REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE MEDEA

FACULTE DES SCIENCES

Mémoire
Présenté pour obtenir le diplôme de Master
sciences En agronomie
Spécialité:
Phytopathologie
Par:
Hamdani – Khadidja
Ben yahia - Abir
Thème

Effets du prétraitement des grains et de la salinité sur la germination au *de Vigna unguiculata l (walp)*.

Soutenue publiquement le: /06/2019., Devant le jury composé de:

Mr Chaouch Abdrezzak	MCB :	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Président
Mr Aienes Mahfoud	MCB:	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Examinateur
Mr LICIR Mourad	MAA:	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Examinateur
Mme NABI Fahima	MCB:	Université Dr YAHIA Farès de Médéa	Encadreure

Année universitaire : 2018/2019

Remercîment

Avant tout, nous remercions Allah le tout puissant de nous avoir

Donné le courage et la patience de mener à bien ce travail.

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

Nous remercions en premier notre Encadreur Madame : Nabi Fahima , merci pour la qualité de votre encadrement, vos compétences scientifiques

qui est à l'origine du lancement et la réussite de ce projet

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

Mr Chaouch Abdrezzak, Maitre de conférencesassistant, Enseignant à l'Université de Médéa, nous fait l'honneur de présider ce jury. Qu'il trouve ici l'expression de

Notre profond respect.

Mr Licir Mourad, Maitre de conférence assistant, enseignant à l'Université de Médéa, qui a eu l'amabilité d'examiner ce travail en participant au jury,qu' 'il trouve ici notre profonde gratitude.

Mr Aines, Maitre de conférence assistanteenseignante à l'université de Médéa Nous sommes également honorés de compter parmi les membres de jury .Qu'elle trouve ici notre profond respect et gratitude.

Nous remercions également tous les professeurs qui nous ont suivis Durant cycle d'étude.

A tous ceux que je n'ai pas cités et qui, de prés ou de loin, ont rendu ce travail possible.

Dédicace

Je dédie cette mémoire

A mon très cher père

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 .Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver ett'accorder santé, longue vie et bonheur

A ma très chère mère

Affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le Symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et L'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager etde prier pourmoi .Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver ett'accorder santé, longue vie et bonheur.

Mes frères et sœurs

Sara, Zakaria ,Asma , Mohamed , Marame

A mon fiancé pour leur soutien

À mes chers amies sans exception et surtaut« Wissam ,Hadjer , Nacira , Fairoze ,Hassiba,».

A ma camarade, ma binôme « khadidja».

A toute la famille pour leurs encouragements

A ceux qu'un jour, par un mot ou par un conseil m'ont aidé à me ressourcer et ainsi terminer mon projet de fin d'étude dans les meilleures conditions

ABIR

Dédicace

Avec l'aide de Dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à

Mestres chers parents, avec tout mon amour, ma tendresse et mon estime, je n'arriverai jamais à leurs rendre ce qu'ils ont fait pour moi. Que Dieu vous protège.

A mes frères et mes sœurs, pour tout l'amour qu'ils m'apportent et leur soutien

Soufiane ,Safia ,Lila ,Mouhamed ,Alla

pour leurs encouragements.

A toute la famille

A toutes mes amies pour leurs encouragements.

A ma promotrice « Madame. Nabi Fahima ».

A ma camarade, ma binôme «ABIR».

KHADIDJA

Table de Matières

Synthèse Bibliographique

Introduction

Chapitre I : *Vignaunguiculata L.* Walp

I. Généralités

I.1. Origine et répartition géographique **3**

I.1.1. répartition de niébé En Afrique **3**

I.1.2. répartition de niébé en Algérie **3**

I.2..Caractéristique botanique

I.2.1. Classification **4**

I.2.2. Description botanique **4**

I.3.Caractéristique phrénologique

I.3.1. Germination **5**

I.3.2. Croissance **5**

I.3.3. Floraison **5**

I.3.4. Mode de reproduction et biologie. **6**

I.3.5. Maturation **7**

I.3.6. rendement **7**

I.4.Ecologie du niébé

I.4.1. climat **8**

I.4.2.sol **8**

I.4.3.eau **8**

I.5. Utilisations et importance du niébé **8**

I.5.1. Importance économique **8**

I.5.2. Importance nutritionnel **8**

I.5.3. Importance agronomique **9**

I.5.4.Les conditions de stockage de niébé **9**

I.6. Maladies et ravageurs **10**

Chapitre II : Salinité

I. Généralités

II.1. Définition de la salinité **11**
II.2. Origines et causes de la salinité **11**
II.2.1. Salinisation primaire **12**
II.2.2. Salinisation secondaire **12**
II.3.Importance de la salinité **12**
II.4.Principaux sels soluble **13**
II.5. classification de Sols salés **13**
II.6. La répartition géologique de la salinité en ALGERIE **14**
II.7.Stress salin **14**
II.8. Effets de la salinité sur les plantes **15**
II.8.1. Effets de stress sur la germination **16**
II8.2. Effets de stress salin sur la croissance **16**
II .8.3Effet de la salinité sur la morphologie des plantes **16**
II.8.4.L'effet de la salinité sur l'absorption **17**
II.8 .5L'effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante **17**
II.8.6 L'effet de la salinité sur la photosynthèse **18**
II.8.7 L'effet de salinité sur la nutrition minérale de la plante **18**
II.8.8L'effet de la salinité sur l'état hydrique de la plante **18**
II.8.9 Effets du stress salin sur le rendement **18**
II.9.La classification des végétaux selon leur résistance et/ou tolérance **19**
II.9.1. Exclusion **19**
II.9.1.Inclusion **20**
II.10. Mécanismes de tolérance des plantes au stress salin **20**
II.10.1. Mécanismes d'adaptations morphologiques **20**
II. 10.2. Mécanismes physiologiques **20**
II.10.2.1. Répartition et accumulation des ions dans la plante **20**
II.10.2.2. Compartimentation vacuolaire **21**
II.11. Niébé et stress salin **21**
II.12. Méthodes d'amélioration de la performance de la performance de plante **21**
II.12.1Définition du *priming* **21**
II.12.2.Type de priming **22**
II.12.2.1 - Hydro priming ouredéshydratation **22**
II.12.2.2- Simple hydro priming **22**
II.12..2 .3Double hydro priming **23**

II.12.2.4 –Osmopriming **23**
II.12.2.5-Chimio priming **23**
II.12.2.6- Hormopriming **23**
II.12.2.7 –Halopriming **24**
II.12.2.8-Thermopriming **24**
II.12 .3.Mécanismes du priming **24**
II.12.4.Inconvénient du priming **25**

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
I.1. Matériel végétal **26**
I.2. Méthode d'étude **27**
I.2.1. Amorçage des graines **27**
I.2.2. Préparation des solutions salines pour l'application du stress **28**
I.2.3. Protocole expérimental au laboratoire **28**
I.3. Paramètres étudiés **29**
I.4 Dispositif expérimental **30**
I.5. Analyse statistique **32**

Chapitre II: Résultats et Discussion

Résultats

II.1. Effet des différentes concentration de l'amorçage des graines sur la germination sous stress salin **33**
II.1.1. Effet de l'amorçage des graines sur l'évolution du pourcentage de germination **33**
II.1.2. Effet de l'amorçage des graines sur le pourcentage final de germination, la vitesse de germination **36**
II.2. Effet de l'amorçage des graines sur la croissance précoce **39**
II.2.1. Effet de l'amorçage des graines sur la longueur desRadicule **40**
II.2.2. Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur des Hypocotyle **43**
II.2.3.Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur des Epicotyle **46**
II.2.4. Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur totale **49**

II.2.5. Effet de l'amorçage des graines sur l'Indice de vigueur des plantules **52**
II.2.6. Effet de l'amorçage des graines sur le poids frais et le poids sec des plantules **55**

Conclusion
Recommandation
Références Bibliographique
Annexe

LISTE DES ABREVIATIONS

AA : l'acide ascorbique

APX : les ascorbate peroxydases

D.E.M : direction d'environnement de Médéa

dS :décisiemens

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

GR : Glutathion Réductase

I V P : indice de vigueur des plantes

K+ : Potassium

T : Traitements

Mn^{2+} : Manganèse

Mg^{++} : le magnésium

Mm : milli molaire

Na Cl : Chlorure de sodium

NP : non priming

P : Pluviosité

PFG: pourcentage finale de germination

VG : vitesse de germination

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Valeur nutritionnelle de 100 g de la partie comestible des grains mûrs (Gm.) et immatures (Gi) et des extrémités de tiges feuillées de *Vignaunguiculata* (L.) Walps	9
Tableau 2	Les différentes maladies, insectes et des plantes parasites de *Vignaunguiculata*	10
Tableau 03	classe de la salinité des sols	13
Tableau 04	Caractéristiques agro morphologiques des populations de *Vignaunguiculata* (L.) Walps étudiées et leurs localisations géographiques.	27
Tableau 05	Le dispositif expérimental en bloc randomisation total.R : répétition	31
Tableau 06	Effet des différentes concentration de *priming* et durées de priming sur le pourcentage de germination de la populations(P13) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl.	34
Tableau 07	Effet des différentes concentration et durées sur le pourcentage final de germination la population P13 soumise à différentes concentrations de NaCl.	38
Tableau 08	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, génotypes de ‘’*Vignaunguiculata*Walps’’ et le *priming* et leurs interactions pour les paramètres (pourcentage final de germination **(PFG)**, vitesse de germination **(VG)**.	39
Tableau 09	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming* sur la longueur de radicule.	42
Tableau 10	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*sur la longueur de hypocotyles.	45
Tableau 11	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*sur la longueur de épicotyle.	48

Tableau 12	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘ ’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*sur la longueur totale.	51
Tableau 13	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘ ’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*sur Indice de vigueur.	54
Tableau 14	Effet des différentes concentration de *priming* (Témoin : sans *priming*,0.6Mm,0.8Mm,1Mm) et durées d'amorçages(6H, 12H ,24H et 48H) sur le poids sec et le poids frais la population (p13) soumises à différentes concentrations de NaCl (T0 : 0 mM, NaCl, T1 : 100 mM et T2 : 170 mM)	55
Tableau 15	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘ ’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*surle poids frais	56
Tableau 16	Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘ ’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*surle poids sec	57

LISTE DES FIGURES

Figure(1)	Localisation des zones de culture du niébé en Algérie	03
Figure(2)	morphologie d'un plant De*Vignaunguiculatsubspunguiculata*(L.)Walp	05
Figure(3)	répartition des sols salins de Nord de l'Algérie.	14
Figure(4)	Courbes d'hydratation des semences et phases de germination des semences traitées et non traitées.	22
Figure(5)	Aspect des graines la population de *Vignaunguiculata* (L.) Walps étudiées.	26
Figure(6)	Essai de germination de la population de niébé étudiée.	29
Figure(7)	Vitesse de germination de la population de *Vignaunguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines de NaCl et différentes concentrations d'amorçage et différents durée d'amorcage durant 7 jours.	37
Figure(8)	longueur de radiculede la population de *Vignaunguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines de NaCl et différentes concentrations d'amorçage et différents durée d'amorcage durant 7 jours.	41
Figure(9)	longueur de hypocotylede la population de *Vignaunguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines de NaCl et différentes concentrations d'amorçage et différents durée d'amorcage durant 7 jours.	44

Figure(10)	longueur de épicotyle de la population de *Vignaunguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines de NaCl et différentes concentrations d'amorçage et différents durée d'amorcage durant 7 jours.	47
Figure(11)	longueur total de la population de *Vignaunguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines de NaCl et différentes concentrations d'amorçage et différents durée, d'amorcage durant 7 jours	50
Figure(12)	I ndice de vigeure de *Vigna unguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines de NaCl et différentes concentrations d'amorçage et différents durée d'amorcage durant 7 jours.	53

ملخص

تأثيرالمعالجة الاولية للبذور والملوحة على انتاش *Vignaunguiculata*(L.)

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير المعالجة الاولية للبذور على انتاش ونمو صنف من الفاصولياالمحلية المزروعة تحت الضغط الملحي، وذلك من خلال تجربة،

بالنسبة تطرقنا فيها الى دراسة انتاش الصنف13 **P**من ***Vignaunguiculata* L** المأخوذة من منطقة الصحراء (ادرار) التي عرضت لمعالجات اولية مختلفة التراكيز من محلول(**acideascorbique (0.6 mM ,0.8mM, 1Mm** خلال **عدة**ساعات (6سا و12سا و24ساو 48سا.)بالإضافة الى الحصة الشاهدة من البذور غير معالجة اوليا كل هذه البذور انتشت داخل علب بتري في تراكيز مختلفة من كلوريد الصوديوم **NaCl** (0**mM , 100 mM ,** 170Mm) خلال 7 ايام.

النتائج المتحصل عليها تبرهن ان ابتداء من التركيز **170Mm**سجلنا تناقص في سرعة الانتاش ،تطور نسبة الانتاش والنسبة النهائية للإنتاش للفصيلة المدروسة ،ولاحظنا انه عند البذور الشاهدة و البذور المعالجة اوليافي نفس الشروط .الملوحة اثرت على كل مظاهر النمو المبكر (طول الجذير، طول تحت الفلقتين، طول فوق الفلقتين والطول الكلي بالإضافة الى الوزن الرطب والجاف ومؤشر البقاء للنبتة، الفصيلة13**P**

المعالجة الاولية سمحت بتحسين كل مظاهر الانتاش ، البروز وحتي النمو وذلك في كل الظروف الملحية وغير 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 تراكيز المعالجة الاولية فقد برهنت نتائجنا ان التراكيز **0.6mM** و **mM** 0.8 خلال مدة معالجة 6سا و12سا سجلت احسن نتائج مقارنة بالبقية .

الكلمات المفتاحية:

NaCl, ***Vigna unguiculat*** **acide ascorbiqu*e*,**، الضغط الملحي ،الانتاش ،المعالجة الاولية ،النمو

Résumé

Effets du prétraitement des grains et de la salinité sur la germination au *deVignaunguiculata l (walp)*.

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'amorçage des graines sur la germination et la croissance de Vigna unguiculata sous stress salin en expérimentant l'étude du rendement en 13 P de Vigna unguiculata L de la région désertique (Adrar) présenté à différentes concentrations d'amorçage de la solution d'acide ascorbique (0,6 Mm, 0,8 Mm, 1 Mm) sur plusieurs heures (6H ,12H, 24H et 48H). En plus du témoin qui n'pas subit l'amorçage ,Ces graines sont mises à germer dans des boites de pétri à différentes concentrations de NaCl (0,100 mM et 170 mM) pendant 07joure.

Les résultats obtenus montrent que la salinité à partir de 170 Mm, réduit, la vitesse de germination, l'évolution du pourcentage de germination, le pourcentage final de germination des populations étudiées, chez les graines non amorcées et les graines qui ont subi l'amorçage. Dans ces mêmes conditions, la salinité affecte tous les paramètres de croissance précoce (longueur des radicules, longueur des épicotyles, longueur des hypocotyles, longueur total, poids frais et poids sec total) et l'indice de vigueur des plantules.

Les concentration et durées d'amorçage utilisés a permis d'améliorer tous les aspects de, la germination et la croissance précoce dans toutes les conditions salines et non salines., , nos résultats ont montré que les concentrations d'amorçages de 0,6 mM et 0,8 mM d'acide ascorbique au cours de la période de prétraitement de 6H et 12 H et 24 H ont enregistré les meilleurs résultats par rapport au reste.

Mots clés :*Vigna unguiculat* acide ascorbique, NaCl, stress saline, germination , traitement primaire, croissance précoce.

Abstract

Improvement of salt stress tolerance at the germination stage of Vignaunguiculata (L.)Walpers.

The objective of this work is to study the effect of the seed priming on germination and earth growth of Vigna unguiculata under saline stress. of a domestic bean cultivar under saline pressure by experimenting with the study of the 13 P yield of Vigna unguiculata L original respectively of (Adrar) presented to different concentrations of the ascorbic acid solution(priming)(0.6 Mm, 0.8Mm, 1Mm) over several hours (6 H ,12H ,24H and 48H). These seeds are put to germinate in Petri dishes to different concentrations of NaCl (0, 100 Mm and 175 mM) during 07 days.

The results show that the salt concentration 170 mM, reduced, the speed of germination, the evolution of the germination percentage, the final percentage of germination of the studied populations, of non-priming seeds and priming seeds. In these same conditions the salt stress affects all parameters of growth (length of radicules, length of épicotyles, length of hypocotyles, length total, fresh weight and total dry weight) and the seedling vigor index, and we observed that the control seeds and the first treated seeds had the same salinity conditions.

the initial treatment allowed the improvement of all aspects of germination and earth growth in all saline and non-saline conditions.

Effect of initial treatment in saline and non-saline conditions. As for the initial treatment concentrations, our results showed that the concentrations of 0.6mM and 0.8Mm ascorbic acid during the treatment period of 6 H and 12 H recorded the best results compared to the rest.

key words: *Vigna unguiculata* , ascorbic acid , NaCl, ,, salt stress , , primary treatment, growth ,germination .

INTRODUCTION

La salinisation est un problème, écologique majeur qui affecte un nombre croissant de région du globe, fréquemment associe a la contrainte hydrique, elle réduit les surfaces cultivables et menace l'équilibre alimentaire mondial (Derkaoui,2011).

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 cultivées 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 du à l'autre à la mauvaise qualité de l'eau d'irrigation (Pasternak et Malach, 1994, Villa-Castorena*et al*, 2003).

Dans les régions méditerranéennes, la salinité des sols et les eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitatifs de la productivité végétale et du rendement agricole. Ainsi, la sécheresse est l'un des principaux facteurs limitant des rendement, le manque d'eau, souvent associé a d'autre stress abiotique sont responsables de pertes de rendement très importantes (Birrichi, 2010 in Hamsas,2013). 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 .

Sous ces condition la physiologie des plantes est perturbée, les sols salins présentent des perturbations pour la germination des graines, la croissance des plantes, ce qui limite la production agricole (Dantas et *al.,* 2005).

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).

Le niébé, *Vignaunguiculata*(L.) Walpers, est l'une des principales légumineuses alimentaires et fourragères en Afrique (Kouadio *et al*, 2007). Très résistante au climat semi-aride et aride, sa culture est répartie dans toutes les zones tropicales, subtropicales et dans le bassin méditerranéen, Elle est présente dans divers systèmes de production, parmi les plus marginaux, allant des zones irriguées, pluviales aux zones marginales

avec un sol pauvre et un climat aride, comme c'est le cas du Sahara Algérien. Dans de nombreux pays tropicaux, le niébé fournit plus de la moitié des protéines consommées et joue un rôle clé dans l'alimentation des populations autochtones. Les graines de niébé possèdent une grande valeur nutritive.En Algérie, le niébé (*Vignaunguiculata*) est communément appelé, *Lubia kabyle* en Kabylie, *Tadelaght*dans les oasis du Sud ou *Lubiaarebi* dans la région d'El Kala. Il est traditionnellement cultivé et consommé dans certaines régions telles que la Kabylie, la zone Est de la wilaya d'El Taref et les oasis du Sahara où la salinité constitue des facteurs limitant (Ghalmi*et al*, 2005).

L'espèce *Vigna unguiculatasubsp. unguiculata*(L.) Walp.) Fait face à de nombreuses contraintes de production, dont les stress abiotique, notamment la salinité, qui affecte gravement sa productivité (Lawlor, 2013). Plusieurs technique ont été adopté pour améliorer la tolérance à la salinité .

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 (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 des processus métaboliques prégerminatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la radicule (McDonald, 2000, Ghassemi-Golezani*et al*, 2010).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail qui a pour objectif d'étudier l'effet de la salinité sur la germination et croissance précoce de niébé et d'évaluer l'effet de déférente concentration et durées d'amorçages par l'acide ascorbique sur la germination et la croissance précoce de niébé

Alors Quel est l'effet de la salinité sur *Vigna unguiculata*? Quel est l'effet de L'amorçage des graines de niébé par l'acide ascorbique sur la germination ?

Chapitre I : *Vigna unguiculata* L. Walp

I - Généralités

I-1 Origine et répartition géographique

Le niébé [*Vigna unguiculata*(L.) Walp.] constitue l'une des principales légumineuses cultivées et consommées dans les zones tropicales et subtropicales de l'Afrique, d'Asie, d'Europe et d'Amérique (Taffouo et *al*.,2008). C'est une espèce diploïde (2n = 2x = 22) de la famille des Fabaceae qui serait originaire d'Afrique (Coulibaly et *al*., 2002 ; Kuruma et *al*., 2008). La production annuelle mondiale varie entre 3 et 5,5 millions de tonnes de graines sèches (FAO, 2010;Makanur et *al*., 2013.,Shanko et *al.*, 2014) dont plus de 64% sont produits en Afrique (Nkouannessi, 2005). La superficie annuelle cultivée dans le monde s'élève à plus de 11,8 millions d'hectares dont 10,7 millions d'hectares en Afrique de l'Ouest, la plus grande zone de production et de consommation du niébé dans le monde (Ouali-N'goran et *al*., 2014)

En Afrique, on cultive le niébé avant tout pour ses graines sèches, cuisinées sous les formes les plus diverses. Mais, dans de nombreuses régions, on consomme aussi ses jeunes feuilles, fraîches ou séchées, et ses gousses immatures. Dans les régions sahéliennes de l'ouest et dans la région des Grands Lacs, on le cultive comme fourrage. Pour un usage textile, on utilisait dans le passé des niébés à longs pédoncules floraux – cultigroupeTextilis, dont les graines n'étaient en général pas consommées. Ce cultigroupe, présent au début du siècle du delta intérieur du Niger au bassin du lac Tchad (Chevalier,1944), est aujourd'hui en voie de disparition.

en Algérie figure1 , le niébé et traditionnellement cultivé dans la région de Kabylie, lazoneEst d'El kala et du Sahara ; mais actuellement sa culture n'existeplus que sur des superficies très restreintes, relevant souvent du jardinage (Ghalmi*et al*., 2010).

I .1.1.Caractéristique botanique

I.1.1.1 -classification

Le niébé est une plante herbacée annuelle autogame, diploïde dont le nombre chromosomique est 2n=2 x 11=22 (Maréchal *et al.*, 1978), classé comme suit :

Règne : Végétal
Embranchement : Phanérogames (spermaphytes)
Classe : Dicotylédones
Ordre : Légumineux ou Fabales
Famille : Légumineuses ou fabacées
Genre : *Vigna*
Espèce : *Vigna unguiculata subsp. Unguiculata(*L) Walp



Figure(1): Localisation des zones de culture du niébé en Algérie (Chaabena, 1991).

I.1.1.2.-Description botanique

Le niébé est une plante herbacée annuelle tropicale, l'architecture de la plante est très variables à tiges érigée, rampante, volubile, a croissance déterminée ou indéterminée (figure 2). Elle peut atteindre 60 cm de hauteur (Borget, 1989). La racine pivotante et en général bien développé et dépassant 30 cm en début de floraison(Chxau et Foury,1994).

Les feuilles sont alternés, pétiolées, et trifoliolées. Les fleurs du niébé sont hermaphrodites de type classiquepapilionacées, elles sont grandes (2 à 3cm de long) et de couleur variée .allant du blanc au violet (Reamarkers, 2001).

Les fruits sont des gousses allongées, cylindriques, plus ou moins comprimées, avec une extrémité aigue (Bourget, 1989).

Pour les graines la forme est en général ovoïde ou arrondie. Elles ont 5 à6 mm de large. Chaque graine possède un hile elliptique, petit surmonté parle micropyle, la couleur de la tache entourant ce hile est une caractéristique variétale,(Santence ,1985) de

pour les racines **,** la racine pivotante est en général bien développé, ce qui permet au niébé de suivre la descente des nappes d'eau en culture décrue,Les racines portent des

nodules qui renferment des bactéries fixatrices d'azote, la fixation d'azote est considérée comme satisfaisante (Mulongoy, 1985).

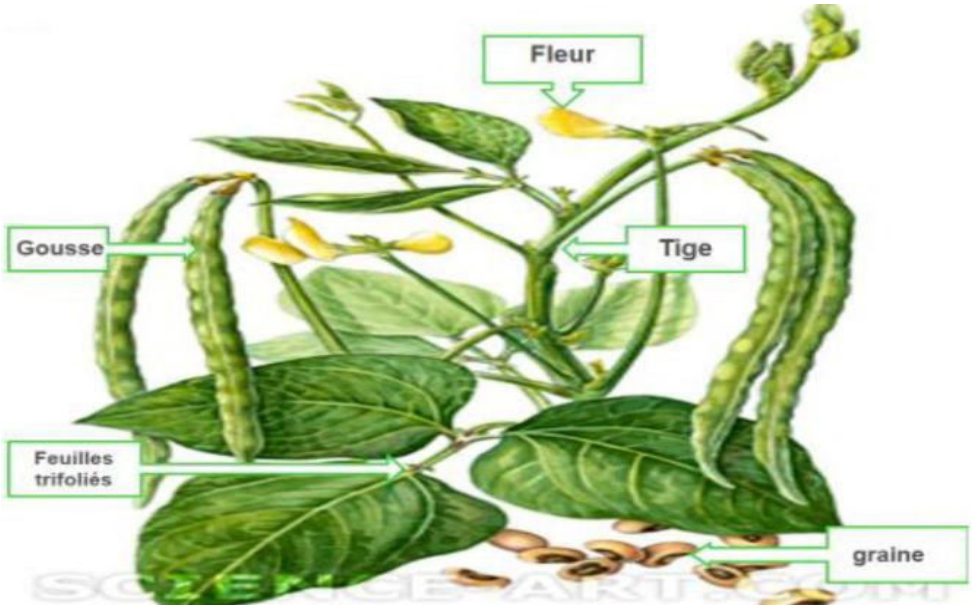


Figure 2 : morphologie d'un plantDe*Vigna unguiculata subsp Unguiculata* (L.) Walp (Source :www.Science-art.com).

I. 1.2. caractéristique Phénologique:

I.1.2.1. 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.1.2.2. Croissance :

La croissance initiale est lente jusqu'au début de la fixation de l'azote (Latati ,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 ou grimpantes(Stanton *et al*, 1970).

I.1.2.3. 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 , 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). 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.1.2.4. Mode de reproduction et biologie

Le niébé est une légumineuse herbacée tropicale. Le gel lui est fatal et une température d'au moins 8 à 11°C est nécessaire à tous les stades de son développement; la température optimale se situe autour de 28 °C (Craufurd *et al., 1997).*

La germination du niébé est épigée. Les réserves contenues dans les cotylédons qui vont perdre tout leur poids avant de tomber - assurent une croissance vigoureuse à la plantule. La racine pivotante est en général bien développée, ce qui permet au niébé de suivre la descente des nappes d'eau en culture. Les racines portent des nodules qui renferment des bactéries fixatrices d'azote. La fixation de l'azote atmosphérique est considérée comme satisfaisante (MULONGOY, 1985).
Les deux premières feuilles sont opposées, sessiles et entières. Les feuilles sont ensuite alternes, pétiolées et trifoliolées. Outre une feuille, chaque nœud de la tige porte deux stipules prolongées sous l'insertion - ce qui caractérise V. *unguiculata*- et trois bourgeons axillaires capables de donner une tige latérale ou une inflorescence, même si un seul se développe, en général. L'architecture de la plante est très variable selon le génotype et les conditions de température et de photopériode : depuis les formes érigées avec quelques courtes branches latérales jusqu'aux formes rampantes ou volubiles portant des tiges de cinquième ordre et plus, dont les branches de premier et de deuxième ordre peuvent dépasser 5 mètres de long.
L'inflorescence, toujours axillaire, est formée d'un pédoncule mesurant 10 à 30 centimètres, au bout duquel se trouve le rachis dont chaque nœud porte une paire de fleurs et un bourrelet de nectaires extrafloraux. Les fleurs papilionacées sont de grande taille. Les croisements sont faciles à réaliser (FERY, 1985).
Le niébé est une plante annuelle autogame (FERY, 1985). Chez les formes cultivées, les fleurs s'ouvrent en général à la fin de la nuit pour se fermer en fin de matinée.

Certaines formes spontanées pérennes sont considérées comme allogames. Ces formes se caractérisent par un syndrome floral allogame – fleurs plus grandes, plus claires, à fort arôme, susceptibles de s'ouvrir deux jours consécutifs - et par une disposition particulière des anthères et du stigmate, qui empêche la remontée du pollen vers le stigmate, ce qui n'est pas le cas chez les fleurs autogames (Lusu, 1979)**.** Pour les fleurs allogames, le taux de nouaison est faible et varie de 0 à 40 % - contre 70 à 100 % chez les formes autogames. Celte faible nouaison peut être compensée par une fécondation manuelle. Les formes allogames se caractérisent enfin par un nombre de grains de pollen par anthère plus élevé, de 600 à 1 200 contre 200 à 700 pour les formes autogames, même si l'indice de Cruden est peu modifié: 2,41 à 2,90 pour les formes allogames contre 2,38 à 2,64 pour les formes autogames (PASQUET, 1996)**.**

I.1.2.5. 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.1.2.6. rendement :

La production mondiale de niébé s'élève à 1.400.000 tonnes an. 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 **(**Ben temi ,2016). Le reste de la production est assurée par les autres régions du continent ainsi que l'Asie et l'Amérique . (Ben tenni ,2016)

I.1.3 Ecologie du niébé :

Le niébé est résistant à la sécheresse **(**Bentenni,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 ,2016 **)**

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

I.1.3.1. 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.1.3.2. 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.1.3.3. 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.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.2.1- importance économique

D'après Timko et Singh (2008), le niébé présente un intérêt économique par la commercialisation de ses produits et sous-produits. En outre, les variétés précoces, capables de produire en 55 jours après le semis fournissent souvent aux agriculteurs la première source de nourriture de la compagne avant toute autre récolte.

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

I.2.2- importance nutritionnel

La valeur nutritionnelle des graines est élevée avec en moyenne 23 à 25% de protéines et 50 à 67% d'amidon, Riche en lysine et en tryptophane ainsi qu'en minéraux et vitamines, entre autre l'acide folique[ce qui confère au niébé un rôle important dans la lutte contre la déficience protéique chez les enfants (Sawadogo, 2009)(Tableau 01). Ceci permet de compenser en partie le déficit en protéines animales dans les pays tropicaux et en voie de développement soufré **.**

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

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

I.2.3-importance agronomique

La culture du niébé permet un enrichissement du sol en azote par l'intermédiaire de bactéries fixatrices d'azote atmosphérique.
La culture du niébé ne nécessite pas d'apports importants d'engrais ,(Quin ,1997) **.** montre qu'un hectare du niébé rapporte 40 à 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 adventices.

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

I.3-Condition de stockage de niébé

Le stockage des graines dépendent de l'humidité de la graine. Une humidité de 8 à 9 % est recommandée pour le stockage de longue durée (Winch, 2006**).** L'eau contenue dans les graines existe sous deux formes : L'eau de composition, contenue à l'intérieur des cellules végétales et l'eau libre qui se trouve à la surface des cellules, dont une

partie est absorbée superficiellement par ces dernières. C'est cette eau libre qui conditionne la conservation des graines (Amari , 2014).

I.4 Maladies et ravageurs

SINGH et ALLEN, (2006)ont mentionné les contraintes biotiques qui entravent le développement du niébé. Ces contraintes sont consignées dans le (Tableau02)**.**

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

Insectes, maladies et plantes	Nom commun	Agent causal	Symptômes
Insectes	**Les aphides** **les thrips des fleurs**	***Aphiscraccivora*** ***Megalurothripssjostedti*** ***Marucavitrata***	***Reduction de la croissance des plants l 'apparition de certain chloroses***
Maladies cryptogamiques	**L'ascochytose** **Les taches brunes**	***Phomaexigua*** ***Colletotrichumtruncatum***	**Lésion rougeâtres**
Maladies bactériennes	**Le chancre bactérien** **pustules bactériennes**	***Xanthomonascampestris*** ***Xanthomonasaxonopodis***	**Le chancre bactérien**
Maladies virales	**la mosaïque du niébé** **mosaïque jaune du niébé**	***Cowpea sever emosaic*** ***Cowpea yello mosaic***	**Nanisme** **Lesion locales chloritique**

Chapitre II : Salinité

I. Généralités :

II.1. Définition de la salinité

La salinisation des sols est une accumulation de sels solubles à la surface ou en dessous de la surface des sols, à des niveaux nuisibles pour la croissance des plantes et/ou les sols. En dépassant un certain seuil de minéralisation, le sol acquiert le caractère salé et les végétaux subissent une sécheresse physiologique due à une pression osmotique trop forte et à une toxicité en certains éléments. La salinité des sols et des eaux constituent un obstacle majeur sur la croissance des végétaux dans les régions arides et semi-arides. Elle est un facteur limitatif majeur de la productivité agricole, ces charges en sels soumettent les plantes à un stress permanent (Bennabi., 2005).

La liste des sels en cause varie selon le cas de salinité, le plus fréquent en zone semi-aride est d'avoir de chlorures ou des sulfates de sodium ou de magnésium (Forges, 1972 in Boutelli, 2012).

II.2.Origine et les cause de la salinité

L'origine des sels responsables de cette salinité est diverse : marine actuelle ou ancienne, pétrographique due aux ions libérés par l'altération de certaines roches sédimentaire, volcanique hydrothermale, éolienne apportée par des embruns ; elle est aussi très souvent anthropique induite par la mise en valeur hydro agricole et autres aménagements (eaux d'irrigation, remontées de nappes phréatiques, engrais, solutions nutritives des serres et des cultures hors sol, effluents urbains, etc.) (Zid et Grignon., 1991)

-Causes principales de la salinisation

Utilisation d'une eau d'irrigation de qualité médiocre et lessivage naturel insuffisant.

Remontée de la nappe souterraine à proximité de la surface et transport de sels par remontées capillaires **,** (Mermoud, 2006).

Les types de salinité :

Bien que l'altération des roches et les minéraux primaires soit la principale source de tous les sels, les sols salés sont rarement formés par accumulation de sels in situ. Plusieurs causes sont à l'origine de ce phénomène (Maillard, 2001).

II.2.1.-Salinisation primaire :

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

II.2.2-Salinisation secondaire:

Dans ce cas, le sol avait déjà formé etavait acquis une personnalité pédologique .Par exemple, si une partie d'une plaine littorale est envahie par la mer bien que le contact soit direct, la salinisation reste secondaire. Il en est de même d'un sol alluvial qui se sale sous l'effet de la remontée d'une nappe chlorurée. Cette distinction tend à faire préciser à quel moment de son histoire, un sol a acquis le caractère halomorphe (Abbani et Abdel-Laliy., 2005).

Induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées (Memoude, 2006). C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit à la formation d'un sol salin 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 entrainent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol.

II.3-**Importance de la salinité**

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

Lessivage, c'est-à-dire la quantité d'eau apportée par irrigation ou par des pluies en besoins de la culture et l'efficience du lessivage. La composition ionique de l'eau d'irrigation et la tendance de quelques ions, tels que Ca++, HCO3-, SO4, à précipiter après l'extraction de l'eau du sol.

Propriétés physiques du sol tel que l'infiltration, les caractéristiques hydriques et le drainage (Antipolis, 2003).

La salinité peut suivant la dose de sel avoir un effet stimulateur sur la croissance et le développement de le plante, cet effet stimulateur a été démontré par Bidai ,(2001). La salinité présente des effets bénéfiques sur la germination et la croissance des quelques espèces à des niveaux très faibles (Asloum , 1990).

II.4.principaux sels solubles

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

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

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

Les chlorures : principalement : le chlorure de sodium (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.5.la classification des sols salés

Maillard (2001) a classé les sols selon le tableau 03 :

Tableau 03: classe de la salinité des sols (Maillard, 2001)

Classe	Conductivité de l'extrait de sol saturé (DS/m)
Non salins	0-2
Légèrement salins	2-4
Modérément salins	4-8
Fortement salins	8-16
Très fortement salins	<16

II.6.La répartition géologique de la salinité en ALGERIE :

D'après SZABLOCS en 1994, 3,2 millions d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus dé salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. Ce phénomène est observé dans les plaines et vallées de l'ouest du pays (Mina,Cheliff, HabraSig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), (figuire3) aux abords des chotts et de Sebkhas (ChottsChergui, Chottgharbi, ChottHodna, Chottmelghir, Sebkha d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazher Gharbi et Chergui, etc...) et dans le grand sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).Les zones semi arides et arides couvrent près de 95% du territoire (Benkhelf et *al.,* 1999).

Les sols salés sont très répandus dans les régions arides, représentant 2 hectares (Hamdy,1999).

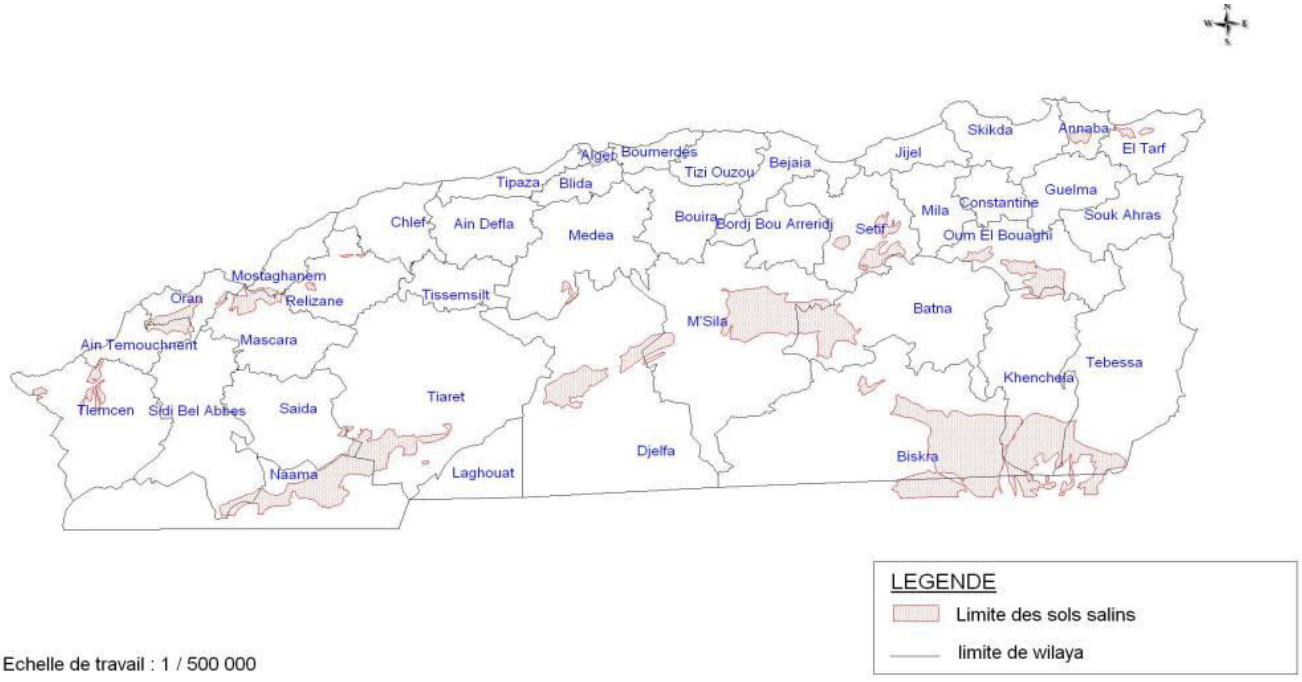


Figure 03:répartition des sols salins de Nord de l'Algérie (Hamdy ,1999).

II.7.Stress salin

Selon (Baiz, 2000) le stress salin est défini comme la présence d'une concentration excessive de sels solubles dans le sol ou dans l'eau d'irrigation. Dans le langage.

courant, le sel est le chlorure de sodium alors que dans la chimie un sel est le produit de la neutralisation d'un acide par une base (ou salification).au point de vue agronomique, la «salinité» d'un milieu correspond à une surcharge en sels minéraux de solution du sol ou la solution nutritive (Flowers, 2004) .

II.8.Effet de la salinité sur les plantes

La salinité du sol ou de l'eau est causée par la présence d'une quantité excessive de sels. Généralement un taux élevé de Na^+et Cl^- cause le stress salin. Le stress salin a un triple effet: il réduit le potentiel hydrique, cause un déséquilibre ionique ou des perturbations en homéostasie ionique et provoque une toxicité ionique. Cet état hydrique altéré conduit à une croissance réduite et limitation de la productivité végétale. Depuis que le stress salin implique aussi bien le stress osmotique qu'ionique (Hayashi et Murata, 1998 in 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 (GreenwayetDas, 2005**).**

Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique, ionique ou toxique(Mangel et Kirkby, 1982 in Snoussi et Halitim, 1998).

- **Le stress osmotiques** : se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation, nécessaire au déclenchement du processus de germination (Mangel et Kirkby, 1982 in Snoussi et Halitim, 1998).
- **Le stress ionique** : ce composant supplémentaire de stress salin est attribuable au rapport $(K^+)/(Na^+)$ échangeable et la concentrations du (Na^+) qui sont néfastes aux plantes. La toxicité du Na^+ ionique peut être manifestée dans l'apoplaste cellulaire dû à son déplacement de/ou substitution pour le (Ca^{2+}), comme ils ont un rayon ionique semblable de 0.097 nm et 0.099 nm pour (Na^+) et (Ca^{2+}) respectivement. Cela résulte en une interruption de fonctions du (Ca^{2+}) dans l'apoplaste cellulaire aussi, fortes et constantes concentrations physiologiques de (K^+) (100-200 Mm) avec concentrations basses de (Na^+) 1 à 30 Mm est exigé dans le cytoplasme pour les processus cytoplasmiques normaux (Maillard, 2001).

- **Le stress toxique** : est lié à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination l'homéostasie (Haouala *et al*, 2007).

II.8.1L'effet de la salinité sur la germination

La présence de sel en excès dans le sol est un des facteurs critiques qui affecte défavorablement la germination de la graine, empêchant les espèces de s'adapter aux environnements salin (Sosaet *al*.,2005).Kakari, (2001), a aussi exposé l'effet de sels sur la germination; il a constaté que les sels provoquaient une diminution de l'imbibition du fait d'une diminution du potentiel d'eau. De plus lorsque des graine de blé sont germés en milieu salin (NaCl à 200 Mm), le profil protéique est altéré (Hurkmanet Tanaka, 1987).

II.8.2 L'effet de la salinité sur la croissance

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

II .8.3Effet de la salinité sur la morphologie des plantes:

La salinité affecte toute la plante mais elle freine davantage la croissance des parties aériennes que celle des racines.

II .8.3.1Effet de la salinité sur les racines:

Selon Levigneron*etal*, (1995), les racines sont les premières à réagir. Selon Brun en (1980), l'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à desplantes naines. La masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles.

II .8.3.2Effet de la salinité sur les tiges:

La longueur des tiges est réduite par l'excès de sel dans le sol (Aberkane, 1992). Pour le Tournesol, la réduction de la hauteur de la tige est de 30cm.

II .8.3.3-Effet de la salinité sur les feuilles:

Des concentrations élevées de sel tel que le Ca++, Mg++ et les bicarbonates provoquent des nécroses sur les feuilles, des décolorations et la réduction de la chlorophylle, (Saidoune, 2000).

II.8.4L'effet de la salinité sur l'absorption

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 (Jaboune, 2008).

II.8.5L'effet de la salinité sur le comportement biochimique de la plante:

Dans des conditions salines, il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes et du changement qualitatif et quantitatif dans la protéosynthèse (Reyolds *et al*, 2001**).** Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité (Alem et Amri, 2005).

Chez diverses espèces, plus ou moins résistantes, on a observé une augmentation des sucres totaux résultant d'un blocage de la glycolyse ou du saccharose provenant d'une forte hydrolyse de l'amidon (Asloum, 1990**).** Selon Hadjadj (2009) l'accumulation des sucres solubles est importante dans les feuilles des plantes stressées. D'autre part, AspinalletPaleg(1981) in Aguenral (2001), signalent que la proline est l'acide aminé le plus caractérisé des plantes soumises au stress salin.

L'importance de la proline comme indicateur aux agressions semble jouer un rôle dans le maintien des pressions sol-vacuole, mais aussi dans la protection des membranes et des systèmes enzymatiques. Ainsi qu'un régulateur du pH (AlemetAmri, 2005).Hernandez, (2000) . a constaté que: le génotype tolérant accumule plus de proline que le génotype sensible de *Cicer arietinum* ,à des concentration inferieures à 100mMde Na Cl, la proline aurait aussi un rôle dans la limite de l'osmorégulation.

II.8.6L'effet de la salinité sur la photosynthèse:

L'effet de la salinité sur la photosynthèse, dépend de la concentration des sels de l'espèce et de la plante, (Omani, 2005). La salinité réduit l'assimilation de CO_2 par des réductions de surface des feuilles (Munn S *et al*,2006), conductibilité des stomates (Parida*et al*, 2002), efficacité des enzymes photosynthétique et le bon fonctionnement de photosystèmes (Redondogomez et *al*., 2008).

Le taux de la chlorophylle et des caroténoïdes des feuilles diminue en général sous les conditions de stress salin. Les feuilles les plus âgées commencent à développer une chlorose et finissent par tomber sous l'effet du stress salin (Agastianet *al*,2000).Par contre, Wang et Nil (2000) ont rapporté que la chlorophylle augmente sous les conditions de salinité chez *Amaranthus.* Chez *Grevileea,* la chlorophylle et les caroténoïdes diminuent significativement sous le stress salin, mais . les pigments anthocyaniques augmentent significativement dans ce cas de stress salin (Parida et Das2005).

II.8.7L'effet de salinité sur la nutrition minérale de la plante

Les effets nutritionnels surviennent lorsque l'accumulation des ions Na+dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K+ et Ca++ et NO3- (Parida et Das, 2005 ; Haoula et *al*,2007).

II.8.8L'effet 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 (Romeroaranda et *al,*2001 in Parida et Das, 2005).

II.8.9Effets du stress salin sur le rendement

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

II.9La classification des végétaux selon leur résistance et/ou tolérance :

II.9.1. Les halophytes

Selon Tsope(1939)inOudina(2014),les plantes halophytes sont divisées en quatre classes :

a . Les halophytes obligatoires: ce sont des plantes qui exigent les sels Pendant toute leur cycle de vie.

b. Les halophytes préférentielles: ce sont des plantes qui exigent les sels pour leur croissance optimale, mais elles existent aussi dans les environnements non salins.

c. Les halophytes accidentelles: ce sont les plantes qui se trouvent dans les environnements salins par accidents.

d. Les halophytes résistantes: ce sont des plantes qui peuvent se développer dans les milieux saline

II.9.2.Les glycophytes

Venant du grec=doux s'opposent aux halophytes. Ne peuvent tolérer le stress salin, et sont sévèrement troublés ou même tués par 100 à 200mol/l de Nacl(Belkhodja, 2006 In Gaid, 2015)On peut distinguer deux comportements des plantes vis-à-vis du sel : les includer et les excluder :

a.Exclusion

Selon Sentenac et Berthomieu(2003) in Lahouel(2014),la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine.

Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramificationsde la racine. D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus. Il est aussi indiqué que la capacité d'exclusion de (Na^+) et/ou (Cl^-) des tiges est bien corrélée au degré de tolérance au sel. Le maintien d'une faible concentration de Na^+ dans les racines, évitant une translocation excessive aux tiges; mais, il peut être aussi lié a une mobilité élevée de cet élément dans le phloème. Cependant, certaines mesures physiologiques concordent pour suggérer l'existence d'une expulsion active du sodium cytoplasmique vers l'apoplasme ou vers la vacuole protégeant ainsi les

équipements enzymatiques du cytoplasme dans les organes aériens (Greewayet Munns,1980 in Lahouel,2014).

b.Inclusion

La plante 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 de cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmesde pompes moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule.

le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (Berthomieu et *al*., 2003), ou excrété par des glandes vers l'extérieur (Alem et Amri,2005**).** l'excrétion dans les glandes a sel est très spécifique; d'abord Na,Cl^- et HCo_3^-sont excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca2, No_3^-,S_4^-et $H_2PO_4^-$sont maintenus contre leur gradient (Hopkins,2003).

II.10.1. Mécanismes d'adaptations morphologiques

On peut résumer ces caractéristiques par ces points :

Diminution de la croissance végétative

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.10. Mécanismes de tolérance des plantes au stress salin

II. 10.2. Mécanismes physiologiques :

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

a. 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 àmaintenir le potentiel hydrique de la plante inférieur à celui de la solution du sol (Lemee, 1978**).**

b. 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.

II.11. Niébé et stress salin :

D'après Mass et Hoffman, 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*etal.***,**ont observé plusieurs réactions du niébé sous stress salin. Elles se manifestent par une réduction de la croissance, une perturbation de l'équilibre hydrique de la plante et une augmentation des teneurs en solutés inorganiques dans différentes parties de la plante, dues à l'accumulation des ions Na+ et Cl^-. Murillo-Amador*et al.* Ont montré que la salinité retarde la germination des graines du niébé et réduit le pourcentage de germination. Cependant, ces effets diffèrent selon les génotypes Pereira Souza *et al* ,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.12.M**éthodes 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.1.12. Définition

Les traitements pré germinatifs (ou de pré germination) représentent des méthodes physiologiques qui améliorent la production végétale en modulant les activités métaboliques de la germination avant l'émergence de la radicule (Taylor and Harman, 1990), c'est à dire au cours de la phase réversible de la germination , au cours de laquelle la semence peut revenir à son état initial sans dommages (Boucelha et Djebbar, 2015). Au cours du priming, les semences sont hydratées partiellement à un niveau d'humidité suffisant pour permettre le déroulement des processus métaboliques pré

germinatifs, mais insuffisant pour assurer la percée de la radicule (Ghassemi-Golezani et *al*., 2010; Boucelha et Djebbar,2015;Boucelha et *al.,* 2019), Beaucoup d'auteurs ont montré, chez différentes espèces de grandes cultures telles que le haricot, la lentille, le blé, le mais, le riz, le pastèque, le melon, la tomate, la carotte et l'amarante, que le priming des semences permet la levée de la dormance, l'accélération et la synchronisation de la germination (McDonald, 2000) ainsi qu'une meilleure croissance, une floraison plus précoce, une plus grande tolérance aux stress abiotique et un rendement plus élevé (Boucelha et Djebbar, 2015).

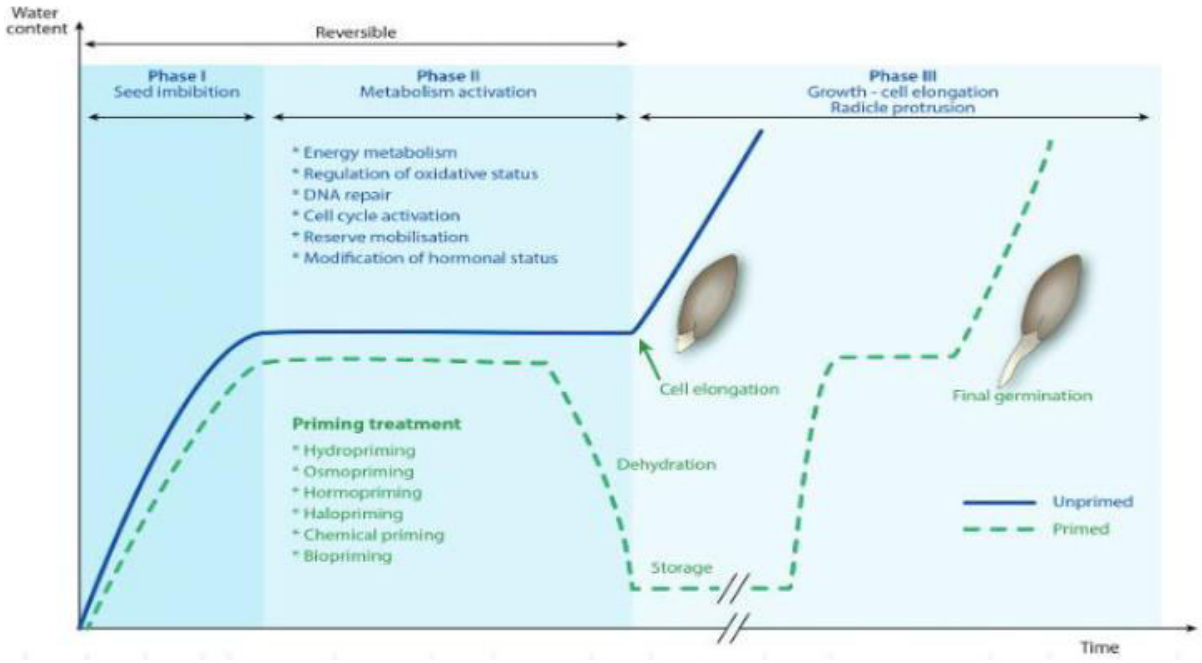


Figure 4 :Courbes d'hydratation des semences et phases de germination des semences traitées et non traitées (Lutts et *al*., 2016)

II.12 .2 Type de priming

Les méthodes de traitement pré germinatif des semences peuvent être divisées en deux groupes selon que l'absorption d'eau est incontrôlée (hydro et hormopriming) ou contrôlée (osmose et chimio priming) (Taylor et *al*., 1998).

a - Hydro priming ou redéshydratation

a-1 Simple hydro priming :

C'est la technique de traitement pré germinatif la plus simple consistant à imbiber avec de l'eau les semences puis à les redéshydrater avant le semis (GhassemiGolezani et

al., 2008). Cette technique est peu coûteuse et évite l'utilisation de produits chimiques qui peuvent être préjudiciables pour l'environnement (McDonald, 2000; GhassemiGolezani et *al*., 2008).

a.**2 Double hydro priming**

Le double hydro priming, traitement inédit, employé par Boucelha et Djebbar (2015) consiste à faire subir aux semences un double cycle d'hydratation redéshydratation. Ce nouveau traitement offre de meilleurs résultats en améliorant très significativement les performances germinatives, la croissance ainsi que la tolérance aux stress chez *Vigna unguiculata* (Boucelha et Djebbar, 2015).

b -Osmopriming

C'est le type de prétraitement de semences le plus communément utilisé. Il consiste à faire subir aux grains un traitement pré germinatif osmotique seul ou suivi d'une redéshydratation. Cette hydratation contrôlée des semences est réalisée grâce à des agents tels que : le polyéthylène glycol (PEG), les sels (KNO3, NaCl, KCl) ou les polyols (mannitol) (Bradford, 1986; Yari et *al*. 2010). Plusieurs auteurs ont montré que les plantules issues de grains osmose-conditionnés avaient une émergence accélérée se traduisant par un taux final d'implantation plus élevé, voire même des effets favorables sur le rendement (Boucelha et Djebbar, 2015).

c-Chimio priming

Ce type de traitement consiste à imbiber les graines dans des solutions contenant des substances chimiques pendant des durées différentes à des concentrations précises. Ce traitement permet l'activation de certaines voies de signalisation permettant de meilleures performances germinatives. Ceci est possible par l'implication du Ca^{+2} suite à une incubation en présence de $CaCl_2$ d'une part, et du NO par utilisation du nitroprussiate de sodium (Djebbar, 2015).

d**- Hormopriming:**

C'est un type de traitement, récemment appliquées, qui repose sur l'utilisation des traitements des graines par les phytohormones telles que l'acide gibbérellique, l'acide salicylique et l'acide ascorbique, l'acide indole 3-acétique à des concentrations et durées précises (Boucelha et Djebbar, 2015).

e -Halopriming

Consiste à tremper les graines dans une solution de sels inorganiques. De nombreuses études ont montré une amélioration considérable dans la germination des graines, l'émergence, la croissance et le rendement des plantes suite à l'haloprimings des graines dans les soles affectés par la salinité. (Ashraf , 2008)

f.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. 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. Bien que le traitement des semences de pré semis 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 (Gholam M ,20015).

II. 12. 3 .Mécanismes du priming

Il a été bien montré que les effets positifs du priming sont associés à diverses modifications physiologiques, biochimiques, cellulaires, moléculaires et génétiques, Certaines conséquences du priming sont peut être dues à la méthylation de l'ADN ou à la conformation spatiale de la chromatine (Boucelha et al., 2019).

Ainsi, les phénomènes épigénétiques sont d'une importance capitale pour la compréhension de nombreux phénomènes en biologie des plantes; ils jouent un rôle déterminant dans l'adaptation des plantes à leur environnement (Hebrard, 2012). Ces changements épigénétiques sont modulés lors du développement et de l'exposition au stress, résultant en un mécanisme de défense plus efficace (Bruce et al., 2007; Tanou et al., 2012).

II.12.5.Inconvénient du priming

Paradoxalement, un effet négatif de l'hydropriming a été montré par plusieurs auteurs. En effet, la longévité des semences traitées est souvent réduite (Varier et al., 2010; Boucelha, 2015).

Partie Expérimentale

Chapitre I: Matériel et Méthodes

I. Effet des différentes concentrations d'amorçage des graines sur la germination et croissance précoce de populations de niébé soumise au stress salin :

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 concentrations de l'acide ascorbique (priming) ainsi que la durée de priming sur les performances germinatives de la population (P13) de niébé (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) soumises au stress salin.

La population de niébé P13 est originaire du Sahara (Adrar), et provient de l'Institué Technique de Culture Maraichères et Industriel (I.T.C.M.I).

I.1 Matériel végétal

Notre matériel végétal est constitué d'une population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps p13 (Figure 5)



Figure 5 : Aspect des graines de la population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiée.

Les principaux caractères agromorphologiuqes des populations étudiée et leur localisations géographique sont présentés dans le tableau04

Tableau 04: Caractéristiques agro morphologiques de la population de *Vigna unguiculata* (L.) Walps étudiée et sa localisation géographique.

Population	P13
Origine géographique	Adrar, Sahara
Longitude	27°49n
Latitude	27°49n
Altitude (m)	279
Type du climat originaire	Climat désertique avec un hiver froid et un été très chaud et sec
Couleur des graines	Beige brune
Longueur des graines (cm)	0,8
Forme des graines	Rhomboïde
Texture des graines	Lisse
Poids de 100 graines (g)	11,171

I.2. **Méthode d'étude**

I.2.1.Amorçage des graines

-Les graines sont stérilisées dans une solution d'hydrochlorate de sodium 5% pendant 5 minutes

-puis rincées les granies trois fois à l'eau distillée.

- Quatre concentrations de priming appliquées de l'acide ascorbique(NP0(0 mM) 0.6mM, 0.8 Mm et 1 mM) Quatre durées de priming dans l'acide ascorbique ont été appliquées ainsi, les graines d'écotype ont été imbibées pendant 6H, 12H ,24H , ou 48H à température ambiante dans les solutions de priming.

Les graines non traitées (non *priming*) sont stérilisées pour servir de témoin. Donc, nous avons :

-le témoin non *priming* ***NP***

-[0.6mM] d'acide ascorbique = (0.1056g/l) pendant 6H ,12H, 24H ou 48H

-[0.8mM] d'acide ascorbique = (0.140896g/l) pendant 6H ,12H, 24 ou 48H

-[1mM] d'acide ascorbique = (0.17612g/l) pendant 6H ,12H, 24H ou 48H

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 10 graines, soit 3 répétitions. 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. Le dispositif est un bloc randomisation totale (tableau 05), avec une population (p13) 3 traitements salins (T0, T1, T2), 3 répétitions, 4 concentration d' acide ascorbique (Témoin : *Non priming*,0.6 Mm ,0.8Mm et 1mM) et 4 durée (6H,12H , 24H et 48H) , soit un total de 117 boites de Pétri.

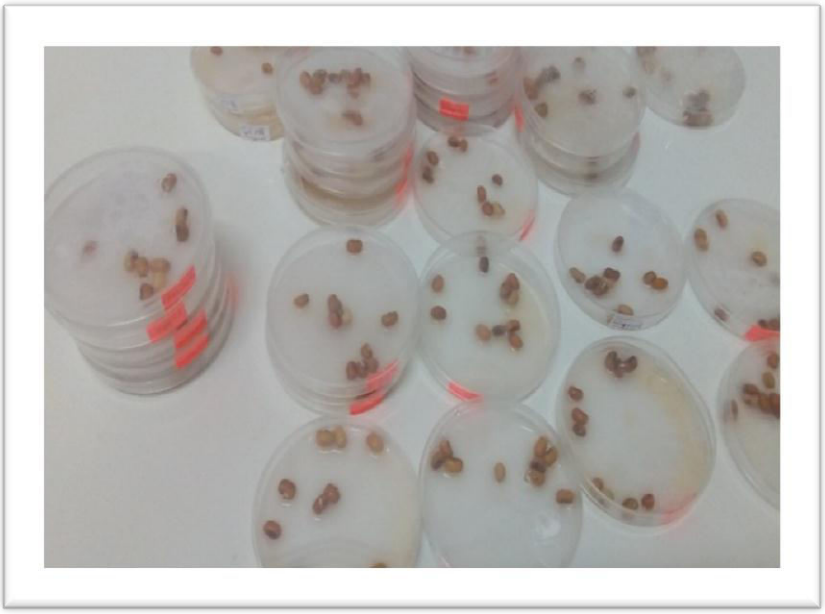


Figure 06 : Essai de germination de la population de niébé étudiée.

Chaque répétition comprend trois 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 170mM/l (9,94g/l) .

facteur 2 : représente 4 niveaux de concentration de priming utilisés : Témoin (Non priming) :0.6mM ,0.8mM et 1mM de acide ascorbique.

facteur 3 : paramètre de croissance représente la durée de priming par l'acide ascorbique (6H ,12H ,24H et 48H).

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,(1970).

II.3**Paramètres étudiés**

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

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

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

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

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 :

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 autoclave à 50 °C pendant 48H.

II-4Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un bloc randomisation total avec : 3 répétitions, 1 populations (P13) et 3 traitements salins, 3 concentration de *priming* (0.6Mm, 0.8Mm et 1Mm ; le témoin sans priming) et 4 durées (6H , 12H, 24H et48H).Soit un total de 117pots.

Tableau 05 : Le dispositif expérimental en bloc randomisation total :R répétition

témoinT_0 R_1	T0 0.6 M 12H R2	TémoinT_1 R_2	T1 0.6 M 12H R2	TémoinT_1 R_2	T1 0.6 M 12H R2
témoinT_0 R_2	T0 0.6 M12H R3	TémoinT_1R_3	T1 0.6 M12H R3	TémoinT_1R_3	T1 0.6 M12H R3
témoinT_0 R_3	T0 0.6 M24H R1	T1 0.6M 6H R1	T1 0.6 M24H R1	T1 0.6M 6H R1	T1 0.6 M24H R1
T0 0.6M 6H R1	T0 0.6M 24H R2	T1 0.6M 6H R2	T1 0.6M 24H R2	T1 0.6M 6H R2	T1 0.6M 24H R2
T0 0.6M 6H R2	T0 0.6M 24H R3	T1 0.6M 6H R3	T1 0.6M 24H R3	T1 0.6M 6H R3	T1 0.6M 24H R3
T0 0.6M 6H R3	T0 0.6 M 48H R1	T1 0.6 M12H R1	T1 0.6 M 48H R1	T1 0.6 M12H R1	T1 0.6 M 48H R1
T0 0.6 M12H R1	T0 0.6 M 48H R2	T1 0.6M 12H R3	T1 0.6 M 48H R2	T1 0.6M 12H R3	T1 0.6 M 48H R2
T0 0.6M 12H R3	T0 0.6 M 48H R3	T1 0.6M 12H R1	T00.6 M 48H R3	T1 0.6M 12H R1	T00.6 M 48H R3
T0 0.6M 12H R1	TémoinT_1R_1	T1 0.6M 12H R1	TémoinT_1R_1	T1 0.6M 12H R1	
témoinT_0 R_1	T0 0.8M 12H R2	TémoinT_1 R_2	T1 0.8M 12H R2	TémoinT_1 R_2	T1 0.8M 12H R2
témoinT_0 R_2	T0 0.8M12H R3	TémoinT_1R_3	T1 0.8M12H R3	TémoinT_1R_3	T1 0.8 M12H R3
témoinT_0 R_3	T0 0.8M24H R1	T1 0.8M 6H R1	T1 0.8M24H R1	T1 0.8M 6H R1	T1 0.8M24H R1
T0 0.8M 6H R1	T0 0.8M 24H R2	T1 0.8M 6H R2	T1 0.8M 24H R2	T1 0.8M 6H R2	T1 0.8M 24H R2
T0 0.8M 6H R2	T0 0.8M 24H R3	T1 0.8M 6H R3	T1 0.8M 24H R3	T1 0.8M 6H R3	T1 0.8M 24H R3
T0 0.8M 6H R3	T0 0.8M 48H R1	T1 0.8M12H R1	T1 0.8 M 48H R1	T1 0.8M12H R1	T1 0.8 M 48H R1
T0 0.8M12H R1	T0 0.8 M 48H R2	T1 0.8 12H R3	T1 0.8 M 48H R2	T1 0.8M 12H R3	T1 0.8M 48H R2
T0 0.8M 12H R3	T0 0.8M 48H R3	T1 0.8 12H R1	T00.8 M 48H R3	T1 0.8M 12H R1	T00.8 M 48H R3
T0 0,6M 12H R1	TémoinT_1R_1	T1 0.8M 12H R1	TémoinT_1R_1	T1 0.8M 12H R1	
témoinT_0 R_1	T0 1M 12H R2	TémoinT_1 R_2	T1 1M 12H R2	TémoinT_1 R_2	T1 1M 12H R2
témoinT_0 R_2	T0 1M12H R3	TémoinT_1R_3	T1 1M12H R3	TémoinT_1R_3	T1 1M12H R3
témoinT_0 R_3	T01M24H R1	T1 1M 6H R1	T1 1 M24H R1	T1 1M 6H R1	T1 1M24H R1
T0 1M 6H R1	T0 1M 24H R2	T1 1M 6H R2	T1 1M 24H R2	T1 1M 6H R2	T1 1M 24H R2
T0 1M 6H R2	T0 1M 24H R3	T1 1M 6H R3	T1 1M 24H R3	T1 1M 6H R3	T1 1M 24H R3
T0 1M 6H R3	T0 1M 48H R1	T1 1M12H R1	T1 1M 48H R1	T1 1M12H R1	T1 1 M 48H R1
T0 1M12H R1	T0 1 M 48H R2	T1 1 12H R3	T1 1M 48H R2	T1 1M 12H R3	T1 1M 48H R2
T0 1M 12H R3	T0 1M 48H R3	T1 1 12H R1	T0 1 M 48H R3	T1 1M 12H R1	T01 M 48H R3
T0 1M 12H R1	TémoinT_1R_1	T1 1M 12H R1	TémoinT_1R_1	T1 1M 12H R1	

II .5.Analyse statistique

La signification statistique des résultats obtenu au cours de cette étude a été testée par : une analyse de la variance à 3 facteurs (facteur traitement salin, facteur de concentration de priming et la durée de 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 25 pour effectuer ces tests. Les courbes ont été réalisées par l'Excel 2010.

II- Résultats et Discussion

II .1.Résultats

Les résultats concernant l'influence des différentes concentrations d''acide ascorbique et la de priming sur la germination, la croissance précoce, sous stress salin de populations de *Vigna unguiculata* (P13) .

Les tableaux des tests statistiques réalisés par le logiciel SPSS 25 sont dans l'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.1 Effets de la différente concentration d'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 la population de *Vigna unguiculata* soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par le (tableau 06.)

La réponse de la population de *Vigna unguiculata* a l'amorçage des graines, varie selon la concentration du *priming*, la concentration saline et la durée du priming. En général, l'augmentation de la salinité à partir de T2 (170 Mm de Na Cl), induit un retard de la germination et une réduction hautement significative du pourcentage final de germination (Tableau 06 et Tableau07) chez le témoin sans prétraitement et les graines qui sont traitées par l'amorçage durant 7 jours de germination. Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration significative du pourcentage de germination aussi bien durant tous les jours de germination ainsi que le pourcentage final de germination (Tableau 06 et Tableau 07). En effet, les graines qui ont subi l'amorçage germent rapidement et de façon meilleur par rapport au graines non traités par l'amorçage en conditions normales et en conditions de stress salin.

Tableau 06 : Effet des différentes concentration de *priming*et durées de priming sur le pourcentage de germination de la populations(P13) durant 7 jours soumises à différentes concentrations de NaCl.

Traitement Salins(mM)	Durée du priming	Concentration(mM)	Pourcentage de germination J1 J2 J3 J4 J5 J6 J7
T0	0H	NP0	50 80 83.33 93.33 93.33 93.33 93.33
	6H	0.6	60 90 90 93.33 93.33 93.33 93.33
		0.8	46.6680 83.33 93.33 93.33 93.33 93.33
		1	50 90 90 90 93.33 93.33 93.33
	12H	0.6	40 86.66 90 93.33 93.33 96.33 96.33
		0.8	36.66 80 86.66 90 90 90 90
		1	43.33 66.66 66.66 100 100 100 100
	24H	0.6	36.66 80 80 80 80 83.33 83.33
		0.8	43.33 56.66 60 63.33 66.66 70 70
		1	43.33 73.33 76.66 83.33 83.33 86.66 86.66
	48H	0.6	23.33 40 83.33 56.66 56.66 56.66 56.66
		0.8	35.55 63.33 70 80 83.33 83.33 83.33
		1	56.66 60 66.66 76.66 80 80 80
T1	0H	NP0	13.33 63.33 70 80 83.33 83.33 83.33
	6H	0.6	40 76.66 83.33 83.33 83.33 86.66
		0.8	30 56.66 70 76.66 83.33 86.66 86.66
		1	20 53.33 76.66 83.33 83.33 83.33 83.33
			26.33 86.66 93.33 93.33 93.33 93.33 93.33
	12H	0.6	20 43.33 76.66 86.66 93.33 93.33 93.33
		0.8	36.66 60 80 93.33 93.33 93.33 93.33
		1	36.33 66.66 80 90 96.66 96.66 96.66
	24H	0.6	26.66 56.66 66.66 76.66 86.66 86.666 86.66
		0.8	26.66 56.66 36.66 76.66 93.33 93.33 93.33
		1	36.66 50 66.66 70 70 73.33 73.33
			23.33 26.66 26.66 36.66 70 73.33 73.33
	48H	0.6	23.33 26.66 33.33 36.66 36.66 36.66 40
		0.8	16.66 33.33 53.33 66.66 80 80 80
		1	23.33 30 40 53.33 60 73.33 73.33
T 2	0H	NP0	0 33.33 46.66 56.66 56.66 60 60
	6H	0.6	6.66 36.66 60 66.66 73.33 73.33 73.33
		0.8	3.33 46.66 56.66 63.33 63.33 66.66 66.66
		1	3.33 16.66 46.66 60 60 63.33 63.33
	12H	0.6	6.66 43.33 56.66 63.33 66.66 66.66 70
		0.8	0 23.33 40 56.66 56.66 66.66 70
		1	6.66 66.66 80 90 90 93 93
	24H	0.6	3.33 53.33 66.66 73.33 80 80 83.33
		0.8	20 36.66 50 56 .66 66.66 66.66 73.33
		1	3.33 30 60 66.66 73.33 76.66 76.66
	48H	0.6	20 26.66 33.33 40 40 40 43.33
		0.8	10 16.66 33.33 50 53.33 53.33 53.33
		1	16.66 23.33 40 43.33 46.66 46.66 46.66
ESM			3.85 3.98 21.56 4.06 4.46 4.18 40.55
Salinité(df) =2			78^{***} 87^{***} 78^{ns} 30.4^{***} 23.35^{***} 24.278^{***} 12.56^{***}
Durée(df) =3			3^{ns} 3^{***} 3.5^{ns} 22.7^{***} 15.61^{***} 19.38^{***} 16.53^{***}
concentration(df) AA =2			2^{ns} 2^{ns} 1.53^{ns} 2^{ns} 2^{ns} 1.62^{ns} 1.93^{ns}

Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions Les valeur de F sont présentées. Niveau de signification sont comme suit : **P < 0.01 et ***P < 0.001. ns : non significatif. ESM : erreur standard à la moyenne.

Chez le témoin sans *priming* la germination de la population p13 a commencé le 1ere jour après le soumis avec un pourcentage de 50% puis elle a connu une importante évolution depuis le troisième jour, la p13 a enregistré des pourcentages de germination qui dépasse les 83,33% le troisième jour , pour atteindre des pourcentages de germination maximale (93,33%) le quatrième jour .

Chez le témoin traité par le *priming*, une amélioration significative dans l'évolution du pourcentage de germination la population P13, est observée, les graines germent rapidement dans tous les concertations du *priming*[0.6Mm,0.8Mm]avec des pourcentages de germination élevée par exemple 90% 86.66%, puis elle atteint des pourcentages finaux comparables par rapport au témoin.

Par exemple 90% et 86.66% de germination sont enregistré le 2éme jour pour le concentration 0.6mM d'acide ascorbique et les durées de 6H et 12H respectivement . puis elle a atteint un pourcentage faible de germination comparable avec le témoin a la durée 6H par contre la durée 12H ,ces pourcentage faible éluée a (96.33%) a été enregistré (93.33%) pour le témoin.

À la concentration T1 (100Mm), Il' existe un l 'évolution faible du pourcentage de germination des graines non traités par l'amorçage (témoin sans *priming*) de la P13.par exemple la pourcentage de germination du première jour 13, 33% pour atteindre la pourcentages 83.33 % de 7èmejour.

D'après nos résultats, nous constatons que, même en conditions de stress salin (100M m et 170 Mm), tous les concentrations d'amorçage améliorent significativement l'évolution du pourcentage de germination du 2ème jour jusqu'aux 7ème jours de la population 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 concentration de prétraitement, l'intensité du stress salin et le génotype.

À la concentration de NaCl élevée (170 Mm), la germination la population est retardée est réduite significativement. En effet, La germination des graines non prétraitées, a commencé le 2eme jour, avec des pourcentage qui varient de 33% à 60 % . L'amorçage améliore la tolérance des graines à cette concentration T2 en accélérant la germination et en augmentant le nombre graines germées sauf pour la durée 48H.

Les meilleure résultats sont enregistré aux les durée 6H ,12H,et 24H aux concentrations 0.6 ,0.8 et 1 mM le maximum est obtenu avec la concentration 1mM ,durée 12H en effet des pourcentages de germination de 66%et de 93% sont enregistré le 2^{éme} et 4^{émé} jour contre 33.33% et 56.66 pour le témoin a la même concentration.

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

La salinité réduit tous les performances de germination, par contre l'amorçage des graines par l'acide ascorbiques aux différentes concentrations permet l'accélération de la vitesse de germination, l'augmentation du pourcentage final des semences de *V unguiculata*, mais cette amélioration dépend étroitement de la concentration, la durée d'amorçage et la dose de sel. Le maximum est attente a la concentration 1Mm durant 12 H .

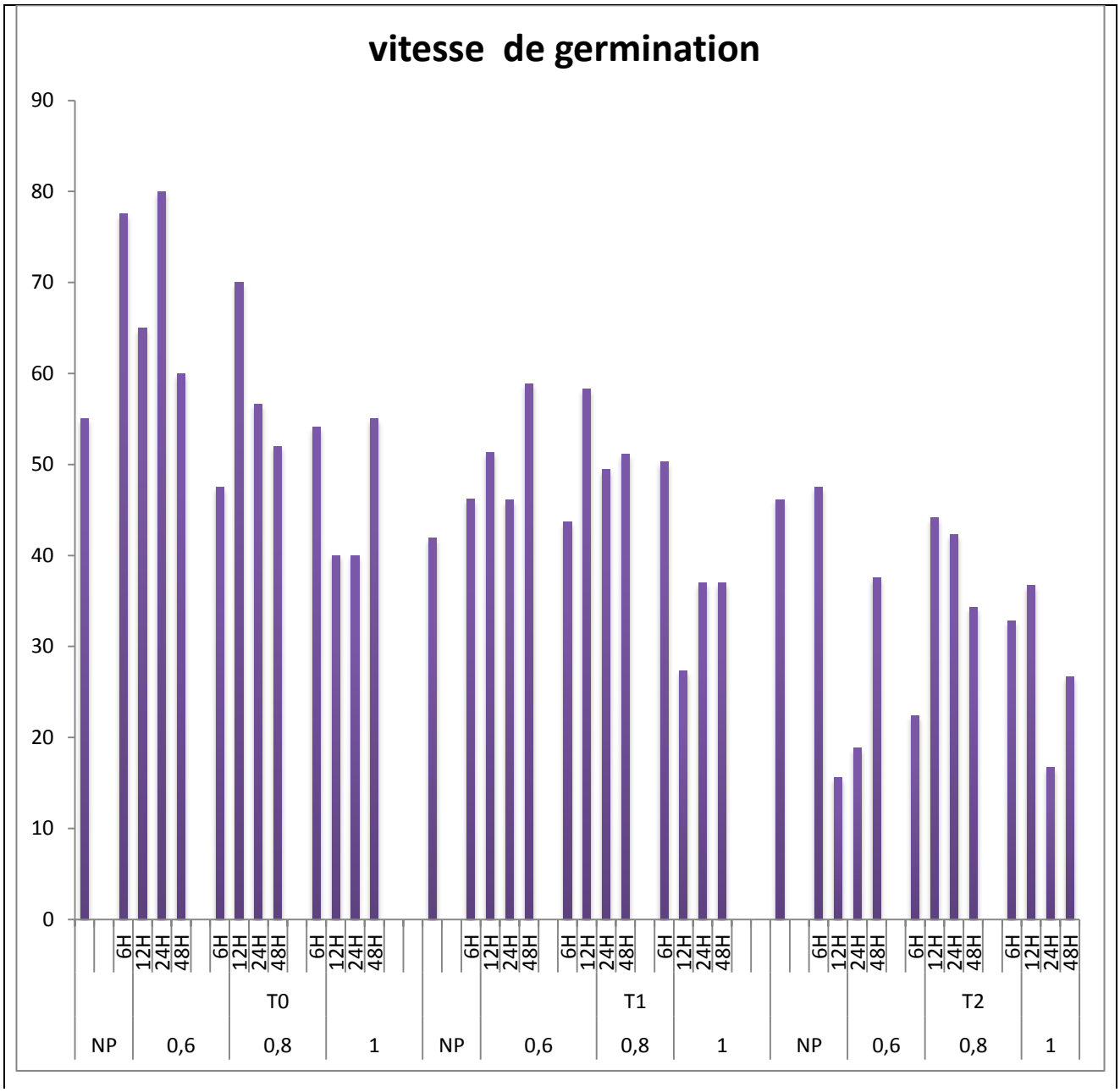


Figure7: Vitesse de germination de la population de *Vigna unguiculataWalp* conduites sous différentes concentrations salines (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 Mm NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl) et différentes concentrations d'amorçage (Témoin : sans *priming(NP)*,0.6 Mm,0.8Mm et 1Mm) et différents durée d'amorcage (6H ,12H ,24H et 48H) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

La germination sous stress salin sans a été étudiée à travers le pourcentage final de germination et la vitesse de germination (Tableau 07, Figure 07). Les résultats de nos analyses statistiques indiquent que l'effet de la salinité, la durée et la concentration d'amorçage, le est très hautement significatives sur le pourcentage de germination final (Tableau 07)

Tableau 07 : Effet des différentes concentrations et durées sur le pourcentage final de germination la population P13 soumise à différentes concentrations de NaCl.

		Pourcentage finale de germination (PFG)		
		T0	T1	T2
0h	NP0	93.33	83.33	60
6H	0.6	93.33	86.66	73.33
	0.8	93.33	86.66	66.66
	1	96.66	93.33	63.33
12H	0.6	93.33	93.33	70
	0.8	90	93.33	70
	1	100	96.66	93
24H	0.6	83.33	86.66	83.33
	0.8	70	93.33	73.33
	1	86.66	73.33	76.66
48H	0.6	56.66	40	43.33
	0.8	83.33	80	53.33
	1	80	73.33	46.66

Nous observons que les graines amorcées ont une vitesse plus rapide (Figure 07) et un pourcentage final de germination plus élevé (tableau 07). Ainsi, un pourcentage de germination élevée et une vitesse rapide caractérisent les semences amorcées par la concentration 0.6Mm ,0.8Mm et 1Mm, durant l'amorçage 12H et 24H soumises ou non au stress salin.

.

Les résultats d'analyse de la variance sont présentes dans le (tableau 08)

Tableau 08: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, salin , concentration de priming et la durée de *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)		
	Ddl	moyenne des carrés	f p	Ddl	moyenne des carrés	f p
salinité	2	2020.412	12.565 0.000	2	8202.441	83..569 0.000***
durée	3	3446.914	16.528 0.000	3	1166.964	11.775 0.000***
concentration	2	269.815	1.390 0.000	2	258.77	2.609 0.000***
salinité *durée	6	243.210	1.16 0.000	6	315.350	3.182 0.000***
salinité * *concentration*	4	235.646	1.13 0.255	4	62.272	0.628 0.644ns
durée * *concentration*	6	421.914	2.023 0.333	6	351.399	3.546 0.004**
salinité*durée * *concentration*	12	214.043	1.02 0.349	12	80.653	0.814 0.636ns
priming	78	208.547	0.072	78	99.109	
Erreur	117		0.434	117		
Total						

(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 population de niébé (p13) 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 100M m et 170 Mm)) en boite de Pétri, ainsi que le poids frais, le poids sec des plantules et l'indice de vigueur des plantules (Tableau 12 , figuire11 et figuire12) 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 chez la populations et tous traitements confondus. Mais les effets varient selon la concentration et la durée d'amorçage, et l'intensité du stress salin.

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

En milieu non salée, En général, tous les prétraitements des graines ont amélioré la longueur des radicules, avec le maximum de longueur moyenne de population obtenue avec les graines prétraités par la concentration 0.6 mM et 0.8 mM durant 6 H et 12 H est significativement élevée par apport au témoin non traité .

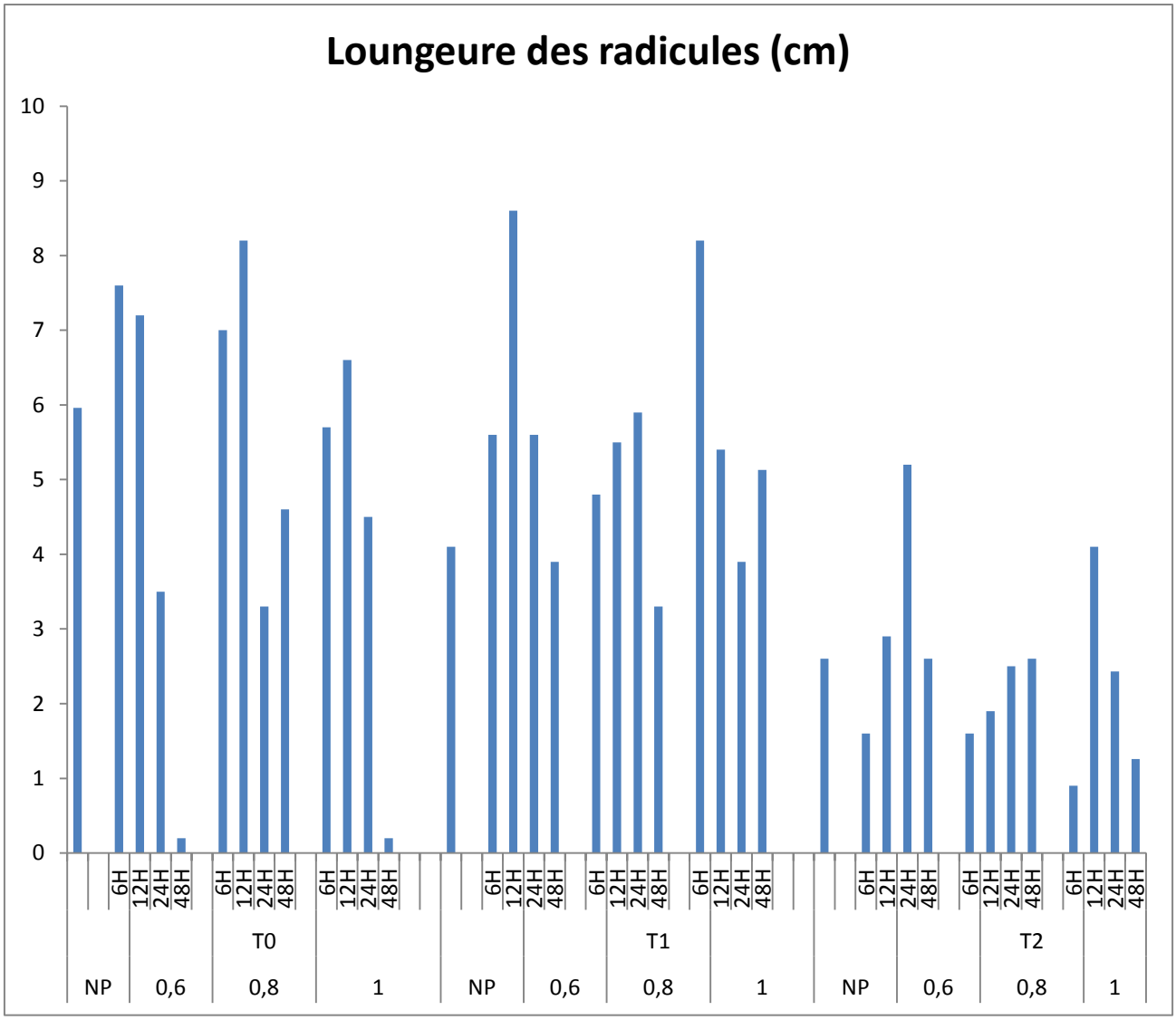


Figure 08 : longueur des radicules (cm) de la population de *Vignaunguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 Mm NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl) et différentes concentrations d'amorçage (Témoin : sans *priming(NP)*,0.6 Mm,0.8Mm et 1Mm) et différents durée d'amorçage (6H ,12H ,24H et 48H) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

L'analyse de la variance a montré que la longueur des radicules est améliorée très hautement significativement par le stress salin, et significativement par la durée du *priming* (tableau 09).

Tableau 09: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d'amorçage a de ''*Vignaunguiculata*Walps'' et concentration de *priming* sur la longueur d e radicule.

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
Salinité	2	2620.413	12.565	0.000^{***}
durée	3	3446.914	16.528	0.000^{***}
concentration	2	289.815	1.390	0.255^{ns}
salinité *durée	6	243.210	1.166	0.333^{ns}
salinité * concentration	4	235.648	1.130	0.349^{ns}
durée * *concentration*	6	421.914	2.023	0.072^{n*}
salinité*durée* *concentration*	12	214 .043	1.026	0.434^{ns}
Erreur	78			
total	117	208.547		

(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).

Apres l'application du stress salin 100 mM , le *priming* a également amélioré la croissance en longueur des radicules de niébé. nous observons une nette amélioration par rapport au contrôle soumis au même stress salin, sous l'effet de tous les concentration de *priming*, avec le meilleure résultats par les concentration 1Mm ,0.6Mm et 0.8Mm aux les durée 12H , 6H, 24H ,48H .

Par ailleurs, nos résultats indiquent qu'en conditions de stress 170 mM, le prétraitement des semences a amélioré l'allongement des radicules par rapport au témoin non traité. Pour les concentrations 0.6Mm ,0.8Mm et 1Mm durent 6H ,12H la croissance de la radicule est élevé.

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

Les valeurs de la longueur des hypocotyles sont consignées dans le(figuire09). L'analyse de variance a montré un très hautement significatif des facteurs salinité, duree de *priming* sur la longueur des hypocotyles.

En milieu non traité (témoin), nous observons, d'après nos résultats que le *priming* a amélioré significativement la longueur des hypocotyles la population, avec le maximum obtenu avec les graines amorcées par concentration 0.6Mm ,0.8Mm et 1Mm durent 6H ,12H la croissance de la radicule est élevé(6cm, 5.7 cm et 6.7 cm,) par apport au témoin non traitée(5.3cm) concentration 0.6Mm ,0.8Mm et 1Mm durent 48H , (3.2cm,3.5cm) par rapport au témoin non traité (5.3 cm).

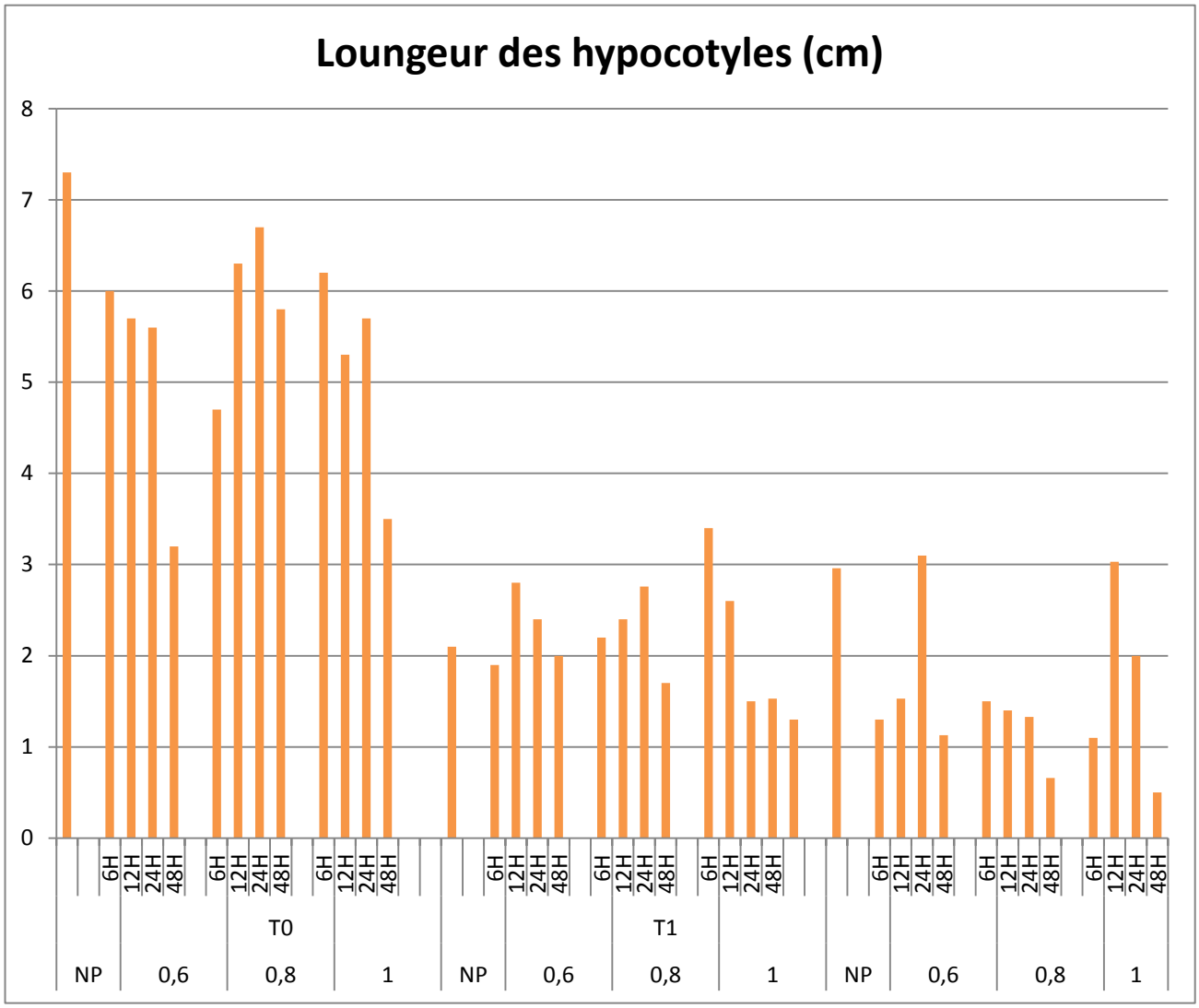


Figure 09:longueur des hypocotyles (cm) de la population de *Vigna unguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 Mm NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl) et différentes concentrations d'amorçage (Témoin : sans *priming(NP)*,0.6 Mm,0.8Mm et 1Mm) et différents durée d'amorçage (6H ,12H ,24H et 48H) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

La croissance en longueur des hypocotyles est augmentée significativement chez les plantules issues de graines prétraitées par rapport aux graines non traitées soumises à 100M m de NaCl. Une meilleure croissance caractérise les plantules issues de la concentration 0.6Mm (2,8 cm) ,1Mm(2.6cm) et 0.8Mm(2.4cm).

Tableau 10: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d'amorçage a de ‘ *'Vignaunguiculata*Walps'' et concentration de *priming* sur la longueur de hypocotyles.

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	778.12	198.583	0.000^{***}
durée	3	96.620	24	0.000^{***}
concentration	2	4.029	1.02	0.362^{ns}
salinité *durée	6	12.621	3.221	0.007^{**}
salinité * concentration	4	3.862	0.986	0.420^{ns}
durée * concentration	6	7.102 1.812	0.107	2.293^{ns}
salinité*durée* concentration	12	8.987	8.987	0.015^{*}
Erreur	78	3.918		
total	117			

(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).

L'effet du prétraitement sur la croissance des hypocotyles de la population durent 6H , 12H est meilleure par rapport 24H et 48H, en effet tous les concentration de priming ont amélioré la croissance hypocotyles avec une meilleure tolérance obtenu chez le concentration 0.6Mm .Quant à la 24H et 48H, la croissance est améliorée uniquement sous l'effet de la concentration 0.8Mm.

. 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. Chez la 24H et 48H la soumise dans ces conditions, c'est lele concentration 0.6Mm, qui permet une meilleure croissance, pour la durée 24H et 48H, c'est la concentration 0.8Mm suivie du NaCl qui a permis l'amélioration de la croissance des hypocotyles.

I.2.3Effet de l'amorçage des graines sur la Longueur des Epicotyles

Les résultats de la longueur des épicotyle sont présentés dans (figure 10). L'analyse de la variance a montré que la longueur des épicotyles est très hautement significativement affecté par la salinité .

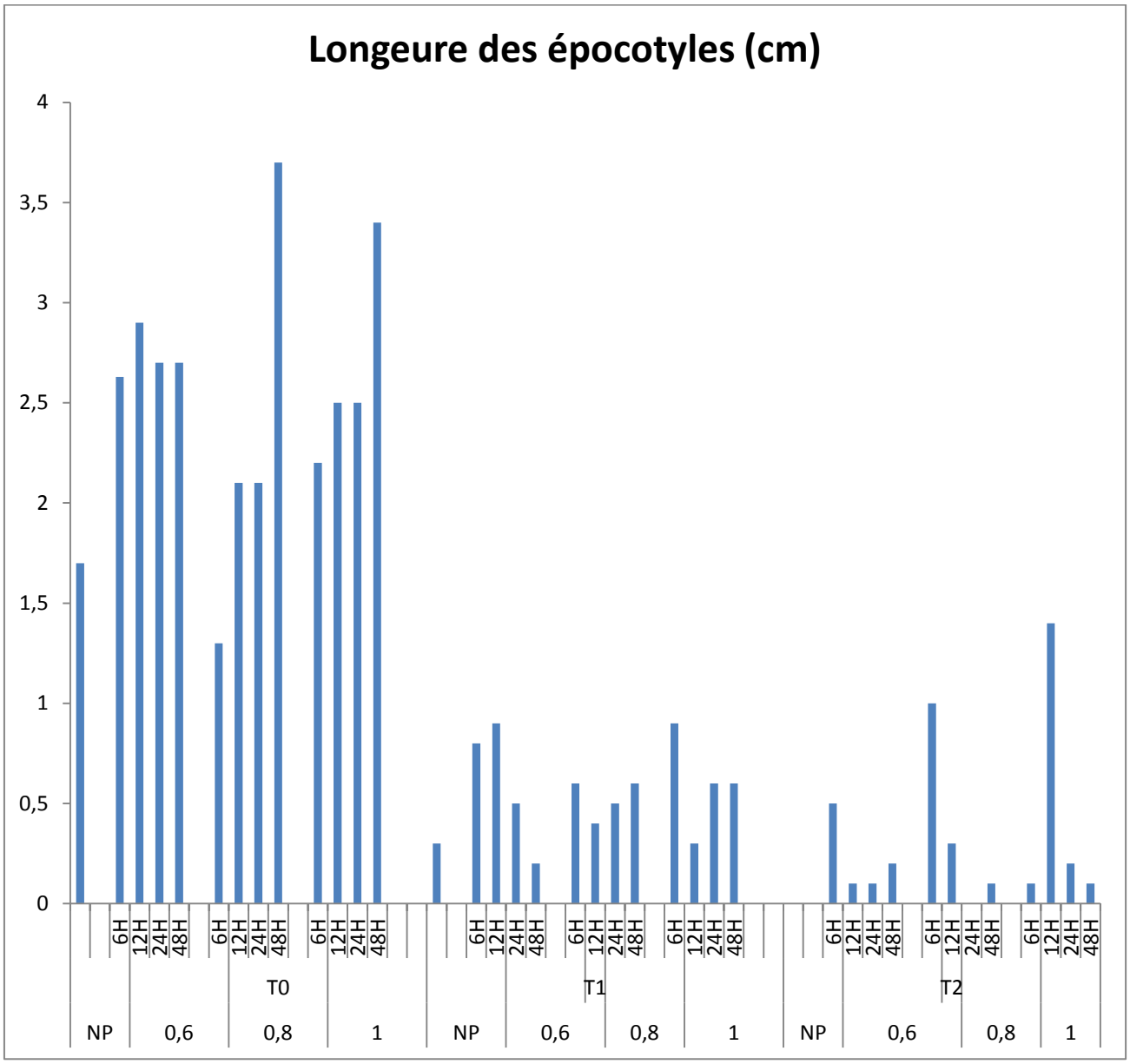


Figure 10:longueur de épicotyle de la population de *niébe* conduites sous différentes concentrations salines (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 Mm NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl) et différentes concentrations d'amorçage (Témoin : sans *priming(NP)*,0.6 Mm,0.8Mm et 1Mm) et différents durée d'amorcage (6H ,12H ,24H et 48H) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

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 la population par rapport au témoin non amorcé. L'amélioration est plus marquée chez la durée d'amorçages, pour les durées 12,H 24H et 48H où nous observons une augmentation significative de la longueur des épicotyles issus des graines traités par différentes méthodes d'amorçage, le maximum est obtenu avec le concentration1Mm suivi 0.6Mm , 0.8 Mm (3,4 cm, 2.9 cm, 2.1 cm respectivement) par rapport au témoin non traité (1,7 cm) . Les autres concentration de *priming* ont amélioré significativement la longueur des épicotyles,avec un maximum obtenu avec la concentration0.6Mm suivi du 0.8 Mm et (1,60cm, 1.3 cm respectivement).

Tableau 11: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d'amorsage a de *''Vigna unguiculata Walps"* et concentration de *priming* sur la longueur de épicotyle.

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	175 .068	46.792	0.000^{***}
durée	3	0.593	0.158	0.924^{ns}
concentration	2	0.404	0.108	0.898^{ns}
salinité *durée	6	2.375	0.635	0.702^{ns}
salinité * concentration	4	0.03	0.008	1.000^{ns}
durée * concentration	6	1.366	0.365	0.898^{ns}
salinité*durée* concentration	10	2.551	0.682	0.736^{ns}
Erreur	50	3.741		
total	87			

(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 milieu stressé à 100 Mm, le *priming* à améliore significativement l'allongement des épicotyles pour la population. L'amélioration est augmentée dans touts les durées d'amorçages (6 H ,12H, 24H ,48H), et dans tous les concentrations (0.6Mm ,0.8Mm et 1Mm) par apport au témoin.

En conditions de stress 170 Mm, les plantules issus des graines prétraités et celles non traitées, n'ont pas formé des épicotyles, à l'exception de la concentration 0.8Mm, ou on note une valeur de 1,1 cm.

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

Les résultats de la longueur totale sont présentés 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, la durée du *priming*.

La longueur totale chez la population est améliorée significativement par le *priming*, la valeur maximale est notée chez la concentration 0.6mM suivie du *priming* par la concentration 1 Mm puis le *priming* par la concentration 0.8Mm.

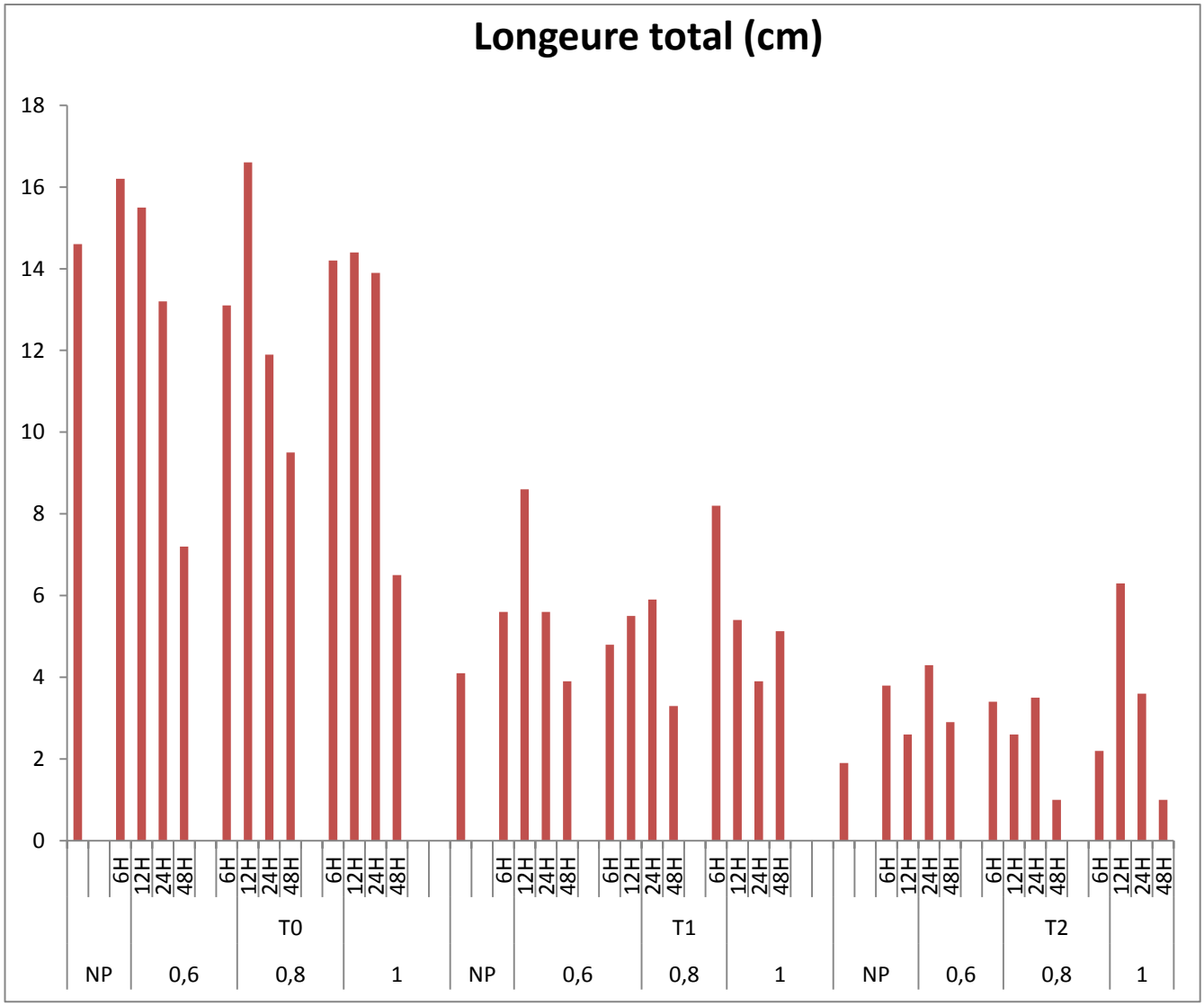


Figure 11:longueur total de la population de *Vigna unguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 Mm NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl) et différentes concentrations d'amorçage (Témoin : sans *priming(NP)*,0.6 Mm,0.8Mm et 1Mm) et différents durée d'amorcage (6H ,12H ,24H et 48H) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

Pour les durée 6H, 12H , toutes les concentration de *priming* ont amélioré significativement la longueur total, la meilleure valeur est notée chez les plantules issues de semences traités par le concentration 0.6mM, suivi par la concentration 1mM , puis la concentration 0.8Mm., par contre les autres concentration d'amorçage ont permet une nette augmentation de la croissance, avec des valeurs maximales noté pour la concentration 0.6 mM,et la concentration 0.8mM. L'amélioration significative est notée principalement en conditions non stressantes et en conditions de stress salin 100 Mm.

Tableau 12: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘ ’*Vignaunguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*sur la longueur totale.

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	956.793	206.801	0.000***
durée	3	69.494	15.02	0.000***
concentration	2	0.520	0.112	0.894^{ns}
salinité *durée	6	12.473	2.695	0.20^{ns}
salinité * concentration	4	8.421	1.820	0.134^{ns}
durée * concentration	6	6.849	1.480	0.195^{ns}
salinité*durée* concentration	12	12.653	2.735	0.004**
Erreur	75	4.627		
total	104			

(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 non stressantes, pour les durée 6H et 12H, tous les concentration de prétraitements ont amélioré significativement la longueur totale par rapport au témoin sans *priming*, avec le maximum de longueur total obtenu avec le prétraitement 0.6Mm(16,2 cm contre 14.6 cm pour le témoin sans *priming*).

En conditions stressantes, une nette amélioration de la croissance totale est notée chez toutes les plantules issues de semences prétraitées. Cette amélioration de la croissance dépend étroitement de la méthode de l'amorçage, du génotype et du niveau du stress appliqué.

En effet, à la concentration T1 (100Mm de NaCl), Chez les durée 6H , 12H et 24H , toutes les concentration d'amorçage ont permis une augmentation significative de la longueur totale, les valeurs varient de 3.9 cm au 8.6 cm, la valeur maximale est obtenu avec le concentration 1Mm (8.2 cm) par rapport au témoin (4.1 cm). Dans la durée 48H soumise à 100 mM, l'amélioration de la croissance totale, n'a pas été notée pour toutes les concentrationde *priming*, sauf 1Mm qui a permis ue augmentation significative de la longueur totale (8,2 cm) par rapport au témoin (4.1 cm).

À la concentration saline la plus élevée (170 Mm de NaCl), toutes les concentration d'amorçage ont permis une amélioration de la longueur totale des plantules de les durée 6H , 12H et 24H , avec une meilleure valeur obtenue chez le *priming* par le concentration 1Mm (6,3cm) par rapport au témoin (1,9 cm). Chez la durée 48H stressée à 170 Mm, tous les concentrations de *priming* ont permet une amélioration de la longueur total, avec une valeur maximale notée pour leconcentration 0.6 Mm (2,9 cm) par rapport au témoin (1,9 cm).

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 concentration de *priming* (figure12). Cependant, la durée d'amorçage des graines induit une amélioration significative de l'indice de vigueur des plantules par rapport aux plantules issus des graines non prétraitées en conditions normales ainsi que en conditions de stress salin. L'effet diffère selon la dose de sel, la durée et concentration de *priming*.

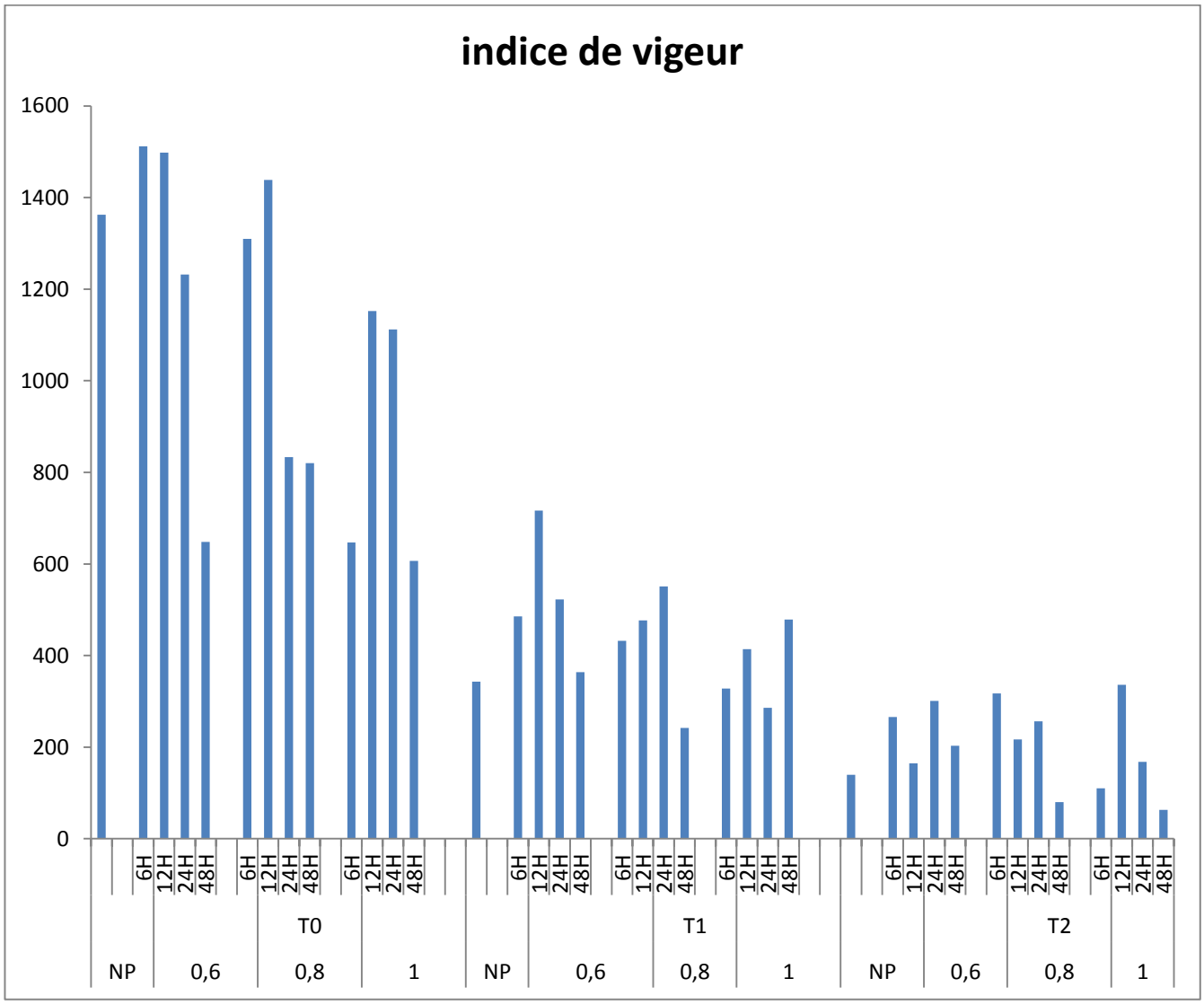


Figure 12: Indice de vigeur de *Vigna unguiculata*Walp conduites sous différentes concentrations salines (T0 : 0 Mm NaCl, T1 : 100 Mm NaCl et T2 : 170 Mm de NaCl) et différentes concentrations d'amorçage (Témoin : sans *priming(NP)*,0.6 Mm,0.8Mm et 1Mm) et différents durée d'amorcage (6H ,12H ,24H et 48H) durant 7 jours. Chaque valeur représente la moyenne de trois répétitions.

Les meilleurs valeurs de l'indice de vigueur des plantules sont obtenues chez le lot *priming*, suivi du concentration (0.6Mm , 0.8Mm et 1Mm) sont respectivement .

Tableau 13: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d'amorçage a de ‘ *'Vigna unguiculata*Walps'' et concentration de *priming*sur Indice de vigueur.

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	745.3	206.801	0.000^{***}
durée	3	67.494	15.02	0.000^{***}
priming	2	3.254	0.112	0.454^{ns}
salinité *durée	4	12.473	2.695	0.36^{ns}
salinité **priming*	4	6.331	1.820	0.568^{ns}
durée **priming*	6	6.849	1.480	0.123^{ns}
salinité*durée**priming*	12	14.25	2.735	0.005^{**}
Erreur	75	5.213		
total	116			

(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).

Pour la la durée 6H et 12H , Nous notons d'après nos résultats une amélioration significative de l'indice de vigueur des plantules sous l'effet de tous les différents concentration d'amorçage, en conditions normales et même avec l'augmentation de la salinité. Le maximal est obtenu chez la concentration 0.6 mM et 0.8 mM d'augmentation respectivement en conditions normales et sous stress 170 mM. En conditions de stress salin 100 mM, le maximal est obtenu chez La concentration 0.8 mM durant 6H .

Concernant la durée 24H et 48H En conditions normales, l'amorçage des graines par le 1 mM, n'a pas amélioré l'indice de vigueur des plantules par rapport au témoin non prétraité, alors que les autres concentrations d'amorçage l'ont amélioré significativement avec un maximum obtenu chez la concentration 0.6 mM. Avec

l'augmentation du stress salin, nous notons une nette amélioration de l'indice de vigueur sou l'effet l'amorçage par la concentration 0.8 Mm, et tous les autres concentrations de prétraitements. En effet, La concentration 1Mm donne le meilleur résultat en condition de stress salin 170 mM. En conditions de stress salin 100 mM , le maximal d'augmentation est obtenu chez la concentration 0.8 mM .

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(5g) de la population du *Vigna unguiculata.* Walps soumises au stress salin et au *priming* sont représentés par le (Tableau 14).

Tableau 14 : Effet des différentes concentration de *priming* (Témoin : sans *priming*, 0.6 mM,0.8 mM,1 mM) et durées d'amorçages(6H, 12H ,24H et 48H) sur le poids sec et le poids frais la population (p13) soumises à différentes concentrations de NaCl (T0 : 0 mM, NaCl, T1 : 100 mM et T2 : 170 mM)

		Poids frais (g)			Poids sec (g)		
		T0	T1	T2	T0	T1	T2
0H	NP0	1.26	0.58	0.14	0.790	.056	0.09
6H	0.6	1.77	0.62	0.19	0.6	0.13	0.082
	0.8	1.25	0.92	0.25	0.19	0.15	0.068
	1	1.19	1.07	0.28	0.27	0.07	0.073
12H	0.6	1.03	0.4	0.33	0.21	0.07	0.12
	0.8	1.59	0.47	0.25	0.06	0.03	0.16
	1	1.49	0.43	0.47	0.13	0.22	0.07
24H	0.6	1.63	0.72	0.41	0.42	0.07	0.09
	0.8	1.56	0.37	0.25	0.23	0.012	0.019
	1	1.43	1.07	1.25	0.13	0.1	0.08
48H	0.6	1.04	0.41	0.33	0.087	0.16	0.39
	0.8	1.23	0.41	1.01	0.1	0.063	0.08
	1	2.8	0.21	0.35	0.21	0.036	0.048

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 durée et *priming* .

Tableau 15: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ' *'Vignaunguiculata*Walps'' et concentration de *priming*sur le poids frais

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	0.267	2.140	0.143^{ns}
durée	3	0.153	1.223	0.326^{ns}
priming	2	0.291	2.331	0.122^{ns}
salinité *durée	2	0.050	0.398	0.677^{ns}
salinité **priming*	1	0.133	1.069	0.313^{ns}
durée **priming*	6	0.83	0.663	0.680^{ns}
salinité*durée**priming*	0	0		
Erreur	21	0.125		
total	39			

(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).

Nous observons en général que la salinité induit une réduction de tous les paramètres du poids frais (Tableau 15) chez les lots *priming* et sans *priming.* Cependant, l'amorçage des graines induit une amélioration des valeurs de poids frais des différentes parties des plantules que ce soit en conditions stressantes et non stressantes.

Tableau 16: Analyse de variance à trois facteurs de l'effet traitement, durée d amorsage a de ‘*’Vigna unguiculata*Walps’’ et concentration de *priming*sur le poids sec

	Analyse de variance			
	Ddl	moyenne des carrés	f	p
salinité	2	0.5971	7.723	0.000^{ns}
durée	3	0.22	0.667	0.575^{ns}
priming	2	0.34	1.008	0.370^{ns}
salinité *durée	6	0.32	0.941	0.471^{ns}
salinité **priming*	4	0.22	0.664	0.619^{ns}
durée **priming*	6	0.34	1.002	0.430^{ns}
salinité*durée**pri*	12	0.26	0.777	0.672^{ns}
ming	79	0.34		
Erreur	117			
total				

(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).

Concernant le poids sec des plantules (Tableau 16), l'analyse de la variance a montré des effets non significatifs de la salinité, du *priming* et de l'interaction salinité *priming* sur tous les paramètres du poids sec des plantules (Tableau 16).

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

Discussion

Effet des différentes concentrations de l'amorçage des graines sur la germination et la croissance précoce de niébé sous stress salin.

Les conditions optimales de germination sont obtenues en absence du sel dans le milieu. Ce qui confirme la règle quasi-générale sur la germination des halophytes(Belkhodjaetbidai;2004) et des glycophytes (Meloni et al, 2008).

D'autres travaux ont également rapporté que les graines de la plupart des espèces atteignent leur maximum de germination en eau distillée (Wei et al., 2008).

Dans cette étude, nous avons étudié les effets de l'amorçage des graines sur les traits de germination et de croissance précoce de population de niébé (P13) soumises au stress salin. Il consiste à faire subir aux graines un prétraitement grâce à l'acide ascorbique a différentes concentrations (0.6mM, 0.8 mM, 1 mM) et différentes durée de priming (6H , 12H, 24H et 48H).

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 et Troyo **,** 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,1989)**.**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 .

Les données de la littérature ont rapporté que la salinité affecte la germination des graines en réduisant la facilité d'absorption d'eau donc une difficulté d'hydratation des semences en raison du potentiel osmotique élevé (Thiam*et al*., 2013). Par conséquent, l'hydrolyse des réserves alimentaires stockés dans les tissus et leurs translocation, vers l'axe de l'embryon sont limitées (Misra et Dwivedi, 2004). De plus, (Yildirim et Guvenc, 2006) soulignent que la salinité affecte la germination, en facilitant l'absorption des ions toxiques, qui peuvent causer des changements des activités enzymatiques ou hormonales des semences.

Murillo-Amador *et al.* (2002) soulignent que l'inhibition de la germination des graines de *Vignaunguiculata*est due à la conjugaison des deux effets de sels, l'effet toxique et osmotique.

Hadjlaoui *et al*2009**.** ont rapporté que la réduction dans le pourcentage final de la germination peut être expliquée par l'augmentation de la pression osmotique du milieu qui affecte l'absorption d'eau, et être aussi dû à l'accumulation des ions Na^+ et Cl^- dans l'embryon qui mènent à une altération dans le métabolisme pendent la germination, cette altération cause la mort des cellules embryonnaires.

D'après cette étude, nous constatons que, la salinité a induit une réduction des paramètres de croissance (longueur des radicules, longueur des hypocotyles, longueur des épicotyle, longueur total, poids frais et poids sec) et l'indice de vigueur des plantes des populations de *Vignaunguiculata.*

La réduction des biomasses aérienne et racinaire sous l'effet des fortes concentrations de sel a été rapportée chez la luzerne par plusieurs auteurs (Mezni et al.,2002). Nous pouvons expliquer la réduction des tiges et nombres des feuilles sous condition saline, à l'augmentation de la température et au manque d'eau au moment de la croissance qui agit sur la hauteur des tiges de luzerne ; ou aussi peut être que les différentes populations testées présentent des différences d'accumulation des ions minéraux entre les différentes parties de la plante. Ainsi ce comportement (faible hauteur) pourrait être considéré comme une forme d'adaptation au froid excessif (Mauries, 2003).

En effet nos résultats montrent que c'est la haute concentration de NaCl (170 mM) qui a réduit significativement la croissance de niébé.

Concernant la croissance, l'effet général de la salinité se traduit par la réduction de la biomasse, et peut s'expliquer par des problèmes ioniques (Durand,2007).

Nos résultats, montrent une accumulation des protéines totales qui diminués dans les différents organes (feuilles, racines) des plantes sous stress salin NaCl. Cependant cette accumulation est plus importante au niveau des feuilles pour les deux traitements de stress 100meq/l et 200meq/l, toute fois, elle est très hautement significative. Et même pour les résultats au niveau des racines est très hautement significative.

Les résultats de ABDEL HALEEM.,2007 sur *Vignaradiata*L. Wileczek montrent une décroissance significative dans le teneur en protéines totales solubles sous stress salin.

Nos résultats ont démontré que le *priming par l'acide ascorbique* atténue l'impact négatif de la salinité sur la germination et la croissance. En effet, le *priming*par l'acide ascorbique 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 durée, la dose de sel et la concentration de *priming*.

Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Hashem et al. (2011) qui ont également observé que La promotion maximale significative a été détectée lorsque les plants de lin ont été pulvérisés avec 400 mg / l d'acide ascorbique, ce qui a entraîné une augmentation significative de la hauteur de la plante et la surface foliaire par plante en vue d'accroître l'efficacité d'absorption et d'utilisation de l'eau, améliorer la division cellulaire et l'élargissement.

Nos résultats indiquent que les prétraitements des graines par l'acide ascorbique améliorent considérablement la croissance précoce des plantules de population (p13) du niébé, exposées ou non au stress salin.

Explique par Mervat SH et al,(2013) qui a travaillé sur lin. Ils soulignent que l'acide ascorbique appliqué modérément atténue l'effet néfaste du stress salin sur l'absorption de minéraux dans les plants de lin en augmentant la acides organiques excrétés par les racines dans le sol et augmentent donc la solubilité de la plupart des nutriments qui se libèrent progressivement dans la zone de la rhizosphère. Dans les pousses de L'accumulation de proline était significativement supérieure à celle observée chez toutes les plantes stressées de trois cultivars par rapport aux témoins correspondants.

Notre étude indique que les prétraitements des graines par l'acide ascorbique a concentration 0.6H et 0.8 H durent 6H et 12H sont plus efficaces sous les deux niveaux de stress salin appliqués (100Mm de Nacl et 170Mm) 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.

Nos résultats sont en accord avec ceux qui soulignent quele prétraitement des graines 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, Khan**,** (1992) ont rapporté que *le priming* par l' acide ascorbique à un effet positif sur les traits de la germination des graines de *(Capsicumannuum*L.). Le *priming* par l' acide ascorbique attenue l'effet négatif de la salinité sur la germination et la croissance du plant de melon**.**

Nos résultats ont démontré une variabilité de réponse à l'amorçage de l'acide ascorbiquede la population étudie. Le *priming* améliore la germination et la croissance de la populations (p13) originaire d'Adrar sous stress salin. L'effet est meilleur chez la durée d'amorçage 6H et 12H à concentration 0.6Mm et 0.8Mm par rapport à les durées 24H et 48H. La meilleure germination et croissance sous l'effet du *priming* observée chez la durée d'amorçage 6H et 12H à concentration 0.6Mm et 0.8Mm.

Verbruggen et Hermans, (2008). Montrent clairement que l'effet interactif de la

La pulvérisation d'acide ascorbique à différents niveaux de salinité a entraîné une augmentation significative de la teneur en proline de les trois cultivars de lin étudiés par rapport aux traitements non traités. Cependant, les plantes stressées du cultivar Sakha 5 accumulé beaucoup plus de proline par rapport à celui de Sakha 3 et Sakha 1. Il pourrait

prouve qu'une corrélation positive entre l'augmentation des taux de proline cellulaire et la capacité de effets néfastes du stress de la salinité.

certains chercheurs ont confirmé les présents résultats en utilisant des acide ascorbique sur d'autres espèces de plantes différentes; par exemple, El-Kobisy et al. (2005) utilisant 400 ppm d'acide ascorbiquesur des plants de pois, Nassar et Abdo (2009) utilisant 400 ppm d'acide ascorbique sur des plants de lupin d'Égypte, Nassar

(2013) utilisant de l'acide ascorbique à 450 ppm sur des plants de haricot mungo et Nassar et al. (2016) en utilisant 450 ppm acide ascorbique sur les plantes de lin. Ils ont enregistré des changements favorables dans la structure anatomique des principaux

tige de chacune des espèces de plantes étudiées en raison de l'effet de l'acide ascorbique qui a induit augmentation notable de l'épaisseur de la plupart des tissus inclus de la tige principale de chaque patient étudié espèces.

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 concentration de priming. Cependant, l'amorçage des graines par l' acide ascorbique induit une amélioration significative de l'indice de vigueur des plantules par rapport aux plantules issus des graines non prétraitées en conditions normales ainsi que en conditions de stress salin. L'effet diffère selon la dose de sel, la durée et la concentration de priming.

Conclusion

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de l'amorçage des graines sur la germination, l'émergence et la croissance de *Vigna unguiculata* soumises sous stress salin.

Les résultats obtenus montrent que la salinité, 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 et l'indice de vigueur des plantules.

Le sel réduit significativement le taux d'émergence, le pourcentage final d'émergence, le taux de survie et les paramètres de croissances (longueur des hypocotyles, épicotyles, hauteur total du plant, poids sec et poids frais des différentes parties des plantules et le poids total).

L'amorçage des graines améliore significativement la germination, l'émergence et la croissance du niébé en conditions favorables et en conditions stressantes. Les graines amorcées ont une germination et une émergence plus rapide et synchronisées, des pourcentages finaux de germination et d'émergence élevés significativement par rapport aux graines non amorcées. Nous avons noté une nette amélioration de tous les paramètres de croissances, sous l'effet de l'amorçage en conditions favorables et en conditions stressantes.

Parmi les concentrations d'amorçage d'acide ascorbique utilisés, nous avons également démontré que les concentrations 0.6mM ,0.8 Mm et 1 Mm durent 6H, 12H et 24 H sont meilleurs résultats.

Nos résultats suggèrent que ces concentrations et durées d'amorçage d'acide ascorbique sur les 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 P13, dans ces zones, et de l'introduire dans les programmes de sélection pour la tolérance du niébé au stress salin.

Récommandations

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

- D'ajouter certains aspects de la tolérance au stress salin non traites dans ce travail, tels que la pression osmotique foliaires, les protéines solubles, le contenu des différents organes en éléments minéraux (Na^+, Cl^-)
- D'étudier le comportement des populations au stress salin en laboratoire .
- De multiplier les essais sur la population 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.
- D'effectuer d'autres investigations sur l'amorçage par la concentration 0.6Mm de l'acide ascorbique . En effet, dans cette étude, bien que l'amorçage par la concentration 0.6Mma amélioré la tolérance au sel, en particulier chez la P13, mais les résultats ne sont pas assez satisfaisants comme ceux obtenus avec les autres concentration 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.

Abbani B, et Abdel- Laliy., 2005 –Contribution à l'étude des eaux phréatiques sur l'état de dégradation de la palmeraie de Ouagla. Mémoire ing. UnivdeOuargla.p 21.

Abdel el halim . 2007. Chracterization of verticillium dahliae isolates by fluorescent amplified fragment length polymorphysme Mediterranean Agronomique institute of chania (2007)

Alem C. et Amri A., 2005 .Importance de la stabilité des membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge. Review in Biology and Biotechnology, Vol.4(1):20-31

Anoun N. et Echikh N., 1990 -Etude bio systématique d'une légumineusesaharienne le Tadelaght. Mémoire DES, Univ. Sci. Technol. "Houari Boumedienne",Bab Ezzouar, Algérie, 101 p.

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

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.

Aspinall, D., et Paleg, L.G., 1981-Proline accumulation: Physiological aspects. In The Physiology and Biochemistry of DroughtResistance in Plants (L.G.Paleg and D. Aspinall, eds.), pp.205-241.(AcademicPress: Sydney.)

Aubert G., 1982 .Observations sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols dits (salés) ou sal sodiques. Cahier d'ORTOM, série pédologie. XX.1: 73-78

Baiz D., 2000.Guide des analyses en pédologie 2ème ed. Institut National de la recherche agronomique, Paris: 206–207.

Belartra O., 2006 – Effet du stress hydrique sur la symbiose Vignaunguiculata-Rhizobium. Mém.Ing.Agro., INA, EL Harrach, Alger, 83p.

Benkhelif M., et al., 1999 –Effets combinés de la salinité et de la bentonite sur la densité racinaire d'une culture de tomate cultivée sur un substrat sableux. Séminaire National sur la salinité des terres Agricoles en Algérie, Chlef: 101-108.

Bennabi F., 2005 –Métabolisme glucidique et azote chez une halophyte (Atriplexhalimus L) stressée à la salinité. Mémoire de magistère en physiologie végétale, Université Es-Senia, Oran, 136p.

Berthomieu P., Conjero G., Nublat A., Brachebury W.J., Lambert C., SaviocUozumi N., Oiki S.,Yamada K., Cellier F., Gosti F., Simonneau T., Essah P A., Tester M.,Very A.A.,Sentena CH et Cassef., 2003. Functional analysis of athkt 1 in arabidopsis shows that Na+ recirculation by the phloemis crucial for salt tolerance. Embo journal, vol. 22: 2004–2014.

BelkhodjaM. et Bidai Y., 2004. Réponse des grains d'Atriplex halimus L. a la salinité au stade de la germination. Sécheresse 15 (4) 331-335.

Bidai Y., 2001-Le métabolisme de la proline chez l'Atriplexhalimus L. stressée à la salinité. Mémoire de Magister en physiologie végétale, Université d'Oran, pp. 69-71.

Bradford, M. M. (1976) A-rapid and sensitive method for the quantitation of microgramquantities of proteinutilizing the principle of protein-dyebinding. Analyt. Biochem. 72, 248–254.

Brun A., 1980 –Effets compares de difference de concentrations de NaCl sur germination, d'Algérie. These de doctorat 3eme cycle. Montpellier.

ChartzoulakisK. and Klapaki G.,2000- Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. ScientiaHorticulturae, 86:247-260.

Chevalier A., 1944 . La dolique de Chine en Afrique. Revue de botanique appliquée à l'agriculture tropicale, 24 : 128-152.

Dantas B.F., Ribeiro L.D.S &Aragao C.A., 2005.Physiological response of cowpea seeds to salinity stress.RevistaBraseleira de sementes, 27(1):144-148.

Daoud Y. et Halitim A., 1994.Irrigation et salinisation auSahara algérien. Sécheresse, 5(3): 151 –160.

Derkaoui K., (2011).Les réponses morphologiques physiologique et anatomique des racines de la tomate vis-à-vis du stress salin. Thèse de Magister Universitéd'Oran, 1p.

FERY R.L., 1990. The cowpea: product ion , utiliz ation , and research in the United States. Horticultural Review, 12 : 197-222.

FILHO E., 2004 - Growth and protein pattern in cowpea seedlings subjected tosalinity. BiologiaPlantarum, 47 (3): 341-346.

Ghalmi N., Hanifi-meklicheL.,Baudoin J.P., Ounane S.M.,Benmohamed A.2005 caractérisation agro-morphologique de quelques populations locales de niébé cultivées en Algérie.ln Actes du séminaire international sur l'amélioration des productions végétales. LKhelifi (ed), INA, Alger,pp.190-192.

Ghasmi et al 2010 Areview of mangrove value and conservation strategy by local communities in hormozgan province ,Iran .in journal of American science 6 (10): 329-338 .January2010

GRATTAN S. R. and GRIEVE C. M., 1993 - Mineral nutrient acquisition and responseby plant grown in saline environments. In: Handbook of plant and crop stress.Pessarakli (ed.), Dekker, New York, 203-226.

Green way H. etMunns R., 1980.Mechanism of salt tolerance in Halophytes. Annal Review of Plant physiology, (31) : 149–190.

HADJADJ-AOUL S., CHOUIEB M., LOISEL R., 2009-Effet des facteurs environnementaux sur les premiers stades de la régénération naturelle de TetraclinisarticulataVahl Master enOranie. Ecologiamediterranea, vol. 35: 19-31.

HAOUALA F., FERJANI H. et EL HADJ S., 2007 -Effet de la salinité sur la répartitiondes cations (Na+, K+et Ca+2) et du chlore (Cl-) dans les parties

aériennes et lesracines de raygrass anglais et du chiendent. Biotechnol.Agron.Soc. Environ., 11(3): 235-244.

HayashiI H. and MurataN., 1998 - Genetically engineered enhancement of salt tolerance in higher plants. In: Stress Response of Photosynthetic Organisms:Molecular

Hernandez, J.A., A. Jimenez, P. Mullineaux and F. Sevilla. 2000-Tolerance of pea (PisumsativumL.) to long-term salt stress is associated with induction of antioxidant defenses. Plant Cell Environ., 23: 853-862.

Hopkins W.G., 2003. Physiologie végétale. 2ème édition, De Boeck, Bruxelles: 61 – 476.

Hurkman W.J. and Tanaka C.K., 1987.The effect ofsalt on the pattern of proteinsyntheses in Barleyroots. Plant Physiol. 83: 517 –524.

Khan M.A. & Gulzar., 2003. Germination responses of sporobolus ioclades: a saline desert grass. Journal of arid Environments. 53: 387-394

Kouadio D., Echikh N., et al. P.,2007 - Organisation du pool génique de Vignaunguiculata (L.) Walp. : Croisementsentre les formes sauvages et cultivées du niébé. Biotechnol. Agron. Soc.Environ.,11(1): 47–57.

Karaki G.N., 2001.Germination, sodium and potassium concentrations of barley seeds as influenced by salinity, J. Plant Nut., 24 (3):511 –522

Khan MA, Rizvi Y., 1994:Effect of salinity, temperature and growth regulators on thegermination and early seedling growth of Atriplexgriffithii var. stocksii. Can. J. Bot. 72475-9

Lawlor D W., 2013.Génétic engineering to improve plant performance under drought: physiological evaluation of achievements, limitations, and possibilities. J. Exp. Bot., 64:83-108.

Levigneron A., LopezF., VansuytG., Berthomieu P, Fourcroy P. et Francine C. D., 1995 - Les plantes face au stress salin. Cahiers agricultures, 4:263-73

Maillrad J., 2001.Le point sur l'irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risquesetrecommandations. Handicap International Novembre 2001. 34p.

Maas E. V,.and HOFFMAN G. J. 1986 - Salinity sensitivity of sorghum atthree growth stages. Irrig. Sci.,7:1-11

MaasE. V., 1996 - Plant response to soil salinity. In: 4th National Conference and Workshop on the Productive Use and Rehabilitation of SalinPromacoconventions

Pty ltd, 25-30 March 1996, Albany Western Australia

Matsuura A, Inanaga S. et Murata K., 2005- Differences in the VegetativeGrowth between Common and Tartary Buckwheat in Saline Hydroponic Culture. PlantProd. Sci.,8 (5): 533-538.

Marechal R.,Masherpaj.M., Stainier F.,19 78.Etude taxon om iqu e d'ungroupecom-plexed'eSpèces des genresPhaseolusetVigna(Pap i lionaceae)sur la basededonnéesmorphologiqu est et polliniques,traitéespar l'an alyse in formati q ue. Bo issiera , 28:1- 273.

Maas E. V. and POSS, J. A. 1989b. Salt sensitivity of wheat at various growth stages. Irrig. Sci.,10:29-40

Mauriés , M ., 2003. Luzerne : culture , récolte ,conversation ,utilisation .France Agricole Edition

Mazliak et al 1998 ,physiologie vegetales 1 vol (575p).

Mechanisms and Molecular Regulation.Sato K., Murata N. (eds.), Elsevier,Amsterdam, 133–148.

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. Pla,ntNutr. 24, 599-612

Meloni D. A., Gulotta M. R. and Martinez C. A.,2008 – Salinity tolerancein Schinopsis quebracho colorado: Seed germination, growth, ion relations andmetabolic responses. Journal of Arid Environments72:1785– 1792.

Mermouda., 2006 -Cours de physique du sol: Maitrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, 23p.

Mezi M.,Albouchi A.,Bizid E., et Hamza M., 2002 -l'effet de la salinité des eaux d'irrigation sur la nutrition minéral chez trois variétés de luzerne pérenne (Medicago sativa).Agronomic.22:283-291.

Misra N. and Dwivediu U. N., 2004- Genotypic difference in salinity tolerance ofgreen gram cultivars.Plant Science,166: 1135-1142.

Mohammad M., SHIBLI. R., Adjouni M., Nimri L.,1998-Tomato root and shoot responses to salt stress under different levls of phosphorus nutrition. J. Plant Nutr. 21, 1667-1680.

Mulongoy K.,1985. Nitrogen-fixingsymbiosisand trop icalecosystems .In : Cowpearesearc ,productionandutilization, S.R.SinghetK.O.Rachieéd.,NewYork, Etats-Unis,Wiley, p.307- 315

Munns.R., James. R.A., Lauchli. R., 2006 –Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. Journal of Experimental Botany;57(5): 1025-1043.

Murillo-AMADOR B. and TROYO-DIEGUEZ E., 2000 - Effect of salinity on thegermination and seedling growth of cowpea. Journal Agronomy & Crop

Murrillo - Amador B., Lopez-Aguilar R., Kaya C., Larrinaga mayoral J et Flores-Hernanuez A., 2006.Comparative Effects of NaCland polyethylene Glycol on germination, Emergence and Seedling growth of cowpea.S. Agronomy and Crop Science,188 235-247.Science, 188:235-247

Murrilo –Amadore ., E Troyo –Dieguez, HG JONES ,… phyton 67,71 -84,2000

Naindoo G. and Kift J., 2006- Responses of the saltmarsh rush Juncus kraussiitosalinity and waterlogging. Aquatic Botany, 84:217–225.

Parida A., Das A. B. and DAS P., 2002- NaCl stress causes changes inphotosynthetic pigments, proteins and other metabolic components in the leaves of atrue mangrove, Bruguieraparviflora, in hydroponic cultures. J. Plant Biol., 45:28–36.

Parida A. K. and Das A.B., 2005 -Salt tolerance and salinity effects on plants: areview. Ecotoxicology and Environmental Safety, 60: 324–349.

Redondo-Gómez S, Mateos-Naranjo E, Davy AJ, Fernández-Muñoz F, Castellanos E, Luque T, Figueroa ME., 2008-Growth and photosynthetic responses to salinity of the salt-marsh shrubAtriplexportulacoides.Annals of Botany; 100:555–563.

Rozena et flawers, 2010 Ecologie: corps for a salinized world in science 322(5907) :1478-80. juanuary 2009

Sheng et al ,2008 Influence of arbuscular mucorrhizae on photosynthesie and water statues of maize plantes under salt stress.in18(6-7) :287-96 .july 2008

SINGH B.B., EMECHEBE AM., 1997. Advances in research on cowpea *Striga* and Singh, B.B., S.K. Asante, H. Ajeigbe, and S.G. Mohammed. 1999. General Guide for Cowpea Cultivation and Seed Production. Sasakawa Global 2000 Nigeria Project. Federal Ministry of Agriculture, Abuja, Nigeria. *Alectra.*

ln : Advances in cowpea research, B.B. Singh *et al.* éd., Ibadan , Nigeria, IITA-jIRCAS,
p. 215-2 24.

Sosa L., Llanes A., Reinoso H.,Reginto m., and Luna V., 2005.Osmotic and specific ion effect on the germination of Prospisstrobulifera. Ann. Bot. 96 : 261 –267.

Szablocs I, 1994–Sotls and salinization .In:Pessarakli, M, (Ed), Handbook of plant and crop stress. Marcel Dekker, New York: 3-11.

Taffouo V. D., Kenne M., Fokam-Tasse R., Fotso-Wamba O., Fonkou T., Mvondo Z. et Amougou A., 2008.

Taylore p ,et al .(1999) struturale and mechanistic mapping of a unique fumarate reductase nat struct boil 6 (12):1108-12

Thiam M., Champion A., Diouf D. &Oureye S.Y.M., 2013.NaCl effects in vitro germination and growth of some Senegalese cowpea (Vigna unguilulata L. Walp) cultivars.ISRN Biotechnology.doi 10-5402/2013/382417.

Wei Y., Dong M., Huang Z. &Tan D., 2008.Factors influencing seed germination of Salsola affinis (Chenopodiaceae), a dominant annual halophyte inhabitingthe des erts of Xinjiang, china. Flora, 203: 134-140.

Win K.T. etOo A.Z., 2015.Génotype différence in salinity tolérance during early végétative growth of cowpea (Vignaunguiculata L Walp) from Mynmar. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, 4(4): 444-455.

YildirimE. And Guvenc I., 2006. Salt tolerance of Pepper cultivars during germination and seedling Growth, Turk.J., Agric. For., 30: 347-353.

Zid E., Grignon C., I991- Les tests de sélection précoce pour la résistance desplantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. In : L'amélioration des plantespour l'adaptation aux milieux arides. Chalbi N., Demarly Y. (eds.), Paris, AUPELF-UREF. John LibbeyEurotext, 91 - 108.

Annexes

Tableau 01 : Pourcentage finale de germination

Statistiques descriptives

Variable dépendante: pourcentage de germination

duree PR	conc PR	Moyenne	Ecart type	N
NP 0H	NP0	33,3333	40,41452	3
	Total	33,3333	40,41452	3
PR 6H	0.6	93,3333	11,54701	3
	0.8	93,3333	5,77350	3
	1M	96,6667	5,77350	3
	Total	94,4444	7,26483	9
PR12H	0.6	93,3333	5,77350	3
	0.8	90,0000	,00000	3
	1M	100,0000	,00000	3
	Total	94,4444	5,27046	9
PR 24H	0.6	83,3333	11,54701	3
	0.8	70,0000	10,00000	3
	1M	86,6667	15,27525	3
	Total	80,0000	13,22876	9
PR 48H	0.6	56,6667	5,77350	3
	0.8	83,3333	15,27525	3
	1M	80,0000	26,45751	3
	Total	73,3333	20,00000	9
Total	NP0	33,3333	40,41452	3
	0.6	81,6667	17,49459	12
	0.8	84,1667	12,40112	12
	1M	90,8333	15,64279	12
	Total	81,5385	22,42396	39
NP 0H	NP0	93,3333	5,77350	3
	Total	93,3333	5,77350	3
PR 6H	0.6	86,6667	15,27525	3
	0.8	86,6667	11,54701	3
	1M	83,3333	5,77350	3
	Total	85,5556	10,13794	9
PR12H	0.6	93,3333	5,77350	3

	0.8	93,3333	5,77350	3
	1M	90,0000	10,00000	3
	Total	92,2222	6,66667	9
PR 24H	0.6	86,6667	15,27525	3
	0.8	96,6667	5,77350	3
	1M	73,3333	11,54701	3
	Total	85,5556	14,24001	9
PR 48H	0.6	40,0000	,00000	3
	0.8	76,6667	20,81666	3
	1M	73,3333	25,16611	3
	Total	63,3333	23,97916	9
Total	NP0	93,3333	5,77350	3
	0.6	76,6667	24,24621	12
	0.8	88,3333	13,37116	12
	1M	80,0000	14,77098	12
	Total	82,5641	17,87647	39
NP 0H	NP0	56,6667	11,54701	3
	Total	56,6667	11,54701	3
PR 6H	0.6	73,3333	5,77350	3
	0.8	70,0000	26,45751	3
	1M	63,3333	15,27525	3
	Total	68,8889	16,15893	9
PR12H	0.6	70,0000	10,00000	3
	0.8	70,0000	17,32051	3
	1M	93,3333	11,54701	3
	Total	77,7778	16,41476	9
PR 24H	0.6	76,6667	11,54701	3
	0.8	73,3333	15,27525	3
	1M	80,0000	10,00000	3
	Total	76,6667	11,18034	9
PR 48H	0.6	50,0000	17,32051	3
	0.8	53,3333	15,27525	3
	1M	46,6667	11,54701	3
	Total	50,0000	13,22876	9
Total	NP0	56,6667	11,54701	3
	0.6	67,5000	14,84771	12
	0.8	66,6667	18,25742	12
	1M	70,8333	21,08784	12

	Total	67,4359	17,57959	39
NP 0H	NP0	61,1111	33,70625	9
	Total	61,1111	33,70625	9
PR 6H	0.6	84,4444	13,33333	9
	0.8	83,3333	18,02776	9
	1M	81,1111	16,91482	9
	Total	82,9630	15,64383	27
PR12H	0.6	85,5556	13,33333	9
	0.8	84,4444	14,24001	9
	1M	94,4444	8,81917	9
	Total	88,1481	12,72098	27
PR 24H	0.6	82,2222	12,01850	9
	0.8	80,0000	15,81139	9
	1M	80,0000	12,24745	9
	Total	80,7407	12,98695	27
PR 48H	0.6	48,8889	11,66667	9
	0.8	71,1111	20,27588	9
	1M	66,6667	24,49490	9
	Total	62,2222	21,18296	27
Total	NP0	61,1111	33,70625	9
	0.6	75,2778	19,63759	36
	0.8	79,7222	17,31822	36
	1M	80,5556	18,81404	36
	Total	77,1795	20,46217	117

Tableau 02 : Loungeure totale

Statistiques descriptives

Variable dépendante : Loungeure totale

T	duree	conc PR	Moyenne	Ecart type	N
T0	NP0H	NP0	14,6667	,97125	3
		Total	14,6667	,97125	3
	PR6H	0.6	16,2333	3,28075	3
		0.8	13,1000	3,39559	3
		1M	14,2333	1,73877	3
		Total	14,5222	2,86652	9
	PR12H	0.6	15,9000	4,72864	3
		0.8	16,6667	3,52326	3
		1M	14,4667	3,99541	3
		Total	15,6778	3,69045	9
	PR24H	0.6	11,9333	1,79536	3
		0.8	11,9333	2,05994	3
		1M	12,7000	2,75136	3
		Total	12,1889	1,97639	9
	PR48H	0.6	6,1667	3,26241	3
		0.8	14,2000	,36056	3
		1M	6,5333	2,30072	3
		Total	8,9667	4,40993	9
	Total	NP0	14,6667	,97125	3
		0.6	12,5583	5,14984	12
		0.8	13,9750	2,91271	12
		1M	11,9833	4,13452	12
		Total	12,9795	4,00475	39
T1	NP0H	NP0	4,1333	,51316	3
		Total	4,1333	,51316	3
	PR6H	0.6	5,6333	1,20968	3
		0.8	4,8000	2,69072	3
		1M	8,2000	4,22256	3
		Total	6,2111	2,99810	9
	PR12H	0.6	8,9667	1,02144	3
		0.8	5,5667	1,19304	3

		1M	5,4333	1,60728	3
		Total	6,6556	2,06647	9
	PR24H	0.6	5,6000	1,08167	3
		0.8	5,9667	2,31589	3
		1M	3,9000	1,41067	3
		Total	5,1556	1,74436	9
	PR48H	0.6	3,9333	2,11266	3
		0.8	3,3333	1,56950	3
		1M	5,1333	2,01080	3
		Total	4,1333	1,83644	9
	Total	NP0	4,1333	,51316	3
		0.6	6,0333	2,26368	12
		0.8	4,9167	2,02522	12
		1M	5,6667	2,73906	12
		Total	5,4308	2,28141	39
T2	NP0H	NP0	1,9333	,66583	3
		Total	1,9333	,66583	3
	PR6H	0.6	3,8333	,37859	3
		0.8	3,4333	1,00167	3
		1M	2,2333	,35119	3
		Total	3,1667	,91515	9
	PR12H	0.6	2,6667	,32146	3
		0.8	2,6667	,66583	3
		1M	6,3667	2,82902	3
		Total	3,9000	2,35797	9
	PR24H	0.6	4,3667	1,00167	3
		0.8	3,5000	1,60000	3
		1M	3,6000	,36056	3
		Total	3,8222	1,04496	9
	PR48H	0.6	1,5000	,28284	2
		0.8	1,5000	,28284	2
		1M	1,3500	,21213	2
		Total	1,4500	,21679	6
	Total	NP0	1,9333	,66583	3
		0.6	3,2364	1,20356	11
		0.8	2,8909	1,18782	11
		1M	3,5727	2,35036	11
		Total	3,1250	1,62065	36

Total	NP0H	NP0	6,9111	5,92905	9
		Total	6,9111	5,92905	9
	PR6H	0.6	8,5667	6,06321	9
		0.8	7,1111	5,04664	9
		1M	8,2222	5,67842	9
		Total	7,9667	5,42863	27
	PR12H	0.6	9,1778	6,22390	9
		0.8	8,3000	6,67252	9
		1M	8,7556	5,01476	9
		Total	8,7444	5,78701	27
	PR24H	0.6	7,3000	3,70270	9
		0.8	7,1333	4,14035	9
		1M	6,7333	4,73973	9
		Total	7,0556	4,05760	27
	PR48H	0.6	4,1625	2,84552	8
		0.8	6,9500	6,11322	8
		1M	4,7125	2,72052	8
		Total	5,2750	4,19609	24
	Total	NP0	6,9111	5,92905	9
		0.6	7,3914	5,13061	35
		0.8	7,3857	5,33844	35
		1M	7,1743	4,76904	35
		Total	7,2851	5,08416	114

Tableau 03 : Poids frais

Statistiques descriptives

Variable dépendante: poids frais

T	duree	conc	Moyenne	Ecart type	N
T0	NP0H	NP0	1,4450	,20506	2
		Total	1,4450	,20506	2
	PR6H	0.6	1,7733	,52918	3
		0.8	1,5967	,41968	3
		1M	1,4567	,12897	3
		Total	1,6089	,37025	9
	PR12H	0.6	1,2533	,16166	3
		0.8	1,4967	,22591	3
		1M	1,4400	.	1
		Total	1,3843	,20280	7
	PR24H	0.6	1,3850	,09192	2
		0.8	1,6367	,14434	3
		1M	1,3700	,12728	2
		Total	1,4886	,17401	7
	PR48H	0.6	1,2550	,00707	2
		0.8	1,8550	,77075	2
		1M	1,1000	.	1
		Total	1,4640	,52908	5
	Total	NP0	1,4450	,20506	2
		0.6	1,4360	,35481	10
		0.8	1,6273	,35327	11
		1M	1,3786	,15774	7
		Total	1,4933	,31620	30
T1	PR6H	1M	1,1350	,06364	2
		Total	1,1350	,06364	2
	PR12H	0.6	1,1000	.	1
		1M	,6200	.	1
		Total	,8600	,33941	2
	PR24H	0.6	1,0733	,63042	3
		Total	1,0733	,63042	3
	Total	0.6	1,0800	,51491	4
		1M	,9633	,30072	3
		Total	1,0300	,40817	7

T2	PR24H	0.6	1,1050	,13435	2
		Total	1,1050	,13435	2
	Total	0.6	1,1050	,13435	2
		Total	1,1050	,13435	2
Total	NP0H	NP0	1,4450	,20506	2
		Total	1,4450	,20506	2
	PR6H	0.6	1,7733	,52918	3
		0.8	1,5967	,41968	3
		1M	1,3280	,20092	5
		Total	1,5227	,38317	11
	PR12H	0.6	1,2150	,15264	4
		0.8	1,4967	,22591	3
		1M	1,0300	,57983	2
		Total	1,2678	,31416	9
	PR24H	0.6	1,1714	,39797	7
		0.8	1,6367	,14434	3
		1M	1,3700	,12728	2
		Total	1,3208	,36538	12
	PR48H	0.6	1,2550	,00707	2
		0.8	1,8550	,77075	2
		1M	1,1000	.	1
		Total	1,4640	,52908	5
	Total	NP0	1,4450	,20506	2
		0.6	1,3056	,40005	16
		0.8	1,6273	,35327	11
		1M	1,2540	,27734	10
		Total	1,3903	,37371	39

Tableau 04 : Vitesse de germination

Variable dépendante: vitesses

T	duree	conc PR	Moyenne	Ecart type	N
T0	NP0H	NP 0	59.1667	13.76893	3
		Total	59.1667	13.76893	3
	PR6H	0.6	77.5000	12.50000	3
		0.8	65.8333	13.76893	3
		1M	71.2200	9.19485	3
		Total	71.5178	11.53973	9
	PR12H	0.6	70.8333	13.76893	3
		0.8	59.1667	14.21560	3
		1M	70.8333	6.29153	3
		Total	66.9444	11.90967	9
	PR24H	0.6	58.8867	5.35897	3
		0.8	52.0533	9.58011	3
		1M	60.5533	10.35464	3
		Total	57.1644	8.49377	9
	PR48H	0.6	33.3333	6.29153	3
		0.8	49.0233	5.93352	3
		1M	61.5000	14.29161	3
		Total	47.9522	14.80407	9
	Total	NP 0	59.1667	13.76893	3
		0.6	60.1383	19.62356	12
		0.8	56.5192	11.85897	12
		1M	66.0267	10.32544	12
		Total	60.7618	14.41469	39
T1	NP0H	NP 0	41.9433	1.73339	3
		Total	41.9433	1.73339	3
	PR6H	0.6	61.1067	9.61866	3
		0.8	51.3267	13.51234	3
		1M	46.1100	3.75783	3
		Total	52.8478	10.75993	9
	PR12H	0.6	58.8867	.96417	3
		0.8	43.7733	9.45296	3
		1M	58.2733	11.37430	3
		Total	53.6444	10.47834	9
	PR24H	0.6	49.4967	5.07171	3

		0.8	51.1067	8.05448	3
		1M	50.2733	8.83202	3
		Total	50.2922	6.52967	9
	PR48H	0.6	27.3567	7.99147	3
		0.8	36.9967	3.51188	3
		1M	36.9967	12.90672	3
		Total	33.7833	9.16119	9
	Total	NP 0	41.9433	1.73339	3
		0.6	49.2117	15.08920	12
		0.8	45.8008	10.08704	12
		1M	47.9133	11.60776	12
		Total	47.2036	11.77974	39
T2	NP0H	NP 0	21.2133	7.63980	3
		Total	21.2133	7.63980	3
	PR6H	0.6	32.2167	5.09211	3
		0.8	31.2200	11.43001	3
		1M	26.1100	7.18654	3
		Total	29.8489	7.75273	9
	PR12H	0.6	31.6933	7.50022	3
		0.8	23.5267	3.49333	3
		1M	44.1633	9.46485	3
		Total	33.1278	10.97809	9
	PR24H	0.6	26.6133	16.69749	3
		0.8	37.3933	10.37112	3
		1M	29.1933	4.95008	3
		Total	31.0667	11.24635	9
	PR48H	0.6	29.3600	14.07330	3
		0.8	25.7200	11.26039	3
		1M	36.1933	14.95492	3
		Total	30.4244	12.58293	9
	Total	NP 0	21.2133	7.63980	3
		0.6	29.9708	10.34436	12
		0.8	29.4650	10.00042	12
		1M	33.9150	11.11534	12
		Total	30.3551	10.47179	39
Total	NP0H	NP 0	40.7744	18.26452	9
		Total	40.7744	18.26452	9
	PR6H	0.6	56.9411	21.51555	9

	0.8	49.4600	18.76975	9
	1M	47.8133	20.51234	9
	Total	51.4048	19.91695	27
PR12H	0.6	53.8044	19.06460	9
	0.8	42.1556	17.76366	9
	1M	57.7567	14.07665	9
	Total	51.2389	17.76059	27
PR24H	0.6	44.9989	17.02895	9
	0.8	46.8511	10.79522	9
	1M	46.6733	15.62429	9
	Total	46.1744	14.17463	27
PR48H	0.6	30.0167	9.07283	9
	0.8	37.2467	12.05986	9
	1M	44.8967	17.43005	9
	Total	37.3867	14.20879	27
Total	NP 0	40.7744	18.26452	9
	0.6	46.4403	19.65141	36
	0.8	43.9283	15.32597	36
	1M	49.2850	17.10036	36
	Total	46.1068	17.47785	117

Tableau 05 : Indice de vigueur

Statistiques descriptives

Variable dépendante: indice de vigeure

T	duree	conc	Moyenne	Ecart type	N
T0	NP0H	NP0	1240,0000	144,22205	3
		Total	1240,0000	144,22205	3
	PR6H	0.6	1500,0000	100,00000	3
		0.8	1013,3333	492,17206	3
		1M	1096,6667	228,98326	3
		Total	1203,3333	356,33552	9
	PR12H	0.6	1420,0000	353,83612	3
		0.8	1426,6667	380,17540	3
		1M	1466,6667	416,33320	3
		Total	1437,7778	333,53327	9
	PR424H	0.6	1080,0000	155,88457	3
		0.8	966,6667	336,05555	3
		1M	1030,0000	216,56408	3
		Total	1025,5556	220,11992	9
	PR48H	0.6	336,6667	210,31722	3
		0.8	813,3333	223,00972	3
		1M	480,0000	255,34291	3
		Total	543,3333	290,94673	9
	Total	NP0	1240,0000	144,22205	3
		0.6	1084,1667	517,06265	12
		0.8	1055,0000	395,09493	12
		1M	1018,3333	443,84341	12
		Total	1066,9231	428,89180	39
T1	NP0H	NP0	203,3333	155,02688	3
		Total	203,3333	155,02688	3
	PR6H	0.6	500,0000	180,27756	3
		0.8	373,3333	194,25070	3
		1M	630,0000	362,90495	3
		Total	501,1111	250,67132	9

	PR12H	0.6	750,0000	137,47727	3
		0.8	493,3333	120,96832	3
		1M	520,0000	105,83005	3
		Total	587,7778	161,61511	9
	PR424H	0.6	396,6667	106,92677	3
		0.8	480,0000	269,07248	3
		1M	280,0000	120,00000	3
		Total	385,5556	179,24223	9
	PR48H	0.6	206,6667	90,18500	3
		0.8	243,3333	105,03968	3
		1M	293,3333	176,16280	3
		Total	247,7778	118,19240	9
	Total	NP0	203,3333	155,02688	3
		0.6	463,3333	234,22341	12
		0.8	397,5000	188,92639	12
		1M	430,8333	242,05403	12
		Total	413,0769	221,09957	39
T2	NP0H	NP0	116,6667	85,04901	3
		Total	116,6667	85,04901	3
	PR6H	0.6	266,6667	23,09401	3
		0.8	333,3333	115,47005	3
		1M	210,0000	55,67764	3
		Total	270,0000	84,26150	9
	PR12H	0.6	220,0000	69,28203	3
		0.8	210,0000	79,37254	3
		1M	606,6667	290,05747	3
		Total	345,5556	249,35472	9
	PR424H	0.6	406,6667	130,12814	3
		0.8	310,0000	127,67145	3
		1M	303,3333	85,04901	3
		Total	340,0000	112,36103	9
	PR48H	0.6	46,6667	41,63332	3
		0.8	66,6667	57,73503	3
		1M	120,0000	52,91503	3
		Total	77,7778	55,17648	9
	Total	NP0	116,6667	85,04901	3
		0.6	235,0000	149,69666	12
		0.8	230,0000	138,49844	12

		1M	310,0000	232,96508	12
		Total	247,4359	175,67491	39
Total	NP0H	NP0	520,0000	553,19526	9
		Total	520,0000	553,19526	9
	PR6H	0.6	755,5556	576,80393	9
		0.8	573,3333	427,22945	9
		1M	645,5556	440,85460	9
		Total	658,1481	473,45731	27
	PR12H	0.6	796,6667	555,38275	9
		0.8	710,0000	587,64360	9
		1M	864,4444	522,08982	9
		Total	790,3704	537,75517	27
	PR424H	0.6	627,7778	358,07743	9
		0.8	585,5556	370,84738	9
		1M	537,7778	391,81557	9
		Total	583,7037	361,12163	27
	PR48H	0.6	196,6667	171,31842	9
		0.8	374,4444	360,87086	9
		1M	297,7778	221,51624	9
		Total	289,6296	264,01459	27
	Total	NP0	520,0000	553,19526	9
		0.6	594,1667	490,64025	36
		0.8	560,8333	443,51437	36
		1M	586,3889	442,53912	36
		Total	575,8120	461,11791	117