quelques populations locales du (Vigna unguiculata) (L.) Walp. Dans la région de Djanet. Mém. Ing.Agro., INA, EL Harrach, Alger, 78p,
- **BELATRA, 2006,** Belatra O., 2006 – Effet du stress hydrique sur la symbiose Vigna unguiculata- Rhizobium. Mém. Ing.Agro., INA, EL Harrach, Alger, 83p
- **BELKHODJA ET BIDAI, 2004**: Belkhodja M., Bidai Y., 2004- Réponse des graines d'Atriplexhalimus L à la salinité au stade de la germination .Sécheresse, Vol.15 N°4 :331-335
- **BEN NACEUR ET AL, 2002** :BenNaceur, M., Ben Salem, M., Rouissi, M., El Berji, Z. et Rahmoune, C. (2002) Influence du manque d'eau sur le comportement écophysiologique de quatre variétés de blé dur. Annales de l'INRGEF. Vol. 5, pp. 133-152.

- **BEN TENNI N K E, 2016 :** Ben TenniNouhKheir Eddine 2016 ,memoire d'ingenieur agronomie : Contribution à l'étude nutritionnelle de trois variétés de niébé Vignaunguiculata L, Walp cultivées dans la région de Tlemcen , Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre 72p.
- **BEN TENNI N K E, 2016** : Ben TenniNouhKheir Eddine 2016 ,memoire d'ingenieur agronomie : Contribution à l'étude nutritionnelle de trois variétés de niébé Vignaunguiculata L, Walp cultivées dans la région de Tlemcen , Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre 31-32p
- **BEN TENNI N K E, 2016** : Ben TenniNouhKheir Eddine 2016, memoire d'ingenieur agronomie : Contribution à l'étude nutritionnelle de trois variétés de niébé Vignaunguiculata L, Walp cultivées dans la région de Tlemcen , Faculté des Sciences de la nature et de la vie et des Sciences de la terre p14.
- **BEN YAHMED, J ,**2013 Ben Yahmed ,J, 2013 : Ben YahmedJihène , thésede doctorat, en sciences agronomiques, Etude des propriétés de tolérance au déficit hydrique et au stress salin de génotypes appartenant au genre *Poncirus*et au groupe des mandariniers, l'école doctorale SIBAGHE33-34p.
- **BERHAUT, 1976**:Flore du Sénégal, Tome 5:Légumineuses Papilionacées. Ed. Claire, Afrique, Dakar, livre Africain, 658 p.
- **BERTHMIEU ET AL. 2003** : Berthomieu P., Conejero G., Nublat A., Brachenbury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S., Yamada K., Cellier F.,Gosti F., Simonneau T., Essah P.A. , Tester M.,Very A.A., Sentenac H., Casse F., 2003- Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na+ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. Embo Journal, Vol. 22: 2004- 2014
- **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.
- **BLISS R.D., PLATT-ALORIA K.A. ET THOMSON W.W., PLANT CELL AND ENV.1986** .721-725.
- Botany 49(1): 69-76.

- **BOUAOUINA *ET* AL, 2000** :Bouaouina, S., Zid, E. et Hajji, M. (2000) Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (Triticumturgidum L.) CIHEAM – Options Méditerranéennes. pp. 239-2.
- **BOUAOUINA *ET* AL, 2000:**Bouaouina, S., Zid, E. et Hajji, M. (2000) Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (Triticumturgidum L.) CIHEAM – Options Méditerranéennes. pp. 239-2.
- **BOUBKEUR, 2007**, Boubkeur D., 2007 - Caractérisation agro morphologique de quelques populations locales de Vigna unguiculata (L.) Walp. Dans la région de Tidikelt. Mém. Ing.Agro., INA, EL Harrach, Alger, 60 p.
- **BOUCHOUKH, 2010 :** Bouchoukh I., 2010- Comportement écophysiologique de deux Chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin .p 16-29- 6 -35
- **BOUDA S ET HADDIOUI ,2011**: Bouda S., Haddioui A - Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre Atriplex. Revue « nature & technologie ». N° 05/juin 2011. P 72 à 79
- **BRADFORD, 1986,** TAYLOR ET AL, 1990 : Bradford K.J., 1986.Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. HortScience, 21, 1105-1112 , Taylor A.G. & Harman G.E., 1990.Concepts and technologies of selected seed treatments. Ann. Rev. Phytopathol., 28, 321-339.
- **BRINK M., et BELAY G., 2006**. PROTA 1: Cereals and pulses. Pays Bas :Backhuys, 297p.
- **CALU, 2006 :**Calu G. (2006): Arabidopsisthaliana et Thellungiellahalophila,
- **CALU, 2006**: Calu, G. (2006) Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : Arabidopsisthaliana et Thellungielahalophila. Master 1, Recherche biotechnologie : du gène à la molécule SpectroSciences, article 23, 10 p.
- **CEREZO ET AL, 1997**: Cerezo, M., Garcıa-Agustın, P, Serna, M. D. and Primo-Millo, E. 1997. Kinetics of nitrate uptake by Citrus seedlings and inhibitory effects of salinity. Plant Science 126(1): 105-112.
- **CHANG-ZHENG, H., JIN, H., ZHI-YU, Z., SONG-LIN, R., AND WEN-JIAN, S. (2002).** Effect of seed priming with mixed salt solution on germination and

physiological characteristics ofseedling in rice (Oryza sativa L.) under stress conditions.J. Zhejiang Univ. (Agric. Life Sci.)28,175–178.

CHANG-ZHENG, H., JIN, H., ZHI-YU, Z., SONG-LIN, R., AND WEN-JIAN, S. (2002). Effect of seed priming with mixed salt solution on germination and physiological characteristics ofseedling in rice (Oryza sativa L.) under stress conditions.J. Zhejiang Univ. (Agric. Life Sci.)28,175–178.

- **CHARTZOULAKIS ET KLAPAKI, 2000:**Chartzoulakis K., KlapakiG(2000): Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. Sci. Hortic. 86, 247–260.
- **CHUNG*ET*AL , NELSON R. L. ET SINGH R. J., 2007**.Landmark research in legumes N R S Research Press pp. 525 – 537.
- **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.
- **CRAUFURD *ET* AL, 1997**: Craufurd PQ, Summerfield RJ, Ellis RH, Roberts EH (1997) Photopériode , temperature andthe growth and development of cowpea, Vigna unguiculata (L.) Walp. In advances in cowpea research. Singh BB, Mohan Raj DR, Dashiell KE, Jackai LEN. Ed Copublication of international institute of tropical agriculture (IITA) and Japan**i**nternational research center for agriculture science (JIRCAS): 75-88.
- **DAOUD *ET* HALITIM 1994** : Daoud Y. Et Halitim A., 1994 - Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Sécheresse, 3 (5) : 151-160.
- **DARRA, B. L., SETH, S. P., SINGH, H., AND MENDIRATTA, R. S. (1973)**. Effect of hormone directed presoaking on emergence and growth of osmotically stressed wheat (TriticumaestivumL.)seeds.Agron. J.65, 292–295.

DARRA, B. L., SETH, S. P., SINGH, H., AND MENDIRATTA, R. S. (1973). Effect of hormone directed presoaking on emergence and growth of osmotically stressed wheat (TriticumaestivumL.)seeds.Agron. J.65, 292–295.

- **DAVIS *ET* AL, 1991**: Davis DW, Oelke EA, Oplinger ES, Doll JD, Hamson CV, Putnam DH (1991) Cowpea. Ed. Université de Wisconsin. Madison. 14 p.

- **DENDEN ET AL, 2005**: Denden M., Bettaieb T., Sahli A., Mathlouthi M. (2005): Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales. Tropicultura. Vol.23 N°4, pp220-226.
- **DRABO, 1981**: Drabo, 1. 1981. Inheritance of some seed qualities in cowpea (Vigna unguiculata L. Walp). Master of Philosophy thesis,University of Ibadan.146 pages.
- **DROUHIN 196**1: 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.
- **ECHIKH, 2000,** Echikh N., 2000 - Organisation du pool génétique de formes sauvages et cultivées d'une légumineuse alimentaire, Vigna unguiculata (L.) Walp. Thèse de Doctorat
- **EHLERS *ET* HALL, 1997**: Ehlers J. D. and Hall A. E., 1997 - Cowpea (Vigna unguiculata L. Walp.). Field Crop Research, 53: 187-204.
- **EL HANSALI *ET* AL, 1993**. : El Hansali M., Harzallah H., Zid E. et Chalbi N., 1993 - Etude comparative de trois lignées de piment (Capsicumannuum L.) et des haploides doublés issus de leur croisement. La tolerance au stress salin. In : Le progrès génétique passe t-il par le repérage et l'inventaire des gènes. Demarly Y., Chly ah H.(eds.), Paris, AUPELF-UREF, John LibbeyEurotext. 249-259.
- **ELOUAER, M.A., HANNACHI, C., 2012**. Seed priming to improve germination and seedling growth of safflower (*Carthamustinctorius*) under salt stress. Eur. J. Biosci. 6, 76–84 http://dx.doi.org/10.5053/ejobios.2012.6.0.9
- **EVELIN, R., KAPOOR and B., GIRI.**Arbuscularmycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review, Annals of Botany,vol.104, no.7,pp.1263–1280,2009.
- **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.
- **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.
- Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, p4

- **FAO, 2001:** On line FAO statistical Database, 2001I2002.httpIIappsfoa, orgIdefault.
- **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.
- **FARIS 1963:** Faris, G. D, 1963. Evidence for the West African origin of Vigna sinensis L. Savi. Ph .D. Dissertation. University of California. 84 pages. : Faris, D.G., 1965. The originand evolution of the cultivated forms of Vigna sinensis. Canadian Journal of Genetics and Cytology 7:433-452.
- **FAROOQ, M., BARSA, SMA ., KHAN, M.B., 2007**. Seed priming improves growth of nursery seedlings and yield of transplanted rice. Arch.Agron.SoilSci.53,315–326 http://dx.doi.org/10.1080/03650340701226166.
- **FAZLALI, R., ASLI, D.E., MORADI, P., 2013**. The effect of seed priming by ascorbic acid onbioactive compounds of naked seed pumpkin (Cucurbitapepo var. styriaca)under salinity stress. Int. J. Farm. AlliedSci. 2, 587–590.
- **FERY, 1985**: Fery RL (1985) The genetics of cowpea: A review of the world literature. In:Singh SR, et Rachie KO. Cowpea research . Production and utilization. Ed. New York- Etats- Unis, Wiley: 25- 62.
- **FERY, 1985**: Fery, R. L. 1985. The genetics of cowpeas: a review of the world Iiterature. In: Cowpea Research, Production and Utilization. Singh, S.R. andRachie, K.O. (Eds.), Chichester, John Wiley and Sons. pp. 25 - 62.
- **FERY, 2002**: Fery, R. (2002). Development of improved southernpea varieties for the southern United States: An

  FLOWERS ET AL 1986: FLOWERS TJ, HAJIBAGHERI MA., CLIPSON NJW; 1986- Halophytes. The Quarterly Review of Biology 61, 313–337. doi:10.1086/415032.
- **GAMA ET AL., 2007**: Gama P. B. S., Inanaga S., Tanaka K., Nakazawa R. (2007): Physiological response of common bean (Phaseolus vulgaris L.) seedlings to salinity stress. African Journal of Biotechnology Vol. 6 (2), pp. 079-088
- **GHALMI *ET* AL, 2005**: 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. Khelifi (ed.), 5-7Décembre 2005, INA, Alger, 190-192.

- **GHALMI *ET AL*, 2010** : ghalmiN,Malice M ,Jacquemin J.M ,Ounane S, M ,Mekliche L, Baudoin J , p , 2010 .Morphological and molecular diversity within Algerian cowpea, 57 (3), 371-386.
- **GHALMI *ET* AL., 2005**: Ghalmi N., Hanifi-Mekliche L., Baudoin J.P., Ounane S.M., Benmohamed A. 2005.
- **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.
- **GHASSEMI-GOLEZANI *ET* AL, 2010**: Ghassemi-Golezani K., Chadordooz-Jeddi A., Nasrullahzadeh S. &Moghaddam M., 2010. Influence of hydro-priming duration on field performance of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Afr. J. Agric. Res*., 5(9), 893-897.
- **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.
- **GHODBENE, 2006** : Ghodbène, N. (2006) Etude comparative de quelques paramètres morpho- physio agronomiques chez quelques variétés d'orge (Hordeumvulgare L.) cultivées en condition de salinité. Mémoire d'ingéniorat en biologie végétale. 109p.
- **GOBINATHAN, P., SANKAR, B., MURALI, P.V., PANNEERSELVAM, R.N., 2009**. Effect of calciumchloride on salinity—induced oxidative stress in Pennisetumtypoidies. Bot. Res.Int. 2, 143–148.
- **GHOULAM C. and FARES K., 2001**. Effect of salinity on seed germination and early seedling growth of sugar beet (*Betavulgaris* L.). Seed Sci. Tech., 29: 357–364
- **GRATTAN SR., GRIEVE, CM., 1999.** Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. Sci. Hortic. 78:127-157.

- **GREENWAY *ET* MUNNS, 1980;** Greenway, H. etMunns, R. (1980) Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. AnnualReview of Plant Physiology. Vol. 3, pp. 149-190.

- **GREENWAY *ET* MUNNS, 1980;** Greenway, H. etMunns, R. (1980) Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. AnnualReview of Plant Physiology. Vol. 3, pp. 149-190.

- **GREENWAY, H. AND MUNNS, R., 1980**. Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. Annuual Review of Plant Physiology 3: 149-190.
- **GUETA-DAHAN ET AL, 1997**: Gueta-Dahan, Y., Yaniv, Z., Zilinskas, B. A. and Ben-Hayyim, G. 1997. Salt and oxidative stress: similar and specific responses and their relation to salt tolerance in citrus. Planta 203(4): 460-469.
- **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
- **HAMDIA ET SHADDAD, 2010**; Joseph et Jini, 2011) :Hamdia, M. and Shaddad, M. 2010. Salt tolerance of crop plants. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 6(3): 64-90.
- **HAOUALA ET AL, 2004**:Haouala F., FerjaniH , Ben El Hadj S., 2007 - Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na+, K+v et Ca2+) et du chlore (Cl-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 11 (3) ,235 -244.
- **HAOUALA *ET* AL, 2007** : Haouala, F., Ferjani, H. et Ben El Hadj, S. (2007) Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na+, K+ et Ca2+) et du chlore (Cl-) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. Vol. 11, n°3, pp. 235-244.
- **HASEGAWA *ET* AL, 2000**: 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.:
- **HELLER ET AL, 1998:** .-Heller R., Esnault R., Lance C., 1998- Physiologie végétale. Tome1. Nutrition. 6éme édition, DUNOD, Paris: 134- 135.

- **HERNANDEZ ET AL, 2000**; Hernandez, J., Jimenez, A., Mullineaux, P. and Sevilia, F. 2000. Tolerance of pea (Pisumsativum L.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defences. Plant, cell & environment 23(8): 853-862.
- **HIRSCHI, K.D., 2004**. The calcium conundrum. Both+ versatile nutrient and specific signal. J. Bot. Physiol., 136: 2438-2442.
- **HOPKINS, 2003** : HOPKIN W.G., 2003 – Physiologie végétale – traduction de la 2ed.américane par serge rambour révision scientifique de Charles-Marie Evradr Boeck univ. Bruxelles .p 445-460:
- **IBGE, 2001**: IBGE. (2001) .Levantamentosistemátivo daproduçãoagrícola. Rio de Janeiro.
- **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 *Medicagosativa*.
- **IPTRID, 2006**: Iptrid. (2006), conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation.p2, 11.
- Irrig. Drain Div. ASCE, 103: 115–134.
- **JABNOUNE, 2008** : Jabnoune, M. (2008) Adaptation des plantes à l'environnement : Stress salin. Présentation Power Point.
- **JABNOUNE, 2008**: Jabnoune M., 2008- adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz .Thèse doctorat, univ Montpellier II.
- **JACQUINOT, 1967** : Jacquinot L (1967) Croissances et améliorations minérales comparées de quatre variétés**de**niébé (Vigna unguiculata (L.) Walp. Agronomie tropicale 22 (6-7): 575 p.
- **JALEEL C.A., SANKAR B., SRIDHARAN R., PANNEERSELVAM R., 2008.** Soil salinity alters growth, chlorophyll content, and secondary metabolite accumulation in *Catharanthusroseus*. *Turk J Biol*, 32: 79–83.

- **JEBNOUNE, 2008 :**Jabnoune M., 2008- adaptation des plantes au stress Salin : caractérisation de la transporteur de sodium et potassium de la famille HKT chez le riz .Thèse doctorat, univ Montpellier II.
- **JENDOUBI, 1997** : Jendoubi S. (1997). Contribution à la caractérisation physiologique et biochimique de parois racinaires.
- **JOSEPH ET JINI, 2011**: 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.
- **JOWKAR M., GHANBARI A, MORADI F et HEIDARI, M. 2012**. Alterations in seed vigor and antioxidant enzymes activities in Silybummarianum under seed priming with KNO3. J. Med. Plants Res., 6(7), 1176-1180.

  KAO W. Y., TSAI H. C. and TSAI T. T., 2001 - Effect of NaCl and nitrogen availability on growth and photosynthesis of seedlings of a mangrove species, *Kandeliacandel* (L.) Druce.*J. Plant Physiol.*, 158: 841–846.
- **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.
- **KHADRI, 2003**.germination of different cultivars of cicerarientinun 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.
- **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.
- **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

- **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.
- **KHAN, A. A. 1992**. Preplant physiological seed conditioning. Hort. Rev., 14: 131 81.
- **KOUADIO *ET* AL, 2007**kouadio D., Echikh N., Toussaint A., Pasquet R. S. and Baudoin J. P., 2007 - Organisation du pool génique de Vigna unguiculata (L.) Walp. : Croisements entre les formes sauvages et cultivées du niébé. Biotechnol. Agron. Soc. Environ., 11 (1): 47–57.

  KURBAN H., SANEOKA H., NEHIRA K., ADILLA R., PREMACHANDRA, G. S. and FUJITA, K., 1999 - Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagipseudoalhagi*(Bieb.). *Soil Sci. Plant Nutr*., 45: 851–862
- **LADEINDE *ET* BLISS, 1997**: Ladeinde TAO et Bliss F.A (1997) Identification of the bud stage for pollinating without emasculation in Cowpeaunguiculata (L.) Walp. Nigeria Journal of Science (11): 183-194.
- **LADEINDE *ET* BLUSS, 1977**:Ladeinde TAO et Bliss F.A (1977) Identification of the bud stage for pollinating withoutemasculation in Cowpeaunguiculata (L.) Walp. Nigeria Journal of Science (11): 183-194.
- **LAMZERI, 2007:**Lamzeri, H. (2007) Réponses écophysiologiques de trois espèces forestières du genre Acacia, Eucalyptus et Schinus (A. cyanophylla, E. gomphocephala et S. mölle) soumises à un stress salin. Thèse de magistère en Ecologie et Environnement .Option : Ecologie végétale. Université Mentouri Constantine. 141p.
- **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.
- **LANGYINTUO *ET* AL.2003**: Langyintuo, A. S., Lowenberg-DeBoer, J., Faye, M., Lambert, D., Ibro,G., Moussa, B., Kergna, A., Kushwaha, S., Mussa, S., Ntoukam, G., 2003. Cowpea supply and demand in West, and Central Africa. In : Peter H. Graham., Anthony E. Hall., Dernot P. Cogne. (Eds), Field crops Research.

- **LATATI M, 2014**, latati m ,2014 :latati mourad2014 , thèse de doctorat en science agronomique, modélisation de la dynamique du carbone et de l'azote dans le système d'association légumineuses-céréales: rôle fonctionnel de la symbiose rhizobienne dans le contrôle de la biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère, ecole nationale superieureagronomiqueel-harrach –alger p191.
- **LEMEE, 1978:**Lemee G., 1978- Précis d'écologie végétale. Masson, Paris : 131- 132
- **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.
- **LEVITT, 1980; VINCENT, 2006)** : Levitt, J. (1980): Responses of Plant to Environmental Stress Chilling, Freezing and High Temperature Stresses, 2 ndedn. Levitt, J. (ed.). Academic Press, New York, NY,

LILYA BOUCELHA& REDA DJEBBAR, «Influence de différents traitements de prégermination des graines de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. sur les performances germinatives et la tolérance au stress hydrique», *BASE* [En ligne], Volume 19 (2015), Numéro 2, 160-172 URL : https://popups.uliege.be:443/1780-4507/index.php?id=12017.

- **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
- **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.
- **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.
- **LUTTGE AL, 2002**: -Luttge U., Kluge M., Bauer G., 2002- Botanique. 3éme édition, Tec et Doc- Lavoisier, Paris: 439- 450

- **LUTTSS. MAJERUS V., KINET JM., 1999**. NaCl effects on praline metabolism in rice *(Oryzasativa*) seedlings. Physiology Plant;105:450–8.
- **MAAS ET HOFFMAN, 1977**: MAAS, E. V. and Hoffman G. J., 1977 - Cropsalttolerance—currentassessment. J.
- **MAAS ET POSS 1989** Maas E. V. and Poss J. A., 1989a - Salt sensitivity of cowpea at various growth stages. Irrigation Science, 10: 313–320.
- **MAAS, E.V ET G.J, HOFFMAN, 1977**. Croptolerance-assessment. J. Irrig. And Drainage Div.ASCE Academic Press, New York, 103:115-134.
- **MAAS, E.V., POSS, J.A., 1989**. Salt sensitive of *cowpea* at various growth stages. Irrig. Sci. 10, 313–320.
- **MADHAVA RAO *ET* AL 2006**: MadhavaRao K.V, Raghavendra A.S., Janardhan Reddy K. (2006): Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants.P41-99.
- **MAILLARD, 2001** : MAILLARD, J. (2001)- Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- **MAILLARD, 2001**: MAILLARD, J. (2001)- Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001, 34 p.
- **MARLET, 2005** : 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.
- **MAZLIAK, 1998**: Mazliak P., 1998. Physiologie végétale. 2. Croissance et développement. Paris : Hermann éditeurs.
- **MCDONALD, 2000,**McDonald M.B., 2000. Seed priming. In: Black M. &Bewley J.D., eds. Seed technology and its biological basis. Sheffield, UK: Sheffield Academic Press Ltd, 287-325.

- **MELONI ET AL., 2001**: Meloni D.A., Oliva M.A., Ruiz H.A., Martinez C.A. (2001): Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. J. Plant Nutr. 24, 599–612.
- **MELONI *ET* AL., 2003**: Meloni, D. A., Oliva, M. A., Martinez, C. A. and Cambraia, J. 2003.Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Environmental and Experimental
- **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
- **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
- **MERMOUD A, 2006 :** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- **MERMOUD, 2006** : Mermoud, A. (2006) Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23 p.
- **MILLER *ET* AL, 1989** : Miller P R. Graves W. L. Willams W. A. Madson B. A. 1989. Covercrops for California Agriculture, University of California Division of Agriculture and National Resources, Oakland, California, 24 pp.
- **MOHAMMAD ET AL., 1998**: Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L. (1998): Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. 21, 1667–1680.
- **MONTI *et al.*, 1990**. *Cowpea* genetic resources. Nigeria. Ed. I.I.T.A. 227 p.
- **MORSLI, 2007**:Morsli B. (2007): Étude de l'intrusion marine et de ses répercussions sur la dégradation des sols : cas des zones côtières d'Alger Est. Actes des JSIRAUF
- **MULONGOY, 1985**: Mulongoy K (1985) Nitrogen fixing symbiosis and tropical ecosystem. In Singh SR, etRachie KO. Cowpea research, production and utilzation. Ed. New York, Etats- Unis, Wiley: 307- 315.
- **MUNNS R., 2002**. Comparative physiology of salt and water stress. Plant, Cell and Environment, 25: 239–250.

- **MUNNS, 2002**: Munns, R. 2002.Comparative physiology of salt and water stress. Plant, cell & environment 25(2): 239-250
- **MUNNS, 2010**: Munns, R. 2010.Approaches to identifying genes for salinity tolerance and the importance of timescale. Methods MolBiol (639): 25-38.
- **MURILLO-AMADOR B, TROYO-DIEGUEZ E, LOPEZ-CORTES A, JONES H. G, AYALA-CHAIREZ F. ET TINOCO-OJANGUREN C. L, 2001**.Salt tolerance of cowpea genotypes in emergence stage. Australian Journal of Experimental Agriculture, 41: 81-88.
- **MURILLO-AMADOR *ET* AL, 2006** : Murillo-Amador B., Troyo-Dieguez E., Hernandez J. L. G., Lopezaguilar R., Avila-Serrano N. Y., Zamora-Salgado S., Rueda-Puente E. O. and Kaya C., 2006 - Effect of NaCl salinity in the genotypic variation of cowpea (Vigna unguiculata) during early vegetative growth. ScientiaHorticulturae, 108: 423–431.
- **MURILLO-AMADOR, B., TROYO-DIÉGUEZ.,E. 2000**. Effects of salinity on the germination and seedlings characteristics of cowpea [*Vignaunguiculata* (L.) Walp.]. Australian Journal of Experimental Agriculture, Queensland, v.40, n. 3, p.433-438.
- **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.
- **NEAMATOLLAHI, E AND BANNAYAN, M., 2009**. Does Hydro and Osmo-Priming Improve Fennel (*Foeniculumvulgare*) Seeds Germination and Seedlings Growth NotulaeBotanicaeHortiAgrobotanici Cluj-Napoca, 37: 190-194.
- **NG ET PADULOSI, 1991**: Ng NQ, etPadulosi S (1991) Cowpea genepool distribution and crop improvement. In crop genetic resources of Africa II. Ng NQ, Perrino P, Attere F, Zeden H. Ed. IITA, CNR, IBPGR and UNEP. IITA, Ibadan, Nigeria : 161-174.
- **NIU ET AL, 2005 IN KACI ET AL 2012** : Kaci S., Bissati S. et Djerroudi O, 2012 - Effet d'un stress salin sur la réponse minérale D'atriplexcanescens (pursh) nutt .Université KasdiMerbah Ouargla. Revue des BioRessources .Vol 2 N 2 : 48-58

- **OUERGHI *ET* AL, 1998**, Ouerghi et al, 1998 Ouerghi, Z., Zid, E., Hajji, M. et Soltani, A. (1998) Comportement physiologique du blé dur (Triticumdurum L.) en milieu salé. CIHEAM - Options Méditerranéennes, pp. 309- 313.
- **PARIDA ET DAS, 2005:**PARIDA A.K., DAS A.B. (2005): Salt tolerance and salinity effect on plants: review. Ecotoxicology and Environmental Safety. Vol.60, pp. 324
- **PASQUET *ET* BAUDOIN, 1997** : Pasquet RS et Baudoin JP (1997) Le niébé, Vigna unguiculata (L.) Walp. In: l'amélioration des plantes tropicales. Charrier A, Jacquot M, Hammon S, Nicolas D. Ed. Cirad-Orstom. Montpellier, France: 483-505
- **PASQUET, 1993A**: classification intra spécifique des formes spontanées de vinya unguiculata (L.) Walp. à partir de données morphologiques. Bulletin du Jardin Botanique National de Belgique. 62. 127-173
- **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.
- **PEREIRA SOUZA R, CARUSO MACHADO E., GOMES SILVEIRA J.A., ET VASCONCELOS RIBEIROR, 2011**. Pesq. agropec. bras, Brasília, 46(6): 586-592
- **PESSARAKLI ET AL, 1990** :Pessarakli, M. et Zhou, M. (1990) Effect of salt stress on nitrogen fixation by different cultivars of green beans. Journal of plant nutrition. Vol. 13, no5, pp. 611-629.
- **PIPER 1912**: Piper CV (1912) Agricultural varieties of the cowpea and immediately releted species. USDA. Bureau of plant industry (229). Washington, Government Printing Office : 1-160.
- **PIPER 1913**; Piper, C. V.,1913. The wild prototype of cowpea. U.S. Department of Agric. Bot. Plant Indus. Circ. 124: pp. 29-32.
- **PIPER, 1912**: Piper CV (1912) Agricultural varieties of the cowpea and immediately releted species. USDA. Bureau of plant industry (229). Washington, Government Printing Office: 1- 160.
- **PROST P J., 1996** ,La botanique, ses applications agricoles. Tome 1. Ed. Balière et fils. 328 p.

- **QUIN, 1997**: 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
- **RABIE ET ALMADINI, 2005** : Rabie, G. and Almadini, A. 2005. Role of bioinoculants in development of salt-tolerance of Viciafaba plants under salinity stress.African Journal of Biotechnology (4):210-222.
- **RAHMOUNE ET AL, 1997**;Rahmoune, C., Semadi, A., Auad, H. et Tahar, A. (1997) Air quality and lichenic distribution in the northeat Algeria. Proc of Second International ScientificConference. Science, Development and Environment, Cairo, Egypt, pp. 333-344.
- **RAHMOUNE ET AL, 2000** : Rahmoune, C., Seridi, R., Paul, R. et Drez, P. (2000) Influence on Zn concentration in solution Applied to leaves and Roots on the absorption and translocation of Cd by leave. Agricultural Sciences. Vol. 27, n°1, pp. 72-77.
- **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.
- **REJILI M., VADEL M.A., NEFFATP M., 2006**. Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus* (L.) en présence du NaCl. RevuedesRégionsArides, 17(1): 65-78.
- **ROCHDI ET AL. 2004**: Rochdi, A., Lemsellek, J., Bousarhal, A. and Rachidai, A. 2005. Evaluation sous serre de la tolérance à la salinité de quelques porte-greffes d'agrumes: Citrus aurantium et deux hybrides de Poncirustrifoliata (Poncirus x Citrus sinensis et Poncirus x Mandarinier sunki). Biotechnol. Agron. Soc. Environ 9(1): 65-73.
- **ROZEMA *ET* FLOWERS, 2008**, Rozema, J., Flowers, T., 2008.Crops for a salinized world. Science 322, 1478–1480.
- **RUIZ-MEDRANO R., XOCONOSTLE C LUCAS WJ., 2001**.The phloem as a conduit for inter-organ communication. Curr. Opin. Plant Biol., 4 202-209.
- **SEDGHI, M., AMANPOUR-BALANEJI, B., BAKHSHI, J., 2014**. Physiological enhancement ofmedicinal pumpkin seeds (Cucurbitapepo: var. styriaca) with differentpriming methods. Iran. J. Plant Physiol. 5, 1209–1215.

- **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.
- **SALHA B, 2009**, Salha B, 2009, Salha Bouzid 2009 magistère en Biologie Végétale, Étude de l'effet de la salinité et de la présence du molybdène sur le comportement écophysiologique de deux variétés de plantes de l'espèce *Phaseolusvulgaris*L, Université Mentouri Constantine
- **SANTIAGO ET AL, 2000**: SANTIAGO L.S.,LAU T.S., MELCHER P.J.,STEELEO.C.,AND GOLDESTEIN G., 2000-Morphological and physiological responses of hawiian Hibiscus tiliaceus populations to light and salinity, Int.J. Plant Sci. 161: 99-106.
- **SAWADOGO A 2009**: memoire d'ingenieur agronomie: Evaluation de la production du niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walpers en condition de stress hydrique: contribution au phénotypage et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse, institut du developpement rural, universite polytechnique de bobo-dioulasso, 70p.
- **SENTENAC ET BERTHOMIEU, 2003 IN BOUCHOUKH, 2010**: Bouchoukh I., 2010- Comportement écophysiologique de deux Chénopodiacées des genres Atriplex et Spinacia soumises au stress salin .p 16- 29- 6 -35
- **SHENG *ET* AL, 2008**: Sheng, M., Tang, M., Chan, H., Yang, B., Zhang, F., Huang, Y., 2008. Influence of arbuscularmycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza 18, 287–296.
- **SILVA J. V, LACERDA C. F., COSTA P. H. A., FILHO J. E., FILHO E. G. ETPRISCO J. T, 2003.**Physiological responses of NaCl stressed cowpea plantsgrown in nutrient solution supplemented with CaCl2. Braz. J. Plant Physiol., 15 (2):99-105.
- **SINGH *ET* AL, 1997**: 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.
- **SINGH&TARAWALI, 1997**.Singh,B. B., Tarawali, S. A. (1997). Cowpea and its improvement: Key to sustainable mixed crop/livestock farming systems in West

Africa In C. Renard (Ed.), Crop residues in sustainable mixed crop/livestock farming system (pp. 79–100). Wallingford, UK: ICRISAT/ILRI/CABI.

- **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.
- **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.
- **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.
- **SNOUSSI ET HALITIM, 1998**: Snoussi, S.A. et Halitim A. (1998) Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. Etude et gestion des sols, pp. 289- 298.
- **Source : www.Science-art.com**
- **SOURCE :** insid 2008 …
- **SOUSA *ET* AL, 2004**, Sousa M. F., Campos F. A. P., Prisco J. T., Eneas-Filho J. And Gomesfilho E., 2004 - Growth and protein pattern in cowpea seedlings subjected to salinity. BiologiaPlantarum, 47 (3): 341-346.
- **STANTON ET AL, 1970** : Stanton WR, Doughty J, Tetteh RO, Steele WM (1970) Les légumineuses à grains en Afrique. Ed. Lavoisier. FAO, Rome, 191p.
- **STEEL, 1972**: Steele WM (1972) Cowpea in Nigeria. Thèsedoctorat, Reading University, England. 78p.
- **TABATABAEI, S.A., 2014**. The effect of priming on germination indexes and seedreserve utilization of maize seeds under salinity stress. J. SeedSci. Technol. 3,44–51.
- **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.

Ther

- **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.
- update on the USDA effort.Vegetable Association Yearbook (North Carolina Vegetable Growers Association), 53.
- **VANDERBORGHT *ET* BAUDOIN, 2001** : Vanderborght T et Baudoin JP (2001) Cowpea. In: Crop production in tropical Africa.Raemaekers RH. Ed. DGIC (Directorate General for International Co-operation), Ministry of foreign affairs, External trade and international co-operation, Brussels, Belgium: 334-348.
- **VERDCOURT, 1970:**Verdcourt B (1970) Studies in the Leguminoseae-Papilionoideae for the flora of tropical east Africa. IV. Kew Bull 24: 507-569.
- **VERDERDORGHT ET BAUDOIN 2001** : Vanderborght, T., Baudoin, J, P., 2001. Niébé: Vigna unguiculata (L.) Walpers. Agriculture en Afrique Tropicale. DGCI.
- **VILLA-CASTORENA *ET* AL, 2003Villa-Castorena, M, Ulery, A.L., CATALAN-VALENCIA, E.A., REMMENGA, M.D., 2003**. Salinity and nitrogen rate effects on the growth and yield of Chile pepper plants. Soil.Sci.Soc. Am. J. **67.1781 – 1789.**
- **VINCENT, R.2006**: Recherche et étude de marqueurs moléculaires de la réponse au stress chez l'algue brune Laminariadigitata. Thèse de doctorat. Biologie. Université de Rennes 1. 237pp.
- **WANG *ET* NIL, 2000:** Wang Y., Nil N. (2000) Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate carboxylase– oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in Amaranthus tricolor leaves during salt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 75, 623–627.
- **WEST *ET* FRANCOIS, 1982** West D. W. and Francois L. E., 1982 - Effects of Salinity on Germination, Growth and Yield of Cowpea. Irrig. Sci., 3:169-175.
- **YILDIRIM E. AND GUVENC I., 2006**. Salt Tolerance of Pepper Cultivars during Germination and Seedling Growth. Turk. J. Agric. For., 30: 347-353.
- **ZAIZEH 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.

- **ZEKRI, 1993 ; RUIZ ET AL, 1997** : Zekri, M. 1993. Seedling emergence, growth, and mineral concentration of three citrus rootstocks under salt stress. Journal of plant nutrition 16(8): 1555-1568. Ruiz, D., Martínez, V. and Cerdá, A. 1997. Citrus response to salinity: growth andnutrient uptake. Tree physiology 17(3): 141-150.
- **ZHU, 2002 ZHU, J-K (2002)**: Salt and drought stress signal transduction in plants. An. Rev. Of

- **Annexe : annexe de résultat l'analyse statistique**

La vitesse totale

Statistiques descriptives

Variable dépendante: LA VITESS TOTALE DE GERMINATION

T	PR	Moyenne	Ecart-type	N
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	50,0000	,00000	3
	KCL	45,5556	5,09175	3
T0	NP	46,6667	3,33333	3
	THE- PR	47,2222	2,54588	3
	ZNSO4	21,0159	14,69303	3
	Total	35,0767	19,77240	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	39,6825	5,64107	3
	KCL	42,2857	4,98797	3
T1	NP	43,8889	7,87636	3
	THE- PR	44,8413	5,94921	3
	ZNSO4	12,2540	6,80958	3
	Total	30,4921	18,81016	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	29,6508	8,78379	3
	KCL	24,2857	8,13715	3
T2	NP	26,3810	6,57350	3
	THE- PR	42,2857	4,98797	3
	ZNSO4	2,2222	3,84900	3
	Total	20,8042	16,33415	18
	CUSO4	,0000	,00000	9
	HOR-PR	39,7778	10,24164	9
	KCL	37,3757	11,29787	9
Total	NP	38,9788	10,94573	9
	THE- PR	44,7831	4,61082	9
	ZNSO4	11,8307	11,64447	9
	Total	28,7910	18,98769	54

Teste LSD

Comparaisons multiples

Variable dépendante: LA VITESS TOTALE DE GERMINATION

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	T0	T1	4,5847*	2,05808	,032	,4107	8,7586
		T2	14,2725*	2,05808	,000	10,0985	18,4465
	T1	T0	-4,5847*	2,05808	,032	-8,7586	-,4107
		T2	9,6878*	2,05808	,000	5,5139	13,8618
	T2	T0	-14,2725*	2,05808	,000	-18,4465	-10,0985
		T1	-9,6878*	2,05808	,000	-13,8618	-5,5139

Comparaisons multiples

Variable dépendante: LA VITESS TOTALE DE GERMINATION

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	CUSO4	HOR-PR	-39,7778*	2,91056	,000	-45,6807	-33,8749
		KCL	-37,3757*	2,91056	,000	-43,2785	-31,4728
		NP	-38,9788*	2,91056	,000	-44,8817	-33,0760
		THE- PR	-44,7831*	2,91056	,000	-50,6860	-38,8802
		ZNSO4	-11,8307*	2,91056	,000	-17,7336	-5,9278
	HOR-PR	CUSO4	39,7778*	2,91056	,000	33,8749	45,6807
		KCL	2,4021	2,91056	,415	-3,5008	8,3050
		NP	,7989	2,91056	,785	-5,1039	6,7018
		THE- PR	-5,0053	2,91056	,094	-10,9082	,8976
		ZNSO4	27,9471*	2,91056	,000	22,0442	33,8500
	KCL	CUSO4	37,3757*	2,91056	,000	31,4728	43,2785
		HOR-PR	-2,4021	2,91056	,415	-8,3050	3,5008
		NP	-1,6032	2,91056	,585	-7,5061	4,2997
		THE- PR	-7,4074*	2,91056	,015	-13,3103	-1,5045
		ZNSO4	25,5450*	2,91056	,000	19,6421	31,4479
	NP	CUSO4	38,9788*	2,91056	,000	33,0760	44,8817
		HOR-PR	-,7989	2,91056	,785	-6,7018	5,1039
		KCL	1,6032	2,91056	,585	-4,2997	7,5061
		THE- PR	-5,8042	2,91056	,054	-11,7071	,0987
		ZNSO4	27,1481*	2,91056	,000	21,2453	33,0510
	THE- PR	CUSO4	44,7831*	2,91056	,000	38,8802	50,6860
		HOR-PR	5,0053	2,91056	,094	-,8976	10,9082
		KCL	7,4074*	2,91056	,015	1,5045	13,3103

		NP	5,8042	2,91056	,054	-,0987	11,7071
		ZNSO4	32,9524*	2,91056	,000	27,0495	38,8553
		CUSO4	11,8307*	2,91056	,000	5,9278	17,7336
		HOR-PR	-27,9471*	2,91056	,000	-33,8500	-22,0442
	ZNSO4	KCL	-25,5450*	2,91056	,000	-31,4479	-19,6421
		NP	-27,1481*	2,91056	,000	-33,0510	-21,2453
		THE- PR	-32,9524*	2,91056	,000	-38,8553	-27,0495

En fonction des moyennes observées.

Le terme d'erreur est Carré moyen(Erreur) = 38,121.

*. La différence des moyennes est significative au niveau ,05.

Le pourcentage finale

Statistiques descriptives

Variable dépendante: pourcentage des graines germé j7

T	PR	Moyenne	Ecart-type	N
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	100,0000	,00000	3
	KCL	93,3333	11,54701	3
T0	NP	100,0000	,00000	3
	THE- PR	100,0000	,00000	3
	ZNSO4	53,3333	41,63332	3
	Total	74,4444	41,04835	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	86,6667	11,54701	3
	KCL	93,3333	11,54701	3
T2	NP	100,0000	,00000	3
	THE- PR	100,0000	,00000	3
	ZNSO4	33,3333	23,09401	3
	Total	68,8889	40,71261	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	80,0000	20,00000	3
	KCL	60,0000	20,00000	3
T3	NP	73,3333	11,54701	3
	THE- PR	93,3333	11,54701	3
	ZNSO4	6,6667	11,54701	3
	Total	52,2222	38,88982	18
	CUSO4	,0000	,00000	9
	HOR-PR	88,8889	14,52966	9
Total	KCL	82,2222	21,08185	9
	NP	91,1111	14,52966	9
	THE- PR	97,7778	6,66667	9

ZNSO4	31,1111	31,79797	9
Total	65,1852	40,59653	54

Teste LSD

Comparaisons multiples

Variable dépendante: pourcentage des graines germé j7

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	T0	T2	5,5556	4,88552	,263	-4,3527	15,4639
		T3	22,2222*	4,88552	,000	12,3139	32,1305
	T2	T0	-5,5556	4,88552	,263	-15,4639	4,3527
		T3	16,6667*	4,88552	,002	6,7584	26,5750
	T3	T0	-22,2222*	4,88552	,000	-32,1305	-12,3139
		T2	-16,6667*	4,88552	,002	-26,5750	-6,7584

En fonction des moyennes observées.

Le terme d'erreur est Carré moyen(Erreur) = 214,815.

*. La différence des moyennes est significative au niveau ,05.

Comparaisons multiples

Variable dépendante: pourcentage des graines germé j7

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	CUSO4	HOR-PR	-88,8889*	6,90917	,000	-102,9013	-74,8764
		KCL	-82,2222*	6,90917	,000	-96,2347	-68,2098
		NP	-91,1111*	6,90917	,000	-105,1236	-77,0987
		THE- PR	-97,7778*	6,90917	,000	-111,7902	-83,7653
		ZNSO4	-31,1111*	6,90917	,000	-45,1236	-17,0987
	HOR-PR	CUSO4	88,8889*	6,90917	,000	74,8764	102,9013
		KCL	6,6667	6,90917	,341	-7,3458	20,6791
		NP	-2,2222	6,90917	,750	-16,2347	11,7902
		THE- PR	-8,8889	6,90917	,206	-22,9013	5,1236
		ZNSO4	57,7778*	6,90917	,000	43,7653	71,7902
	KCL	CUSO4	82,2222*	6,90917	,000	68,2098	96,2347
		HOR-PR	-6,6667	6,90917	,341	-20,6791	7,3458
		NP	-8,8889	6,90917	,206	-22,9013	5,1236
		THE- PR	-15,5556*	6,90917	,031	-29,5680	-1,5431
		ZNSO4	51,1111*	6,90917	,000	37,0987	65,1236
	NP	CUSO4	91,1111*	6,90917	,000	77,0987	105,1236

		HOR-PR	2,2222	6,90917	,750	-11,7902	16,2347
		KCL	8,8889	6,90917	,206	-5,1236	22,9013
		THE- PR	-6,6667	6,90917	,341	-20,6791	7,3458
		ZNSO4	60,0000*	6,90917	,000	45,9876	74,0124
		CUSO4	97,7778*	6,90917	,000	83,7653	111,7902
		HOR-PR	8,8889	6,90917	,206	-5,1236	22,9013
	THE- PR	KCL	15,5556*	6,90917	,031	1,5431	29,5680
		NP	6,6667	6,90917	,341	-7,3458	20,6791
		ZNSO4	66,6667*	6,90917	,000	52,6542	80,6791
		CUSO4	31,1111*	6,90917	,000	17,0987	45,1236
		HOR-PR	-57,7778*	6,90917	,000	-71,7902	-43,7653
	ZNSO4	KCL	-51,1111*	6,90917	,000	-65,1236	-37,0987
		NP	-60,0000*	6,90917	,000	-74,0124	-45,9876
		THE- PR	-66,6667*	6,90917	,000	-80,6791	-52,6542

Longueur totale

Statistiques descriptives

Variable dépendante: longueur totale (

T	PR	Moyenne	Ecart-type	N
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	10,9833	,98658	3
	KCL	11,9167	,42525	3
T0	NP	10,5167	,72858	3
	THE- PR	11,1500	2,59278	3
	ZNSO4	3,1000	2,73084	3
	Total	7,9444	4,95387	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	7,7500	,81854	3
	KCL	5,5500	,83217	3
T1	NP	6,1000	,92601	3
	THE- PR	9,0000	,78102	3
	ZNSO4	,1000	,17321	3
	Total	4,7500	3,65296	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	,8833	,85196	3
	KCL	1,1333	,88081	3
T2	NP	1,2333	,96738	3
	THE- PR	2,6333	,37859	3
	ZNSO4	,0000	,00000	3
	Total	,9806	1,06869	18
Total	CUSO4	,0000	,00000	9

	HOR-PR	6,5389	4,53257	9
	KCL	6,2000	4,73841	9
	NP	5,9500	4,09298	9
	THE- PR	7,5944	4,07189	9
	ZNSO4	1,0667	2,04924	9
	Total	4,5583	4,55763	54

Teste LSD

Comparaisons multiples

Variable dépendante: longeur totale (2g)

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
Test de Tukey	T0	T1	3,1944*	,36265	,000	2,3080	4,0809
		T2	6,9639*	,36265	,000	6,0775	7,8503
	T1	T0	-3,1944*	,36265	,000	-4,0809	-2,3080
		T2	3,7694*	,36265	,000	2,8830	4,6559
	T2	T0	-6,9639*	,36265	,000	-7,8503	-6,0775
		T1	-3,7694*	,36265	,000	-4,6559	-2,8830
LSD	T0	T1	3,1944*	,36265	,000	2,4589	3,9299
		T2	6,9639*	,36265	,000	6,2284	7,6994
	T1	T0	-3,1944*	,36265	,000	-3,9299	-2,4589
		T2	3,7694*	,36265	,000	3,0339	4,5049
	T2	T0	-6,9639*	,36265	,000	-7,6994	-6,2284
		T1	-3,7694*	,36265	,000	-4,5049	-3,0339

Comparaisons multiples

Variable dépendante: longeur totale (2g)

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	CUSO4	HOR-PR	-6,5389*	,51287	,000	-7,5790	-5,4987
		KCL	-6,2000*	,51287	,000	-7,2401	-5,1599
		NP	-5,9500*	,51287	,000	-6,9901	-4,9099
		THE- PR	-7,5944*	,51287	,000	-8,6346	-6,5543
		ZNSO4	-1,0667*	,51287	,045	-2,1068	-,0265
	HOR-PR	CUSO4	6,5389*	,51287	,000	5,4987	7,5790

		KCL	,3389	,51287	,513	-,7013	1,3790
		NP	,5889	,51287	,258	-,4513	1,6290
		THE- PR	-1,0556*	,51287	,047	-2,0957	-,0154
		ZNSO4	5,4722*	,51287	,000	4,4321	6,5124
		CUSO4	6,2000*	,51287	,000	5,1599	7,2401
		HOR-PR	-,3389	,51287	,513	-1,3790	,7013
	KCL	NP	,2500	,51287	,629	-,7901	1,2901
		THE- PR	-1,3944*	,51287	,010	-2,4346	-,3543
		ZNSO4	5,1333*	,51287	,000	4,0932	6,1735
		CUSO4	5,9500*	,51287	,000	4,9099	6,9901
		HOR-PR	-,5889	,51287	,258	-1,6290	,4513
	NP	KCL	-,2500	,51287	,629	-1,2901	,7901
		THE- PR	-1,6444*	,51287	,003	-2,6846	-,6043
		ZNSO4	4,8833*	,51287	,000	3,8432	5,9235
		CUSO4	7,5944*	,51287	,000	6,5543	8,6346
		HOR-PR	1,0556*	,51287	,047	,0154	2,0957
	THE- PR	KCL	1,3944*	,51287	,010	,3543	2,4346
		NP	1,6444*	,51287	,003	,6043	2,6846
		ZNSO4	6,5278*	,51287	,000	5,4876	7,5679
		CUSO4	1,0667*	,51287	,045	,0265	2,1068
		HOR-PR	-5,4722*	,51287	,000	-6,5124	-4,4321
	ZNSO4	KCL	-5,1333*	,51287	,000	-6,1735	-4,0932
		NP	-4,8833*	,51287	,000	-5,9235	-3,8432
		THE- PR	-6,5278*	,51287	,000	-7,5679	-5,4876

En fonction des moyennes observées.

Le terme d'erreur est Carré moyen(Erreur) = 1,184.

*. La différence des moyennes est significative au niveau ,05.

Poids sec

Statistiques descriptives

Variable dépendante: le poid sec

T	PR	Moyenne	Ecart-type	N
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	,0417	,00577	3
	KCL	,0383	,01041	3
T0	NP	,0507	,01436	3
	THE- PR	,0500	,00500	3
	ZNSO4	,0250	,02291	3
	Total	,0343	,02078	18
T1	CUSO4	,0000	,00000	3

	HOR-PR	,0577	,01444	3
	KCL	,0540	,01465	3
	NP	,0802	,00558	3
	THE- PR	,0480	,01127	3
	ZNSO4	,1510	,20715	3
	Total	,0651	,08538	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	,0517	,01893	3
	KCL	,0333	,03055	3
T2	NP	,0450	,01803	3
	THE- PR	,0733	,00577	3
	ZNSO4	,0000	,00000	3
	Total	,0339	,03085	18
	CUSO4	,0000	,00000	9
	HOR-PR	,0503	,01411	9
	KCL	,0419	,02003	9
Total	NP	,0586	,02020	9
	THE- PR	,0571	,01397	9
	ZNSO4	,0587	,12559	9
	Total	,0444	,05478	54

Teste LSD

Comparaisons multiples

Variable dépendante: le poids sec

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
Test de Tukey	T0	T1	-,0309	,01686	,174	-,0721	,0103
		T2	,0004	,01686	1,000	-,0408	,0416
	T1	T0	,0309	,01686	,174	-,0103	,0721
		T2	,0313	,01686	,167	-,0100	,0725
	T2	T0	-,0004	,01686	1,000	-,0416	,0408
		T1	-,0313	,01686	,167	-,0725	,0100
LSD	T0	T1	-,0309	,01686	,075	-,0651	,0033
		T2	,0004	,01686	,982	-,0338	,0346
	T1	T0	,0309	,01686	,075	-,0033	,0651
		T2	,0313	,01686	,072	-,0029	,0654
	T2	T0	-,0004	,01686	,982	-,0346	,0338
		T1	-,0313	,01686	,072	-,0654	,0029

Comparaisons multiples

Variable dépendante: le poids sec

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	CUSO4	HOR-PR	-,0503*	,02384	,042	-,0987	-,0020
		KCL	-,0419	,02384	,087	-,0902	,0065
		NP	-,0586*	,02384	,019	-,1070	-,0103
		THE- PR	-,0571*	,02384	,022	-,1055	-,0088
		ZNSO4	-,0587*	,02384	,019	-,1070	-,0103
	HOR-PR	CUSO4	,0503*	,02384	,042	,0020	,0987
		KCL	,0084	,02384	,725	-,0399	,0568
		NP	-,0083	,02384	,730	-,0566	,0401
		THE- PR	-,0068	,02384	,778	-,0551	,0416
		ZNSO4	-,0083	,02384	,729	-,0567	,0400
	KCL	CUSO4	,0419	,02384	,087	-,0065	,0902
		HOR-PR	-,0084	,02384	,725	-,0568	,0399
		NP	-,0167	,02384	,488	-,0651	,0316
		THE- PR	-,0152	,02384	,527	-,0636	,0331
		ZNSO4	-,0168	,02384	,486	-,0651	,0316
	NP	CUSO4	,0586*	,02384	,019	,0103	,1070
		HOR-PR	,0083	,02384	,730	-,0401	,0566
		KCL	,0167	,02384	,488	-,0316	,0651
		THE- PR	,0015	,02384	,950	-,0469	,0499
		ZNSO4	-,0001	,02384	,998	-,0484	,0483
	THE- PR	CUSO4	,0571*	,02384	,022	,0088	,1055
		HOR-PR	,0068	,02384	,778	-,0416	,0551
		KCL	,0152	,02384	,527	-,0331	,0636
		NP	-,0015	,02384	,950	-,0499	,0469
		ZNSO4	-,0016	,02384	,948	-,0499	,0468
	ZNSO4	CUSO4	,0587*	,02384	,019	,0103	,1070
		HOR-PR	,0083	,02384	,729	-,0400	,0567
		KCL	,0168	,02384	,486	-,0316	,0651
		NP	,0001	,02384	,998	-,0483	,0484
		THE- PR	,0016	,02384	,948	-,0468	,0499

En fonction des moyennes observées.

Le terme d'erreur est Carré moyen(Erreur) = ,003.

*. La différence des moyennes est significative au niveau ,05.

Indice de tolérance

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Indice de tolérance au stress

T	PR	Moyenne	Ecart-type	N
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	,0117	,00473	3
	KCL	,0113	,00416	3
T1	NP	,0100	,00000	3
	THE- PR	,0100	,00000	3
	ZNSO4	,0230	,02364	3
	Total	,0110	,01085	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	,0100	,00000	3
	KCL	,0340	,04854	3
T2	NP	,0073	,00115	3
	THE- PR	,0093	,00115	3
	ZNSO4	,0043	,00751	3
	Total	,0108	,02024	18
	CUSO4	,0000	,00000	6
	HOR-PR	,0108	,00313	6
	KCL	,0227	,03322	6
Total	NP	,0087	,00163	6
	THE- PR	,0097	,00082	6
	ZNSO4	,0137	,01873	6
	Total	,0109	,01600	36

Teste LSD

Comparaisons multiples

Variable dépendante: Indice de tolérance au stress

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	CUSO4	HOR-PR	-,0108	,00915	,248	-,0297	,0081
		KCL	-,0227*	,00915	,021	-,0416	-,0038
		NP	-,0087	,00915	,353	-,0276	,0102
		THE- PR	-,0097	,00915	,301	-,0286	,0092
		ZNSO4	-,0137	,00915	,148	-,0326	,0052
	HOR-PR	CUSO4	,0108	,00915	,248	-,0081	,0297
		KCL	-,0118	,00915	,208	-,0307	,0071
		NP	,0022	,00915	,815	-,0167	,0211
		THE- PR	,0012	,00915	,900	-,0177	,0201
		ZNSO4	-,0028	,00915	,759	-,0217	,0161

		CUSO4	,0227*	,00915	,021	,0038	,0416
		HOR-PR	,0118	,00915	,208	-,0071	,0307
	KCL	NP	,0140	,00915	,139	-,0049	,0329
		THE- PR	,0130	,00915	,168	-,0059	,0319
		ZNSO4	,0090	,00915	,335	-,0099	,0279
		CUSO4	,0087	,00915	,353	-,0102	,0276
		HOR-PR	-,0022	,00915	,815	-,0211	,0167
	NP	KCL	-,0140	,00915	,139	-,0329	,0049
		THE- PR	-,0010	,00915	,914	-,0199	,0179
		ZNSO4	-,0050	,00915	,590	-,0239	,0139
		CUSO4	,0097	,00915	,301	-,0092	,0286
		HOR-PR	-,0012	,00915	,900	-,0201	,0177
	THE- PR	KCL	-,0130	,00915	,168	-,0319	,0059
		NP	,0010	,00915	,914	-,0179	,0199
		ZNSO4	-,0040	,00915	,666	-,0229	,0149
		CUSO4	,0137	,00915	,148	-,0052	,0326
		HOR-PR	,0028	,00915	,759	-,0161	,0217
	ZNSO4	KCL	-,0090	,00915	,335	-,0279	,0099
		NP	,0050	,00915	,590	-,0139	,0239
		THE- PR	,0040	,00915	,666	-,0149	,0229

En fonction des moyennes observées.

Le terme d'erreur est Carré moyen(Erreur) = ,000.

*. La différence des moyennes est significative au niveau ,05.

Indice de vigueur

Statistiques descriptives

Variable dépendante: Indice de vigueur des plantules (IVP)

T	PR	Moyenne	Ecart-type	N
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	1098,3333	98,65766	3
	KCL	1109,0000	101,60217	3
T0	NP	673,7117	582,55431	3
	THE- PR	1115,0000	259,27784	3
	ZNSO4	225,6667	263,33692	3
	Total	703,6186	522,06235	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	665,6667	26,08320	3
T1	KCL	19994,3333	33780,12398	3
	NP	610,0000	92,60130	3

	THE- PR	900,0000	78,10250	3
	ZNSO4	,0000	,00000	3
	Total	3695,0000	13806,78764	18
	CUSO4	,0000	,00000	3
	HOR-PR	77,0000	69,76389	3
	KCL	79,6667	74,11028	3
T2	NP	94,0000	81,55979	3
	THE- PR	244,6667	39,31073	3
	ZNSO4	,0000	,00000	3
	Total	82,5556	96,20947	18
	CUSO4	,0000	,00000	9
	HOR-PR	613,6667	448,24826	9
	KCL	7061,0000	19482,47441	9
Total	NP	459,2372	405,52032	9
	THE- PR	753,2222	415,76850	9
	ZNSO4	75,2222	173,40111	9
	Total	1493,7247	7985,55212	54

Teste LSD

Comparaisons multiples

Variable dépendante: Indice de vigueur des plantules (IVP)

	(I) T	(J) T	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supérieure
LSD	T0	T1	-2991,3814	2654,63337	,267	-8375,2274	2392,4646
		T2	621,0631	2654,63337	,816	-4762,7829	6004,9091
	T1	T0	2991,3814	2654,63337	,267	-2392,4646	8375,2274
		T2	3612,4444	2654,63337	,182	-1771,4016	8996,2904
	T2	T0	-621,0631	2654,63337	,816	-6004,9091	4762,7829
		T1	-3612,4444	2654,63337	,182	-8996,2904	1771,4016

Comparaisons multiples

Variable dépendante: Indice de vigueur des plantules (IVP)

	(I) PR	(J) PR	Différence des moyennes (I-J)	Erreur standard	Sig.	Intervalle de confiance à 95%	
						Borne inférieure	Limite supéri
LSD	CUSO4	HOR-PR	-613,6667	3754,21851	,871	-8227,5747	7000,2414
		KCL	-7061,0000	3754,21851	,068	-14674,9080	552,9080
		NP	-459,2372	3754,21851	,903	-8073,1453	7154,6708
		THE- PR	-753,2222	3754,21851	,842	-8367,1303	6860,6858
		ZNSO4	-75,2222	3754,21851	,984	-7689,1303	7538,6858

		CUSO4	613,6667	3754,21851	,871	-7000,2414	8227,5747
		KCL	-6447,3333	3754,21851	,095	-14061,2414	1166,5747
	HOR-PR	NP	154,4294	3754,21851	,967	-7459,4786	7768,3375
		THE- PR	-139,5556	3754,21851	,971	-7753,4636	7474,3525
		ZNSO4	538,4444	3754,21851	,887	-7075,4636	8152,3525
		CUSO4	7061,0000	3754,21851	,068	-552,9080	14674,9080
		HOR-PR	6447,3333	3754,21851	,095	-1166,5747	14061,2414
	KCL	NP	6601,7628	3754,21851	,087	-1012,1453	14215,6708
		THE- PR	6307,7778	3754,21851	,102	-1306,1303	13921,6858
		ZNSO4	6985,7778	3754,21851	,071	-628,1303	14599,6858
		CUSO4	459,2372	3754,21851	,903	-7154,6708	8073,1453
		HOR-PR	-154,4294	3754,21851	,967	-7768,3375	7459,4786
	NP	KCL	-6601,7628	3754,21851	,087	-14215,6708	1012,1453
		THE- PR	-293,9850	3754,21851	,938	-7907,8930	7319,9230
		ZNSO4	384,0150	3754,21851	,919	-7229,8930	7997,9230
		CUSO4	753,2222	3754,21851	,842	-6860,6858	8367,1303
		HOR-PR	139,5556	3754,21851	,971	-7474,3525	7753,4636
	THE- PR	KCL	-6307,7778	3754,21851	,102	-13921,6858	1306,1303
		NP	293,9850	3754,21851	,938	-7319,9230	7907,8930
		ZNSO4	678,0000	3754,21851	,858	-6935,9080	8291,9080
		CUSO4	75,2222	3754,21851	,984	-7538,6858	7689,1303
		HOR-PR	-538,4444	3754,21851	,887	-8152,3525	7075,4636
	ZNSO4	KCL	-6985,7778	3754,21851	,071	-14599,6858	628,1303
		NP	-384,0150	3754,21851	,919	-7997,9230	7229,8930
		THE- PR	-678,0000	3754,21851	,858	-8291,9080	6935,9080

En fonction des moyennes observées.

Le terme d'erreur est Carré moyen(Erreur) = 63423704,752.