

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA
Faculté des sciences de la nature et de la vie
Département des sciences biologiques



Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biotechnologie végétale

Présenté par :
MOUGDAD Asma
MAHDJOUR Soukeina

Thème

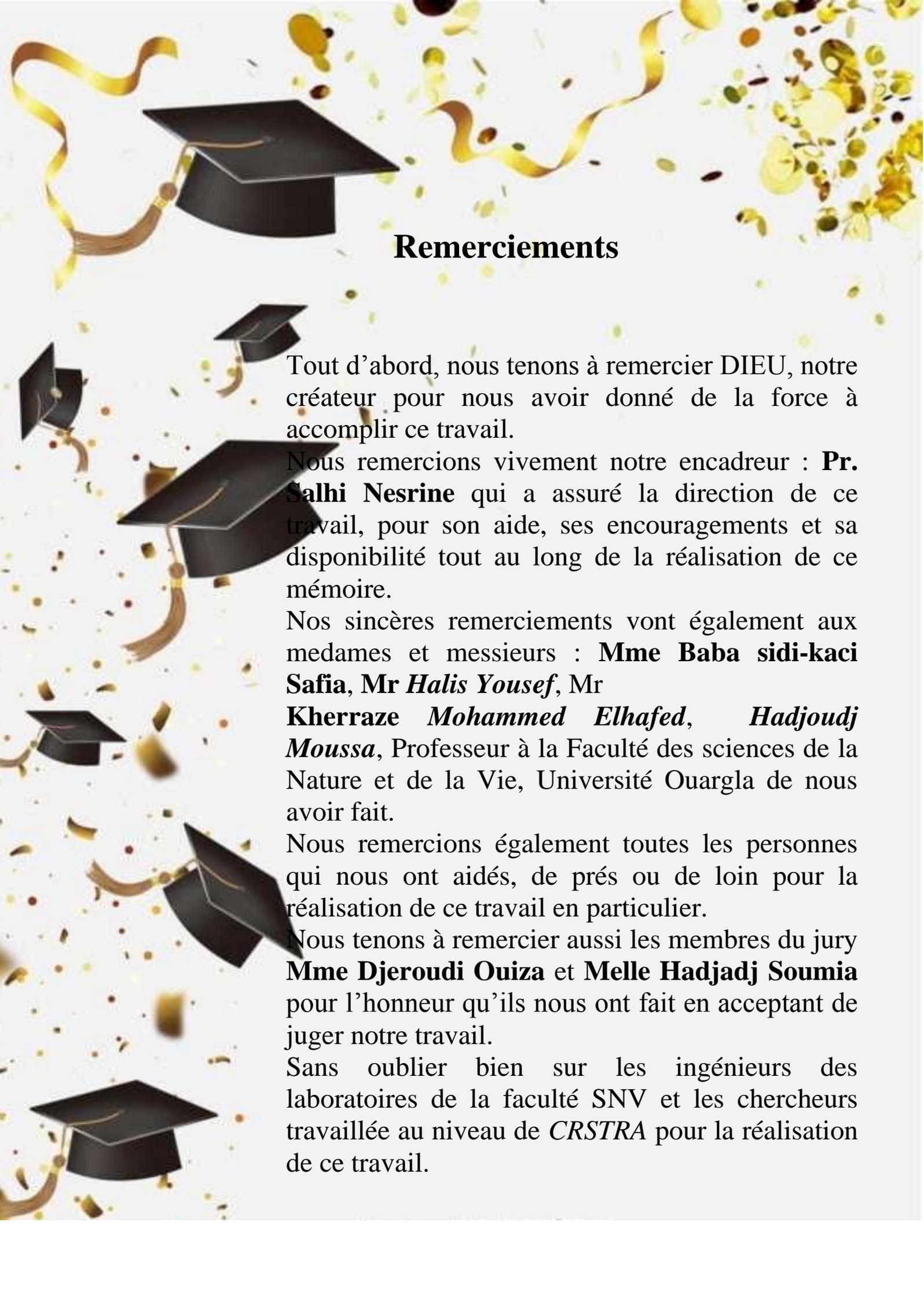
Réponse morph-physiologique de Niébé (*Vigna
Unguiculata(L.) Walp.*) au déficit hydrique et salin en
conditions contrôlées

Soutenu publiquement
Le 22 /06/2022

Devant le jury :

Mme DJEROUDI O.	M.C.A	Présidente	U.K.M. Ouargla
Melle SALHI N.	Pr.	Promotrice	U. K.M. Ouargla
Melle HADJADJ S.	M.C.A	Examinatrice	U.K.M. Ouargla

Année Universitaire : 2021/2022



Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier DIEU, notre créateur pour nous avoir donné de la force à accomplir ce travail.

Nous remercions vivement notre encadreur : **Pr. Salhi Nesrine** qui a assuré la direction de ce travail, pour son aide, ses encouragements et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements vont également aux medames et messieurs : **Mme Baba sidi-kaci Safia, Mr Halis Yousef, Mr Kherraze Mohammed Elhafed, Hadjoudj Moussa**, Professeur à la Faculté des sciences de la Nature et de la Vie, Université Ouargla de nous avoir fait.

Nous remercions également toutes les personnes qui nous ont aidés, de près ou de loin pour la réalisation de ce travail en particulier.

Nous tenons à remercier aussi les membres du jury **Mme Djeroudi Ouiza** et **Melle Hadjadj Soumia** pour l'honneur qu'ils nous ont fait en acceptant de juger notre travail.

Sans oublier bien sur les ingénieurs des laboratoires de la faculté SNV et les chercheurs travaillée au niveau de **CRSTRA** pour la réalisation de ce travail.



Dédicace

*Louange à Dieu qui nous a guidés vers cela. Nous
n'aurions pas été guidés sans Dieu*

Instruit "

*Je dédie cet humble acte à celui qui m'a donné la vie, symbole de
tendresse qui s'est sacrifié pour le bien.*

*Mon bonheur et ma réussite à ma mère à mon père qui a pris soin
de toute ma vie*

*Le courage de m'aider et de me protéger, ainsi qu'à ma
grandmère, que Dieu la bénisse.*

A ma soeur Zahra.

A mes chers frères Lahcen, Habib et Bachir

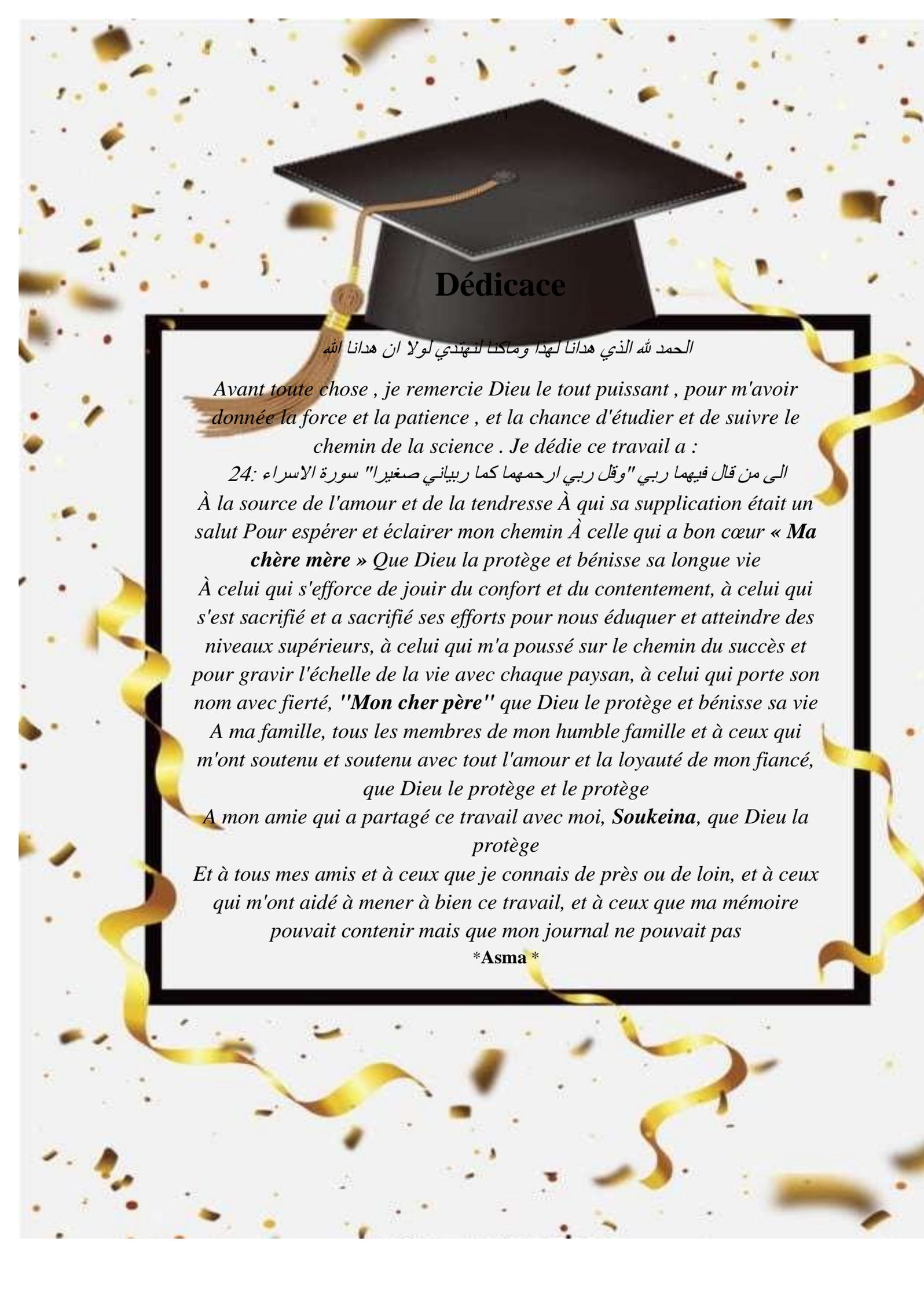
*A toute la famille Mahdjoub, à tous mes chers amis sans
exception*

*Ma compagne Asma a parfaitement fait son travail.
également à tous mes enseignants du primaire
jusqu'à l'université et surtout mes encadrants :*

Mme SALHI N.

A tous ceux qui mon aidé

Soukeina



Dédicace

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا ان هدانا الله

Avant toute chose , je remercie Dieu le tout puissant , pour m'avoir donnée la force et la patience , et la chance d'étudier et de suivre le chemin de la science . Je dédie ce travail a :

الى من قال فيهما ربي "وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا" سورة الاسراء: 24

*À la source de l'amour et de la tendresse À qui sa supplication était un salut Pour espérer et éclairer mon chemin À celle qui a bon cœur « **Ma chère mère** » Que Dieu la protège et bénisse sa longue vie*

*À celui qui s'efforce de jouir du confort et du contentement, à celui qui s'est sacrifié et a sacrifié ses efforts pour nous éduquer et atteindre des niveaux supérieurs, à celui qui m'a poussé sur le chemin du succès et pour gravir l'échelle de la vie avec chaque paysan, à celui qui porte son nom avec fierté, "**Mon cher père**" que Dieu le protège et bénisse sa vie*

A ma famille, tous les membres de mon humble famille et à ceux qui m'ont soutenu et soutenu avec tout l'amour et la loyauté de mon fiancé, que Dieu le protège et le protège

*A mon amie qui a partagé ce travail avec moi, **Soukeina**, que Dieu la protège*

Et à tous mes amis et à ceux que je connais de près ou de loin, et à ceux qui m'ont aidé à mener à bien ce travail, et à ceux que ma mémoire pouvait contenir mais que mon journal ne pouvait pas

Asma

Liste des tableaux

Tableau 1:Quantité de substances utilisées dans une solution nutritive	34
Tableau 2:Traitement et concentrations de la solution nutritive en NaCl	35
Tableau 3: Traitement et concentrations de la solution nutritive en Mannitol	35

Liste des figures

Figure 1: Principaux effets d'une forte salinité sur les plantes.	10
Figure 2: Adaptation et résistance des plantes face au stress salin	11
Figure 3: Stratégies de résistance des plantes aux conditions salines.....	13
Figure 4 : Evolution de 1900 à 2005 de l'index utilisé pour évaluer l'état de sécheresse d'une région, l'index Palmer (PDSI : Palmer DroughtSeverity Index). Le sol des régions en jaune et rouge s'est asséché, le sol des régions en bleu et vert est devenu plus humide	17
Figure 5: Zones traditionnelles de culture du niébé en Algérie	26
Figure 6 :Morphologie d'un plant de <i>Vigna unguiculata subsp unguiculata</i> (L.) Walp	29
Figure 7: Station expérimentale du milieu Biophysique de Oued Righ «Touggourt» CRSTRA-Touggourt.....	33
Figure 8 :Evolution des nombre quotidiens des graines germir de <i>Vigna Unguiculata</i> (L.) Walp.) semis aux différents concentration de NaCl en fonction du temps (jour).....	40
Figure 9: Evolution des taux finales de germination des graines de <i>Vigna Unguiculata</i> (L.) Walp.).....	41
Figure 10 :Evolution de la vitesse de germination des graines de <i>Vigna Unguiculata</i> (L.) Walp.) semis à la différente concentration de NaCl	42
Figure 11 : Effet de différente concentration de NaCl sur la longueur de tige	43
Figure 12: Effet de différente concentration de NaCl sur la longueur de racine	44
Figure 13 : Evolution des moyennes de la teneur relative en eau chez la niébé en fonction de la dose du NaCl.....	45
Figure 14: Nombre de racines des plants <i>vigna unguiculata</i> (L.) en fonction de différentes concentrations en NaCl.....	46
Figure 15: Indice de sensibilité des plants de <i>Vigna Unguiculata</i> (L.) Walp.) en fonction de différentes concentration en NaCl	47
Figure 16:Evolution des taux quotidiens de germination des graines de <i>Vigna Unguiculata</i> (L.) Walp.) semis aux différents concentration de Mannitol en fonction du temps (jour).	48
Figure 17: Evolution des taux de germination des graines de niébé semis à la différente concentration de mannitol.....	49
Figure 18:Evolution de la vitesse de germination des graines de <i>VignaUnguiculata</i> (L.) Walp.) Semis à la différente concentration de Mannitol	50
Figure 19:Effet de différente concentration de Mannitol sur la longueur de tige.....	51
Figure 20:Effet de différente concentration de Mannitol sur la longueur de racine.....	52

Figure 21: Evolution des moyennes du nombre de racine chez la niébé en fonction de la dose du Mannitol.....	53
Figure 22: Evolution des moyennes de la teneur relative en eau chez la niébé en fonction de la dose du Mannitol.....	54
Figure 23: Indice de sensibilité des plants <i>de Vigna Unguiculata (L.) Walp.</i> en fonction de différentes concentration en Mannitol	55

Liste des photos

Photo 1 : Présent les graines de niébé <i>Vigna Unguiculata (L.) Walp.</i>	33
Photo 2:Test de germination des graines	34
Photo 3: Préparation du sable et pots.....	38
Photo 4 : Calcule le nombre de racine	38
Photo 5:Mesure de la teneur relative en eau	39
Photo 6: Mesuré la longueur des tiges par différent concentration de NaCl	43
Photo 7: Mesuré la longueur des tiges par différents concentrations de Mannitol.....	51
Photo 8: Aspects des poils absorbants au niveau des racines des plantules de niébé <i>VignaUnguiculata(L. Walp.)</i> cultivées in vitro pendant 15 jours en présence de différentes concentrations de NaCl (GX20)	60
Photo 9: Aspects des poils absorbants au niveau des racines des plantules de niébé <i>VignaUnguiculata (L. Walp.)</i> Cultivées in vitro pendant 15 jours en présence de différentes concentrations de Mannitol (GX 20).	61
Photo 10: Coupes transversales au niveau de la tige de niébé <i>Vigna Unguiculata(L.) Walp.</i> témoin..	63
Photo 11 :Coupes transversales au niveau de la tige de niébé <i>Vigna Unguiculata(L.) Walp.</i> stressé au NaCl.....	64
Photo 12: Coupes transversales au niveau de la racine de niébé <i>Vigna Unguiculata(L.) Walp.</i> témoin	65
Photo 13: Coupes transversales au niveau de la racine de niébé <i>Vigna Unguiculata(L.) Walp.</i> stressé au NaCl.....	66
Photo 14:Coupes transversales au niveau de la tige de niébé <i>Vigna Unguiculata(L.) (Walp.)</i> stressé au mannitol.....	67
Photo 15: Coupes transversales au niveau de la racine de niébé <i>Vigna Unguiculata(L.) Walp.</i> stressé au mnnitol.....	68

Sommaire

Remerciements.....	
Liste des tableaux.....	
Liste des figures	
Liste des photos	
Table des matière	
Introduction.....	1

Chapitre I: synthèse bibliographique

I. Le stress et les végétaux	4
I. 1. Stress salin et les végétaux	4
I .1.1 Définition de la salinité	4
I.1.2-Les sols salés	4
I.1.3- Origine des sols salés	5
I.1.3.1-Salinisation primaire	5
I.1.3.2-Salinisation secondaire.....	5
I .1.4. Répartition géographique et importance de la salinité	5
I.1.5. Classification des sols salés.....	6
I.1.5.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins(les solonetz).....	6
I .1.5.2. Sols salins à complexe calcique (solontcheks)	6
I.1.6. Stress salin	7
I.1.7. -Effet de la salinité sur la physiologie de la plante.....	8
I.1.7.1- Effet de la salinité sur la germination	8
I.1. 7. 1.1 Effet osmotique	8
I.1. 7. 1.2 Effet toxique	8
I.1.7.2- Effet de la salinité sur la croissance	9
I.1.7.3- Effet de la salinité sur le développement	9
I.1.7.4 Effet de la salinité sur l'eau dans la plante	9
I.1.7.5 Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante	10
I.1.8 Mécanismes et stratégies adaptatives des plantes aux stress salin	10
I.1.8.1. Adaptations phénologiques	11

I.1.8.2. Adaptation morphologique	11
I.1.8.3- Adaptation physiologique	12
I.1.8.3.1- Compartimentation vacuolaire	12
I .1.8.3.2 –Exclusion	12
I .1.8.3.3- Inclusion	12
I .1.8.4- Adaptation biochimique	13
I .1.8.4.1- Accumulation de la proline	13
I .1.8.4.2- Accumulation des sucres solubles.....	14
I.1-8.5- Adaptation anatomiques	14
I .2. Stress hydrique	15
I .2. 1. Définition du stress hydrique.....	15
I.2.2 Déficit hydrique.....	15
I.2.3 Notions de sécheresse.....	16
I .2 .3.1 Sécheresse.....	16
I .2.3.2 Répartition géographique et importance de la sècheresse	16
I.2.4 Eau dans la plante	17
I.2.4.1 Turgescence cellulaire	17
I.2 .4.2 Maintien des structures chimiques et biochimiques.....	18
I.2 .4.3 Transport des éléments minéraux et des substances organiques	18
I.2.4.4 Régulation thermique	18
I.2.5 Effet du stress hydrique sur la plante	18
I.2.5.1 Effet du stress sur l'état hydrique de la plante	18
I .2.5.2 Effet du stress sur la photosynthèse et la surface foliaire.....	19
I.2.5.3 Effet du stress sur la chlorophylle	19
I.2.5.4 Effet du stress sur la croissance.....	19
I.2.5.5 Effet du stress sur le rendement.....	19
I.2.6. Stratégies et d'adaptation de stress hydrique	21
I.2.6.1. Définition la tolérance à la sécheresse.....	21
I.2.6.2. Première approche Drought resistance frame work	21
I.2.6.2.1 Esquive (échappement)	21
I.2.6.2.2 Evitement (avoidance).....	22
I.2.6.2.2.1 Maintien de l'absorption hydrique :	22
I.2.6.2.2.2 Réduction de la surface foliaire :.....	23

I.2.6.2.2.3 Régulation stomatique :	23
I .2.7 Tolérance à la déshydratation et ajustement osmotique	24
II. Présentation de l'espèce étudiée	25
II.1-Généralité:	25
II.1.1 Présentation de l'espèce étudiée	25
II.1.2 Origine et répartition géographique	25
II.1.3 Classification botanique :	26
II .1.4 Description morpho physiologique	27
II.1.5. Cycle végétatif:	28
II.1.5.1-Germination	28
II .3.5.2-Croissance	28
II.1.5.3-Floraison	28
II.1.5.4. Maturation	29
II.3.5.5-Récolte	29
II .2. Importance de la culture	30
II.2.1. Cultures des régions sèches et sols pauvres :	30
II.2.2. Culture fourragère et résistante aux adventices :	30
II.2.3. Importance économique et alimentaire :	30
II.2.3.1. Intérêt nutritionnel	30
II.2.3.2. Intérêt économique	31
II.2.3.3. Intérêt agronomique	31
II.2.3.3.1. Fixation d'azote atmosphérique	31
II.2.4. Conditions de stockage de niébé	32
II.2.6. Ennemis et les maladies du niébé	32

Chapitre II: Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes:	32
II.1. Objectif	32
II.2. Présentation du site expérimental	32
II.3-Matériel végétale	33
II.4. Méthode de travail	34
II.4.1. L'expérience 1	34
II.4.1.1. Préparation les solutions	34
II.4.1.1.1 Préparation de solution nutritive Knop	34

II.4.1.1.2. Préparation de la solution saline	35
II.4.1.1.3. Préparation de la solution osmotique	35
II.4.1.2. Application du stress salin et hydrique	35
II.4.1.3. Paramètres étudiés.....	36
II.4.1.3.1. Paramètres morphologiques	36
II.4.1.3.1.1. Cinétique de germination	36
II.4.1.3.1.2. Taux de germination	36
II.4.1.3.1.3. Vitesse de germination.....	36
II.4.1.3.1.4. Longueur de racine et tige.....	36
II.4.1.3.1.5. Indice de sensibilité (IS).....	36
II.4.1.3.2. Paramètres physiologiques	37
II.4.1.3.2.1. Anatomie de la racine et de la tige.....	37
II.4.1.3.2.1.1. Préparation des coupes anatomiques	37
II.4.1.3.2.1.2. Technique.....	37
II.4.1.3.2.1.3. Montage des coupes.....	37
II.4.2. L'expérience 2 : la phase de croissance.....	37
II.4.2.1. Essais de pots	37
II.4.2.2. Paramètres morphologiques	38
II.4.2.2.1. Nombre de racines	38
II.4.2.3. Paramètres physiologiques	38
II.4.2.3.1. Mesure de la Teneur relative en eau	38
II.5. Analyses statistique	39

Chapitre III: Résultats et discussions

III.1- Résultats et discussions	40
III.1.1- Effet de stress salin sur la germination et la croissance	40
III.1.1.1- Paramètres morphologiques	40
III.1.1.1.1- Effet du stress salin sur la cinétique de germination	40
III.1.1.1.2- Effet du stress salin sur la Taux de germination	41
III.1.1.1.3- Effet du stress salin sur la Vitesse de germination	42
III.1.1.1.4- Effet du stress salin sur longueur de tige	43
III.1.1.1.5- Effet du stress salin sur longueur de racine	44
III.1.1.1.6- Effet du stress salin sur teneur relative en eau	45
III.1.1.1.7- Effet du stress salin sur le nombre de racine	46

III.1.1.1.7- Effet du stress salin sur l'indice de sensibilité	47
III.2 Effet de stress hydrique sur la germination et la croissance	48
III.2.1- Paramètres morphologiques	48
III.2.1.1- Effet du stress hydrique sur la cinétique de germination	48
III.2.1.2- Effet du stress hydrique sur le taux final de germination	49
III.2.1.3- Effet du stress hydrique sur la vitesse de germination	50
III.2.1.4- Effet du stress hydrique sur la longueur de tige	51
III.2.1.5- Effet du stress hydrique sur la longueur de racine	52
III.2.1.6- Effet du stress hydrique sur le nombre de racine	53
III.2.1.7- Effet du stress hydrique sur la teneur relative en eau	54
III.2.1.8 Effet le stress hydrique sur l'indice de sensibilité	55
Discussion 1 :	56
III.3. Action des traitements salins sur les structures anatomiques	60
III.3.1. Effet du stress salin sur la formation de poils absorbants	60
III.3.2. Effet du stress hydrique sur la formation de poils absorbants	61
III.3.3. Effet des stress sur l'anatomie de la tige et de la racine de niébé <i>Vigna Unguiculata</i> (L.) (Walp.)	62
III.3.3.1. Effet du stress salin sur les structures anatomiques de la tige et de la racine	62
III.3.3.1.1 Etude anatomique de la tige	62
III.3.3.1.1.1. Plantes témoins	62
III.3.3.1.1.2. Plantes stressées au NaCl	63
III.3.3.1.2. Etude anatomique de la racine	65
III.3.3.1.2.1. Plante témoin	65
III.3.3.1.2.2. Plantes stressées au NaCl	66
III.3.3.2. Effet du stress hydrique sur les structures anatomiques de la tige et de la racine	67
III.3.3.2.1. Etude anatomique de la tige	67
III.3.3.2.1.1. Plantes stressées au Mannitol	67
III.3.3.2.2. Etude anatomique de la racine	68
Discussion 2	69
Conclusion	72
Références bibliographiques	75
Annexes	79

Introduction

Introduction

Dans les régions méditerranéennes, la salinité des sols et des eaux d'irrigation c'est l'un des facteurs qui limitent la productivité et le rendement des plantes Agricole. Ainsi, la sécheresse est l'un des principaux facteurs limitants le rendement, pénurie d'eau, souvent associée à un stress abiotique Responsables d'importantes pertes de récoltes (Birrichi, 2010 à Hamsas, 2013).

Daoud et Halitem (1994) notent qu'en Algérie la salinisation secondaire suit l'irrigation avec de l'eau minérale a augmenté la salinité dans de nombreuses zones irriguées, notamment en milieu désertique. Dans ces conditions, la physiologie des plantes et des sols salins est perturbée perturbations existantes de la germination des graines, de la croissance plantes, ce qui limite la production agricole (Dantas et al. 2005).

Face à ce problème, des stratégies possibles doivent être envisagées pour renforcement de ce sol et diverses investigations nécessaires pour comprendre les mécanismes que les plantes utilisent pour s'y adapter nouvelles conditions environnementales

En Algérie, les légumineuses occupent une place importante après les céréales nourriture humaine. Cependant, sa production est encore faible, et notre pays se tourne souvent vers elle importer ce produit afin de pallier ce défaut qui fait grimper la facture d'importation légumineuses estimées à 355 millions de dollars (État, Canada, 2007).

De nombreuses contraintes de production, dont les stress abiotiques, notamment salinité, qui affecte sérieusement sa productivité (Lawlor, 2013).

Plusieurs travaux et des recherches ont été menées dans le monde entier pour évaluer la réponse Niébé dans des conditions de salinité (Win et Oo, 2015).

En Algérie, cette espèce est traditionnellement cultivée et consommée certaines régions comme la région de Kabylie et la région orientale et le sud-ouest. Ces types, qui semblent apparentés aux anciennes cultures berbères, ne sont pas plus que cultivé dans des zones très limitées, souvent situées sous Jardins. Les graines de niébé sont produites pour la consommation Local, les excédents sont vendus sur les marchés locaux (Galmi et Al, 2005).

Pendant la saison sèche, dans certaines parties de l'Afrique de l'Ouest et au centre, la valeur

marchande des charrettes de niébé stockées devient très élevée Élevé (Queen, 1997).

La tolérance des plantes à la sécheresse et à la salinité implique des mécanismes les niveaux morphologique, physiologique, biochimique et moléculaire de la plante entière (Farouk et Al, 2009).

Plusieurs études ont découvert divers aspects des similitudes et des contrastes dans la réponse des plantes pour la sécheresse et la pression saline. La salinité réduit la capacité des plantes à absorber l'eau, ce qui entraîne rapidement à une diminution du taux de croissance, ainsi qu'à une série de changements similaire à celui induit par le stress hydrique (Mons, 2002 ; Bartels et Sunkar, 2005).

L'objectif primordial est l'effet du stress salin (NaCl) et stress hydrique (mannitol) sur la germination et la croissance de (*Vigna UnguiculataL.*) Walp.), pour en d'identifier leur niveau de d'adaptation et de tolérance .

Problématique

- **Ya-t-il un effet NaCl et Mannitol sur la phase de germination et post germination de la variété étudiée ?**
- **A quelle concentration la variété peuvent tolère ou adapte ?**

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

I. Le stress et les végétaux

I. 1. Stress salin et les végétaux

I .1.1 Définition de la salinité

On entend, en général, par salinité une teneur du sol en sels solubles préjudiciables à la production végétale, d'une façon plus générale, il ya salinité chaque fois que la présence des sels vient modifier la vie végétale ou les caractéristiques des sols. 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).

I.1.2-Les sols salés

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

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure.

On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5g/l (**Robert, 1996**).

Selon **Calvet (2003)**, un sol est dit salé quand la conductivité électrique est supérieure à 4ds/m.

Génétiquement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les salisols, dans lesquels les sels sont formés de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme de sels solubles

Simple ou complexes. Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (**Bouteyre et Loyer, 1992**).

I.1.3- Origine des sols salés

D'après **Cherbuy (1991)**, la salinisation d'un milieu, implique la présence d'une source de sels qui peut être naturelle, dénommée primaire et une salinisation anthropique induite par les activités agricoles comme l'irrigation ou l'utilisation de certains types d'engrais que l'on appellera secondaire

I.1.3.1-Salinisation primaire

La salinisation primaire résulte de la présence naturelle relativement concentrée de sels à Travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens des sels des mers et océans (**STENGEL et al., 2009**).

I.1.3.2-Salinisation secondaire

Le phénomène de la salinisation secondaire lié à l'irrigation constitue une menace particulièrement grave mais très difficile à évaluer de manière correcte (**STENGEL et al., 2009**).

Cette salinisation résultant des activités humaines, notamment à l'irrigation se traduit Par une accumulation de sels avec des effets sur les propriétés chimiques, physiques (Dispersion des argiles, instabilité de la structure) et biologiques (effet sur le développement) Des plantes par la pression osmotique (**CHEVERRY et RBERT, 1998**).

I .1.4. Répartition géographique et importance de la salinité

Les zones arides et semi-arides constituent environ les deux tiers de la surface du globe terrestre. Dans ces zones souvent marquées par des périodes sévères de sécheresse, la salinisation des sols est considérée comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. A l'échelle mondiale, il est estimé que presque 800 millions d'hectares de terres sont affectés par le sel. En effet, la salinité s'étend sur plus de 6 % de la superficie totale de la planète dont 3.8% sont situés en Afrique (**Benidire et al.2014in Kateb et Maamoun, 2018**).

En Algérie, les sols salés occupent de vastes superficies (3.2 millions d'hectares de la superficie totale), ils sont localisés du Nord vers le Sud (**Chiahi et Brinis, 2020**).

Selon **FAO(2005)**, on rencontre plusieurs types de sols salés en Algérie localisés

Surtout dans les étages bioclimatiques arides et semi-arides.

I.1.5. Classification des sols salés

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

I.1.5.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins(les solonetz)

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

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

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

Ces sols ont un profil peu stable, en raison de la grande facilité de dispersion des argiles, ils sont asphyxiants plutôt que physiologiquement secs.

I .1.5.2. Sols salins à complexe calcique (solontcheks)

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

La conductivité électrique de l'extrait aqueux à saturation est supérieure à 4,5ds/m à 25°C. Dans les horizons inférieurs (suivants la texture) (**Duchaufour, 1983**), avec un taux de sodium échangeable (E.S.P) inférieur à 15% de la C.E.C du sol. Ces sols présentent une

structure non dégradée caractérisés par une richesse en sels solubles, tels qu'ils inhibent la croissance de la plupart des plantes cultivées (**Aubert, 1978**).

I.1.6. Stress salin

Le stress salin est un excès d'ions en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na⁺ et Cl⁻ (**MIDOUN et KADRI, 2015**).

Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec»

(**TREMBLIN, 2000**).

D'après **TORRECILLAS et al. (1994)** et **TAHRI (2017)**, le stress salin intervient au moins par de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

stress hydrique: une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau, ce qui provoque un déficit hydrique et perte de la turgescence.

stress ionique: la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique.

stress nutritionnel: des concentrations salines trop fortes dans le milieu provoquent une altération de la nutrition minérale. En particulier, *vis-à-vis* des transporteurs ioniques cellulaires, le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, les chlorures avec le nitrate, le phosphate et le sulfate.

Stress thermique

Le stress thermique est l'ensemble des modifications de la physiologie des végétaux lorsque la température s'élève ou s'abaisse au-delà des conditions habituelles. Il diffère selon les espèces et la forme et ampleur du changement de température. Chaque plante exige une température optimale de croissance et de développement qui ne peut se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue

et au-delà, s'annule. trois type de température extrême peuvent causer des dégâts au plantes : le froid, le gel, et les températures élevées (Hopkins, 2003).

Stress photo-oxydatif

Le stress lumineux est l'une des contraintes environnementales importantes qui limitent la photosynthèse et l'efficacité de la productivité végétale (DAS,2004; DOI et SHIMAZAKI,2008). Quand l'énergie lumineuse absorbée excède la capacité d'utilisation de l'énergie dans la photosynthèse, alors l'efficacité photosynthétique sera réduite due à la formation de l'AOS, qui peut endommager l'appareil photosynthétique et les composants du chloroplaste (LÓPEZ-MARTÍN et al.,2008). Afin d'atténuer le stress photo-oxydatif, les plantes ont développé certaines stratégies des mécanismes de tolérance comme la synthèse des enzymes antioxydants (MITTLER et al.,2004; SCHOPFER et al.,2008). La compréhension de la réponse des plantes au stress lumineux a une priorité élevée dans les programmes biotechnologiques des plantes (WANG et al.,2008)

I.1.7. -Effet de la salinité sur la physiologie de la plante

I.1.7.1- Effet de la salinité sur la germination

La germination des plantes qu'elles que soient halophytes ou glycophytes est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (**Ismail, 1990**).

I.1. 7. 1.1 Effet osmotique

La salinité inhibe l'absorption de l'eau, la mobilisation des réserves et leur transport vers l'embryon. Cependant il existe un seuil critique d'hydratation que l'embryon doit atteindre avant le démarrage des processus germinatifs.

I.1. 7. 1.2 Effet toxique

Les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels qui provoquent

Des perturbations des enzymes impliquées dans la physiologie des graines en germination, empêchent la levée de dormance des embryons et conduisent à une diminution de la capacité de germination. **Rejili et al. (2006)**, signalent qu'une bonne germination des graines et une

émergence sous le stress salin est un critère valable pour garantir l'établissement adéquat dans les sols affectés par le sel. Cependant, **Ben Ahmed(1996)** rapporte que la corrélation entre la tolérance au stade de germination des semences et la tolérance des plantes pendant les autres périodes de croissance n'est pas obligatoire.

I.1.7.2- Effet de la salinité sur la croissance

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes, ces effets se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds et les réductions du nombre des feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige. Une baisse des poids de matière fraîche et sèche est aussi démontrée (**NASRI, 2014**). Ainsi que l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (**ZID, 1982**).

I.1.7.3- Effet de la salinité sur le développement

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement, d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces ainsi que la grosseur des fruits (**KHAN et al., 1997 ; BOUAZIZ, 1980**).

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire et cette expansion s'arrête si la concentration du sel augmente, le stress salin

I.1.7.4 Effet de la salinité sur l'eau dans la plante

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau. Cela nécessite un ajustement osmotique adapté, afin que le potentiel hydrique cellulaire demeure inférieur à celui du milieu extracellulaire et à celui du sol. Ce phénomène assure d'une part, la poursuite de l'absorption de l'eau du sol, et d'autre part, la rétention de l'eau intracellulaire et le maintien de la turgescence. Lorsque l'ajustement osmotique est insuffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et la perte de la turgescence (**Niu et al.1995; Bohnert et Shen, 1999 ;Hasegawa et al.,2000**).

I.1.7.5 Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante

Un excès de sel dans le protoplasme conduit à des modifications dans la balance ionique entraîne une faible production d'énergie par les réactions de phosphorylation et photorespiration. L'assimilation de l'azote et de nombreuses voies métaboliques sont perturbés. Si la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la photosynthèse, par effet du sel

Dans le stroma des chloroplastes qui perturbe le transport des électrons. La glycolyse et le Cycle de Krebs sont aussi affectés. L'acquisition de substances minérales, comme le potassium, les nitrates ou le calcium sont également réduites. La plante montre alors des signes de stress par la production d'anthocyanes ou la destruction de la chlorophylle. Si chez certaines halophytes, la croissance est stimulée par un apport modéré de sel, ce phénomène reste limité par un niveau de tolérance. Des stress extrêmes conduisent au nanisme et à l'inhibition de la croissance. Les feuilles deviennent sclérosées avant même d'avoir terminées leur croissance et développement, et

l'organisme tout entier risque de dépérir assez vite (**Ben-Hayyimetal. 1989 ;Speer et Kaiser, 1991**).



Figure 1: Principaux effets d'une forte salinité sur les plantes (d'après Parida et Das, 2005).

I.1.8 Mécanismes et stratégies adaptatives des plantes aux stress salin

Généralement, sous les conditions salines, une voie de transduction d'un signal de stress commence par la perception de ce signal au niveau de la membrane de la plante (par un capteur ou non), suivie par la production de seconds messagers et des facteurs de

transcription. Ces facteurs de transcription contrôlent l'expression des gènes impliqués dans la réponse au stress incluant des changements morphologiques, biochimiques et physiologiques et anatomique et phénologique (Voir schéma ci-dessus)

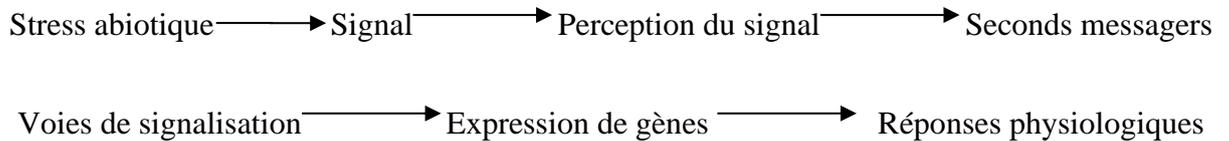


Figure 2: Adaptation et résistance des plantes face au stress salin

I.1.8.1. Adaptations phénologiques

Pour éviter les périodes difficiles pour la croissance et le développement, certaines variétés accomplissent leur cycle de développement avant l'installation de la contrainte hydrique. La précocité constitue donc un important mécanisme d'évitement de la sécheresse de fin de cycle (**Ben Naceur et al. 1999 in Bouatrous, 2013**). Dans ces conditions, les paramètres phénologiques d'adaptation (paramètres de précocité) définissent le décalage du cycle vis-à-vis des contraintes environnementales. La précocité assure une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau en effet, en produisant la biomasse la plus élevée, les génotypes à croissance rapide et à maturité précoce utilisent mieux l'eau disponible et ils sont moins exposés aux stress environnementaux que les génotypes tardifs (**Bajji et al. 2000**).

I.1.8.2. Adaptation morphologique

La salinité est connue pour induire de nombreux changements dans la morphologie et la Physiologie des plantes. La morphologie et la structure de ces dernières sont adaptées dans le sens de l'économie d'eau (**ASLOUM, 1990 ; HELLER et al., 1998**). Les caractères associés à cette adaptation sont :

- la présence d'une cuticule épaisse
- des stomates rares
- des cellules à grandes vacuoles pour favoriser le stockage de Na⁺ et Cl⁻
- des racines très développées
- une diminution de la surface foliaire

I.1.8.3- Adaptation physiologique**I.1.8.3.1- Compartimentation vacuolaire**

La compartimentation des ions est l'un des mécanismes d'adaptation à la contrainte saline les plus efficaces pour éviter la toxicité de Na⁺ sur des sites métaboliques dans le cytoplasme. 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 des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de "pompes" moléculaires. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (HANANA et al., 2011 ; EL MADIDI et al., 2003).

I .1.8.3.2 –Exclusion

Chez les plantes sensibles au NaCl, le Na⁺ s'accumule dans les racines, puis exclu des feuilles, ces plantes sont dites «excluders». 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 de l'émergence des ramifications de la racine (EL MADIDI et al., 2003).

I .1.8.3.3- Inclusion

Les plantes « incluser » résistantes au NaCl, accumulent le Na⁺ dans les feuilles où il est séquestré soit dans la vacuole, l'épiderme foliaire, les limbes âgés. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule, le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux, ou excrété par des glandes vers l'extérieur (BERTHOMIEU et al., 2003)

L'excrétion dans les glandes à sel est très spécifique ; d'abord Na⁺ , Cl⁻ et HCO₃⁻-excrétés contre le gradient de concentration, alors que des ions comme Ca⁺⁺, sont NO₃⁻, SO₄⁻⁻ et H₂PO₄⁻ sont maintenus contre leur gradient (HOPKINS., 2003)

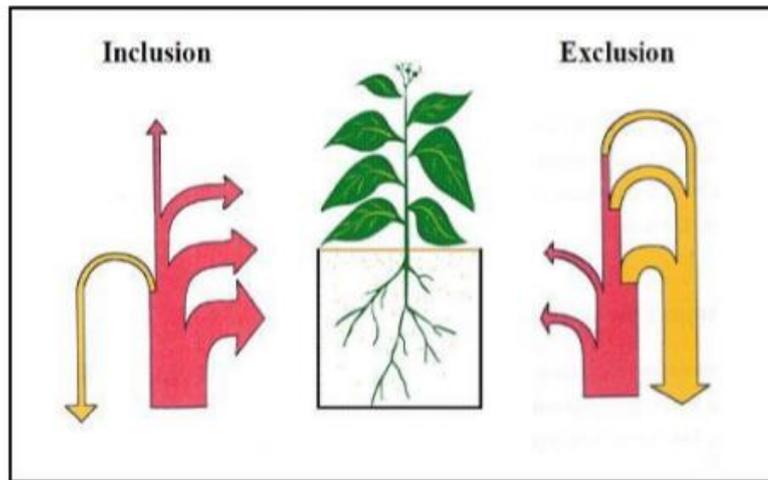


Figure 3: Stratégies de résistance des plantes aux conditions salines (Levigneron et al., 1995)

I .1.8.4- Adaptation biochimique

Face à l'augmentation des sels dans le sol, un ajustement osmotique peut se manifester, mais à des degrés variables, chez la plupart des végétaux. L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique (**DOUMI, 2015**).

L'ajustement osmotique ou osmorégulation est un mécanisme majeur d'adaptation pour la résistance au stress osmotique qui s'exprime par la capacité d'une végétale à l'accumulation active, il est généralement considéré comme un élément important dans la tolérance des plantes à la contrainte saline. Cet ajustement implique l'accumulation, au niveau cellulaire, des solutés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, raffinose....) et certains acides aminés par exemple ; la proline (**RABIAA, 2019**).

I .1.8.4.1- Accumulation de la proline

C'est une molécule organique (acide aminé) dominante qui agit comme un médiateur de l'ajustement osmotique sous le stress salin, un stabilisateur de structures subcellulaires. Elle participe aussi dans l'osmorégulation de la cellule et de la protection des protéines au cours de la déshydratation (**SEBANE, 2015**).

En plus du rôle osmotique attribué à la proline, il participe à la stabilisation des protéines, protégerait l'intégrité de la membrane plasmique et constituerait une source de carbone et d'azote. L'accumulation de la proline chez diverses espèces de plantes stressées a été corrélée

à leur capacité de tolérance, et sa concentration est généralement plus élevée chez les plantes tolérantes que les plantes sensibles, pour lesquelles, l'accumulation de la proline semble plutôt être une simple réaction de la plante qu'un comportement d'adaptation et de tolérance au stress (**HANANA et al., 2011**).

I.1.8.4.2- Accumulation des sucres solubles

Les sucres solubles auraient un rôle majeur dans l'ajustement osmotique, participent à l'abaissement du potentiel osmotique en condition de stress salin. Les principaux sucres accumulés sous stress sont ; le glucose, le fructose et le saccharose. Ces derniers sont également impliqués dans l'ajustement osmotique et semblent jouer un rôle très important dans le maintien d'une pression de turgescence qui est à la base des différents processus contrôlant la vie d'une plante (**CHERIEF et BOUHALILI, 2018**).

Plusieurs études physiologiques ont démontré que l'accumulation des sucres et des polyols, principalement suite à l'hydrolyse de l'amidon, était stimulée par un stress salin chez différentes espèces végétales (**HANANA et al., 2011**).

Outre son rôle essentiel comme source de carbone et d'énergie durant la période du stress salin. De plus ces composés organiques peuvent assurer plusieurs fonctions bénéfiques en réponse aux stress osmotiques. Ils pourraient agir comme osmolytes protègent des Macromolécules spécifiquement les enzymes et contribuer à la stabilité des structures membranaires et la protection de l'intégrité de la paroi (**JALLOULI, 2019 ; HANANA et al., 2011**).

I.1-8.5- Adaptation anatomiques

La salinité induit des modifications anatomiques dans les racines, les tiges et les Feuilles chez les xéro-halophytes ; à savoir la réduction des stomates, le nombre de cellules de l'épiderme, ainsi que l'épaisseur de la feuille et la distance entre les faisceaux vasculaires (**Boughalleb et al., 2009**). D'autres auteurs ont observé une augmentation de l'épaisseur de la feuille, du nombre de cellules épidermiques et de stomates (**Vijayan et al. 2008**). Des changements structurels peuvent également être observés, comme un changement du diamètre et du nombre de vaisseaux, la présence de tissus de soutien et l'abondance du parenchyme aquifère (**Hacke et al., 2006**).

Lors d'un stress salin. Les halophytes sont capables de compartimenter les ions Na⁺ et Cl⁻ au niveau vacuolaire. D'autres mettent en place des structures particulières, telles que des poils excréteurs ou des glandes sécrétrices de sels, permettant d'isoler physiologiquement les sels des tissus photosynthétiques. Ces structures sont fréquemment rencontrées chez les Plombaginaceae, les Poaceae, les Tamaricaceae et les Amaranthaceae (Breckle, 2002).

I.2. Les stress hydrique

I.2.1. Définition du stress hydrique

Les stress provoqués par un déficit en eau constituent une menace permanente pour la survie des plantes néanmoins beaucoup d'autres elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leur permettent de survivre.

Un stress hydrique peut se produire aussi bien sous l'effet d'un excès que d'un manque d'eau. Un exemple d'excès d'eau est l'inondation. Le stress provoqué par un déficit hydrique est bien plus fréquent de sorte que l'expression de stress de déficit hydrique est abrégée en stress hydrique, On parle de stress ou de déficit hydrique lors de situations entraînant un déficit de turgescence des cellules végétales. En termes plus simples, le stress survient quand le taux de transpiration excède celui d'absorption d'eau par les racines dépasse c'est-à-dire Lorsque les forces de succion des racines deviennent insuffisantes pour extraire l'eau du sol quelle que soit la demande de l'atmosphère (**BROCHET et GERBIER, 1978; DUCROQ, 1990; GUYOT, 1998**), le tissu végétal subit des dégradations irréversibles et celui-ci ne peut que difficilement reprendre sa turgescence normale après réhydratation du sol. C'est le point de flétrissement permanent.

I.2.2 Le déficit hydrique

Le déficit hydrique s'installe dans la plante quand l'absorption ne peut satisfaire la demande de la transpiration (**GATE, 1995**). Selon **ACEVEDO (1991); BLUM (1996)**, il est lié à la réduction d'humidité du sol et à l'augmentation de la demande évaporative. Le déficit hydrique se traduit rapidement par une réduction de la croissance de la plante (**KRAMER, 1980**). L'effet dépressif du déficit hydrique sur la plupart des processus physiologiques et métaboliques se répercute sur le rendement en grains et ses composantes (**REKIKI, 1997**). Le stress hydrique se traduit chez la plante par une série de modifications qui touchent les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques, à partir du moment où les

besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles (MEFTetal., 2000).

I.2.3 Notions de sécheresse

I.2.3.1 La sécheresse

La sécheresse est un terme météorologique. Généralement, elle est définie comme étant une période de pluie insuffisante qui conduit le plus souvent à un stress hydrique (HERMEZ, 1996). En agriculture, elle est définie comme un déficit marqué et soutenu des précipitations qui réduit significativement les productions agricoles (MCKAY in BOOTSMA et al., 1996).

Selon AURIAU (1978), le risque de sécheresse ne dépend pas seulement du volume des précipitations, ni de leurs répartitions, il dépend également de la profondeur du sol, de sa capacité de rétention et d'échange. En outre, la température extérieure, le degré d'humidité relative de l'air et l'importance des vents modifient les besoins en eau des plantes.

I.2.3.2 Répartition géographique et importance de la sécheresse

Les régions sèches dans le monde sont représentées par les zones à climat semi-aride, Aride ou désertique. Ces zones couvrent environ 37% de la surface des continents (Figure 4).

Elles se caractérisent par des précipitations annuelles comprises entre 300 et 600 mm pour les zones semi-arides, entre 100 et 300 mm pour les zones arides alors qu'elles ne dépassent pas 100 mm pour les zones désertiques. Dans le bassin méditerranéen, les précipitations sont très Irrégulières et sont concentrées en hiver tandis que les étés sont longs, chauds et secs. Les conditions climatiques associées à la succession des années de sécheresse ont entraîné la raréfaction des ressources en eau dans ces régions

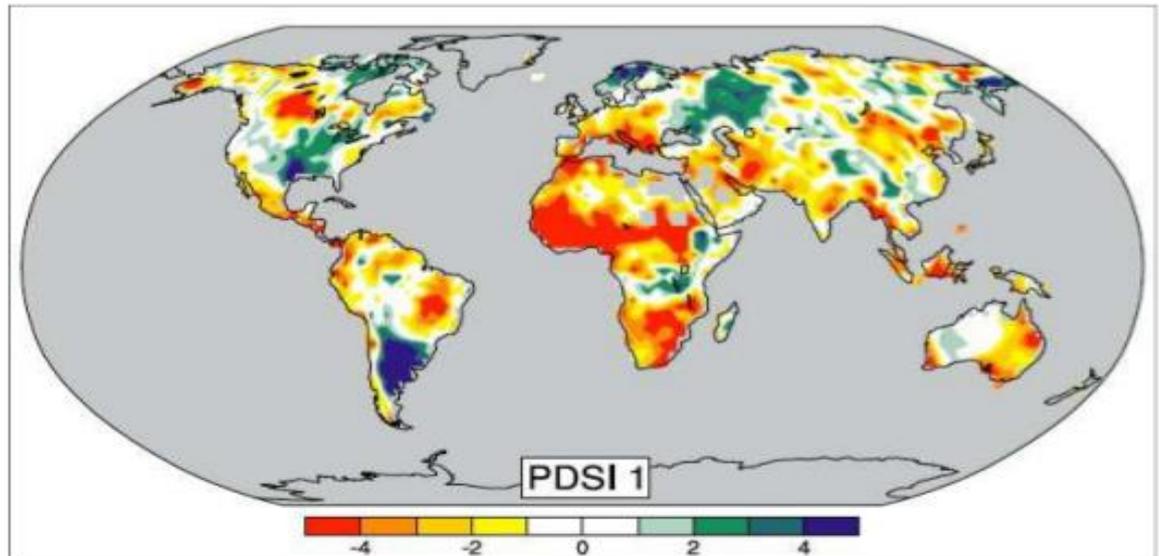


Figure 4 : Evolution de 1900 à 2005 de l'index utilisé pour évaluer l'état de sécheresse d'une région, l'index Palmer (PDSI : Palmer DroughSeverity Index). Le sol des régions en jaune et rouge s'est asséché, le sol des régions en bleu et vert est devenu plus humide (Pachauri et Reisinger, 2007)

I.2.4 L'eau dans la plante

L'eau est indispensable à toute vie, c'est le constituant pondéralement le plus important des végétaux puisqu'elle représente 60 à 80% de leur poids en matière fraîche (DYSSON, 1970).

L'eau est impliquée aussi bien dans les structures que dans les processus de transports et de métabolisme des végétaux. Elle est le milieu dans lequel ont lieu la quasi- totalité des processus biologiques; elle joue le rôle de transporteur, de solvant, d'agent de réactions chimiques; elle donne aux plantes leur turgescence (HELLER et al., 1998).

I.2.4.1 La turgescence cellulaire

Celle-ci donne une grande rigidité aux tissus végétaux et assure le port dressé des organes dépourvus de tissu de soutien. Quand la plante subit une alimentation hydrique insuffisante, les cellules perdent de l'eau et le volume de la vacuole diminue (plasmolyse). Aussi, la première remarque d'une déshydratation se traduit par la perte de turgescence qui conduit au flétrissement. C'est aussi la turgescence qui, associée au phénomène de croissance, permet la pénétration des racines dans le sol (KIES, 1977).

I.2 .4.2 Maintien des structures chimiques et biochimiques

L'eau contribue au maintien de la structure et de l'organisation de la cellule car elle forme la phase de dispersion du cytoplasme pour les constituants chimiques et organiques.

I.2 .4.3 Transport des éléments minéraux et des substances organiques

Au niveau de la plante entière, l'eau est le vecteur de la migration des éléments minéraux absorbés par les racines. C'est aussi en milieu aqueux que sont transportées les substances élaborées dans les feuilles et que sont véhiculés les déchets du catabolisme (**MORARD, 1995**). Les molécules d'eau participent directement à de nombreuses réactions biochimiques d'hydrolyse ou de condensation.

I.2.4.4 Régulation thermique

L'eau dans la plante n'est pas à proprement parler consommée. Elle ne fait que passer du sol à l'atmosphère avec un flux très important. Cette eau est émise sous forme de vapeur d'eau, c'est la transpiration. Celle-ci permet de réguler la température des parties aériennes et aide la plante à dissiper la chaleur absorbée sous forme de radiations solaires et d'éviter ainsi un réchauffement excessif (**SHEEHY et al., 1998**).

I.2.5 Effet du stress hydrique sur la plante

I.2.5.1 Effet du stress sur l'état hydrique de la plante

Tardieu et al. (1995) considèrent que l'activité physiologique d'une plante vasculaire est affectée dès que la teneur en eau de ses organes diminue de 15 à 25% de sa valeur en turgescence Le stress hydrique d'une plante peut être caractérisé directement par la mesure du potentiel hydrique foliaire (**Figueiredo et al., 1999**) Le plus souvent, l'état hydrique d'une plante peut être défini par la mesure de la teneur en eau relative (TRE). Cette teneur relie la quantité d'eau restante dans le tissu après la déshydratation à la quantité d'eau à la turgescence (**Oliver et al., 2010**), Cet indice est largement appliqué aux feuilles seulement (TREF). Il est calculé selon l'expression suivante :

$$TREF = [(FwDw) / (TN-Dw)] \times 100$$
 Fw pois frais Dw pois sec TN poids à l'état de la turgescence Le stress hydrique fait diminuer substantiellement le potentiel hydrique, la TRE et le taux de transpiration avec augmentation concomitante de la température du couvert

végétal (Farooq et al., 2009).

I.2.5.2 Effet du stress sur la photosynthèse et la surface foliaire

Dans les conditions de déficit hydrique, on observe un ralentissement des activités biologiques à plusieurs niveaux métabolisme, croissance et turgescence. L'épuisement de la réserve du sol en eau cause un séné de réactions «syndromes» qui peuvent s'étendre de quelques minutes (fermeture de stomate), quelques semaines (changement en croissance, sénescence des feuilles) et quelques mois (diminution de biomasse et du rendement). Le stress hydrique fait réduire le nombre de feuilles par plante, la surface foliaire et la longévité des feuilles (**Atti, 2002 ,Shao et al, 2008**). Le manque d'eau en diminuant la photosynthèse qui à son tour répercute négativement sur la réduction du nitrate par un manque de pouvoir réducteur au nitrate réductase (**Sall, 1987 Fukutoku, 1996 Durand, 2007**).

I.2.5.3 Effet du stress sur la chlorophylle

Plusieurs travaux ont montré l'effet dépressif du stress hydrique sur les teneurs en pigments des feuilles (**Atti, 2002 Jaleel et al. 2009**). **Roy-Macauley (1999)** a montré un lien entre la tolérance à la sécheresse, le maintien de la teneur en pigments photosynthétiques et

I.2.5.4 Effet du stress sur la croissance

Les réductions de croissance sont l'une des premières manifestations du déficit hydrique. Il se traduit chez beaucoup d'espèces par une modification importante de l'architecture de la plante. Sous stress hydrique, la vitesse de division cellulaire décroît, les parois cellulaires, qui doivent normalement être souples déformables pour faciliter la croissance et l'élongation, deviennent plus rigides de ce fait la turgescence décroît (**Tardieu et al., 2006 Shao et al 2008**). Il est constaté chez les plantes dicotylédones comme le petit pois et le vigna que le nombre de ramifications et le nombre d'organes élémentaires (phytomère) de la tige sont dramatiquement réduits. Il en va de même chez les graminées où le nombre de talles est réduit (**Tradieu et al., 2006**) La croissance de la partie aérienne est plus sensible et plus affectée par rapport à celle de la racine (**Munns, 2002**).

I.2.5.5 Effet du stress sur le rendement

Le moment d'application du stress est important puisque les réponses changent selon le stade

phénologique de la plante Le déficit hydrique pendant le développement végétatif de soja réduit le taux de croissance de la plante mais habituellement n'affecte pas le rendement de soja (**Atti, 2002**) Les effets sur la croissance végétative sont reflétés par l'apparition des petites feuilles, la réduction du diamètre de collet et la hauteur de la plante (**Alti, 2002**). ST est appliqué à la floraison ou préfloraison, le stress agit principalement sur le nombre de gousses et de graines par plante Ce résultat est attribué surtout à une chute importante des organes fructifère (avortement) (**Atti, 2002**). Les résultats de sensibilité au stress hydrique des différentes phases phénologique de plusieurs espèces de légumineuses à gros grains montrent (**Mouhouche et al., 1998; Mouhouche, 2004**), Les phases de développement végétatif et de maturation ont une sensibilité au stress relativement faible Les phases florales et post florales agissent plus sur les composantes de rendement exprimés en nombre à cause du phénomène de l'avortement, Les phases de grossissement de graines agissent sur les composantes exprimées en poids La sécheresse perturbe le phénomène de translocation des assimilates vers les organes reproducteurs par la diminution de la photosynthèse, la chute précoce des feuilles causée par l'acide abscissique et le manque d'eau assurant le transport des assimilés. De ce fait, les organes reproducteurs (boutons floraux, gousses nouées) sont soumis au phénomène d'avortement (**Atti, 2002 ; Farroq et al., 2009**). Du point de vue agronomique, la réduction du nombre de graines peut être néfaste car elle est irréversible même si les conditions hydriques redeviennent favorables et la réduction du rendement sera toujours observée. L'appareil reproducteur réduit le nombre des graines afin de maintenir leur viabilité (**Tardieu et al., 2006**).

Le déficit hydrique conduit généralement à la limitation de l'absorption totale des éléments nutritifs et diminue leurs concentrations dans les tissus des plantes (**Farooq et al., 2009**). Il est constaté des changements dans les constituants organiques des graines suite à un déficit hydrique. Ceci aboutit à une diminution en disponibilité de carbohydrate pour la graine affectant ainsi les teneurs en amidon et en huile. Au contraire, les teneurs en protéines sont augmentées car les métabolismes liées aux protéines sont moins affectés que ceux liées à l'accumulation de carbohydrate (**Farooq et al, 2009**). Les teneurs en amidon et en lipides tendent à baisser et celles de protéines tendent à augmenter sous la contrainte hydrique (**Tardieu et al., 2006 ; Farooq et al., 2009**).

I.2.6. Stratégies et d'adaptation de stress hydrique

I.2.6.1. Définition la tolérance à la sécheresse

est défini comme la capacité d'une plante de croître, fleurir et d'atteindre une production économique sous les conditions sub-optimale en approvisionnement en eau (**Hall, 2001; Tardieu et al., 2006**). Afin de surmonter la contrainte hydrique, les plantes ont recours à des comportements qui leur permettent de survivre par des mécanismes d'adaptation en préservant l'intégrité de leurs fonctions physiologiques. Dans ce sens, il existe deux approches du concept de la tolérance.

I.2.6.2. Première approche Drought resistance frame work

Elle est appelée Drought résistance frame work. Elle identifie classiquement trois grands types de mécanismes :

l'esquive (drought escape); **l'évitement** (avoidance) et **la tolérance** (de hydrations tolérance). Chacun des grands mécanismes décrits dans cette classification est sous la dépendance d'un certain nombre de caractères plus ou moins complexes et plus ou moins faciles à identifier (**Clavel et al., 2005**)

I.2.6.2.1 L'esquive (échappement)

Sous stress hydrique, les plantes subissent des lésions et montrent des dysfonctionnements métaboliques. Si le stress est léger et de courte durée, la lésion peut être temporaire et la plante peut guérir lorsqu'il est éliminé. Les plantes échappent aux stress, les évitent en accomplissant leur cycle de développement lors des périodes où les stress sont peu importants. L'échappement ou l'esquive permet à la plante de réduire ou d'annuler les effets de la contrainte hydrique par une bonne adaptation de son cycle de culture à la longueur de la saison des pluies, dont le principe correspond à un décalage entre le cycle de développement, de reproduction et la phase climatique de limitation (la plante parvient à boucler son cycle avant que le déficit hydrique ne s'installe véritablement).

Le développement phénologique rapide notamment pendant des périodes pluvieuses avec une floraison précoce, permet à la plante d'éviter les périodes sèches. C'est le cas des plantes des régions arides et de désert qui sont éphémères autrement dit dont la durée de vie est courte.

Ces éphémérophytes effectuent leur cycle de développement durant une période humide favorable et produisent des graines dormantes et supportent de longue période de sécheresse. Cette stratégie peut être appliquée aux espèces cultivées, et menant à décaler la date de semis et/ou à sélectionner des variétés plus précoces permettant d'éviter les déficits hydriques de fin de cycle. On réduit alors le risque de perte de rendement, en échange d'une réduction du rendement maximum atteignable (**Tardieu et al., 2006**).

I.2.6.2.2 L'évitement (avoidance)

Il peut être défini comme la capacité d'une plante à supporter une sécheresse en évitant la déshydratation des tissus par le maintien d'un potentiel hydrique interne satisfaisant en présence de contrainte hydrique (**Levitt, 1985 ; Turner, 1986**). C'est une stratégie conservatrice, consiste à la fois de minimiser le risque de dégâts de rendement en réduisant les pertes en eau et d'optimiser l'absorption de l'eau, mais elle a le plus souvent un coût en terme de rendement maximum (**Tardieu, 2003 ; Jean-pierre et al., 2006**). Les mécanismes d'évitement sont de type morphologique et physiologique notamment :

I.2.6.2.2.1 Le maintien de l'absorption hydrique

L'aptitude des racines à exploiter les réserves en eau du sol sous stress figure parmi les types d'adaptation permettant à la plante d'éviter ou, plus exactement, de retarder la déshydratation de ses tissus (**Turner et al., 2001**). L'augmentation de l'absorption peut être due à l'extension de l'absorption en profondeur et en surface, à la vitesse de croissance et de ramification des racines (**Laurent et Sané, 2007**). L'absorption de l'eau est optimisée par une allocation vers le développement du système racinaire (**Jackson et al., 2000**).

Un système racinaire capable d'extraire l'eau du sol est un facteur essentiel de résistance à la sécheresse. Cette caractéristique revêt une importance particulière sur les cultures qui subissent régulièrement des déficits hydriques de fin de cycle. Son impact sur le rendement est particulièrement élevé car elle intervient directement dans l'efficacité de l'utilisation de l'eau en conditions de stress et peut être considérée comme réponse particulièrement efficace pour l'élaboration de la production de graines (**Passioura, 1977 ; Khalfaoui, 1990 ; Subbarao et al., 1995**).

Un bon développement de l'axe principal racinaire a permis d'exploiter l'eau des horizons profonds du sol chez le blé (**Monneveux, 1991**) et l'arganier (**Tazi, 2003**).

I.2.6.2.2 Réduction de la surface foliaire

Le ralentissement de la croissance tissulaire, l'enroulement foliaire, le jaunissement, la sénescence et la chute des feuilles âgées ou la présence de cire à la surface des feuilles, sont souvent des réponses observées chez les plantes soumises à la sécheresse. Ces phénomènes sont des mécanismes d'évitement afin de réduire la surface transpirante et maintenir un potentiel hydrique adéquat. Ils ont été observés chez

plusieurs espèces des régions arides notamment le maïs, le sorgho, l'olivier et le riz (**Turner, 1979 ; Kramer, 1983 ; Clarck, 1986**).

I.2.6.2.3 La régulation stomatique

les stomates, de minuscules orifices situés à l'interface des tissus foliaires et jouent un rôle fondamental dans les échanges gazeux entre les feuilles et l'atmosphère et la régulation des pertes en eau de l'appareil foliaire. Généralement, le contrôle de l'ouverture et de la fermeture des stomates dépend du potentiel hydrique foliaire et de l'humidité de l'air au champ, dont une faible conductance conduit à une fermeture des stomates. La fermeture des stomates est une des réponses précoces au déficit hydrique de façon à régler la perte d'eau par transpiration des feuilles par rapport à la vitesse d'absorption d'eau par les racines (**Turner, 1997 ; Hopkins, 2003**). La régulation stomatique constitue un mécanisme majeur qui intervient à court terme pour protéger la plante contre la déshydratation en limitant les pertes d'eau: le potentiel hydrique foliaire sera maintenu d'autant plus longtemps que la fermeture des stomates est précoce (**Maury et al., 2011**).

Une faible conductance stomatique est généralement proposée comme un signe d'adaptation à la sécheresse (**Turner, 1986 ; Jones, 1987**).

La fermeture des stomates est contrôlée par un signal hormonal, l'acide abscissique (ABA) en réponse à l'assèchement du sol, quoique certains auteurs attribuent ce mécanisme ainsi au cytokinine (**Tardieu, 1996**).

La régulation stomatique a pour but de préserver rapidement l'état hydrique de la plante mais en même temps elle réduit l'assimilation du carbone et de l'eau ce qui conduit à une réduction de l'activité photosynthétique et par conséquent la croissance et la productivité des cultures (**Turner, 1997 ; Benhamou, 2009**).

I.2.7 La tolérance à la déshydratation et ajustement osmotique

La tolérance à la déshydratation implique des mécanismes intracellulaires qui visent à préserver l'intégrité structurale et fonctionnelle des tissus lorsque le potentiel hydrique diminue. Dans ce cas, le phénomène d'ajustement osmotique apparaît comme un mécanisme clé dans la tolérance à la déshydratation (**Laurent et Sané, 2007**). L'ajustement osmotique permet la préservation de plusieurs fonctions physiologiques de la plante par le maintien d'une turgescence cellulaire positive et induit une baisse du potentiel par l'augmentation de la concentration des solutés intracellulaires d'une manière active (**Turner et al., 1997; Bamoune, 1997; Hopkins, 2003**). Il permet aussi une protection des membranes et des systèmes enzymatiques (**Santarius, 1993**).

L'ajustement osmotique consiste en la synthèse des molécules solubles, appelées osmolytes ou osmoticum qui s'accumulent le plus souvent dans le cytoplasme. Cette forte accumulation de solutés se traduit par une plus grande capacité d'attraction et de rétention des molécules d'eau et provoque une diminution du potentiel osmotique (**Nabors, 2008**). Les solutés accumulés sont très variés et appartiennent à diverses familles biochimiques tels que les acides aminés (proline, arginine, alanine, etc.), les amides (glutamines et asparagine), les polyamines, les acides organiques (citrate, glutamate, malate, etc.), les sucres (saccharose, fructanes, sorbitol, mannitol, glycérol, etc.), les ions quaternaires (glycinebetaine, proline-bétaïne, pinitol) et les sels minéraux (K^+ , Na^+ , Cl^-) (**Lamaze et al., 1994; Hopkins, 2003**).

L'effet de l'ajustement osmotique dans l'adaptation à la sécheresse a été démontré chez différentes espèces telle que l'olivier et les arbres fruitiers telles que le trèfle (**Wyn Jones et al., 1984**), les lentilles (**Hurkman et al., 1991**), la vigne (Rodriguez et al., 1993), le tournesol (**Ashraf, 1994**), le melilot (**Ashraf, 1995**), le blé (**Abebe et al., 2003**) et l'orge (**Wimmer et al., 2003**).

De plus, l'ajustement osmotique peut intervenir à tous les stades de développement, il est lié à la capacité des plantes d'accumuler au niveau symplasmique certains solutés de manière active (**Blum, 1988**). Les solutés organiques ne perturbent généralement pas ou peu le métabolisme des cellules et sont qualifiés à ce titre d'osmoticum compatibles (**Radhouane, 2011**). L'importance relative de l'ajustement osmotique dans l'adaptation au déficit hydrique des plantes est encore soumise à discussion (**Hare et al. 1998**).

II. Présentation de l'espèce étudiée**II.1-Généralité****II.1.1 Présentation de l'espèce étudiée**

Le niébé est une légumineuse essentielle dans la plupart des communautés africaines où il est cultivé (Ndiaye, 2007). C'est la plante vivrière la plus importante et la plus cultivée dans les régions d'Afrique tropicale (Jakai et Adalla, 1997). Le niébé est souvent référencé comme la viande des hommes pauvres du fait qu'il contient une importante marge de protéines, des minéraux, et des vitamines (Tharanathan, R. N. et Mahadevamma, 2003). Pour les ruraux pauvres particulièrement ceux ayant un accès limité aux protéines d'origines animales comme la viande et les poissons (Akpapunam, M. A. S. Sefa-Dedeh Jack, 1997). Le niébé *Vigna unguiculata* ou Tadellagh selon la nomenclature de la région d'Adrar, fait partie des légumineuses cultivées souvent pour deux fins alimentaire et fourragère. En effet, les grains de cette plante sont de petite taille ayant une forme très caractéristique ressemblant les grains de l'haricot sont de type réniforme. Ces grains sont récoltés le plus souvent au stade de maturité totale à

L'état sec. Ils rentrent dans plusieurs préparations culinaires locales notamment pour la préparation de certaines sauces et menus traditionnels. Par ailleurs, les déchets issus de la récolte à la fin du cycle de développement de la culture sont destinés pour l'alimentation des bétails particulièrement les ovins et caprins.

II.1.2 Origine et répartition géographique

L'emplacement précis du centre d'origine du niébé est très difficile à déterminer suite à un manque de preuves archéologiques, et la définition de la répartition géographique diffère d'un auteur à un autre.

Stanton (1970), Chaux et Foury (1994) ont signalé que *Vigna unguiculata* est d'origine africaine, c'est ce que présentent également Couplain et Marmy (2004). Pour ces auteurs, cette plante a été mise en culture il ya 5000 ans en Abyssinie (Ethiopie actuelle), le niébé s'est ensuite diffusé dans le monde entier. L'Afrique et l'Asie représentent les aires d'origine de domestication et de diversité des cultigrupes du genre *Vigna* (Maréchal et al., 1978). → Dans le monde le niébé se trouve dans différents pays : le Nigéria , le Niger, la haute volta,

l'Ouganda, le Sénégal et dans les régions tempérées, tropicales, et subtropicales du globe (Chaux et Foury, 1994).

En Algérie, le niébé est traditionnellement cultivé dans la région de Kabylie, la zone est d'El kala et les oasis du Sahara ; mais actuellement sa culture n'existe plus que sur des superficies très restreintes, relevant souvent du jardinage (Ghalmi et al., 2010).

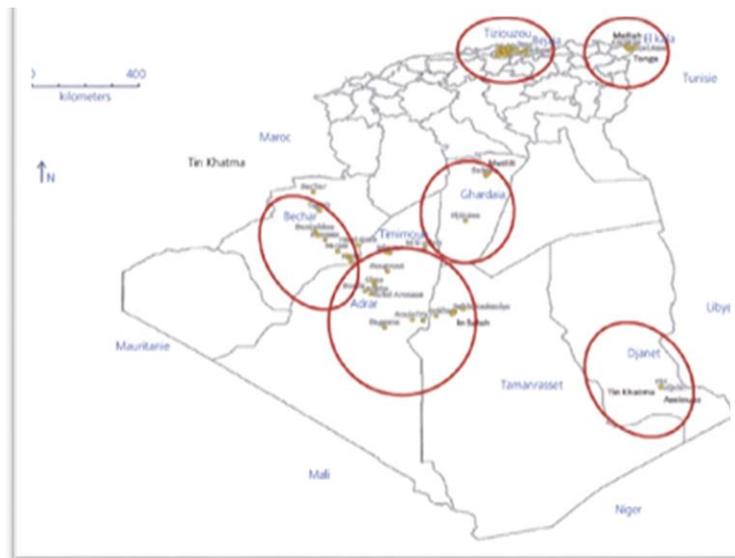


Figure 5: Zones traditionnelles de culture du niébé en Algérie (Tellah 2016).

II.1.3 Classification botanique

Le niébé (*Vigna unguiculata* L Walp) est une espèce dicotylédone de la famille des *Fabaceae*, du genre *Vigna* qui est relativement hétérogène et de la section *Catiang* (Verdcourt, 1970). Cette espèce contient 22 chromosomes ($2n=2X=22$) (Ng et Padulosi, 1991). Le niébé se caractérise par une grande variabilité avec la présence des formes cultivées et des formes sauvages annuelles (Pasquet, 1993).

Pour la taxonomie des variétés cultivées plusieurs approches ont été adoptées; l'approche la plus classique est celle de Piper (1912) qui a classé, en rang d'espèces les groupes identifiés sur la base des caractères des graines et des gousses par Linné. D'après Baudoin (2001), la taxonomie du niébé est la suivante :

- **Embranchement** : Angiosperme
- **Classe** : Dicotylédone.
- **Ordre** :Léguminosales ou Fabales
- **Famille** :Papilionacea ou (Fabacea).
- **Tribu** :Phaseoleae.
- **Sous tribu** :Phaseolinae
- **Genre** : *VignaSavi*.
- **Sous genre** :*Vigna*.
- **Section** *Catiang*
- **Espèce** : *Vignaunguiculata(L.) Welpers*
- **Sous-espèce** :*Unguiculata*

II .1.4 Description morpho physiologique

-**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)

Les Tige :La tige, pouvant atteindre quatre mètres de long est anguleuse ou presque cylindrique, légèrement striée et quelque fois creuse. Chaque noeud de la tige porte deux stipules prolongées sous l'insertion et trois bourgeons axillaires, capables de donner une tige latérale ou une inflorescence (Fery, 1985).

- **Les Feuille** :Les feuilles alternées sauf les deux premières qui sont opposées, une germination épigée, une croissance indéterminée ou pseudo déterminée dans certains cas, de maturité précoce et une inflorescence axillaire (Fery, 1985).

- **Les Gousses** :Elles sont dressées par paires formant un V déhiscentes, cylindriques, plus ou moins comprimées avec une extrémité aigüé (Borget, 1989).

Les fleurs : les fleurs du niébé sont hermaphrodites de type classique papilionacées, elles sont grandes (2 à 3cm de long) et de couleur variée allant du blanc au violet (Reamarkers, 2001).

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

Les graines : leur forme et en général ovoïde ou arrondie. Elles ont 5 à 6 mm de large. Chaque graine possède un hile elliptique, petit surmonté par le micropyle, la couleur de la tache entourant ce hile est une caractéristique variétale, la faculté germinative des graines dure de 3 à 5 ans (Santens, 1985)

II.1.5. Cycle végétatif

II.1.5.1-Germination

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

I .3.5.2-Croissance

La croissance initiale est lente jusqu'au début de la fixation de l'azote (Sinha, 1980). Par ailleurs, 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 que le 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 grimpanes (Stanton *et al.*, 1970).

II.1.5.3-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 (Sinha, 1980). De nombreuses variétés traditionnelles fleurissent en jours courts (Vanderborght et Baudoin, 2001). Chez les formes cultivées, les fleurs s'ouvrent en général à la nuit pour se fermer en fin de matinée (Pasquet et Baudoin, 1997). Le niébé est une plante autogame et diploïde dont, cependant, des études conduites à Bambey ont montré que le taux d'allogamie moyen est de 1,14% (il varie de 0,22 à 2,6%).

La déhiscence des anthères se produit plusieurs heures avant que la fleur ne s'ouvre alors que le stigmate est réceptif depuis deux jours (Ladeinde et Bliss, 1997).

II.1.5.4. 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).

II.3.5.5-Récolte

La récolte du niébé se fait dès que le niébé est arrivé à maturité. On le reconnaît par :

- Le cycle : à partir du 60ème jour selon les variétés.
- Des signes de maturité : jaunissement suivi de dessèchement et chute des feuilles.
- Dessèchement et changement de couleur des gousses.

La récolte manuelle des gousses mûres et sèches se fait par passages successifs (deux au Minimum). Pendant le séchage il faut séparer les gousses non encore sèches pour hâter le battage

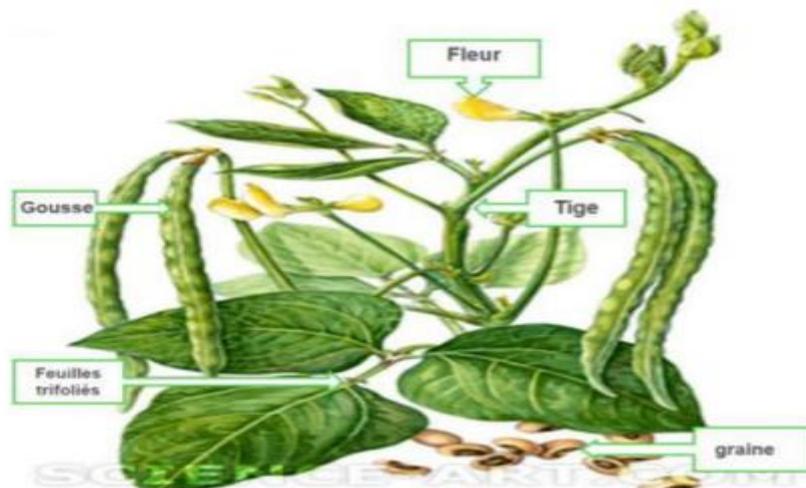


Figure 6 :Morphologie d'un plant de *Vigna unguiculata subsp unguiculata* (L.) Walp
(Source : www.Science-art.com ; In Alioua, 2016)

II .2. Importance de la culture

II.2.1. Cultures des régions sèches et sols pauvres

C'est une culture légumineuse à double fin, offre de la nourriture pour la consommation de l'être humain et l'alimentation des animaux pour de bétails (Singh et al., 2003 ; Gómez, 2004; Sprent et al., 2009). Cette culture est plus rassurante dans la plus part des régions à cause de sa capacité à survivre sur des sols à faible fertilité (Elowad HOA et Hall AE, (1987) et à supporter les sols alcalins (West DW, Francois LE., 1982). La culture de *Vigna unguiculata* est valorisée pour sa capacité à tolérer la sécheresse et la fixation de l'azote atmosphérique (rhizobium bacteria) qui lui permet une bonne croissance et améliore les sols pauvres (Mahalakshmi et al., 2006). En effet, *Vigna unguiculata* une culture tolérante à la sécheresse, bien adaptée à une gamme variée de types de climats et de sols et largement cultivée à travers l'Afrique tropicale et subtropicale, l'Amérique latine et sud-est d'Asie ainsi que les états unis d'Amérique (Appiah., F., Asibuo, J. Y. & Kuah, P, 2011). Certains cultivars tolèrent des niveaux de précipitations mêmes inférieures à 300 mm par an (Freire Filho, F.R., et al., 2012). Par ailleurs, *Vigna unguiculata* se recouvre bien après une sécheresse pendant les premiers jours de la saison, mais durant la floraison et le remplissage des gousses, la sécheresse a des impacts négatifs sur le rendement et sa qualité même après une réirrigation.

II.2.2. Culture fourragère et résistante aux adventices

La culture de niébé (*Vigna unguiculata*) se caractérise par une particularité de lutter contre les adventices. En effet, elle a aussi une capacité d'éliminer les mauvaises herbes. Etant une culture tolérante à la sécheresse et une culture des climats chauds, c'est un aliment prometteur et une **espèce fourragère dans le climat tropical des régions basses (Alemu et al., 2016; Belay et al., 2017 Bilatu et al., 2012)**. Cependant, en Amérique du nord, elle est utilisée, à la fois, comme aliment fourragère, légume et engrais vert.

II.2.3. Importance économique et alimentaire

II.2.3.1. Intérêt nutritionnel

La valeur nutritionnelle des graines est élevée avec en moyenne 23 à 25% de protéine et 50 à 67% d'amidon, ce qui confère au niébé un rôle important dans la lutte contre la déficience

protéique chez les enfants (Quin, 1997 in Sawadogo, 2009). La graine du niébé est riche en lysine mais déficiente en acide aminé soufré (Sawadogo, 2009)

II.2.3.2. Intérêt 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 campagne avant toute autre récolte.

II.2.3.3. Intérêt 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

II.2.3.3.1. Fixation d'azote atmosphérique

Concernant la fixation de l'azote atmosphérique, la contribution du niébé est variable et oscille entre 40 et 80 kg/ha tandis que la quantité totale d'azote fixé est variée de 70 à 350 kg/ha (Singh, 2003). Les variétés de Tadellagh (niébé) varient pour leur capacité de fixation d'azote selon plusieurs facteurs dont les plus importants sont le nombre, le poids et l'efficacité des nodules et les systèmes de culture pratiqués (Makoi et al., 2009).

Il a été suggéré que la fumure organique faudrait l'utilisée en remplacement des fumures minérales afin d'éviter l'effet négative à long terme des fertilisant chimique sur le sol (Parr et al., 1990). Le niébé *Vigna unguiculata* enrichi le sol avec l'azote et couramment intégré dans un système d'assolement et de rotation ou en intercalaire avec les cultures de maïs, sorgho, millet (Freire Filho, F.R., et al. (2012).

Tadellagh constitue une partie intégrale dans les systèmes de culture particulièrement au niveau de l'agriculture de subsistance où il est souvent cultivé en intercalaire avec le maïs *Zeamays* L., et le sorgho *Sorghum bicolor* (Joshua S. Okonya and Brigitte L. Maass, 2014).

II.2.4. Les conditions 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)

II.2.6. Les ennemis et les maladies du niébé

Le niébé est soumis à des attaques des champignons, des bactéries et des Virus. Différentes maladies touchent différentes parties de la plante à divers stades de sa croissance. Les plus importantes et les plus courantes l'antracnose, la pourriture de la tige (sclerotium), la pourriture des racines et du collet, la fonte des semis, la cercosporiose, les taches foliaires (septoria), le flétrissement fusarien et les gales (Dugdje et al., 2009)

Les insectes nuisibles constituent des contraintes majeures à la production du niébé en Afrique de l'ouest. A chaque phase de sa croissance, le niébé est sévèrement attaqué par une multitude d'insectes que l'emploi de variétés résistantes et d'insecticides s'avère obligatoire. Les dégâts dus aux insectes nuisibles peuvent atteindre 80 à 100% en l'absence d'une lutte efficace. Les insectes ravageurs du niébé peuvent être classés en trois groupes principaux ; ceux de la floraison, post floraison, et ceux du niébé entreposé (Dugdje, 2009).

Chapitre II

Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes

II.1. objectif

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du stress salin (NaCl) et stress hydrique (mannitol) sur la germination et la croissance de (*Vigna Unguiculata L.*) Walp.)₂ en vue d'identifier leur niveau de l'adaptation et tolérance à la salinité et le stress hydrique.

Cet essai a été réalisé sur niébé (*Vigna Unguiculata (L.) Walp.*), soumises à quatre concentrations différentes de chlorure de sodium (NaCl) (g/L): [2], [4], [8], [12], Et quatre concentration différentes de mannitol (g/L) : [20], [40], [80], [120], et un traitement n'ayant pas reçu de NaCl ou mannitol constitue le témoin. Le choix des concentrations a été fait en se basant sur des données bibliographiques et des études récentes.

Pour ce faire, une expérimentation a été réalisée durant l'année universitaire 2021 /2022Au niveau du centre de recherche scientifique et technique de la région aride (CRSTRA) en Conditions contrôlées

II.2. Présentation du site expérimental

La station expérimentale du milieu Biophysique d'Oued Righ (CRSTRA-Touggourt) est L'une des stations expérimentales du centre de recherche scientifique et technique sur les régions Arides CRSTRA. La station CRSTRA-Touggourt est située dans la commune de Nez la ; wilaya De Touggourt, mais son champ d'action est élargi à plusieurs wilaya du Sud-est et extrême sud.

La station est facilement accessible en voiture, elle est située à proximité de la route nationale N° 3, au sud de la ville de Touggourt. Les coordonnées géographiques de la station sont : - Longitude : 06°02'30"Est -Latitude : 33°04'37"Nord. La mission principale de La station CRSTRA Touggourt Est de développer des recherches scientifiques et techniques sur les zones arides et Semi arides en Algérie.



Figure 7: Station expérimentale du milieu Biophysique de Oued Righ «Touggourt» CRSTRA-Touggourt

L'essai a été réalisé en deux parties le premier au laboratoire la physiologie végétale et la deuxième partie sous serre

Au niveau du centre de recherche scientifique et technique de la région aride (CRSTRA).

II.3-Matériel Végétale

Les semences utilisées pour étudier l'impact de la salinité et stress hydrique sur la germination des graines, la croissance et le développement du *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) ont été fournies par un agriculteur privé qui est provient de la région d'Adrar en 2018.

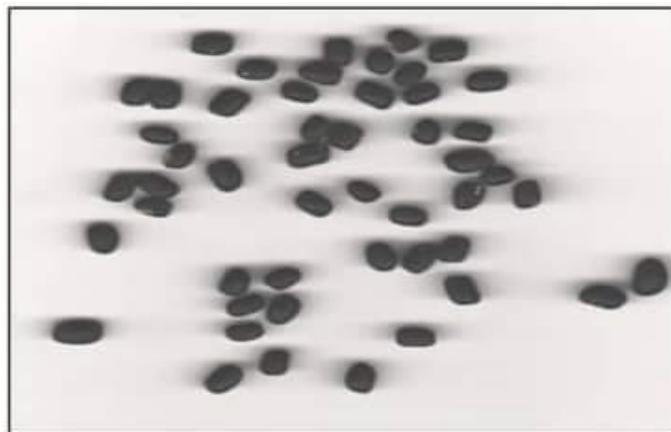


Photo 1 : scanné présent les graines de niébé *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.)

II.4. Méthode de travail

II.4.1. L'expérience 1 : Installation et conduite de l'essai de germination

Les graines choisies ont été sélectionnées selon leur taille et leur forme, 1000 graines ont été stérilisées et désinfectées à la solution d'hypochlorite de sodium(NaCl) à 70% contenu dans l'eau de javel pendant 10 minutes puis rincées trois fois à l'eau distillée stérile, une fois le rinçage est effectué, on à tremper les graines dans l'eau chaude(70 °C durant 1 h) et à laisser refroidir une température 4° pendant 24 heures, Pour lever l'inhibition tégumentaire des graines, et le gonflements. Pius 25 graines sont ensuite mises dans des boites de pétri tapissées par une couche de papier filtre humecté avec les différentes solutions préparées. (Na Cl, mannitol ou Knop (témoin) ou chaque concentration contient quatre répétitions.



Photo 2:Test de germination des graines

II.4.1.1. Préparation les solutions

II.4.1.1.1 Préparation de solution nutritive Knop

La mesure avec une balance des matériaux suivants :

Tableau 1:Quantité de substances utilisées dans une solution nutritive

Produits	Poid
nitrate de Ca	1g
nitrate de k	0.25g
phosphate mono potassique	0.25g
sulfate de Mg	0.25g
phosphate de Fer	traces

II.4.1.1.2.Préparation de la solution saline

Nous utilisons différentes concentrations de NaCl (0. 2. 4. 8. 12) g/L pour la croissance

Tableau 2:Traitement et concentrations de la solution nutritive en NaCl

Traitement	Concentrations de la solution nutritive en NaCl (g/L)	Concentration en mmol/L	La conductivité (Ds/cm)	La classification (Maillard, 2001)
T0	0 (knop)	0	2.221	Légèrement saline
T1	(knop + 2)	33	5.646	Modérément saline
T2	(knop+4)	66	9.094	Modérément saline
T3	(knop+8)	133	15.065	Très saline
T4	(knop +12)	200	22.450	Très saline

II.4.1.1.3. Préparation de la solution osmotique

Nous utilisons différentes concentration de Mannitol (0. 20. 40. 80. 120) g/L pour la croissance

Tableau 3: Traitement et concentrations de la solution nutritive en Mannitol

Traitement	Concentration de la solution nutritive en Mannitol g/L
T0	0
T1	20
T2	40
T3	80
T4	120

II.4.1.2. Application du stress salin et hydrique

Nous avons appliqué le stress hydrique et salin progressivement avec différentes concentrations depuis le début du semis des graines dans des boîtes de pétri et placées à l'intérieur d'un autoclave à une T° =25C° et arrosées quotidiennement au besoin.

II.4.1.3. Paramètres étudiés**II.4.1.3.1. Paramètres morphologiques****II.4.1.3.1.1. Cinétique de germination**

Pour mieux appréhender la signification physiologique du comportement germinatif des populations de niébés étudiées, le nombre de graines germées ont été compté quotidiennement jusqu'au 7^{ème} jour de l'expérience (Hadjlaoui et al, 2007).

II.4.1.3.1.2. Taux de germination : Le taux de germination est déterminé à partir du nombre total des graines (NT) met en germination et le nombre des graines germée (NI) (AHOTON, 2009), en effet, le taux de germination est calculé par la formule suivante :

$$TG = (NI / NT) \times 100$$

NI : nombre total des graines mis en germination. NT : nombre de graines germées.

II.4.1.3.1.3. Vitesse de germination

Elle peut être exprimée par : Le coefficient de vélocité (CV) et Le temps moyen de germination (TMG) correspond à l'inverse X 100 du coefficient de KOTOWSKI (1926) (CV).

$$TMG = \Sigma n / \Sigma (n.jn) \times 100$$

Avec: n le nombre des semences germées, le jour j, et jn le nombre de jour après l'ensemencement

II.4.1.3.1.4. Longueur de radicule et tigelle : après 10 jours, nous avons pris cinq plantules de chaque traitement, sur les quelles ont été déterminés la longueur des radicule et des tigelle à l'aide d'un papier millimétré.

II.4.1.3.1.5 Indice de sensibilité (IS) : elle peut être exprimée par :

$$IS = TG_{t0} - TG_c / TG_{t0}$$

TG = taux de germination / t0 = témoin / c = concentration

II.4.1.3.2.-Paramètres physiologiques**II.4.1.3.2.1-Anatomie de la racine et de la tige****II.4.1.3.2.1.1-Préparation des coupes anatomiques**

À main levée et avec une lame tranchante, nous avons réalisé des coupes transversales et longitudinales très fines sur la tige dans la partie médiane et sur les racines.

II.4.1.3.2.1.2-Technique

Ces matériaux végétaux ont été traités avec de l'hypochlorite de sodium pendant 10 à 15 minutes pour vider les cellules de leur contenu, suivi d'un lavage intensif à l'eau, suivi d'un lavage de rapide' ides réduit à 1 %. La coloration a été effectuée en double avec du bleu de méthyle (10 minutes), suivi par un lavage à l'eau et du rouge Congo (pendant 15 minutes) , suivi par un lavage avec de l'eau.

II.4.1.3.2.1.3-Montage des coupes

Une fois les coupes ont été colorées, on a pris chaque coupe délicatement à l'aide d'un pince, les insérer entre lame et lamelle, immergées dans une goutte d'eau. Les préparations ont été révélées et photographiées en utilisant (Kherraze, M. E., Belhamra, M., &Grigore, M. N. (2018)

II.4 .2-L'expérience 2 : la phase de croissance**II.4 .2.1- essais de pots**

Le substrat utilisé dans la préparation du substrat est terreau

Le terreau a été introduit dans un four à 105 °C pendant deux heures pour la stérilisation, des pots en plastique d'un diamètre de 6 cm et d'une hauteur de 7,8 cm ont été remplis avec une quantité de 40 g de terreau puis ils ont été arrosé avant le semis. Pour déterminer la quantité de l'eau de l'irrigation nous avons calculé la capacité de rétention (Annex 02) et en effectue les solutions de knop en adition des différentes concentrations de par (Na Cl (2. et 4 g/L et Mannitol (20 et 40 g/L). qui été effectué 2 fois par semaines. Le repiquage est réalisé le 26 décembre 2021 dans chaque pot trois plantules de l'âge10 jour, notre essai est à dure 60 jour.



Photo 3: Préparation du sable et pots.

II.4 .2.2 Paramètres morphologiques

II.4 .2.2.1- Nombre de racines

Le nombre des racines ont été prises par la moyenne de racines principales de trois

Plantules par répétition.

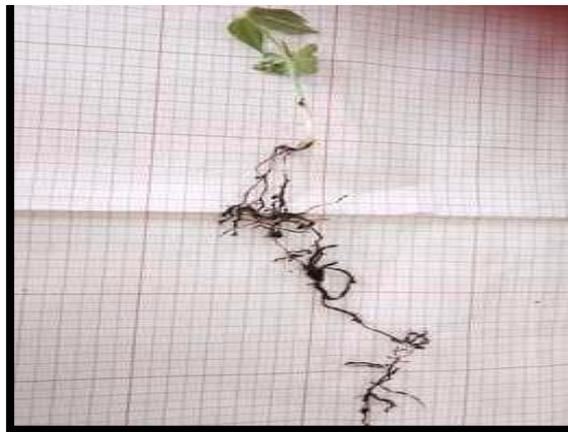


Photo 4 : Calcule le nombre de racine

II.4 .2.3- Paramètres physiologiques

II.4 .2.3.1 Mesure de la teneur relative en eau

Selon cette méthode, L'avant dernière feuille de chaque plantule avec trois répétitions, est prélevée puis pesées immédiatement pour tenir leur poids frais (PF). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis à moitié d'eau distillée

Placés à l'obscurité dans un endroit frais. Après 24h, les feuilles engorgées d'eau sont retirées,

passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, et pesées à nouveau pour obtenir le poids de la pleine turgescence (PT). Les échantillons sont enfin mis à l'étuve ventilée, réglée à 85°C pendant 48h et pesés pour avoir leur poids sec (PS).

La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante (Clark et Mac-Caig, 1982):

$$\text{TRE}(\%) = \frac{(\text{PF} - \text{PS})}{(\text{PT} - \text{PS})} \times 100$$

TRE: teneur relative en eau, **PF:** Poids frais, **PS:** Poids sec, **PT:** Poids à la turgescence



Photo 5: Mesure de la teneur relative en eau (TRE%)

II.5-Analyses statistique

Les résultats obtenus ont été traités et analysés à l'aide du logiciel Costat (version 6.4) en utilisant une one way ANOVA, dans le but de déterminer la signification des différents traitements salins et hydriques, les variétés et leurs effets sur les paramètres que nous avons étudiés.

Chapitre III

Résultats et discussions

III.1- Résultats et discussions

III.1.1-Effet de stress salin sur la germination et la croissance

III.1.1.1- Paramètres morphologiques

III.1.1.1.1- Effet du stress salin sur la cinétique de germination

La figure 01 illustre la cinétique de germination des graines de la niébé *Vigna Unguiculata(L.) Walp.* durant le temps (10 jour) pour l'ensemble du traitement (0, 2 ,4 ,8 ,12) g/L.

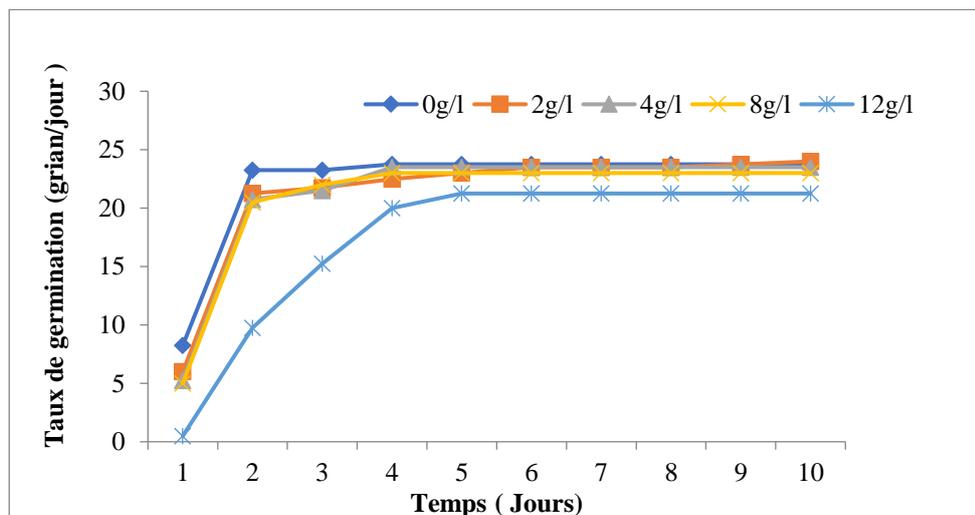


Figure 8 : Evolution du nombre quotidien des graines germer de *Vigna Unguiculata (L.) Walp.* semis à la différence concentration de NaCl en fonction du temps (jour).

Selon les résultats de la courbe, note que la courbe se compose de deux domaines:

Phase de latence. (1j → 4j)

On remarque que la germination des graines commence 24 heures après le semis à des taux différents et augmente jusqu'au jour 4 pour chaque concentration de chlorure de sodium (0, 2, 4, 8, 12) g/L, où l'on atteint le taux de germination (23.75, 22.5, 23.5, 23, 20). respectivement, mais à une concentration de 12 g/L, nous avons remarqué une augmentation lente par rapport aux autres concentrations.

Stade de stabilité (4j → 10j), on remarque une stabilité dans les concentrations (0,2,4,8) g/L aux ratios (23.75 ; 22.5 ; 23.5 ; 23) et par contre la concentration de 12 g/L, elle

continue d'augmenter jusqu'à ce qu'elle s'établisse au 5ème jour aux rations 21,25 .

III.1.1.1. 2- Effet du stress salin sur la taux de germination

La figure 02 illustre l'évolution des taux finale de germination des graines de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) en termes de concentration (0, 2, 4, 8, 12) g/L.

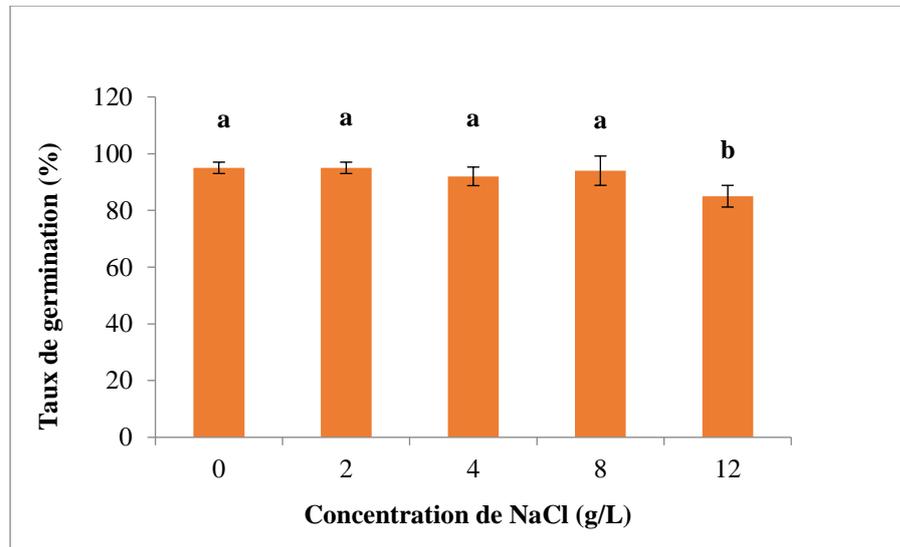


Figure 9: Evolution des taux finale de germination des graines de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) semis à la différente concentration de NaCl

A partir des résultats illustrés montre que le taux final de germination (TG) de niébé sous l'effet de différentes concentrations en NaCl.

Pour le témoin et la concentration 2g/L, on enregistre le même taux de germination élevé 95% On remarque dans la concentration 4g/L et 8g/L une légère diminution par rapport au témoin avec des ratios de 92% et 94%. Au concentration 12 g/L on remarque une diminution de 10 %, avec un taux de germination d'environ 85 %

L'analyse statistique a montré qu'il existe une différence hautement significative entre les concentrations ($p = .00047$) et cela représente une différence entre témoin et le traitement 12 g/L.

Pour les concentrations de NaCl, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence deux groupes homogènes (a, b). Le groupe (a) est présenté par les concentrations témoin, 2g/L, 4g/L et 8 g/L de NaCl, le groupe (b) est formé par le concentration 12g/L de NaCl.

III.1.1.1.3- Effet du stress salin sur la vitesse de germination

La figure 03 illustre l'évolution de la vitesse de germination des graines de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) .en termes de concentration (0, 2 ,4 ,8 ,12) g/L.

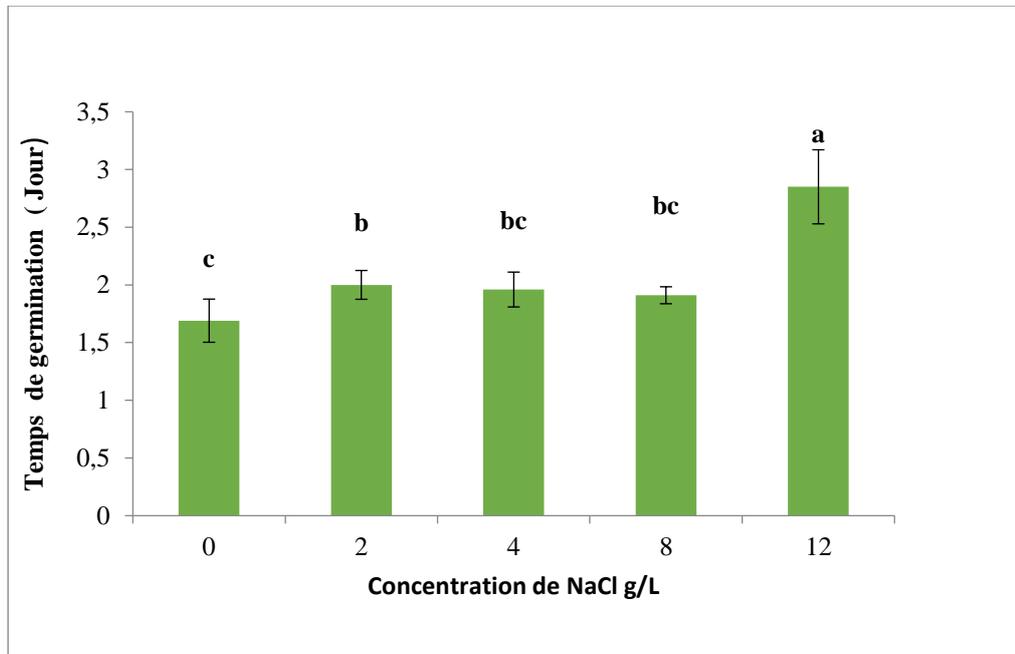


Figure 10 : Evolution de la vitesse de germination des graines de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.)semis à la différente concentration de NaCl

En appliquant un stress salin aux graines de *vigna unguiculata* (L Walp.), nous avons observé une très hautement significatif entre les concentrations $p = 0.0000$ de sorte que la valeur de vitesse de germination était sous l'influence de concentrations croissantes de NaCl. Témoin est estimé à 1,69 par rapport à la concentration des autres 2g/l, 4g/l, 8g/l, 12g/l, respectivement (2, 1.96, 1.91, 2.85). Autrement dit, plus la concentration de NaCl est élevée, plus le vitesse de germination est faible

Pour les concentrations de NaCl, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence quatre groupes homogènes (a, b, bc et c). Les groupes (a) et (b) sont présentés par les concentrations 12g/L , 2g/L de NaCl, le groupe (bc) est formé par les deux concentrations 4g/L et 8 g/L de NaCl et le groupe (c) est présenté le concentration témoin.

III.1.1.1.4- Effet du stress salin sur longueur de tige

La figure 04 illustrent les variabilités dans la longueur de la tige des plantules de niébé stressé par le stress salin (NaCl)

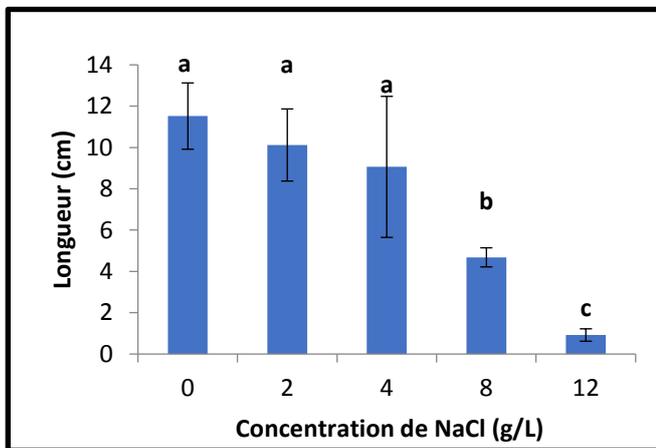


Figure 11 : Effet de différente concentration de NaCl sur la longueur



Photo 6: Mesuré la longueur de tige par différent concentration de NaCl

Les résultats obtenus montrent que la longueur de tige est diminuée avec l'augmentation des concentrations salines appliquées. La valeur de la longueur de tige la plus élevée est enregistrée dans le témoin (11,52 cm) et pour les concentrations (2, 4, 8, 12) g/L la longueur de tige est (10,12, 9,06, 4,68 et 0,92) cm respectivement.

Les résultats de l'analyse de la statistique montrent qu'il y a une différence très hautement significative entre les concentrations $p = 0.0000$

Pour les concentrations de NaCl, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence trois groupes homogènes (a, b et c). Le groupe (a) est représenté par le témoin et la concentration (2, 4) g/L de NaCl, le groupe (b) est formé par la concentration 8 g/L de NaCl et le groupe (c) est représenté par la concentration 12 g/L.

III.1.1.1.5- Effet du stress salin sur longueur de radicule

La figure 05 illustre les variabilités dans la longueur de la radicule des plantules de niébé traité par différentes concentrations de NaCl

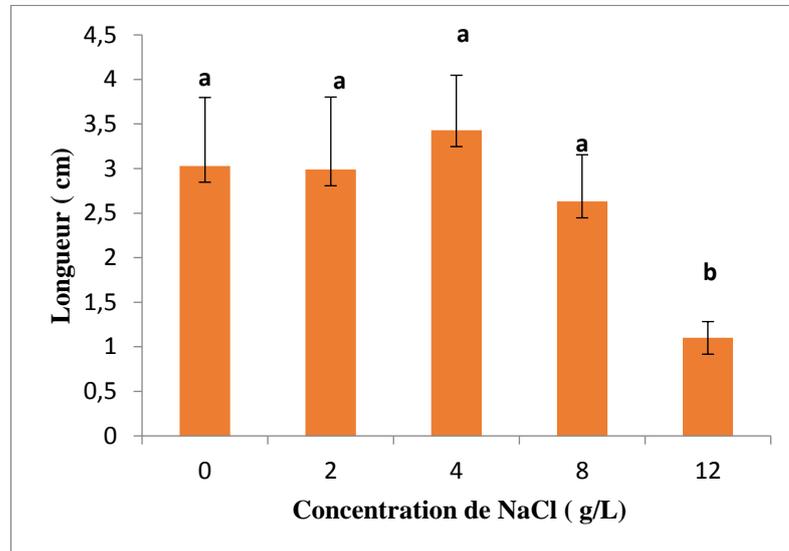


Figure 12: Effet des différentes concentrations de NaCl sur la longueur de radicule

Les résultats de l'analyse statistique montrent qu'il y a une différence très hautement significative $p=0.0009$

On remarque que la longueur de la radicule chez le témoin 3.03 cm et la concentration 2 g/L 2.99 cm sont convergentes, les meilleures longueurs de radicules des grains sont enregistrées au niveau de concentration 4 g/L (3.41) cm alors que les plus faibles croissances racinaires sont obtenues au niveau de concentration 8 g/L et 12 g/L (2.63, 1.10) cm.

Pour les concentrations de NaCl, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence deux groupes homogènes (a, et b). Le groupe (a) est représenté par le témoin et la concentration (2,4,8) g/L de NaCl, le groupe (b) est formé par les concentrations 12 g/L de NaCl.

III.1.1.1.6- Effet du stress salin sur teneur relative en eau

La figure 06 illustre les variations de teneur relative en eau (TRE%) de la feuille chez *Vigna Unguiculata (L.) Walp.*

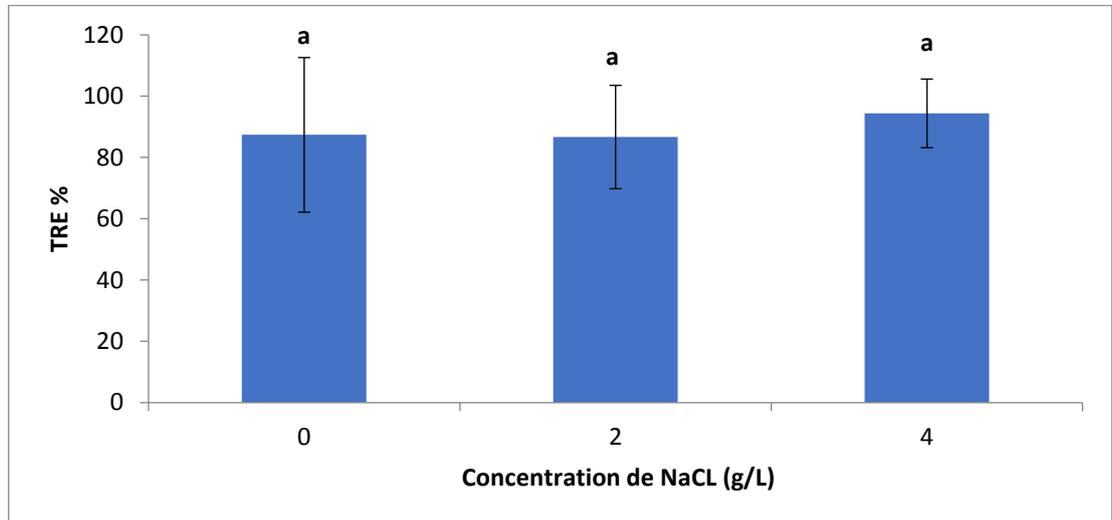


Figure 13 : Evolution des moyennes de la teneur relative en eau chez la niébé en fonction de la concentration du NaCl.

La figure illustre les variations de teneur relative en eau (TRE %) de la feuille chez *Vigna Unguiculata (L.) Walp.* traité avec NaCl au différent traitement (0, 2, 4) g/L

Les résultats obtenus montrent que la teneur en eau la plus élevée est enregistré dans les témoin avec une valeur maximale lors de l'application d'un concentration 4g/L où il a atteint 94,4%, tandis que nous avons observé une légère diminution à la fois la concentration témoin et 2 g/L estimée (87.39% , 86.68%) respectivement.

Les résultats sont vérifiés par l'analyse de statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0.8151$)

III.1.1.1.7- Effet du stress salin sur le nombre de racine

La figure 07 illustre le nombre de racine des plantes de la niébé durant leur développement

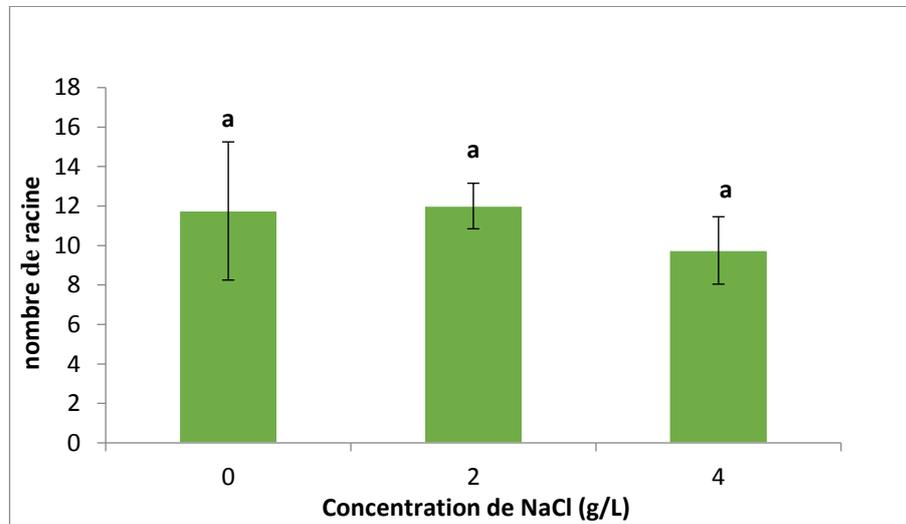


Figure 14: Nombre de racines des plants *vigna unguiculata (l.)* en fonction des différentes concentrations en NaCl

Le résultat obtenu montre que le nombre de racines sont convergent dans le Témoin et 2 g/L NaCl, il a été estimé à 11,75 et 12 respectivement, tandis que pour la concentration 4 g/L, on remarque que le nombre de racines est inférieur aux autres concentrations, puisqu'il a été estimé à 9,75. Les résultats de l'analyse de statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les concentrations $p=0.3720$

III.1.1.1.7- Effet du stress salin sur l'indice de sensibilité

La figure 08 illustre les indices de sensibilité chez *Vigna Unguiculata(L.) Walp.*

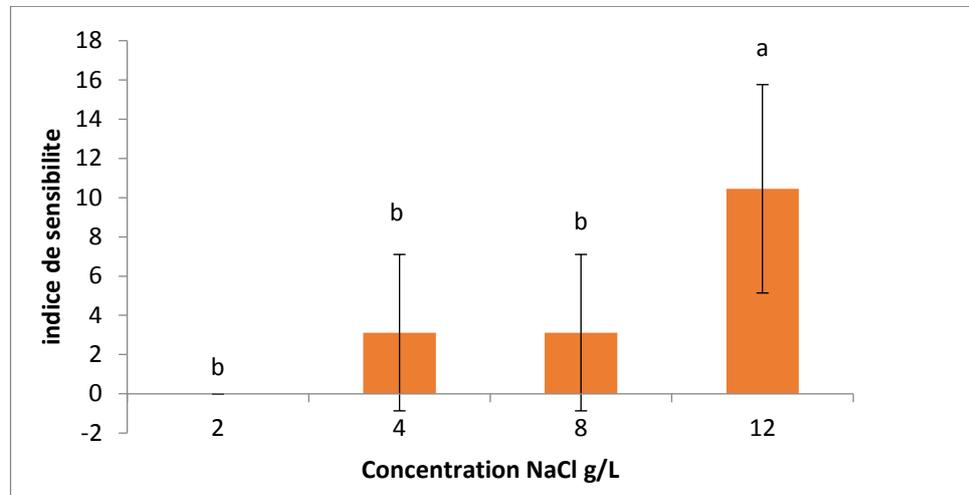


Figure 15: Indice de sensibilité des plants de *Vigna Unguiculata (L.) Walp.* en fonction des différentes concentrations en NaCl

Les résultats de l'analyse statistique montrent que le coefficient de sensibilité à la salinité est de différence significative, ($p = 0.0152$) où il montre la tendance à la concentration 2 g/L l'indice de sensibilité était de 0 et à partir de la concentration de 4 g/l, qui a été estimée à 3,12. Le même résultat a également été enregistré à 8 g/l et j'ai une concentration de 12 g/l enregistré le pourcentage le plus élevé, qui a été estimé à 10,45

Pour les concentrations de NaCl, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence deux groupes homogènes (a, et b). Le groupe (a) est présenté par la concentration 12, g/L de NaCl, le groupe (b) est formé par les concentrations 2, 4 et 8 g/L de NaCl.

III.2 Effet de stress hydrique sur la germination et la croissance

III.2.1- Paramètres morphologiques

III.2.1.1- Effet du stress hydrique sur la cinétique de germination

La figure 01 illustre la cinétique de germination des plantes de la niébé de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) durant le temps (10 jour) pour l'ensemble du traitement (0, 20, 40, 80 et 120) g/L

.

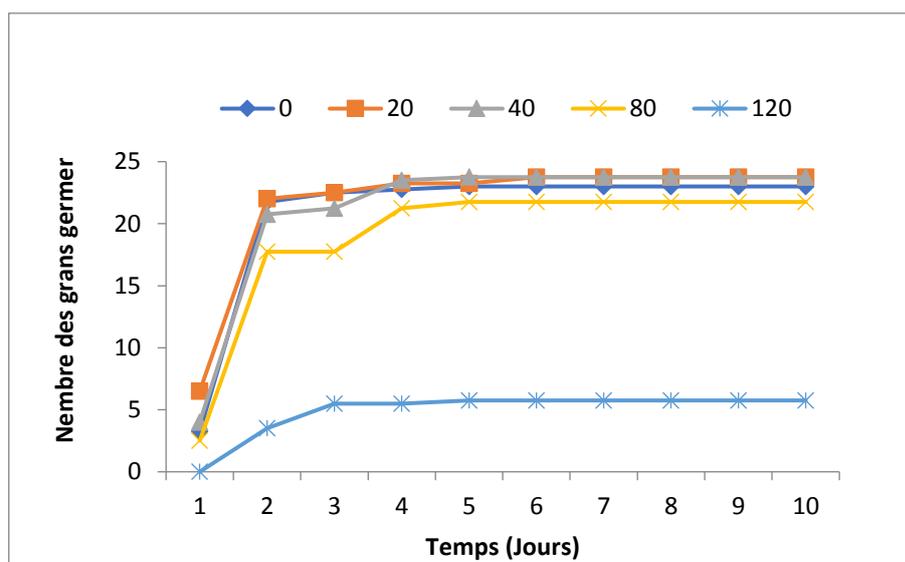


Figure 16: Evolution des taux quotidiens de germination des graines de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) semis aux différentes concentrations de Mannitol en fonction du temps (jour).

La figure 05 montre l'effet et l'évolution de la cinétique de germination des plantules niébé en fonction du temps à différentes concentrations en mannitol après 10 jours. On observe

stade de croissance rapide (1j →4j)

Les résultats obtenus ont montré que le taux de germination démarrait dès le premier jour pour les concentrations (0, 20, 40, 80) g/L qui atteignaient le quatrième jour consécutif (22,75 ; 23,25 ; 23,5 ; 21,25 ; 5,5).

À une concentration de 80 g/L, une stabilité a été observée entre le 2^e jour et le 3^e jour après augmentation de la valeur dès le premier jour du 2^e jour, qui a été estimée à (17,75), puis elle a augmenté du 3^e jour au 4^e jour, qui a été estimée à (21,25). À une

concentration de 120 g/L, notez le début de la germination au 2^{ème} jour lentement jusqu'au 4^{ème} jour environ (5.5).

Phase de stabilisation du (4j →10j)

Durant cette phase, on constate une stabilité pour chacune des concentrations (0,20, 40,80, 120) g/L stabilisée à des valeurs (23 ; 23.25 ; 23.75 ; 21.75; 5.75).

III.2.1.2- Effet du stress hydrique sur le taux final de germination

La figure 02 illustre l'évolution des taux finale de germination des graines de niébé en termes de concentration (0, 20 ,40 ,80 ,120) g/L.

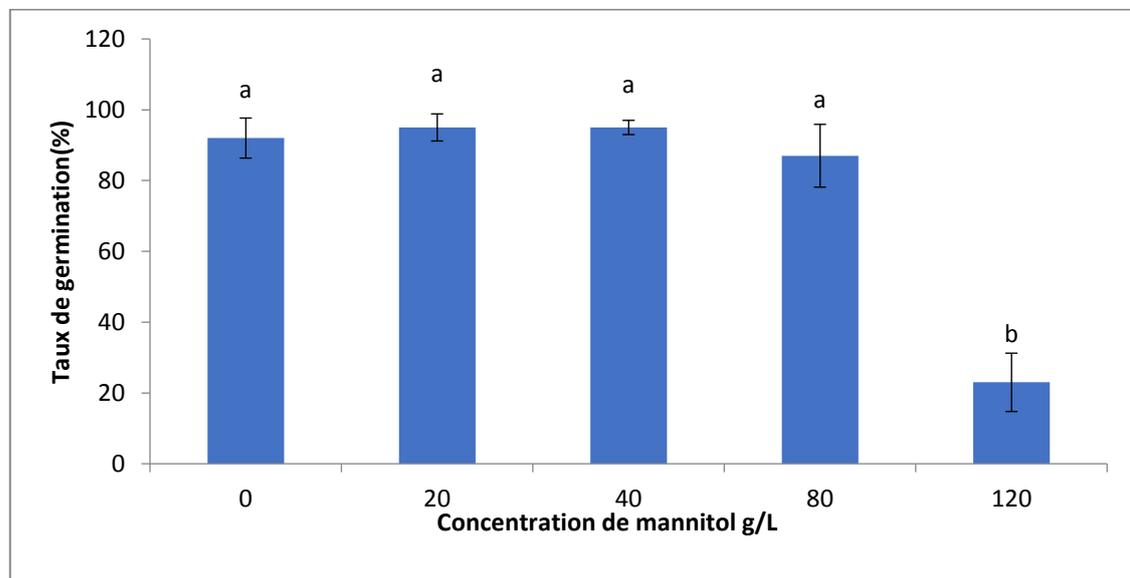


Figure 17: Evolution des taux de germination des graines de niébé semis à la différente concentration de mannitol

A partir des résultats illustrés montre que le taux final de germination (TG) de niébé sous l'effet de différentes concentrations en mannitol.

Dans le témoin, le taux de germination a été estimé 92% et pour les concentrations 20g/L et 40g/L, on enregistre le même taux de germination élevé 95%

On remarque dans la concentration 80g/L une légère diminution par rapport au témoin avec 87% et en concentration 120 g/L, on remarque une diminution avec un taux de germination d'environ 23 %.

L'analyse statistique a montré qu'il existe une différence très hautement significative entre les concentrations ($p = .00000$) et cela représente une différence entre témoin et le traitement 120 g/L.

Pour les concentrations de mannitol, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence deux groupes homogènes (a, b). Le groupe (a) est présenté par le témoin et les concentrations, 20g/L, 40g/L et 80 g/L de mannitol, le groupe (b) est formé par la concentration 120g/L de mannitol.

III.2.1.3- Effet du stress hydrique sur la vitesse de germination

La figure 03 illustre l'évolution de vitesse de germination des graines de *Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) en termes de concentration (0, 20, 40,80 ,120) g/L.

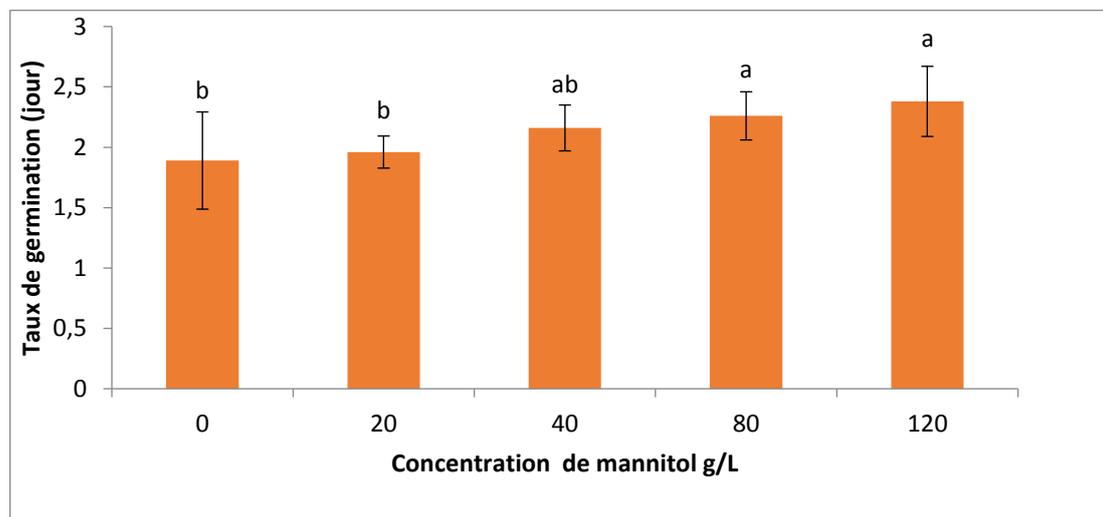


Figure 18: Evolution de la vitesse de germination des graines de *VignaUnguiculata*(L.) Walp.) semis à la différente concentration de mannitol

Les résultats de l'analyse statistique obtenus, il a été constaté qu'il y a de différence significative $p=0.0415$, il est clair que la vitesse de germination à témoin était de 1,89, ce qui est proche de la concentration de 20g/L, qui était estimée à 1,96 et les concentrations (40, 80 et 120) g/L, estimé (2,16 ; 2,26 ; 2,38) respectivement

autrement dit, plus la concentration est élevée plus la vitesse est faible pour les concentrations de Mannitol, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence trois groupes homogènes (a, ab, b). Le groupe (a) est présenté par les concentrations (80 et 120) g/L, le

groupe (ab) est formé par la concentration (40) g/L de Mannitol. Le group (b) est représenté par le témoin et la concentration 20 g/L.

III.2.1.4- Effet du stress hydrique sur la longueur de tige

La figure 04 illustre les variabilités dans la longueur de la tige des plantules de niébé traité par différentes concentrations de stress hydrique

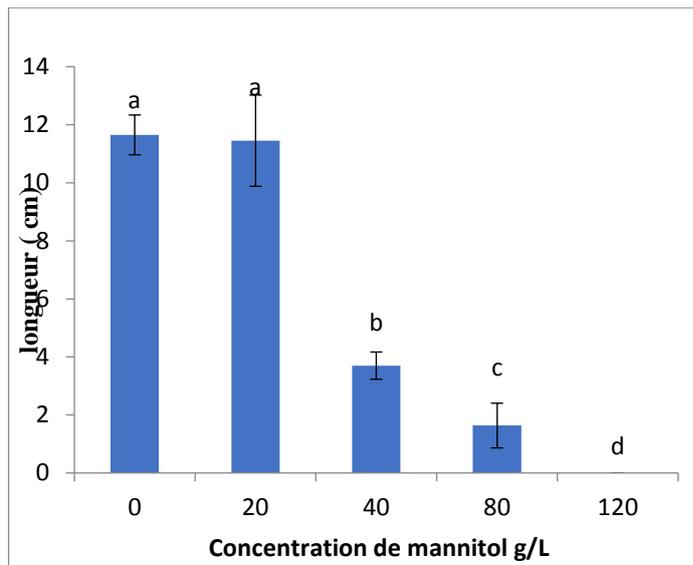


Figure 19: Effet de différentes concentrations de mannitol sur la longueur de tige

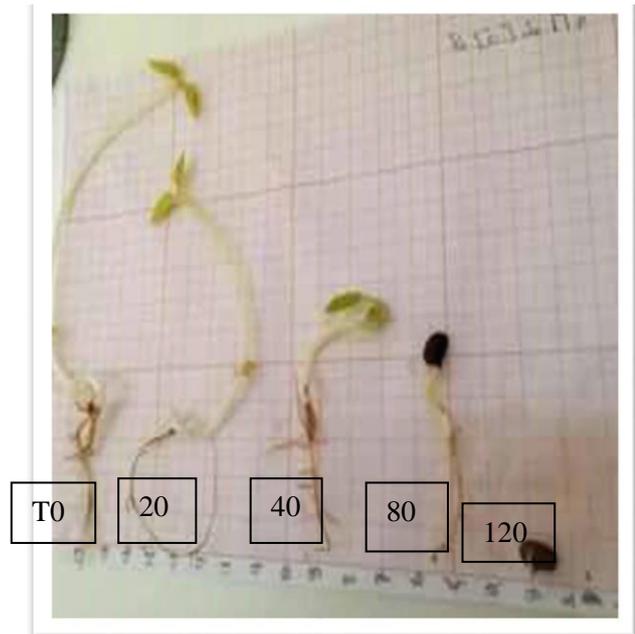


Photo 7: Mesure de la longueur de tige par différentes concentrations de Mannitol

Les résultats obtenus en ce qui concerne l'effet de mannitol sur la longueur des tiges des plantules de niébé

Les résultats de l'analyse statistique qui a été obtenue concernant l'effet du mannitol sur les tiges des semis de niébé ont montré qu'il y avait une différence très hautement significative où ($p = 0.0000$). Il y a convergence dans les résultats obtenus, la concentration témoin et 20 g/L ont été estimées avec le taux le plus élevé étant 11,65 cm, 11,45 cm. Par rapport aux autres concentrations.

Les concentrations les plus élevées de mannitol (40, 80, 120) g/L ont été observées. Une diminution progressive de la longueur de la tige d'environ (3,7, 1,63) cm jusqu'à ce qu'elle disparaisse à la concentration la plus élevée (120 g/L).

Pour les concentrations de mannitol, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence de quatre groupes homogènes (a, b, c, d) . Le groupe (a) est présentés par le témoin et le concentration 20g/L de mannitol, le groupe (b) est formé par le concentration 40g/L de Mannitol et le groupe (c) et (d) sont présentés les concentrations 80g/L , 120g/L respectivement .

III.2.1.5- Effet du stress hydrique sur la longueur de radicule

La figure 05 illustre les variabilités dans la longueur de la racine des plantules de niébé traité par différent concentration de stress hydrique

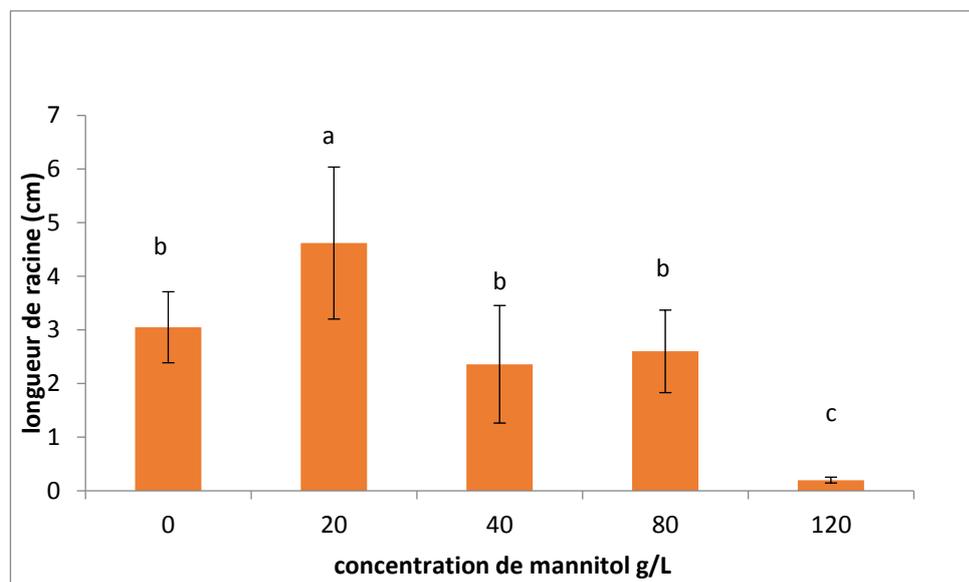


Figure 20: Effet de différente concentration de mannitol sur la longueur de radicule

Les résultats obtenus concernant l'effet de mannitol sur la longueur des radicule des plantules de niébé, où l'analyse statistique montre qu'il y a une différence très hautement significative ($p=0.0001$) ,On observe que la longueur de la radicule en témoin était de 3.05 cm, nous enregistrons la longueur la plus élevée à la concentration 20 g/L , où elle a atteint 4.62 cm, en concentration (40 , 80) g/L nous avons enregistré un pourcentage proche d'environ (2.36 ; 2.60)cm. On note également la valeur la plus faible à la concentration la plus élevée de 120 g/L avec 0.2 cm.

Pour les concentrations de Mannitol, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence de trois groupes homogènes (a, b, c). Le groupe (a) est présenté par la concentration 20 g/L, et le groupe (b) est formé par le témoin et la concentration (, 40, 80) g/L de Mannitol

et le groupe (c) présenté par la concentration 120g/L.

III.2.1.6- Effet du stress hydrique sur le nombre de racine

La figure 06 illustre le nombre de racine des plantes de la niébé durant leur développent

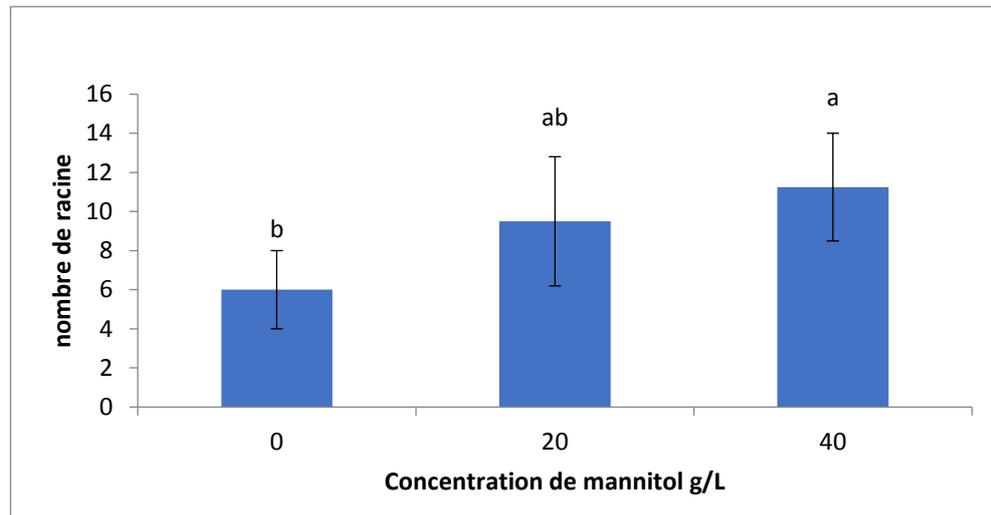


Figure 21: Evolution des moyennes du nombre de racine chez la niébé en fonction de la dose du mannitol

La figure montre le nombre de racines de niébé lors de l'application des différentes concentrations de mannitol

Le résultat montre que le nombre de racines dans le témoin est estimé à (6) et dans la concentration de 20 g/L en (9.75) le pourcentage le plus élevé a été estimé dans la concentration la plus élevée 40 g/L, atteignant environ (11.25)

Les résultats sont vérifiés par l'analyse de statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0.0603$), cela représente une différence entre témoin et la concentration 40 g/L.

Pour les concentrations de Mannitol, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence de deux groupes homogènes (a, b). Le groupes (a) est présentés par la concentration 40 g/L, et le groupe (b) est formé par le témoin de Mannitol

III.2.1.7- Effet du stress hydrique sur la teneur relative en eau

La figure 07 illustre les variations de teneur relative en eau (TRE%) de la feuille chez *Vigna Unguiculata (L.) Walp.*

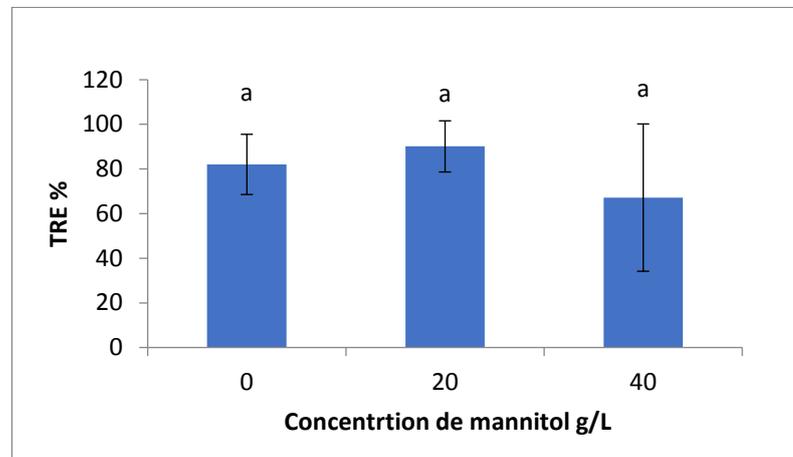


Figure 22: Evolution des moyennes de la TRE chez la niébé en fonction de la dose du mannitol

Les résultats obtenus en ce qui concerne l'effet de mannitol sur la teneur relative en eau des plantules de niébé

Nous notons qu'à la concentration en témoin, le pourcentage de TRE a atteint 82,06%. En concentrant 20g/L, on remarque une légère augmentation par rapport témoin.

A la concentration la plus élevée, 40 g/L on constate une diminution de la teneur en eau, qui a été estimée à 67,2%.

Les résultats sont vérifiés par l'analyse de statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative ($p=0.3574$)

III.2.1.8 Effet le stress hydrique sur l'indice de sensibilité

La figure 08 illustre les indice de sensibilité chez *VignaUnguiculata(L.) Walp.*

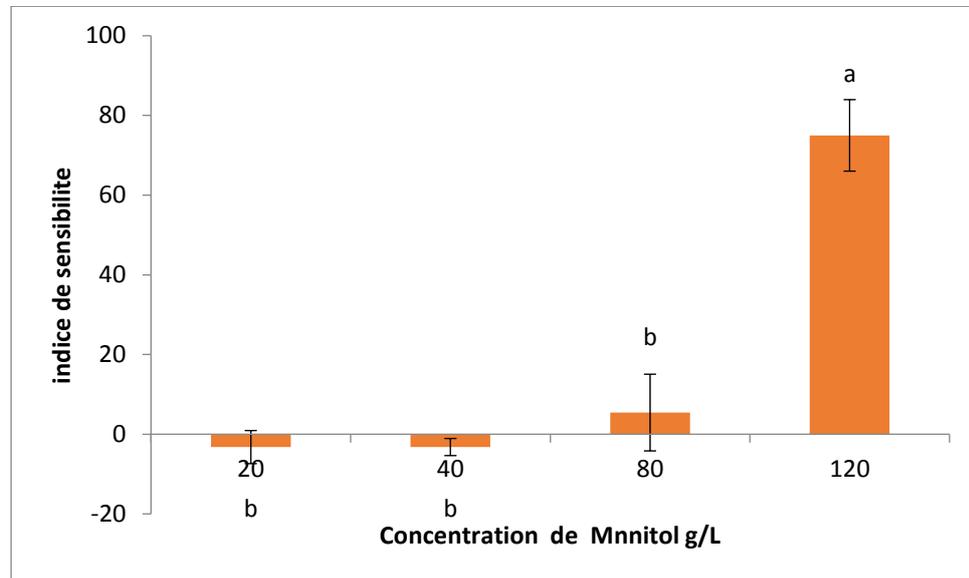


Figure 23: Indice de sensibilité des plants de *Vigna Unguiculata (L.) Walp.* en fonction de différentes concentration en Mannitol

L'indice de sensibilité a été montré à une concentration de 20 g/L avec un rapport de -3,24 et lors de la concentration de 40 g/L il a été estimé à 3,22. chez la concentration de 80 g/L enregistrer (5.44), le pourcentage le plus élevé enregistré à une concentration de 120 g/L estimée de 10,45 .Les résultats de l'analyse statistique montrent que le l'indice de sensibilité à la stress hydrique est très hautement significatif($p = 0.0000$) pour les concentrations de Mannitol, la classification des moyennes (test LSD) a mis en évidence de deux groupes homogènes (a, b) . Le groupe (a) est présenté par la concentration 120g/L, et le groupe (b) est formé par le concentration (20,40, 80) g/L de Mannitol.

Discussion 1

La germination est un stade critique pour le succès de l'établissement du cycle de vie des plantes, elle prédétermine largement les chances de survie des plantules jusqu'à la maturité (CHAUHAN et al . , 2009) . Selon LAURENT et AHMED (1991) , la germination correspond au passage de l'état de vie ralentie à l'état de vie active , les réserves qui assuraient le métabolisme résiduel de l'embryon vont être activement métabolisées pour assurer la croissance de la plantule . La première étape de la germination est l'absorption d'eau et la réhydratation des tissus de la graine par un processus appelé imbibition (HOPKINS , 2003)

Les résultats ont montré que les différents traitements salins donnaient des taux et des vitesses de germination différents en fonction du degré de concentration en sel du niébé *VignaUnguiculata(L.) Walp.*

Où nous avons enregistré une l'augmentation cinétique de germination surtout les concentration 0 ,2 ,4,8 g/L de NaCl parce que la réponse des graines à la salinité pourrait être un indicateur de la tolérance des plantes au sel pour les stades ultérieurs du développement (MISRA et DWIVEDI , 2004) , contrairement au concentration 12 g/L nous avons observe retard dans la germination serait du à une difficulté d'hydratation des graines par suite d'un potentiel osmotique élevé , entraînant une certaine inhibition des mécanismes aboutissant à la sortie de la radicule hors des téguments et par conséquent un retard de germination des graines (GILL et al . , 2003) , s'expliquerait par le temps nécessaire à la graine pour mettre en place des mécanismes lui permettant d'ajuster sa pression osmotique interne . BEN MILED et al . (1986) ; SMAOUI et al . (1986) ; BOTIA et al . (1998) et JAOUADI et al . (2010) , ont expliqué que ce retard pourrait être dû à l'altération des enzymes et des hormones qui se trouvent dans la graine.

En effet la salinité diminution la taux de germination , dans des conditions de stress salin, donne toujours une idée plus précise du comportement de l'espèce étudiée (BEN NACEUR et al., 2001). Nos résultats sont en accord avec les résultats de Moallem et Rahmon (2009) qui ont montré que la salinité affecte l'imbibition et la germination des graines d'Atriplex, d'autre part, Buda et El Haddawi (2011) ont confirmé que la germination des graines est à son maximum en distillat l'eau et qu'elle diminue avec l'augmentation de la concentration en sel dans le milieu, En effet, en présence d'une forte dose de NaCl, le pourcentage d'osmozotique qui pénètre dans les structures de germination n'est pas suffisant pour assurer l'imprégnation

des graines dans des conditions de très faible capacité osmotique du milieu. Un faible potentiel extrinsèque entraîne une inhibition de l'activité enzymatique des graines et retarde l'émergence, le développement et par conséquent la germination des racines (GILL et al ; 2003 ; MISIC et al ; 2009 ; BEN DKHIL et DENDEN, 2010). Cette diminution a été rapportée par plusieurs auteurs tels que PASSAM et KAKOURIOTIS, (1994).

La vitesse de germination, exprimée en coefficient de vélocité (CV) diminue en fonction de NaCl, plus la concentration de NaCl élevée, plus la vitesse de germination diminue. Au contraire le temps moyen (TM) s'allonge sous l'effet du stress salin. L'augmentation de la concentration de NaCl dans le milieu a provoqué, un allongement de la période de germination, soit 1,91 jours pour la concentration 2g/ L de NaCl, et 1.96 jours pour la concentration 4 g / L de NaCl, et 2 jour dans le concentration 8 g/L par contre les concentrations de 12 g/L de NaCl signalent 2.85 jours. Les perturbations observées pourraient être expliquées par une diminution du potentiel osmotique du milieu suite à l'ajout du sel (MAUROMICALE et LICANDRO, 2002)

Sur le plan élancement de la racine, nos résultats font ressortir que la croissance racinaire semble indifférente à la contrainte saline à des concentrations (2 ; 4 ; 8) g/L et bien que les racines constituent le premier site de contact entre la plante et la forte concentration en sel du milieu externe et diminution de la longueur dans la concentration 12g/L, Cette diminution de l'élancement reflète l'inhibition de la croissance due au manque d'eau

Les mêmes résultats sont énoncés par BRUN en (1980), qui constate que l'excès de sel dans la rhizosphère conduit à la formation des plantes de courtes tailles voire des plantes naines.

D'une façon générale, nous avons constaté que, la croissance en longueur des tiges diminue avec l'augmentation de l'intensité du stress salin. Et nos résultats sont cohérents avec ce qui a été dit par Al-Shahat, (2011) et Mezni, (1999).

Nos résultats indiquent que la salinité n'affecte pas le nombre de racines proportionnellement aux faibles concentrations de NaCl (2 et 4 g/L) ; Cela indique que sous stress salin, les semis dépensent plus d'énergie lumineuse pour maintenir une condition hydrique plus élevée et produire des racines pour obtenir de l'eau et/ou réduire la perte d'eau (Kafkai, 1991 dans Heze et Hawil, 2019).

Dans notre étude, la salinité n'ont pas affecté la teneur relative en eau au niveau de tous les

traitements appliquée (2 et 4 g/L NaCl) ; Ces données montrent un bon état hydrique des tissus végétaux malgré les concentrations salines élevées. Cette réponse des plantes peut être considérée comme un mécanisme adaptatif permettant d'éviter les pertes d'eau, en maintenant l'absorption d'eau à un niveau suffisant afin d'éviter la déshydratation des tissus végétaux, de diluer les sels présents dans les cellules et de garantir la continuité du processus métabolique (Bissati et al., 2011).

Les résultats de l'étude de stress hydrique (les concentrations de mannitol) montrent que la cinétique et taux de germination de *Vigna Unguiculata (L.) Walp.* n'affecté pas par le stress hydrique dans les concentrations (0, 20, 40,80) g/L mannitol par contre il a été montré que le stress hydrique dans la concentration 120g/L mannitol engendre une réduction du taux de germination. Dans d'autres travaux, il a été montré aussi engendre une réduction du taux de germination. C'est le cas de quelques espèces du genre *Acacia (A.salicina, A.*

pendula, A. cyanophylla, A. floribunda, A. tortilis et A. raddiana) (Jaouadi et al., 2009).

Par contre, une bonne aptitude à germer a été décrite chez d'autres Fabaceae dans des conditions sévères de déficit hydrique; c'est le cas de six cultivars de *Medicago sativa* L.(Hamidi et Safarnejad, 2010), d'*Eremosparton songoricum* (Litv.) Vass., une espèce endémique du désert chinois (Li et al., 2013) et de *Spartidium saharae* (Derbel et Chaieb, 2007) aussi nos résultats ont montré que la vitesse de la germination est diminuée avec l'augmentation de la concentration de mannitol

la croissance en longueur des tiges diminue avec l'augmentation de l'intensité du stress hydrique. et nos résultats sont cohérents avec ce qui a été dit par (GATE 1995).

Le stress hydrique effectuée sur la longueur de racine dans la concentration 120 g/L La sévérité du stress hydrique a entraîné une diminution plus importante de la longueur des racines, peut-être en raison du facteur de division cellulaire et d'allongement des racines (Fraser et al. 1990)

Dans notre étude, le déficit hydrique n'a pas affecté la teneur relative en eau au niveau des traitements (20 et 40 g/L) en comparant avec le témoin. ce résultat est probablement lié à la capacité adaptative de la plante sous les conditions de stress hydrique de la même Sanchez Diaz et Kramer (1971) et Levitt (1972) est conclue que les plantes résistantes au stress hydrique présentent une faible perte d'eau par unité de surface foliaire et une augmentation de

leur potentiel hydrique foliaire, en comparaison avec celles sensibles. et selon Blum, (1988)., Le maintien d'un niveau élevé de la TR serait probablement lié à une bonne capacité d'ajustement osmotique permettant la préservation de l'intégrité structurale et fonctionnelle des tissus. Nemmar (1983) et Brinis (1995) sont parvenus que , les variétés de blé qui ont une TRE importante sont plus tolérantes à la sécheresse.

Nos résultats ont montré que le nombre de racines est augmenté avec l'augmentation des concentrations de mannitol, ceci expliquée probablement par le mécanisme ou le comportement que la plante utilise pour absorber une grande quantité d'eau et s'adapter en présence de fortes concentrations. Ce changement morphologique est également considéré comme une traduction de ce qui se passe dans le milieu interne pour maintenir le niveau d'eau des tissus et assurer le fonctionnement des fonctions physiologiques de la plante.

III.3.Action des traitements salins sur les structures anatomiques

III.3.1. Effet du stress salin sur la formation de poils absorbants

Après 15 jours d'exposition des plantules à différentes concentrations en NaCl la racine a été examinée en matière de densité des poils absorbants (photo 6).

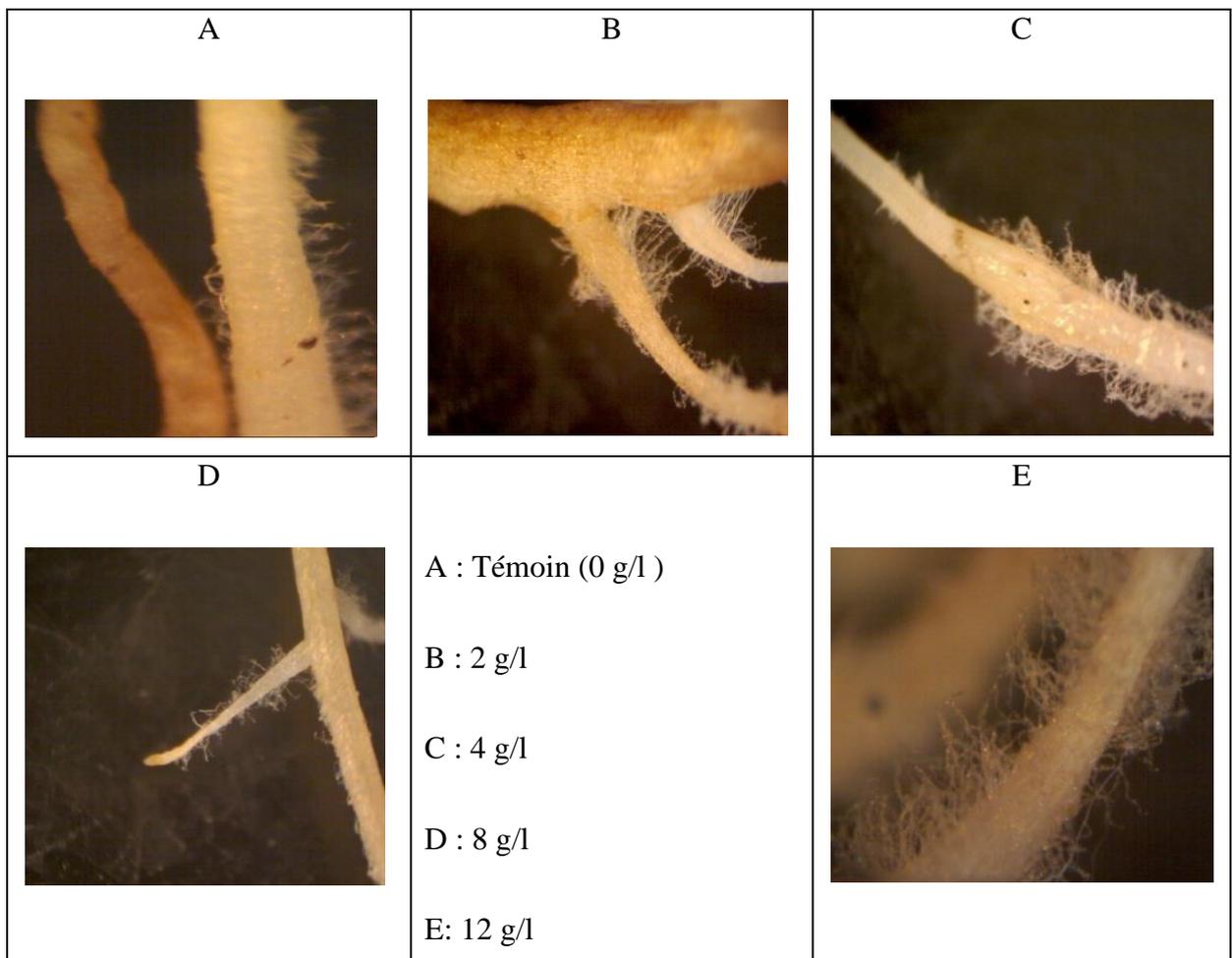


Photo 8: Aspects des poils absorbants au niveau des racines des plantules de niébé *VignaUnguiculata*(L. Walp.)cultivées in vitro pendant 15 jours en présence de différentes concentrations de NaCl (GX20)

Concernant l'effet de la salinité sur la structure racinaire des plantules de niébé, on note un effet positif sur la formation des poils absorbants (photo 8). Cet effet est mis en évidence par la concentration en NaCl de 4 g/l, et son importance augmente avec l'augmentation de la concentration en NaCl dans le milieu. Où l'on remarque à 8 g/l et 12g/l, une densité très importante de poils absorbant par rapport aux témoins et les autres concentrations.

III.3.2. Effet du stress hydrique sur la formation de poils absorbants

Les racines des plantes témoins et stressées par les différentes concentrations en Mannitol ont été examinées pour déceler l'effet du stress hydrique sur le développement des poils absorbants (photo 7).

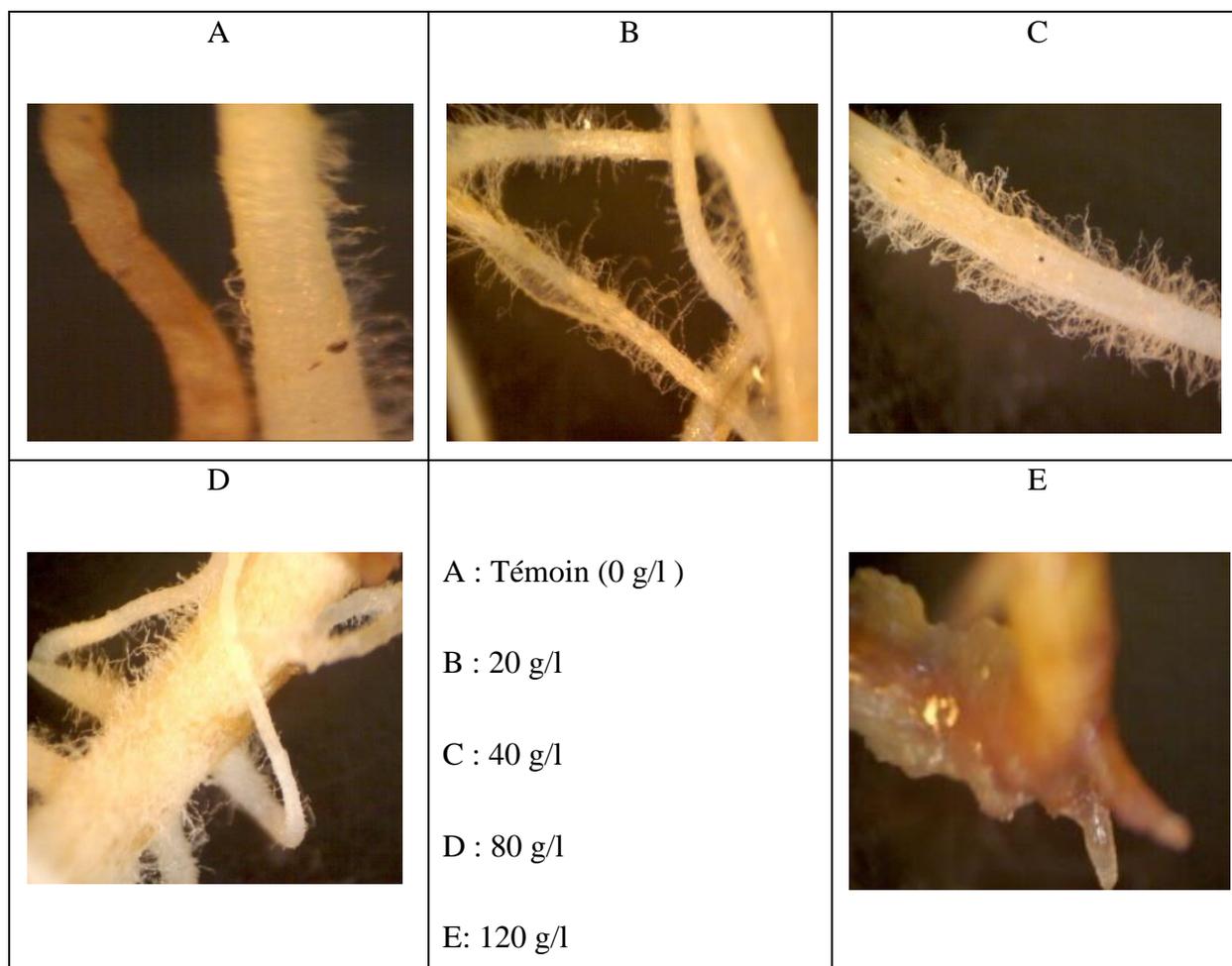


Photo 9: Aspects des poils absorbants au niveau des racines des plantules de niébé *VignaUnguiculata* (L. Walp.) Cultivées in vitro pendant 15 jours en présence de différentes concentrations de Mannitol (GX 20).

Concernant l'effet du stress hydrique sur la structure racinaire des plantules de niébé, on note un effet positif sur la formation des poils absorbants (photo 9) contrairement à ce qui a été observé sur le plant de *vicia faba L* (L. Benidire^{1*}, K. Daoui², Z.A. Fatemi², W. Achouak³, L. Bouarab¹, K. Oufdou¹ 2014). Cet effet est mis en évidence par la concentration en mannitol de 20 g/l, et son importance augmente avec l'augmentation de la concentration de mannitol dans le milieu. Là où l'on constate à 40g/l et 80 g/l, une augmentation très importante de la formation de poils absorbants par rapport à la concentration 20 g/l, alors qu'à

la concentration 120g/l, on constate que la racine principale (une jeune racine) ne se développe pas et qu'il n'y a pas de poils absorbants.

D'une façon générale nous avons constaté d'une part que la croissance en longueur diminue avec l'augmentation de l'intensité du stress conformément à ce que plusieurs auteurs ont remarqué chez le petit pois, les céréales, la fève et la luzerne. D'autre part, nous avons pu démontrer que la salinité et hydrique entraîne une augmentation des poils absorbants.

III.3.3. Effet des stress sur l'anatomie de la tige et de la racine de niébé *Vigna Unguiculata*(L.) (Walp.)

La structure anatomique des tiges et des racines est étudiée sur des coupes transversales, pratiquées dans la zone inter-médiane. Nous étudierons d'abord la structure anatomique des plantes témoins qui définit la structure typique de l'espèce puis d'éventuels changements liés à l'action des stress appliqués (**Annexe 1**).

III.3.3.1. Effet du stress salin sur les structures anatomiques de la tige et de la racine

III.3.3.1.1 Etude anatomique de la tige

La comparaison des coupes anatomiques réalisées au niveau des tiges des plantes *Vigna Unguiculata* témoins et celles des plantes traitées au NaCl révèle que:

III.3.3.1.1.1. Plantes témoins

Sur les coupes transversales, on observe que la tige est constituée de deux zones principales : l'écorce et le cylindre centrale (stèle). On peut déceler, que le l'écorce de la tige occupe une superficie plus élevée que cylindre centrale (Figure 1).

De la périphérie vers le centre de la coupe on observe les tissus suivants

↳ **L'écorce** est constituée :

1. D'un épiderme, formé d'une assise de cellules juxtaposées de forme ovale dont la paroi extérieure est cutinisée.

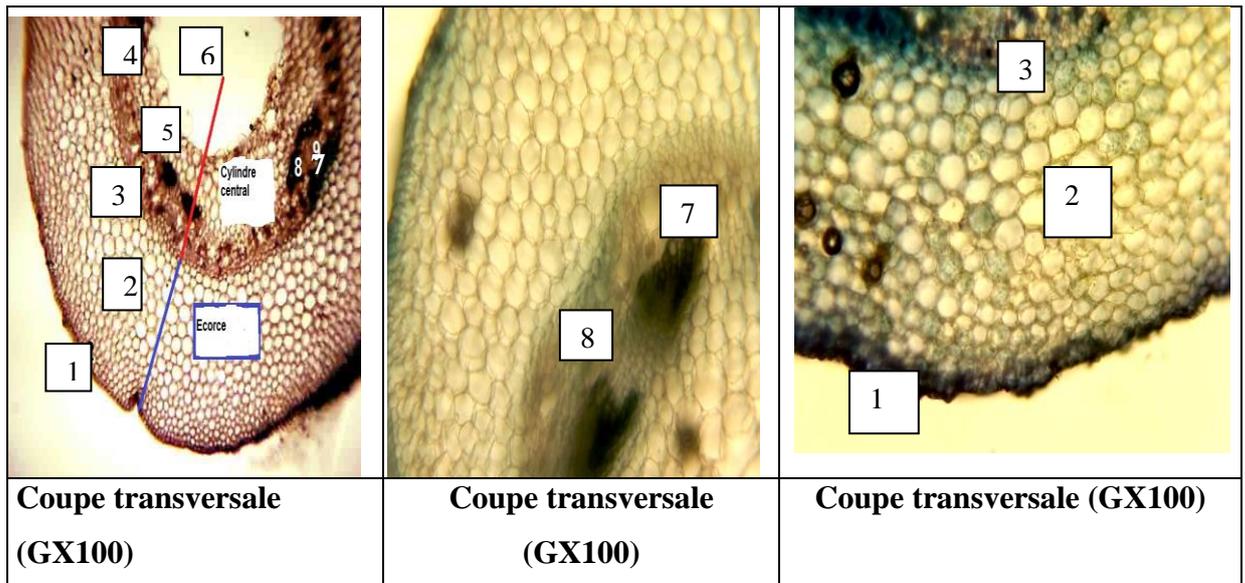


Photo 10: Coupes transversales au niveau de la tige de niébé *Vigna unguiculata* (L.) Walp.)

témoin: -1: **Épiderme**, 2: **Parenchyme cortical**, 3: **sclérenchyme**, 4: **cambium**, 5: **Parenchyme médullaire**, 6: **Moelle** 7 : **Xylème**, 8 **Phloème**

2. Un parenchyme cortical peu épais, situé sous le collenchyme et composé de 03 à 04 couches de cellules, de forme arrondie, irrégulièrement disposées et sont séparées par des méats, qui constituent le tissu de réserve.

4. Des cellules sclérenchymateuses, de petite taille à paroi épaisse.

↳ **Le cylindre central** est formé de:

1. Tissus conducteurs rassemblés en amas superposés de xylème, vers le centre de la tige et vers l'extérieur, par le phloème, groupé en faisceaux criblo-vasculaires, formant un cycle régulier sous l'écorce.

2. La moelle, au centre de la tige, occupe un espace important. C'est un parenchyme à larges cellules arrondies, à paroi mince. Une tige creuse au centre parce qu'il s'agit d'une plante de la famille des Fabacées.

III.3.3.1.1.2.Plantes stressées au NaCl

La comparaison des coupes anatomiques réalisées sur les tiges témoins et les tiges stressées montre ce qui suit :

1. Une diminution du diamètre du cortex chez plantes stressées par les concentrations 4, 8 g/l

(Fig A) et une augmentation très nette du diamètre cylindre central chez les concentrations 2, 4 et 8 g/l de NaCl (Fig B).

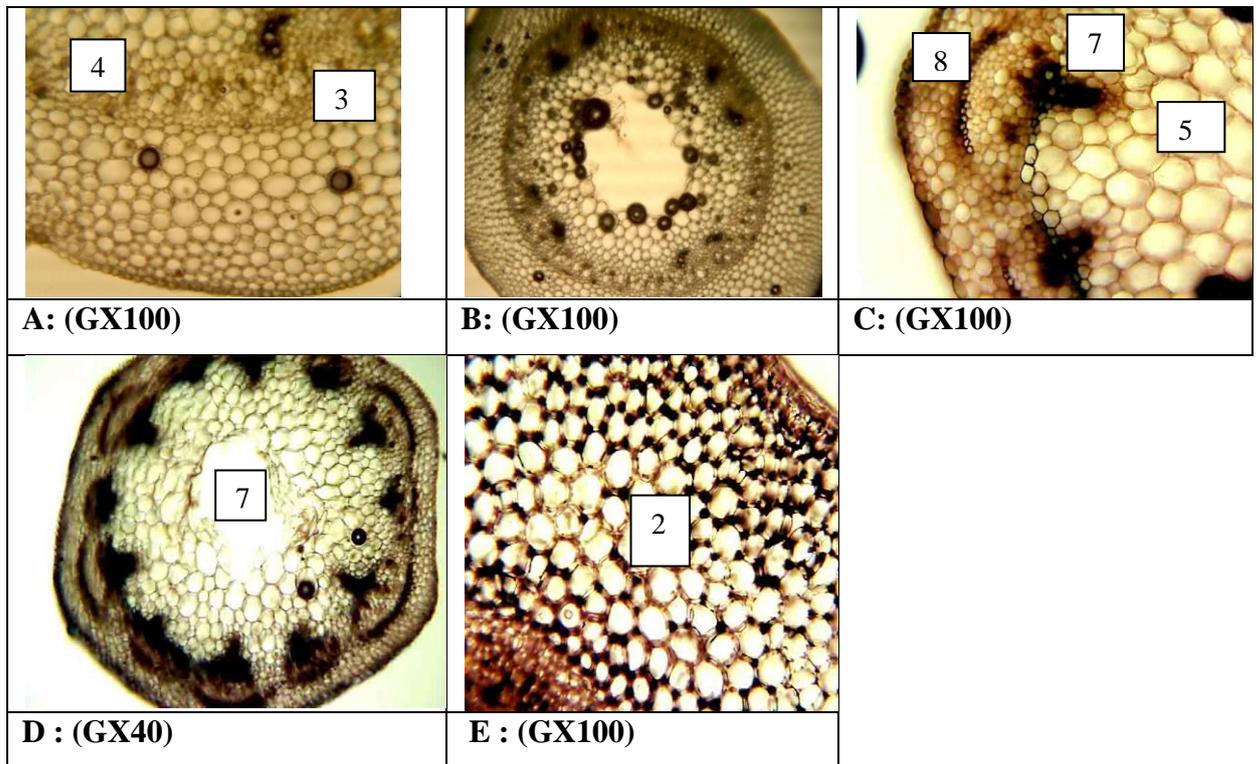


Photo 11 : Coupes transversales au niveau de la tige de niébé *Vigna unguiculata*(L.) Walp.)

Stressé -1: **Épiderme, 2: Parenchyme cortical, 3: sclérenchyme, 4:cambium, 5: Parenchyme médullaire, 6: Moelle 7 : Xylème, 8 Phloème**

2. Augmentation du nombre et la taille des cellules médullaire du parenchyme qui traduit l'épaisseur de cette couche pour les plantes traitées par les concentrations 2, 4 et 8 g/l de NaCl. Tandis que, nous avons observé une diminution du taille et nombre de cellules de parenchyme cortical sous les concentrations 4 et 8 g/l de NaCl (**Fig D**)

3. Une augmentation du nombre des vaisseaux conducteurs (xylème et phloème) à partir de la concentration 4 g/l de NaCl (**Fig C, D**).

4. Déformation des cellules de parenchyme cortical à la forte concentration saline de 12 g/l de NaCl (**Fig E**).

5. Présence de cristaux de NaCl dans tout le tissu à partir de la concentration 8 g/l et 12g/l de NaCl (**Fig E**).

III.3.3.1.2. Etude anatomique de la racine

La comparaison des coupes anatomiques réalisées au niveau des racines des plantes niébé *Vigna Unguiculata*(L.) Walp.) témoins et celles des plantes traitées au NaCl à (2,4,8 et 12) g/l montre que:

III.3.3.1.2.1. Plante témoin

La racine est subdivisée en : écorce qui est très développée et en cylindre central très réduite.

↳ L'écorce de la racine est constituée du :

1. Rhizoderme (assise pilifère) qui porte d'abord les poils absorbants (prolongements des cellules rhizodermique) de la racine.

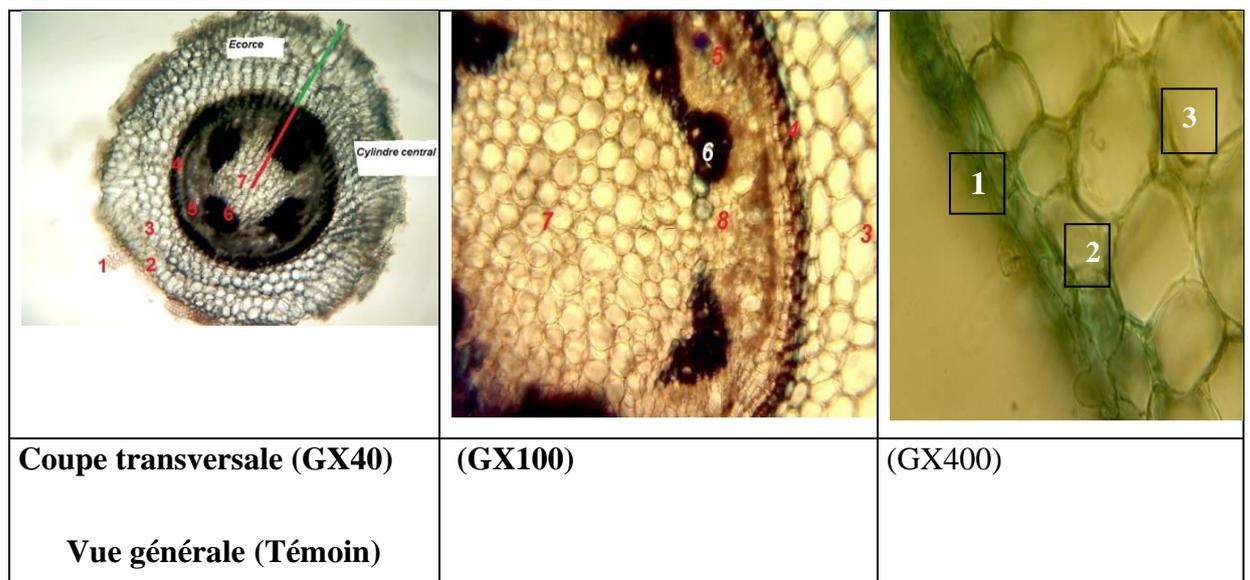


Photo 12: Coupes transversales au niveau de la racine de niébé *Vigna Unguiculata*(L.) Walp.)

-1: Assise pilifère, 2: Assise subéreuse, 3: Parenchyme, 4: endoderme 5: Phloème 6: Xylème, 7: Moelle,

2. Zone subéro-phellodermique ou le phellogène qui se forme à partir du péricycle. La division des cellules péricycliques s'étend à tout le péricycle et constitue une zone subéro-phellodermique continue, encerclant totalement les tissus conducteurs primaires et les tissus conducteurs secondaires produits par le cambium

3. Parenchyme cortical : formé de cellules laissant entre elles d'importants méats. Il est constitué de cellules jointives parallélipédiques, allongées dans le sens de l'axe de la racine.

4. Endoderme : une assise cellulaire la plus profonde formée de cellules étroitement jointives entourant le péricycle.

↳ **Le cylindre central** est constitué de:

1. Péricycle : une couche de cellules jointives à paroi mince, à partir de laquelle vont se former les ramifications de la racine.

2. Faisceaux cribro-vasculaires constitués :il y a deux types des tissus conducteurs, le xylème et le phloème qui s'alternent régulièrement sur un seul cercle, et assurent la circulation de la sève brute (xylème) et la sève élaborée (phloème). Les cellules de xylème ont des tailles différentes selon leur emplacement dans le cylindre central.

3. Moelle : composée de parenchyme.

III.3.3.1.2.2 Plantes stressées au NaCl

L'observation des coupes transversales au niveau des racines des plantes traitées au NaCl, se manifeste par :

Le début de l'apparition de cristaux de sel à une concentration 4 g/l (**fig A**), et une augmentation de son pourcentage dans les concentration les plus élevées 8 g/l et 12 g/l (**figD**)

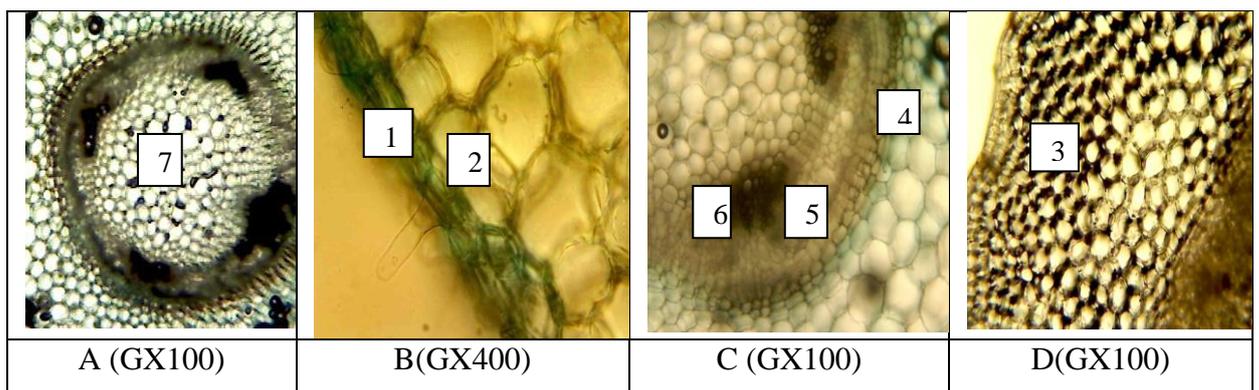


Photo 13: Coupes transversales au niveau de la racine de niébé *Vigna unguiculata*(L.) Walp.)

Stressé au NaCl : **1: Assise pilifère, 2: Assise subéreuse, 3: Parenchyme cortical, 4:**

endoderme 5: Phloème 6: Xylème, 7: Moelle

III.3.3.2. Effet du stress hydrique sur les structures anatomiques de la tige et de la racine

III.3.3.2.1. Etude anatomique de la tige

III.3.3.2.1.1.Plantes stressées au Mannitol

L'observation de coupes transversales au niveau des tiges des plantes traitées ne montre pas de différence structurale entre le traitement 20g/l et les plantes témoins, mais on distingue une petite variation (diminution de la taille des cellules de parenchyme cortical) (Fig A).

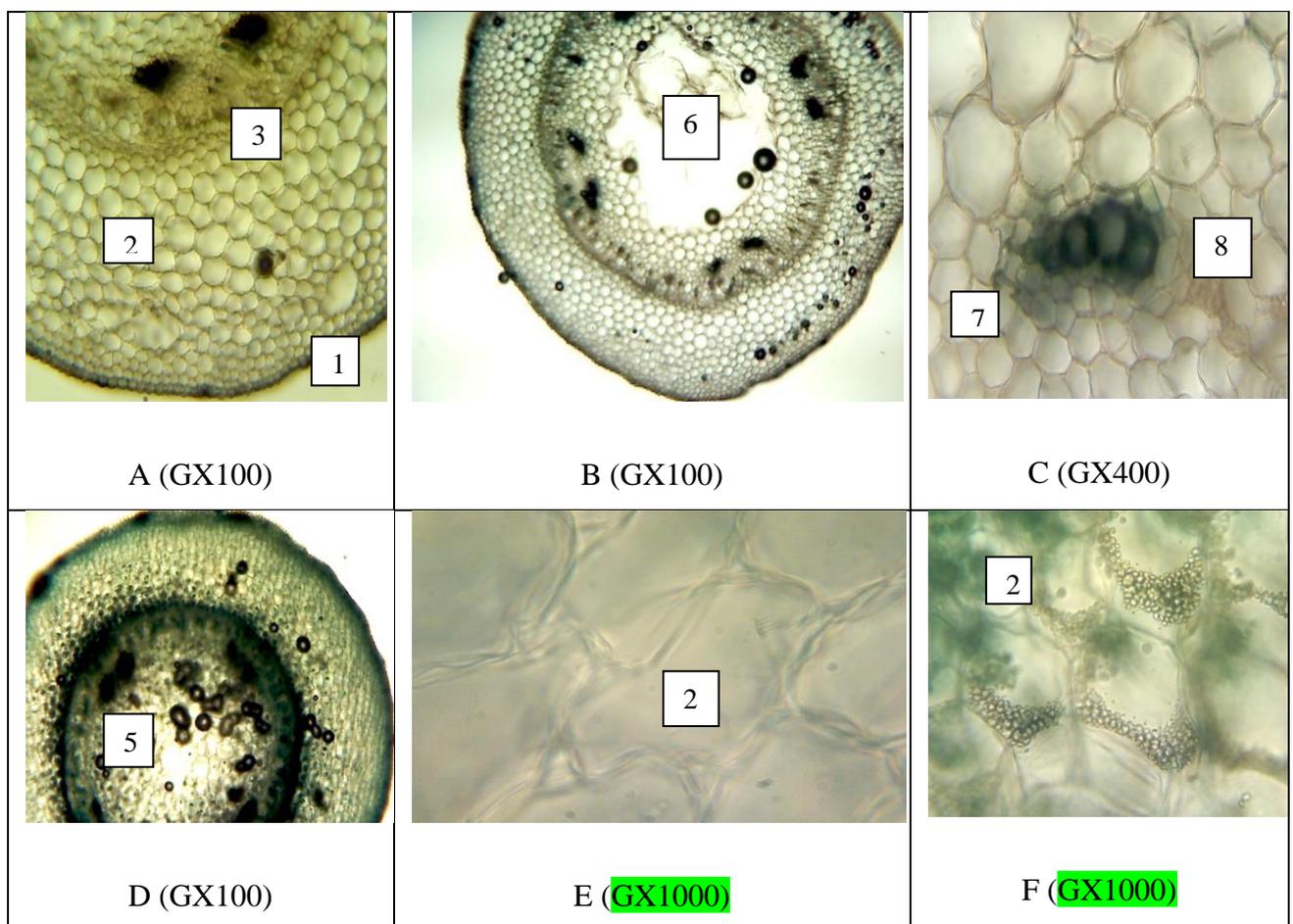


Photo 14:Coupes transversales au niveau de la tige de niébé *Vigna Unguiculata*(L.) (Walp.) stressé au mannitol-1: Épiderme, 2: Parenchyme cortical, 3: sclérenchyme, 4:cambium, 5: Parenchyme médullaire, 6: Moelle 7 : Xylème, 8 Phloème

Dans le même contexte, à la concentration 40 g/l, le stress hydrique n'a pas affecté la structure des tissus des plantes de niébé (*Vigna Unguiculata*(L.) Walp.) (photo 14), mais des différences ont été relevées:

1. Expansion Cylindre centrale à la suite d'une augmentation du nombre de cellules parenchymateuses ce qui a conduit à une contraction du cortex (**Fig B**).

2. Diminution de la taille des vaisseaux (**fig C**)

Pour la concentration 80g/l on a observé :

2. Augmentation du nombre de cellules parenchymateuses médullaires et une diminution de la espace creux. (**fig D**)

3. Déformation de la forme des cellules parenchymateuses (**fig E**)

1. Présence de molécules de mannitol dans la plupart des tissus, sur les côtés des vaisseaux conducteurs et dans les tissus parenchymateux cortical (**fig F**).

III. 3.3.2.2. Etude anatomique de la racine

La comparaison des coupes anatomiques réalisées au niveau des racines des plantes niébé *Vigna Unguiculata*(L.) Walp.) témoins et celles des plantes traitées au Mannitol (20, 40 et 80) g/l montre que:

1. Petite taille de Phloème et Xylème (**fig A**).

2. Déformation des cellules parenchymateuses concernant les plantes traitées par (40 et 80) g/l de Mannitol (**Fig B.C**).

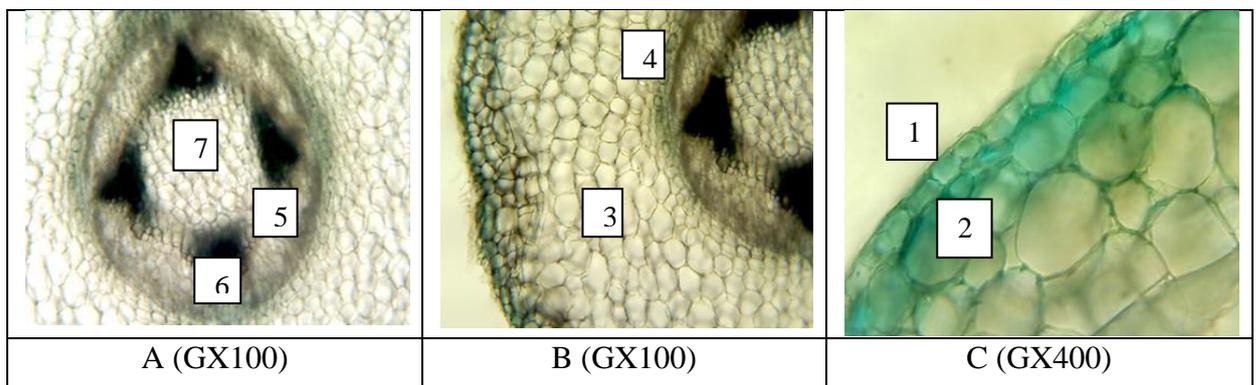


Photo 15: Coupes transversales au niveau de la racine de niébé *Vigna Unguiculata*(L.)

Walp.) stressé au mnnitol : 1: Assise pilifère, 2: Assise subéreuse, 3: Parenchyme cortical, 4: endoderme 5: Phloème 6: Xylème, 7: Moelle,

Discussion 2:

Le comportement d'espèces *Vigna Unguiculata*(L.) Walp.) a été évalué à travers différents paramètres (morphologiques, anatomiques,) sous stress salin au NaCl (2, 4, 8 et 12g/l) et stress hydrique par le Mannitol (20,40, 80 et 120) g/l. Les effets de la salinité se manifestent au niveau de la plante entière à des degrés variables, mais sont plus perceptibles à l'échelle anatomique.

D'autre part, les conséquences de l'intensité de la salinité révèlent une bonne tolérance et une hétérogénéité d'expression, la réponse varie d'un organe à un autre, selon la nature et l'intensité du stress.

Nos résultats font ressortir que, la croissance racinaire en longueur et en volume dans les concentrations (2 et 4 g/l NaCl) et (20et 40g/l mannitol) et même aussi la tige semble indifférente à la contrainte saline est ne présente pas de différence significative vis-à-vis du niveau de salinité, bien que les racines constituent le premier site de contact entre la plante et la forte concentration en sel du milieu externe. Par contre, les traitements salins et hydrique (8 et12 g/L NaCl et 80 et 120 g/L) appliqués sur *niébé* enregistrent des faibles réductions de longueur par rapport au témoin

Les résultats de l'étude anatomique au niveau de la tige et de la racine ont montré queles traitements salins et hydriques à fortes ou moyennes intensités, sont capables d'induire des changements au niveau structural. Ceci indique que l'espèce *Vigna Unguiculata*(L.) (Walp.)réagissent au stress salin et hydrique par des mécanismes d'adaptation impliqués dans le maintien de leur stabilité.

Bien que les adaptations physiologiques soient cruciales dans l'identification et la sélection des critères contre le stress salin (ASHREF., 2004), mais les modifications anatomiques sous de fortes concentrations de salinité sont aussi importantes (MASS etNIEMAN., 1975; FAHN., 1990 in HAMEED et al., 2010). Un tel changement dans la structure anatomique joue certainement un rôle déterminant en combinaison avec des modifications physiologiques dans la tolérance des espèces vivant sur des sols affectés par la salinité (HAMEED et al., 2010).

Nos observations sur les coupes anatomiques montrent que le diamètre des cellules des différents tissus change selon la concentration en sel. Les modifications structurelles induisent

des altérations des cellules et des tissus, pouvant modifier le comportement de croissance à différents niveaux d'organisation altérations comprennent les racines, les tiges et les feuilles des plantes stressées en comparaison avec les plantes témoins (**REINOSO et al., 2005**).

Sous les deux traitements, 2 g/l de NaCl et 20 g/l de mannitol, les tiges des plantes de niébé, ne manifestent aucun changement au niveau de la structure anatomique. Alors que, les plantes stressées à (4,8 et 12) g/l de NaCl et (40,80 et 120)g/l de mannitol des modifications importantes au niveau des différents tissus ont été décelé. Ces résultats révèlent que la salinité et le stress hydrique ont une influence sur ce paramètre mais à des niveaux de stress importants. La diminution de la taille des cellules parenchymateuses est observée chez *Vigna Unguiculata(L.) Walp.* Sous les deux traitements salin (4g/l et 8g/l de NaCl) et hydrique (40g/l et 80g/l de Mannitol).

La diminution du diamètre de ces cellules, s'accompagne d'une réduction de l'épaisseur de la couche des cellules parenchymateuses. Ces résultats sont en accord avec ceux d'**AKRAM et al (2002)** obtenus sur le blé soumis à une contrainte saline. Cet auteur révèle une diminution dans le parenchyme cortical.

Un second changement concerne la diminution du diamètre des vaisseaux de xylème de tige à (8g/l de NaCl)et (40g/l de Mannitol) et chez la racine pour les plantes traitées par 20g/l de mannitol et l'augmentation du leur nombre sous les traitements 4 g/l NaCl et, quis'accompagne d'une augmentation de surface des faisceaux criblo-vasculaires.

Les résultats des travaux de **REINOSO et al (2005)** sur *Prosopis strombulifera(Lam.) Benth.* (Famille des Fabaceae, sous famille Mimosoideae), arbre des sols salés montrent l'effet du sel sur les altérations histologiques et montrent que, la diminution de diamètre des vaisseaux conducteurs est accompagnée d'une augmentation du nombre des vaisseaux.

La diminution dans le diamètre des vaisseaux de xylème a été observée chez le coton et la tomate sous conditions salines (**STROGONOV, 1964 in REINOSO et al., 2005**) et chez l'orge sauvage (**HUANG et REDMANN., 1995**). **OULD EL HADJ-KHELIL (2001)**, signale que sous un traitement de 200 mM de NaCl, le xylème est atteint au niveau des tiges des plantes de tomate.

Nos résultats de l'anatomie de la racine ont révélé que sous les traitements de NaCl et Mannitol ne manifestent aucune réponse particulière. Les seules modifications anatomiques de la racine sont apparues sous forte concentration salin et hydrique:

- ↪ Diminution du volume des cellules parenchymateuses.
- ↪ Diminution du diamètre des vaisseaux du xylème.
- ↪ Déformation au niveau des cellules.

Conclusion

Conclusion

Le cycle de vie d'une plante passe par plusieurs étapes morpho-physiologiques, qui se caractérisent par deux étapes importantes : la germination et la croissance, qui diffère d'une espèce à l'autre. Par conséquent, cette étude visait d'étudier l'effet de la salinité et stress hydrique sur le niébé *Vigna Unguiculata (L.) Walp.*, et l'étendue de sa résistance ou adaptation au cours de la phase de germination et de croissance une étude de stress saline (NaCl) par l'application des quatre niveaux de salinité (2, 4, 8 et 12 g/L), et une étude des stress hydrique (mannitol) par application des quatre niveaux (20, 40, 80 et 120 g/L).

L'étude statistique descriptive a été appliquée. A travers elle, nous avons déduit les variables les plus importantes qui représentaient est montré l'effet de concentration de la salinité ou du le stress hydrique (mannitol) sur l'espèce testé.

La salinité n'a pas affecté le taux et le comportement de germination des graines sauf à la concentration 12g/L, tandis que la vitesse de germination diminue avec l'augmentation de la concentration de NaCl dans le milieu. Nos résultats montrent une diminution de la longueur de la tige avec l'augmentation des concentrations, tandis que la longueur des racines n'a pas été affectée sauf à une concentration de 12 g/L. Nos résultats montrent que la salinité n'a pas affectent TRE et aussi le nombre des racines aux concentrations appliquées (0,2,4) g/L. Quant au facteur de sensibilité à la salinité, sa sévérité augmente, surtout à la concentration 12g/L. Les résultats montrent que le volume et la densité des poils absorbants sont sévèrement affectés.

La taille et la densité des poils absorbants sont fortement affectées par la salinité, plus la salinité est élevée, plus le nombre des poils est augment. Des changements ont également été observés dans la structure anatomique de la tige, ce qui conduit à une diminution du diamètre du cortex chez plantes stressées par les concentrations 4, 8 g/l et une augmentation très nette du diamètre cylindre central chez les concentrations 2, 4 et 8 g/l et Augmentation du nombre et la taille des cellules médullaire du parenchyme qui traduisent l'épaisseur de cette couche pour les plantes traitées par les concentrations 2, 4 et 8 g/l de NaCl. Tandis que, nous avons observé une diminution du taille et nombre de cellules de parenchyme cortical sous les concentrations 4 et 8 g/l de NaCl et aussi une augmentation du nombre des vaisseaux conducteurs (xylème et phloème) à partir de la concentration 4 g/l de NaCl. Déformation des cellules de parenchyme cortical à la forte concentration saline de 12 g/l de NaCl.

Présence de cristaux de NaCl dans tout le tissu à partir de la concentration 8 g/l de NaCl ainsi que des changements à la racine : Le début de l'apparition de cristaux de sel à une concentration 2 g/l et 4 g/l et une augmentation de son pourcentage dans les concentration les plus élevées 8 g/l et 12 g/l .

Nos résultats ont également montré des changements physiologiques et morphologiques sous stress hydrique, comme nous avons déterminé leurs effets dans la diminution de ces paramètres Sur la cinétique et la taux de germination à fortes doses (120)g/L, les résultats ont également montré que la vitesse de germination diminue avec l'augmentation des concentrations de mannitol dans le milieu

Nos résultats ont montré une diminution significative de la longueur de la tige avec concentration croissante jusqu'à ce qu'elle soit absente à une concentration de 120g/L. Nous avons également enregistré une diminution progressive de la longueur des racines, en particulier à 120g/L

En ce qui concerne le teneur relative en eau, il n'y a pas d'effet significatif, ce qui est un bon indicateur, ni pour le nombre de racines augmente avec l'augmentation des concentrations dans le milieu (0, 20,40)g/L.

L'approche anatomique a montré que le niébé sous stress hydrique s'adapte à ces conditions en augmentant la densité des poiles absorbant avec une augmentation de la concentration,

Concernant l'anatomie des tiges les résultats montes une petite variation de la taille des cellules de parenchyme a concentration 20g/L mannitol

Les résultats 40g/L on montré que l'expansion Cylindre centrale à la suite d'une augmentation du nombre de cellules parenchymateuses ce qui a conduit à une contraction du cortex et. Diminution de la taille des vaisseaux

Les résultats de 80g/L on montré que L'augmentation du nombre de cellules parenchymateuses médullaires et une diminution de la espace creux.

La bonne tolérance du niébé au stress Salin et hydrique est un critère important dans le choix des espèces à retenir dans un programme de mise en valeur des zones arides et semi arides.

Au final, notre étude n'est qu'un point de départ pour la recherche sur le niébé, et l'effet de différentes

concentrations de NaCl et de Mannitol sur le comportement morphologique et physiologique de cette espèce a

permis de mieux comprendre le comportement et le développement de cette plante. Étudié plus complètes sont nécessaires, il faudra :

- ✓ D'étudier la réponse de germination de ces espèces face au stress salin ET stress hydrique avec d'autres intervalles des concentrations.
- ✓ Étude de la réponse de germination ET de croissance à l'aide d'autres facteurs, notamment des paramètres morphologiques tels que la surface foliaire ET physiologiques tels que la chlorophylle, la proline et les sucres solubles;
- ✓ Étudier la réponse de la plante dans les stades avancés du cycle de vie, ainsi qu'une étude des espèces appartenant à la même famille pour mettre en évidence la comparaison

Références bibliographiques

- ABEBE T., GUENZI A.C., MARTIN B., CUSHMAN J.C., 2003.** Tolerance of mannitol- accumulating transgenic wheat to water stress and salinity. *Plant physiology*, 131:1748-1755.
- AKPAPUNAM, M. A. S. Sefa-Dedeh** Jack bean (*Canavalia ensiformis*) nutrition related aspects and needed research. *Plant Food Hum Nutr.* 10, 123–127 (1997).
- AKRAM M., AHMAD A., JAN M M., 2002:** The medicinal plants of salt Range. *J. Biol. Sci.*, 2: 1035-1046.
- ALEMU, M. , ASFAW, Z. , WOLDU, Z. , FENTA, B. A. , & MEDVECKY, B. (2016).** Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (Fabaceae) landrace diversity in northern Ethiopia. *Int. J. Biodiv. Cons.* , 8(11), 297–309.
<https://doi.org/10.5897/IJBC2016.0946>
- AMARI N., 2014.** Etude du choix de ponte de la Bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différente variété d’haricot et de pois-chiche, et influence de quelques huiles essentielles (cèdre , ciste et eucalyptus) sur activité biologique de l’insecte. Thèse de Magister, université de Mouloud Mammeri Tizi-ouzou, 7p.
- APPIAH., F., ASIBUO, J. Y. & KUAH, P(2011).** Physicochemical and functional properties of bean flours of three cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp) varieties in Ghana. *Afr. J. Food Sci.* 5(2), 100– 104. *Arabidopsis. Plant Physiol.* 147: 562-572.
- ASHREF M., 2004:** Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plant. *Flora.* 199: 361-376.
- ASLOUM H., 1990-** Elaboration d’un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicum esculentum* L.) en culture hors sol pour les régions sahariennes. Utilisation de substrats sableux et d’eaux saumâtres. Thèse de doctorat, développement et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia- Antipolis : 24- 32.
- ATTI S., 2002.** Assessment of soybean (*glycine max* (l.) merr.) water stress, lipochitooligosaccharides application and spectral response. Thèse Master , Department of Agricultural and Biosystems Engineering Macdonald Campus of McGill University Montreal, Canada , 128p.

- AUBERT G., 1978.** Les sols sodiques en Afrique du Nord. Annales de l'I.N.A ElHarrach, VI, 1: 195.
- AURIAU P., 1978.** Sélection pour le rendement en fonction du climat sur le blé. Annales de l'INA, 8 (2).Pp.4-15.
- BAJJI M., LUTTS S., ET KINET J.M., 2000-** La résistance au stress hydrique chez le blé dur: Comparaison des comportements au niveau cellulaire et au niveau de la plante entière, Options Mediterr. Ser. A, n°40, 227- 231: 228 p
- BEN AHMED H., ZID E., EL GAZZAH C., GRIGNON C. (1996).** Croissance et accumulation ionique chez *Atriplex halimus* L. Cahiers d'Agricultures, 5: 367- 372.
- BEN MILED D. , BOUSSAID M. et ABDELKEFI A. , 1986 -** Tolérance au sel d'espèces annuelles du genre *Medicago* au cours de germination . In : Colloque sur d'Ingénieur d'Etat En biologie , Université Kasdi - Merbah Ouargla , 87p . Djerba , Tunisie .
- BEN NACEUR M. , RAHMONE C. , SDIRI H. , MEDDAHI M.L. , SELMI M. , 2001 -** Effet du stress salin sur la germination , la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé . Secheresse . Vol . 3 , 167-174 .
- BENHAMOU N., 2009.** La résistance chez les plantes. Principes de la stratégie défensive et applications agronomiques. Éd. TEC et DOC. Lavoisier, Paris. 376p.
- BEN-HAYYIM G., VAADIA Y., WILLAM B. (1989).** Proteins associated with salt adaptation in citrus and tomato cells: Involvement of 26 KD polypeptides. *Plant Physiology*, 7: 332-340.
- BILATU, A. , BINYAM, K. , SOLOMON, Z. , ESKINDER, A. ,& FEREDÉ, A. (2012).** Animal feed potential and adaptability of some cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties in North West lowlands of Ethiopia. *Wudpecker Journal of Agricultural Research* , 1(11), 478–483
- BISSATI S., DJERROUDI O., MEHANI M., BELKHODJA M., 2011.** Effet du stress salin sur deux paramètres hydriques (turgescence et transpiration) de jeunes plants de *Atriplex halimus* et *Atriplex canescens*. *Review in Biological Research*, 1:31-38.
- BLUM A., 1988.** Salinity resistance. In *Plant Breeding for Stress Environments*. Florida: CRC Press, 163-179.

- BORGET M., (1989).** Les légumineuses vivrières. Editions Maisonneuve et Larousse, Paris. 4- 161 pp.
- BOUATROUS Y., 2013** - Effet du stress salin et l'haplodiploïdisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de Doctorat en Sciences en Biologie Végétale. Université Mentouri de Constantine : 15 p.
- BOUDA S. , HADDIOUI A. , 2011 -2011** - Effet du stress salin sur la germination de quelques espèces du genre *Atriplex* . Revue « nature & technologie » > . N ° 05 / juin 2011. P 72 à 79 .
- BOUTEYRE G. et LOYER J.Y., 1992.** Sols salés, eaux saumâtres des régions arides tropicales et méditerranéennes, principaux faciès pour l'agriculture. ORSTOM, 69-80.
- BRINIS, L ; 1995** « effet du stress hydrique sur quelques mécanismes morpho-physiologiques et biochimiques de traits d'adaptation et déterminisme génétique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf)» doct. Sci. physiologie végétale et amélioration génétique des plantes, Université Annaba, 156 p.
- BRUN A, 1980** : Effets comparés de différence de concentrations de NaCl sur la germination, la croissance et composition de quelques population de luzernes annuelle d'Algérie. Thèse doctorat 3ème cycle. Montpellier.
- CALVET R., 2003.** Le sol, propriété et fonction, phénomènes physiques et chimiques. Tome 2. Ed. France. Agricole : 511 P.
- CHAUHAN J.S. , TOMAR Y.K INDRAKUMAR SINGH N. , SEEMA A et BEBARA T.I. , 2009-** Effect Of Growth Hormones On Seed Germination And Seedling Growth Of Black Gram And Horse Gram . Journal of American Science 5 : 79-84
- CHERBUY B.,1991-**Les sols salés et leur réhabilitation étude bibliographique. Cemagraf, école. Nat. Renne, 170p.
- CHEVERRY C., RBERT M., 1998-**La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau. Etude et Gestion des sols, Vol. 5, No. 4: 217- 226.
- CHIAHI N & BRINIS L., 2020-** The influence of salt stress on the morpho-physiological and biochemical parameters of durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.). Journal of Biological Research-Bollettino della Società Italiana di Biologia Sperimentale, Vol.93, n°1: 48 p.

- CLARKE, J. M., & MAC-GAIC, T. N. (1982).** Excised-leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. Canadian Journal of Plant Science, 62(3), 571-578
- DAHMARDEH, M., A. GHANBARI, B. SAYASAR, M. RAMROUDI, (2009).** Effect of intercropping maize (*Zea mays* L.) with cow pea (*Vigna unguiculata* L.) on Green forage yield and
- DAJOZ., 1982.** Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée Ed. GauthierVilliers paris. 503p.
- DANTAS B.F., RIBEIRO L.D.S & ARAGAO C.A., 2005.** Physiological response of cowpea seeds to salinity stress.Revista Brasileira de sementes, 27(1) :144- 148.
- DANTAS B.F., RIBEIRO L.D.S & ARAGAO C.A., 2005.** Physiological response of cowpea seeds to salinity stress.Revista Brasileira de sementes, 27(1) :144- 148.
- DAOUD Y. et HALITIM A., 1994.** Irrigation et salinisation au Sahara algérien. Sécheresse, 5(3) : 151 – 160.
- Das V.S.R., 2004-** Photosynthesis: Regulation under varying light regimes. Science Publishers,
- DAVIS DW, OELKE EA, OPLINGER ES, DOLL JD, HAMSON CV, PUTNAM DH (1991)** Cowpea. Ed. Université de Wisconsin. Madison. 14 p.Dependent Generation of Superoxide Radicals by Quinone Reductase Isolated
- DOUMI A., 2015-** Analyse du comportement de 06 lignées de petit pois (*Pisumsativum*L.) soumises au stress salin. Mémoire de Master en Sciences Agronomiques, Université Mohamed BOUDIAF de M'sila, 91p.
- DUCHAUFOR P., 1983.** Pédologie pédogénèse et classification. Ed. Masson, 491 p.
- DUGDJE I.Y., OMOIGUI L.O., EKELEME F., KAMARA A.Y. et AJERGBE H., 2009.** Production du niébé en Afrique de l'ouest : Guide du paysan IITA, Ibadan, Nigeria. 20p.
- DURAND J.L.,2007.** Les effets du déficit hydrique sur la plante : aspects physiologiques. Fourrages, 190, 181-195.
- DYSON G., 1970.** Physiologie et biologie des plantes vasculaires. Tome III. 1ère partie : Nutrition et métabolisme .Ed. SEDES, Paris. 291P.

EL MADIDI S., EL BAROUDI B., BANIAAMEUR F., 2003-Variation de la tolérance à la salinité chez l'orge pendant la germination et la croissance des plantes. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 23(2-4): 109- 115.

ELOWAD HOA, HALL AE (1987). Influence of early and late nitrogen fertilization on yield and nitrogen fixation of cowpea under well-watered and dry field conditions. *Field Crop Res.* 15:229– 244. [https://doi.org/10.1016/0378-4290\(87\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0378-4290(87)90012-8)

ENDOPHYTED et étude de leur contribution à la tolérance à la salinité ou à des polluants. Thèse de doctorat en Science Agronomiques, Université Abdel hamidibnbadis de Mostaganem, 195p

FAO., 2005 - Utilisation des engrais par culture en Algérie, FAO Rome, 61 : 1- 4 p.

FAROOK M., WAHID A., KOBAYASHI N., FUJITA D., BASRA S.M.A., 2009. Plant drought stress: Effects, mechanisms and Management effects of drought on plants. *Agron. Sustain. Dev.*, 29, 185–212.

FERY R. L., (1985). The genetics of cowpea: a review of the world literature. In: *Cowpea research, production and utilization*, Singh S.R.and Rachie K.O. (eds). Newyork, USA, Wiley. Pp 25-62.

FIGUEIREDO M.V.B., VILAR J.J., BURITY H.A., de FRANCA F.P., 1999. Alleviation of water stress effects in cowpea by Bradyrhizobium spp. Inoculation. *Plant and Soil*, 207, 67– 75. *from the Plasma Membrane of Soybean. Plant Physiol.* 147: 864-878.

FUKUTOKU Y., 1996. Effect of water stress on nitrate assimilation in soybean leaves. *Bull. Fac. Agr. Saga Univ.No.*, 80, 69-76.

GATE P., 1995. *Ecophysiologie du blé de la plante à la culture*. Edit. Tec et Doc. Lavoisier, Paris PP.223-226.

GATE P., 1995. *Écophysiologie du blé*. Éd. Lavoisier. Technique et Documentation, Paris. 419p.

S.M.,BENMOHAMED A.2005 caractérisation agro-morphologique de quelques populations locales de niébé cultivées en Algérie.In :*Actes du séminaire international sur l'amélioration des productions végétales*. LKhelifi (ed), INA, Alger,pp.190-192.

- GILL P.K. , SHARMA A.D. , SINGH P. , BHULLAR S.S. , 2003** " Changes in germination , growth and soluble sugar contents of Sorghum bicolor L. Moench seeds under various abiotic stresses " Plant Growth Regulation 40 (2) , pp . 157-162 .
- GIRARD P., PROST J., BASSEREAU P., 2005.** Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94: 60-64.
- HAJLAOUI H., DENDEN M. & BOUSLAMA M., 2007-** Etude de la variabilité
- HAMEED M., ASHRAF M., NAZ N., AL-QURAINY F., 2010:** Anatomical adaptations of Cynodon dactylon (L.) PERS., from the salt range PAKISTAN, to salinity stress. I. Root and stem anatomy. Pak. J. Bot., 42 (1): 279-289
- HAMIDI H., SAFARNEJAD A., 2010.** Effect of Drought Stress on Alfalfa Cultivars (Medicago sativa L.) in Germination Stage. American-Eurasian Journal of Agriculture and Environmental Sciences, 8(6):705- 709.
- HANANA M., HAMROUNIL., CAGNACO., BLUMWALDE., 2011-**Mécanismes et stratégies cellulaires de tolérance à la salinité (NaCl) chez les plantes. Environmental Reviews, Vol.19:125-127.
- HARE P.D., CRESS W.A., VAN STADEN J., 1998.** Dissecting the role of osmolyte accumulation during stress. Plant, Cell and Environment, 21:535-553.
- HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 1998-** Physiologie végétale. Tome1. Nutrition. 6^{ème} édition, DUNOD, Paris: 134- 135
- HELLER R., ROBERT E., CLAUDE L., 1998.** Physiologie végétale. 1. Nutrition. Edit. Duno, Paris, 322 p.
- HERMEZ F., 1996.** Etude du comportement de quelques variétés de blé dur (Triticum durum Desf.) et l'orge (Hordum vulgare L.) Vis-à-vis du stress hydrique. INA. EL Harrach (Alger) Pp.5-21
- HOPIKNS W.G. , 2003** - physiologie végétale - traduction de la 2^{ème} édition .américane par Serge R. Ed . de Book , p.66-81 .
- HOPKINS W.G., 2003-** Physiologie végétale. 2^{ème} édition. De Boeck, Bruscelles: 61-476p

HOPKINS W.G., 2003. Physiologie végétale. 2ème édition, De Boeck, Bruxelles :

HOPKINS W.G., 2003. Physiologie végétale. Éd. De Boeck, Paris. 514p.

HOPKINS, W. G. (2003). Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles :61- 476. <http://www.fao.org/010/ah864f/ah864f00.htm>. (31.5.2008/13:28).Inc., UK.
intraspécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum*)

ISMAIL, A.M.A. (1990). Germination ecophysiology in population of *Zygophyllum qatarenses* Hadidi from contrasting habitats. J. Arid. Environ, 18: 185-194.

JACKAI L.E.N., ADALLA C. B., (1997). Pest management of borers of cowpea and beans. Insect Science and its application, 16: pp. 237-250.

JACKSON R.B., SPERTT J.S., DAWSON T.E., 2000. Root water uptake and transport: using physiological processes in global predictions. Trends in Plant Science, 5:482-488.

JAOUADI W., HAMROUNI L., HANANA M., KHOUJA M.L., 2009. Analyse de la capacité germinative de quelques espèces d'acacia exotique. Journal of Plant Physiology, 51:914-916

JONES R.A., 1987. Genetic advances in salt tolerance. In Evans D.J., Jones R.A. Tomato Biotechnology. Éd. A. R. Liss, New York. pp125-137.

KHAN, M. A., HAMID, A., SALAHHUDDIN, A. B. M., QUASEM, A., KARIM, M. A. (1997). Effect of sodium chloride on growth, photosynthesis and mineral ions accumulation of different types of rice (*Oryza sativa*). J. Agronomy and science: 149-161.

KHERRAZE, M. E., BELHAMRA, M., & GRIGORE, M. N. (2018). Aspects of ecological anatomy of *Traganum nudatum* Del.(Amaranthaceae) from the Northeast of the Algerian Sahara. *Acta Biologica Szegediensis*, 62(1), 25-36

KIES N., 1977. La plante et l'eau. Cours polycopiés, INA EL Harrach, 40 p.L.) au stade germination. *Tropicultura*, 25 :168-173.

- LADEINDE TAO et BLISS F.A (1977).** Identification of the bud stage for pollinating without emasculation in *Cowpeaungiculata* (L.) Walp. *Nigeria Journal of Science* (11): 183- 194
- LAURENT B. , AHMED B. , 1991-** la germination des semences en condition sèche *Science et changement planétaire . Vol2 , N 4.P 239-249 .*
- LAURENT H., SANÉ P., 2007.** Bioclimatologie : concept et application-Transfert d'eau et d'énergie. Éd. Quae, Paris. 246p.
- LAWLOR D W., 2013.** Génétique engineering to improve plant performance under drought : physiological evaluation of achievements, limitations, and possibilities. *J. Exp. Bot.*, 64 :83-108.
- LEVIGNREON A., LOPEZ F.,** Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., et Casse-Delbart F., 1995- Les plantes face au stress salin, *Cahiers Agriculture*, Vol .4, n°4, 263-273 : 264 p.
- LEVITT J, 1980.** Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt and others stresses. Academic Press. pp365-406.
- MAALEM S. et RAHMOUNE C. , 2009 -** Toxicity of the Salt and Pericarp Inhibition on the Germination of some *Atriplex* - Species . *American - Eurasian . Journal of Toxicological Sciences . 1 (2) : 43-49 .*
- MAAS EV., NIEMAN RH., 1975:** Physiology tolerance to salinity.32: 277-299. In G.S.JUNG : « Group tolerance to suboptimal imand condition » .
- MAUROMICALE G. , LICANDRO P. , 2002-** Salinity and temperature effects on germination , emergence and seedling growth of globe artichoke *Agronomie ; 22 : 443-50 .*
- MAURY P., LANGLADE N., GRIEU P., RENGEL D., SARRAFI A., DEBAEKE P., VINCOURT P., 2011.** Écophysiologie et génétique de la tolérance à la sécheresse chez le tournesol. *Innovations Agronomiques*, 14 :123-138
- MEFTI A.; ABDELGUERFI A.; CHEBOUTI A., (2000).** Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula* L., Gaertn .

- MIDOUN N., KADRI A., 2015**-Effet du stress salin sur quelques paramètres biochimiques de la luzerne cultivée (*Medicago sativa* L.).Mémoire de Master en Sciences Biologiques, Université Kasdi Merbah Ouargla ,71p.
- MISRA N., DWIVEDI U.N., 2004** - Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars .*Plants Science* , 166 :1135-1142
Mittler R., Vanderauwera S., Gollery M. and Van Breusegem F., 2004- Trends Plant.
- MONNEVEUX PH., 1991**. Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ? L'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu arides. John Libbey Eurotext Paris, 165-185.
- MORARD P., 1995**. Les cultures hors sol .Publications agricoles. Agen.
- MOUHOUCHE B., 2004**. Effets du stress hydrique appliqué à différentes phases phénologique sur les composantes du rendement de quatre légumineuses alimentaires à grosses graines. Thèse Doctorat d'état, Institut National Agronomique El Harrach Alger, 165p.
- MOUHOUCHE B., RBUGET F., DELECOLLE R., 1998**. Effects of water stress applied at different phenological phases on yield components of dwarf bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agronomie*, 18, 197-205.
- MULONGOY K., 1985**. Nitrogène-fixing symbiosis and tropical ecosystems. In: cou-peoresearch, production an utilization, Sir Singh et K.O. Rache Ed. New York, Etat-Unis, Wiley : 307 – 315.
- MUNNS R., 2002**. Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 25, 239–250
- NABORS M., 2008**. Biologie végétale. Éd. Pearson Éducation, France. 614p.
- NDIAYE MBAYE., (2007)**. Ecology and management of charcoat rot (*Macrophomina phaseolina*) on the cowpea in the sahel. PHD Thesis Wagennigen University, the Nertherland with summary in English, French and dutch.
- NEMMAR, M; 1983** "Contribution à l'étude de la résistance à la sècheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum*. Desf) et de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Evolution des teneurs en proline au cours du cycle de développement", thèse Doct Ing. onpellier, P.108

- OLIVER M.J., CUSHMAN J.C., KOSTER K.L., 2010.** Dehydration Tolerance in Plants. In : Plant Stress Tolerance Methods and Protocols. Ed :Ramanjulu Sunkar , Springer Science+Business Media , 3-24
- OULD EL HADJ-KHELIL A., 2001:** Contribution à l'étude de réponses métaboliques de la tomate à la salinité. Thèse de doctorat en Science de la Vie et de l'Environnement, Université de Rennes-I (France). 117 P.
- PACHAURI, R. AND REISINGER, A. 2007.** Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, GIEC: 109..
- PASQUET RS ET BAUDOIN JP (1997).** Le niébé, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: l'amélioration des plantes tropicales. Charrier A, Jacquot M, Hammon S, Nicolas D. Ed. Cirad- Orstom. Montpellier, France: 483-505.
- PASSAM H.C .; KAKOURIOTIS D. , 1994** The effects osmoconditioning on the germination emergence and early plant .
- PASSIOURA J.B., 1977.** Grain yield, harvest index and water use of wheat. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 43:117-120.
- PIPER CV (1912)** Agricultural varieties of the cowpea and immediately related species. USDA. Bureau of plant industry (229). Washington, Government Printing Office : 1- 160.
- RABIAA K., 2019-**Contribution des champignons endophytes à la tolérance aux facteurs adverses (biotiques et abiotiques) des espèces cultivées: isolement des champignons
- REJILI, M., VADEL, M.A., NEFFAT, P.M. (2006).** Comportements germinatifs de deux
- REKIK A D., 1997.** Identification des caractères physiologiques liés au rendement en condition de sécheresse chez le blé dur. Thèse de doctorat. ENSA. Montpellier.102 p.
- ROBERT M., 1996.** Le sol : interface dans l'environnement ressource pour le développement. Ed. Masson, Paris. 96 p.
- ROY-MACAULEY, H., 1999.** Physiologie de l'adaptation à la sécheresse et création

variétale pour les régions sèches. Agriculture Tropicale et Subtropicale, troisième programme STD, 1992-1995

SALL K., 1987. Influence du déficit hydrique sur les activités nitrates réductase et nitrogénase chez le soja (*Glycine max.* L.Merrill). Thèse Doctorat.INP-ENAS , Toulouse France , 140p

SAMIH A (2008). Effect of Plant Density on Flowering Date, Yield and Quality Attribute of Bush Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) under Center Pivot Irrigation System. *Am. J. Agric. Biol. SCI.*, 3(4):666- 668

SANTENS P., 1985. Agriculture spéciale : LE NIEBE, 43p.

SAWADOGO A., 2009. Evaluation de la production du niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp) en condition de stress hydrique : contribution au phénotypage et à la sélection du niébé pour la résistance à la sécheresse. Mémoire d'ingénieur, université polytechnique de Bobo-Dioulasso institut du développement Rural, Burkina-Faso, 6p.

SCHOPFER P., HEYNO E., DREPPER F. AND KRIEGER-LISZKAY A., 2008- Naphthoquinone-Sciences. 9, 490-498.

SEBANE R.F., 2015-Action combinée de la salinité et de l'acide salicylique sur les réponses biochimiques de deux espèces : *Atriplex halimus* L. et *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Mémoire de Magisteren Science de la vie et de la terre, Université d'Oran,50p..

SHAO H.B., CHU L.Y., CHERUTH A.J., ZHAO C.X., 2008. Water-deficit stressinduced anatomical changes in higher plants. *C. R. Biologies*, 331, 215–225

SINGH BB, AJEIGBE HA, TARAWAL SA, FERNANDEZ-RIVERA S, ABUBAKAR M. (2003). Improving the production and utilization of cowpea as food and fodder. *Field Crop Res.* 84:169–177. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(03\)00148-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(03)00148-5)

STANTON W.R., 1970. Les légumineuses a graine en Afrique. Collection technique agricole d'aujourd'hui. Ed. Lavoisier 453p.

STANTON WR, DOUGHTY J, TETTEH RO, STEELE WM (1970). Les légumineuses à grains en Afrique. Ed. Lavoisier. FAO, Rome, 191p.

STENGEL P., BRUCKLERL., BALESSENTJ., 2009-Le sol. Paris, France. 182.

- TAHRI M., 2017-** Recherche de paramètres liés à la tolérance au sel chez l'haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Thèse de doctorat en science Agronomique, Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. 178p.
- TARDIEU F., 2006.** Perception de la sécheresse par la plante. Conséquences sur la productivité et sur la qualité des produits récoltés. In : Sécheresse et agriculture Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Ed. Expertise scientifique collective, INRA , Paris , 49-67.
- TARDIEU F., AMEGLIO T., BREDA N. et DAYAU S. 1995.** Régulation des transferts hydriques chez les plantes soumises à la sécheresse. Actes de L'Ecole Chercheurs, INRA, Bioclimatologie. Le Croisic 3-7 avril 1995, 61-82.
- TAZI R., 2003.** Effect du polyéthylène glycol sur la germination et la croissance in vitro de l'arganier. *Sécheresse*, 14:23-7.
- TESTER M., VERY A.A., SENTENAC H., CASSE F., 2003-** Functional analysis of AtHKT1 in *Arabidopsis* shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *Embo Journal*, Vol. 22: 2004- 2014
- THARANATHAN, R. N. & MAHADEVAMMA, S. (2003).** Grain legumes – a boon to human nutrition. *Trends Food Sci Tech.* 14(12), 507–518.
- TIMKO M.P et SINGH B.B., 2008.** Cowpea, a multifunctional legume. *Genomics of tropical cropplants.* In : *plant Genetics and Genomics : crops and models.* paul H Moore H.P. et Ming R., New York, Springer : 227-258.
- TIMKO M.P et SINGH B.B., 2008.** Cowpea, a multifunctional legume. *Genomics of tropical cropplants.* In : *plant Genetics and Genomics : crops and models.* paul H Moore H.P. et Ming R., New York, Springer : 227-258. Tolerance of Carbon Assimilation in *Miscanthus x giganteus*. *Plant Physiol.* 148: 557-
- TORRECILLAS A., ALARCON J.J., SANCHEZ-BLANCO M.J., 1994-** Osmotic adjustment in leaves of *Lycopersicon esculentum* and *L. pennellii* in response to saline water irrigation. *Biologia Plantarum*, Vol. 36, No. 2: 247- 254.
- TREMBLING., 2000-** Comportement auto-écologique de *Haloephalium simplex* : plante pionnière des sebkhas de l'ouest algérien. *Sécheresse* , Vol.11, No.2:109-116.
- TURNER N.C., 1979.** Drought resistance and adaptation to water deficits in crop

plant. Stress Physiology in Crop Plants, 343-372.

TURNER N.C., 1986. Adaptation to water deficits: a changing perspective. Australian Journal of Plant physiology, 13:175-190.

TURNER N.C., WRIGHT G.C., SIDDIQUE K.H.M., 2001. Adaptation of grain legume to water- limited environments. Advanced Agronomy, 71:193-231.

VANDERBORGHT T ET BAUDOIN JP (2001) Cowpea. In : Crop production in tropical Africa. Raemaekers RH. Ed. DGIC (Directorate General for International Cooperation), Ministry of foreign affairs, External trade and international co-operation, Brussels, Belgium: 334-348.

WANG D., PORTIS A.R., MOOSE S.P. AND LONG S.P., 2008- Cool C4 Photosynthesis: Pyruvate Pi Dikinase Expression and Activity Corresponds to the Exceptional Cold

WEST DW, FRANCOIS LE. (1982). Effects of salinity of germination, growth and yield of cowpea. Irrigation Sci. 3:169–175. <https://doi.org/10.1007/BF00446005>

WIMMER M.A., MUHLING K.H., LAUCHLI A., BROWN P.H., GOLDBACH H.E., 2003. The interaction between salinity and boron toxicity affects the subcellular distribution of ions and proteins in wheat leaves. Plant, Cell and Environment, 26:1267-1274.

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

Winch T.K., 2006. Growing food a guide to food production. Springer. P.O. Box 17, 3300AA Dordrecht, The Netterlands : 158 – 161

WYN JONES R.G., GORHAM J., MCDONNELL E., 1984. Organic and inorganic solute contents as selection criteria for salt tolerance in the Triticeae. In: Staples R., Toennissen G.H., Salinity Tolerance in Plants: Strategies for Crop Improvement, Wiley, New York, pp

Annexes

Annexes 1

Tableaux d'analyse de la variance one way ANOVA éduitésertemarapsed

I. Tableaux d'analyse de la variance one way ANOVA sertemarapsed morphologiques

Tableau I. 1. Analyse de variance du taux de germination du niébé

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	283.2	70.8	5.9	0.0047 **
Erreur	15	180	12<-		

Tableau I. 2. Analyse de variance du vitesse de germination du niébé :

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	3.17308	0.79327	21.810109	0.0000 ***
Erreur	15	0.545575	0.0363717<-		

Tableau I. Analyse de longueur de racine de germination du niébé :

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	13.07263	3.2681575	8.428662	.0009 ***
Erreur	15	5.81615	0.3877433<-		

Tableau I. Analyse de longueur de tige de germination du niébé :

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	305.75973	76.439932	21.736257	0.0000 ***
Erreur	15	52.750525 3	3.5167017<-		

Tableau I. Analyse de nombre de racine de germination du niébé :

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	2	12.16666667	6.0833333	1.1060606	0.3720 ns
Erreur	9	49.5	5.5<-		

Tableau I. Analyse de nombre de TRE % du niébé :

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	2	145.7130167	72.856508	0.2090996	0.8151 ns
Erreur	9	3135.86735	348.42971<-		

Tableau I. Analyse de indice de sensibilité germination du niébé :

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	3	236.4637688	78.821256	5.2552811	.0152 *
Erreur	12	179.981825	14.998485<-		

Tableau I. 1. Analyse de variance du taux de germination du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	15516.8	3879.2	98.290541	0.0000 ***
Erreur	15	592	39.466667<-		

Tableau I.2. Analyse de variance du vitessed de germination du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	0.41733	0.1043325	2.1025594	0.1311 ns
Erreur	15	0.744325	0.0496217<-		

Tableau I.3. Analyse de variance du longueur de racine du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	40.40188	10.10047	13.370498	.0001 ***
Erreur	15	11.33144375	0.7554296<-		

Tableau I.4. Analyse de variance du longueur de tige du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	4	485.91352	121.47838	190.98172	0.0000 ***
Erreur	15	9.5411	0.6360733<-		

Tableau I.6. Analyse de variance du nombre de racine du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	2	58.5	58.5	3.9	0.0603 ns
Error	9	67.5	7.5<-		

Tableau I.7. Analyse de variance du TRE % du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	2	1080.755717	540.37786	1.1561762	0.3574 ns
Error	9	4206.452775	467.38364<-		

Tableau I.8. Analyse de variance du indice de sensibilité du niébé stress hydrique

effet	DF	ss	MS	F	P
concentration	3	17227.05862	5742.3529	117.88069	.0000 ***
Error	12	584.55915	48.713263<-		

Annexe 2

Tableau 1: calcul de la capacité de rétention

	Pots 1	Pots 2	Pots	Moyenne
Poids 1 (g)	84.41	90.78	88.62	87.93
Poids 2 (g)	83.49	87.84	87.82	86.38

P0 : poids de terreau : 40 g

P1 : poids de terreau après irrigation

P2 : poids du terreau après 48h de saturation

CR= Poids de sol humide (p1) -poids de sol sec (p2) x (100)

Poids de sol sec (p2)

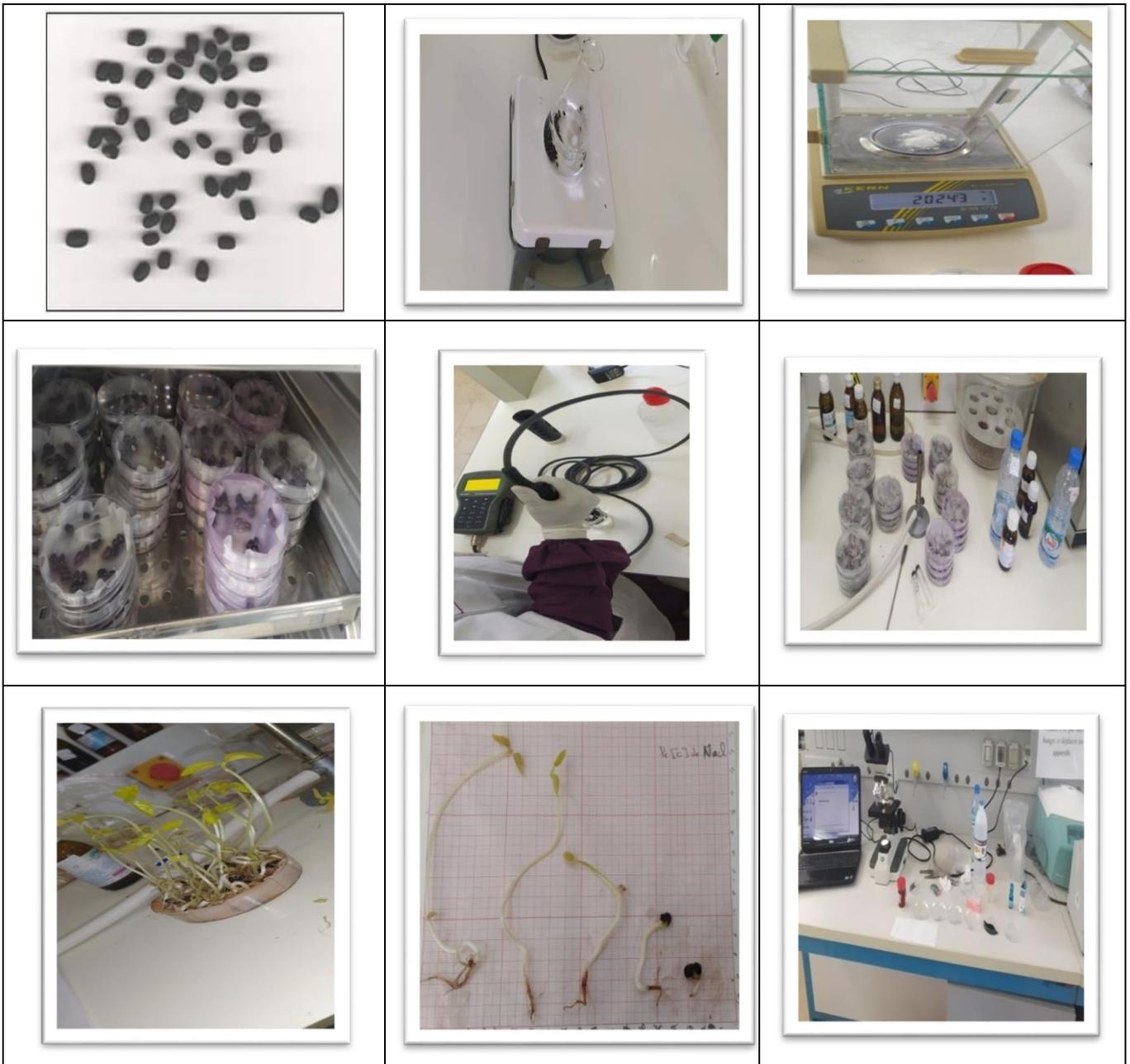
CR= 87.93-86.38 /86.38 ×100

CR= 1.97

Tableau 2: Classification de l'eau Traitement (Maillard, 2001)

La concentration NaCl	La conductivité	classes
0g/l	2.221	Légèrement saline
2g/l	5.646	Modérément saline
4g/l	9.094	Modérément saline
8g/l	15.065	Très saline
12g/l	22.450	Très saline

Annexe 3

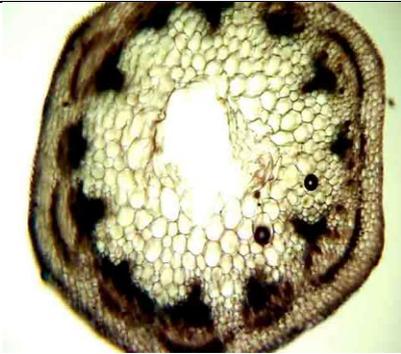


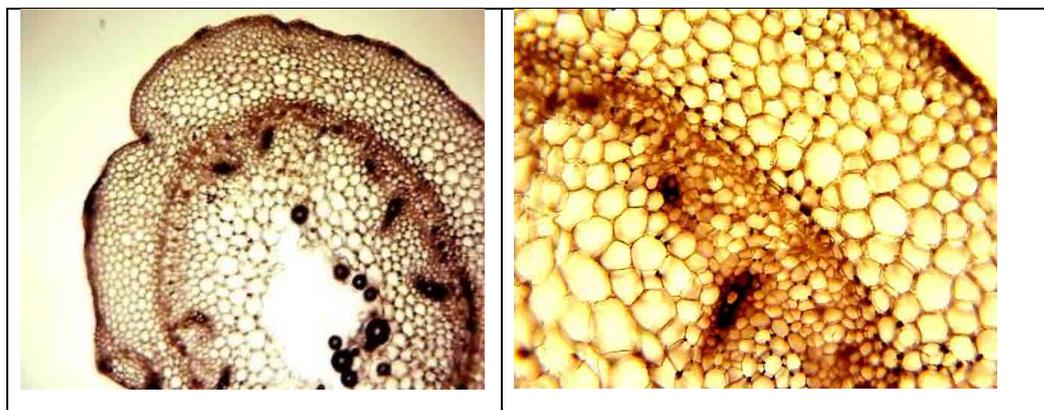


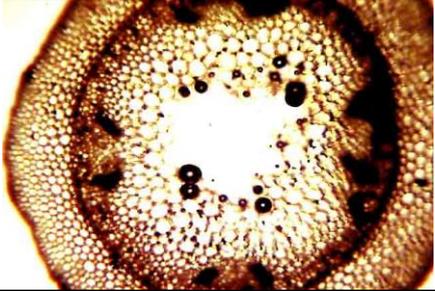
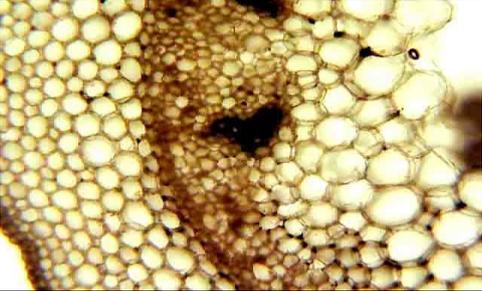
Annexe 4

Anatomie de la tige et racine stress au NaCl

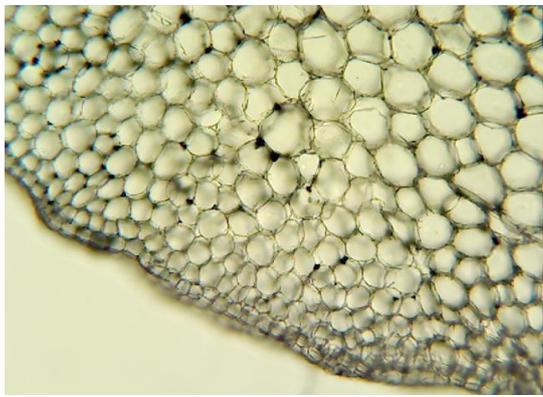
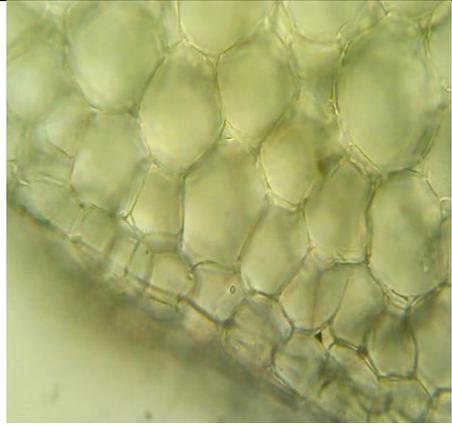
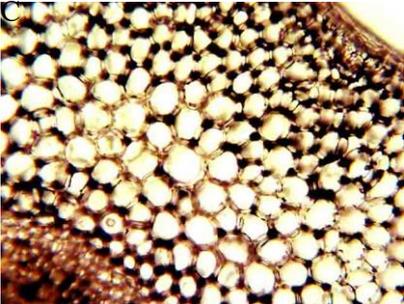
<p>Tige 2 g/L(GX100)</p>	<p>Tige 2 g/L(GX100)</p>
<p>Tige 2 g/L(GX100)</p>	<p>Tige 2 g/L(GX400)</p>

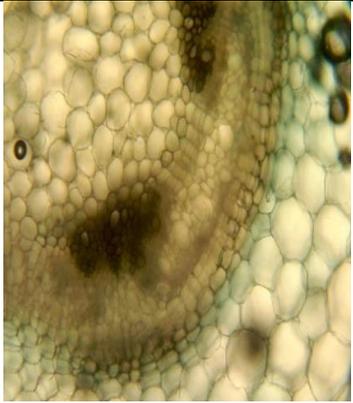
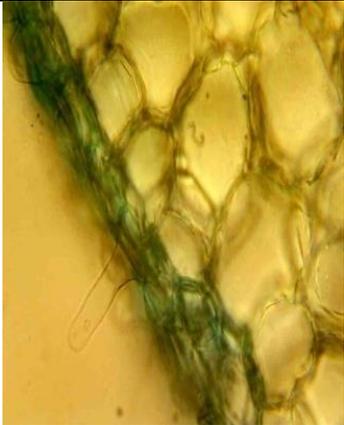
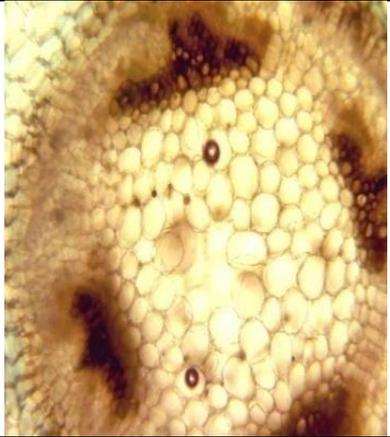
		
Tige 4 g/L (GX4)	Tige 4 g/L(GX100)	Tige 4 g/L(GX100)

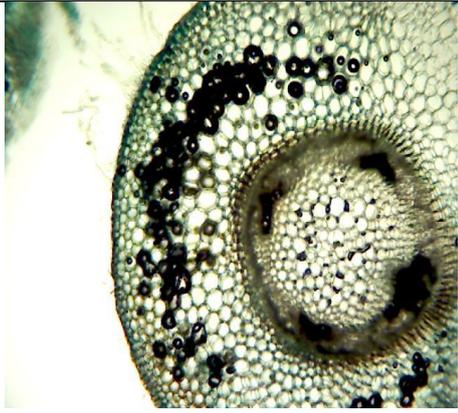
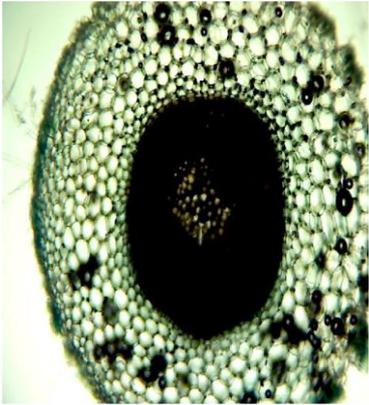
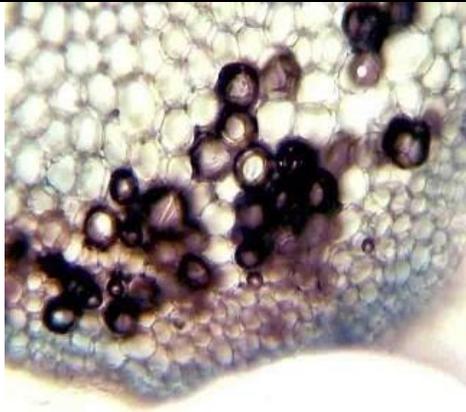


Tige 8g/L(GX 40)	Tige 8g/L (GX100)
	
Tige 8g/L(GX40)	Tige 8 g/L (GX100)

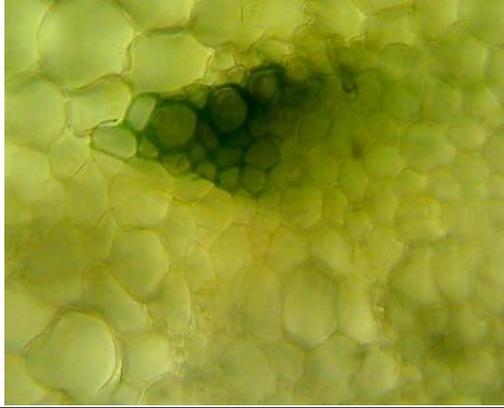
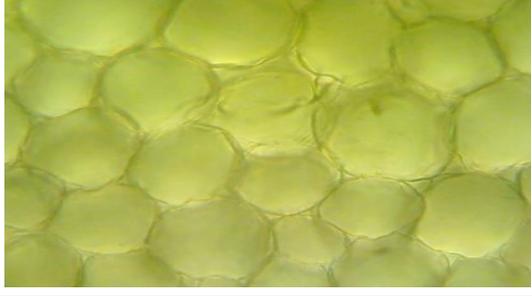
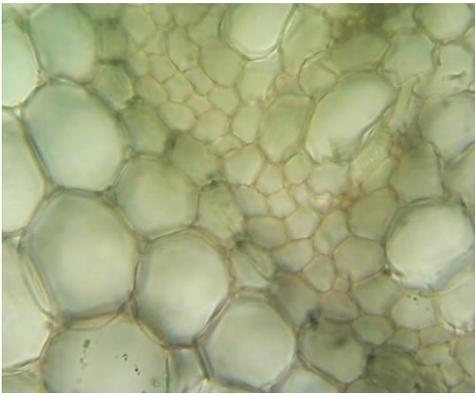
5. Plantes stressées au NaCl 12g/l

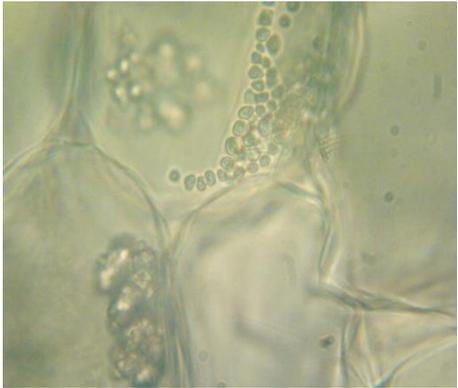
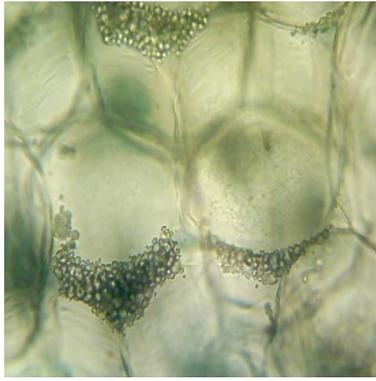
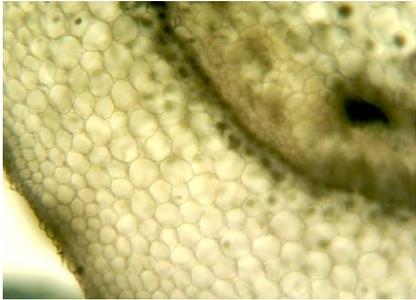
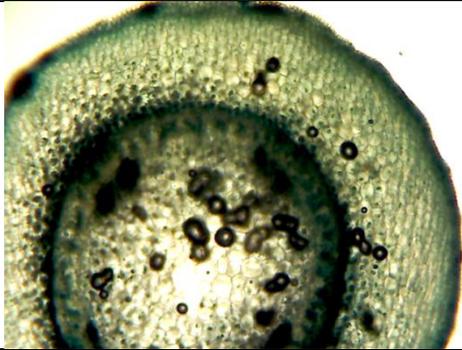
	
Tige 12 g/L(GX 400)	Tige 12 g/L(GX100)
	
Tige 12 g/L(GX100)	Tige 12 g/L(GX40)

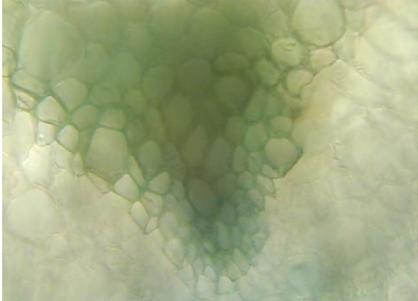
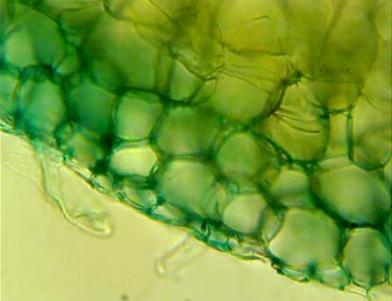
		
Racine 2 g/L(GX 100)	Racine 2g/L (GX100)	Racine 2 g/L(GX100)

	
Racine 4 g/L(GX 100)	Racine 8g/L(GX100)
	
racine 4 g/L(GX40)	racine 12g/L (GX100)

Anatomie de la tige et racine stress au Mannitol :

	
<p>Tige 20g/L(GX 100)</p>	<p>Tige 20 g/L(GX400)</p>
	
<p>Tige 20 g/L(GX100)</p>	<p>Tige 20g/L (GX100)</p>
	
<p>Tige 40 g/L(GX 400)</p>	<p>Tige 40 g/L (GX400)</p>
	
<p>Tige 40 g/L(GX100)</p>	<p>Tige 40 g/L(GX100)</p>

	
Tige 80 g/L(GX 400)	Tige 80 g/L(GX400)
	
Tige 80 g/L(GX100)	Tige 80 g/L(GX100)

	
Racine 20g/L(GX 100)	Racine 40g/L (GX100)
Racine 40g/L (GX100)	Racine 80 g/L(GX100)
	

|

Réponse morph-physiologiques de Niébé (*Vigna Unguiculata (L.) Walp.*) au déficit hydrique et salin en conditions contrôlée

Résumé

L'objectif de cette étude est de déterminer l'effet du stress salin (NaCl) et stress hydrique (mannitol) sur la germination et la croissance de niébé (*Vigna Unguiculata L.*) Walp., en vue d'identifier leur niveau d'adaptation et de tolérance à la Salinité et le stress hydrique. Pour cela , les graine de cette espèce ont été mises dans un milieu de culture de KNOP en ajoutant différentes concentration de NaCl (soit 2,4,8,12 g/L) et Mannitol (20, 40, 80 120 g/L), dans la phase germinative les résultats obtenus après 10 jour montrent que, niébé présente une certaine adaptation avec les concentrations modérée 2, 4 et 8g/L NaCl et 20. 40 et 80 g/L Mannitol d'une part et d'une autre part, présente une certaine tolérance chez les concentration 12g/L NaCl et 120g/L Mannitol qui provoque une diminution significative dans le taux de germination final , la vitesse de germination et la longueur de tige et racine et aussi le stress hydrique et salin affecte sur la structure anatomique de racines et de tiges principalement dans les tissu parenchymateuse et les tissus conducteur et affecté positivement sur la densité des poile absorbant. Pour de la phase de croissance les résultats obtenu après 60 jour ; les concentrations de NaCl (2 et 4 g/L) et Mannitol (20,40g/L) montre que la teneur relative en eau ne pas effectué par les deux stress applique, et pour le nombre de racine /plant le NaCl présente un effet non significatif mais le mannitol provoque une augmentation significatif.

Mots clés : *Vigna Unguiculata (L.) Walp.*, Germination, Croissance, Anatomie, NaCl, Mannitol.

Morph-physiological response of cowpea (*Vigna Unguiculata (L.) Walp.*) to water and saline deficit under controlled conditions

Abstract

The objective of this study is to determine the effect of saline stress (NaCl) and water stress (mannitol) on germination and growth of cowpea (*Vigna Unguiculata L.*) Walp. in order to identify their level of adaptation and tolerance Salinity and water stress. For this purpose, the seeds of this species have been placed in a culture medium of KNOP by adding different concentrations of NaCl (2,4,8,12 g/L) and Mannitol (20,40,80 120 g/L), in the germinative phase results obtained after 10 days show that, niébé has some adaptation with the Moderate concentrations 2, 4 and 8g/L NaCl and 20. 40 and 80 g/L some tolerance in 12g/L NaCl and 120g/L Manitol that causes a significant decrease in the final germination rate, germination speed and stem and root length and also stress water and saline affect on the anatomical structure of roots and stems mainly in the tissue parenchymatous and conductive tissues and positively affected on the density of absorbent hair. For growth phase the results obtained after 60 days; the concentrations of NaCl (2 and 4 g/L) and Mannitol (20.40g/L) shows that the relative water content not made by the two stresses applies, and for the number of Root/plant NaCl has a non-significant effect but Mannitol causes a significant increase.

Key words: *Vigna Unguiculata (L.) Walp.*, Germination, Growth, Anatomy, NaCl, Mannitol

الاستجابة مورفوفيزيولوجي للفاصوليا تحت تأثير الإجهاد المائي والملحي تحت ظروف خاضعة للرقابة

Vigna Unguiculata L.) Walp

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد تأثير الإجهاد الملحي (NaCl) والإجهاد المائي (mannitol) على الإنبات ونمو نبات اللوبيا (*Vigna Unguiculata L.) Walp*) من أجل تحديد مستوى تكيفها وتسامحها مع الملوحة والإجهاد المائي. لهذا الغرض، تم وضع بذور هذا النوع في وسط زراعي KNOP بإضافة تراكيز مختلفة من (NaCl (2,4,8,12 g/L) و (Mannitol (20 40 80 120 g/L)،

في مرحلة الإنبات تظهر النتائج التي تم الحصول عليها بعد 10 أيام أن اللوبيا يظهر بعض التكيف مع تركيزات معتدلة 2 و 4 و 8 جم / لتر كلوريد الصوديوم و 20. 40 و 80 جم / لتر مانيتول من ناحية أخرى ، بعض التسامح في تركيزين 12 جم / لتر كلوريد الصوديوم و 120 جم / لتر مانيتول مما يسبب انخفاض كبير في معدل الإنبات النهائي ، وسرعة الإنبات وطول الساق والجذر وكذلك الإجهاد مائي.

يؤثر الإجهاد المائي والملحي على التركيب التشريحي للجذور والسيقان بشكل رئيسي في النسيج البلرونشيمي والنسيج الناقل وتؤثر إيجابياً على كثافة شعر الجذور.

في مرحلة النمو، النتائج التي تم الحصول عليها بعد 60 يوماً ؛ تراكيز كلوريد الصوديوم (2 و 4 جم / لتر) ومانيتول (20.40 جم / لتر) يوضح أن محتوى الماء النسبي لا يتأثر بالإجهادين المطبقين ، وعدد جذور / نبات كلوريد الصوديوم له تأثير ضئيل ولكن المانيتول يسبب زيادة كبيرة.

الكلمات المفتاحية : *Vigna Unguiculata L.) Walp* , الإنبات , النمو , التشريح , NaCl, Mannitol