

UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARREIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARREIDJ

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITE MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARREIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARREIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biotechnologie et Protection des végétaux

Thème

« Etude comportementale de quelques populations du sorgho sous contrainte saline »

Présenté par : 1) Zouina ABDELLI
2) Ahlam SACI

Devant le jury :

Président : M^r Aoula MAAFI MAA (Université de BBA)

Encadrant : M^r Redha OULD KIAR MAA (Université de BBA)

Examineur 1 : M^r Khalifa MAAMERI MAA (Université de BBA)

Année universitaire : 2016/2017



Remerciements

*Tout d'abord nous remercions Allah le tout puissant qui nous a éclairées
ver le bon chemin.*

*Nous tenons à remercier très vivement notre encadrant, Mr. OULD
KIAR, pour ses conseils avisés et ses encouragements constants.*

*Nos vifs remerciements vont également à tous les enseignants qui ont
contribués à notre formation.*

*Nos sincères remerciements vont également aux membres du jury qui ont
consacré une part importante de leurs temps à la lecture et à l'évaluation
de ce travail.*

*Nous sommes très honorées que l'enseignant
.....a accepté de présider le jury, que les
enseignants :*

*.....
ont acceptés d'examiner notre travail.*

*Nos remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la
réalisation de ce modeste travail et à tous les amis et les collègues pour
leurs encouragements et leurs amitiés.*

Ahlam et Zouina



Dédicace

Je dédie ce travail

À mes parents Hada et Lounis, les mots sont faibles pour exprimer la force de mes sentiments et la reconnaissance que je vous port et je remercie dieu de vous avoir protégé.

À mes grande-mère : Nakhla.

À mes frères : AbdElHalim et sa femme Rachida, et mon petit frère MouhamedHaytham.

À mes sœurs : Rima, Issmahane, Nakhla, Nessrine, Randa, Aya, Abir, Raouya que je souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.

À les filles et les garçons de mes sœurs : Mouhamed, Meriem, Ayoub, Salah El Dine, Douaa, Hamza, AbdAlssamad, AbdEl Hammid.

À tous mes oncles et tantes sans exception.

À mon mari : Abd El Ghanie

À mes copines : Zouina, Noura, Samiha, Manale, Hanane

À toute la promotion Biotechnologie et protection des végétaux « SNV ».

À tous mes amis

À tous ceux qui m'ont aidés de loin au de près.

Ahlam

Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui m'ont offert la vie, le soutien tout au long de mes études, le courage pour aller jusqu'au bout, mes symboles dans la vie, mes chères parents **Laissaoui** et **Rebh**. Les mots sont faibles pour exprimer la force de mes sentiments que je vous porte et je remercie le dieu de vous avoir protégé.*

À mes frères : Azzedine, Toufik, Hichem, Anes.

À mes sœurs : Nawel, Takwa, Manel, Dalila, Hiba.

que je leurs souhaite une vie pleine de bonheur, de santé et de réussite.

À tous mes oncles et tantes sans exception.

À toutes mes copines : Ahlem, Meriem, Samia, Gania, Samiha, Noura, Sara, Karima, Khalida, Atika, Hadjer, Sabrina, Zahra.

À toute la promotion Biotechnologie et protection des végétaux « SNV ».

À tous ceux qui m'ont aidés de près ou de loin.

Zouina

« Etude comportementale de quelques populations autochtones du sorgho sous contrainte saline »

Résumé :

Pour valoriser les zones salines présentant généralement une eau saumâtre, il est impératif de sélectionner des accessions capables de se développer dans ces zones. Le présent travail porté sur l'évaluation de la tolérance au stress salin de quelques populations de sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) Algérien et étrangers. La partie laboratoire de notre travail concerne la détermination de la paire contrastante des populations tolérantes et sensibles, ces populations et d'autres proches ont été irriguées par trois solutions salines (0, 50 et 150mM) sur terrain dans un essai expérimental bloc aléatoire complet. Lors de la germination, les plantes n'ont pas été affecté par la salinité ; en revanche, l'augmentation de la salinité induit des réductions significatives de la croissance (hauteur de coléoptile et la longueur radiculaire et la hauteur finale de la tige) et de production (poids frais et sec).

Les accessions TL5, Ai24, Ai4, TL7 et Ai1 originaire d'Aïn Salah et surtout le témoin Fr1 originaire de la France considéré comme accessions sensibles aux fortes concentrations de sels. En revanche, les populations Ad1, Ad2, Ai19, TL1 originaire d'Adrar et Aïn Salah ont présentées une certaines tolérance.

Mots clés : Sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench), salinité, germination, croissance.

"دراسة سلوك بعض مجموعات الذرة الرفيعة الأصلية تحت الإجهاد الملحي"

ملخص:

من أجل تقييم المناطق المالحة أو المناطق التي لا توجد فيها إلا المياه المالحة . لا بد من انتقاء الأصناف التي لها القدرة على النمو والتطور في هذه المناطق تهدف دراستنا الى تحديد مدى تأثير عامل الملوحة على فصائل الذرة الرفيعة المنتقاة من مختلف مناطق الجزائر خارجها. الجزء المخبري هدفه تحديد الزوج المعاكس للأصناف الحساسة والمتأقلمة ويتم سقيهم بثلاث محاليل ملحية (0.50.150ملي مول) في حقول تجريبية ذات مجموعات موزعة عشوائيا. اثناء الانتاش النباتات لتتأثر بالملوحة في حين ان الزيادة في الملوحة تؤدي إلى تناقص في النمو (ارتفاع السوق , طول الجذير , والطول النهائي للساق) والإنتاج (الوزن الطازج و الجاف). المجموعات TL5, Ai24, Ai4, TL7, Ai1 (التي مصدرها عين صالح) وبالأخص الشاهد Fr1 (مصدرها فرنسا) كمجموعات حساسة في درجة ملوحة عالية, في حين المجموعات Ad1, Ad2, Ai19, TL1 و التي مصدرها عين صالح وأدرار أظهرت بعض التحمل للملح. الكلمات المفتاحية : الذرة الرفيعة، درجة الملوحة، الانتاش، النمو.

« Comportemental study on some local accessions under salt stress »

Abstract

To enhance the saline areas generally presenting brackish water, it is imperative to select accessions capable of developing in these areas. The present work focuses on the evaluation of the salt stress tolerance of some populations of sorghum (*sorghum bicolor* L. Moench) Algerian and foreign. The laboratory part of our work concerns the determination of the contrasting pair of tolerant and sensitive populations, these populations and other relatives have been irrigated by three saline solutions (0, 50 and 150mM) on field in a complete randomized block experimental trial. During germination, plants were not affected by salinity; On the other hand, the increase in salinity induces significant reductions in growth (coleoptile height and root length and final stem height) and production (fresh and dry weight). The accessions TL5, Ai24, Ai4, TL7 and Ai1 originating from Aïn Salah and especially the control Fr1 originating in France considered as accessions sensitive to high concentrations of salts. On the other hand, the populations Ad1, Ad2, Ai19, TL1 originating from Adrar and Aïn Salah presented a certain tolerance.

Key words: Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), salinity, germination, growth.

Sommaire	Page
Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction	1
Partie I : Étude bibliographique	
Chapitre I: Généralités	
1. Historique	3
1.1. Situation du sorgho dans le monde	3
2. Taxonomie	4
3. Classification du sorgho	4
4. Botanique	6
4.1. Racine	6
4.2. Tige	6
4.3. Feuilles	7
4.4. Panicule	8
4.5. Graines	8
5. Cycle de développement	9
5.1. Stades végétatifs	10
5.1.1. Germination et développement de la plantule	10
5.1.2. Tallage du sorgho	10
5.2. Phase reproductive	11
5.3. Phase de maturation	11
6. Exigences écologiques	12
6.1. Exigences en sol	12
6.2. Exigences en eau	12
6.3. Besoins en chaleur	12
6.4. Besoins en altitude	12
7. Culture du sorgho	12
7.1. Préparation du sol	12
7.2. Semis	12
7.3. Fertilisation	13
7.4. Désherbage	13
7.5. Récolte	13
8. Utilisations du sorgho	13
Chapitre II: Stress salin	14
1. Stress	14
1.1. Définition	14
1.2. Catégorie du stress	14
1.3. Types du stress	14
1.3.1. Stress hydrique	14
1.3.2. Stress thermique	15
1.3.3. Stress salin	15
2. Salinité et stress salin	15

2.1. Définition	15
2.2. Type de la salinité	15
2.3. La salinité dans le monde et en Algérie	16
2.3.1. Salinité des soles	16
2.3.2. Salinité des eaux	17
3. Effet du stress salin sur la plante	17
3.1. Sur la germination	18
3.2. Sur la morphologie	18
Partie II: Matériel et Méthodes	
1. Site expérimental et fiche technique	19
2. Matériel végétal	20
3. Solutions utilisées pour l'irrigation	21
4. Phase laboratoire	21
4.1. Essai de germination	21
4.2. Détermination de la paire contrastante	22
5. Phase terrain	23
5.1. Préparation du substrat	23
5.2. Dispositif expérimental	23
5.3. Semis dans les pots	25
5.4. Irrigation	25
5.5. Prélèvements	25
6. Paramètres étudiés	25
7. traitement statistique des données	26
Partie III: Résultats et discussion	
Paramètres étudiés	
Labo	
1. Paramètre de germination (faculté germinative)	27
2. Hauteur du coléoptile	29
3. Longueur radiculaire	30
4. Pourcentage de réduction du coléoptile et de la radicelle	31
5. Rapport partie racinaire/partie aérienne	34
Terrain	
1. Hauteur finale de la tige	36
2. Rapport partie racinaire/partie aérienne	37
3. Poids frais de la tige	38
4. Poids sec de tige	39
Conclusion	41
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des tableaux

Tableau 01: Production annuelle du sorgho des principaux pays producteurs	03
Tableau 02: Principaux caractères identitaires des races de sorgho	05
Tableau 03: Extension globale de la salinisation secondaire dans le monde	16
Tableau 04: Normes d'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation	17
Tableau 05: Fiche technique de la pépinière El Hammadia	19
Tableaux 06: Quelques caractéristiques du lieu d'origine des populations de sorgho	20
Tableau 07: La quantité de sel en gramme pour la préparation de la solution saline	21
Tableau 08: Taux de germination en %	28
Tableau 09 : Corrélation entre les paramètres étudiés	40

Liste des figures

Figure 01: Classification des sorghos selon le type d'épillet et la forme des panicules	05
Figure 02: Racines du Sorgho	06
Figure 03: La tige du Sorgho	07
Figure 04: Feuille du Sorgho	07
Figure 05: Panicule du Sorgho	08
Figure 06: Histologie du grain du sorgho	09
Figure 07: Stades de développement du sorgho	09
Figure 08: Localisation du site expérimentale	19
Figure 09: Quelques étapes préparatrices à l'opération de la germination	22
Figure 10: Dispositif expérimenta «bloc aléatoire complet »	23
Figure 11: Taux de germination des différentes accessions étudiées	27
Figure 12: Hauteur du coléoptile sous différentes concentrations de sels	29
Figure 13: Longueur radiculaire sous différentes concentrations de sel	30
Figure 14: Pourcentage de réduction de la hauteur du coléoptile et la longueur radiculaire à 50mM par rapport au témoin	32
Figure 15: Pourcentage de réduction de la hauteur du coléoptile et la longueur radiculaire à 150mM par rapport au témoin.	33
Figure 16: Rapport PR/PA sous différentes concentrations de sels	34
Figure 17: Hauteur finale des plantules sous différentes concentrations de sels	36
Figure 18: Rapport PR/PA sous différentes concentrations de sels	37
Figure 19: Poids frais de la tige sous différentes concentrations de sels	38
Figure 20: Poids sec de tige sous différentes concentrations de sels	39

Liste des abréviations

BBA: Bordj Bou Arreridj.

C°: Degré Celsius.

cm: Centimètre.

FAO: Organisation des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation.

g: Gramme.

ha: Hectare.

JAS: Jours après semis.

JC: Jésus Christ.

K: Potassium.

Kg: Kilogramme.

l: Litre.

m: Mètre.

Max: Maximum.

Min: Minimum.

Moy: Moyenne.

mm: Millimètre.

MS: Matière sèche.

N: Nord.

N: Azotes.

P: Phosphore.

ppm: Particule par million.

PS racine: Poids sec de la racine.

PF tige: Poids sec de la tige.

S: Sud.

Introduction

La salinité du sol est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale dans les régions arides et semi-arides. Ces régions sont caractérisées par une faible pluviométrie, une forte évapotranspiration et une eau d'irrigation fortement minéralisée (Shannon, 1986).

En Algérie plus de un million hectare affectées par la salinité, elles sont localisée essentiellement le long de la frontière Algéro-Marocaine, sous la forme de pseudo-sables disposés à la surface du sol. Ces sols salés sont également très fréquents dans les basses plaines de l'Oranie, la plaine de la mina (Relizane), le sud de Sétif et de Constantine et dans les régions sahariennes (FAO, 1974). Les eaux de Sahara algérienne recèlent, dans ses profondeurs, d'importantes réserves d'eaux fossiles de minéralisation variant entre 2 et 8 g/l de sels (Daoud et Halitim, 1994).

Cette salinité est souvent associée à la sécheresse et elle entraîne une réduction des surfaces cultivables (Marcum, 2006) et menace l'équilibre alimentaire mondial (Kinet *et al.*, 1999). La salinisation enregistrée dans les écosystèmes aride et semi-aride résulte de la forte évaporation d'eau à partir du sol et d'une pluviométrie irrégulière et insuffisante, la salinisation proviennent aussi d'une irrigation mal contrôlée. Face à ce problème, plusieurs solutions ont été avancées pour le développement des cultures : dessalement des eaux d'irrigation ou des sols salés, utilisation des pratiques culturales appropriée et sélection d'espèces et variétés adaptées à la salinité (Ayers et Westcot, 1985 ; Ashraf, 1989 ; El Hansali *et al.*, 1993).

D'une manière générale, l'action de la salinité sur les plantes supérieures s'accompagne avec des modifications morphologiques structureles et métaboliques, ces effets entraînent une perturbation du fonctionnement de la plante et se traduisent toujours par une diminution de la production (Marcum, 2006).

La recherche des plantes tolérantes au sel est devenue une nécessité pour valoriser les sols salins, stabiliser les rendements et assurer l'équilibre alimentaire (Abdelly, 2005). Le sorgho est parmi les cultures fourragères prometteuses pour l'Algérie, il représente un soutien supplémentaire qui permet de renforcer la production des fourrages et peut être d'une grande utilité en élevage et par conséquence de la production laitière (Robin, 2014).

Le sorgho (*Sorghum bicolor* (L) Moench), compte parmi les céréales les plus importantes cultivées dans le monde, cette espèce prometteuse pour l'Algérie, notamment au sud, a fait l'objet de quelques études en Algérie, sans aborder l'effet de la salinité sur sa culture. Dans ce contexte, il nous a paru intéressant, d'étudier chez cette espèce, l'influence de la salinité sur la germination et la croissance. Au sud algérien (Ain Salah et Adrar) il existe des populations domestiques autochtones du sorgho qui poussent dans des zones salines, il est probable qu'elles possèdent des gènes de tolérance à la salinité, ces derniers pourront être très utiles dans les programmes d'amélioration du sorgho algérien. Dans ce contexte, il nous a paru intéressant, d'étudier l'influence de la salinité, représentée par trois concentrations de NaCl (témoine, 50 et 150mM), sur la germination et la croissance des accessions sahariennes en comparaison avec celui qui vient de l'étranger (Niger et France) et définir leurs diversités envers les contraintes salines.

Cette étude commence par une première partie bibliographique qui traite des généralités sur le sorgho, et le stress salin, la deuxième partie expérimentale dont matériel et méthodes, résultats et discussion, nous terminerons par une conclusion.

Partie I
Étude bibliographique

Chapitre I : Généralités

1. Historique

Le sorgho fait partie du groupe des plantes les plus anciennement cultivées dans le monde. C'est l'Éthiopie le berceau de la domestication du genre *Sorghum*, à partir de la race sauvage *Verticilliflorum* environ 8000 ans avant JC (Prota, 2009). Le Sorgho a été introduit en Égypte à partir de l'Éthiopie environ 3000 ans avant JC (Doggett, 1965).

A partir du Nord-est de l'Afrique, le sorgho s'est diffusé dans toute l'Afrique et le long des voies maritimes et commerciales, du Proche-Orient à l'Inde. Son introduction aux États-Unis pour une exploitation commerciale est partie d'Afrique du Nord, d'Afrique du Sud et d'Inde à la fin du XIXe siècle. Par la suite, il a été introduit en Amérique du Sud et en Australie. De nos jours, Il est cultivé partout dans les zones arides d'Afrique, d'Asie, des Amériques, d'Europe et d'Australie, à des latitudes comprises entre 50°N en Amérique du Nord et en Russie, et 40°S en Argentine (House, 1987).

1.1. Situation du sorgho dans le monde

Les principales zones de culture du sorgho se situent dans les régions chaudes, comme l'Inde, l'Afrique, l'Amérique du Nord et du Sud (Tableau 01). En vingt ans, les États-Unis (1^{ier} producteur mondiale) et Mexique (2^{ième}) ont vu leur production diminuer de façon importante et leur rang habituel menacé par des pays comme le Inde ou le Nigeria (FAO 2014).

Tableau 01: Production annuelle du sorgho des principaux pays producteurs (statistiques agricoles FAO 2014).

Pays	Production annuelle (millions de tonnes)			
	2011	2012	2013	2014
USA	5,45	6,27	9,88	10,99
Mexique	6,43	6,97	6,31	8,39
Inde	7,00	5,98	5,28	5,39
Nigeria	5,69	5,84	5,30	6,74
Argentine	4,46	4,25	3,64	3,47
Éthiopie	3,95	3,60	3,83	4,34
Soudan	-	2,25	4,52	6,28
Burkina Faso	1,51	1,92	1,88	1,71
Chine	2,05	2,56	2,89	2,89
Australie	1,93	2,24	2,23	1,28
Brésil	1,93	2,02	2,13	2,28

2. Taxonomie

Le sorgho a d'abord été désigné sous différents noms au cours du XVI^{ème} siècle : *Millium saracenaceum*, *Millium indicumsivemelica*, *Millium indicum* et *Millium aethiopicum*. La taxonomie moderne ne reprend le nom qu'à partir de Linné qui fut le premier à décrire le sorgho en 1753. Celui-ci désigne le sorgho sous le nom de *Holcus*, et décrit sept (07) espèces, dont trois (03) font toujours partie du genre *Sorghum* : *Holcus saccharatus*, *Holcus sorghum* et *Holcus bicolor*. Toutefois, la systématique actuelle s'inspire des bases données par Moench qui fut le premier à définir le genre *Sorghum* et l'espèce *Sorghum bicolor* (L.) Moench (Harlan et Dewet, 1972) ont proposé une classification simplifiée des sorghos cultivés.

Le sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench), selon Dogget (1988), est une herbacée annuelle appartient au :

Règne: *Plantae*
Sous-règne: *Tracheobionta*
Division: *Magnoliophyta*
Classe: *Liliopsida*
Sous-classe: *Commelinidae*
L'ordre: *Cyperales*
Famille: *Poaceae*
Sous-famille: *Panicoideae*
Tribu : *Andropogoneae*
Genre: *Sorghum*
Espèce: *S.bicolor*

3. Classification

Selon Harlan et DeWet (1972), la classification du sorgho est basée sur la structure de l'épillet sans pédoncule (épillet sessile) et le type de l'inflorescence. Ces auteurs distinguent cinq (05) races principales : Bicolor, Guinea, Caudatum, Durra et Kafir, ainsi que dix (10) races intermédiaires issues d'hybridations entre les principales races deux à deux (Figure 01).

Tableau 02 : Les principaux caractères identitaires des races du sorgho (Chantereau, 2013).

Race	Glumes	Grains	Panicules
<i>Bicolor</i>	Glumes longues recouvrant les $\frac{3}{4}$ ou la totalité du grain	Poids de 1000 grains de 15 à 25g	Panicules lâches
<i>Guinea</i>	Glumes généralement longues, ouvertes	Grains elliptiques, plus ou moins aplatis dorso-ventralement. de taille variable	Panicules lâches, souvent longues à port retombant
<i>Caudatum</i>	Glumes courtes adhérent au grain en le recouvrant partiellement	Grains dissymétriques, de taille moyenne à grosse	Panicules compactes à semi-compactes, ayant la forme d'un fuseau
<i>Durra</i>	Glumes courtes adhérent au grain en le recouvrant partiellement	Grains plus ou moins sphériques. De taille variable mais le plus souvent gros à très grosse	Panicules compactes à semi-compactes souvent portées par un pédoncule crossé
<i>Kafir</i>	Glumes courtes adhérent au grain en le recouvrant partiellement	Grains elliptiques de taille moyenne, poids de 1000 grains de 20 à 35g	Panicules moyennement compactes, souvent de forme longue et cylindrique

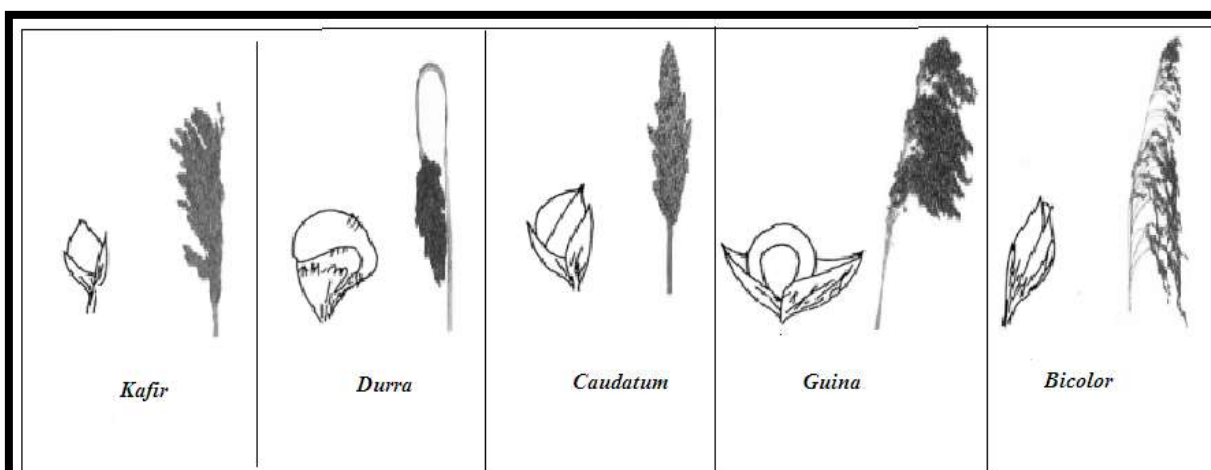


Figure 01: Classification des sorghos selon le type d'épillet et la forme des panicules.

(Clerget, 2004)

4. Morphologie

4.1. Racine

Le système racinaire du sorgho est développé avec de nombreux poils radiculaires (presque deux fois plus que le maïs). Au moment de la germination apparaît la racine primaire ou embryonnaire, plusieurs racines de ce type se développent, elles sont peu ou pas du tout ramifiées. Les racines secondaires se forment à partir du premier nœud ; ce sont ces racines qui en se développant constituent le système racinaire abondant de la plante. Par la suite, les racines primaires meurent et des racines adventives peuvent apparaître plus tard sur les nœuds inférieurs et peuvent être nombreuses si la plante n'est pas en bonnes conditions. Les sorghos cultivés sont rhizomateux ou très faiblement rhizomateux ; ils sont annuels ou (faiblement) pérennes et le système racinaire de ces derniers persiste bien pour permettre le développement des rejetons à partir des bourgeons adventifs situés à la base de la tige-mère (Figure 02). On ne trouve de rhizomes bien développés que dans la sous-espèce *Halepense* (Sorgho d'Alep) (House, 1987).



Figure 02 : Racine du Sorgho (Zurich, 2012)

4.2. Tige

Le chaume ou la tige est constitué de séries de nœuds alternant avec des entre-nœuds. La tige est glabre et robuste, mesurant de 0,5 cm à 5 cm de diamètre près de la base, s'amincissant vers l'extrémité terminale et ayant une longueur de 0,5 m à 4 m. Elle est solide avec un cortex ou une écorce dure et une moelle plus molle. Les faisceaux vasculaires sont repartis dans la tige, mais ils se sont plus concentrés dans la région périphérale où ils sont si rapprochés les uns des autres et forment presque un anneau continu ; les faisceaux du centre se ramifient dans les nervures médianes des feuilles, alors que ceux de la périphérie se ramifient pour former les plus petites veines dans le limbe foliaire.

La moelle peut être sucrée ou insipide, juteuse ou sèche ; dans les vieilles tiges la moelle peut se fragmenter, en particulier, si elle est sèche. Le nœud se présente comme un anneau à la base de la gaine foliaire : c'est le point où la feuille s'attache à la tige (également le point où les racines adventives se développent), un bourgeon se forme à chaque nœud, excepté au nœud correspondant à la feuille paniculaire ; de ces bourgeons, aux nœuds successifs, se trouvent en alternance d'un côté ou l'autre de la tige, ces bourgeons se développent par fois en talles axillaires. Les talles de la base quand elles existent, se forment au premier nœud (House, 1987).



Figure 03: Tige du sorgho (Dehaynin, 2007)

4.3. Feuille

Les feuilles sont distribuées de façon variable le long de la tige, elles sont concentrées près de la base dans certains types. La longueur des feuilles peut atteindre 1 m et plus, pour 10 à 15 cm de largeur, leurs nombres varient grandement suivant les plantes. Chez les plants bien adaptés, il y a ordinairement 14 à 17 feuilles, ce nombre pouvant atteindre 30 chez les plants moins adaptés. Les feuilles naissent le long de la tige en alternance sur deux lignes et se composent d'une gaine et d'un limbe. La nervure médiane est saillante, verdâtre ou blanchâtre, aplatie ou légèrement concave sur la face supérieure et convexe sur la face inférieure (Figure 04). Il existe une courte ligule membraneuse (1 à 3 mm) à la jonction du limbe avec la gaine (Chantereau, 1994).



Figure 04: Feuille de sorgho (Dehaynin, 2007)

4.4. Panicule

L'inflorescence est une panicule qui peut être courte et compacte ou bien lâche et ouverte : de 4 à 25 cm ou plus de long sur 2 à 20 cm ou plus de large (Figure 05). L'axe central de la panicule ou rachis peut se trouver complètement masqué par la densité des branches secondaires et tertiaires de la panicule ou être complètement exposé. Le rachis est très variable morphologiquement : de long et mince à trapu et robuste. Un certain nombre de branches secondaires prend naissance à chaque nœud. Chacune peut varier en longueur, étant trapue ou grêle, rigide ou souple, velue ou quasi glabre, ramifiée près de sa base (branches tertiaires) ou non jusqu'au voisinage du sommet (House, 1987).



Figure 05: Panicule de sorgho (Dehaynin, 2007).

4.5. Graine

Selon House (1987), les caractéristiques morphologiques du grain à maturité complète sont les suivantes:

- longueur = 3,5 à 5 mm
- largeur = 2,5 à 4,5 mm
- poids de 1000 grains = 60 à 85 grammes

La graine du sorgho est un caryopse ou fruit sec à un seul germe ; elle est composée de trois parties principales (Figure 06) : l'enveloppe, l'albumen et le germe, le péricarpe constitue l'enveloppe externe de la graine (Jacques et al., 2013). Entre le péricarpe et l'endosperme peut se trouver une couche hautement pigmentée, de couleur rouge foncée ou brune foncée appelée testa, sa présence ou son absence constitue une caractéristique variétale. Riche en composés tanniques. L'albumen du sorgho présente à l'extérieur une couche périphérique de cellules riches en vitamines, protéines et huile : C'est la couche d'aleurone. Sous cette première assise cellulaire se trouve l'albumen corné, vitreux, caractérisé par l'existence de granules d'amidon. Vient ensuite l'albumen interne, farineux où les granules

d'amidon sont insérés dans une matrice protéique peu importante avec de nombreuses lacunes (Chantereau, 1994).

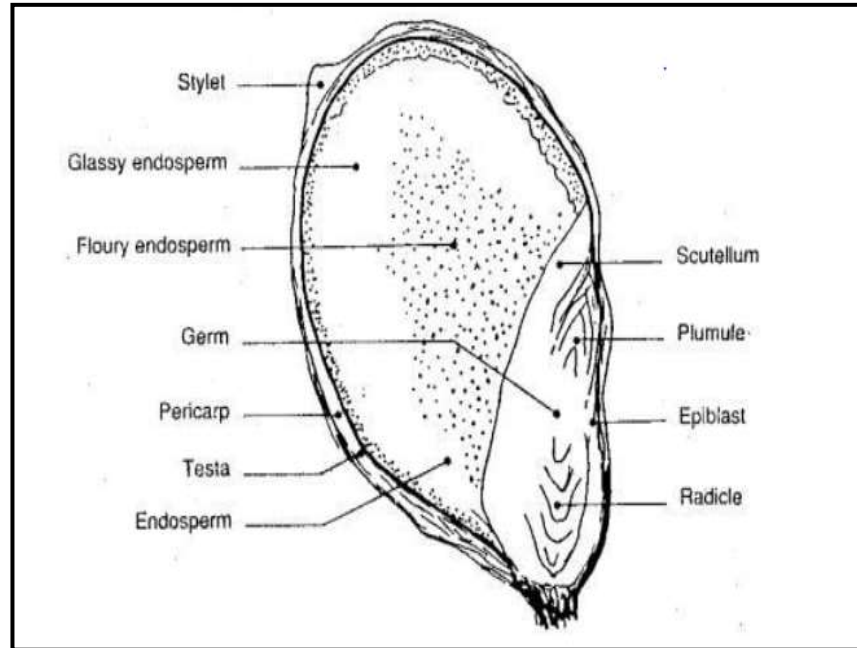


Figure 06: Histologie du grain du sorgho (Sautier et al. 1989)

5. Cycle de développement

Selon Massaly (1992), on considère généralement quatre phases dans le cycle de développement du sorgho (Figure 07) :

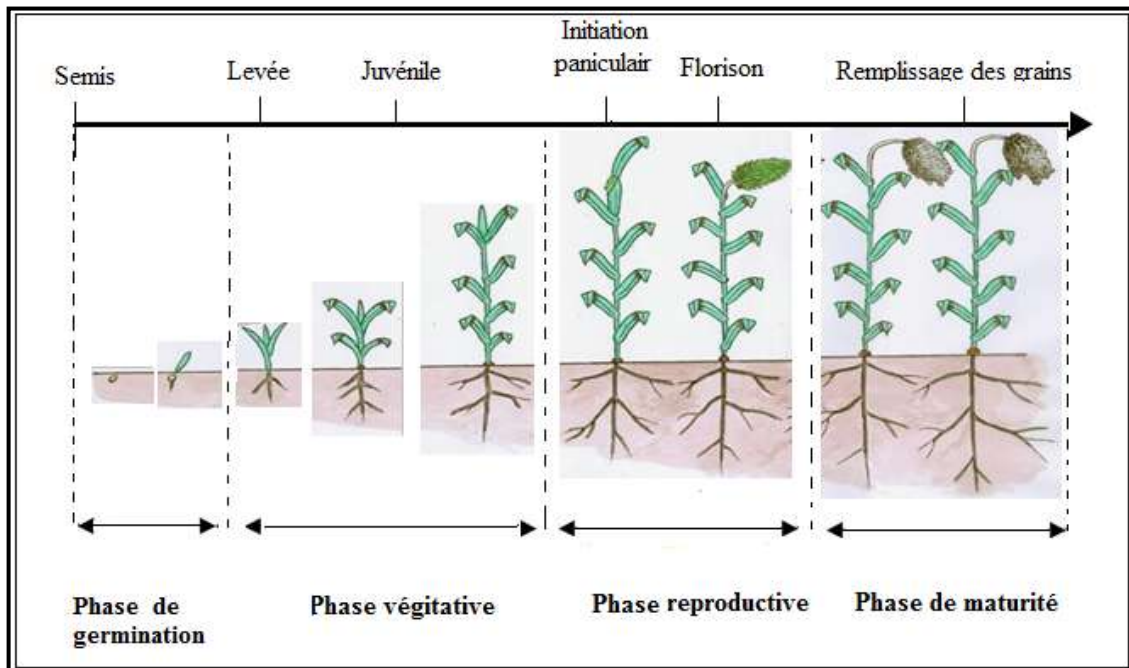


Figure 07: Stades de développement du sorgho (Chantereau et al., 2013).

5.1. Stades végétatives**5.1.1. Germination et développement de la plantule**

Lorsqu'une graine est enfouie dans un sol humide, elle s'imbibe d'eau et gonfle. La germination se produit rapidement et dans les sols chauds, le coléoptile apparaît en premier au-dessus du sol au bout de trois à quatre jours (Le temps est plus long, jusqu'à dix jours dans des sols plus froids) (House, 1987).

Lorsque la graine gonfle, son tégument se brise et une coléoptile mince ainsi que la racine primaire (radicule) apparaissent. Le coléoptile s'allonge et quelques racines primaires commencent à se développer. Il commence à émerger du sol, la première feuille sort bientôt en perçant son sommet. La jeune plante commence sa croissance, en produisant d'autres feuilles, le coléoptile restant à la base du pied sous forme d'une gaine. Le mésocotyle croît durant cette période et un nœud se forme à la base du coléoptile juste en-dessous de la surface du sol. Des racines secondaires commencent à se développer au niveau de ce nœud, trois à sept jours après l'émergence du plant. La jeune plantule vit, durant cette période, sur les éléments nutritifs stockés dans l'endosperme. A peu près au moment où les racines secondaires ont commencé à se développer, le mésocotyle commence à disparaître et un système racinaire plus important se développe à partir des racines secondaires ou adventives. Les plantes restent en phase végétative environ 30 à 40 jours, durant lesquels toutes les feuilles sont formées. Après cette période, la croissance se fait par élongation cellulaire (Doggett, 1988).

5.1.2. Tallage du sorgho

La plante du sorgho n'a généralement qu'une seule tige. Certains sorghos tallent abondamment en particulier le Sudan Grass et les sorghos fourragers. Les sorghos-grains ont une capacité de tallage variable mais en général ils ne tallent que si l'humidité du sol est convenable. Chez les variétés qui tallent normalement, ces derniers prennent naissance à partir de bourgeons adventifs au nœud basal aussitôt après la sortie des racines secondaires. L'inflorescence de la tige principale fleurit en même temps que celles des talles, ou bien ces dernières fleurissent après (House, 1987). L'aptitude au tallage dépend aussi de la variété que des conditions du milieu en occurrence de la densité de la population, de l'apport d'azote, de la température et de la photopériode (Doggett, 1988). Chantereau (1994) signale un faible tallage chez les sorghos tropicaux de type *Guinea*.

5.2. Phase reproductive

Les ébauches florales initiales apparaissent 30 à 40 jours après la germination (mais la formation de la fleur peut demander 19 à 70 jours ou plus). En général, l'ébauche florale apparait de 15 à 30 cm au-dessus du sol lorsque les plants ont 50 à 75 cm de hauteur. L'initiation florale marque la fin de la période végétative de la croissance, résultat de l'activité des méristèmes (élongation cellulaire). Durant cette période rapide, le bourgeon floral se développe en une inflorescence. Environ 6 à 10 jours avant la floraison, la feuille paniculaire forme un renflement dans la gaine de la feuille. Ceci se produit dans une variété fleurissant 60-65 jours, environ 55 jours après la germination. La panicule de sorgho commence à fleurir à partir du sommet et la floraison se poursuit par étage successif en allant vers le bas durant une période de 4 à 5 jours. Etant donné que toutes les panicules d'un champ ne fleurissent pas simultanément, le pollen est en général disponible durant une période de 10 à 15 jours. La floraison commence souvent juste avant ou juste après la levée du soleil, mais peut être retardée les matinées. Le sorgho est surtout auto-pollinisé (environ 2 à 10% de pollinisations croisées) ce qui signifie que le pollen d'une panicule féconde les ovules de cette même panicule (House, 1987).

5.3. Phase de maturation

L'ovule au début de son développement à l'aspect d'une sphère vert-clair à presque crème : après dix jours, il prend un volume et passe au vert foncé. Il faut environ 30 jours aux graines pour atteindre leur poids sec maximum (maturité physiologique).

Durant ce développement les graines passent par trois stades :

- laiteux
- début pâteux
- fin pâteux.

Les graines commencent à passer du vert à la couleur qu'elles auront à maturité. Les graines contiennent environ 30% d'humidité à leur maturité physiologique ; elles sèchent jusqu'à 10-15% d'humidité durant les 20 à 25 jours qui suivent. Durant cette période, elles perdent jusqu'à 10% de leur poids sec. Les feuilles plus basses commencent à mourir et à sécher durant cette période. Au moment où le grain commence à sécher, quatre ou cinq feuilles les plus basses peuvent sécher et tomber du plant (House, 1987).

6. Exigences écologiques

6.1. Exigences en sol

Le sorgho s'adapte à de nombreux milieux. Toutefois, sa culture réussit le mieux sur les sols limoneux et limono-sableux. Le pH du sol supporté est de 5 à 8,5 et il tolère davantage la salinité que le maïs (House, 1987).

6.2. Exigences en eau

Le sorgho exige moins d'eau pour sa croissance que les autres céréales. Des études ont montré que le sorgho a besoin de 332 kg d'eau pour produire 1 kg de matière sèche (MS) (Louise, 2007).

6.3. Besoins en chaleur

Le développement floral et la formation des graines se déroulent normalement à des températures de 30 à 43°C avec une humidité relative de 15 à 30%, si la plante dispose d'eau dans le sol (Louise, 2007).

6.4. Besoins en altitude

Le sorgho peut être cultivé du niveau de la mer jusqu'à 1100 à 1300 m (Chantereau, 1994).

7. Culture du sorgho

7.1. Préparation du sol

Le sorgho préfère un sol sablo-argileux, fertile et bien drainé. En culture mécanisée, le labour s'effectue à environ 30-40 cm de profondeur après une bonne pluie, puis pulvériser de 20 à 25 cm de profondeur. En culture manuelle, il faut faire un labour à la houe (Louise, 2007).

7.2. Semis

Selon Smith et Frederiksen (2000), le semis du sorgho doit être réalisé entre Avril et Mai (dont la température minimale du sol est de 12 à 15°C). Prévoir 10 à 15kg de semences par hectare. Semis en ligne ou semis en monograine à une profondeur de 3-5 cm. Distance entre les lignes de 37,5 à 75 cm. Densité de semis de 25 à 40 grains par m² dépendant de la variété et du sol.

7.3. Fertilisation

Toute fertilisation minérale du sorgho doit être à base d'engrais binaire (azote + phosphore) (NP). Cependant, un complément en potassium (K) est souvent à apporter selon la richesse du sol en cet élément et de la quantité de la paille restituée (Chantereau et *al.*, 2013).

7.4. Désherbage

Éliminer les mauvaises herbes, surtout pendant la phase végétative (Louise, 2007) :

- Manuellement : deux à trois sarclages sont nécessaires (au démariage, 2 à 3 semaines après le démariage et à la montaison).
- Chimiquement : juste après les semis, avant la levée des plants du sorgho, traiter avec un herbicide de près-levée.

7.5. Récolte

Récolter le sorgho à la maturité physiologique (lorsque les 2/3 des feuilles de la plante sont jaunes), environ 45 jours après la floraison. Casser les tiges et couper les panicules ; ou faucher les tiges puis couper les panicules (Louise, 2007).

8. Utilisations du sorgho

Le sorgho a trois usages distincts (FAO, 1991) :

- L'alimentation humaine: les principales régions productrices en Afrique et en Asie, l'Homme consomme plus de 70% du sorgho.
- L'alimentation animale: en Amérique du Nord, Amérique centrale, Amérique du Sud et Océanie, la plus grande partie de la production sert à l'alimentation animale.
- L'industrie : La culture a également une vocation industrielle orientée sur la production de la pâte à papier, la production du fuel, ... etc.

Chapitre II : Stress salin

1. Le Stress

1.1. Définition

On peut considérer que la notion du stress implique, d'une part, une déviation plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales de la plante et d'autre part une réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie laquelle change sensiblement avec : soit adaptation à la nouvelle situation, soit à la dégradation menant à une issue fatale (Leclerc, 1999).

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologique résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (Menacer, 2007).

1.2. Catégories du stress

On distingue deux grandes catégories du stress (Menacer, 2007) :

- Biotique : imposé par les organismes (insectes, herbivores, ... etc.).
- Abiotique : provoqué par un défaut ou excès physico-chimique de l'environnement, comme les variations de précipitation (sécheresse), les variations de températures, les variations de la salinité et les variations de l'humidité du sol et de l'air ambiant. En milieu variable, la plante est soumise à une série de contraintes de nature abiotique qui réduisent sa capacité de reproduction (Djekoun, 1996). Certains stades végétatifs sont particulièrement sensibles à ces contraintes abiotiques, donc les stress se traduisent chez les plantes par des changements morphologiques, physiologiques et moléculaires qui affectent leurs croissances et leurs productivités (Wangxia et *al.*, 2003).

1.3. Types du stress

1.3.1. Stress hydrique

Selon Ben Mansor et Beddiar (2011), une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord considéré par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau, cela nécessite un ajustement osmotique. En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique.

1.3.2. Stress thermique

Selon Ben Mansor et Beddiar (2011), la température est l'un des principaux facteurs qui conditionnent la productivité des plantes. Les plantes qui poussent dans les régions désertiques et dans les régions cultivées semi-arides sont soumises à des températures élevées en même temps qu'à des niveaux de radiations élevées, à des faibles humidités du sol et des effets d'un stress hydrique.

1.3.3. Stress salin

C'est une augmentation brusque de la concentration en sels qui conduit d'une part, à un afflux plus élevé d'ions dans la cellule suite à la chute de la concentration du milieu externe, d'autre part, à une perte d'eau par voie osmotique (Ben Hebireche, 2011).

2. Salinité et stress salin**2.1. Définition**

Servant (1975) définit le terme salinité, par le processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles acquérant ainsi un caractère salin.

2.2. Types de salinités**2.2.1. Salinité primaire (Naturelle)**

Selon Naseri (2001), la salinité primaire s'explique par l'accumulation de sels dans le sol ou dans les eaux souterraines, sur une longue période du temps en 3 processus naturels :

- L'altération des matériaux de base contenant des sels solubles : Les processus d'altération des roches se décomposent et la libération des sels solubles de divers types (chlorures de sodium, calcium et de magnésium, sulfate et les carbonates, ... etc.).
- Les sels cycliques : sont des sels de l'océan amenés par le vent et déposés par la pluie, et sont principalement le chlorure de sodium.
- L'eau de pluie contient de 6 à 50 mg/kg de sels, l'accumulation de chlorure de sodium dans le sol serait considérable au cours des millénaires.

2.2.2. Salinité secondaire (d'origine humaine)

C'est le résultat des activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliquée (irrigation ou de pluie) et de l'eau utilisée par les cultures (Naseri, 2001).

Les causes les plus fréquentes sont :

- Le défrichement des terres et le remplacement de la végétation pérenne avec des cultures annuelles,
- L'utilisation des eaux d'irrigation riches en sel,
- Un drainage insuffisant et un système d'irrigation déséquilibré.

2.3. La salinité dans le monde et en Algérie

2.3.1. Salinité des sols

La F.A.O. (2005) estime que 7% des terres agricoles dans le monde (920 millions d'hectares) sont affectées par les sels solubles, et plus de 27% des terres irriguées sont confrontées au problème de salinité (Le Vigneron *et al.*, 1995 ; Wilson *et al.*, 2000).

Tableau 03: Extension globale de la salinisation secondaire dans le monde (superficie en million d'hectares).

Continent	Salinité Légère	Salinité Modérée	Salinité Forte	Salinité Extrême	Total
Afrique	4.7	7.7	2.4	-	14.8
Asie	26.8	8.5	17.0	0.4	52.7
Amérique	2.1	1.8	0.5	0	4.4
Europe	10	2.3	0.5	0	3.8
Australie	-	0.5	-	0.4	0.9
Total	34.6	20.8	20.4	0.8	76.6

Ce tableau montre que, globalement, plus de 76 million d'hectares de terres sont affectées par la salinisation secondaire dans le monde, dont 52.7 million d'hectares → 69% en Asie, 14.8 million d'hectares → 19% en Afrique et 3.8 million d'hectares → 5% en Europe (Ghassemi *et al.*, 1995).

L'Algérie compte plus d'un million d'hectares de terres salées localisées essentiellement le long de la frontière Algéro-Marocaine sous la forme de pseudo-sables disposés à la surface du sol. Ces sols salés sont également très fréquents dans les basses plaines de l'Oranie, la plaine de la mina (Relizane), le sud de Sétif et de Constantine et dans les régions sahariennes (FAO, 1974).

Les sols du Sahara sont essentiellement des sols minéraux dans le sens ou, en dehors des oasis, la fraction organique y est très faible voire nulle. Sur les topographies élevées, les sols sont caillouteux ou sableux (Hamadas, regs, ergs). Dans les dépressions, la texture peut être fine, mais les sols sont salés (Sebkha et Chotts) (Daoud et Halitim, 1994).

2.2.2. Salinité des eaux

L'eau d'irrigation peut salinisé les sols si elle a une teneur excessive en ions soluble, ou si elle est mal appliquée (Herrero, 1992). Le contrôle permanent des risques de l'irrigation régulière des sols en zones arides et semi-arides est indispensables en agriculture (Meddahi et *al.*, 1993).

Daoud et Halitim (1994) notent qu'en Algérie la salinisation secondaire, à la suite de l'irrigation avec des eaux minéralisées, entraîne une extension de la salure dans de nombreux périmètres irrigués. Les oasis de Sahara algérienne recèlent dans ses importantes réserves d'eaux fossiles de minéralisation variant entre 2 et 8 g/l de sels.

La gestion rationnelle des eaux doit nécessairement prendre en compte la trilogie « Irrigation-Salinité-Drainage », car ces facteurs ont un effet directe sur les propriétés physico-chimiques des sols aboutissant à des conditions défavorables pour la croissance des cultures (Badraoui et *al.*, 1998 ; Salim et Tessier, 1998).

Les normes d'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation d'un pays à un autre sont résumées dans le tableau suivant.

Tableau 04 : Normes d'évaluation de la qualité des eaux d'irrigation (Daoud et Halitim, 1994).

Conductivité Électrique (DS/m)	Concentration (g/l)	Évaluation Américaine	Évaluation Russe	Évaluation Durand pour l'Algérie
CE < 0.25	< 0.2	Faiblement salée	Bonne qualité	Non salin
0.25 < CE < 0.75	0.2-0.5	Moyennement salée	-	Salinité moyenne
0.75 < CE < 2.25	0.5-1.5	Fortement salée	Risque de salinisation	-
2.25 < CE < 5	1.5-3	Très fortement salée	-	Très forte salinité
5 < CE < 20	3-7	Salinité excessive	Ne peut être utilisée sans lessivage	Salinité excessive

3. Effet du stress salin sur la plante

Le stress salin provoque des dégâts sur la plante par l'action synergique de deux composantes essentielles :

- **Hyperosmolarité** : La présence d'une forte concentration de sels solubles dans le sol crée une pression osmotique élevée dans l'environnement racinaire ce qui réduit la disponibilité de l'eau du sol pour la plante (Maricle et *al.*, 2007). L'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque la perte de la turgescence et un ralentissement de la croissance (Redono-Gomez et *al.*, 2006). Leur facteur principal est l'augmentation de la résistance stomatique, dont on a

montré récemment la dépendance vis à vis des teneurs foliaires en ABA (acide abscissique) (Dergaoui, 1999). Le NaCl diminue la synthèse des protéines et augmente leurs hydrolyses chez quelques plantes cultivées (Klyshev et Rakova, 1964). Le chlorure de sodium réduit la photosynthèse et l'intensité de la transpiration (Gale, 1976).

- La Toxicité : L'entrée du sel dans la plante provoque généralement un déséquilibre ionique, qui se traduit par des carences ou excès en certains éléments. Selon la composition ionique de la solution saline, la toxicité ionique ou les déficiences nutritionnelles peuvent survenir à cause de la prédominance d'un ion spécifique ou à cause des effets compétitifs entre cations et anions (Bernstein et *al.*, 1974). Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium ; le chlore et les sulfates entrent en compétition avec les nitrates et les phosphates (Jin et *al.*, 2007). En milieu salin, les fortes concentrations en Na^+ entraînent une forte compétition pour les sites électronégatifs avec l'ion K^+ , les ions Na^+ perturbent l'absorption des cations (K^+ , Ca^{2+}) alors que l'accumulation excessive du chlore diminue l'absorption des anions indispensables à la croissance et au développement des végétaux en particulier les nitrates, les nitrites et les sulfates (Ballesteros et *al.*, 1997 ; Botella et *al.*, 1997). L'excès de sodium et de chlorure augmente la perméabilité membranaire, ce qui accélère la diffusion des électrolytes dans le milieu extérieur et réduit la sélectivité membranaire (Meychik et *al.*, 2005).

3.1. Effet sur la germination

La salinité peut affecter le taux germinatif des grains et accuse un retard dans l'initiation du processus de la germination des plantes qu'elles soient des glycophytes ou des halophytes (Debez et *al.*, 2001). Le chlorure de sodium présent dans le sol ou dans l'eau d'irrigation affecte la germination des glycophytes de deux manières, il diminue la vitesse de germination et réduit le pouvoir germinatif. Cet effet dépend de la nature de l'espèce, de l'intensité du stress salin et de sa durée d'application (Hajlaoui et *al.*, 2007).

3.2. Effet sur la morphologie

Parmi les modifications morphologiques des plantes au stress salin, il y a une faible ramification, une diminution de la longueur, du diamètre, du poids sec des tiges et racines, un raccourcissement de l'entre-nœud et une diminution du nombre de nœuds, une réduction du nombre de feuilles et la surface foliaire (Hamza, 1977).

Partie II
Matériel et méthodes

1. Site expérimental et fiche technique

Nous avons réalisé cette expérience au niveau de la pépinière d'El Hammadia situer à 12 km au sud du chef lieu de la wilaya de Bordj Bou Arréridj, crée en 1958 (Figure 08 ; Tableau 05).



Latitude: 35.9796, Longitude: 4.74747

Figure 08: Localisation du site expérimentale : **a.** Pépinière El Hammadia, **b.** Site expérimentale) (Google Map, 2017).

Tableau 05 : Fiche technique de la pépinière El Hammadia.

Superficie	Forestier : 10 Ha Arboriculture : 15 Ha Céréaliculture : 30 Ha Total : 62 Ha 12a 45 ca
Pente	1 à 2%
Altitude	850 m
Nature du sol	Argilo-siliceux avec calcaire
Conditions climatiques	Température minimale : 06° Température moyenne : 18° Température maximale : 39°
Capacité de production	Plants forestiers : 5000.000 plants Plants fruitiers : 500.000 plants Plants ornementaux : 15.000 plants Plants à haute tige : 200.000 plants

Source : Pépinière El Hammadia

2. Matériel végétal

Le matériel végétal retenu dans notre essai est composé de Vingt-quatre (24) population de sorgho, provenant de différentes régions.

Dans le tableau : nous présentons quelques caractéristiques du lieu d'origine des populations du sorgho.

Tableau 06 : Quelques caractéristiques du lieu d'origine des populations de sorgho.

N°	Code	Origine	Date de récolte
1	Ad1	Adrar – Sud algérien	2013
2	Ad2	Sudangrass – USA	2013
3	Ai1	Aïn Salah – Sud algérien	2014
4	Ai4	Aïn Salah – Sud algérien	2014
5	Ai5	Aïn Salah – Sud algérien	2014
6	Ai6	Aïn Salah – Sud algérien	2014
7	Ai13	Aïn Salah – Sud algérien	2015
8	Ai16	Aïn Salah – Sud algérien	2015
9	Ai19	Aïn Salah – Sud algérien	2015
10	Ai24	Aïn Salah – Sud algérien	2015
11	Ai29	Aïn Salah – Sud algérien	2015
12	Fr1	Caussade – France	2014
13	Nig1	INRAN – Niger	2013
14	Nig2	INRAN – Niger	2013
15	Nig3	INRAN – Niger	2013
16	Nig4	INRAN – Niger	2013
17	Ou1	Adrar – Sud algérien	2013
18	TL1	Aïn Salah – Sud algérien	2015
19	TL2	Aïn Salah – Sud algérien	2015
20	TL3	Aïn Salah – Sud algérien	2015
21	TL4	Aïn Salah – Sud algérien	2015
22	TL5	Aïn Salah – Sud algérien (Azzaoui)	2015
23	TL6	Aïn Salah – Sud algérien	2015
24	TL7	Aïn Salah – Sud algérien (Benzaid)	2015

3. Solutions utilisées pour l'irrigation

3.1. Solution naturelle

On utilise pour l'irrigation l'eau du robinet comme témoin.

3.2. Préparation de la solution saline

Par avoir l'effet du NaCl, on a préparé deux solutions de l'eau avec différentes concentration de Na CL (50 mM et 150 mM).

Pour obtenir une solution de concentration 50 mM nous avons mélangé 29.2g de sel avec 10L de l'eau, et 87.7g pour obtenir la deuxième concentration (150 mM).

Le tableau ci-dessous: montrer la quantité de sel en gram pour la préparation de la solution saline.

Tableau 07: La quantité du sel en gramme à ajouter pour préparer la solution saline.

Concentration du sel	Calculs	Quantité du sel/1L	Quantité du sel/10L
50mM	0.05844×50	2.92g/l	29.2g /10L
150mM	0.05844×150	8.77g/l	87.7g /10L

0.05844: masse molaire.

4. Phase laboratoire

4.1. Essai de germination

Les opérations de la germination ont été déroulées au niveau du laboratoire de Zoologie de la faculté SNV à partir du 22 Juillet 2016, pour le but :

- d'estimer la faculté germinative des différentes accessions.
- d'estimer l'effet de sels sur la germination.
- la détermination de la paire contrastante.

Le principe est de mettre le coton dans les boîtes de pétri, étiqueter les boîtes (nom de l'accession, la concentration du sel et répétition), distribuer 10 graines sur la surface de la boîte pétri avec bien sûr 3 répétitions, irrigué par la solution (eau de robinet, solution saline 50mM ou 150mM), déposer les boîtes dans l'étuve à une température de 25C° pendant 5 à 6 jours, mentionner le taux de germination, mesurer la longueur de la tigelle et la radicule lors de la 8^{ième} journée (Figure 09).



Figure 09 : Etapes du test de la germination

4.2. Détermination de la paire contrastante

Une fois avoir des résultats, une comparaison doit être effectuée pour déterminer la bonne et la mauvaise population du point de vue tolérance à la salinité dans les deux doses utilisées (50 et 150mM).

Choisir deux autres populations proches de la paire contrastante avec le témoin pour les utiliser comme matériel végétal de notre essai du terrain.

5. Phase terrain

5.1 Préparation du substrat

Nous avons choisie des pots à 5 kg de contenance. Une petite couche de gravier a été mise en bas du pot pour faciliter le drainage de l'eau d'irrigation.

Pour le but d'assurer un bon mélange entre la matière organique, le sol et le sable, nous avons utilisé et déposé dans chaque pot une quantité de gravier et ajouté le mélange. Après l'installation de sol on ajoute l'eau pour estimer le drainage de l'eau.

5.2. Dispositif expérimental

Les pots ont été placés selon un dispositif en randomisation totale, avec : deux traitements salins, 5 populations et 3 répétitions (figure 2 et 3). Soit, un total de 45 pots.



Figure 10 : Dispositif expérimental «Bloc Aléatoire Complet» (original).

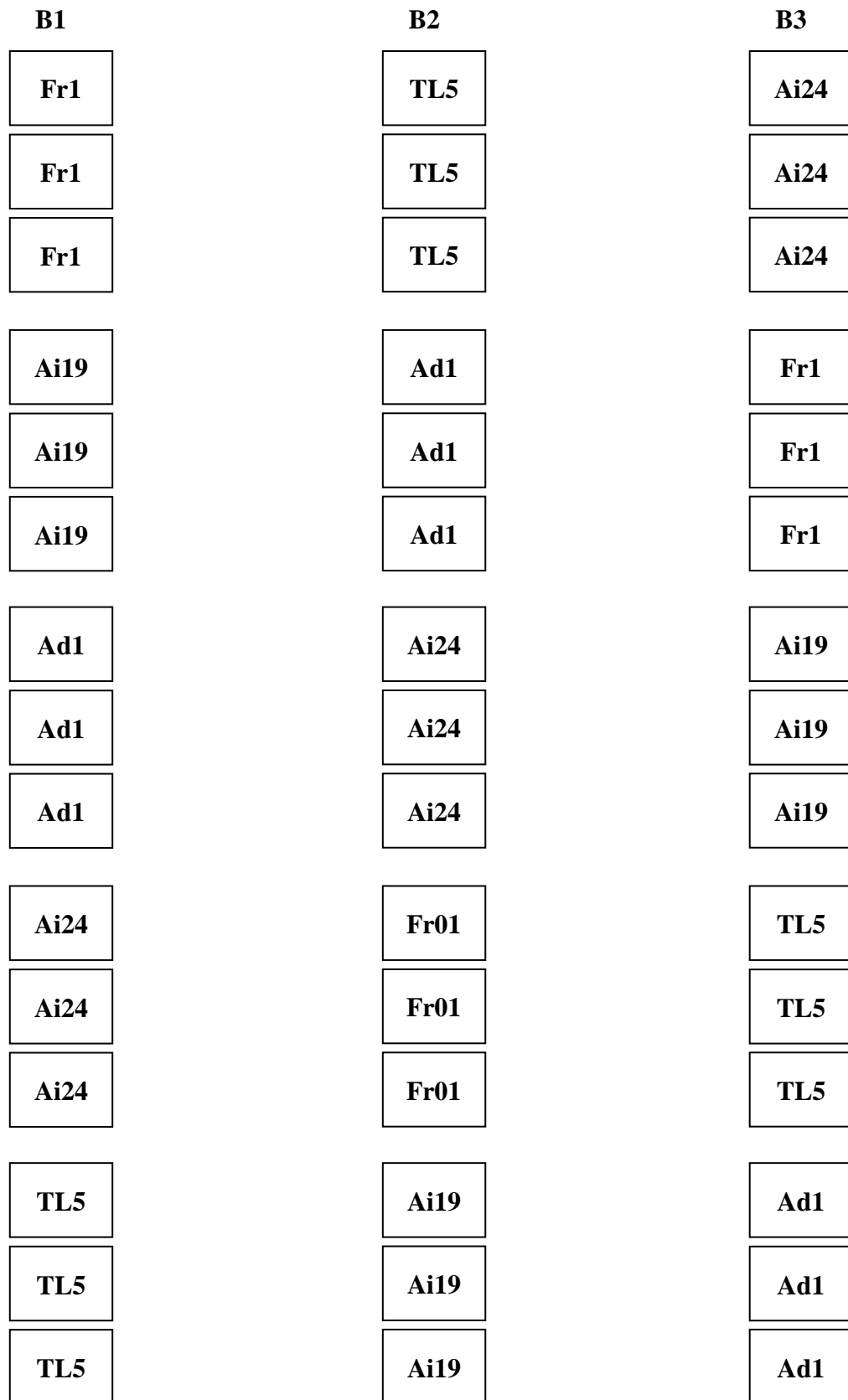


Figure 11 : Dispositif expérimental (espacement entre blocs = 1m, entre pots = 40cm)

5.3. Semis dans les pots

Nous avons choisi cinq variétés du sorgho (Ad1, Ai19, Ai24, TL5 et Fr1). Le 24 juillet 2016 après la germination des grains, nous avons semis 3 grains dans chaque pot sur la même ligne. Superficiellement de 1 à 1,5 cm de profondeur ensuite, ajouter la même quantité d'eau dans chaque pot.

5.4. Irrigation

Des irrigations par l'eau de robinet (même quantité pour chaque pot) perpétuellement. L'application du stress n'a été effectuée qu'après 16 jours :

- Pour les témoins, l'irrigation se fait par l'eau du robinet.
- Pour les pots de la première et les deuxièmes concentrations l'irrigation se fait par les solutions préparées (50 et 150mM).

5.5. Prélèvement

Comme nous avons semis 3 plants/pot, deux coupes ont été effectuées pour estimer le taux de la matière sèche :

- le premier prélèvement a été fait le 22 août 2016. Les racines ont été coupées à l'aide d'un ciseau puis rincer et essuyer rapidement à l'aide d'un papier torchon et enfin peser à l'aide d'une balance de précision. Après 15 jours nous avons réalisé le deuxième prélèvement de la même manière.

6. Paramètres étudiés

6.1. Taux de germination au laboratoire

Il est exprimé par le rapport du nombre de grains germés dans la dernière journée sur le nombre total de grains. Sur l'essai de germination ont été déterminé le pourcentage définitif de germination (G%).

$$G\% = 100 (XT/N)$$

XT : est le nombre total de grains germés.

N : le nombre total des graines mises pour germer.

6.2. Hauteur du coléoptile et la longueur radiculaire au laboratoire

Le coléoptile est un organe transitoire lors de la germination formant une gaine protectrice pointue autour des pousses émergente chez les monocotylédones. À l'aide d'une règle graduée, nous avons mesuré la hauteur du coléoptile et la longueur radiculaire de tous les grains germés.

6.3. Nombre de feuilles

Après 25 jours du semis nous avons déterminé par comptage direct le nombre de feuilles. Il s'agit du comptage des feuilles de la tige principale de chaque plante.

6.4. Hauteur de la tige

A l'aide d'un mètre roulant nous avons mesuré la hauteur de la végétation dans chaque pot. En vue d'estimer la vitesse de la croissance, nous avons effectué ces mesures chaque 8 jours jusqu'à atteindre le prélèvement.

6.5. Longueur de la racine

Juste après le prélèvement nous avons mesuré la longueur de la racine.

6.6. Taux de la matière sèche de la tige

Nous avons pesé le poids frais de la tige après chaque prélèvement, suivie d'un dessèchement dans l'étuve durant 3 jours à 72° pour obtenir le poids sec. Le taux de la matière sèche a été déduit par le rapport : $(PS \text{ tige}) / (PF \text{ tige}) \times 100$.

6.7. Taux de la matière sèche de la racine

Nous avons pesé le poids frais de la racine rincée après chaque prélèvement, suivie d'un dessèchement dans l'étuve durant 3 jours à 72° pour obtenir le poids sec. Le taux de la matière sèche a été déduit par le rapport : $(PS \text{ racine}) / (PF \text{ racine}) \times 100$.

7. Traitement statistique des données

L'analyse de la variance (ANOVA) a été adoptée pour déduire les effets du traitement appliqué. Elle a été effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA 8.0.

Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel Excel.

Partie III
Résultats et discussion

La salinité a influencée sur la germination et la croissance des populations testées dans notre travail expérimental et les résultats sont présentés en deux parties dont la première rapporte les effets sur la germination (réalisée au laboratoire), la deuxième porte sur l'effet de sels sur le stade juvénile des plantes du sorgho (réalisée au terrain). Les résultats obtenus seront brièvement rappelés puis discutés. Nous analyserons successivement les effets du stress salin sur chaque paramètre étudié.

1. Partie laboratoire

Suite aux travaux effectués au sein du laboratoire de Zoologie, plusieurs paramètres ont été étudiés pour estimer la diversité probable entre les différentes accessions et leurs tolérances vis-à-vis la salinité, citant :

1.1. Paramètre de germination (faculté germinative)

L'analyse statistique du paramètre taux de germination a révélée une différence très hautement significative entre les accessions étudiées. Le test tukey nous a montré l'existence de 4 groupes homogènes chevauchants.

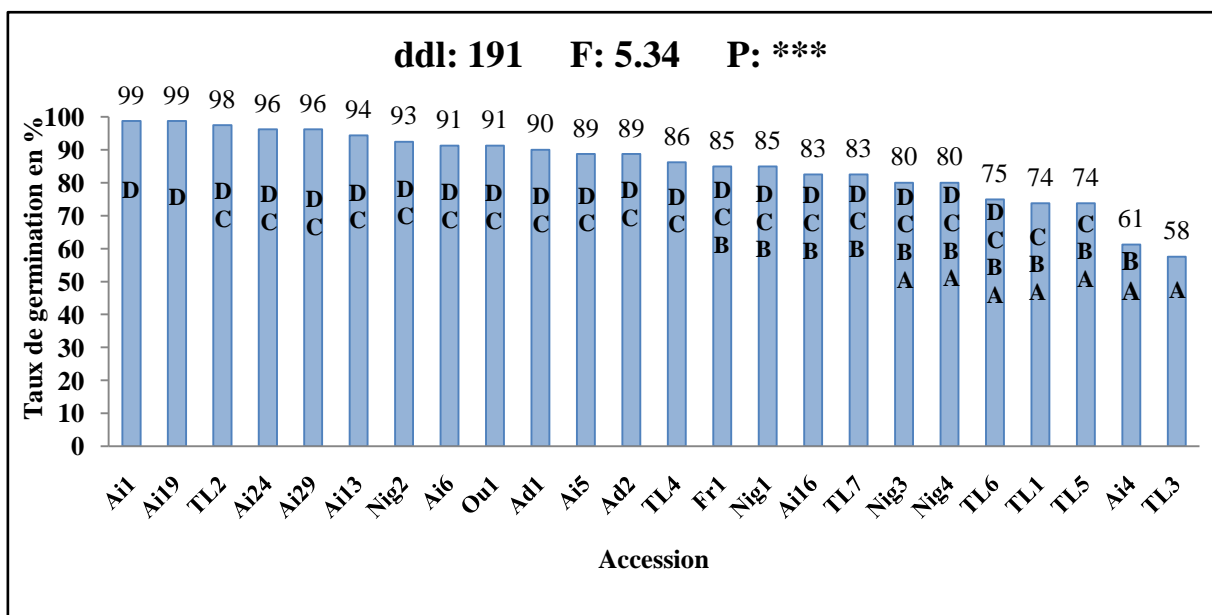


Figure 11: Taux de germination des différentes accessions étudiées.

Il apparait de l'analyse de l'histogramme que les populations Ai1 et Ai19 ont présenté statistiquement les meilleurs résultats comparativement aux autres accessions, elles appartiennent au même groupe homogène (D) avec un taux d'environ 99%. Les populations TL2, Ai24, Ai29, Ai13, Nig2, Ou1, Ai6, Ad1, Ai5, Ad2 et TL4 constituent la classe

Résultats et discussion

homogène (CD) suivante avec un taux entre 97 à 86%. La population TL3 a montré la faculté germinative la plus faible avec 57%.

L'analyse statistique du facteur salinité n'a pas montrée une différence significative, donc l'effet de sel sur le taux de germination n'a pas été affecté par les deux concentrations du sel (50mM et 150mM) utilisés (Annexe 3). Weimberg et Francois (1984) rapportent la tolérance des grains de sorgho aux sels durant la germination.

Tableau 8 : Taux de germination en %.

Accession	0mM	50mM	150mM	Accession	0mM	50mM	150mM
Ai1	100	97	100	Ad1	90	90	90
Ai5	100	77	93	Fr1	90	80	87
Ai19	100	100	97	Ou1	90	87	97
Nig2	100	93	87	TL7	90	63	97
TL2	100	97	97	Ai6	85	93	93
Ai13	100	91,66	93,2	TL4	85	83	90
Ai16	95	67	90	Nig3	80	83	77
Ai24	95	100	93	Nig4	80	70	90
Ai29	95	93	100	TL5	78	67	78
Ad2	95	83	90	TL1	65	83	70
Nig1	95	77	87	TL3	60	40	73
TL6	95	83	53	Ai4	55	70	57

Selon le tableau ci-dessus, les accessions Ai1, Ai19, Nig2, TL2, Ai13, Ai24, Ai29, Ad1, Ou1 et Ai6 ont données les taux les plus élevés avec plus de 85% pour les traitements de salinités appliqués, ce qui explique une faculté germinative élevée, alors que Ai4 et TL3 et TL1 n'ont enregistré que de faibles taux de germination.

Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par d'autres chercheurs en citent les travaux de Maas (1996) qui signale la tolérance de la plupart des cultures à la salinité durant la germination, mais elles sont plus ou moins sensibles durant la croissance. La tolérance durant la germination est une réponse directe de l'embryon à ses conditions nutritionnelles. Elle est directement liée à une sélectivité efficace du plasmalemme à l'égard de l'ion sodium. Cette sélection au stade

embryonnaire est associée à une accumulation de calcium par la graine lors de la phase de maturation (Groome et *al.*, 1991).

Quant aux paramètres de croissance, l'analyse de la variance (Annexe 4) montre que la variance des facteurs étudiés, accession, salinité et l'interaction accession/salinité à l'égard des paramètres de croissance, était très hautement significative.

1.2. Hauteur du coléoptile

Le taux de germination au laboratoire a été estimé après l'application des traitements salins de l'étude. L'analyse de la variance, du paramètre hauteur du coléoptile, a révélée une différence très hautement significative entre les accessions étudiées. Le test tukey a montré l'existence de 2 groupes homogènes chevauchants pour le témoin, 6 groupes homogènes chevauchants pour le traitement 50 mM et 4 groupes homogènes chevauchants pour le traitement 150 mM.

Le témoin (0mM) a enregistré les hauteurs les plus élevées, la variété hybride Fr1 a donnée 10.24cm (groupe homogène B), en revanche la variété TL3 a montré la valeur la plus faible avec 2.38cm (groupe homogène A), les autres populations ont données des valeurs intermédiaires entre 7.48 et 3.38cm d'hauteur.

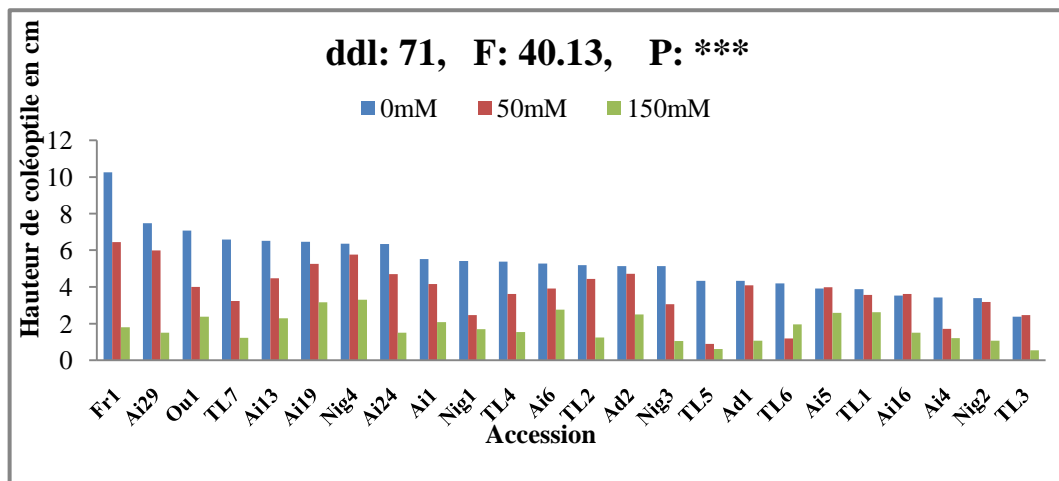


Figure 12: Hauteur du coléoptile sous différentes concentrations de sels.

La concentration 50mM a influencée négativement sur la hauteur du coléoptile chez la majorité des accessions sauf pour Ai5, TL3 et Ai16, la variété Fr1 reste en première position avec 6.44cm (groupe homogène F), suivie par Ai29, Nig4 et Ai19 qui ont données environ 5cm d'hauteur (groupes homogènes EF, DEF, DEF), les populations TL5, TL6 et Ai4 ont montrées les valeurs les plus faibles avec moins de 2cm (groupes homogènes A, A et AB

respectivement), les autres populations ont données des hauteurs intermédiaires entre 2.15 et 4.71cm.

La concentration 150mM a aussi influencée négativement sur la hauteur du coléoptile chez la majorité des accessions mais cette fois ci avec des réductions importantes. Les variétés Nig4, Ai19 avec des hauteurs entre 3.29 et 3.16cm (groupe homogène D) suivies par les variétés Ai6, TL1, Ai5 et Ad2 qui ont données des hauteurs entre 2.5 et 2.75cm (groupe CD), alors que les hauteurs les plus basses ont été enregistré chez les accessions TL3 et TL5 avec 0.53 et 0.61cm (groupes A et AB), les autre population ont données des hauteurs intermédiaires entre 1.04 et 2.38cm.

D'après les résultats obtenus, il est devenu claire l'existence d'un effet de sels sur les différentes accessions, cette influence s'accroît d'une concentration à l'autre. Il est souhaitable d'approfondir l'interprétation par des rapports entre les différentes concentrations par la suite.

1.3. Longueur radiculaire

L'analyse de la variance, du paramètre longueur radiculaire, a révélée une différence très hautement significative entre les accessions étudiées. Le test tukey a montré l'existence de 2 groupes homogènes chevauchants pour le témoin, 6 groupes homogènes chevauchants pour le traitement 50 mM et 4 groupes homogènes chevauchants pour le traitement 150 mM.

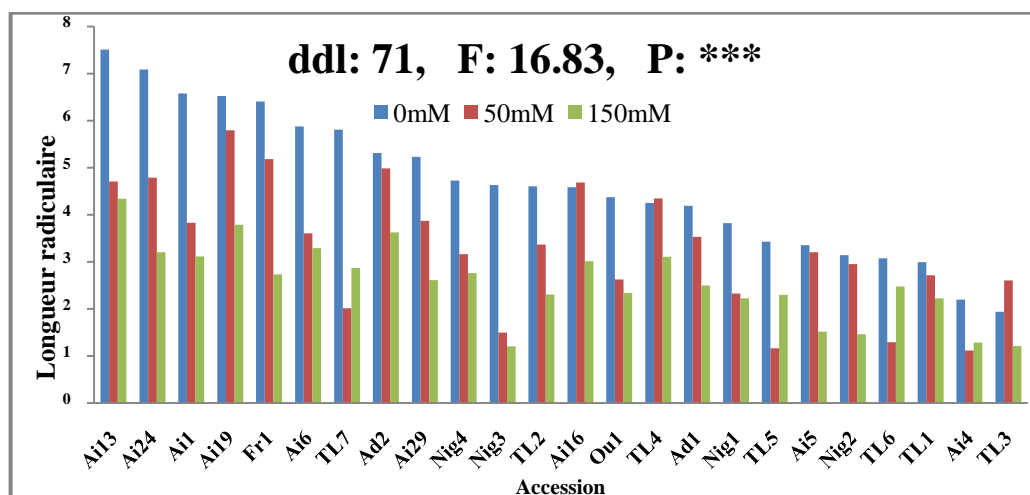


Figure 13 : Longueur radiculaire sous différentes concentrations de sel.

En absence du sel, la population Ai13 a montrée la longueur radiculaire la plus élevée avec 7.51cm (groupe B), en revanche la population TL3 a donnée la longueur la plus courte

avec 1.94cm (groupe A), les autres populations ont données des longueurs intermédiaires variant de 2 à 7 cm (groupe AB).

A 50mM, les accessions Ai19 et Fr1 ont données les longueurs les plus élevées avec respectivement 5.79 et 5.18cm (groupes E et DE), les populations Ai4, TL5 et TL6 ont montrées les longueurs les plus faibles avec moins de 1.29cm (groupe A), les autres populations ont montrées des longueurs intermédiaires entre 1.5 et 5cm environ.

A 150mM, la population Ai13 reste en premier rang avec 4.34cm (groupe D), suivie par Ai19, Ad2, Ai6, Ai24, Ai1 et TL4 avec respectivement 3.10, 3.11, 3.20, 3.29, 3.62 et 3.79cm (groupe CD), les populations Nig3, TL3 et Ai4 ont données des longueurs inférieure à 1.28cm. Il est signalé que les populations Ai4, TL5, TL6 et TL7 ont données des longueurs élevées à 150mM en comparaison avec la concentration 50mM.

Nos résultats montrent un effet dépressif du sel sur les hauteurs de coléoptile et de radicule, des travaux similaires de Benderradji (2013) et Katerji (2006) sur le blé tendre confirment ces résultats.

Solen Benmahioul (2009), la diminution de la croissance est le résultat d'une baisse de la division cellulaire lors d'un stress abiotiques (stress salin ou hydrique). La sensibilité des paramètres de croissance à la salinité varie en fonction du niveau de la salinité et du génotype.

Il ressort de l'analyse de ces données que l'effet de sels n'est pas identique pour toutes les accessions, certains ont montrées une réduction de la croissance beaucoup moins faible que d'autres. Cependant des pourcentages de réduction de la hauteur du coléoptile pourrai être utiles pour estimer la tolérance ou la sensibilité des accessions vis-à-vis la salinité.

1.4. Pourcentage de réduction du coléoptile et de la radicule

- **à 50mM** : Le pourcentage de réduction est un rapport entre la hauteur du coléoptile, ou la longueur radriculaire, chez le témoin et le traitement 50mM.

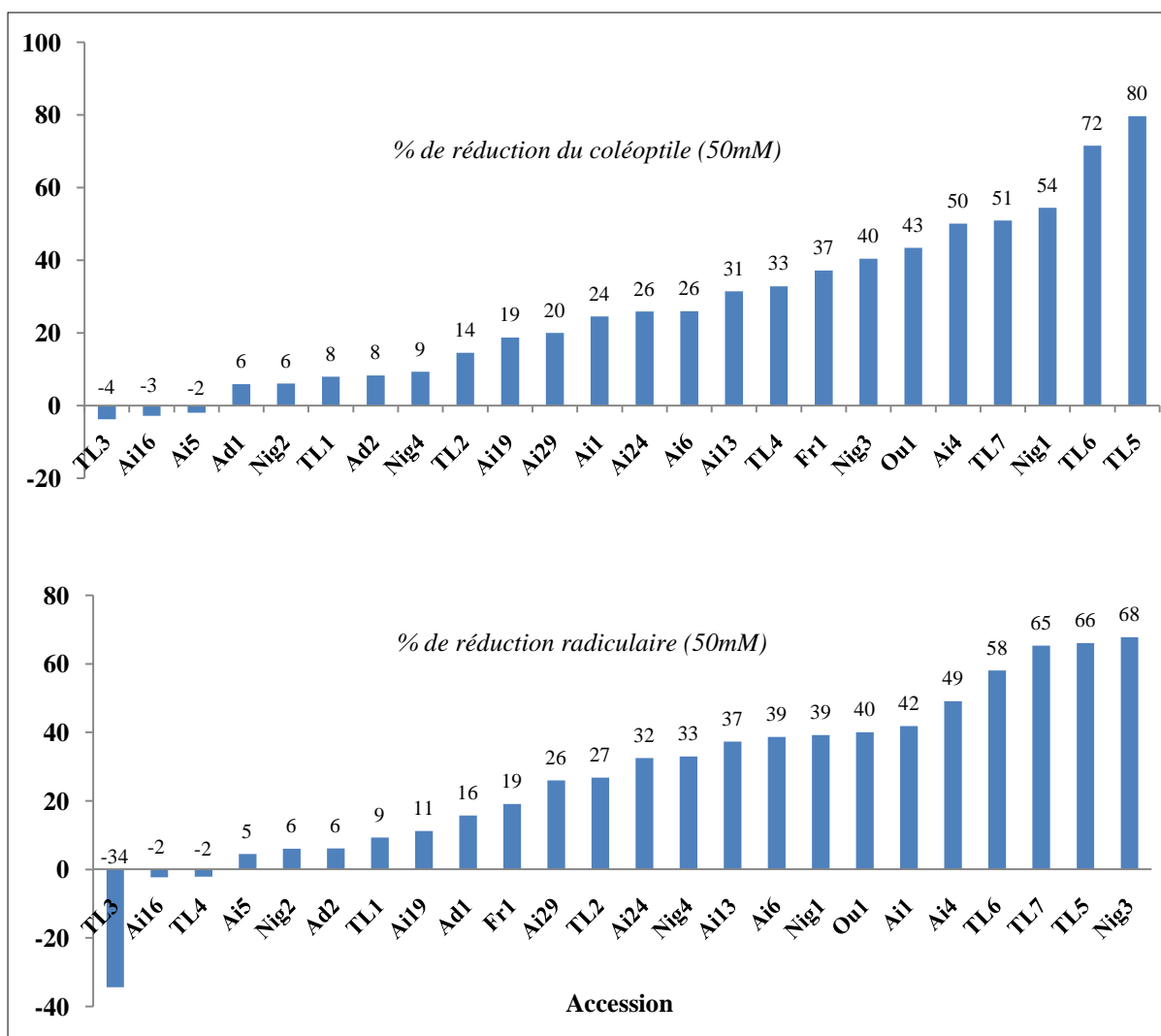


Figure 14 : Pourcentage de réduction de la hauteur du coléoptile et la longueur racinaire à 50mM par rapport au témoin.

Les deux populations TL3 et Ai16 ont montrées une augmentation de la hauteur du coléoptile (-4% et -3% respectivement) et de la longueur racinaire (-34 et -2%). La population Ai5 a montrée un pourcentage de réduction faiblement négative du coléoptile et faiblement positif de la racicelle (-2 et +5% respectivement). Ces valeurs négatives, de la hauteur et la longueur, expliquent probablement une adaptation suite à l'application d'un traitement salin (Yildirim et Guvenc., 2006)).

La population TL4 a montrée une faible augmentation de la racicelle 2% et une réduction de 33% de la hauteur du coléoptile, la population Ai5 a montrée une augmentation du coléoptile par 2% et une réduction racinaire de 5%, les accessions TL5, TL6, TL7, Ai4, Nig1 et Nig3 ont montrées les pourcentages les plus élevés avec plus de 40% par rapport au témoin, alors que Ad1, Nig2, TL1, Ad2, TL2, Ai19 et Ai29 ont données les pourcentages les

plus faibles avec environ 6 à 27%. Cependant Nig4, Ai1, Ai24, Ai6 et Fr1 ont montrées un pourcentage de réduction inférieure à 26 % pour la hauteur du coléoptile et entre 30 à 49% pour longueur radiculaire, les deux populations Ou1 et Ai13 ont montrées un pourcentage de réduction intermédiaires d'environ 40%.

- à 150mM : Le rapport entre la hauteur du coléoptile et la longueur radiculaire a été plus important en comparaison avec le traitement 50mM, et ce pour la majorité des accessions, d'autant plus pour le témoin Fr1 qui a présenté une sensibilité élevée aux sels. Cette dernière concerne aussi les populations TL5, Ai24 et TL7.

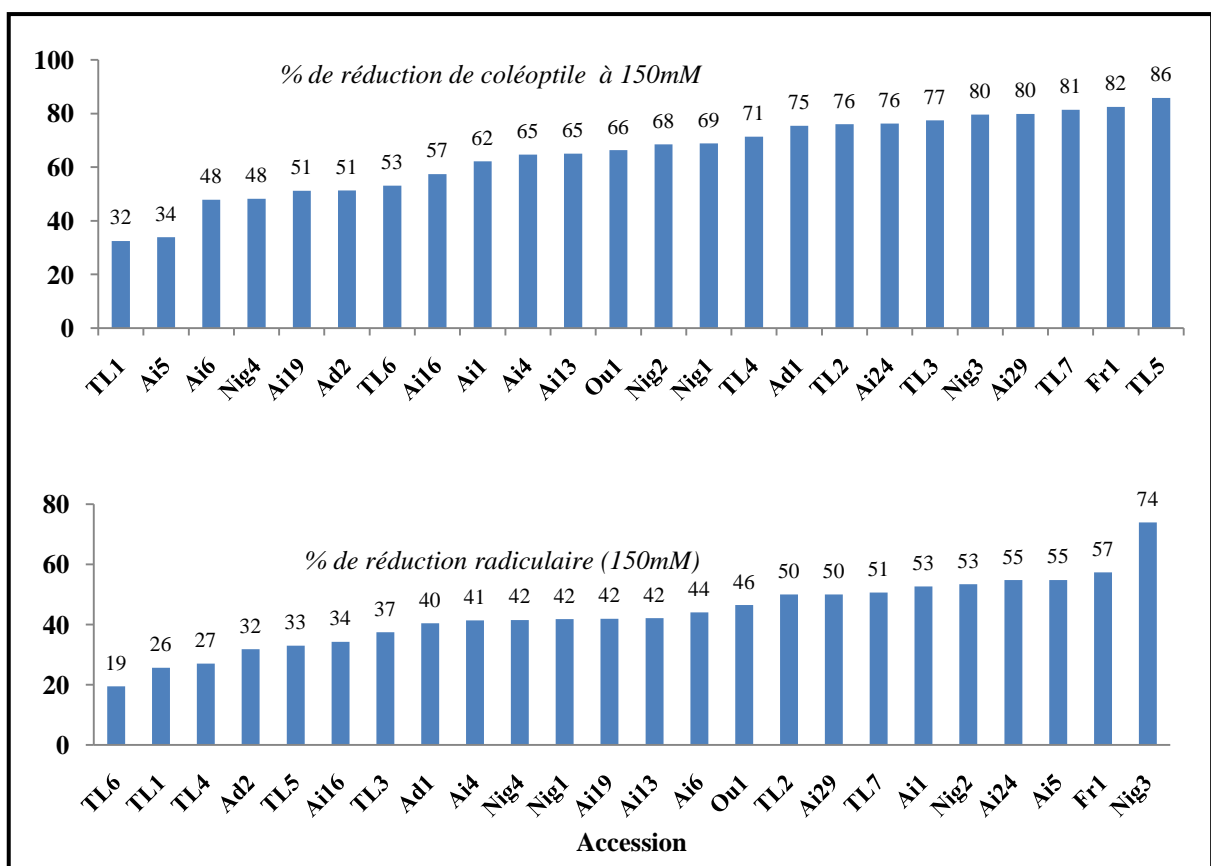


Figure 15: Pourcentage de réduction de la hauteur du coléoptile et la longueur radiculaire à 150mM par rapport au témoin.

Les populations TL1, TL6, Ad2 et Ai6 ont montrées un pourcentage de réduction faible. Des résultats similaires ont été enregistrés par Yildirim et Guvenc (2006), qui soulignent la différence due aux variations génotypiques qui sont exprimées à cause d'un stress salin. Certains gènes ne peuvent être induits et exprimés qu'en conditions de stress salin, c'est la capacité d'ajustement osmotique qui permet de continuer la croissance (Murillo-Amador et al., 2002 ; Misra et Dwivedi, 2004).

A 150mM la réduction enregistrée chez le coléoptile est plus importante que chez la longueur radiculaire, et ce pour toutes les accessions. La croissance foliaire chez le sorgho est généralement plus affectée par les sels que pour la croissance racinaire (Weimberg et *al.*, 1984). L'émergence de la radicule pendant la germination serait contrôlée par l'osmolarité du milieu alors que la croissance ultérieure de la plantule serait limitée par la mobilisation et le transport des réserves vers l'axe embryonnaire (Gomes, 1993).

1.5. Rapport partie racinaire/partie aérienne

L'effet du stress salin observés chez les 24 populations avec une variabilité de réponses chez les accessions vis-à-vis cette contrainte nous a inspiré à calculer le rapport partie racinaire sur partie aérienne pour estimer le changement phénotypique. La réponse varie en fonction de la population et la dose de sels.

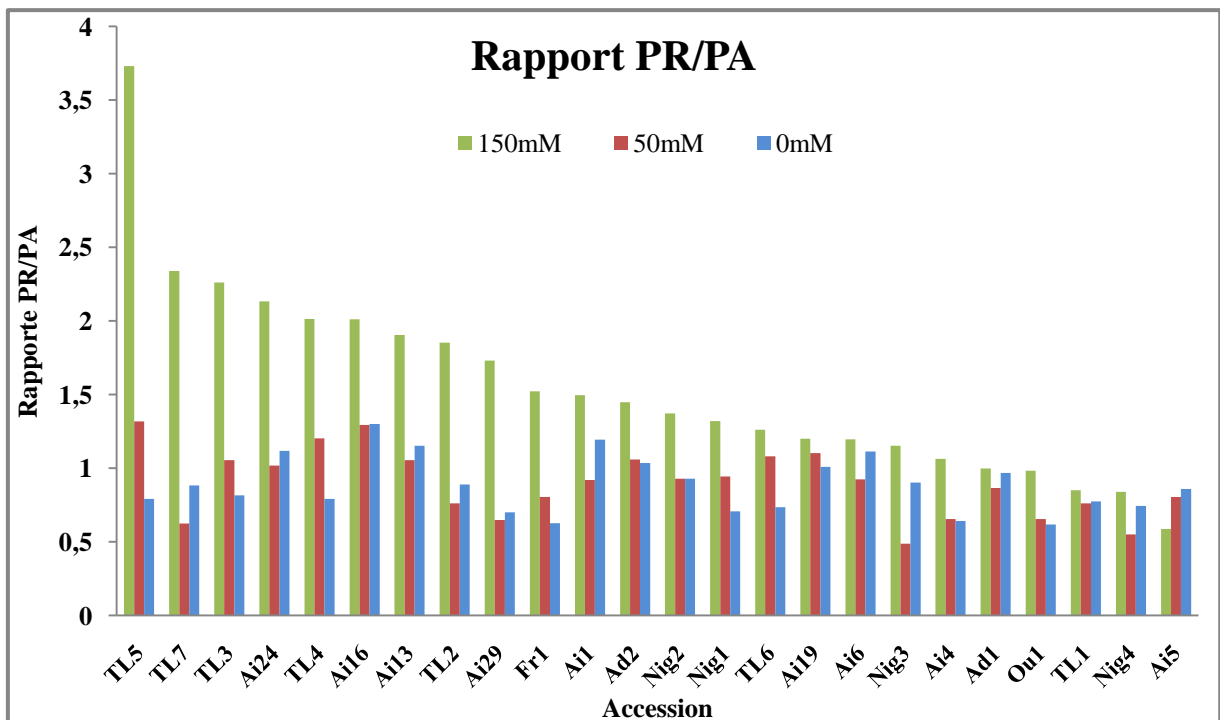


Figure 16: Rapport PR/PA sous différentes concentrations de sels.

L'histogramme ci-dessus nous a montré une augmentation des rapports avec la salinité chez les accessions TL5, TL3, TL4, Fr1, Ad2, Nig1, Ai19, TL6 et Ou1, et l'inverse chez la population Ai5, alors que les autres accessions montrent la diminution des rapports en 50mM mais une augmentation importante à 150mM. La salinité augmente le rapport PR/PA, en effet, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement importante sous une forte contrainte saline (Bayuelo, 2002). L'augmentation du rapport PR/PA semble être associée à une augmentation de la tolérance au sel.

Keifer (1997) suggère que, sous contrainte saline, la plante dépense plus d'énergie photosynthétique pour maintenir un statut hydrique élevé et pour la production de racines pour la recherche d'eau et/ou la réduction de la perte d'eau. Dans ces conditions, il semble que l'arrêt de la croissance foliaire soit déclenché par des signaux hormonaux (Shannonet *al.*, 1986 ; Munns, 2002) et qu'une part importante de la photosynthèse soit alors spécifique à la croissance racinaire. C'est l'une des réponses anatomiques clefs aux stress osmotiques chez de nombreuses espèces, dont le caractère adaptatif apparaît évident puisqu'une augmentation du rapport PR/PA maximise la surface d'absorption de l'eau en diminuant la surface d'évaporation (Munns, 2002).

Selon Van Hees (1997), le développement de la partie racinaire est considéré par plusieurs auteurs comme un critère de résistance à la salinité et/ou à la sécheresse.

D'autre part, les accessions qui ont présentées une certaine stabilité entre la partie aérienne et racinaire peuvent aussi évaluer comme tolérante à la salinité car la croissance normale même en présence du sel n'a pas été affectée.

Par conséquent, la paire contrastante concerne beaucoup plus les accessions TL5, Ai24, Ai4, TL7, Ai1 d'origine Ain Salah et surtout Fr1 comme accessions sensibles pour 150 mM de sels, d'une part, et d'autre part les populations Ad1, Ad2, Ai19, TL1 d'originaire et présentent une certaine tolérance aux sels.

En effet, plusieurs auteurs ont constatés que les différences de tolérance à la salinité existent, pas seulement entre les différentes espèces, mais également à l'intérieur de l'espèce, entre les cultivars et populations (Grouzis *et al.*, 1976 ; Alonso *et al.*, 1999 ; Murillo-Amador *et al.*, 2002 ; Raccuia *et al.*, 2004 ; Salvatore *et al.*, 2004 ; Ye *et al.*, 2005).

2. Partie terrain

2.1. Paramètres étudiés

2.1.1. Hauteur finale de la tige

L'analyse de la variance montre que la variance des facteurs étudiés, accession, salinité et l'interaction accession/salinité à l'égard de paramètre hauteur finale de la tige était très hautement significative.

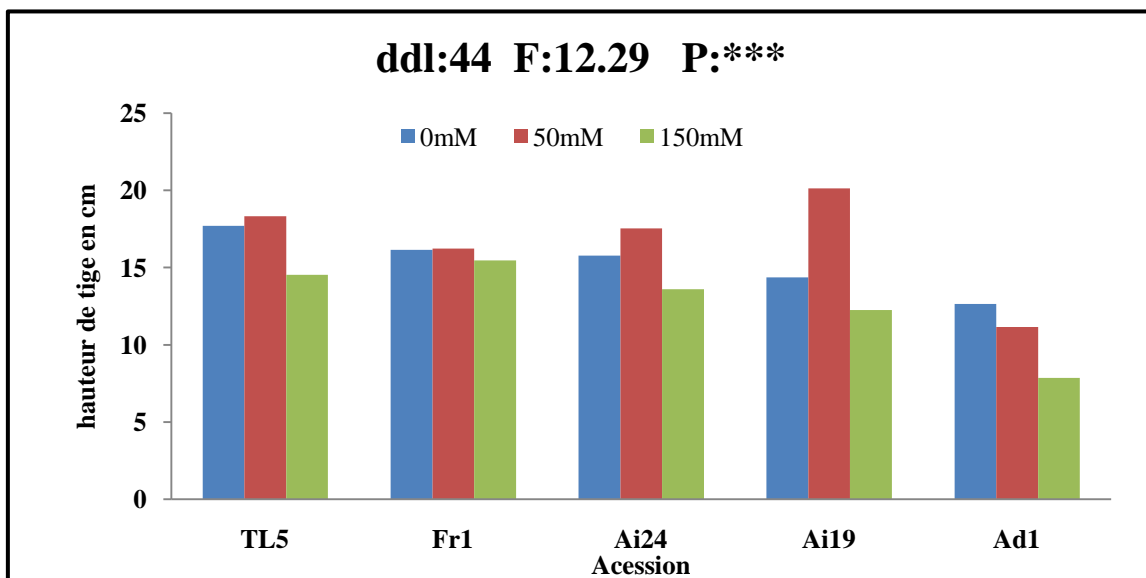


Figure 17: Hauteur finale des plantules sous différentes concentrations de sels.

- à **50mM**: la salinité a influencée négativement sur la hauteur de végétation de la population Ad1, Selon Katerji (2006), la hauteur de la végétation est un paramètre indicateur de l'effet inhibiteur du sel sur la croissance des plantes. Cette réduction de la croissance aérienne observée peut s'expliquer par des perturbations des taux de certains régulateurs de croissance, notamment l'acide abscissique et les cytokinines induites par le sel (Termaat et *al.*, 1985 ; Kuiper et *al.*, 1990), alors que les accessions TL5, Fr1, Ai24 et Ai19 ont montré une augmentation de la hauteur par rapport au témoin, ce résultat est confirmé par les travaux de Patale et Pandey (2007) qui indiquent une stimulation de la croissance en milieu salin de quelque espèces, cependant la concentration élevée de sel ont diminué la hauteur de tous les accession.

2.1.3. Rapport partie racinaire/partie aérienne

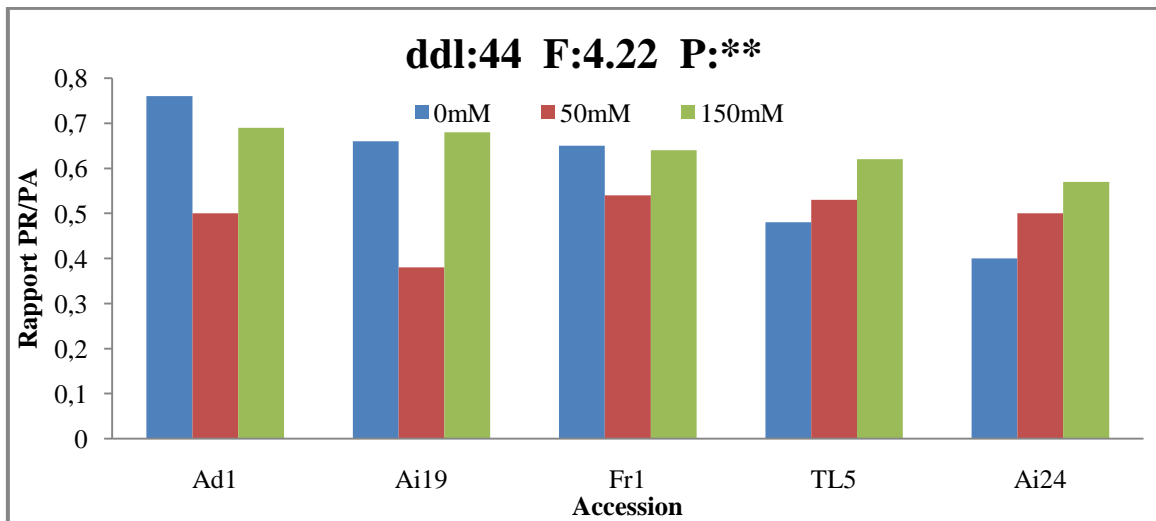


Figure 18: Rapport PR/PA sous différentes concentrations de sels.

L'analyse de la variance montre que la variance des facteurs étudiés, salinité et l'interaction accession/salinité à l'égard de paramètre rapport partie racinaire/partie aérienne était significative.

- à **50mM**: Les accessions Ad1, Ai19 et Fr1 ont montré une diminution de rapporte en présence de sel par rapporte au témoin, cependant Les variétés TL5 et Ai24 enregistré une augmentation de rapporte.

- à **150mM** les accessions Ad1 et Fr ont montré une diminution de rapporte en présence de sel par rapporte au témoin, les populations Ai19, TL5 et Ai24 ont donné des rapports plus élevé par rapporte au témoin.

Selon Bayuelo, (2003) La salinité augmente le rapport PR/PA en effet, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement importante sous une forte contrainte saline. Cette denrée semble être associée à une augmentation de la tolérance au sel.

2.1. Poids frais de la tige

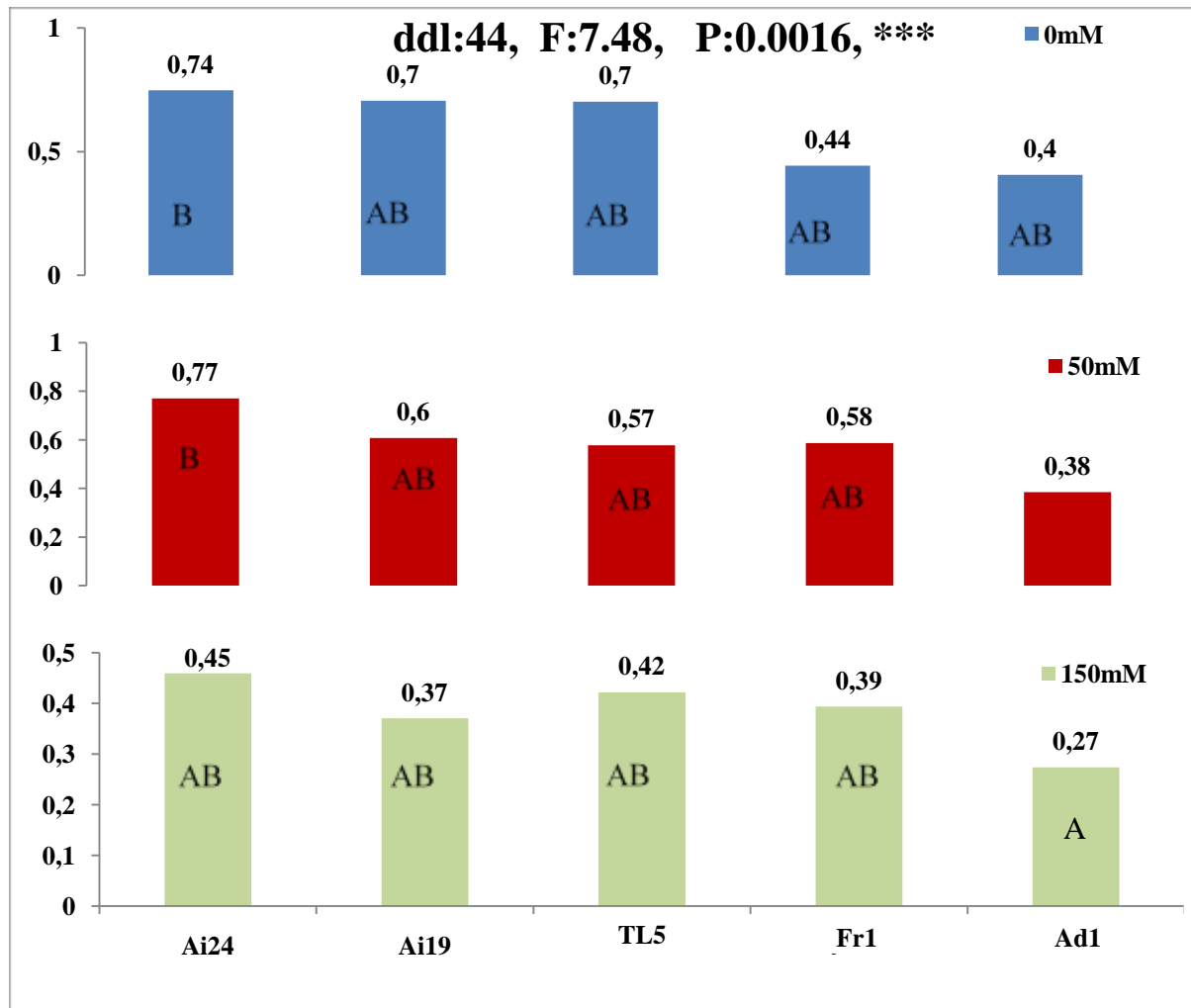


Figure 19: Poids frais de la tige sous différentes concentrations de sels.

L'analyse de la variance a révélée des effets très hautement significative, le Teste de Tukey a donné deux groupes homogènes chevauchant. On absence de sel, la variété Ai24 donne le poids la plus élevée que les autres génotypes, dans les trois traitements, alors que la variété Ad01 enregistré la plus faible valeur .les population TL5, Ai19 et Fr1ont donnés des valeurs intermédiaire.

La littérature rapportent que le stress salin induit une réduction considérable de poids frais (Kurban *et al.*, 1999 ; Mehari *et al.*, 2005 ; Silva *et al.*, 2008).

2.3. Poids sec de tige

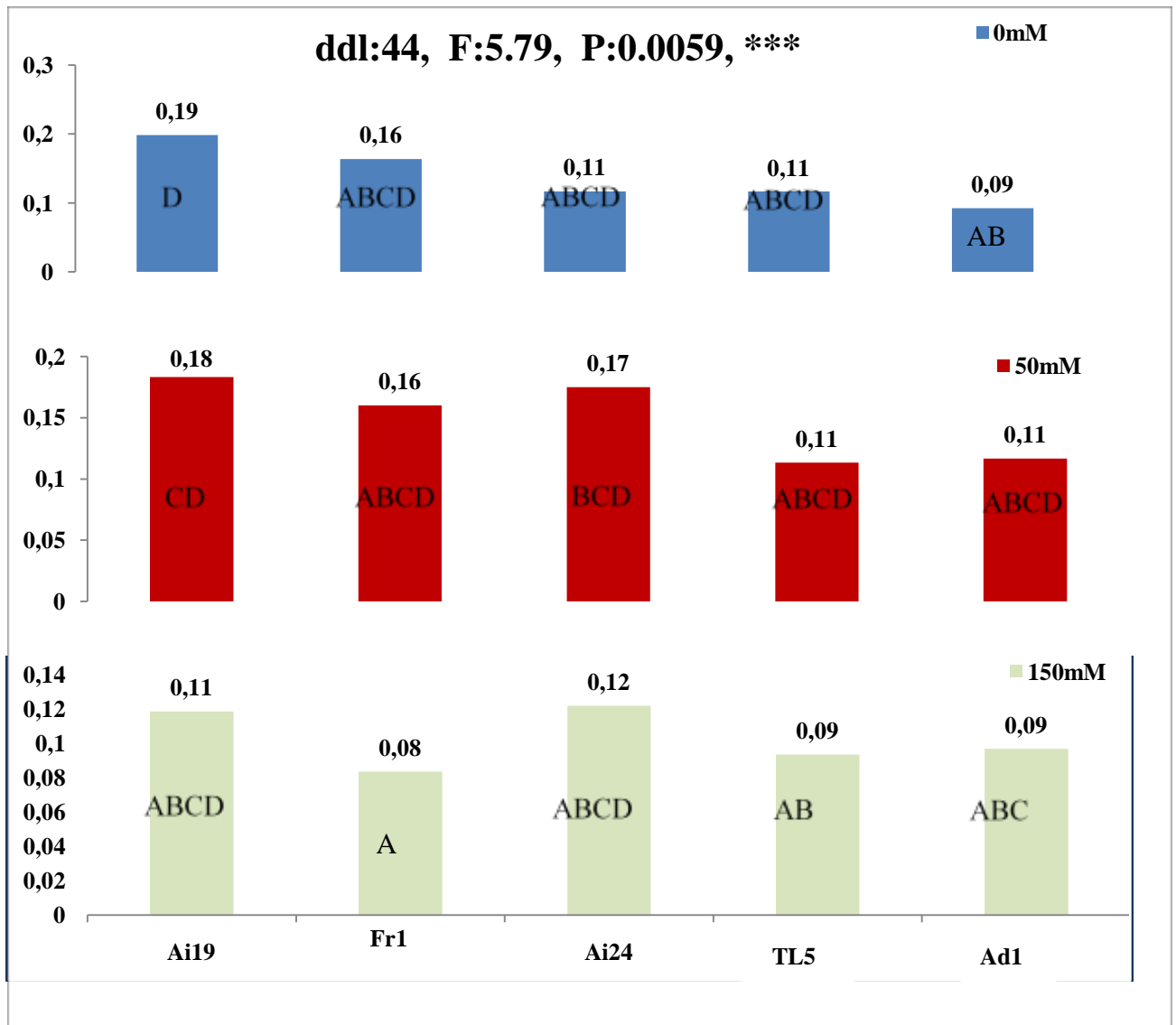


Figure 20: Poids sec de tige sous différentes concentrations de sels.

L'analyse de la variance a révélé des effets très hautement significative, le teste de Tukey donné quatre groupes homogènes chevauchant. La variété Ai19 montre la meilleur valeur en absence de sel mais ils et diminué avec l'augmentation de salinité. Alor que Ad1 donne une faible valeur au témoin et au 150mM avec 0.09g mais enregistré une augmentation à 50mM (0.11g), la variété Ai24 donne les valeurs plus élevée à 50mM que 0 et 150mM, pour les variétés TL5 et Fr1 montre des valeurs intermédiaires au trois traitement, et la concentration 50 n'effectuée pas un effet clair à l'inverse de la concentration 150 qui diminué le poids, en signale que la variété Fr1 donne la plus faible valeur à 150mM, alors que Ai24 montre la poids la plus élevé a la même concentration suivie par Ai19, TL5 et Ad1 avec respectivement. Selon Haddioui et Baaziz (2006), les concentrations élevé de sel réduite le

Résultats et discussion

poids frais des plantules, cependant le poids sec reste insensible ce qui similaire avec nous résulta pour les variétés Ai24 et Ad1.

2.2. Les corrélations

Tableau 09 : Corrélation entre les paramètres étudiés

	PFt 1	PFt 2	PSt 1	PSt 2	MS tige1	MS tige2	PFr 1	PFr 2	PSr 1	PSr 2	MSr 1	MSr 2	HV 1
PFt 2	0,37												
PSt 1	0,21	-0,08											
PSt 2	0,18	0,73	-0,13										
MS tige1	-0,73	-0,41	0,37	-0,30									
MS tige2	-0,59	-0,61	0,09	-0,62	0,74								
PFr 1	0,49	0,31	-0,33	0,26	-0,61	-0,39							
PFr 2	0,35	0,56	-0,39	0,42	-0,57	-0,55	0,38						
PSr 1	0,23	-0,03	-0,03	0,00	-0,25	-0,04	0,47	-0,15					
PSr 2	0,20	0,31	-0,24	0,37	-0,30	-0,34	0,08	0,58	-0,20				
MSr 1	-0,12	-0,22	0,15	-0,17	0,16	0,24	-0,24	-0,43	0,71	-0,24			
MSr 2	-0,26	-0,25	0,12	-0,04	0,36	0,24	-0,29	-0,46	-0,04	0,38	0,17		
HV 1	0,63	0,35	0,42	0,19	-0,27	-0,32	0,07	0,05	0,16	0,03	0,12	-0,08	
HR 1	0,04	0,16	-0,12	0,00	-0,06	-0,03	0,22	0,04	0,03	-0,10	0,00	-0,12	0,22

Conclusion

Les programmes actuels d'amélioration sont basés sur la diversité des cultures qui est la clé de la production durable. L'évaluation des ressources génétiques disponibles est nécessaire pour l'exploitation efficace des céréales (Zubair *et al.*, 2007; Singh *et al.*, 2015).

La caractérisation morphologique est une étape essentielle dans l'évaluation de la diversité de la tolérance au sel pour le sorgho (Van Hees, 1997). Pour cela nous avons réalisé une étude basée sur l'application d'une contrainte saline à la germination et à la croissance, ce qui a montré un niveau élevé de diversité phénotypiques chez les accessions étudiées.

Nous accessions tolèrent la salinité au mieux durant la germination en comparaison avec les stades ultérieurs de croissance. Le sel affecte la hauteur du coléoptile, la longueur racinaire, le poids frais et le poids sec, ce qui entraîne la diminution du rendement. Des résultats similaires ont été trouvés par El Hendawy (2005) et Saqib *et al.* (2012).

Certaines accessions montrent une tolérance au sel, tels que Ad1, Ad2, Ai19 et TL1 originaire d'Adrar et Aïn Salah, des travaux similaires obtenus sur l'Orge (Munns *et al.*, 2002), sur la Tomate (Foolad *et al.*, 1998), sur l'Haricot (Bayuelo-Jimenez *et al.*, 2002) et sur le Riz (Zeng *et al.*, 2002), ceci est due probablement à l'acquisition de cette tolérance suite à l'adaptation avec des conditions climatiques parfois très difficiles, le cas du sud algérien où le facteur salinité est aussi très fréquent.

Les populations TL5, Ai24, Ai4, TL7, Ai1 originaire d'Aïn Salah, et la variété hybride Fr1, ont montrées une sensibilité vis-à-vis la salinité. La variété hybride Fr1 a montrée la meilleure performance en absence du sel mais elle est la plus affectée par la salinité, à l'inverse de la population Ai19 qui a montrée de performances moyennes en absence du sel mais des performances élevées en présence d'un stress salin. Ainsi, la population TL5 a montrée une certaine adaptation par la forte maintenance du système racinaire et la réduction de la surface aérienne.

Les deux accessions Fr1 et TL5 peuvent être exploitées dans des programmes de croisement pour améliorer et rendre nos ressources tolérantes généralement plus productives.

Ces résultats laissent supposer l'existence d'une variabilité génétique plus large en Algérie pour le sorgho. L'étude d'effet de la salinité sur d'autres populations provenant d'autres régions de l'Algérie permettra de mieux évaluer la tolérance de cette culture à la salinité et de les intégrer dans les programmes d'amélioration de cette espèce.

Il est à signaler qu'il faut approfondir les travaux dans ce sens, et de développer d'autres approches moléculaires pour bien comprendre la manifestation de ces gènes de tolérance.

Une bonne connaissance du comportement du sorgho et de ses mécanismes d'adaptation même en conditions difficiles pourra exploiter cette culture dans l'Ouest algérien caractérisé par des sols salins et parfois par des eaux d'irrigations saumâtres et salines, et pourquoi pas de formuler un programme d'élevage efficaces, ainsi de réduire les importations (des semences, des fourrages et des concentrées pour alimenter notre cheptel bovin surtout, du lait, ... etc.).

Références
bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abdelly C., 2005** : Utilisation des halophytes pour la réhabilitation et la valorisation des sols salins. Séminaire international sur l'amélioration des productions végétales (APV 2005) –LRGB-INA-Alger. 123-126.
2. **Alonso S. I., Guma I. R., & Clausen A. M., 1999** : Variability for salt tolerance during germination in *Lolium multiflorum* Lam. naturalized in the pampean grasslands. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **46**, 87–94.
3. **Ashraf M., 1989** : The effect of NaCl on water relations, chlorophyll, and protein and proline contents of two cultivars of blackgram (*Vigna mungo* L.). *Plant and Soil*, **119**, 205-210.
4. **Ayers r. S., Westcot D. W., 1985** : Water quality for agriculture. FAO, Rome, 174.
5. **Badraoui M., 1998** : Variation de la qualité des sols Rev : Etude et Gestion des sols. **5,4**, 277-234.
6. **Ballesteros E., Blumwal E., Donaire J.P. & Belver A., 1997** : Na⁺/H⁺ antiport activity in tonoplast vesicles isolated from sunflower roots induced by NaCl stress. *Physiologia Plantarum*. **99**, 328-334.
7. **Bayuelo-Jiménez J. S., Debouk D. G. & Lynch J. P., 2003** : Growth, gaz exchange, water relations, and ions composition of *Phaseolus* species grown under saline conditions. *Field Crop Research*, **80**, 207-222.
8. **Ben Derradji L. Bouzerzour H., Kellou1 K., Ykhlef N., Brini F., Masmoudi K & Djekoun A., 2013** : Etude des mecanismes de tolerance a la salinite chez deux varietes, de ble tendre (*Triticum aestivum* L.) SOUMISES A UN STRESS SALIN. *Sciences & Technologie C – N°32* décembre (2010), 23-30.
9. **Ben Hebireche N., 2011** : Effet du stress salin sur l'accumulation de la chlorophylle chez le blé dur, p9. (Mémoire étude de l'effet du stress salin sur la germination de blé dur (*Triticum durum*)).
10. **Ben Mansours et Beddiar S., 2011** : Etude de la variabilité intra spécifique de la tolérance aux stress salin du blé dur (*Triticum durum*) du stade germination. 13-14.
11. **Ben Mahioul B., Daguin F., & Kaid-Harche M., 2009** : Effet du stress salin sur la germination et la croissance *in vitro* du pistachier (*Pistacia vera* L.) C.R. Biologies **332**, 752-758.
12. **Bernstein L., 1974**: Salt tolerance of plants US department of agriculture. Informatio.Bulletin 283.
13. **Botella M.A., Marinez V., Pardines J., & Cerda A., 1997** : Salinity induced Potassium deficiency in maize plants. *Journal of Plant Physiology* **150**, 200-205.
14. **Chantereau J., 1994** : La taxonomie du sorgho. In : Acte de l'atelier de formation sur les variétés locales de sorgho, 10-14 octobre, Bamako/Mali : 17-27.
15. **Clerget B., 2004** : Le rôle du photopériodisme dans l'élaboration du rendement de trois variétés de sorgho cultivées en Afrique de l'Ouest. Thèse de doctorat de l'INA-PG, PARIS/France. 192.
16. **Daoud Y., et Halitim A., 1994** : Irrigation et salinisation au Sahara Algérien, Sécheresse **5**, 151-160.
17. **Debez A., Chaibi W., & Bouzide S., 2001** : Effet du NaCl et de régulations de recherche francophones/Agri culture **1**, 135-138.
18. **Dehaynin N., 2007** : Utilisation du sorgho en alimentation animale.These, Univ Claude-Bernard. Lyon. France.18.
19. **Dergaoui G.F., 1999** : Etude agronomique et génétique de la tolérance à la salinité de quatre variétés de tomate (*Lycopersicumeusculentum* Mill) et leurs hybrides. Thèse magister .INA. Alger. 140.
20. **Djekon., 1996 (BOUATROUS Y, 2013)** : Effet du stress salin et l'haploïdisation chez le blé dur (*Triticum durum*Desf).

Références bibliographiques

21. **Doggett H., 1965:** Strigahermonthica on sorghum in East Africa. J. Agric. Sci **65**, 183 -194.
22. **Doggett H., 1988:** The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa. Longman Scientific Technical **5**, 31-38.
23. **EL Hansali M., Harzallah H., Zid E. & Chalbi N., 1993 :** Etude comparative de trois lignées de piment (*Capsicum annum L.*) et des haploïdes doublés issus de leur croisement. La tolérance au stress salin. In : Le progrès génétique passe-t-il par le repérage et l'inventaire des gènes. Demarly Y., Chly ah H. (eds.), Paris, AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext. 249-259.
24. **F.A.O., 2005:** Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils. Rome, Italy : FAO Land and plant nutrition management service. (<http://www.fao.org/ag/agl/agll/spush>).
25. **F.A.O., 1974:** Definitions of soils units for the soil map of the world. Bull. **33**, 72.
26. **F.A.O., 1991 :** Annuaire de la production 1990. **44**. Série statistique de la FAO n° 99. Rome.
27. **Gale J., 1972 :** Changes in water balance and photosynthesis of onion, bean and cotton plants under saline conditions. *Plants physiol* **20**, 408-420.
28. **Ghassemi F., Jkeman A.J., & Nix H.A., 1995:** Salinisation of land and water Resources. Human causes, Extent, Management and case studies. Centre for resource and environmental Studies. The Australian National University. Canberra ACT 0200 Australia. 544.
29. **Gomes F.E., Prisco J.T., Campos F.A.P., & Filho E.J, 1983:** Effects NaCl salinity in vivo and in vitro ribonuclease activity of vign guiculata graminées halophytes spontanées de la Tunisie méridionale. *Options Méditerranéennes*.
30. **Grouzis M., Berger A., Heim G., 1976 :** Polymorphisme et germination des graines chez trois espèces annuelles du genre *Salicornia*. *OEcof. Plant.* **11**, 41-52.
31. **Groome M.C., Axler S., & Gfford D.J, 1991:** Etude de la variabilité intra spécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*ciceraietinum L.*) au stade de germination. *TROPICULTURA*, **35**, **3**, 168-173.
32. **Haddioui A., Baaziz M., 2006 :** Effect of salinity on seed germination and early growth of five natural populations of *Atriplex halimus* in Morocco. *Physiol. Mol. Biol. Plants* **12**, 247-51.
33. **Hajlaoui M., & Denden B.A., 2007:** Etude de la variabilité intra spécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer aietinum L.*) au stade de germination. *Tropicultura* **35(3)**, 168-173.
34. **Hamza M., 1997 :** Action de différents de chlorures de Sodium sur les physiologie de deux légumineuse (*phasolusvularis* , sensible) sensible et (*Hedysarum . curnosum* , Tolérances) relation hydrique et ionique . Thèse doctoral, U.N.V, Paris VII.
35. **Harlan J.R. & De Wet J.M.J., 1972 :** A Simplified Classification of Cultivated Sorghum. *Crop science* **12**, 172-176.
36. **Herrero M., 1992 :** Dégradation du sol, et salinité associées à l'irrigation, corrections apportées en Aragon In : Foesser C. et J. Robert (Eds). Concilier l'agriculture et l'environnement, Syros-Alternatives. Paris, 127-138.
37. **House L.R., 1987 :** Manuel pour la sélection du sorgho. Deuxième édition. Crop Research Institute for the Semi-AridTropics. 229.
38. **Jin Z.M., Wang C.H., Liu Z.P. & Gong W.J., 2007:** Physiological and ecological characters studies on *Aloe vera* under soil salinity and sea water irrigation .*Process Bioch* **42**, 710-714.

Références bibliographiques

39. **Katerji N., Van Hoorn J. W., Hamdy A., Mastrorilli M., Oweis T. & Erskine W., 2006**: Response of two varieties of lentil to soil salinity. *Agricultural. Water Management* **47**, 179-190.
40. **Kinet J.M., Benrebiha F., Bouzid S., Lailhacar S & Dutuit P., 1999** : Le réseau Atriplex ou comment allier biotechnologies et écologie pour une sécurité alimentaire accrue en régions semi arides et arides. In *Estimeds , actualités scientifiques: Biotechnologie, amélioration des plantes et sécurité alimentaire*, 89-93.
41. **Keifer CH, Ungar IA., 1997** : The effect of extended exposure to hypersaline conditions on the germination of five inland halophytes species. *Am. J. Bot.* **84**, 104-111.
1. **Klyshen et Rakova, 1964**: Effect of salinization of the substrate on the protein composition of the roots in pea schools. *Bot. Inst. Akad.Nark. Kaz. Ssr* **20**, 156-165.
2. **Kuiper D., Schuit J., Kuiper P.J.C., 1990** : Actual cytokinin concentration in plant tissue as an indicator for salt resistance in cereals, *Plant Soil* **123**, 243-250.
3. **Kurban H., Saneoka H., Nehira K., Adilla R., Premachandra, G. S & Fujita, K., 1999** : Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.). *Soil Sci. Plant Nutr.* **45**, 851-862.
4. **Leclerc, 1999 (BOUATROUS Y, 2013)** : Effet du stress salin et l'haploïdisation chez le blé dur (*triticum durum* Desf).
5. **Le vigneron, Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P. & Casse-Delbart F., 1995** : Les plantes face au stress salin, *Cah. Agri.* **4**, 263-273.
6. **Louise A., Paul K. and Akanza M.B., 2007** : Bien cultiver le sorgho en Côte d'Ivoire, CNRA, 123.
7. **Maas E. V., 1996** : Plant response to soil salinity. In: 4th National Conference and Workshop on the Productive Use and Rehabilitation of Saline Land. Promaco conventions Pty Ltd, 25-30.
8. **Marcum K.B., 2006**: Use of saline and non-potable water in the turf grass industry : constraints and developments . *Agri .Water Manag* **80**, 132-146.
9. **Maricle B.R., Cobos D.R. & Campbell C.S., 2007** : Biophysical and morphological leaf adaptations to drought and salinity in salt marsh grasses. *Environ. Exp. Bot.* **60**, 458-467.
10. **Massaly F, (1992)** : Etude de l'influence de la qualité des semences sur la levée , la croissance et le développement du sorgho, 23-25.
11. **Meddahi, 1993** : Modélisation de l'évolution de la salinité dans la zone racinaire. *Science du sol* **31**, 59-76.
12. **Mehari A., Ericsson T., Weih M., 2005** : Effects of NaCl on seedling growth, biomass production and water status of *Acacia nilotica* and *A. tortilis*. *Journal of Arid Environments* **62**, 343-349.
13. **Menacer F., 2007** : Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur un marqueur biochimique, cas de la proline chez *Atriplex halimus* L. et *Atriplex conescens* (Pursh) Nntt, 99.
14. **Meychik N.R., Nikolaeva J.I., Yermakov I.P., 2005** : Ion exchange properties of the root cell walls isolated from the halophyte plants (*Suaeda altissima* L.) grown under conditions of different salinity. *Plant Soil* **277**, 163-174.
15. **Misra N., Dwivedi U. N., 2004** : Genotypic difference in salinity tolerance of green gram cultivars. *Plant Science* **166**, 1135-1142.
16. **Munns R., 2002** : Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, **25**, 239-250.

Références bibliographiques

17. **Murillo-Amador B., Troyo-Dieguez E., 2000** : Effect of salinity on the germination and seedling growth of cowpea. *Journal Agronomy & Crop Science* **188**, 235-247.
18. **Murillo-Amador B., Troyo-Dieguez E., Hernandez J. L. G., Lopezaguilar R., Avila-Serrano N. Y., Zamora-Salgado S., Rueda-Puente E. O & Kaya C., 2006** : Effect of NaCl salinity in the genotypic variation of cowpea (*Vigna unguiculata*) during early vegetative growth. *Scientia Horticulturae* **108**, 423–431.
19. **Naseri M.Y. (2001)**: *Characterization of salt-affected soils for modelling sustainable land management in semiarid environment: A case study in the Gorgan region, northeast Iran*. ITC dissertation 52, International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, the Netherlands.
20. **Prota, 2010** : Rapport annuel 2009. Sous la coordination de Siemonsma, J.S. ; protaNetherlands, Pays bas. 44.
21. **Patel A. D., & Pandey A. N., 2007** : Effect of soil salinity on growth, water status and nutrient accumulation in seedlings of *Cassia montana* (Fabaceae). *Journal of Arid Environments*, **70**,174–182.
22. **Raccuia S. A., Cavallaro V., Melilli M. G., 2004** : Intraspecific variability in *Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* Lam. Sicilian populations: seed germination under salt and moisture stresses. *Journal of Arid Environments*, **56**, 107–116.
23. **Redondo-Gomez S., Wharmby C., Castillo J.M., Mateos-Naranjo E., Luque C.J., de Cires A., Luque T., Davy A.J. et Figueroe M.E., 2006** : Growth and photosynthetic responses to salinity in an extreme halophyte, *sarcocorniafruticosa*. *Physio. Plant* **128**, 116-124.
24. **Robin Vergonjeanne., 2014** : algerie: le sorgho, fourrage d'avenir. terre-net média.
25. **Salvatore A. R., Cavallaro V., & Melilli M. G., 2004** – Intraspecific variability in *Cynara cardunculus* L. var. *sylvestris* Lam. Sicilian populations: seed germination under salt and moisture stresses. *Journal of Arid Environments*, **56**,107–116.
26. **Sautier D., O'deyeM , 1989** : Mil,Mais ,Sorgho techniques et alimentation au sahel . harmattan .paris, France. 171.
27. **Shannon M. C., 1986** : New insights in plant breeding efforts for improved salt tolerance. *Hort. Technol* **6**, 96–99.
28. **Salim S., & Tessier D., 1998** : Evolution des propriétés physique et physico-chimiques de sols salée de la basse vallée de l'Euphrate (syrie). *Etude et Gestion des sols* **5,4** , 277-287.
29. **Servant J.L., 1975** : Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphe- EDINRA, SES, Montpellier.
30. **Silva E. C., Nogueira, R. J. M. C., Araujo F. P., Meloc N. F. & Azevedo Neto A. D., 2008** : Physiological responses to salt stress in young umbu plants. *Environmental and Experimental Botany* **63**, 147–157.
31. **Smith C.W., Frederiksen R.A., 2000**: Sorghum: Origin, History, Technology and Production. Wiley John and Sons, New York, 824.
32. **Termaat A., Passora J.B & Munns R., 1985** : Shoot turgor does not limit shoot growth of NaCl affected wheat and barley. *Plant Physiol* **77** , 869-872.
33. **Van Hees AFM., 1997** :Growth and morphology of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and beek (*Fagus sylvatica* L.) seedlings in relation to shading and drought. *Ann .Sci. For* **54**, 9-18.

Références bibliographiques

34. Wangxia., Vinocur P., Altmn A., 2003: Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Plant*, 1-14.
35. Weinberg RW., Lerner HR., Poljakoff-Mayber A., 1984 : Changes in growth and watersoluble solute concentrations in *Sorghum bicolor* stressed with sodium and potassium salts. *Physiol. Plan* **62**, 472-480.
36. Wilson C., Lesch S.M., 2000 : Growth stage modulates salinity tolerance of new Zealand spinach (*Tetragoniatetragoniatetragonoides*, pall) and red orach (*Atriplexhortensis* L.). *Ann. Bot* **85**, 501-509.
37. Ye Y., Fung-Yee Tam N., LU C. Y., & Wong Y. S., 2005 : Effects of salinity on germination, seedling growth and physiology of three salt-secreting mangrove species. *Aquatic Botany* **83**, 193–205.
38. Yildirim E., Guvenc I., 2006: Salt Tolerance of Pepper Cultivars during Germination and Seedling Growth. *Turk. J. Agric. For* **30**, 347-353.
39. Zurich, 2012 : Production végétale : Le sorgho - une grande culture intéressante encore inconnue en Suisse Recherche Agronomique Suisse **3 (11–12)**, 524–531.

Annexes

Annexe 01: Présentation de la région de EL Hammadia (lieu d'installation de l'essai)



Figure I: Carte d'El Hammadia

Annexe 02: Etude de terrain

Tableau 01: calendrier de la conduite de la culture de puis le semis jusqu'à la fin.

Calendrier	Dates importantes	Mesures
22/07/2016	Date de semis	-
01/08/2016	-	H1
07/08/2016	Stress salin	H2
16/08/2016	-	H1 st
22/08/2016	1er prélèvement	H2 st
31/08/2016	-	H1 st2
06/09/2016	2ème prélèvement	H2 st2

Annexes 03:

Tableau 02 : L'analyse de la variance à un seul facteur de taux de germination des 24 variétés.

	Ddl	SS	MS	F	p
Accession	23	22387	973	5,343	0,000000
Erreur	168	30605	182		
Total	191	52993			

Annexes 04:

Tableau 03: Résultats de l'analyse statistique de la variance (taux de germination et la concentration de sel).

	Degr. of	TG			
	Freedom	SS	MS	F	p
Intercept	1	1357156	1357156	4963,613	0,000000
Salinité	2	1316	658	2,407	0,092884
Error	189	51677	273		
Total	191	52993			

Annexes 05:

Tableau 04: Résultats de l'analyse statistique de la variance des facteurs étudiés, population, traitement, et l'interaction population x traitement.

	Degr. of Freedom	Hauteur de coléoptile				Longueur radicaire			
		SS	MS	F	p	SS	MS	F	p
Population	23	218,442	9,497	8,787	0,000000	307,422	13,366	20,162	0,000000
Salinité mM	2	365,575	182,787	169,116	0,000000	149,692	74,846	112,903	0,000000
population*salinité mM	46	112,275	2,441	2,258	0,000135	56,596	1,230	1,856	0,003059
Error	144	155,641	1,081			95,461	0,663		
Total	215	851,932				609,172			

Annexes 05:

Tableaux 05: Teste Newman-Keuls les groupes homogène (hauteur de coléoptile au 0,50, 150mM).

Accession	Moyenne estimé HC	GH pop (0mM)	Accession	moyenne estimé LC	GH pop (50mM)	Accession	Moyenne estimé HC	GH pop (150mM)
TL3	1,19000	A	TL5	0,860000	A	TL3	0,536667	A
Nig2	3,38500	AB	TL6	1,193333	AB	TL5	0,616667	AB
Ai4	3,42000	AB	Ai4	1,706667	ABC	Nig3	1,046667	ABC
Ai16	3,52500	AB	TL7	2,153333	ABCD	Ad1	1,063333	ABC
TL1	3,87500	AB	Nig1	2,466667	ABCDE	Nig2	1,066667	ABC
Ai5	3,90500	AB	TL3	2,470000	ABCDE	Ai4	1,210000	ABC
TL6	4,19000	AB	Nig3	3,060000	ABCDEF	TL7	1,226667	ABC
Ad1	4,33500	AB	Nig2	3,180000	ABCDEFG	TL2	1,243333	ABC
TL5	4,34000	AB	TL1	3,566667	ABCDEFG	Ai16	1,500000	ABCD
Nig3	5,13500	AB	TL4	3,613333	ABCDEFG	Ai24	1,503333	ABCD
Ad2	5,14000	AB	Ai16	3,623333	ABCDEFG	Ai29	1,510000	ABCD
TL2	5,18500	AB	Ai6	3,906667	BCDEFG	TL4	1,543333	ABCD
Ai6	5,28000	AB	Ai5	3,983333	BCDEFG	Nig1	1,686667	ABCD
TL4	5,38000	AB	Ou1	4,003333	BCDEFG	Fr1	1,796667	ABCD
Nig1	5,41500	AB	Ad1	4,080000	BCDEFG	TL6	1,963333	ABCD
Ai1	5,63500	AB	Ai1	4,163333	CDEFG	Ai1	2,083333	ABCD
Ai24	6,34500	AB	TL2	4,433333	CDEFG	Ai13	2,280000	ABCD
Nig4	6,35500	AB	Ai13	4,466667	CDEFG	Ou1	2,383333	BCD
Ai19	6,47000	AB	Ai24	4,703333	CDEFG	Ad2	2,503333	CD
Ai13	6,52000	AB	Ad2	4,713333	CDEFG	Ai5	2,583333	CD
TL7	6,58000	AB	Ai19	5,260000	DEFG	TL1	2,616667	CD
Ou1	7,07500	AB	Nig4	5,763333	EFG	Ai6	2,753333	CD
Ai29	7,48000	AB	Ai29	5,986667	FG	Ai19	3,160000	D
Fr1	10,24500	B	Fr1	6,440000	G	Nig4	3,293333	D

Annexes 07:**Tableaux 06:** taux de réduction de coléoptile à 50 et 150mM

Pop/sel	%dini a 50	%dini a150	150-50
Ad1	6	42	36
Ad2	8	51	43
Ai1	24	62	38
Ai13	31	65	34
Ai16	-3	57	60
Ai19	19	51	32
Ai24	26	76	50
Ai29	20	80	60
Ai4	50	65	15
Ai5	-2	34	36
Ai6	26	48	22
Fr1	37	82	45
Nig1	54	69	14
Nig2	6	68	62
Nig3	40	80	39
Nig4	9	48	39
Ou1	43	66	23
TL1	8	32	25
TL2	14	76	62
TL3	-4	77	81
TL4	33	71	38
TL5	80	86	6
TL6	72	53	-18
TL7	51	81	30

Tableaux 07: taux de réduction de radicule à 50 et 150mM

Pop/sel	%dini a 50	%dini a150	150-50
Ad1	16	40	25
Ad2	6	32	26
Ai1	42	53	11
Ai13	37	42	5
Ai16	-2	34	36
Ai19	11	42	31
Ai24	32	55	22
Ai29	26	50	24
Ai4	49	41	-8
Ai5	5	55	50
Ai6	39	44	5
Fr1	19	57	38
Nig1	39	42	3
Nig2	6	53	47
Nig3	68	74	6
Nig4	33	42	9
Ou1	40	46	6
TL1	9	26	16
TL2	27	50	23
TL3	-34	37	72
TL4	-2	27	29
TL5	66	33	-33
TL6	58	19	-39
TL7	65	51	-15

Annexes 08:**Tableaux 08:** Moyenne estimé de la hauteur de coléoptile

Pop/sel	0mM	50Mm	150mM
Fr1	10,24	6,44	1,79
Ai29	7,48	5,98	1,51
Ou1	7,075	4,00	2,38
TL7	6,58	3,23	1,22
Ai13	6,52	4,46	2,28
Ai19	6,47	5,26	3,16
Nig4	6,35	5,76	3,29
Ai24	6,34	4,70	1,50
Ai1	5,51	4,16	2,08
Nig1	5,41	2,46	1,68
TL4	5,38	3,61	1,54
Ai6	5,28	3,90	2,75
TL2	5,18	4,43	1,24
Ad2	5,14	4,71	2,50
Nig3	5,13	3,06	1,04
TL5	4,34	0,88	0,61
Ad1	4,33	4,08	1,06
TL6	4,19	1,19	1,96
Ai5	3,90	3,98	2,58
TL1	3,87	3,56	2,61
Ai16	3,52	3,62	1,5
Ai4	3,42	1,70	1,21
Nig2	3,38	3,18	1,06
TL3	2,38	2,47	0,53

Annexes 09:**Tableaux 09:** Moyenne estimé de la longueur radiculaire

Pop/sel	0mM	50mM	150mM
Ad1	4,19	3,53	2,49
Ad2	5,31	4,98	3,62
Ai1	6,58	3,82	3,11
Ai13	7,51	4,71	4,34
Ai16	4,58	4,69	3,01
Ai19	6,52	5,79	3,79
Ai24	7,09	4,78	3,20
Ai29	5,23	3,87	2,61
Ai4	2,19	1,11	1,28
Ai5	3,35	3,20	1,51
Ai6	5,88	3,60	3,29
Fr1	6,40	5,18	2,73
Nig1	3,82	2,32	2,22
Nig2	3,14	2,95	1,46
Nig3	4,63	1,49	1,20
Nig4	4,72	3,16	2,76
Ou1	4,37	2,62	2,34
TL1	2,99	2,71	2,22
TL2	4,60	3,37	2,30
TL3	1,94	2,60	1,21
TL4	4,25	4,34	3,10
TL5	3,43	1,16	2,3
TL6	3,07	1,29	2,47
TL7	5,81	2,01	2,87

Tableaux 10: Moyenne estimé de la hauteur de tige

pop/Sali	0mM	50mM	150mM
Ai24	0,13	0,08	0,085
Ai19	0,11	0,07	0,06
TL5	0,09	0,07	0,09
Ad1	0,05	0,07	0,06
Fr1	0,05	0,06	0,10

Annexes 10:

Tableaux 11: Moyenne estimé du poids frais de tige

pop/Sali	0mM	50mM	150mM
Ai24	0.74	0.77	0.45
Ai19	0.7	0.6	0.37
TL5	0.7	0.57	0.42
Fr1	0.44	0.58	0.39
Ad1	0.4	0.38	0.27

Tableaux 12: Moyenne estimé du poids sec de tige

pop/Sali	0mM	50mM	150mM
Ai19	0.19	0.18	0.11
Fr1	0.16	0.16	0.08
Ai24	0.11	0.17	0.12
TL5	0.11	0.11	0.09
Ad1	0.09	0.11	0.09

« Etude comportementale de quelques populations autochtones du sorgho sous contrainte saline »

Résumé :

Pour valoriser les zones salines présentant généralement une eau saumâtre, il est impératif de sélectionner des accessions capables de se développer dans ces zones. Le présent travail porté sur l'évaluation de la tolérance au stress salin de quelques populations de sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench) Algérien et étrangers. La partie laboratoire de notre travail concerne la détermination de la paire contrastante des populations tolérantes et sensibles, ces populations et d'autres proches ont été irriguées par trois solutions salines (0, 50 et 150mM) sur terrain dans un essai expérimental bloc aléatoire complet. Lors de la germination, les plantes n'ont pas été affecté par la salinité ; en revanche, l'augmentation de la salinité induit des réductions significatives de la croissance (hauteur de coléoptile et la longueur radiculaire et la hauteur finale de la tige) et de production (poids frais et sec).

Les accessions TL5, Ai24, Ai4, TL7 et Ai1 originaire d'Aïn Salah et surtout le témoin Fr1 originaire de la France considéré comme accessions sensibles aux fortes concentrations de sels. En revanche, les populations Ad1, Ad2, Ai19, TL1 originaire d'Adrar et Aïn Salah ont présentées une certaines tolérance.

Mots clés : Sorgho (*Sorghum bicolor* L. Moench), salinité, germination, croissance.

"دراسة سلوك بعض مجموعات الذرة الرفيعة الأصلية تحت الإجهاد الملحي"

ملخص:

من أجل تقييم المناطق المالحة أو المناطق التي لا توجد فيها إلا المياه المالحة . لا بد من انتقاء الأصناف التي لها القدرة على النمو والتطور في هذه المناطق تهدف دراستنا الى تحديد مدى تأثير عامل الملوحة على فصائل الذرة الرفيعة المنتقاة من مختلف مناطق الجزائر خارجها. الجزء المخبري هدفه تحديد الزوج المعاكس للأصناف الحساسة والمتأقلمة ويتم سقيهم بثلاث محاليل ملحية (0.50.150ملي مول) في حقول تجريبية ذات مجموعات موزعة عشوائيا. اثناء الانتاش النباتات لتتأثر بالملوحة في حين ان الزيادة في الملوحة تؤدي إلى تناقص في النمو (ارتفاع السوق , طول الجذير , والطول النهائي للساق) والإنتاج (الوزن الطازج و الجاف). المجموعات TL5, Ai24, Ai4, TL7, Ai1 (التي مصدرها عين صالح) وبالأخص الشاهد Fr1 (مصدرها فرنسا) كمجموعات حساسة في درجة ملوحة عالية, في حين المجموعات Ad1, Ad2, Ai19, TL1 و التي مصدرها عين صالح وأدرار أظهرت بعض التحمل للملح. الكلمات المفتاحية : الذرة الرفيعة، درجة الملوحة، الانتاش، النمو.

« Comportemental study on some local accessions under salt stress »

Abstract

To enhance the saline areas generally presenting brackish water, it is imperative to select accessions capable of developing in these areas. The present work focuses on the evaluation of the salt stress tolerance of some populations of sorghum (*sorghum bicolor* L. Moench) Algerian and foreign. The laboratory part of our work concerns the determination of the contrasting pair of tolerant and sensitive populations, these populations and other relatives have been irrigated by three saline solutions (0, 50 and 150mM) on field in a complete randomized block experimental trial. During germination, plants were not affected by salinity; On the other hand, the increase in salinity induces significant reductions in growth (coleoptile height and root length and final stem height) and production (fresh and dry weight). The accessions TL5, Ai24, Ai4, TL7 and Ai1 originating from Aïn Salah and especially the control Fr1 originating in France considered as accessions sensitive to high concentrations of salts. On the other hand, the populations Ad1, Ad2, Ai19, TL1 originating from Adrar and Aïn Salah presented a certain tolerance.

Key words: Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench), salinity, germination, growth.