

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques

Filière : Sciences Agronomiques

Option : Amélioration des
plantes



Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en sciences agronomiques

Thème :

Effet de stress salin sur la croissance de *deux génotypes de blé dur (Triticum durum Desf)*

Présenté par :

- LAOUAR Wissam
- LANANI Alia

Membres de Jury:

Mr HAZMOUNE Tahar	(P R)	Président	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mme HAMRAKROUHA Saida	(MAA)	Examineur	Université du 20 Août 1955 – Skikda
Mr BENDJAMA Abdellah	(MCA)	Promoteur	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2021-2022

Remerciements

Notre remerciement s'adresse en premier lieu à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années.

Ainsi , nous également à exprimer nos vifs remerciements à notre encadreur **Bendjama Abdellah** qui nous a apporté une aide précieuse . nous lui exprimons notre gratitude pour sa grande disponibilité ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu' il nous apportés ...

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à tous les membres du jury qui ont accepté de jury notre travail.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à tous nos amis et collègues pour le soutien moral et matériel.



Dédicace

A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de beauté de fierté, de sagesse et de patience. A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à ceux je dois de l'amour et la reconnaissance.

A ma très chère mère et mon père ;

A mes frères Aymen et Lait et mes sœurs Dalel et Aya ;

A mon fiancé Salem ; sous son aide précieuse, sous ses encouragements, ce modeste travail ne serait achevé.

A mes chères amies Nadjat, Amina ,Alia et Iman pour tous les moments de joies et de peines qu' on passée ensemble ;

A mes oncles et mes tantes surtout Samiha ;

A mes collègues du groupe amélioration des plantes ;

Aa tous les proches que j'ai mentionnés et les autres qui j'ai oubliés veuillez m'excuser.

Je vous remercie tous

Wissam



Dédicace

A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de beauté de fierté, de sagesse et de patience .A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à ceux je dois de l'amour et la reconnaissance.

A ma très chère mère et mon père ;

A mon mari Abdelali, sous son aide précieuse, sous ses encouragements, ce modeste travail ne serait achevé.

A mes frères Salim ,Fares ,Samir et Abd Elhamid ,et mes sœurs Soraya et Afaf

A mes chères amies Wissam, Kamilia, Houda, Besma et Narjes pour tous les moments de joies et de peines qu' on passée ensemble ;

A mes collègues du groupe amélioration des plantes ;

Aa tous les proches que j'ai mentionnés et les autres qui j'ai oubliés veuillez m'excuser.

Je vous remercie tous

Alia

SOMMAIRE

SOMMAIRE :

Titre	page
✍ -Remerciements	
✍ -Dédicaces	
✍ -Sommaire	
✍ Liste des tableaux	
✍ Liste des figures	
✍ Liste des abréviations	
✍ -INTRODUCTION GENERAL	2-3
✍ Chapitre I : Synthèse bibliographique	5-20
I. 1.Généralités sur le blé dur	05
I.1.1 Classification du blé dur	05
I.1.2 Cycle de développement du blé dur	06
I.1.2.1 La période vegetative	06
I.1.2.2. La période reproductive	07
I.2 Généralités sur le stress abiotiques	09
I.2.1.Définition des stress	09
I.2.2.La salinité	09
I.2.2.1Définition	09
I.2.2.2Notion de la salinité	10
I.2.2.3.La salinité dans le monde et en Algérie	11
I.2.3.Effet du stress salin sur la plante	13
I.2.3.1.Effet du stress salin sur la morphologie de la plante	13
I.2.3.1.1.Effet du stress salin sur la partie aérienne	14
I.2.3.1.2.Effet de stress salin sur la partie racinaire	14
I.2.3.2.Effet du stress salin sur la physiologie de la plante	14
I.2.3.2.1.Effet du stress salin sur la photosynthèse et les échanges Gazeux	15
I.2.3.2.2.Effet du stress salin sur la physiologie de la reproduction	16
I.2.3.3.Effet de stress salin sur la germination et la croissance du blé dur	16
I.2.3.3.1Effet de stress salin sur la germination du blé dur	16
I.2.3.3.2Effet du stress salin sur la croissance de blé dur	17
I.3. Mécanismes de la tolérance des plantes à la salinité	17
I.3.1. Exclusion des ions	17

I.3.2. Compartimentation	18
I.3.3. Ajustement osmotique	18
I.3.4. Régulation de la croissance	19
I.3.5. Le contrôle membranaire	19
✍ Chapitre II : Matériel et Méthodes	22-27
II.1. Objectifs de l'expérimentation	22
II.2. Matériel végétal et conditions de culture	22
II.3. pré germination	23
II.4. Préparation des pots et application des niveaux de stress	23
II.5. Paramètres étudiées	24
II.5.1 Paramètres morphologiques	24
II.5.1.1. La surface foliaire SF « cm² »	24
II.5.1.2. la longueur pédoncule	25
II.5.1.3. La biomasse aérienne et racinaire	25
II.5.2. Paramètres physiologies	25
II.5.2.1. La teneur relative en eau TRE « % »	25
II.5.3. Paramètres biochimiques	27
II 5.3.1. La Teneur en chlorophylle a et b	27
✍ Chapitre III : Résultats et discussion	29-36
III.1. Variations des paramètres étudiés	29
III.1.1. Action du déficit salin sur la teneur relative en eau	30
III.1.2. Action du déficit salin sur la surface foliaire	31
III.1.3. Action du déficit salin sur le taux de chlorophylle	32
III.1.4. Action du déficit salin sur la biomasse racinaire et la biomasse aérienne	34
III.1.5. Action du déficit salin sur la longueur pédoncule	36
✍ Conclusion	38
✍ références bibliographiques	40-48
✍ résumé	

Liste des figures

Figure01 :les épis du blé dur

Figure 02 : Cycle de développement du blé (**Lemekeddem et al., 2014**)

Figure03 : Origines de la salinisation (IPTRID, 2006)

Figure 04: Répartition des sols salins de Nord de l'Algérie (**Cherief et al., 2018**).

Figure 05 : Graines des deux variétés de blé dur utilisées dans l'étude (Ouled Mostefa et Moulet Eddar) (**source original**).

Figure 06 : Dispositif utilisé pour la germination (**source original**).

Figure 07: Dispositif utilisé pour l'essai en pots (**source original**).

Figure 08 : la règle graduée (**source original**).

Figure 09 : Quelques étapes durant la mesure de la teneur relative en eau (**source original**) .

Figure 10 : L'étuve.

Figure 11 : La mise des feuilles dans des tubes (**source original**) .

Figure 12 : spectrophotométrie (**source original**).

Figure 13 :teneur relative en eau des deux génotypes de blé dur sous différents niveaux du stress salin

Figure 14 : Surface foliaire des deux génotypes de blé dur sous différents niveau du stress salin.

Figure 15 : le taux de chlorophylle A et de chlorophylle B mesuré à partir de l'avant dernière feuille des deux génotypes de blé dur.

Figure 16 : Variation du taux de la chlorophylle Total des deux génotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin.

Figure 17 : Variation de la biomasse racinaire des deux génotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin.

Figure 18 : Variation de la biomasse aérienne des deux génotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin.

Figure 19 : Variation de la longueur pédoncule des deux génotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin.

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification du blé dur (Feillet., 2000).

Tableau 02 : Superficie affectée par la salinité dans le monde.

Tableau 03 : Moyennes générales maximales et minimales des paramètres étudiés.

Liste des Abréviations

Na Cl : Chlorure de sodium ;

G/l : gram par litre ;

S1 : Stress de (9g/l) de NaCl

S2 : Stress de (15g/l) de NaCl.

PF: Poids frais

PS: Poids sec

PT: Poids de turgescence

TRE: Teneur relative en eau

FAO: Food and Agriculture Organization

Introduction

générale

Introduction générale

De nos jours, les céréales en générale, le blé (tendre et dur) en particulier, constituent la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens (**Benbelkacem., 2013**). Il présente un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde (**Ammar.,2015**).

Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% des besoins énergétiques (**Bajji.,1999**).

L'Algérie est classée le 8^{ème} dans l'importation des céréales dans le monde et le 1^{er} en blé dur, en effet 80% des besoins sont importés et 50% du marché mondial de blé dur (Desf) est occupé par l'Algérie, ce déficit ne cesse de s'aggraver compte tenu de la croissance démographique et de la faiblesse des rendements. Ainsi, l'Algérie est classée parmi les plus faibles producteurs au monde d'après les statistiques de la (**FAO., 2001**). Les caractéristiques climatiques des zones céréalières d'Algérie font que la culture du blé se trouve en générale exposée aux différents stress environnementaux défavorables qu'on peut dénommer la salinisation. (**Chaise et al., 2005**).

En région méditerranéenne, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole (**Arbaoui et al., 2000**). L'Algérie, qui offre toutes les variantes du climat méditerranéen, n'échappe pas à ce phénomène, où la sécheresse, observée depuis longtemps a conduit à un développement du processus de salinisation des sols sur 3.2 millions d'hectares affectés (**Benmahioul et al., 2009**).

De nombreux stress biotiques et abiotiques affectent le développement du blé dans les principales zones de production et sa croissance future viendra très probablement des environnements marginaux où ces stress jouent un rôle bien plus important (**Buck et Nisi., 2007**). La salinité compte parmi les stress abiotiques majeurs qui limitent la production végétale suite à la dégradation des terres dans plusieurs zones du globe terrestre (**Munns et Tester., 2008 ; Zörb et al., 2019**). En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation (**Hasan et al., 2015**).

La salinisation enregistrée dans les écosystèmes arides et semi-arides résulte de la forte évaporation d'eau à partir du sol et d'une irrégulière et insuffisante pluviométrie. La salinisation

provient aussi de l'irrigation, le plus souvent mal contrôlée (**Belfakih et al.,2013**). Les effets de la salinité se manifestent principalement par une diminution de la croissance de l'appareil végétatif, caractérisé par la faible ramification, le faible diamètre des organes, le nombre réduit des nœuds et les réductions du nombre de feuilles et de la longueur de la tige et par conséquent l'augmentation du rapport racine/tige. Une baisse des poids de matières fraîche et sèche est aussi démontrée (**Rush et al., 1981**).

Dans notre travail, nous avons pour objectif de comparer le comportement de quelques variétés du blé dur (**Moulat Eddar et Ouled Mostefa**) sous stress salin. Pour cela, nous allons étudier l'impact de la réduction de la croissance sur des paramètres morphologiques et physiologiques tels que la photosynthèse, la transpiration et la teneur foliaire en eau, ainsi que les répercussions sur rendement en grain.

CHAPITRE I :

Synthèse bibliographique

I.1. Généralités sur le blé

Les céréales regroupent des plantes de la famille des *Poacées* (ex *Graminées*). Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde sont : le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho. Le blé (*Triticum sp.*) est une graminée annuelle aux racines fibreuses à tiges hautes et généralement creuses, portant des nœuds d'où partent des feuilles, des sommets de la tige portent une grappe des fleurs qui se transforme en grains (**Gate., 1995**). Les deux espèces les plus cultivées et les plus répandues dans le monde sont le blé dur, *Triticum turgidum* var *durum* L. et le blé tendre, *Triticum aestivum* L. Le blé dur se distingue de blé tendre par des caractères morphologiques, physiologiques, cytologiques et technologiques (**Hamadache.,2013**) .



Figure 01 : les épis du blé dur

I.1.1. Classification du blé dur

Le blé est une Angiosperme, Monocotylédone. Il appartient à l'ordre des Poales, famille des Poacées appelée aussi graminées. Cette famille rassemble 600 genres et plus de 5000 espèces (**Zegrany, 2014**). D'après (**APG III, 2009**), La classification botanique du blé dur est la suivante

Tableau 1 : Classification du blé dur (Feillet.,2000).

Embranchement	Spermatophytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédone
Ordre	Porales
Famille	Poacée
Sous famille	Festucoideae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf.

I.1.2.Cycle développement du blé

Le blé est une plante autogame, la fécondation se déroule à l'intérieur de glumelles, avant que les étamines ne sortent à l'extérieur(**Boufenar et al .,2006**).

Selon **Feillet., 2000**, le cycle du blé comporte deux grandes périodes : une période végétative et une période reproductive (**figure 02**).

I.1.2.1.période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis Jusqu'à fin tallage. Elle se divise en deux phases :

A. La phase germination – levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et du coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (**Gate., 1995**). Durant la phase semis levée, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine.

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (**Eliard., 1979**).

Les caractéristiques propres à la graine comme la faculté germinative et la quantité de réserves (taille des graines) jouent aussi un rôle déterminant. En effet, les plus grosses graines

lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses (**Masle-Meynard., 1980**). De plus la composition des réserves (teneur en protéines) agit favorablement sur la vitesse de la germination-levée (**Evans et Rawson., 1975**).

B. La phase levée – tallage

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (**Moule., 1971**).

L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (**Masle-Meynard., 1980**).

La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles car elle est satisfaite par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (**Austin et Jones., 1975**). Quand le tallage est excessif, les besoins en eau sont très importants, alors que la plupart des talles restent stériles.

La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (**Gate., 1995**).

I.1.2.2.La période reproductive

Selon **Feillet.,2000**, la période reproductive comporte les phases montaison, épiaison, floraison et maturation (**figure 02**).

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entre nœuds et la différenciation des pièces florales (**Soltner., 2005**).

L'épiaison c'est la sortie de l'épi de la gaine de la dernière feuille, on note l'épiaison quand l'épillet terminal apparaît au-dessus de la gaine de la dernière feuille .

La floraison est manquée par la sortie des étamines lors des épillets et se termine dès que toutes les étamines sont extériorisées (**Giban et al., 2003**). Le blé commence à changer de couleur il perd sa couleur verte pour tourner plus jaune /doré/bronze (**Soltner, 2005**).

La phase de maturation succède au stade pâteux (45% d'humidité), elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades. Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau des grains pendant 10 à 15 jours. Au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau

qu'il contient et passera progressivement au stade rayable à l'angle (20% D'humidité) puis, cassant sous la dent (15 à 16% D'humidité)

(Giban et al., 2003)

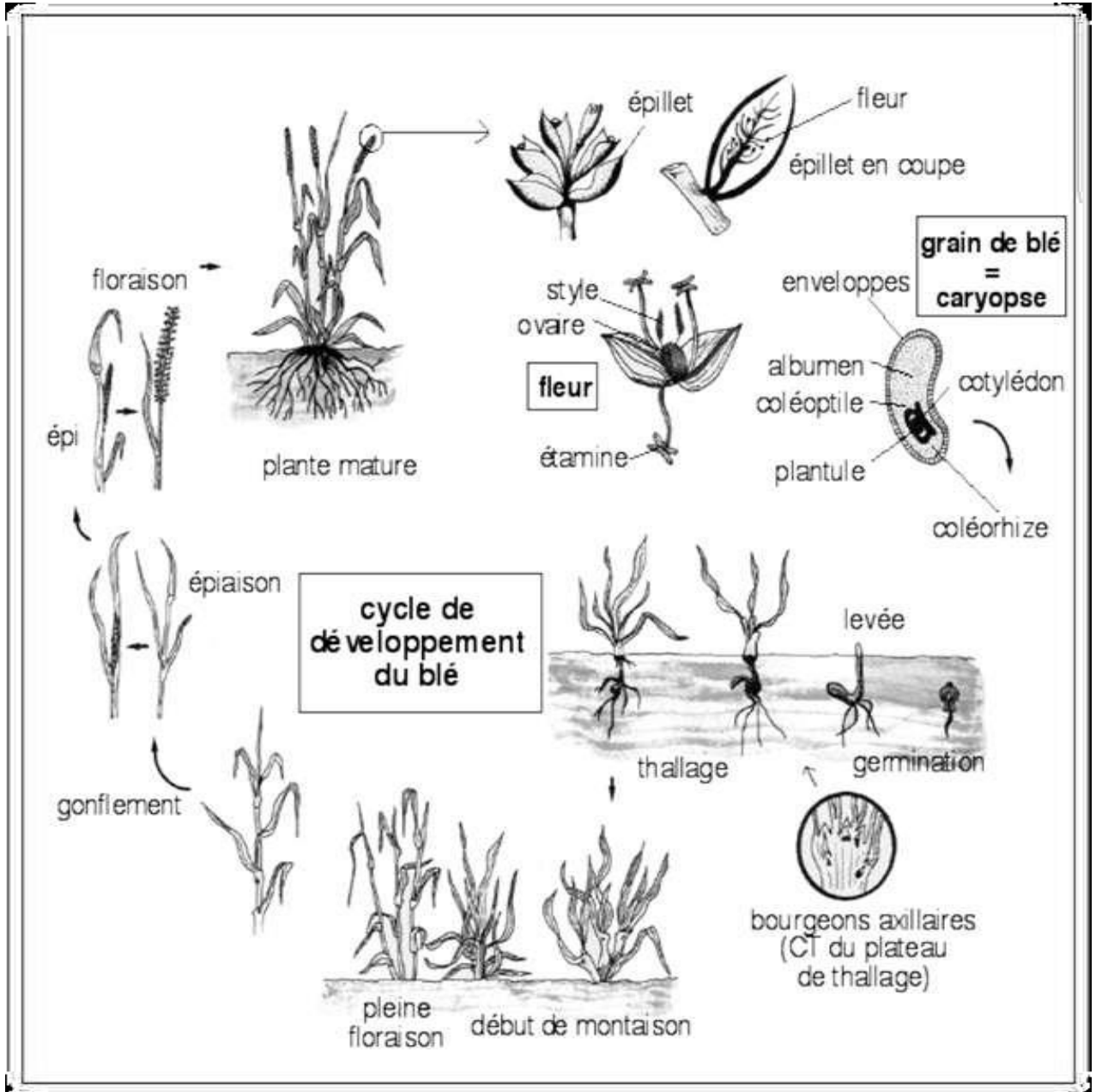


Figure 02 : Cycle de développement du blé(Lemekeddem et al., 2014)

I.2. Généralité sur le stress abiotiques

I.2.1. Définition de stress

Le stress est l'ensemble des conditions qui provoquent des changements des processus Physiologiques résultant éventuellement en dégâts, dommages, blessures et inhibition de la Croissance ou de développement (**Menacer., 2007**). On distingue deux grandes catégories de stress :

- ✓ **Stress biotique:** imposé par les organismes (insectes, micro- organisme.... etc.).
- ✓ **Stress abiotique:** causée par l'influence de facteurs environnementaux tels que la chaleur, l'eau, la lumière et la salinité ...etc., qui ont conduit à la création de types de stress abiotique :

1-Stress hydrique

Il est provoqué par un déficit en eau constituant une menace permanente pour la survie des plantes, néanmoins, beaucoup d'entre elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leurs permettent de survivre dans les régions de faible pluviosité dont la teneur en eau des sols est peu élevée(**Hopkins.,2003**).

2-Stress thermique

La température est l'un des principaux facteurs qui conditionne la productivité des plantes (**Hopkins., 2003**). Les plantes qui poussent dans des régions désertiques et dans des 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 à des intensités potentiellement élevées de la transpiration (**Hopkins.,2003**).

3-Stress salin

Le stress salin est une brusque augmentation 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 (**Hopkins.,2003**).

terme une partie non négligeable des superficies cultivables du globe (**Souguir et al., 2013**)

I.2.2. la salinité

I.2.2.1. Définition : La salinisation joue un rôle majeur dans la dégradation des sols et elle menace à court terme une partie non négligeable des superficies cultivables du globe (**Souguir et al., 2013**)

Selon (**Mermoud.,2006**), la salinisation peut aussi être défini comme un processus

d'accumulation des sels solubles à la surface du sol et dans la zones racinaires en quantité suffisante pour affecter ses aptitudes agronomiques.

I.2.2.2. Notion de la salinisation :

C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles qui aboutit à la formation d'un sol . Une salinisation trop importante accompagnée parfois d'une alcalinisation du complexe absorbant des sols (**IRD. , 2008**). Ce sont là les types de dégradation les plus fréquentes et souvent liées à la désertification. Plus l'aridité est forte, plus l'irrigation est incontournable à la culture, et plus son usage est risqué.

La salinisation peut avoir une origine naturelle: faible précipitations, évaporation intense, existence d'une roche mère salée (**Forster et al., 1990**), elle représente 80% des terres salines et appelé salinisation primaire.

Elle peut aussi provenir d'une eau d'irrigation saumâtre voire même de l'utilisation excessive d'engrais, et la remontée capillaire des eaux souterraines salines (**Forster et al., 1990**).

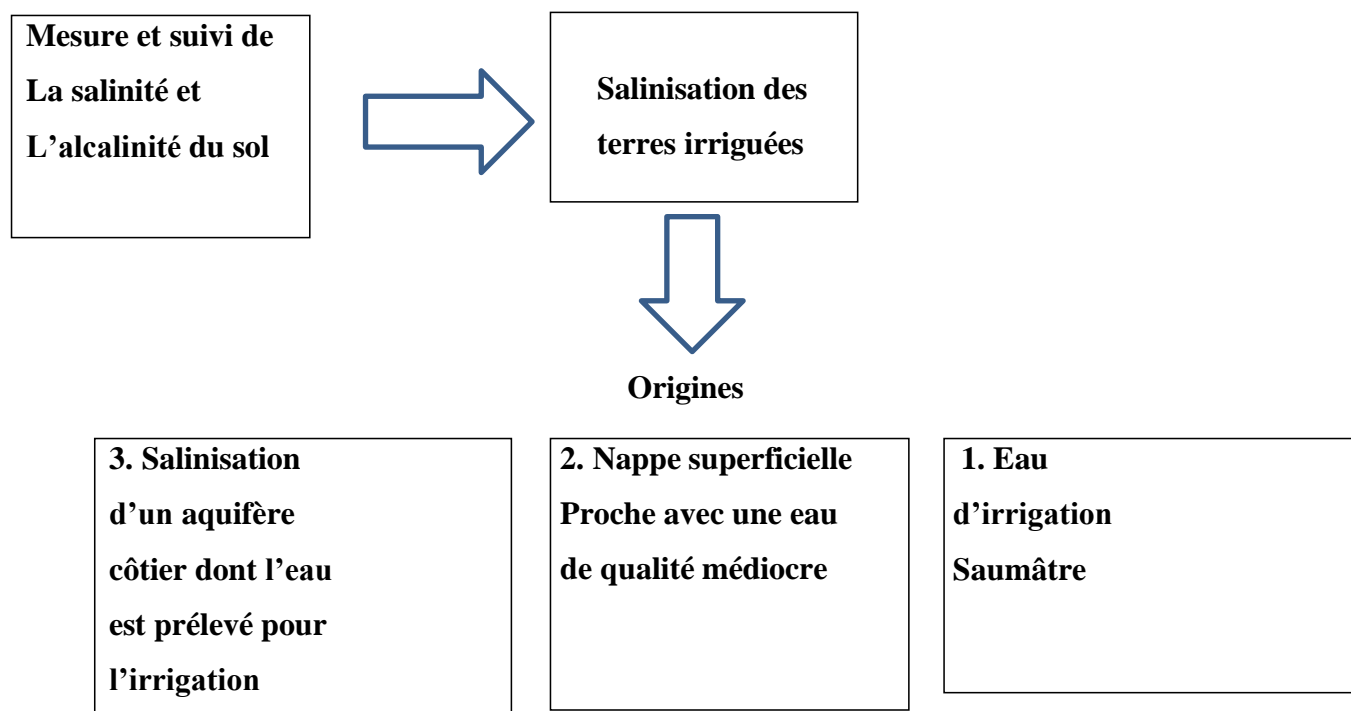


Figure03 : Origines de la salinisation (IPTRID, 2006)

I.2.2.3. La salinité dans le monde et en Algérie

Dans le monde :

La salinité affecte de grandes surfaces et limite la productivité des végétaux (**Abdelly., 2006**). Globalement les sols salés occupent une superficie de 950 millions d'hectares (**Hasan., 2015**). Il a été estimé que 20% des 275 millions d'hectares des terres irriguées **Flowers., 2005** et 15% (227 millions d'hectares) des terres cultivables sont affectées par la salinité (**Munns., 2002**).

Quinze millions d'hectares de terres agricoles sont touchées par une salinité croissante des sols au Maghreb, au Moyen-Orient (**Ben Ahmed et al., 2008**).

Les terrains salés sont fréquents dans les régions arides et semi arides dont sur la superficie totale des terres mondiale comme la montre **le tableau I**, la zone hyperaride couvrent 4,2%, la zone aride 14,6% et la zone semi-aride 12,2%. Ainsi, près d'un tiers des terres de monde sont constitué des terres arides .au nord du Sahara, celle-ci occupe plus de 600000 Km² dont 34% en Algérie, 31% en Libye, 19% au Maroc, 11% en Tunisie et 5% en Egypte (**Flowers., 2005**).

Tableau I : Superficie affectée par la salinité dans le monde.

Région	Superficie (millions d'hectares)
Afrique	80,5
Europe	50,8
Amérique du Nord	15,7
Amérique du Sud	129,2
Australie	357,3
Mexique et Amérique centre	2
Asie du Sud Est	20
Asie du centre et Nord	211,7
Asie du Sud	87,6
Total	954 ,8

Source : (FAO., 2008).

En Algérie

D'après (Cherief et al., 2018), 3,2 millions d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. Ce phénomène comme la montre le **figure 03** est observé dans les plaines et vallées de l'ouest du pays (Mila, Cheliff, Habra Sig, Maghnia) dans les hautes plaines de l'est (Constantine, Sétif, Bordj Bou Arreridj, Oum El Bouagui), aux abords des chotts et de Sebkhass (Chottscherghi, Chottgharbi, ChottHodna, Chottmelghir, Sebkhass d'Oran, de Benziane, Zemmoul, Zazher Gharbi et Chergui, etc...) et dans le grand sud (dans les Oasis, le long des oueds, etc...).

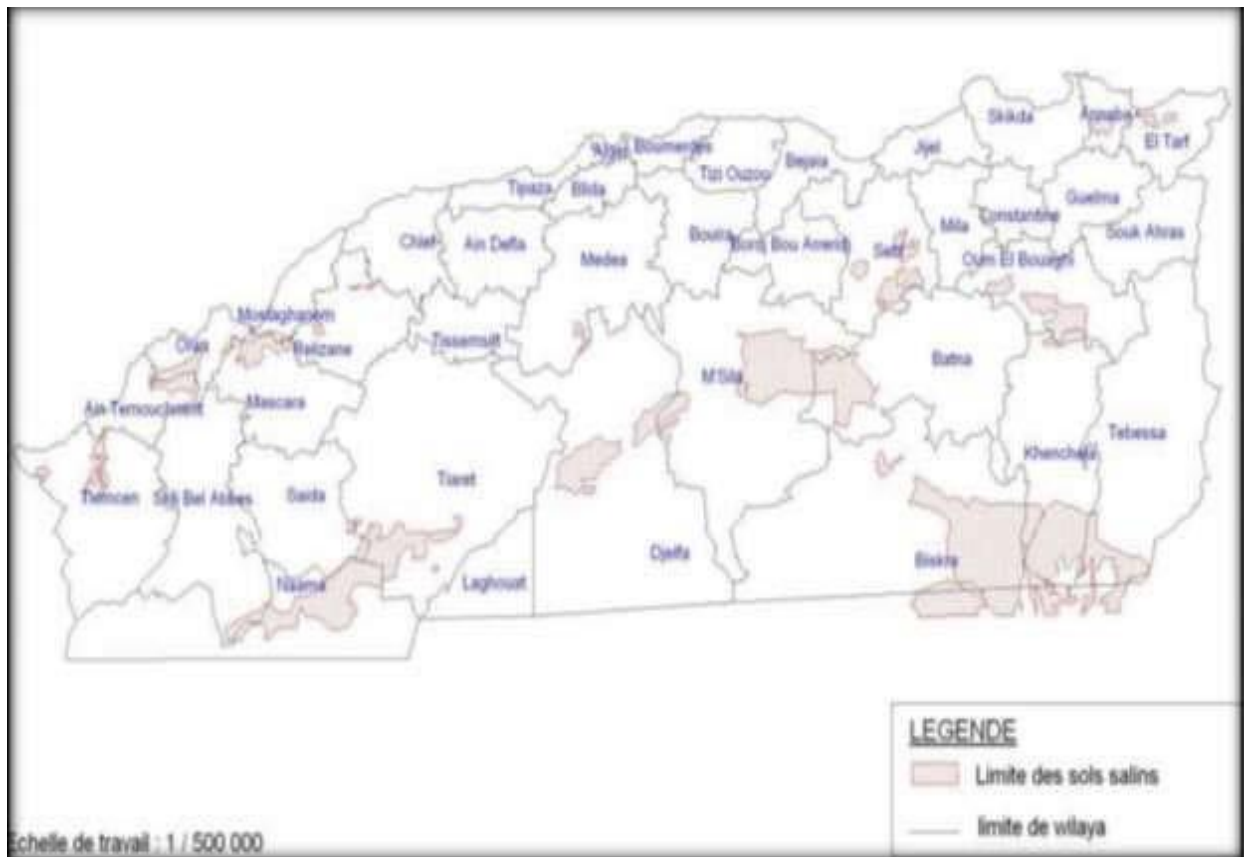


Figure 04: Répartition des sols salins de Nord de l'Algérie (Cherief et al., 2018).

I.2.3.Effet du stress salin sur la plante

La salinité constitue un facteur limitant non négligeable pour l'agriculture mondiale (Hillel., 2000).

L'effet de la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par une réduction de la croissance et le développement (Munns et al., 1983). Cet effet néfaste se traduit par des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affecte négativement la croissance et la productivité végétale (Ashraf et Harris., 2004).

La salinité affecte la croissance des plantes selon trois processus majeurs qui sont l'effet de déficit hydrique qui résulte de la réduction du potentiel hydrique de la solution du sol, la toxicité des ions spécifiques, absorbés en excès, tels que le sodium et le chlore et le déséquilibre ionique qui résulte de l'excès des ions toxiques (Na^+ et Cl^-) qui engendrent une réduction de l'absorption d'autres ions (K^+ , Ca^{2+} , NO_3^-) nécessaire à l'activité enzymatique de la plante (Cheong et Yun., 2007; Greenway et Munns., 1980).

La réponse des plantes soumises au stress salin se manifeste sous forme de réduction de l'élongation foliaire, qui est associée à une réduction de la turgescence cellulaire plus qu'à l'effet ionique (Zhao et al., 2007). En effet la concentration cellulaire en ions Na^+ et Cl^- est, dans ce cas, toujours inférieure au seuil de toxicité.

I.2.3.1.Effet du stress salin sur la morphologie de la plante

Des seuils élevés de salinité vont affecter toutes les parties de la plante, mais il semblerait que cela ait une incidence plus marquée sur la croissance foliaire comparativement à la croissance racinaire. Et ceux chez plusieurs espèces de plantes cultivées telles que l'orge et le blé (Xu., 1990 ;Gouia et al., 1994). Munns et Termaat., 1986, signalent que le stress salin a pour effet immédiat la limitation de la croissance par le biais de messages hormonaux partant des racines en direction des feuilles. L'hormone impliquée étant probablement l'acide abscissique (Kefu et al., 1991).

D'une manière générale ; cela retarde la croissance des pousses et l'émergence des nouvelles feuilles, réduit la longueur des feuilles et des coléoptiles et diminue la hauteur et le nombre de talles (Maas et Poss ., 1989 ; Brahimi., 2017).

La salinité diminue la croissance des plantes en provoquant un déséquilibre hydrique des tissus, ce phénomène est associé à une baisse de turgescence, suite à une diminution du gradient

de potentiel hydrique entre la plante et le milieu. (Ouerghi et al., 2000). Ces perturbations sont une cause possible des réductions de la croissance des parties racinaires et foliaires de la plante (Haouala et al., 2007).

I.2.3.1.1.Effet du stress salin sur la partie aérienne

La salinité affecte toute la plante mais elle freine davantage la croissance des parties aériennes que celle des racines (Munns., 2002).

D'après Munns et Rawson., 1999, l'effet de la salinité se traduit généralement par une réduction de la croissance végétative (réduction de la hauteur de la tige, nombre de talles et de feuilles) qui est en fonction de la division et l'élongation cellulaire. Elle retarde la croissance des pousses qui sont plus sensibles aux sels que les racines mais elle pousse prématurément la plante vers la maturité.

I.2.3.1.2.Effet du stress salin sur la partie racinaire

Selon Levigner et al., 1995, les racines sont les premières à réagir. Selon Bayuelo et al., 2002, l'excès de sel dans l'environnement racinaire donne naissance à des plantes naines. La masse racinaire est moins affectée par la salinité que les limbes, les tiges et les pétioles (Bayuelo et al., 2002).

I.2.3.2.Effet du stress salin sur la physiologie de la plante

L'accumulation de chlorure et de sodium est l'une des principales menaces physiologiques qui pèse sur les écosystèmes.

Les sels de la solution du sol peuvent se concentrer à hauteur de 2 à 5 fois leur valeur initiale. Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines l'extraction de l'eau. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique (Maillard., 2001).

Lorsque l'ajustement osmotique n'est pas suffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui provoque un déficit hydrique et une perte de la turgescence (Redondo-Gomez et al., 2006).

Lorsque la concentration en sel excède le niveau de tolérance de la plante, l'activité physiologique des feuilles est affectée en réduisant la photosynthèse, qui est liée à la diminution du potentiel hydrique foliaire responsable de la fermeture des stomates.

La diffusion du CO₂ à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue ; les exposant ainsi à une énergie d'excitation excessive perturbant le transport des électrons. Par conséquent la glycolyse, le cycle de Krebs, l'assimilation de l'azote et de nombreuses voies métaboliques sont perturbées (**Price et Hendry., 1991 ; Allen, 1995 ; Alem et al., 2002 ; Jajoo., 2013**). Dans des conditions salines, la membrane plasmique et le principal site de l'interaction du sel avec la plante ce qui induit à une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de celle-ci affectant ainsi sa stabilité (**Alem et al., 2005**). La salinité va également entraîner la production d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) (**Jajoo., 2013**).

L'excès de ROS déclenche des réactions phytotoxiques telles que la peroxydation des lipides, la dégradation des protéines et la mutation de l'ADN (**Sreenivasulu et al., 2000**)

I.2.3.2.1.Effets du stress salin sur la photosynthèse et les échanges gazeux :

La salinité réduit la croissance et la photosynthèse de la plante, cette réduction est due aux effets complexes d'interactions osmotiques, ioniques, et nutritionnelles (**Binaire., 1997 inRasanen,2002**)

La photosynthèse étant réduite chez les plantes cultivées en milieu salin, **Munns., 1993**, a tout d'abord pensé que cet effet dépressif serait à l'origine de la diminution de la croissance. Toutefois, comme cette croissance diminue plus tôt que la photosynthèse et, à long terme, elle décline davantage que cette dernière ; il a alors considéré que l'accumulation de carbone par les plantes serait affectée par la salinité à cause d'une réduction de l'indice foliaire plutôt que du taux de la photosynthèse.

Le sel peut également provoquer la modification de la densité des stomates, du nombre et du diamètre des vaisseaux du xylème chez les halophytes, ou accélérer le cycle biologique avec changement de la voie métabolique de fixation du carbone (**Levigneron et al., 1995**). La diffusion du CO₂ à l'intérieur des stomates devient alors limitée et sa fixation au niveau des chloroplastes diminue par conséquence la régénération du RuBP (Ribulose Biphosphate) devient limitée (**Allen., 1995 in Lahouel.,2014**).

I.2.3.2.Effet de stress salin sur la physiologie de la reproduction

Selon **Hu., 2005**, la salinité réduit le taux de croissance de la plante et ses organes reproducteurs. Ils ont étudié l'effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction, ils ont constaté que le nombre du pollen dans deux différents types de cultivars de l'orge a été réduit de 24 à 37%. Des études réalisées par **Munns et Rawson., 1999**, sur l'effet de l'accumulation du sel dans le méristème de l'orge sur la reproduction et le développement, montrent que les courtes périodes de stress salin pendant l'organogenèse peuvent avoir des conséquences irréversibles sur la fertilité de l'épi, elle provoque l'avortement des ovaires.

I.2.3.3.Effet de stress salin sur la germination et la croissance du blé dur

I.2.3.3.1.Effet du stress salin sur la germination du blé dur

La germination et les premiers stades de croissance sont cruciaux pour l'établissement des espèces se développant dans des environnements salins.

Ce stade germinatif est souvent limité par la salinité du sol et se montre plus sensible par rapport aux autres stades de développements.

Une salinité élevée entraîne une inhibition de la germination des semences par osmose ou par toxicité spécifique (**Ouhaddach., 2016**).

Les effets osmotiques se traduisent par l'inaptitude des graines à absorber des quantités suffisantes en eau pour les ramener à leur seuil critique d'hydratation. Ce qui se trouve être nécessaire au déclenchement du processus de germination (**Maas et Poss., 1989**)

Les effets toxiques sont quant à eux liés à une forte accumulation des ions (notamment le Na⁺) provoquant une perturbation des enzymes impliquées dans la physiologie des graines et germination. Ceci va empêcher la levée de dormance des embryons et conduire à une diminution de la capacité germinative (**Rejili et al., 2006**). **Rahmoune et al., 2001**, ont montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination des grains.

Cependant, cet effet varie en fonction de l'intensité du stress et de la variété en question.

I.2.3.3.2.Effet du stress salin sur la croissance du blé dur

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire ce qui conduit à l'arrêt de l'expansion si la concentration du sel augmente (**Wang et Nil.,2000**).

Le stress salin a pour effet immédiat de limiter la croissance en inhibant la croissance foliaire par des messages hormonaux partant des racines en directions des feuilles (**Munns et Termaat., 1986**). La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement, D'une manière générale ; la croissance en longueur, le diamètre des tiges et la grosseur des fruits diminuent d'une façon importante avec l'augmentation de la salinité (**Boukachabia., 1993**). En revanche, il faut signaler que les effets de salinité sur la croissance et la productivité végétale ne sont pas toujours négatifs. De faibles concentrations dans le milieu peuvent stimuler la croissance (**Colmer et al., 1995**).

Ainsi, (**Bizid et Zid .,1988**), ont constaté que chez les variétés de Triticale, la croissance des racines n'est pas affectée par le NaCl ; elle est même stimulée chez les variétés tolérantes.

Cette stimulation s'observe également chez le blé cultivé en présence de NaCl (**Hamza., 1967**).

Cependant, les processus impliqués dans cette stimulation sont encore mal compris.

I.3.Mécanismes de la tolérance des plantes à la salinité :

I.3.1.Exclusion des ions

Selon **Sentenac et Berthomieu (2003)**, la plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles.

Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellules de la racine.

Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine.

D'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui les gouvernent sont encore largement inconnus. IL est aussi indiqué que la capacité d'exclusion de (Na⁺) et / ou (Cl⁻) des tiges est bien corrélée au degré de tolérance au sel.

Le maintien d'une faible concentration de (Na⁺) dans les feuilles peut être dû à un mécanisme d'exclusion qui provoque une accumulation de (Na⁺) dans les racines, évitant une translocation excessive aux tiges; mais, il peut être aussi lié à une mobilité élevée de cet élément dans le phloème.

Cependant, certaines mesures physiologiques concordent pour suggérer l'existence d'une expulsion active du sodium cytoplasmique vers l'apoplasme ou vers la vacuole, protégeant ainsi les équipements enzymatiques du cytoplasme dans les organes aériens (**Greenway et Munns.,1980**).

I.3.2.Compartimentation

Un organisme peut difficilement exclure totalement le Na⁺ de ses tissus. Chez les plantes, une des stratégies de tolérance à la salinité les plus connues est la compartimentation des ions (Na⁺, Cl⁻) en excès dans les tissus. Cette redistribution contrôlée se fait essentiellement dans les vacuoles (Niu et al.,1995) et éventuellement à l'échelle de la plante entière, dans les organes les plus vieux ou les moins sensibles (Cheeman.,1988 Munns, 1993).

Pour être contrôlé, le déplacement des ions au travers des membranes implique un transport actif, consommateur d'énergie, qui utilise différents transporteurs (en densité variable) à la surface des membranes cellulaires (Orcutt et Nelen.,2000 ; Tyrman et al .,Skerret., 1999). Une fois vacuolisé, le Na⁺ en excès contribue à l'ajustement osmotique sans altérer les processus métabolique (Levitt., 1980 ; Yeo., 1983, 1998).

I.3.3.Ajustement osmotique

selon El Midaoui et al.,(2007) l'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique. Celui-ci est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs qui peuvent être des ions tels que les K⁺, Na⁺ et Cl⁻ ou des composés organiques tels les sucres solubles (fructose, glucose, tréhalose, raffinose, fructanes) et certains amino-acides (proline, glycine bétaine, β-alanine bétaine, proline bétaine) conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence. Elle varie dans de larges proportions suivant l'espèce, le stade de développement et le degré de la salinité.

Ce phénomène permet le maintien de nombreuses fonctions physiologique (photosynthèse, transpiration, croissance...) et peut intervenir à tous les stades du développement du végétal. Il permet une protection des membranes et des systèmes enzymatiques surtout dans les organes jeunes, la proline semblant jouer un rôle dans le maintien des pressions cytosol vacuole et de régulation du pH (Hassani et al., 2008).

I.3.4.Régulation de la croissance

Ils été démontré que les réponses physiologiques à divers stress tels que la sécheresse ou la salinité, ont des caractéristiques similaires. Ils provoquent toute une augmentation de la concentration en ABA dans la partie aérienne ou une réduction de concentrations en cytokinine (Itai., 1999). D'après Zhu (2001), la réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour limiter les effets du stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil où les dommages sont irréversibles.

Pour illustrer cette tendance, dans la nature, la croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce ou variété (Zhu., 2001).

I.3.5.Le contrôle membranaire

L'adaptation au stress salin se met en place également au niveau des membranes cellulaires (membrane plasmique, tonoplaste). La modification qualitative et quantitative des aquaporines (protéines transmembranaires) est par exemple un processus capable de modifier la conductivité hydrique de la plante et de favoriser de restreindre les mouvements d'eau (Yeo., 1998). En termes de transport ionique, la stratégie de résistance à la salinité est qualitative et quantitative.

La sélectivité des ions à l'entrée constitue la composante qualitative qui se définit à partir des différents transporteurs membranaires récents (antiports Na⁺/H⁺).

Dans la diffusion facilitée comme dans le transport actif, les protéines membranaires peuvent être très spécifiques de certains solutés. Néanmoins, plusieurs solutés peuvent entrer en compétition pour une même protéine de transport (Na⁺ et K⁺).

D'un point de vue quantitative, la perméabilité membranaire au Na⁺ ainsi que l'activité, la quantité, la sensibilité des antiports Na⁺/H⁺ membranaire évoluent pour s'adapter à un stress sodique à long terme (**Niu et al.,1995 ; Terman et Skerrett., 1999**).

CHAPITRE II :

Matériel et Méthodes

II.1. Objectifs de l'expérimentation

Notre essai consiste à étudier l'effet du déficit salin et la variabilité de la réponse chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) : Ouled Mostefa et Moulet Eddar

La variété Ouled Mostefa (Figure 5).

La variété Moulet Eddar (Figure 5).

Les paramètres retenus sont d'ordres morphologique, physiologique et biochimique.



Figure 05 : Graines des deux variétés de blé dur utilisées dans l'étude (Ouled Mostefa et Moulet Eddar)

II.2. Matériel végétal et conditions de culture

La culture *in vitro* signifie littéralement, « la reproduction artificielle des cellules ou des tissus sur un milieu nutritif, dans un tube de verre et en conditions d'asepsie » (**de Fossard, 1981 in Baziz., 2004**). C'est un mode de reproduction artificielle qui comprend l'ensemble des méthodes faisant intervenir des éléments d'asepsie et la mise en place de conditions de culture contrôlées (milieu de culture, température, luminosité), le milieu doit fournir tous les éléments chimiques nécessaires au développement de la plante (**Baziz., 2004**).

La culture est suivie pendant 30 J. (La stérilisation des instruments métalliques est assurée par l'étuve à une température de 180°C pendant 30 min).

II.3. Pré germination

L'essai a été conduit dans laboratoire d'agronomie de l'université de 20 aout 1955-Skikda. Les graines des deux géotypes ont été stérilisées à l'eau de javel 6% pendant 15 minutes puis rincées plusieurs fois par l'eau distillé. Elles sont mise à germer sur papier filtre humecté à l'eau distillé dans des boites de pétri (**figure 05**) pendant 1 jours à l'obscurité totale et à la température ambiante du laboratoire.



Figure 06: Dispositif utilisé pour la germination(source original)

II.4. Préparation des pots et application des niveaux de stress :

La culture est réalisée dans des pots de végétation en plastique de 5kg de contenance, remplis par un mélange de terre et de sable. On a semi 10 graines par pot à raison de 9 pots par géotype (3 lots de 3 pots chacun) . Chaque lot de trois pots (30 graines), est une répétition, dont un lot sert comme témoin et les deux autres lots représentent les niveaux de stress appliqués.

Deux solutions salines à base NaCl sont préparées de 9 g /l à 15 g/l NaCl avec le témoin (sans sel).

Les pots ont été placés dans la serre (**Figure 05**), ils sont irrigués régulièrement 2 fois par semaine par les solutions suivantes :

S0= eau du robinet

S1= 100 mmol de NaCl

S2= 250 mmol de NaCl

La capacité au champ est calculée par la façon suivante : nous avons pesé des pots contenant 4Kg de substrat sec utilisé dans l'expérimentation, P1 (P1 = poids de sol sec). Ensuite nous avons irrigué ces derniers jusqu'à saturation, tout en couvrant les pots à l'aide d'un plastique noir pour éviter l'évaporation de l'eau par la surface.

Après 24h de repos, les pots sont pesés de nouveau P2 (P2 = poids à saturation). La différence entre P2 et P1 est la quantité d'eau retenue par le sol et qui représente la capacité au champ des pots.



Figure 07: Dispositif utilisé pour l'essai en pots (source original)

II.5. Paramètres étudiés

II.5.1 Paramètres morphologiques

II.5.1.1. La surface foliaire SF « cm² »

La surface foliaire qui concerne la troisième feuille, est déterminée par la méthode de Paul et al., (1979) qui consiste à :

- prendre la feuille de blé dur sur papier calque et découper les contours de la feuille, ce dernier est pesé (Pf).
- couper un carré de 10cm² de ce même papier qui est également pesé (P).
- déduire la surface foliaire SF par la formule suivante :

$$SF \text{ (cm}^2\text{)} = Pf.10 / P$$

II.5.1.2 la longueur pédoncule :

La longueur pédoncule de chaque plantule issue de la germination est mesurée à l'aide d'une règle graduée (**Figure 5**), pour chaque variété et chaque traitement. Les mesures de ce paramètre sont effectuées à partir du 10^{ème} jour de l'expérimentation jusqu'à la fin de l'essai .



Figure 08 : la règle graduée (source original)

II.5.1.3. Biomasse aérienne et racinaire :

La biomasse aérienne des feuilles sèches et racinaire est déterminée après se prendre de chaque pot une plante de blé dur puis nous avons coupé les racines et la partie aérienne puis on pesé chaque partie seule et notez les résultats.

II.5.2. Paramètres physiologiques :

II.5.2.1. La teneur relative en eau TRE « % »

La teneur relative en eau de la feuille a été déterminée par la méthode décrite par **Barrs., (1968)**. Selon cette méthode, les feuilles sont coupées à la base du limbe, elles sont pesées immédiatement pour obtenir leur poids frais (PF) (**Figure 08 B**). Ces feuilles sont mises par la suite dans des tubes à essai remplis d'eau distillée (**Figure 08 A**) et placés à l'obscurité dans un endroit frais, après 24h les feuilles sont retirées, passées dans un papier buvard pour absorber l'eau de la surface, pesées de nouveau pour obtenir le poids de la pleine turgescence (PT). Les

échantillons sont enfin mis à l'étuve (**Figure 09**) régler à 80°C pendant 48h et pesés pour avoir leur poids sec (PS). La teneur relative en eau est calculée par la formule suivante la formule de Clark et Mac-Caig., 1982) :

$$\text{TRE (\%)} = [(\text{PF} - \text{PS}) / (\text{PT} - \text{PS})] \cdot 100$$

Où :

- PF : correspond au Poids Frais ;
- PT : correspond au Poids de Turgescence ;
- PS : correspond au Poids Sec ;



A- La mise des feuilles dans des tubes à essai contenu l'eau distillé.

B- Des coupes de feuille à l'aide d'une balance de précision

Figure 09 : Quelques étapes durant la mesure de la teneur relative en eau (source original)



Figure 10 : L'étuve

II.5.3. Paramètres biochimiques

II.5.3.1 Teneur en chlorophylle a et b :

. **Le dosage** : la chlorophylle est dosée par spectrophotométrie (**Figure 11**), selon le principe de la loi de « Beer-Lambert ». La quantité de chlorophylle est déterminée par le système d'équation à inconnues suivant :

$$\text{Chl a} = 12.7D_{.663} - 2.69D_{.645} \quad (6)$$

$$\text{Chl b} = 22.9D_{.645} - 4.68D_{.663} \quad (7)$$

$$\text{Chl a} + \text{Chl b} = 8.02D_{.663} + 20.2D_{.645} \quad (8)$$

La lecture des densités optiques (D.O) des extraits à 645 et à 663nm, puis la résolution de ce système d'équation nous donnent les teneurs en chlorophylles (a) et (b) en $\mu\text{g/ml}$, extrapolés encore en $\mu\text{g/g}$ de MF (**Mazliak., 1979**).



Figure 11 : La mise des feuilles dans des tubes (source original)



Figure 12 : spectrophotométrie(source original)

CHAPITRE III :

Résultats et discussion

III.1. Variations des paramètres étudiés :

Le **Tableau 03** Montre que tout les paramètres montrent une variabilité significative en qualité de réponses des variétés au stress salin vue que les écarts entre les moyennes générales maximales et minimales sont supérieurs aux ppds respectives.

Tableau0 3 : Moyennes générales maximales et minimales des paramètres étudiés

Paramètres	Moy	Min	Max	Ecart
Tre	32,21	5,26	63,89	58,63
Sf	1,93	0,20	6,37	6,18
Cl _a	8,59	2,41	15,47	13,07
Cl _b	3,14	0,07	7,18	7,12
Cl _t	11,73	3,32	19,99	16,67
biom.rac	0,22	0,08	0,45	0,38
biom.aer	1,69	0,65	3,16	2,51
Pédoncule	7,90	3,05	13	9,95

L'ANOVA montre un effet génotype significatif pour Cha, Cht et RWC et un effet salinité significatif pour la surface foliaire, biomasse aérienne longueur du pédoncule ; la biomasse racinaire enregistre des effets principaux significatifs ; l'interaction génotype X salinité est non significative pour tous les paramètres étudiés (**Tableau 04**).

Source de variation	DF	Valeur de F et signification							
		Cha	Ch _b	Cht	RWC	SF	Bio.rac	Bio.aer	Long.Pedon
Génotype	1	11.76 **	0.65 ns	5.82 *	5.67 *	1.25 ns	4.8 *	0.01 ns	0.01 ns
Salinité	2	2.86 ns	2.35 ns	3.4 ns	0.52 ns	6.98 **	6.06 *	8.59 **	16.3 ***
Geno*Sal	2	0.64 ns	1.18 ns	0.87 ns	4.3 *	0.39 ns	0.44 ns	0.4 ns	0.16 ns

* : signification, DDL : degré de liberté, Cha : Chlorophylle a, Chlorophylle b, Chlorophylle c, TRE : teneur relative en eau, SF : surface foliaire.

III.1.1. Action du déficit salin sur la teneur relative en eau

Une comparaison entre l'évolution de la teneur en eau des deux variétés de blé étudiées a montré que la teneur relative en eau diminue au fur et à mesure que le déficit salin s'accroît (**figure 09**).

Les teneurs en eau les plus élevées sont notées chez les témoins S0, avec une valeur maximale de 47.31 % enregistré chez le génotype Moulet Eddar et une valeur minimale de 42.74 % enregistré chez le génotype Ouled Mostefa.

Au premier niveau du stress S1 (9g/l de Na Cl), la valeur minimale est observée chez le génotype Ouled Mostefa (25.1 %), alors que la valeur maximale est enregistrée chez le génotype Moulet Eddar (48.1 %).

Au dernier niveau de stress S2 (15g/l de Na Cl), Une nette diminution de la teneur en eau est observée chez tous les génotypes. La teneur relative en eau varie entre (19.15%) chez le génotype Moulet Eddar et (29.23 %) chez le génotype Ouled Mostefa .

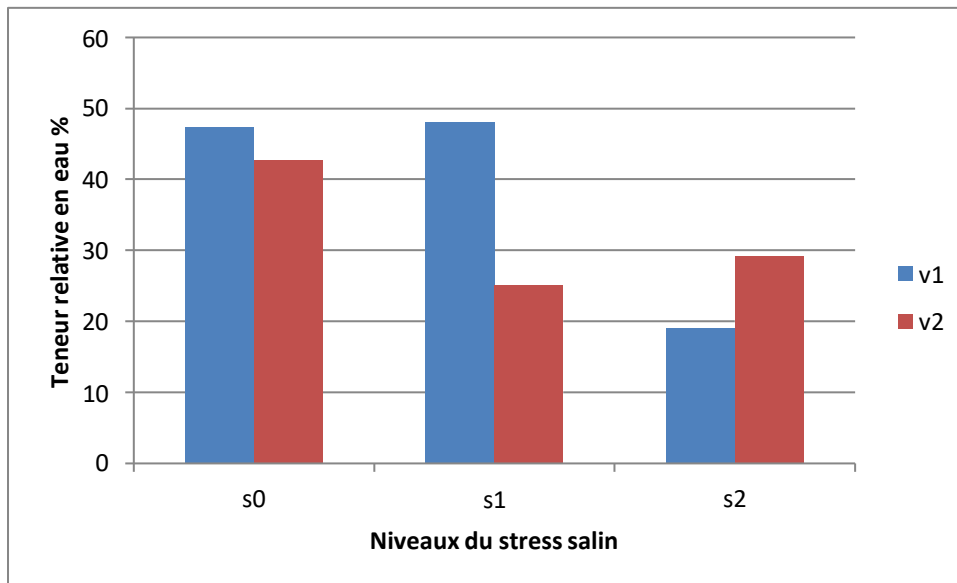


Figure 13 :teneur relative en eau des deux génotypes de blé dur sous différentes niveaux du stress salin

III.1.2. Action du déficit salin sur la surface foliaire

L'effet des différents degrés du stress hydrique sur la surface foliaire des deux génotypes de blé dur testés est bien présenté dans la **figure 10**.

Les résultats montrent une diminution importante de la surface foliaire des différents génotypes étudiés en fonction du degré du stress salin appliqué.

Pour les valeurs enregistrées de la surface foliaire chez les témoins, La variété Moulet Eddar présente la surface la plus grande (3.99 cm²) par contre la variété Ouled Mostefa représente la surface la plus petite (3.79 cm²).

Sous conditions du stress salin, nous avons enregistré une diminution de la surface foliaire chez les deux génotypes étudiés, les valeurs obtenus s'étalent entre (1.31 cm²) (Moulet Eddar) au premier niveau du stress salin (9g/l de Na Cl) et (0.62 cm²) au deuxième niveau du stress salin(15g/l de Na Cl) . Autrement , pour la variété de Ouled Mostefa les valeurs obtenus s'étalent entre (1.08 cm²) au premier niveau du stress salin (9g/l de Na Cl) et (0.82 cm²) au deuxième niveau du stress salin(15g/l de Na Cl).

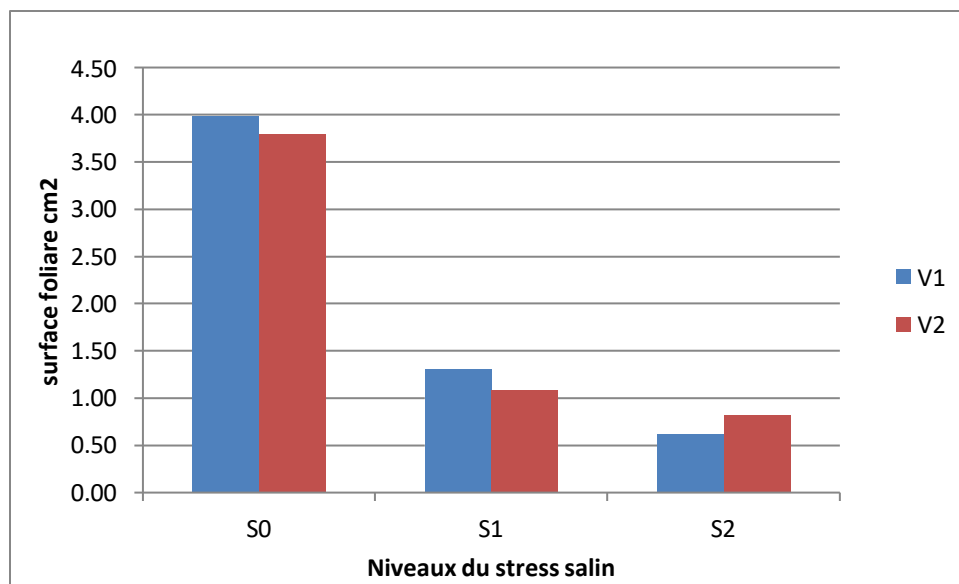


Figure14 : Surface foliaire des deux génotypes de blé dur sous différents niveau du stress salin

III.1.2. Action du déficit salin du taux de chlorophylle :

Contenu en chlorophylle (a)

Ce caractère varié d'une manière très hautement significative ($p < 0,001$). L'observation de la figure (14) précise clairement que la plus fort niveaux du stress salin (S2) (15g/l) a exercé une diminution de la teneur en chlorophylle (a) pour les deux variétés Moulet Eddar et Ouled Mostefa, avec un pourcentage de 4.96, 8.12 $\mu\text{g/g}$ de MF respectivement, par rapport aux témoins. Ces deux variétés, présentaient une élévation remarquable pour la dose (9g/l) de NaCl avec 8.88 et 8.46 $\mu\text{g/g}$ de MF .

Contenu en chlorophylle (b)

Ce caractère varié d'une manière très hautement significative ($p < 0,001$). L'observation de la figure (14) précise clairement que la plus fort niveaux du stress salin (S2) (15g/l) a exercé une diminution de la teneur en chlorophylle (b) pour la variété Moulet Eddar et , avec un pourcentage de 3.67, 1.31 $\mu\text{g/g}$ de MF respectivement, par rapport aux témoins. Ces deux variétés, présentaient une élévation remarquable pour la dose (9g/l) de NaCl avec 4.33 et 2.95 $\mu\text{g/g}$ de MF .

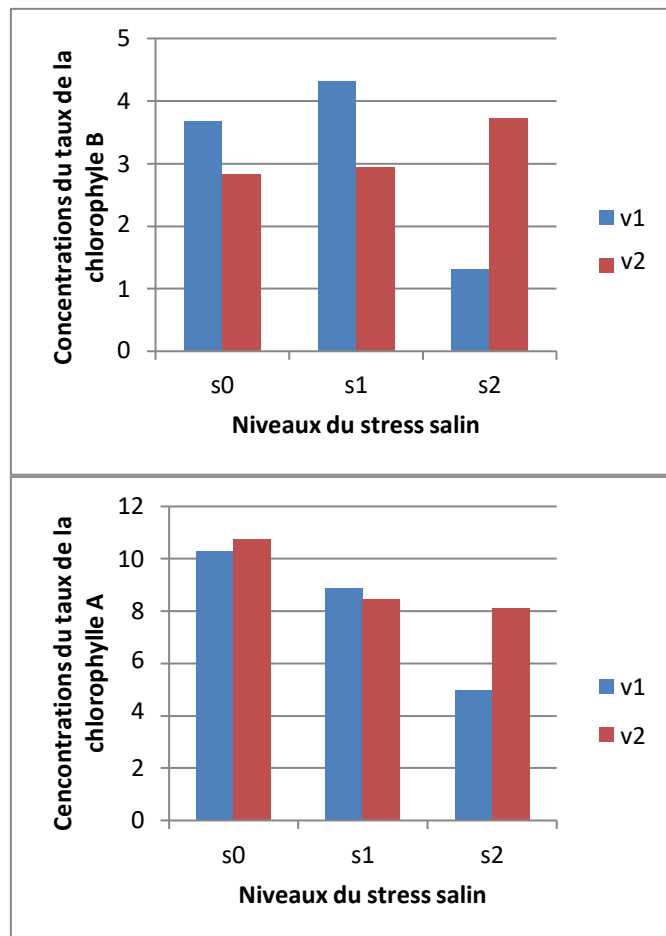


Figure 15: le taux de chlorophylle A et de chlorophylle B mesuré à partir de l'avant dernière feuille des deux génotype de blé dur

Contenu en chlorophylle T :

Les résultats obtenus (Figure 15) montrent que le stress salin a provoqué une diminution du contenu de la chlorophylle (T) pour la variété Moulet Eddar pour les divers traitements par rapport aux témoins. Cette diminution est comprise entre 13.98 μ g/g de MF pour la chlorophylle (T) et 6.28 μ g/g de MF . D'autre part, nous avons constaté des valeurs environ 13.6 μ g/g de MF et 11.41 μ g/g de MF pour la variété Ouled Mostefa , par les doses excessives en NaCl.

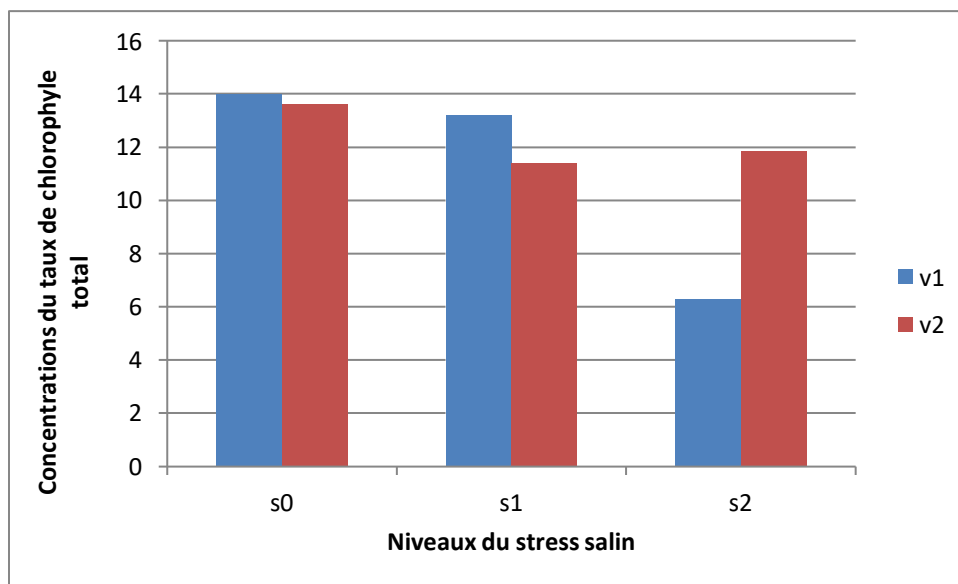


Figure 16 : Variation du taux de la chlorophylle Total des deux géotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin

III.1.2. Action du déficit salin sur la biomasse racinaire et aérienne :

Les résultats obtenus concernant la biomasse racinaire et la biomasse aérienne sont illustrés par les figures 17 et 18. Le traitement de donné indique qu'un stress salin de l'ordre de 9 g/l de NaCl diminue significativement la biomasse racinaire et la biomasse aérienne des géotypes testées comparé avec les témoins non traités. A cet effet, des fréquences environ (1.42 et 1.72 g), (0.17 et 0.30 g) pour Moulet Eddar et Ouled Mostefa a été observé, respectivement. Alors, que ces valeurs sont de l'ordre de 0.24 et 0.32 g pour les témoins non traités, respectivement.

Autrement, pour un stress sévère environ 15g/l de NaCl, la biomasse racinaire et la biomasse aérienne des géotypes est sérieusement affectée où nous avons constaté avec des fréquences environ (1.04 et 1.04 g), (0.17 et 0.10 g) pour Moulet Eddar et Ouled Mostefa, respectivement.

Les caractères morphologiques et physiologiques indicateurs de la tolérance de des plantes aux stress salin sont très divers (**Munns et al., 2012**). La réaction des plantes à la salinité produit généralement des modifications morphologiques et physiologiques, alors que l'étude de la tolérance des variétés à la salinité, nécessité d'analyser la variation des caractéristiques discriminantes pour la tolérance(**Benderradji.,2013**).

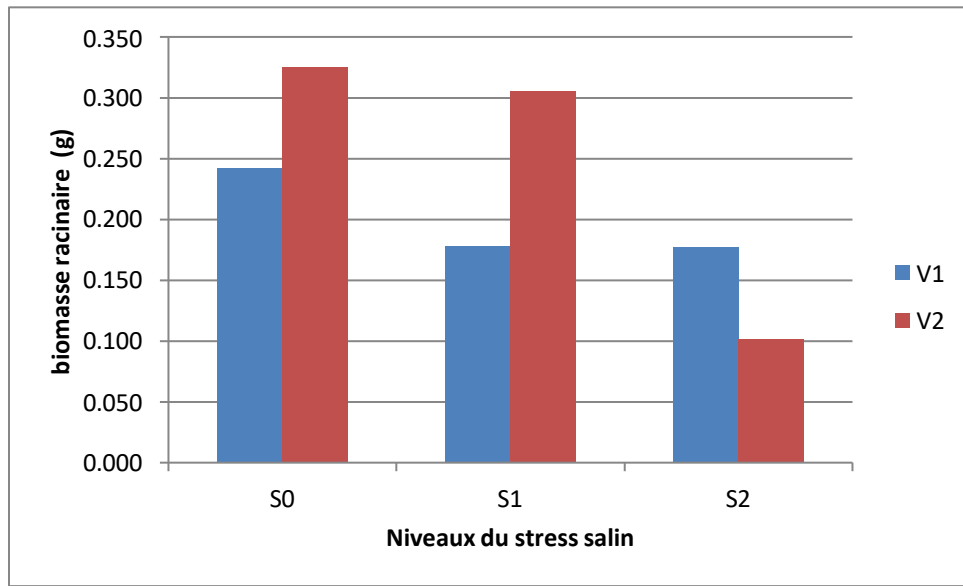


Figure 17 : Variation du biomasse racinaire des deux génotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin

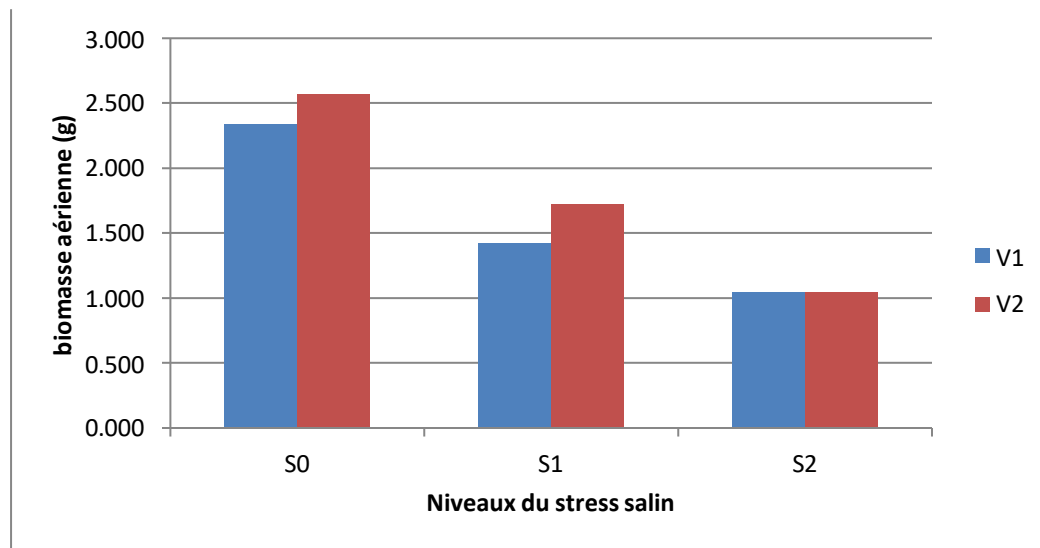


Figure 18 : Variation du biomasse aérienne des deux génotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin

III.1.2. Action du déficit salin du longueur pédoncule :

Sur le plan élancement, les résultats sont illustrés par les figures 13 et 14. L'analyse des résultats montre que la concentration de NaCl dans le milieu influe d'une façon très hautement significative la croissance en longueur de racine des deux géotypes étudiés (Moulet Eddar et Ouled Mostefa). Nos résultats montrent qu'un stress salin de l'ordre de 9 g/l de NaCl diminue la longueur pédoncule des géotypes testées dont les valeurs enregistrées sont de l'ordre de (6.52 et 9.20 cm) pour Moulet Eddar et Ouled Mostefa et, respectivement. Cependant, le témoin non traité a montré des valeurs de (7.83, 10.38 cm) et () de longueur pédoncule pour les deux variétés respectivement. Toutefois, un stress modérée 15g/l de NaCl, la longueur pédoncule des géotypes est sérieusement affectée (5.95 et 7.97 cm), en comparaison avec le témoin non traité.

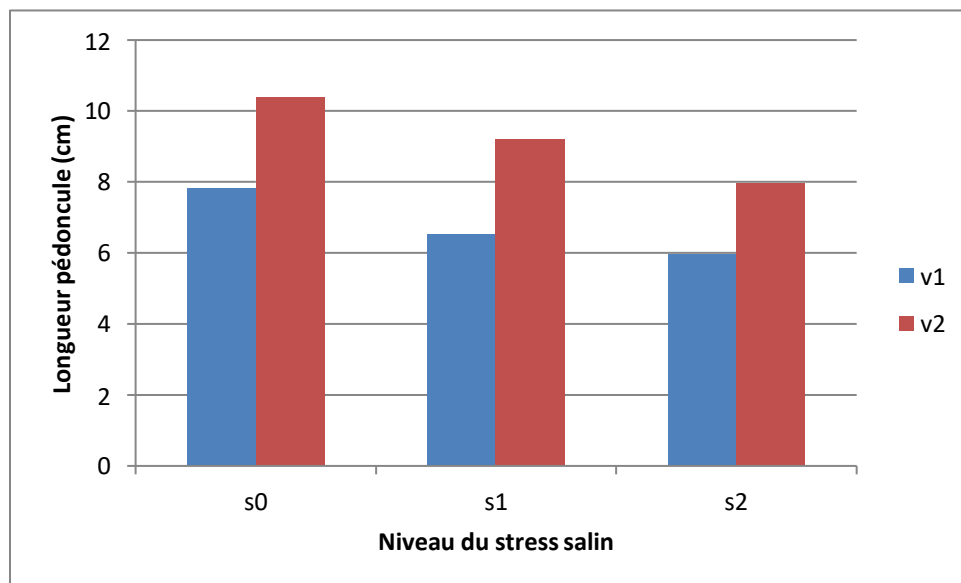


Figure 19 : Variation du longueur pédoncule des deux géotypes de blé dur soumis aux différents niveaux de stress salin

Conclusion

Conclusion

La salinisation des sols constitue un problème majeur en Algérie. C'est aussi l'un des principaux facteurs abiotiques qui limitent la productivité végétale et le rendement agricole. Par conséquent, les chercheurs ont eu recours à des recherches sur l'effet de la salinité sur les espèces végétales en général et les céréales (le blé dur) en particulier car elle est considérée comme l'aliment principal en Algérie.

L'étude de la réponse au stress salin chez les deux variétés de blé dur testées révèle l'existence d'une grande variabilité pour la plupart des paramètres mesurés.

Lors du premier essai conduit sous serre, nous avons étudié la réponse de ces deux variétés de blé dur au stress salin (9g/l, 15g/l de Na Cl), par analyse comparative de quelques paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques. On a pu observer une diminution de la surface foliaire, de la teneur relative en eau, du taux de et du taux de chlorophylle totale,

Dans notre travail, d'après les résultats obtenus des chercheurs, il se démontre que la salinité a un effet néfaste sur le développement du blé dur, quel que soit le degré de réponse au stress salin qui varie d'une variété à l'autre.

En outre, la salinité a un effet dépressif sur la croissance du blé dur selon la variété et la concentration de NaCl, cela est dû au résultat d'une réduction de l'alimentation de la plante en eau et en éléments minéraux majeurs.

Malgré l'impact négatif de la salinité sur la germination et la croissance du blé dur, il existe des variétés de blé dur tolérants la salinité. De ce fait, le développement de variétés tolérantes à des seuils élevés de salinité constitue une solution durable pour l'extension de la céréaliculture en irrigué, et plus particulièrement dans les régions à climats semi-aride.

Bibliographie

- **Abdely C.**, (2006). Caractérisation des halophytes pour le dessalement des sols salins et traitement des deux Salines. Rapport d'activité 2007. Centre de biotechnologie à la technologie de Borj-cegria. Tunisie. 28-31.
- **Alem, C., & Amri, A.** (2005). Importance de la stabilité membranes cellulaires dans la tolérance à la salinité chez l'orge, biochimie et environnement, *Reviews In Biology and Biotechnology*, vol 4, N°1 :20-31 .
- **Alem, C., Labhilili, M., Brahmi, K., Jlibene, M., Nasrallah, N., & Filali-Maltouf, A.**(2002). Adaptations hydrique et photosynthétique du blé dur et du blé tendre au stress salin. *Comptes rendus biologiques*, 325(11), 1097-1109 .
- **Allen, R. D.** (1995). Dissection of oxidative stress tolerance using transgenic plants. *Plant physiology*, 107(4), 1049.
- **Ammar M.**(2015) . Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie : états des lieux et perspective. Thèse de Doctorat. CIHEAM Montpellier : pp 17_20
- **Amtmann A. & Leigh R.** (2009). Ion homeostasis. *In Abiotic Stress Adaptation in Plants* (pp. 245-262). Springer, Dordrecht.
- **APG III.** (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161: 105 121.
- **Apse M. P. & Blumwald E.** (2007). Na⁺ transport in plants. *FEBS Letterd* 581(12), 2247-2254..
- **Arbaoui M, Benkhelifa M., Belkhodja M, 2000:** Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. *Option méditerranéenne*. Pp.267-270.
- **Ashraf M et Harris., 2004:** Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci.*, 166: 3-6.
- **Austin R.B. et Jones H.G. 1975.** The physiology of wheat—*Annual Report-Plant breeds inst.* Cambridge inst. England, pp: 327-355.
- **Bajji M.** (1999). Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants soma clonaux sélectionnés *in vitro*. Thèse de Doctorat. Univ. Louvain.

- **Barrs H., 1968.** Determination of water deficit in plant tissues. In: Water Deficit and Plant Growth. Academy Press. New York. 235-368 p.
- **Bartels D. & Sunkar R. (2005).** Drought and salt tolerance in plants. *Critical reviews in plant sciences* 24(1), 23-58.
- **Bayuelo J. (2002).** Salinity tolerance of phaseolus species during germination and early seedling growth. *Crop Sci.*, 2184-2192.
- **Belfakih et al, G. Appl. Biosci, 2013 :** effet de la salinité sur les paramètres morpho physiologiques de deux variétés de bananier. *Journal of applied biosciences* 70 :5651-5662 ISSN 1997- 5902.
- **Ben Ahmed H., Manaa A. & Zid E. (2008).** Tolérance à la salinité d'une poaceae à cycle court : la sétaria (*Setaria verticillata L.*). *Comptes Rendus biologies* 331 (2), 164-170.
- **Benbelkacem A. (2013).** Rapport des résultats du projet « Enhancing food Security in Arab countries. Icarda –INRAA.
- **Benmahioul B., Daguin F. & Kaid Harche M. (2009).** Effet du stress salin sur la germination et la croissance in vitro du Pistachier (*Pistacia vera L.*) *Comptes Rendus Biologies* 332(8), 752-758.
- **Benseddik, B., & Benabdelli K. (2000).** Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur en zone semi-aride. *Approche éco- physiologique, Sécheresse*, Vol. 11, N° 1, (2000), pp. 45-51.
- **Berthomieu P., Conéjéro G., Nublat A., Brackebury W.J., Lambert C., Savio C., Uozumi N., Oiki S.,**
- **Bizid E., Zid E. et Grignon C., 1988.** Tolérance au NaCl et sélectivité K⁺/Na⁺ chez les Triticales. *Agronomie*, 8, 1: 23-27.
- **Blumwald E., Grover A. & Good A. G. (2004).** Breeding for abiotic stress resistance: challenges and opportunities. 2004 « New directions for a diverse planet ». Dans *Proceedings of the 4th International Crop Science Congress*, 26 September – 1 October 2004, Brisbane, Australia
- **Boufenar-Zaghouane F. & Zaghouane O. (2006).** *Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine)*. ITGC, 154 p .

- **Boukachabia E., 1993.** Contribution à l'étude de quelques mécanismes morphologiques et biochimiques de tolérance à la salinité chez cinq génotypes de blé dur (*Triticum durum* Dest). Mémoire de Magister en production et physiologie végétale. Université Badji Mokhtar, Annaba, 108p.
- **Brosché M., Overmyer K., Wrzaczek M., Kangasjärvi J. & Kangasjärvi S. (2010).** Stress signaling III: Reactive oxygen species (ROS). Chap. 5. Dans Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation. Sous la direction de A. Pareek, S.K. Sopory, H.J. Bohnert et Govindjee, pp : 91-102 .
- **Buck H. & Nisi J. (2007).** Wheat production in stressed environments. Proceedings of the 7th international wheat conference, 27 nov-2 Dec 2005, Mar del plata, Argentina developments in plant breeding, volume 12.
- **Chaise L, Ferla A. J, Honore A. Et Moukhli R, 2005 :**L'impact du changement climatique sur l'agriculture en Afrique. Atelier Changement climatique. ENPC.
- **Cheeseman J.M., 1988:** Mechanisms of salinity tolerance in plants. *Plant Physiology* **87**: 547- chloride and sodium sulphate. *Physiologia Plantarum* pp 482-490.
- **Cheong M.S., D.J. Yun. (2007) Salt-Stress Signaling. Journal of Plant Biology, 50:** 148-155.
- **Cherief A., Bouhalili M. (2018).** Effet de stress salin sur les paramètres morpho-physiologique, et biochimiques chez la fève *Vicia faba* L. *Mémoire de Master. Algérie : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 11 p.*
- **Clark J.M., Norvell W.A., Clark F.R. & Buckley T.W., 2002.** Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie.* **82** : 27-33 p.
- **Colmer T.D., Epstein E. and Dvorak J., 1995.** Differential solute regulation in leaf blade of various age in salt sensitive wheat and a salt tolerant wheat x *Lophopyrum elongatum* (Host) A. Löve amphiploid. *Plant Physiol*, 108: 1715-1724.
- **De Cires, A., Luque, T., Davy, A.J., & Figueroa, M.E. (2006).** Growth and photosynthetic responses to salinity in an extreme halophyte, *Sarcocornia fruticosa*. *Physiol Plant*, 128, 116-124.
- **El Midaoui M., 1999:** Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to nitrogen and potassium deficiency. *Helia*. Vol. 22, n°30, pp. 139-148.

- **Eliard J.L. 1979.** Manuel d'agriculture générale. Ed. J.B. Bailière, Paris, 344 p.
- **El-Mekkaoui M. (1990).** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé et amélioration des végétaux, *Université de Nice Sophia- Antipolis*.
- **Evans L.T. et Rawson H. M. 1975.** Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. *Australian Journal of Biology*: 223-245.
- **F.A.O. 2008.** Global network on integrated soil management for sustainable use of salt affected soils. Rome, Italy : FAO Land and plant nutrition management service
- **FAO, 2001 :** perspective alimentaire. Analyse des marchés mondiales. [http://www. Fao. Org/010/ah 864 F/ ah 864 f00. Htm](http://www.Fao.Org/010/ah_864_F/ah_864_f00.Htm).
- **Farsiani, A., & Ghobadi, M. E. (2009).** Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays L.*) at germination and early seedling stages. *World Acad. Sci. Eng. Tech*, 57, 382-385.
- **Feillet P. (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. *INRA. Paris*.
- **Flowers T. J. & Colmer T. D. (2015).** Plant salt tolerance : adaptations in halophytes. *Annals of botany* 115(3), 327-331.
- **Förster H., Coffey M., Elwood H., Sogin M.L., 1990.** Sequence analysis of the small subunit ribosomal RNAs of three zoosporic fungi and implications for fungal evolution. *Mycologia*, 82: 306-312
- **Gate p, 1995 :** ecophysiologie du blé de la plante à la culture -Ed. DOC-la voisior I.T.C.F- France-pp 417.
- **Giban M., Minier B. & Malvosi R. (2003).** Stades du blé, éd ITCF, Paris, 68p
- **Greenway, H. et Munns, R. (1980):** Mechanism of salt tolerance in non halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, 31 : 149-190.
- **Hamadache A. (2013).** Eléments de phytotechnie générale-Grandes Cultures-Tome 1 : le blé, 11-49.
- **Hamza M., 1967.** Influence de diverses concentrations de chlorure de sodium sur la croissance de jeunes plantes de *Triticum sativum*. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 176: 1997-2000.
- **Hanana M., Cagnac O., Zarrouk M. & Blumwald E. (2009).** Rôles biologiques des antiports vacuolaires

- **Hasan M. I., Kibria M. G., Jahiruddin M., Murata Y. & Hoque M. A. (2015).** Improvement of Salt Tolerance in Maize by Exogenous Application of Proline. *Journal of Environmental Science and Natural Resources* 8(1), 13-18.
- **Hillel D., 2000:** Salinity Management for Sustainable Irrigation. The World Bank, Washington, D.C.
- **Hopkins W. G. (2003).** Physiologie végétale. 2^{ème} édition. De Boeck, Bruxelles, 61-476.
- **Hu Y. (2005).** Salinity and the growth of non-halophytic grass leaves : the role of mineral nutrient distribution. *Plant Biol*, vol 973- 985.
- **IRD., 2008.** Les dossiers thématiques de l’Institut de recherche pour le développement. Les sols sont fragiles : 1^{ère} partie Salinisation et sodisation des sols. 2^{ème} partie La dégradation des sols par salinisation ou alcalisation.
- **Jajoo, A. (2013).** Changes in photosystem II in response to salt stress. In *Ecophysiology and Responses of Plants under Salt Stress* (pp. 149-168). Springer, New York, NY.
- **Jaouadi, W., Hamrouni, L., Souayah, N., & Khouja, M. L. (2010).** Etude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 14(4), 643-652.
- **Kefu Z., Munns R., King R.W., 1991.** abscisic acid leirels in nacltreated barley, cotton, and saltbush. *Aust. J. Plant physiol*, 18: 17-24.
- **Lemekeddem., Debbach H. (2014).** Synthèse bibliographique sur l’effet du stress sur la germination de blé. *Mémoire de Master. Algérie : Université Kasdi Merbah, Ouargla*, 23-28.
- **Levigneron A., Lopez F., Berthomieu P., Casse-Delbart F. (1995).** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agriculture* 4, 263-273. France.
- **Levigneron A., Lopez F., Berthomieu P., Casse-Delbart F. (1995).** Les plantes face au stress salin. *Cahiers Agriculture* 4, 263-273. France.
- **Levitt J., 1980:** Responses of Plants to Environmental Stresses: Water, Radiation, Salt, and other stresses, Academic Press, New York, pp. 365-488.
- **Maas, E. V., & Poss, J. A. (1989).** Salt sensitivity of wheat at various growth stages. *Irrigation Science*, 10(1), 29-40.

- **Mahajan S., Pandey G. K. & Tuteja N. (2008).** Calcium- and salt stress signaling in plants: Shedding light on SOS pathway. *Archives of biochemistry and biophysics* 471(2), 146-158.
- **Maillard, J. (2001).** Le point sur l'irrigation et la salinité des sols en zone aride: Risques et Recommandations. Handicap International.
- **Majumder A. L., Sengupta S. & Goswami L. (2010).** Osmolyte regulation in abiotic stress. *In: Abiotic stress adaptation in plants: Physiological, molecular and genomic foundation.* Sous la direction de A. Pareek S. K. Sopory H. J. Bohnert & Govindjee, Chap. 16, pp : 349-370
- **Masle-Meynard J. 1980.** L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse de Docteur-Ingénieur. INA-PG, Paris, 274p.
- **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 *A triplex canescens* (purch) Nntt,99 .
- **Mermoud A. (2006).** Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. *Ecole polytechnique fédérale de Lausanne*, 23 p.
- **Munns R et Husain S, Rita Rivelli A, Richard A, Lindsay P, Evans S, Daniel P, 1983** : Halotolerante ukaryotes. In *Physiological Plant Ecology. III. Responses to the Chemical and Biological Environment.* *Encycl. Plant Physiol.*, pp. 59-135 New Series, Vol. **12C**. Springer, Berlin.
- **Munns R. (1993).** Physiological processes limiting plant growth in saline soils : some dogmas and hypotheses. *Plant, Cell & Environment*, 16(1), 15-24.
- **Munns R. (2002).** Comparative physiology of salt and water stress. *Plant, Cell and Environment*, 239-250.
- **Munns R., & Tester M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59, 651-681.
- **Munns R., & Tester M. (2008).** Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology* 59, 651-681.
- **Munns R., James R. A. & Lauchli A. (2006).** Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany* 57(5), 1025-1043

- **Munns R., Rawson H.M., (1999).** Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. *Aust. J. Plant Physiol*, 459-464.
- **Munns, R. et Termaat, A. 1986.** Whole plant response to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13: 143-160
- **Niu x et al ., 1995 :** Ion homeostasis in NaCl stress environments. *Plant physiology* pp735-742
- **Orcutt D.M. Et Nilsene.T. , 2000:** Physiology of plants under stress. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, USA.
- **Ouhaddach, M., ElYacoubi, H., Douaik, A., Hmouni, D., & Rochdi, A. (2016).** Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du Blé (*Triticum aestivum L.*) au stade montaison.
- **Oukarroum A. 2007.** Vitalité des plantes d'orge (*Hordeum vulgare L.*) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne. Thèse de doctorat 3878. Univ. Genève. Maroc.
- **Paul M.H., Planchton C. & Ecochard R. 1979.** Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement et la productivité chez le soja. *Améliorations des plantes*. **29** : 479 -492 p
- **Price, A. H., & Hendry, G. A. F. (1991).** Iron- catalysed oxygen radical formation and its possible contribution to drought damage in nine native grasses and three cereals. *Plant, Cell & Environment*, 14(5), 477-484.
- **Rahmoune, C., Sdiri, H., Meddahi, M. L., & Selmi, M. (2001).** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 12(3), 167-74.
- **Rasanen I.a., 2002.** Biotic and abiotic factors influencing the development of N₂-fixing symbioses between rhizobia and the woody legumes *Acacia* and *Prosopis*. Academic dissertation in microbiology. Helsinki. Thesis.80p.
- **Redondo-Gomez, S., Wharmby, C., Castillo, J.M., Mateos-Naranjo, E., Luque, C.J., Rejili, M., Vadel, A. M., & Neffati, M. (2006).** Comportements germinatifs de deux populations de *Lotus creticus (L.)* en présence du NaCl. *Revue des régions arides*, (17), 65-78.
- **Rus A., Yokoï S., Sharkhuu A., Reddy M., Lee B. H., Matsumoto T. K., Koiwa H.,**

- **Rush D.W., et Epstein E., 1981:** Breeding and selection for salt-tolerance by incorporation of wild germplasm into a domestic tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* (106): 699-704. Sélection. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques, Montpellier, Pp191.
- **Sentenac H et Berthomieu P., 2003 :** Découverte d'un nouveau mécanisme de tolérance des plantes au sel. UMR Biochimie et physiologie moléculaire des plantes (Unité mixte école nationale supérieure agronomique de Montpellier, Service Presse INRA, 34 p.
- **Silva-Ortega C. O., Ochoa-Alfaro A. E., Reyes-Aguero J. A., Aguado-Santacruz G. A. & Jimenez-Bremont J. F. (2008).** Salt stress increases the expression of p5cs gene and induces proline accumulation in cactus pear. *Plant Physiology and Biochemistry* 46(1), 82-92.
- **Soltner D. (2005).** Les grandes productions végétales. Ed. *Collection sciences et techniques agricoles*, 472p.
- **Souguir M., Fraj H. & Hannachi C. (2013).** Effect of NaCl priming on seed germination of Tunisian fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.) under salinity conditions, *Journal of Stress Physiology & biochemistry* 9 (2), 136p.
- **Sreenivasulu, N., Grimm, B., Wobus, U., & Weschke, W. (2000).** Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italica*). *Physiologia Plantarum*, 109(4), 435-442.
- **Storey R. & Walker R. R. (1999).** Citrus and salinity. *Scientia Horticulturae* 78(1-4), 39-81.
- **Tyerman S.D. and Skerrett im., 1999:** Root ion channels and salinity. *Sci. Hort.* pp 175- 235.
- **Wang Y., NILN. (2000).** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress *J.Hortic.Sci.Biotechnol.* 75, 623-627.
- **Yamada K., Cellier F., Gosti F., Simonneau T., Essah P.A., Tester M., Véry A.A., Sentenac H. & Casse F.(2003).** Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na⁺ recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance. *The EMBO journal* 22(9), 2004-2014.
- **Yeo A., 1998:** Molecular biology of salt tolerance in the context of whole-plant physiology. *Journal of Experimental Botany*.pp915-929

- **Zegrary. (2014).** Zegrary D. Caractérisation morpho-physiologique et biochimique de sept génotypes de deux variétés de blé dur cultivé en Algérie [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université Constantine 1, 2014, p 67
- **Zhao, H., Dai, T. B., Jing, Q., Jiang, D., and Cao, W. X. (2007)** Leaf senescence and grain filling affected by post-anthesis high temperatures in two different wheat cultivars. *Plant Growth Regul*, 51: 149-158.
- **Zhu J. K. (2003).** Regulation of ion homeostasis under salt stress. *Current opinion in plant biology* 6(5), 441
- **Zhu J. K., Bressan R. A. & Hasegawa P. M. (2001).** AtHKT1 is a salt tolerance determinant that controls Na⁺ entry into plant roots. *Proceedings of the national academy of sciences* 98(24), 14150-14155.
- **Zörb C., Geilfus C. M. & Dietz K. J. (2019).** Salinity and crop yield. *Plant Biology* 21, 31-38

Résumé

Résumé :

Pour déterminer l'effet de stress salin sur la germination des semences du blé dur ,nous avons germé deux variétés de blé (Moulet Eddar et Ouled Mostefa).

Cet travail a été effectué aux serre du département d'agronomie de l'université de 20aout 1955 Skikda en la germination des semences dans des pots irriguées par des différente degrés salinité. les conditions expérimentales étaient les mêmes que celles du laboratoire pour la température et l'humidité et l'éclairage . les paramètres mesurés : les caractéristiques morphologiques (la surface foliaire, longueur pédoncule , la biomasse racinaire et la biomasse aérienne),paramètre physiologique (teneur relative en eau) et paramètre biochimique (teneur en chlorophylle).

Les résultats obtenus ont montré que les indicateurs étudié diminuent avec l'augmentation du stress salin de 9g/l à 15g/l ,par conséquent , les résultats de notre étude prouvent que la salinité affecte négativement les propriétés étudiées et que les deux types (Moulet Eddar et Ouled Mostefa)répondent de la même manière au stress salin . les deux variétés étaient plus sensibles dans la caractéristique de la surface foliaire ,tandis que la caractéristique de la longueur pédoncule ,ils étaient moins sensibles ,et au caractéristique de la biomasse racinaire et la biomasse aérienne ,ils étaient résistants au stress salin . concernant le critère physique, des études ont montré que Moulet Eddar étaient plus résistantes au stress salin par rapport à Ouled Mostefa dans la teneur relative en eau .quant aux critère chimique (teneur en chlorophylle) même résistance pour les deux variétés étudiées .

Mots clés : effet stress, paramètres morphologiques, paramètres physiologique, paramètres biochimiques, le blé

الملخص

بهدف معرفة مدى تأثير مستويات الاجهاد الملحي على قوة الانبات عند اصناف القمح قمنا بزراعة

صنفيين من القمح (مولات الدار و اولاد مصطفى)

تمت عملية الزراعة على مستوى الدفيئة بقسم الاقرونومي بجامعة سكيكدة باستعمال القدور و تم سقيها بمحاليل ذات مستويات مختلفة من الملوحة و كانت الشروط التجريبية هي نفسها شروط المخبر من حرارة و رطوبة و توفير الاضاءة.

قمنا بقياس المعايير المورفولوجية (مساحة الورقة, الكتلة الحيوية فوق الارض و الكتلة الحيوية للجذور

, طول الساق) و المعيار الفيزيائي (محتوى الماء النسبي) و المعيار الكيميائي (مستوى اليخضور)

بينت النتائج المتحصل عليها ان المؤشرات المدروسة تنخفض بزيادة الاجهاد الملحي من 9 غ/ل الى 15 غ/ل

وعليه فان نتائج دراستنا تثبت ان الملوحة تؤثر سلبا على الخصائص المدروسة و ان الصنفيين (مولات الدار و اولاد

مصطفى) يتجاوبان بنفس الطريقة مع الاجهاد الملحي, حيث اظهرت نتائج المعايير المورفولوجية ان الصنفيين

مولات الدار و اولاد مصطفى كان اكثر حساسية في خاصية مساحة الورقة اما في خاصية طول الساق فكانا اقل

حساسية, و في خاصية الكتلة الحيوية للجذور و الكتلة الحيوية فوق الارض كانا مقاومين للاجهاد الملحي.

بالنسبة للمعيار الفيزيائي اظهرت الدراسات ان صنف مولات الدار اكثر مقاومة للاجهاد الملحي مقارنة

بصنف اولاد مصطفى في خاصية محتوى الماء النسبي. اما المعيار الكيميائي اظهر نفس المقاومة للصنفيين المدروسين.

كلمات مفتاحية:

المعيار الفيزيائي, المعيار الكيميائي, المعايير المورفولوجية, الاجهاد الملحي, القمح, قوة الانبات

Abstract:

To determine the effect of salt stress on the germination of durum wheat seeds, we germinated two varieties of wheat (Moulet Eddar and Ouled Mostefa). This work was carried out in the greenhouse of the agronomy department of the University of Skikda August 20, 1955 in the germination of seeds in pots irrigated by different degrees of salinity. The experimental conditions were the same as those of the laboratory for temperature and humidity and lighting.

Measured parameters : morphological characteristics (leaf area, peduncle length, root biomass and aerial biomass), physiological parameter (relative water content) and biochemical parameter (chlorophyll content).

The results obtained showed that the indicators studied decrease with the increase in salt stress from 9g/l to 15g/l, therefore, the results of our study prove that salinity negatively affects the properties studied and that the two types (Moulet Eddar and Ouled Mostefa) respond in the same way to salt stress. The two varieties were more sensitive in the characteristic of leaf area, while the characteristic of peduncle length, they were less sensitive, and in the characteristic of root biomass and aerial biomass, they were resistant to salt stress. Concerning the physical ridge, studies have shown Moule Eddar were more resistant to salt stress compared to Ouled Mostefa in the relative water content. As for the chemical criterion (chlorophyll content) the same resistance for the two varieties studied

Keywords:

salt stress ,wheat, physiological parameter, biochemical parameter , germinated