



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur
et de la Recherche Scientifique
Université de Tissemsilt



Faculté des Sciences et de la Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme
De Master académique en :

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : production végétale

Présenté par : **LOUMANI Aya**

OUCIF Hanane

Thème

**Contribution à l'étude de l'effet du stress salin
sur la germination du blé tendre
(*Tritium aestivum.L*)**

Soutenu le : 12 /07/2021

Devant le Jury :

M ^r . ARDJANE T.A	Président	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
M ^r . ZEMOUR K.	Encadrant	M.A.B.	Univ Tissemsilt
M ^r .CHOUHIM K.	Co-encadrant	M.A.A.	Univ-Tissemsilt
M ^r . BOUFARES K.	Examineur	M.C.B.	Univ-Tiaret

Année universitaire : 2020-2021



Remerciement

Merci au bon dieu de nous avons donné le courage, la volonté ainsi que la conscience pour que nous pourrions terminer nos études et réaliser cette mémoire.

*Tous nos remerciements vont d'abords à notre encadreur **Mr. ZEMOUR Kamel**, pour avoir accepté de diriger ce travail, qu'il trouve ici, l'expression de notre profonde reconnaissance, notre immense gratitude et notre grand respect, pour tous ses efforts, son savoir, ses idées, sa confiance et ses encouragements.*

*Nos sincères remerciements vont à notre Co-encadreur **Mr. CHOUHIM kada Mohamed Amine** pour, ses idées, et ses encouragements.*

*Nos sincères remerciements vont à **Mr ARDJANE Taki Alddine** enseignant dans notre, Université Ahmed ben Yahia El Wancharissi de nos avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury. Qu'il trouve ici notre reconnaissance et notre respect les plus sincères.*

*Nos remerciements s'adressent particulièrement à **Mr BOUFARES Khaled** enseignant dans l'université Iben Khaldon-Tiaret pour sa participation comme membre de jury. C'est avec sincérité que nous exprime notre gratitude et notre profond respect.*

*Nos remerciements s'adressent particulièrement à tous les ingénieurs de notre laboratoire surtout **Mme CHAHIH Hadjira** et **Mr AFER Mohamed**.*

Il nos agréable d'exprimer nos remerciements à tous nos amis qui nos avoir aidé pour le bon achèvement de ce travail.



Dédicace

Louange à Dieu tout puissant, pour sa miséricorde. C'est lui qui nous a créés,
C'est lui qui nous a donné le savoir, c'est grâce à lui que le fruit de mon
travail est entre vos mains et je le dédie à: La plus merveilleuse de
toutes les femmes au monde, celle qui m'a transmis sa
générosité, celle qui m'a appris à pardonner,
à aimer et à donner le meilleur
de moi; **MA MERE**

Mon père qui m'a soutenu durant toutes mes années d'études et qui m'a appris à
compter sur moi-même, qu'il me soit permis aujourd'hui de t'assurer mon
profond amour et ma grande reconnaissance ; **PAPA**, laisse-moi te
témoigner ma profonde gratitude à travers ce modeste travail.

A mes grands-pères et grands-mères **Chaïb, Amar, Saada Et Mesouda**

A mon adorable frère **Sidahmed** et ma sœur adorée **Fatima Zahra**.

Aux deux plus chères à mon cœur, qui ont pris la place d'une sœur dans ma vie,
grâce à qui j'ai connu le sens de l'amitié et de fraternité **kawthar et Imane**
et mon amis d'enfance **yousra**

A tous mes oncles et tantes et à tous ceux qui portent le prénom **OUCIF et lachemat**.

A mes amis qui m'ont partagé les meilleurs souvenirs de ces années à la résidence universitaire
Zahia, Noura, Ahlem, Djidji et Fatima

A ma collègue qui a participé à la préparation de ce travail **LOUMANI Aya**

A tous mes amis qui m'ont accompagné dans mon parcours d'étude **Fatima, Souad, Hadjer,
Ryma, Dhaouia, Fayrouz, Nassima, Assia, Hanane, Ahmed, Alaa-Eddine,
Sidahmed et Fodhil**.

OUCIF Hanane



Dédicace

*Louange à Dieu tout puissant, pour sa miséricorde. C'est lui qui nous a créés,
c'est lui qui nous a donné le savoir, c'est grâce à lui que le fruit de mon
travail est entre vos mains et je le dédie à: La plus merveilleuse de toutes
les femmes au monde, celle qui m'a transmis sa générosité,
celle qui m'a appris à pardonner, à aimer et à donner
le meilleur de moi; **MA MERE Fatma***

***Mon père Mansour** qui m'a soutenu durant toutes mes années d'études
et qui m'a appris à compter sur moi-même, qu'il me soit permis aujourd'hui
de t'assurer mon profond amour et ma grande reconnaissance ; **PAPA,**
laisse-moi te témoigner ma profond de gratitude à travers ce modeste travail.*

*A mes frères **Mohamed** et **Abdelhak** .A mes sœurs **Meriem** et **Farah***

*A mon mari **Ahmed***

A toute ma famille et tous mes amis.

*A ma collègue qui a participé à la préparation de ce travail **OUCIF Hanane.***

Et l'ensemble des étudiants de la promotion master 2

Production végétale ; 2020-2021

LOUMANI Aya

Liste des abréviations :

% : Pourcentage.

Kg : Kilo Gramme.

FAO : Food And Agriculture Organisation.

SOD : Su peroxyde Dismutase.

ABA : Acide Abscissique.

ARNm : Acide Ribonucléique Messenger.

PH : Potentiel Hydrogène.

Na⁺ : Sodium.

Mg²⁺ : Magnésium.

Ca²⁺ : Calcium.

K⁺ : Potassium.

Cl⁻ : Chlore.

So⁴⁻ : Sulfate.

HCO³⁻ : Hydrogénocarbonate.

NO³ : Nitrâtes.

CO³⁻ : Trioxyde De Carbone.

Na Cl : Chlorure De Sodium.

g : Gramme.

Co₂ : Dioxyde De Carbone.

SO₂ : Dioxyde De Soufre.

UV : Ultraviolet.

DHAR : La déshydroascorbate Réductase.

MDHAR : La monodéshydroascorbate Réductase.

ml : Millilitre.

C° : Degré Celsius.

Mml : Milli Molaire.

L : Litre.

H : Heure.

Pt : le poids du grain après un temps t de mise en germination.

Pi : Poids Initiale.

mm : Millimètre.

t : Le Temps.

mn : Minute.

mg : Milligramme.

nm : Nanomètre.

p : Probabilité.

Meq : Mili Equivalente.

SS : Stress Salin.

Ddl : Degré De Liberté.

CM : Carré Moyen.

F : Test Fisher.

Liste des tableaux :

Tableau 01 : les principales maladies des blés tendre et leurs symptômes.....	08
Tableau 02 : les milieux de germination avec les différentes concentrations salines.....	29
Tableau 03 : analyse de variance de l'évolution du taux d'imbibition des grains mise en germination.....	32
Tableau 04 : analyse des variances du nombre de racine émergée.....	34
Tableau 05 : analyse de variance de la longueur de la racine principale.	36
Tableau 06 : analyse de variance de la longueur du coléoptile.....	37
Tableau 07 : analyse de variance de nombre des grains germée.	38
Tableau 08 : effet de génotype et des traitements salins sur le teneur en sucre soluble des grains en germination après 24heure.	40
Tableau 09 : effet de génotype et des traitements salins sur le teneur en sucre soluble des grains en germination après 48heure.	40

Liste des figures

Figure 01 : Organisation du génome hexaploïde du blé tendre. (Shewry 2009).....	05
Figure 02 : Anatomie du grain de blé tendre.....	05
Figure 03 : Stades de développement du blé selon Zadoks et al. (1974).	09
Figure 04 : Appareil reproducteur du blé tendre (snv.jussieu.fr)	10
Figure 05 : Une photo originale des grains de blé tendre.....	27
Figure 06 : Disposition des grains de blé tendre (<i>Tritium aestivum.L</i>) dans la boîte de pétri	28
Figure07 : Répartition des boîtes de pétri dans l'étuve.	28
Figure08 : Evolution moyenne du taux d'imbibition des grains de la variété HD.....	33
Figure09 : Evolution moyenne du taux d'imbibition des grains de la variété Ain Abid ...	33
Figure10 : Evolution moyenne de nombre des racines des grains germée au niveau du régime salin appliqué	35
Figure 11 : Evolution de la longueur de la racicule en fonction du régime salin appliqué.....	36
Figure 12 : Evolution du coléoptile en fonction du régime salin appliqué	38
Figure 13 : Evolution moyenne du nombre des grains germée au niveau du régime salin appliquée.....	39
Figure 14 : Evolution moyenne de la teneur en sucre soluble des grains (mg/100g. MF) en fonction de traitements salins appliquée.....	41

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Introduction	01
CHAPITRE 1 : Généralités sur le blé tendre	
1. Généralités	04
2. Origines des blés cultivent	04
3. L'anatomie de grain de blé.....	05
4. Classification systématique	06
5. Description du Triticum aestivum.....	06
6. Description morphologique de plante	06
7. Utilisation de blé tendre.....	07
8. Les variétés de blé tendre existantes en Algérie	07
9. les principales des maladies de blé tendre.....	07
10. Développement de blé tendre	08
10.1. La période végétative	09
10.2. La période reproductive	09
11. morphologie standard de grains de blé tendre	10
12. Composition biochimique.....	10
13. Importance de la culture de blé	10
CHAPITRE 2 : Généralités sur la germination	
1. Définitions	13
2. Condition de germination.....	13
2.1.Facture externe de germination.....	13
3. Physiologie de germination.....	13
3.1.Les phases de germination.....	13
4. Types de germination.....	14
4.1 Germination épigé.....	14
4.2 Germination hypogé.....	15
5. dégradation de l'amidon.....	15
6. α-amylase	16

CHAPITRE 3 : Généralité sur la salinité

1. Généralité sur la salinité.....	18
1.1. Définition de salinité	18
1.2.Type de salinité.....	19
1.2.1. Salinisation primaire.....	19
1.2.2. Salinisation secondaire	19
2. Le stress.....	19
2.1.Définition de stress	19
2.2.Catégorie de stress	20
2.3.Déférents types de stress.....	20
2.3.1. Stress hydrique.....	20
2.3.2. Stress thermique.....	20
2.3.3. Stress salin	20
2.4.Effet de salinité sur la plate	20
2.5.Principe général d'adaptation et de résistance des plantes à l'excès de sel....	21
3. Adaptation des plantes.....	21
3.1. Stratégies d'adaptation	21
3.1.1. Adaptation à la sécheresse.....	21
3.1.2. Adaptation à la salinité	22
3.2 Mécanisme de la tolérance au sel.....	22
3.3 Conséquences de la salinité sur la plante	23
3.3.1. Effet de la salinité sur la germination	23
3.3.1.1. Effet de la salinité sur les quelques paramètres de la germination	23
3.3.2. Effet de salinité sur la croissance et le développement	24
3.3.3. L'effet de la salinité sur l'eau dans la plante	24
3.3.4. Effet de la salinité sur la biochimie de la plante	24
3.3.5 Effet de la salinité sur les enzymes antioxydants.....	24
3.3.6 Effet de la salinité sur les processus physiologique de la plante	25

PARTIE EXPERIMENTALE

CHAPITRE 4 : Matériel et méthode

1. Objectif de l'étude	27
2. Matériel végétal	27
3. Condition et réalisation de l'essai.....	27
3.1. Réalisation des essais.....	27

3.2. Préparation des grains pour les tests de germination.....	27
3.2.Préparation des solutions salines	28
4. Les paramètres de la germination	29
4.1 Les paramètres physiologiques de la germination des grains.....	29
4.2 Les paramètres biochimiques de la germination des graines.....	29
4.3 Dosages des sucres solubles	29

CHAPTRE 05 : Interprétation et discussion des résultats

1. Les Paramètres physique de La Germination des Graines.....	32
1.1. Teste d'imbibition des graines du le blé tendre.....	32
1.2. Nombre des racines	34
1.3. Longueur de radicule	36
1.4. Longueur de coléoptile.....	37
1.5. Le nombre des graines germées	38
2. les paramètres biochimiques	40
2.1. Taux des sucres solubles	40
Discussion	42
CONCLUSION	45
Référence Bibliographiques	47

Introduction



Introduction

Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) est la céréale la plus cultivée au monde et est un aliment de base. Le blé est une culture largement adaptée et est cultivé à partir de régions modérément irriguées vers des régions sèches et à fortes précipitations et des régions tempérées, humides à sèches et froides. Le changement climatique qui se développe actuellement a des conséquences fortement négatives sur les rendements des cultures. Considéré comme contraintes biotiques (les bactéries les champignons et les insectes) et abiotiques (sécheresse, froide, gel et salinité), leurs effets néfastes sur la plante sont d'ordre physiologique, biochimique et agronomique. (Dubcovsky et al. 2007).

Généralement, les céréales sont cultivées dans presque toutes les régions du monde et sont exposées à une variété de stress environnementaux qui affectent gravement leur croissance et leur rendement. Parmi les divers stress abiotiques, la salinité est l'une des menaces les plus importantes pour les cultures céréalières.

Les pratiques de gestion de l'eau et des sols ont facilité la production agricole sur des sols marginalisés par la salinité, mais un gain supplémentaire de ces approches semble problématique (Zahir et al. 2008). Les sols touchés sont un facteur limitant majeur de production dans le monde pour chaque grande culture (Bacilio et al. 2004; Shannon et Grieve, 1999). Une augmentation significative (estimée à 50%) des rendements céréaliers des principales plantes cultivées telles que le riz (*Oryza sativa* L.), le blé (*Triticum aestivum* L.) et le maïs (*Zea mays* L.) est nécessaire pour la population projetée d'ici 2050 (Godfray et al. 2010). L'urgence de nourrir la population mondiale croissante tout en luttant contre la pollution des sols, la salinisation et la désertification a donné une importance vitale à la recherche sur la productivité des plantes et des sols.

L'effet des sols stressés en sel se manifeste par une diminution de la croissance des plantes (Paul, 2012). Dans leur environnement naturel, ces dernières sont colonisées à la fois par des microorganismes endocellulaires et intracellulaires (Gray et Smith, 2005). Les micro-organismes de la rhizosphère, en particulier les bactéries et les champignons bénéfiques, peuvent améliorer les performances des plantes dans des environnements stressés et, par conséquent, améliorer le rendement à la fois directement et indirectement (Dimkpa et al. 2009).

Le stade de germination présente la première phase qui détermine l'élaboration des phases ultérieures de blé tendre (tallage, montaison jusqu'au rendement). Donc, tout un effet contraignant peut endommager la production finale en grains de notre culture.

Tout un programme d'amélioration de la plante commence par une étude de l'effet de ces stress précités et le mode de réponse de la plante sous différent niveau de stress. L'étude de la

Introduction

variabilité génétique et l'interaction avec l'environnement demeure indispensable. Ceci nous permet de bien déterminer les variétés tolérantes et de mettre en place un programme de sélection et de croisement avec les variétés les moins résistantes voire fragiles.

Pour cela notre travail a pour l'objectif d'étudier le comportement de l'espèce vis-à-vis d'un stress salin appliqué au stade germinatif de blé tendre.

Ce mémoire est composé de trois parties :

- La 1^{ère} partie est consacrée à une synthèse bibliographique concernant le thème de travail où elle consiste en trois chapitres :
 - Chapitre 1 généralité sur le blé tendre
 - Chapitre 2 généralités sur la germination
 - Chapitre 3 généralités sur la salinité
- La 2^{ème} partie concerne le matériel et la méthode utilisés dans cet essai.
- La 3^{ème} partie illustre les résultats obtenus ainsi qu'une discussion générale.
- Le présent travail est achevé par une conclusion générale.

Chapitre 01 :

Généralité sur le blé tendre



1. Généralité :

Le blé est l'une des céréales les plus consommées dans le monde. Les pays producteurs de blé sont la Russie, l'Ukraine, les Etats-Unis d'Amérique, la Chine, le Canada et l'Australie. Par contre les pays importateurs de blé sont les pays en voie de développement entre autres l'Algérie.

Selon le conseil international des céréales, la production mondiale de blé pour la Campagne 2011-2012 est estimée à 690 millions de tonnes, soit une hausse de 6,5% par rapport à la période 2010-2011. Les stocks devraient également progresser, à 204 millions de tonnes, proches de leur sommet datant de la campagne 1999-2000 (anonyme1 2012).

Le secteur des céréales occupe une place très importante dans l'économie algérienne car l'Algérie appartient au groupe des gros plus importateurs de blé dans le monde, où elle est classée à la sixième place.

En effet, les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, 54% des apports énergétique et 62% des apports protéiques journaliers proviennent de ces produits et le blé représente 88% des céréales consommées (**Padilla et Oberti, 2000**).

L'Algérie se situe au premier rang mondial de la consommation de blé avec plus de 200kg par tête en 2003 (**kellou R., 2008**).

Selon le ministère algérien de l'agriculture et de développement rural, l'Algérie prévoit une production de 55 millions de quintaux de céréales en 2012, alors qu'elle était évaluée à 42,5 millions de quintaux en 2011 (**Anonyme2, 2012**).

2. Origine de blé cultivé:

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est à la base de la nourriture de l'homme (RUEL., 2006). C'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (Yves et de Buyer., 2000). Le blé est d'origine asiatique, précisément de Chine, il a été cultivé en extension considérable il y a 4000 ans avant Jésus-Christ. Il a été la culture principale dans l'ancienne Egypte et Palestine (FAO, 2006). Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (RUEL., 2006).

Les blés cultivés appartiennent au genre *Tritium*, qui comprend plusieurs espèces aux niveaux de ploïdie variables, témoignage de leur histoire évolutive. Il existe des blés diploïdes (comme le petit épeautre, *T. monococcum*), des blés tétraploïdes (comme l'amidon, *T. turgidum*) et des blés hexaploïdes (comme le blé tendre, *T. aestivum*). (Shewry 2009)(figure01).

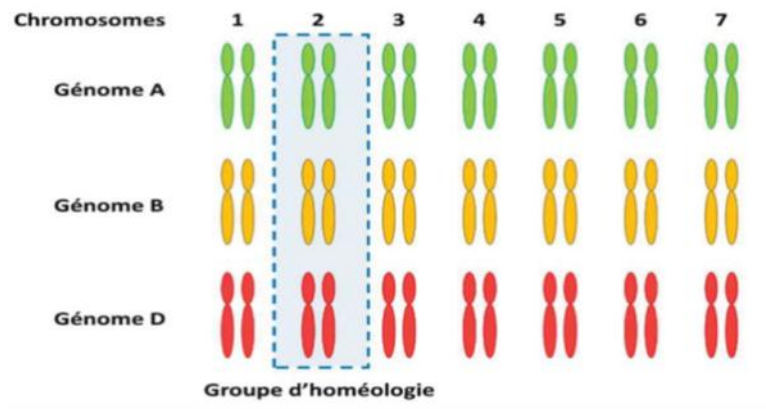


Figure 01 : Organisation du génome hexaploïde du blé tendre. (Shewry 2009).

3. L'anatomie de grain de blé :

L'enveloppe comprend des tissus d'origine maternelle (provenant du fruit, essentiellement l'enveloppe externe du fruit, le péricarpe, les autres tissus ayant été digérés lors du développement du grain, ce qui fait du grain de blé un caryopse). L'albumen contient les réserves, essentiellement amylacées. Le cotylédon unique (la plante est une angiosperme monocotylédone, dont la graine ne comporte qu'un seul cotylédon), est appelé le scutellum. La plante en miniature, la plantule, est également appelée germe ou embryon.

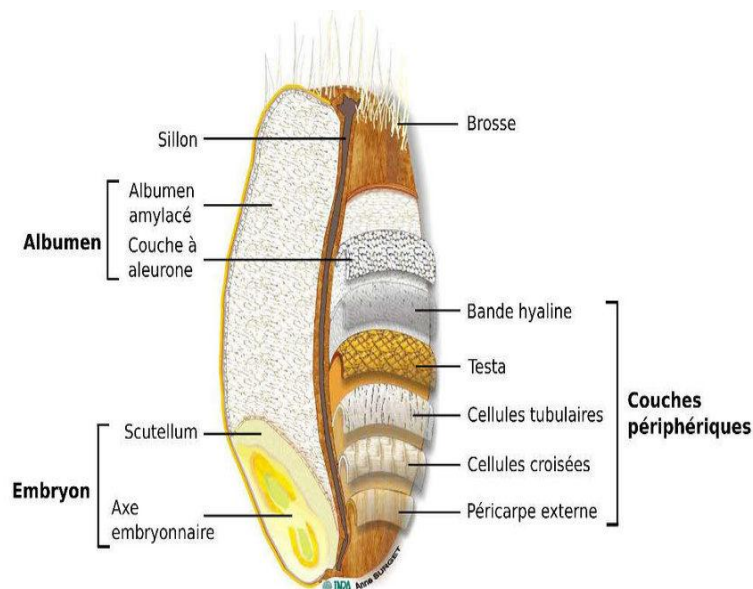


Figure02 : Anatomie du grain de blé tendre. Surget and Barron (2005).

4. Classification systématique :

Le blé tendre est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *triticum* des graminées c'est une céréale dont le grain est un fruit sec indéhiscant appelé caryopse constitué d'une protéine et amidon et de matière sèche. (Feuillet P., 2000)

Règne	<i>plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Liliopsoda</i>
Sous classe	<i>Commelinidae</i>
Ordre	<i>Poale</i>
Famille	<i>Poaceae</i>
Sous famille	<i>Triticeae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum aestivum</i> L (Feuillet P., 2000)

5. Description Du *Triticum Aestivum* :

Tritium aestivum appartient à la famille Graminée et le genre connu comme *Triticum and Species Aestivum* connu sous le nom d'herbe de blé qui. Contient le produit chimique suivant constituants. 4-7et contient des Vitamines : A, B1, B2, B3, B5, B6, B8 et B12; C, E et K, et les minéraux : acide ascorbique, déshydraté acide ascorbique, sodium, aluminium, carotène, soufre, cuivre, calcium, iode, phosphore, magnésium, métal alcalino-terreux, potassium, sélénium, fer, zinc, borane et molybdène. Et les Enzymes: protéase, transhydrogénase, lypase, amylase, cytochrome oxydase, superoxyde dismutase (SOD). Autres composants spéciaux: Acides aminés tels que acide aspartique, thréonine, asparagines, glutamine, proline, glycine, arginine, alanine, valine, méthionine, isoleucine, leucine, tyrosine, phénylalanine, lysine, histidine, tryptophane etsérine, muco-polysaccharides, et la chlorophylle, les bioflavonides comme l'apigénine, quercitine et lutéonine, composés d'indole, choline et laetrile (amygdaline) (Soltner 1988).

6. Description morphologique de la plante :

Le blé (*Triticum sp.*) Est une céréale et un membre de la famille des *Poacées* (anciennement appelé le Famille des Graminées). Cette famille comprend également des céréales importantes telles que le riz, le seigle, le maïs, le sorgho, et l'orge (Peterson, 1965). Le blé est une plante herbacée annuelle. La plante cultivée est verte jeune, devenant jaune d'or en mûrissant. La plante a

deux formes de racines, les séminales racines et les racines nodales (racines adventives), qui proviennent des nœuds inférieurs de la pousse (Kirby, 2002).

Le blé a une seule tige principale (chaume) en plus de 2 à 6 talles par plant. Les tiges sont verticales et ont une structure de canne, ce qui signifie qu'ils sont creux à l'intérieur sauf aux nœuds; cependant, certaines espèces ont des variétés à tiges solides (Peterson, 1965).

Les feuilles poussent à partir de couche, riche en protéines et minéraux; il comprend également l'endosperme qui est principalement de l'amidon, mais aussi contient des protéines et l'embryon (Peterson, 1965).

7. Utilisation du blé tendre :

La deuxième plus grande récolte au monde derrière le maïs. L'Asie représente à elle seule 43,6% de cette production, suivie de l'Europe avec 33,4% (FAO stat 2018, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture - statistiques, <http://FAO.stat.Fao.org>). Le blé tendre représente 95% de la production mondiale de blé cultivé, tandis que la majorité des 5% restants est consacrée au blé dur. Cette prédominance s'explique par la grande plasticité génomique du blé tendre, qui lui permet d'être cultivé dans la plupart des régions l'agriculture mondiale et son potentiel de rendement élevé (Shewry 2009).

En effet, sous réserve d'un apport suffisant en eau et en nutriments et en l'absence de phytopathogènes, son rendement peut atteindre voire dépasser 100 quintaux par hectare. En France, le rendement moyen en 2017 était de 73,7 quintaux à l'hectare pour le blé tendre contre 57,3 pour le blé dur (Source <https://stats.agriculture.gouv.fr/>). À l'échelle mondiale, le rendement moyen était plutôt 34 quintaux / hectare en 2016 (FAO stat 2018). De plus, récolté à maturité (avec une teneur en eau inférieure à 15% du poids sec) et stocké à l'abri des pathogènes, il a une très longue capacité de stockage (Shewry 2009).

8. Les variétés de blé tendre existantes en Algérie :

Parmi les variétés existantes en Algérie c'est : Ain Abid, Akhamokh Almirante anapo Andana ,Anforita ,anza arz ,bonpain boumerzoug , Buffalo ,Djanet ,Djemila ,El wifak, Florence Aurore ,Guadalipe, Hiddab ,Hodnamahon ,Demias .(Registre des autos variétés de céréales).

9. Les principales maladies de blé tendre :

Les maladies fongiques et les attaques d'insectes sont l'une des Le principal empêchant l'amélioration des résultats. Rouille (brune et Jaune), la pourriture des racines et la pourriture des racines sont les maladies prédominantes. La mouche, ou mouche de jute, ainsi que l'épée sont les principaux ennemis du blé. (Zadoks et al. 1974)

Tableau 01. Les principales maladies du blé et leurs symptômes.

Maladies	Dégât
Rouille brune	Les symptômes apparaissent à partir de février. Les attaques peuvent être dévastatrices sur les variétés sensibles si printemps humide.
Oïdium	Feutrage cotonneux ou duvet blanc devenant gris à brunâtre avec apparition de points noirs en vieillissant. Favorisée par un semis dense et un printemps doux et sec.
Pourriture du collet & des racines.	Les attaques précoces entraînent la fonte de semis. Epis blancs et échaudés. (Zadoks et al. 1974)

10. Développement du blé tendre :

Il existe deux types de blé tendre : les blés de printemps et les blés d'hiver. Ces derniers nécessitent une période de vernalisation (0 à 7°C, pendant 4 à 8 semaines) pour acquérir la capacité de fleurir, ce qui n'est pas le cas des blés de printemps (Acevedo et al. 2002) L'existence de 2 types de blé est liée à leurs aires de culture :

Les blés tendres d'hiver sont Caractéristiques des régions méditerranéennes et tempérées; Plantés à l'automne, ils tolèrent Bien froid. Le blé de printemps est cultivé au printemps dans les pays aux hivers rigoureux. Le développement du blé se compose de deux périodes: la période végétative et la période végétative Reproductif, organisé en plusieurs étapes majeures. Plusieurs échelles d'évaluation visuelle Du développement du blé, sur la base de la présence de ces stades; Le plus simple L'utilisation est l'échelle de Zadoks (Zadoks et al. 1974) (figure 03).

Pendant le développement 4 stades physiologiques des plantes peuvent être séparés: germination, émergence et labour En amont. Suivi du titre et de la maturité qui façonneront la période de reproduction. A L'échelle des grains, cette dernière est divisée en 3 étapes principales: les divisions cellulaires, Remplissez les réserves et maturité des grains. (Zadosk et al. 1974).

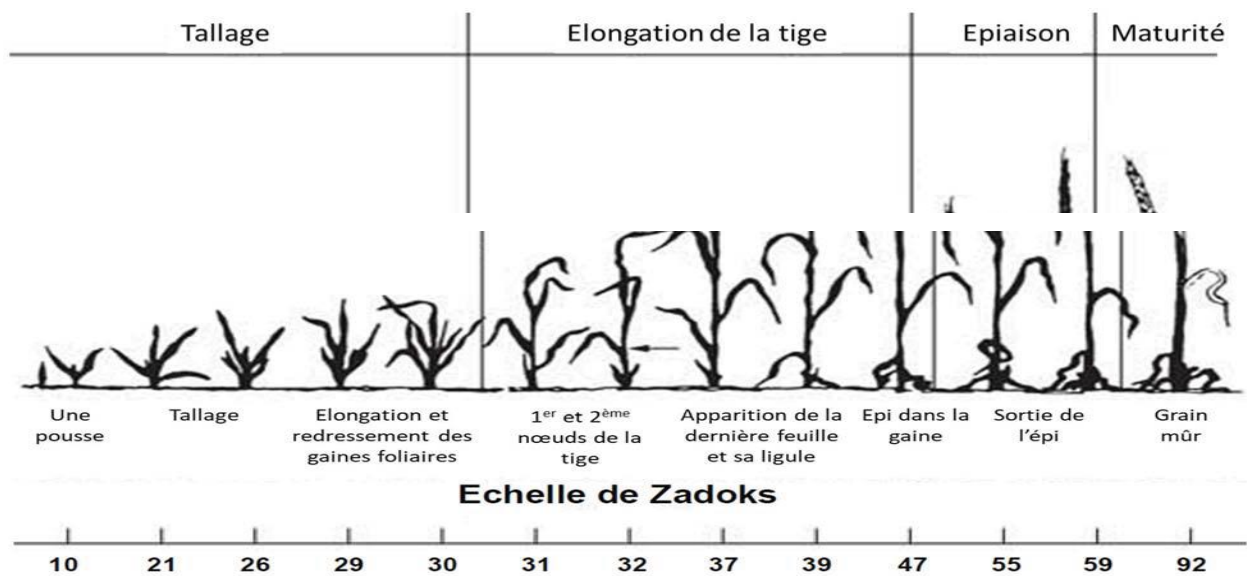


Figure 03 : Stades de développement du blé selon Zadoks (Zadoks et al. 1974).

10.1. La période végétative :

Qui s'étend de la germination au tallage .la germination est l'ensemble des phénomènes par lesquels la plantule, en vie ralentie dans la graine mure, commence une vie active et se développe grâce aux réserve dans cette derrière (MAZOYER, 2002).

Elle se débute lorsque la graine commence à absorber de l'eau (BILI, 2007).

Et elle se traduit par la sortie des racines séminales et par la croissance de la coléoptile (BOULAL, et al, 2007).

10.2. La période reproductive :

Cette étape de la germination à la fusion permet à la plante de former des feuilles et des racines. Pour que le grain de blé ait une teneur en eau comprise entre 35 et 45% en poids, il doit être de qualité à la fois métamorphique et résonante La période reproductive démarre lors de la formation de l'épi, elle se poursuit avec la formation du grain puis sa maturation (BOULAL, et ; al, 2007).

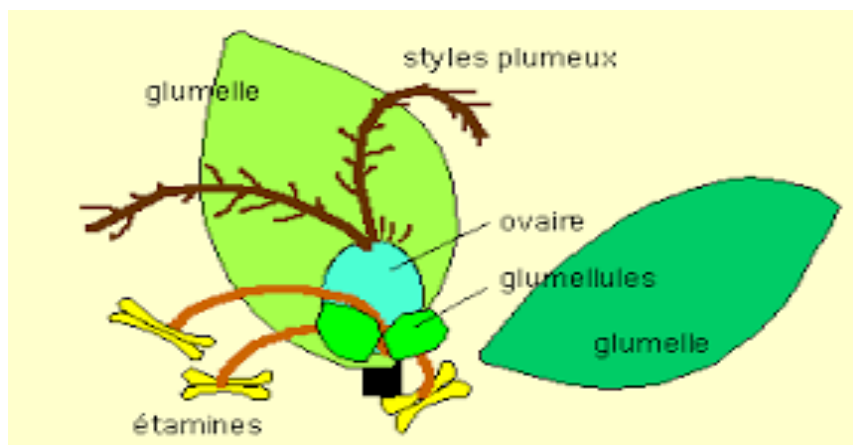


Figure 04 : appareil reproducteur du blé tendre (snv.jussieu.fr)

11. Morphologie standard de la graine de blé tendre

Comme les autres membres de la famille des Triticaceae, le grain de blé tendre possède un sillon sur toute sa longueur, de la cote du germe. Ce sillon est la résultante d'une invagination des téguments vers l'intérieur du grain. Les faisceaux nourriciers du grain en cours de développement sont localisés au fond de ce sillon (Soltner, 1988). Les dimensions d'un grain de blé standard sont présentées en Figure 8. Néanmoins, la taille et le poids du grain sont dépendants, entre autres, de sa position dans l'épi (Feillet 2000 ; Calderini et Ortiz-Monasterio 2003).

12. Composition biochimique du grain de blé tendre

Le grain de blé est composé d'amidon (70% de la matière sèche), de protéines (10 à 15% de la matière sèche), d'eau (12 à 14% de la matière fraîche), de pentosanes (2 à 3% de la matière sèche) et en proportions plus minoritaires, de lipides, cellulose, sucres libres, minéraux et vitamines. (Dubcovsky, 2007).

13. Importance de la culture de blé

Le blé (*Triticum aestivum* L.) est la céréale la plus cultivée au monde et est un aliment de base (Carte, 2002). Le blé est une culture largement adaptée et est cultivé de modérément irrigué à sec et les régions à fortes précipitations et des régions tempérées, humides aux régions sèches et froides (Dubcovsky et al. 2007). On pense que l'origine du blé remonte à plus de 10000 ans et s'est depuis propagée dans le monde entier pour devenir une culture majeure (Dubcovsky, 2007). Il existe différentes espèces de blé, cependant, le plus cultivé est le blé tendre ou *Triticum aestivum* (Cooper, 2015). La production mondiale de blé en 2015 était estimée à environ 735 millions de tonnes dans le monde, et le commerce mondial du blé 2015-2016 était estimé à 150 millions de

tonnes (FAO, 2015). Avec plus de 700 millions de tonnes produites chaque année dans le monde, le blé fournit environ 21 % des calories consommées par l'homme (Nechaev et Gaponenko, 2013.)

Un sillon sur toute sa longueur, de la cote du germe. Ce sillon est la résultante d'une invagination des téguments vers l'intérieur du grain. Les faisceaux nourriciers du grain en cours de développement sont localisés au fond de ce sillon (Soltner, 1988). Les dimensions d'un grain de blé standard sont présentées en Figure 8. Néanmoins, la taille et le poids du grain sont dépendants, entre autres, de sa position dans l'épi (Feillet 2000 ; Calderini et Ortiz-Monasterio, 2003).

CHAPITRE 02

LA GERMINATION



LA GERMINATION DES GRAINES

1. Définitions :

La germination des graines est un processus de développement complexe en plusieurs étapes et régulé par des facteurs internes externes. Les facteurs internes comprennent les protéines, les hormones végétales (gibbérellines / équilibre ABA, éthylène et auxine), les facteurs liés à la chromatine tels que la méthylation, l'acétylation, l'ubiquitination d'histones, les gènes apparentés (gènes de maturation et gènes dérégulation hormonale et épigénétique), les processus non enzymatiques, l'âge de la graine, la taille de la graine et les composants structurels de la graine, y compris (l'endosperme et l'enveloppe de la graine).

La germination des graines commence par l'imbibition, l'absorption d'eau par la graine sèche mature et se termine par une saillie visible de la radicule à travers le testa. (Cüneyt Uçarlı, 2020)

2. Condition de germination :

La germination ne peut être induite que si certaines conditions sont remplies.

2.1. Facteurs externe de germination :

Nous pouvons regarder la description des facteurs externes.

L'eau : Elle est absolument nécessaire. En son absence, la graine reste sèche et peut être conservée longtemps sans changer d'état. La première étape de la germination est un gonflement qui est dû à l'imbibition de la graine. (CHAUSSAT et LEDEUNFF 2000).

L'oxygène : la germination exige nécessairement de l'oxygène (SOLTNER, 2007).

La température : La vitesse de germination est fonction de la température. L'optimum est variable selon les plantes. Le pourcentage de germination montre une relation plus complexe dans le cas de graines inactives. (CHAUSSAT et LEDEUNFF 2000).

3. Physiologies de la germination :

3.1. Les phases de germination :

La première phase : Le stade d'imbibition est un phénomène d'entrée rapide de développement rapide. Il se produit même si la graine n'est pas viable

Cette entrée d'eau est accompagnée d'une augmentation de la consommation d'oxygène attribuée à l'activation des enzymes mitochondriales (RAJJOU et *al.* 2004).

La deuxième phase : est le stade de germination au sens strict. Elle est caractérisée par une diminution de l'entrée d'eau ; l'hydratation des tissus et des enzymes est totale (RAJJOU et *al.* 2004).

La consommation en oxygène est stable. De plus, les synthèses protéiques sont facilitées car la graine renferme toute la machinerie nécessaire, en particulier des ARNm y sont accumulés (RAJJOU et *al.* 2004).

C'est le cas des gibbérellines qui sont transférées dans la couche d'aleurone où elles activeront la synthèse d'hydrolase (par exemple, les amylases, les nucléases ou les protéinases) indiquant où elles activeront la synthèse d'hydrolase (par exemple, les amylases, les nucléases ou le proto-amidon T) qui indiquent Les α -amylases se dégradent Dans l'albumine, elle libère des molécules de glucose, substrat du métabolisme respiratoire. La phase d'avertissement se termine par dire, pour la parole, en pénétrant, en envoyant les racines, ce qui est rendu possible par des moyens par des moyens (HELLER et *al.* 2004).

La troisième phase : cette phase est caractérisée à nouveau par une entrée d'eau et une augmentation importante de la respiration. La consommation de l'oxygène serait due aux enzymes néosynthétisées.

D'après GRAPPIN et ses collaborateurs (2000), l'ABA maintiendrait la dormance au cours de l'imbibition et serait ainsi le facteur qui régulerait l'entrée en phase III. En effet, ces auteurs ont démontré la présence d'une néosynthèse d'ABA dans les premières heures de l'imbibition chez *N. plumbaginifolia*, qui empêcherait l'accomplissement de la germination.

4. Type de germination :

4.1 . La germination épigée :

La graine est soulevée hors du sol pas accroissement rapide de la tigelle qui donne l'axe hypocotyle qui soulevé les deux cotylédons du sol. La gemmule se développe (après la radicule) et donne une tige feuillée au-dessus des deux cotylédons le premier entre-nœud donne l'épicotyle .les première feuilles au- dessus des cotylédons sont les feuilles primordiales qui sont d'une morphologie plus simple que les future feuilles (HELLER et *al.* 1998).

4.2. La germination hypogée :

La graine reste dans le sol, la tigelle ne se développe pas et le cotylédon reste aussi dans le sol (HELLER et *al.* 1998).

5. Composition de l'amidon :

L'amidon est composé majoritairement d'une fraction glucidique (98 à 99%) et d'une fraction non glucidique mineure (1 à 2%). Cette dernière, malgré sa présence en faible quantité, ne doit pas être négligée, car elle modifie les propriétés fonctionnelles, en particulier la présence des lipides (Eliasson, 1983; Melvin, 1979).

L'amidon est un homopolymère d'unité D-glucose, dans la conformation chaise la plus stable. Les unités D-glucoses sont liées majoritairement (95 à 96 %) par des liaisons de type (1,4) et dans une moindre mesure (4 à 5 %) par des liaisons de type (1,6). Schoch [1945] a montré que l'amidon est composé de deux polymères de structure primaire différente:

L'amylose, molécule essentiellement linéaire et l'amylopectine, molécule ramifiée. Selon l'origine botanique, les teneurs en amylose et en amylopectine varient respectivement de 20 à 30% et de 70 à 80% pour les amidons standards (Zobel, 1984).

6. Dégradation de l'amidon :

Il existe des enzymes spécifiques des liaisons α (1-4) et des liaisons α (1-6) (ALAIS et *al.*, 2005).

Les amylases sont des enzymes qui hydrolysent les liaisons α (1-4) de l'amidon. Elles sont de deux types, les α -amylase et les β -amylase (Danelcome Fracoise Corbineau, 2006).

Les α -amylases : hydrolysent au hasard de liaison α - (1-4) des chaînes d'amylose et d'amylopectine. On l'appelle « endo-amylase » et amylase liquéfiante ou dextrinante. Le produit principal forme par Oglio-holoside de 6 à 7 résidus en moyenne et un disaccharide réducteur (HELLER et *al.* 2004).

Les β -amylases :

Elles rompent les liaisons α (1-4) à l'extrémité des chaînes d'amylose et d'amylopectine en libérant des fragments à deux unités decarbone (Daniel Come, Fracoise Corbineau, 2006).

Par conséquent environ de 90% des glucides libérés sont représentés par un disaccharide: le maltose (HOPKINS, 2003).

Les enzymes spécifiques des liaisons α (1-6), encore appelées enzymes Déramifiantes, hydrolyse les liaisons α (1-6) (ALAIS et *al.*, 2005).

D'après (LEVY, 1998) L'étape finale de la dégradation de l'amidon est l'hydrolyse du maltose en deux molécules de glucose par la glucosidase. Les oses obtenus sont alors directement utilisables par l'embryon.

7. L' α -amylase :

L' α -amylase est une enzyme ubiquitaire, synthétisée par tous les genres de la vie (JANECEK, 1994). Elle appartient à la classe des protéines globulaires, dont le rôle biologique est de catalyser l'hydrolyse de l'amidon et du glycogène (SCRIBAN, 1999),

L'amylase ou α -(1.4)-D-glucane glucanohydrolase qui dégradent l'amylose et l'amylopectine en chaîne plus courte (HELLER et *al.* 2004).

Selon son origine, le PH optimal d'activité varie entre 4.5 et 5.9 (ALAIS et *al.* 2005). La plupart des études sur la production d'amylase ont été faites avec des champignons dans la gamme de température de 25 à 37°C (Sivarama krishnan et *al.*, for the but 2006).

Chapitre 03

Généralité sur la salinité



1. Généralité sur la salinité :

La salinité est un facteur important qui réduit la croissance et la productivité des plantes dans le monde entier (Effects Of Salinity And High Temperature Stress On Winter Wheat Géotypes By Amal Faraj Ahmed Ehtaiwesh, 2016). La FAO s'attend à ce que plus de 800 millions d'hectares soient affectés par la salinité dans un avenir proche, et elle considère la salinité comme une limitation majeure de la production alimentaire pour une population croissante (Rengasamy, 2006 ; FAO, 2008). L'étendue exacte des sols affectés par la salinité est inconnue en raison de l'absence de données actualisées.

Le terme salinité fait référence à la présence des principaux solutés inorganiques dissous (essentiellement Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^- , HCO_3^- , NO_3^- et CO_3^-) dans l'eau et le sol (Bernstein 1975 ; Tanji, 1990 ; Rhoades et *al.*, 1999). Les relations de ces sels entre eux ainsi qu'avec d'autres ions sont importantes et peuvent être très différentes selon les sites. Un problème de salinité se produit lorsque le sel s'accumule dans la zone racinaire de la culture à une concentration qui entraîne une perte de rendement (Francois et *al.* 1999). Dans les zones irriguées, ces sels proviennent souvent d'une nappe phréatique salée et élevée ou des sels présents dans l'eau appliquée et ils sont prévalent avec une nappe phréatique peu profonde.

1.1. Définition de la salinité :

La salinité est un facteur de stress abiotique important. Qui limite la production végétale et la sécurité alimentaire, influençant ainsi la structure socio-économique de plusieurs pays. On estime que la salinité réduit le potentiel de rendement génétique des plantes sur près de 20% des terres cultivées et près de la moitié des terres irriguées (Flowers, 2004 ; Jones, 2007 ; Munns et *al.* 2006). Aussi, La salinité réduit le potentiel osmotique de la solution du sol. et entrave l'absorption de l'eau par les racines et aboutit finalement à des déficits hydriques (Munns et *al.*, 2006; Fernández-Torquemada et Sánchez-Lizaso, 2013). Un tel effet du sel sur le potentiel osmotique influence négativement l'absorption d'humidité de la graine pour la germination (Abbasdokht, 2011 ; Aslan et *al.* 2016).

Le blé est modérément tolérant à la salinité (Shannon, 1997). Un faible développement est observé dans les sols salins et, par rapport aux périodes tardives, le blé est beaucoup plus sensible à la salinité dans les périodes de germination et de semis (Akkaya, 1994).

1.2. Type de salinité:

Malgré le fait que la source principale de tous les sels est l'altération des roches et des minéraux, les sols salés sont rarement formés par l'accumulation de sels. Ce phénomène est dû à un certain nombre de facteurs (MAILLARD,2001).

1.2.1 .Salinisation primaire

La salinité primaire résulte de l'accumulation de sels sur de longues périodes de temps par des processus naturels dans le sol ou dans l'eau. Longues périodes de temps par des processus naturels dans le sol ou les eaux souterraines. Elle est causée par deux processus naturels.

Le premier est l'altération des matériaux parentaux contenant des sels solubles. Les processus d'altération décomposent les roches et libèrent des sels solubles de différents types, principalement des chlorures de sodium, calcium et magnésium, et dans une moindre mesure, des sulfates et des carbonates. Le chlorure de sodium est le sel le plus soluble. Le second est le dépôt de sel océanique transporté par le vent et la pluie. "Les sels cycliques sont des sels océaniques transportés par le vent et déposés par la pluie. à l'intérieur des terres par le vent et déposés par les pluies et sont principalement constitués de chlorure de sodium (Parul Parihar & Samiksha Singh & Rachana Singh & Vijay Pratap Singh & Sheo Mohan Prasad, 2014).

1.2.2. Salinisation secondaire:

La salinisation secondaire résulte d'activités humaines qui modifient l'équilibre hydrologique du sol entre l'eau appliqué l'eau appliquée (irrigation ou pluie) et l'eau utilisée par les cultures (transpiration ; Garg et Manchanda, 2008).

Les causes les plus courantes sont (a) le défrichage des terres et le remplacement de la végétation pérenne par des cultures annuelles et (b) les systèmes d'irrigation qui utilisent une eau d'irrigation riche en sel ou dont le drainage est insuffisant (Parul Parihar & Samiksha Singh & Rachana Singh & Vijay Pratap Singh & Sheo Mohan Prasad, 2014).

2- Le stress:

2-1- Définitions Du Stress:

Le terme « stress » désigne un ensemble de circonstances qui causent des changements physiologiques pouvant causer des dommages, des blessures ou des blessures, ainsi qu'une réduction de la croissance ou du développement. Le stress est un concept mécanique fondamental défini par les ingénieurs et les physiciens comme une force exercée par une unité de surface d'un objet en réponse au stress. L'objet résiste à la déformation ou aux changements de dimensions (HOPKINS, 2003).

En conséquence, il est possible de considérer que la notion de stress comporte, au moins en partie, un écart brusque par rapport aux conditions végétales et animales typiques. Et d'autre part, une réponse sensible de l'individu dans divers éléments de sa physiologie qui change sensiblement avec l'adaptation à un nouveau contexte ou la dégradation au point de la mort (LECLERC, 1999).

2.2 Catégories de stress:

Il existe deux grandes catégories de stress :

D'autres organismes (insectes, herbivores, etc.) imposent le biotique.

Abiotique : causé par une carence ou un excès de l'environnement, comme la sécheresse, les températures extrêmes ou la salinité.

2-3 Différents types de stress:

2-3-1 Stress hydrique:

Bien que le stress hydrique soit causé par un manque d'eau et constitue une menace constante pour la survie des plantes, bon nombre d'entre elles subissent des changements morphologiques et physiologiques qui leur permettent de survivre dans des zones à faible pluviosité et à faible teneur en eau du sol (Hopkins, 2003).

2-3-2 Stress thermique:

La température est l'un des facteurs les plus importants qui influence la productivité des plantes. Les plantes qui poussent dans les déserts semi-arides et les régions semi-arides semi-cultivées sont soumises à des températures élevées, à des niveaux de rayonnement élevés, à une faible humidité du sol et à des intensités de transpiration potentiellement élevées. (Hopkins, 2003).

2-3-3 Stress salin:

Le sel de stress est une augmentation rapide de la concentration de sel qui entraîne un afflux accru d'ions dans la cellule en raison d'une baisse de la concentration externe et, d'autre part, une perte d'eau par osmose (NULTSH, 1998).

Selon Hopkins (2003), le stress salin est caractérisé par un excès d'ions, en particulier Na^+ et Cl^- . (LECLERC, 1999) affirme qu'une abondance de sels dissous peut être trouvée non seulement dans les milieux marins, mais aussi dans un large éventail d'environnements terrestres, en particulier dans les zones semi-désertiques. Les halophytes sont des plantes qui poussent dans un sol extrêmement salé.

2-4- Effet de la salinité sur les plantes :

La présence d'une quantité excessive de sels provoque la salinité du sol ou de l'eau. Une forte concentration de Na^+ et de Cl^- provoque un stress salin. Le stress salin a trois effets : il réduit le potentiel d'hydratation, provoque un déséquilibre ionique ou des perturbations dans l'homéostasie ionique, et provoque une toxicité ionique. Cette altération de l'état d'hydratation

entraîne un retard de croissance et une diminution de la productivité des plantes. Étant donné que le stress salin comprend à la fois le stress osmotique et le stress ionique (Hayashi et Murata, 1998 dans Parida et Das, 2005), l'arrêt de la croissance est directement lié à la concentration de sels solubles ou au potentiel osmotique de l'eau du sol. (Greenway et Munns, 1980 in Parida et Das, 2005).

La salinité est un facteur environnemental important qui limite la croissance et la productivité (Allakhverdiev et coll., 2000b dans Parida et Das, 2005). Lors de l'apparition et du développement du stress salin à l'intérieur de la plante, tous les principaux processus tels que la photosynthèse, la synthèse des protéines et le métabolisme énergétique sont affectés. La première étape consiste à ralentir la vitesse à laquelle la surface foliaire s'étend, puis à arrêter l'extension et à augmenter le stress. (Parida et Das, 2005)

2-5- Principe général d'adaptation et de résistance des plantes à l'excès de sel:

Dans des conditions salines normales, une voie de transduction du signal de contrainte commence par la perception du signal à la membrane de la plante (par un senseur ou non), suivie de la création de messagers secondaires et de facteurs de transcription. Ces facteurs de transcription régulent l'expression des gènes impliqués dans les réponses au stress, telles que les changements morphologiques, biochimiques et physiologiques.

Selon Levitt (1980), il existe deux types d'adaptation :

- adaptation élastique (ou capacité d'adaptation) : désigne un organisme adaptable qui peut vivre, croître et compléter son cycle de vie en présence de stress.
- Adaptation plastique (ou résistance à l'adaptation) : empêche la croissance et, par conséquent, tous les dommages potentiels sont irréversibles à moins que le facteur de stress ne soit complètement ou partiellement éliminé.

3- Adaptation des plantes:

3-1 Stratégies d'adaptation:

3-1-1 Adaptation à la sécheresse:

La résistance à la sécheresse est définie de diverses façons, ce qui explique l'existence de plusieurs classifications (LEVITT, 1980) qui suggèrent trois grandes catégories de résistance à la sécheresse :

- 1- La capacité de la plante à éviter le dessèchement dû aux particules de son cycle de développement.
- 2- Tolérance à la sécheresse tout en maintenant un potentiel hydrique élevé : la plante doit augmenter l'absorption racinaire et/ou réduire la transpiration.

- 3- La tolérance à la sécheresse avec une faible teneur en eau est obtenue par deux mécanismes : la turgescence cellulaire est maintenue par une augmentation du potentiel osmotique et une tolérance à la dessiccation. Cette tolérance est déterminée par la capacité des membranes à résister à la dégradation enzymatique et à la dénaturation des protéines.

3.1.2 Adaptation à la salinité:

Certaines stratégies courantes d'adaptation au stress salin exigent des changements physiques tels que la réduction de l'hydratation cellulaire, la réduction du volume cellulaire, la modification du module d'élasticité cellulaire et l'augmentation de la conductivité hydraulique. D'autre part, il existe des stratégies de nature plus chimique, comme l'ajustement osmotique (YEO, 1983). Selon (CHRETIEN, 1992), le métabolisme des plantes dans les environnements fortement salés est lié à :

- la capacité d'une plante à résister à la déshydratation.
- à une adaptation potentielle osmotique pour rétablir les relations hydriques.
- à une source d'eau d'hydratation pratique.
- à un contrôle intracellulaire et intra-tissulaire efficace des flux ioniques.

3.2 - Mécanisme de la tolérance au sel

Les plantes développent une pléthore de mécanismes biochimiques et moléculaires pour faire face au stress salin. Les mécanismes biochimiques

conduisant à des produits et des processus qui améliorent la tolérance au sel sont susceptibles d'agir de manière additive et probablement de manière synergique (Iyengar et Reddy, 1996). Les stratégies biochimiques comprennent l'accumulation sélective ou l'exclusion d'ions, le contrôle de l'absorption d'ions par les racines et le transport dans les feuilles, la compartimentation des ions au niveau de la cellule et de la plante entière, la synthèse de solutés compatibles, le changement de la voie photosynthétique, modification de la structure de la membrane. l'induction d'enzymes antioxydantes et l'induction d'hormones végétales (Bohnert and Jensen, 1996)

Les mécanismes de tolérance au sel sont soit de faible complexité ou à haute complexité. Les mécanismes à faible complexité semblent impliquer des changements dans de nombreuses voies biochimiques. Les mécanismes à haute complexité impliquent des changements qui protègent des processus majeurs tels que la photosynthèse et la respiration, par exemple l'efficacité de l'utilisation de l'eau, et ceux qui préservent des caractéristiques importantes telles que le cytosquelette, la paroi cellulaire ou les interactions entre la membrane plasmique et la paroi cellulaire (Botella et al., 1994) et les modifications de la structure des chromosomes et de la chromatine, c'est-à-dire les modifications de l'ADN. Modifications de la structure de la chromatine,

c'est-à-dire la méthylation de l'ADN, polyploïdisation, amplification de séquences spécifiques ou élimination de l'ADN (Walbot et Cullis, 1994). On pense que pour protéger les processus d'ordre supérieur, des mécanismes de faible complexité sont induits de manière coordonnée (Bohnert et al., 1995).

3.3 Conséquences de la salinité sur la plante:

La salinité, qui est l'un des facteurs limitatifs, nuit à la croissance des plantes. Les effets de la salinité comprennent l'arrêt de la croissance, la dégradation des tissus sous forme de nécrose marginale, la perte de turgescence, la chute des feuilles et enfin la mort des plantes.

3.3.1. Effet de la salinité sur la germination:

La germination des graines, qu'il s'agisse d'halophytes ou de glycophytes, est influencée par la salinité. Ils réagissent de la même façon au stress salin, réduisant le nombre total de grains germés et blâmant un retard dans le processus de germination (ASKRI, 2007; WENTAO et coll., 2009).

La présence de sel a été liée à un changement de l'équilibre hormonal, qui a été suggéré comme l'un des mécanismes d'inhibition de la germination (DEBEZ et coll., 2001). L'effet dépressif peut être osmotique ou toxique selon l'espèce.

Les effets osmotiques sont causés par l'incapacité du grain à absorber suffisamment d'eau pour atteindre son seuil critique d'hydratation, ce qui est nécessaire au début du processus de germination, par contre les effets toxiques sont liés à une accumulation cellulaire de sels, qui entraîne un dysfonctionnement des enzymes intervenant dans la physiologie des grains de germination, empêchant la dormance embryonnaire et entraînant une réduction de la capacité de germination (REJILI et coll., 2006)

3.3.1.1. Effet de la salinité sur les quelques paramètres de la germination :

La précocité de germination des spermatozoïdes est considérablement réduite par la salinité, bien que le pourcentage de germination des spermatozoïdes soit moins affecté par le stress de salinité (DREVON et SIFI, 2003). Il a un impact sur tous les processus de germination en raison de la diminution du potentiel hydrique autour des céréales, rendant l'eau inaccessible à ce dernier pour la réhydratation et la vie active de l'embryon (MAAS et POSS, 1989). La salinité influe sur la germination en la ralentissant et en exposant davantage de semences au danger (SLAMA, 2004).

Par exemple, en présence de chlorure de sodium (Na Cl) de 12 g/l, le taux de germination du coton diminue de 70 % et la germination des tubercules de pomme peut être retardée de 3 à 7 jours selon la salinité du sol (LEVIGNERON et al. 1995). La luzerne, dont la germination est influencée négativement par la présence de sel, peut être complètement inhibée à des concentrations supérieures à 15 g/l de Na Cl (CHAIBL, 1995). Toutefois, dans le cas de l'*Atriplex halimus* L. À

partir de 10 g/l de Na Cl, la germination ralentit et devient plus inhibée à des doses plus élevées (DEBEZ et coll., 2001). La germination ralentit et devient plus inhibée avec des niveaux plus élevés de Na Cl à partir de 10 g/l (DEBEZ et coll., 2001).

3.3.2. Effet de salinité sur la croissance et le développement:

La première réaction au stress salin est une diminution du taux d'expansion de la surface foliaire, ce qui entraîne un arrêt de l'expansion à mesure que la concentration de sel augmente (Wang et Nil, 2000). Le stress de salinité entraîne également une diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, des brindilles et des racines (Chartzoulakis et Klapaki, 2000).

L'augmentation de la salinité s'accompagne d'une diminution importante de la biomasse racinaire, de la hauteur de la plante, du nombre de feuilles par plante, de la longueur de la racine et de la surface racinaire des plants de tomates (Mohammad et al. 1998). Une forte concentration de Na Cl entraîne une augmentation de la biomasse des racines, des brindilles et des feuilles, ainsi qu'une augmentation du rapport entre le racinaire et les parties aériennes du coton (Meloni et coll., 2001).

3.3.3. L'effet de la salinité sur l'eau dans la plante :

Avec l'augmentation de la salinité et de la pression de turgescence, les potentiels hydriques et osmotiques des plantes deviennent de plus en plus négatifs (Romeroaranda et coll., 2001 dans Parida et Das, 2005).

Lorsque les concentrations de salinité sont élevées, le potentiel hydrique de la feuille et le taux d'évaporation diminuent de façon significative chez l'halophyte *S. salsa*, malgré l'absence de changement de la teneur relative en eau (Lu et al. 2002 dans Parida et Das, 2005).

3.3.4. Effet de la salinité sur la biochimie de la plante :

En raison d'une diminution de la conduction stomatique du CO₂, la salinité ralentit la vitesse photosynthétique (SANTIAGO et al, 2000). La diminution de la vitesse photosynthétique est due à un certain nombre de facteurs, dont la déshydratation des membranes cellulaires, qui réduit leur perméabilité au CO₂, la toxicité du sel et la réduction de l'approvisionnement en CO₂ due à la fermeture des stomates. Le vieillissement accéléré causé par la salinité et les changements de l'activité enzymatique causés par les changements de la structure cytoplasmique (IYENGAR et REDDY, 1996 dans : PARIDA et DAS, 2005). Un taux élevé de sucres totaux résulte d'un blocage du glycolyse ou du saccharose produit par une grande hydrolyse de l'amidon chez diverses espèces plus ou moins résistantes (ASLOUM, 1990).

3.3.5. L'effet de la salinité sur les enzymes antioxydants:

En présence de stress biologique ou abiotique, les plantes produisent un grand nombre d'espèces d'oxygène réactives rapidement et en grande quantité. De nombreuses études ont été menées, même sur des plantes, pour déterminer quels facteurs sont à l'origine de ce phénomène. De nombreux facteurs environnementaux ont donc été définis : sécheresse, stress thermique (températures élevées et basses), exposition aux métaux lourds, exposition aux UV, polluants aériens tels que l'ozone et le SO₂, stress mécanique, carences en nutriments, attaques de pathogènes, salinité et forte exposition à la lumière (Ben Naceur *et al.* 2005).

En raison de l'effet osmotique sur les activités métaboliques des plantes, le stress salin provoque une carence en hydratation. Cette carence en hydratation provoque un stress oxydatif dû à la génération d'espèces d'oxygène réactives telles que les su peroxydes, les radicaux hydroxyles et le peroxyde. Les espèces réactives à l'oxygène qui sont produites par des situations de stress hyperosmotique et ionique causent un dysfonctionnement de la membrane et la mort cellulaire (Bohnert et Jensen, 1996 dans Parida et Das, 2005).

Les plantes se défendent contre les espèces réactives d'oxygène en augmentant l'activité des enzymes antioxydants tels que la catalase, la peroxydase, la glutathion réductase, et les peroxyde dismutase, qui éliminent les espèces réactives d'oxygène. Les enzymes anti oxydantes comme la peroxydase d'acrobate, la glutathion réductase, la monodéshydroascorbate réductase (MDHAR) et la déshydroascorbate réductase (DHAR) augmentent leur activité en présence de stress salin dans le blé, tandis que la teneur totale en acrobate et en glutathion diminue (Hernandez *et coll.*, 2000 dans Parida et Das, 2005).

3.3.6. Effet de la salinité sur les processus physiologiques de la plante :

Un excès de sel dans le protoplasme provoque des changements dans l'équilibre ionique, résultant en une faible production d'énergie à partir des réactions de phosphorylation et de photo respiration. L'absorption de l'azote et un certain nombre de voies métaboliques sont perturbées. Lorsque la concentration de sel dans le stroma des chloroplastes dépasse le niveau de tolérance de la plante, des perturbations fonctionnelles apparaissent au niveau de la fonction photosynthétique, en raison de l'effet du sel dans le stroma des chloroplastes, qui perturbe le transport des électrons. La glycolyse et le cycle de Krebs sont également touchés. L'acquisition de substances minérales, ainsi que le potassium, les nitrates et le calcium, sont tous réduits. La plante présentera alors des signes de stress, comme le développement d'anthocyanes ou la dégradation de la chlorophylle. Alors que la croissance de certains halophytes est stimulée par une quantité modérée de sélène, le phénomène est entravé par un niveau de tolérance. Le stress extrême conduit au nanisme et à l'inhibition de la croissance. Les feuilles deviennent sclérotiques avant d'avoir terminé leur croissance et leur développement, et l'organisme dans son ensemble risque de mourir prématurément (Ben-Hayyim *et al.* 1989 ; Speer et Kaiser, 1991).

CHAPITRE 04

Matériels et méthodes



1. Objectif de l'étude

L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet de stress salin en présence de différentes concentrations de Na Cl sur la réponse physiologique et biochimique de blé tendre (*Tritium aestivum*) au stade germination.

2. Matériel végétal

Les semences de blé tendre (*Tritium aestivum*) utilisées dans cette étude sont constituées de deux 02 génotypes (Ain Abid et HD) fournies par l'Institut Technique de Grandes Cultures de Sabain-Tiaret (Figure 05)



Variété HD



variété AIN ABIN

Figure 05: Une photo originale des grains de blé tendre

3. Condition et réalisation de l'essai

3.1. Réalisation des essais :

L'expérimentation est conduite au niveau des laboratoires de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université de Tissemsilt.

3.2. Préparation des graines pour les tests de germination :

D'abord les graines utilisées pour les tests de germination sont déversées en lots de 10 graines avec trois répétitions placées dans des boites de pétri stérile de 10 cm de diamètre doublées de deux papier buvard.



Figure 06: disposition des grains de blé tendre (*Triticum aestivum*) dans la boîte de pétri. Les boîtes de pétri sont placées dans une étuve a température comprise entre 20 à 22 °C (figure 07).



Figure 07 : Répartition des boîtes de pétri dans l'étuve.

Dans chaque boîte de pétri on met 10 ml d'eau distillée pour les graines témoins et le même volume des différentes solutions salins pour les grains soumises à un stress salin.

Le choix des semences doit être réalisé d'une façon adéquate afin d'éliminer de toute sorte des semences échaudées ayant un risque de perte de leur pouvoir germinatif.

3.3 Préparation des solutions salines

Les solutions salines utilisées dans ce travail sont préparées à base d'eau distillée et de Na Cl selon des concentrations bien précises. Les milieux de germination des graines comportent trois traitements salins, les concentrations choisies sont 0MmL, 100MmL et 300 MmL.

Tableau 02 : les milieux de germination avec les différentes concentrations salines.

Solution	Concentration de Na CL mM.L ⁻¹	Na CL en G/L
Solution témoin (eau distillée)	0	0
Solution 1	100	5.85
Solution2	300	17.53

4. Les mesures effectuées

4.1. Le taux d'imbibition et de germination des graines :

Le taux d'imbibition est la prise d'eau relative des graines en germination de l'ensemble des génotypes et au niveau des trois milieux préparé. Il est déterminée sur des périodes différentes 'après : 6h, 24h, 30, 48h, 54, 72h).

L'imbibition est déterminée par le rapport suivant :

$$\text{Imbibition (\%)} = \frac{(Pt - Pi)}{Pi} \times 100$$

Où

- Imbibition, représente la prise d'eau pendant un temps t, exprimée en pourcentage.
- Pt représente le poids du grain après un temps t de mise en germination exprimé en grammes.
- Pi est le poids initial de la graine déterminé avant la mise ne germination exprimé en grammes.

Les graines prélevées des différents milieux de germination sont essuyées délicatement avec un papier buvard afin d'éliminer toutes traces de l'eau de surface.

4.2. La longueur de la radicule du coléoptile et le nombre des racines émergées

La longueur de la radicule et du coléoptile exprimée en millimètre (mm) est réalisée sur l'ensemble des génotypes et des traitements après 72 heures de mise en germination des graines. Pendant ce temps le nombre de graines germées et de racines émises par plantule est déterminé.

4.3. Dosage des sucres solubles :

100mg de graines germées issues de différents milieux sont trempés pendant 24h dans 5mL d'éthanol à 80%. Dans des tubes à essais propres, on met 2mL de la solution à analyser, on ajoute 1mL de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée).Après, 5mL d'acide sulfurique concentré 96% a été rajouté rapidement tout en évitant de verser de l'acide contre les parois du

tube. Une solution jaune orange est obtenue à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10mn et on les place au bain-marie pour 10 à 20mn à une température de 30°C (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures.). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'ondes de 485 nm.

CHAPITRE 05 :
Interprétation et discussion
des résultats



1. Les paramètres physiques de la germination :

1.1. Paramètres d'évolution du taux d'imbibition :

Tableau 03 : Analyse de variance de l'évolution du taux d'imbibition des graines mise en germination.

Source de variation Variable	Génotype	Traitement salin	Interaction traitement salin*génotype
Taux d'imbibition après 6h	0,000***	0,821ns	0,568ns
Taux d'imbibition après 24h	0,002***	0,005***	0,156ns
Taux d'imbibition après 30h	0,167ns	0,008***	0,738ns
Taux d'imbibition après 48h	0,410ns	0,000***	0,971ns
Taux d'imbibition après 54h	0,079ns	0,000***	0,440ns
Taux d'imbibition après 72h	0,994ns	0,000***	0,381ns

L'analyse de la variance des résultats (Tab.03), montrent que la quantité d'eau absorbée par les graines est hautement dépendant par la nature des génotypes utilisés après 6h et 24h ($p < 0.01$). Par contre après 30h, 48h, 54h et 72h, il a été constaté une absence de tout effet significatif sur l'expression de ce paramètre par la variabilité conduite ($p > 0.05$).

Le stress salin appliqué par Na cl influe également la manifestation et les variations des niveaux d'absorption après 24h, 36, 48, 60 et 72h de mise en germination ($p < 0.001$). Les résultats indiquent aussi que l'interaction de la nature des génotypes avec les variations du stress salin n'extériorise aucune variation significatives de la prise d'eau par les grains ($p > 0.05$).

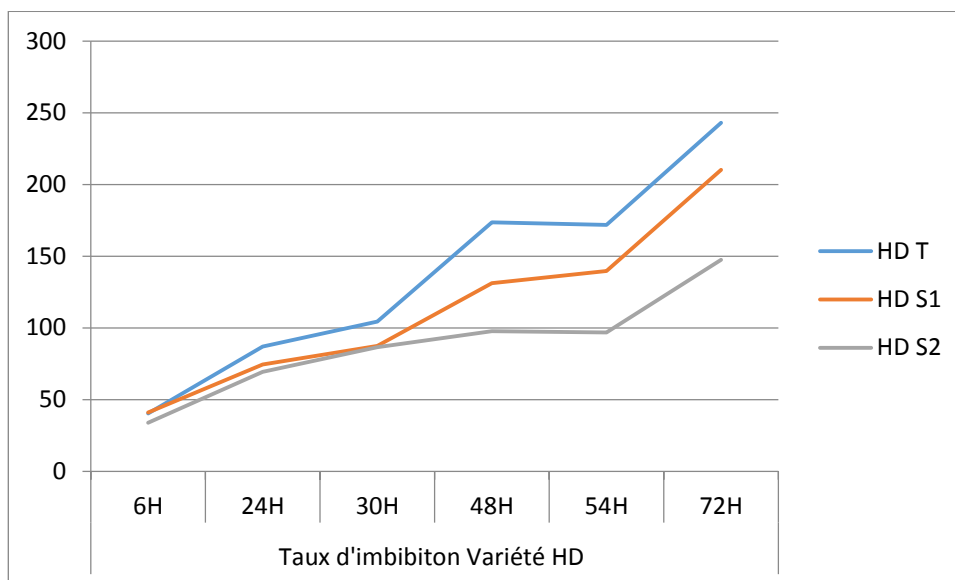


Figure08 : Evolution moyenne du taux d'imbibition des graines de la variété HD.

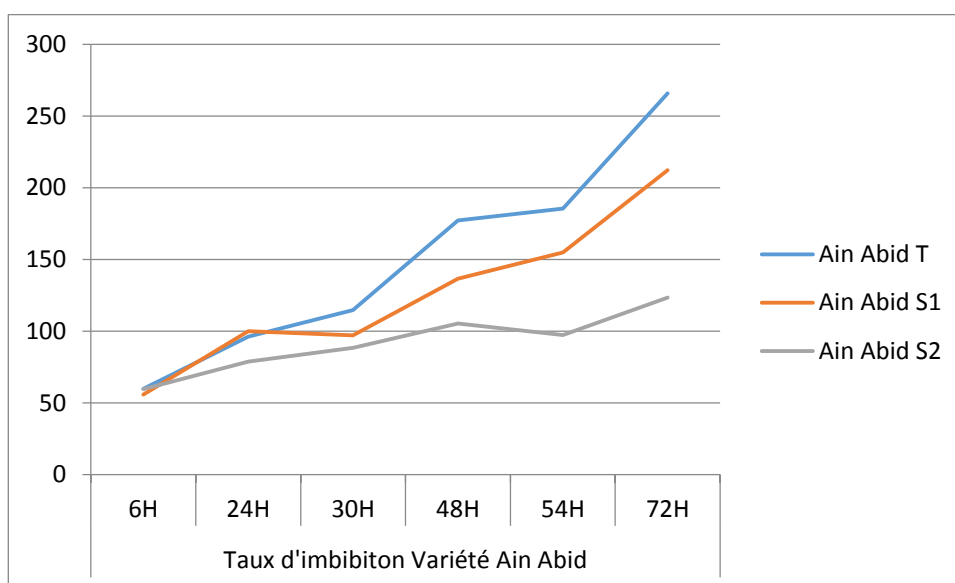


Figure09 : Evolution moyenne du taux d'imbibition des graines de la variété Ain Abid.

Taux d'imbibition après 24h de mise en germination :

Le Taux d'imbibition enregistré a révélé des plus hautes valeurs au niveau du lot témoin avec une moyenne de 91.51% pour l'ensemble des génotypes testés.

Chez les graines soumises à un traitement salin, l'évolution du taux d'imbibition a inscrit des taux de 87.23 et 74 respectivement. D'après les résultats obtenus, le taux d'imbibition le plus faible a été remarqué chez le génotype HD avec une moyenne de 74 et 69 % à solution 01 et 02 respectivement. Tandis que chez les graines soumises à la solution 03, leur taux le plus faible a été inscrit chez Ain Abid avec une moyenne de 47%.

Taux d'imbibition après 48h de mise en germination :

Au niveau du témoin, le taux d'imbibition a dépassé 100% pour les deux génotypes étudiés.

A l'échelle du traitement mené à 100meq, le taux d'imbibition a dépassé 100 % pour les deux génotypes mais avec une déférence de 5 % pour le génotype Ain Abid. Le taux de diminution par rapport au témoin est de l'ordre de 41%.

Au niveau du troisième milieu (200meq) le taux d'imbibition le plus élevé a été inscrit par le génotype Ain Abid (105 %) avec un taux de régression de -72 % par rapport au lot témoin.

Taux d'imbibition après 72h de mise en germination :

Au niveau du lot témoin, le taux d'imbibition a atteint le maximum (200%) pour les deux génotypes étudiés.

A l'échelle du traitement mené à 100meq, le taux d'imbibition a dépassé les 200% pour les deux génotypes mais avec une déférence de 2 % pour le génotype Ain Abid . Le taux de diminution par rapport au témoin est de l'ordre de -53%

Au niveau de la solution 2 (200meq), le taux d'imbibition le plus élevé a été inscrit par le génotype HD (147%) avec un taux de régression de -96% par rapport au lot témoin.

1.2. Nombre de racines :

Tableau 04 : Analyse de variance du nombre de racines émergées.

Nombre des racines	ddl	CM	F	P
Génotype	1	1,3889	1,9231	0,190739
SS	2	10,8889	15,0769	0,000532***
Génotype *SS	2	0,2222	0,3077	0,740772

L'analyse des résultats obtenus (Tab 04), indiquent une absence des variations de nombre de racines formées après germination en fonction des génotypes conduits ($p>0.05$). Alors que, les variations de milieu étudié induisent d'important effet significatif sur le nombre de racines émises par les graines ($p<0.001$).

L'interaction entre les deux facteurs d'étude influe d'une manière faible sur l'élaboration de cette caractéristique ($p>0.05$), montrant ainsi l'absence de toute distinction génotypique au regard des conditions du régime salin appliqué.

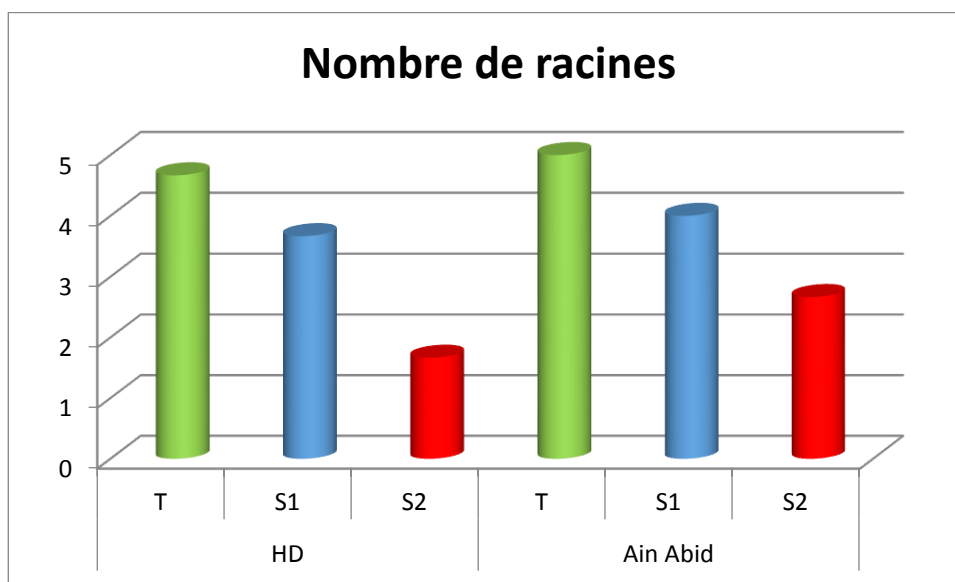


Figure 10 : évolution moyenne de nombre des racines des graines germées au niveau du régime salin appliqué.

Selon la figure (10), indiquent une nette prédominance du nombre des racines émergées au niveau des témoins par rapport aux stress appliqué.

Au niveau de lot sans stress salin, le génotype AIN ABID a inscrit le nombre de racine le plus élevé 4.8 racines, par contre la plus faible valeur est détenue par le génotype HD en inscrivant un nombre moyen de 4.3 racines.

Dans milieu salin (100meq), le génotype Ain Abid a enregistré un nombre élevé de racines (3.8), alors que le nombre de racine le plus faible a été démontré par le génotype HD avec un nombre de 3.5 racines.

Au niveau du troisième lot (200meq), les valeurs extrêmes de ce paramètre ont été inscrites par HD (1.2 racines) et Ain Abid (2.3 racines)

1.3. Longueur de la racicule

Tableau 05 : Analyse de variance de la longueur de la racine principale

Longueur de la racicule	ddl	CM	F	P
Génotype	1	1458,00	21,689	0,000
SS	2	4299,50	63,959	0,000
Génotype *SS	2	1303,17	19,386	0,000

L'analyse de la variance (Tab 05) montre que les variations de la longueur de la racicule se réalise d'une manière dépendante de la nature des génotypes testés ($p < 0.01$). L'abaissement du traitement salin du milieu de germination s'accompagne d'une nette réduction de la longueur de la racicule ($p < 0.001$). Ceci indique que la diminution du traitement salin a affecté les deux génotypes testés pour l'élaboration de ce paramètre, d'une manière indifférente. C'est le résultat de tout effet significatif émanant de l'interaction de génotype*stress salin d'étude sur les variations de la longueur de la racicule ($p < 0.001$).

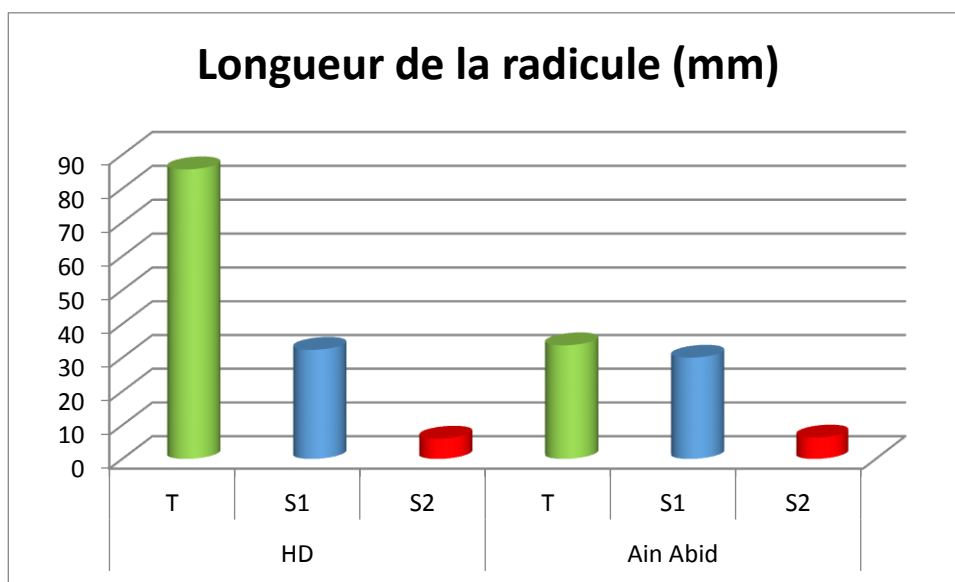


Figure 11 : Evolution de la longueur des racicules en fonction des régimes salin appliqués (mm).

Les valeurs de la longueur de la racicule (figure 11), ont démontré qu'il y a une variation interspécifique en fonction du régime salin étudié.

Il a été constaté au niveau du témoin (Figure11), la variété HD a révélé la longueur de la racine la plus élevée (80mm). Tandis que la variété Ain Abid a révélé une valeur faible de l'ordre de 30mm.

Dans le lot solution 1, les géotypes conduits ont présenté une longueur de 29 mm et 25 mm chez HD et Ain Abid respectivement.

Chez le troisième traitement (200meq), la longueur de la racine a révélé les plus faibles valeurs par rapport aux autres lots. En effet, les valeurs observées sont de l'ordre de 3mm et 5mm chez HD et Ain Abid respectivement.

1.4. Longueur du coléoptile :

Tableau 6 : Analyse de variance de la longueur du coléoptile

Longueur de coléoptile	ddl	CM	F	P
Géotype	1	234,72	4,419	0,0573
SS	2	4313,39	81,214	0,000
Géotype *SS	2	205,39	3,867	0,050

L'analyse des résultats (Tab.06), a démontré que l'élaboration de la longueur du coléoptile n'est pas varié par la nature des géotypes conduits ($p > 0.05$). Par contre, le régime salin appliqué exerce également des variations très hautement significatives des résultats obtenus ($p < 0.001$). Les réponses extérieures par les géotypes testés en réaction de stress osmotique imposent s'avèrent différentes, ce qui se confirme par une influence significative de l'interaction des deux facteurs d'étude sur l'expérience de la longueur du coléoptile ($p < 0.05$).

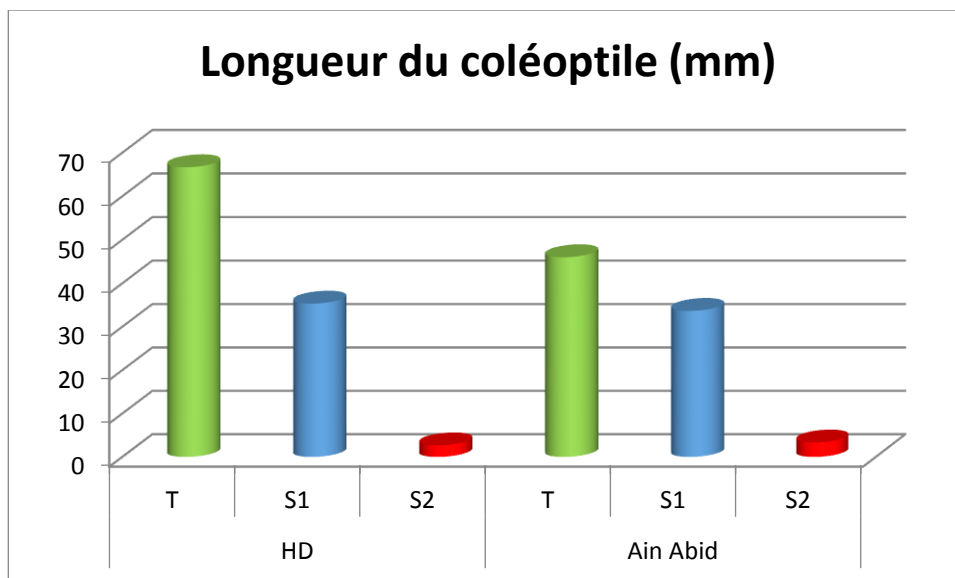


Figure 12 : Longueur du coléoptile des génotypes en fonction des régimes salins adoptés (mm).

La lecture de la figure (12), nous a indiqué que les valeurs de la longueur du coléoptile sont grandement affectées par l'accroissement du niveau salin.

Au niveau du traitement maintenu sans Na cl, la longueur de ce paramètre s'est montré la plus élevée. En effet, le génotype HD à extérioriser la plus haute valeur (62mm) et le génotype Ain Abid a indiqué une longueur de 41 mm

Quand 'à l'échelle du traitement 02 (100meq), les résultats ont montré une équivalence dans les deux génotypes HD et Ain Abid (30mm).

Au niveau du lot solution 3 (200meq), l'intervalle des valeurs est délimité par 30mm inscrite par HD et 40mm détenue par la variété Ain Abid.

1.5. Nombre de graines germées :

Tableau 07 : Analyse de variance du nombre des graines germées.

Nombre de graines germées	ddl	CM	F	P
Génotype	1	2,000	1,2000	0,294821
SS	2	18,000	10,8000	0,002075
Génotype *SS	2	2,000	1,2000	0,334898

L'analyse des résultats obtenus (Tab 07) de nombre des graines germées, ne démontre aucune influence significative au niveau de génotype ($p>0.05$). Alors que, le régime salin appliqué exerce également des variations hautement significatives des résultats obtenus ($p<0.01$)

L'interaction entre ces deux facteurs d'étude influe d'une manière faible sur le nombre de graines germées ($p>0.05$), montrant ainsi l'absence de toute différenciation génotypique, en fonction des concentrations salines ajoutées

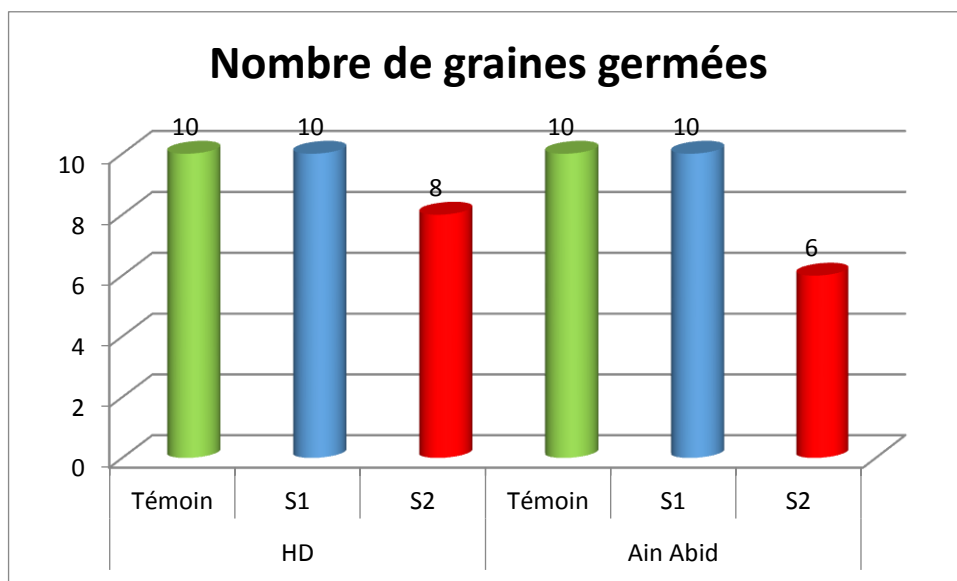


Figure13 : Evolution moyenne de nombre des graines germées au niveau de régime Salin appliqué

Au niveau du lot témoin et la solution menée à 200 Mm.L^{-1} , leur taux de germination après 72h a inscrit une valeur moyenne de 100%. Tandis que, l'augmentation de l'acuité de stress salin appliqué a affecté le nombre de graines germées mais avec des pourcentages. En effet, le taux de germination le plus élevé a été enregistré par le génotype HD, avec une valeur de 80%. Alors que, le génotype Ain Abid a donné une valeur estimée à 60%.

2. Les paramètres biochimiques :

2.1. Taux des sucres de mise en germination :

Après 24 h :

Tableau 08: Effet du génotype et du traitement salin sur le teneur en sucres solubles des graines en germination après 24h

Taux des sucres après 24h	Ddl	CM	F	P
Génotype	1	0,045477	1,32834	0,271543
SS	2	0,007624	0,22269	0,803595
Génotype *SS	2	0,052842	1,54349	0,253206

Après 48 h

Tableau09: Effet du génotype et du traitement salin sur le teneur en sucres solubles des graines en germination après 48h.

Taux des sucres après 48h	dd	C	F	P
Génotype	1	M		
	1	0,4190	1,8796	0,195481
SS	2	0,1142	0,5121	0,611733
Génotype *SS	2	0,0302	0,1354	0,874649

L'analyse des résultats obtenus des mesures des sucres remobilisées après germination (Tab 08et 09) montré aucun effet significatif au niveau de la nature des génotypes testés le traitement salin applique et leur interaction ($P>0.05$).

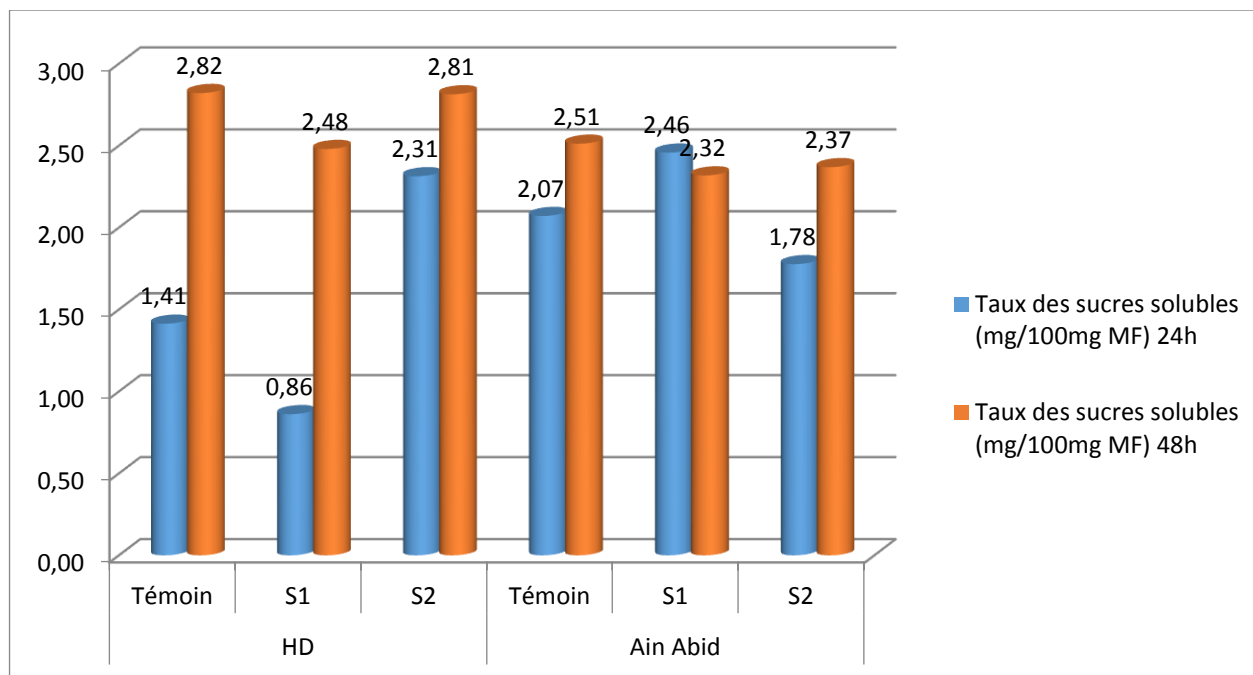


Figure 14 : Evolution moyenne de la teneur en sucre soluble des graines (mg/100g.MF) en fonction des traitement salin appliqués.

Les résultats représentés dans la figure (14) démontrent que la teneur en sucres des grains en germination dépend du niveau du potentiel du milieu. La lecture de ces résultats, ont montré que au niveau du milieu sans NaCl, la valeur la plus élevée est observée chez le génotype Ain Abid (2.07mg/g.MF à 24h). A l'opposé, le génotype HD inscrit une valeur de 1.41mg/g.MF à 24h. Selon les réstats trouvés, il a été observé que le taux des sucres accumulés après germination a révélé des valeurs importante après 48h de mise en germination par rapport à un temps de 24h. Dans cette période (48h), la valeur plus élevée est extériorisée chez le génotype HD (2.82 mg/g.MF) et le génotype Ain Abid avec un taux de 2.51 mg/g.MF.

Dans le milieu maintenu à 100Mm.L^{-1} , la valeur plus élevée est observée chez le génotype Ain abid après 24h (2.46 mg/g.MF). Danc ce même lot, le génotype HD a enregistré une valeur de 0.86 mg/g.MF. Après 48h de mise en germination, les gynotype HD et Ain Abid ont enregistré des valeurs de 2.48 mg/g.MF et 2.32 mg/g.MF respectivement.

Quant' au lot de 300Mm.L^{-1} la valeur plus faible est inscrite par le génotype Ain Abid (1.78 mg/g.MF après 24 et 2.37 mg/g.MF après 48h) et la valeur plus élevée est détenue par le génotype HD (2.31 mg/g.MF après 24h et 2.81 mg/g.MFaprès 48h).

Discussion

Sous stress salin, la germination et la croissance précoce des plantules sont considérées comme des phases critiques. De ce fait, l'établissement de semis et la vigueur précoce jouent un rôle important dans la capacité ultérieure de la culture à résister aux conditions salines et, indirectement, ils déterminent la densité du peuplement cultivé (Iqbal *et al.* 1998). En effet, la qualité d'élaboration du rendement dépend étroitement du déroulement de cette étape de développement de chaque espèce.

La germination est une phase physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente à la phase de développement de la plantule. C'est un processus débute par la réhydratation de la graine et s'achève par la percée de la radicule des téguments (Anzala, 2006). C'est une étape qui est régulée par des caractéristiques génotypiques ainsi que par les conditions environnementales (Ndaur et Danthu, 1998).

La salinité est parmi les facteurs environnementaux les plus répandus limitant la production agricole dans le monde, en particulier dans les zones arides et semi-arides (Swanepoel et Tshuma 2017 ; du Preez et van Huyssteen 2020)

Dans cette étude, nous avons constaté que la germination de toutes les graines de blé tendre est significativement affectée par la salinité et que l'impact est exacerbé avec l'augmentation du niveau de salinité (Bagwasi *et al.* 2020). Ainsi, le pourcentage de germination a diminué pour les deux génotypes testés (Ain Abid et HD) avec l'augmentation des niveaux de salinité. Achraf *et al.* (1991) ; Raghav et Pal (1994) et Sourour *et al.* (2014) ont également rapporté des résultats similaires.

En outre, des différences significatives ont été observées dans la quantité d'eau absorbée par les graines soumises à différentes concentrations salines. En effet, l'augmentation des doses de NaCl peut être attribuée au stress osmotique et peut être due aux dommages causés à l'embryon par les ions et à la diminution résultante de l'absorption d'eau par les graines (Khajeh – Hosseini *et al.* 2003; Rahman *et al.* 2008).

Par rapport au traitement témoins, l'augmentation de niveau du stress salin a également réduit la longueur du coléoptile et de la radicule (Sourour *et al.* 2014). ont indiqué que les impacts toxiques des sels pourraient totaliser les quantités de matière sèche transportées des graines par la coléoptile et la radicule. L'excès de sel est connu pour réduire l'absorption d'eau externe par les graines soit totalement, soit après un certain temps (Ahmad, R. *et al.* 1992 ; Moud, A. M. et Maghsoudi, K., 2008 ; Jalali *et al.*, 2017). Les différences dans les réponses des cultivars au stress salin peuvent être dues à des différences génétiques dans leurs membranes cellulaires et leurs capacités d'homéostasie cellulaire (Hussain *et al.*, 2013). L'abaissement du potentiel osmotique

induit par NaCl du milieu de germination, imposant une inhibition de l'acuité de prise d'eau par les graines en germination.

Moud et (Maghsoudi, 2008) ont également trouvé une sensibilité différentielle des génotypes de blé tendre et ils ont suggéré que la croissance des plantules est l'un des caractères les plus importants pour le dépistage de la tolérance au sel au stade précoce de la croissance. Basant sur ce trait, on pourrait classer HD parmi les génotypes les plus résistants au stress salin.

George et (William, 1964) ont suggéré que la plus grande tolérance à la salinité pendant la germination est associée à des taux de respiration plus faibles et à une plus grande réserve de substances respiratoires. Des résultats similaires également mentionnés par (Datta et al. 2009) et Moud et (Maghsoudi, 2008) qui ont montré à leur tour que différents niveaux de salinité affectent significativement les attributs de croissance en réduisant la longueur des racines et des coléoptiles.

La remobilisation des réserves glucidiques constitue une étape physiologique primordiale dans le processus de germination des graines amylacées (HELDT, 2005). En effet ces réserves constituent les substances énergétiques dont le produit conditionne l'activité cellulaire et par conséquent assurer la croissance et l'organogenèse au niveau de l'embryon (LOTAN et al. 1998). Selon MNIF et al (2001), l'abaissement du potentiel hydrique affecte la mobilisation des réserves amylacées de plusieurs espèces.

L'analyse de ce trait biochimique étudié a clairement montré que les sucres totaux sont significativement augmentés sous stress de salinité dans les génotypes étudiés (Gowayed et Abd El-Moneim 2021 ; Jain et al. 2013 ; Zheng et al. 2008) après un stress salin. En revanche, (Lutts et al. 1999) a montré une corrélation négative entre l'accumulation des sucres et la tolérance à la salinité. Une augmentation de la teneur en sucres réducteurs assure un rôle osmo protecteur contre la déshydratation des cellules par maintien de l'équilibre de la force osmotique en gardant la turgescence et le volume cytosolique aussi élevé que possible et par une préservation de l'intégrité membranaire dans les organes desséchés (Sami et al., 2016).

Les amidons apparaissent également comme des substances clés dans la médiation des réponses des plantes aux stress abiotiques, tels que le déficit hydrique et la salinité élevée. Dans des conditions environnementales difficiles, les plantes remobilisent généralement l'amidon pour fournir de l'énergie et du carbone à des moments où la photosynthèse devient limitée. Il est donc utilisé pour de nombreuses espèces végétales comme stratégie de tolérance dans des environnements contraignants (Jiménez-Arias et al. 2021 ; Thalmann et Santelia, 2017). Dans cette situation et selon notre étude, le génotype HD s'avère résistant en accumulant des quantités assez importantes de sucres solubles sous stress salin sévère.

Conclusion



Conclusion

La salinité présente comme une contrainte environnementale qui limite le développement et la productivité des plantes y compris les céréales. En Algérie, l'aire de production de blé dur et de blé tendre est concentrée principalement dans les zones semi-arides et sahariennes dont elles se caractérisent par sa faible pluviométrie et haute température ainsi que par des sols salins considérables. Notre travail a étudié l'effet de stress salin sur la phase de germination de blé tendre. Cette dernière est la phase clé qui détermine par la suite le déroulement des phases ultérieures. Les résultats obtenus de cette étude après l'application de stress salin en utilisant des concentrations différentes de Na Cl (0, 100 MmL⁻¹, 300MmL⁻¹) a affecté significativement le taux d'imbibition et la germination des grains de notre espèce. En outre, l'émergence racinaire et la formation du coléoptile sont ainsi réduise sous l'effet de ce stress. Par ailleurs, l'augmentation de la remobilisation des sucres solubles après 24h et 48 de mise en germinations'est accompagnée par un accroissement de niveau de salinité. Les sucres solubles s'avèrent comme une stratégie de tolérance adoptée par les graines pour limiter les effets néfastes des stress abiotiques. Selon notre étude on constate que la variété HD est la plus résistante en traduisant une longueur appréciable de coléoptile et accumulation positive des sucres solubles à un stress modéré.

Références bibliographiques



Références Bibliographies:

- **Abbasdokht, H. 2011.** The effect of hydropriming and halopriming on germination and early growth stage of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Desert*, 16(1): 61- 68.
- **Abhinandan K., Skori L., Stanic M. Hickerson N.M.N., Jamshed M. et Samuel M.A. 2018.** Abiotic Stress Signaling in Wheat – An Inclusive Overview of Hormonal Interactions During Abiotic Stress Responses in Wheat. *Frontiers in Plant Science*, 9: 734.
- **Acevedo et al. 2002** P silva-Bread wheat improvement and..,- soilcropandmore.info.
- **Adonina IG, Goncharov NP, Badaeva ED, Sergeeva EM, Petrash NV, Salina EA. 2015**(GAA)n microsatellite as an indicator of the A genomereorganizationduringwheatevolution and domestication. *Comparative Cytogenetic*. 2015;9(4):533- 47.
- **Ahmad, R., Zaheer, S. H., Ismail, S., 1992.**Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticumaestivum* L.). *Plant Science*, 85(1): 43-50.
- **Akkaya, A., 1994.** BuğdayYetistiriciliği.KahramanmarasSütçü İmam Üniversitesi. ZiraatFakültesiGenelYayın No: 1. Ders KitaplarıYayın No: 1, Kahramanmaras, 225s. American Society of Civil Engineers: New York; 1-17.
- **Anonyme A. 2002.** Recherche agronomique revue semestriels, N° 10.
- **Anonyme. 2012.** La fumure azotée du blé au Maroc. S.P.I.E.A. N°2056 -12-59. 10 pages.
- **Anonyme. Non daté.** Les variétés de céréales d’automne cultivées au Maroc. Ed. SONACOS.ISSN: 1144-7605. ISBN: 2-738060896-8. 308p.
- **ANZALA F.J., 2006.** Contrôle de la vitesse de germination chez le maïs (*Zeamays*) : étude de la voie de biosynthèse des acides aminés issus de l’aspartate et recherche de QTLs. ThèsDoct.Université d’Angers.P148.
- **Ashraf, M.Y., M.A. Khan and S.S.M. Naqvi, 1991.** Effect ofsalinity on seedling growth and solutes accumulation in two wheat genotypes. *Rachis*, 10: 30-31.
- **ASKRI H; REJEB S; JEBARI H; NAHDI H et REJEB M., 2007** - Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrulluslanatis* L.) *Science et changements planétaires / Sécheresse*, Volume 18, N°1,51-5.
- **Aslan, D., Zencirci, N., Etöz, M., Ordu, B., Bataw, S., 2016.** Bread wheat respondssalt stress betterthaneinkorn wheat doesduring germination. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40(5): 783-79
- **Asloum H., 1990.** Elaboration d’un système de production maraîchère (Tomate, *Lycopersicumessculentum*L.). en culture hors sol pour les regions sahariennes.Utilisation de substras sableux et d'eaux saumaitres. These de doctorat, développement et ameliorationdesvégétaux,Université de Nice Sophia – Antipolis:24-32.
- **Aufrère J et Graviou D 1996.** Préviation de la digestibilité des fourrages et aliments concentrés et composés des herbivores par une méthode enzymatique pepsine-cellulase. Note du bureau inter professionnel d’études analytiques 278 p126 France.
- **Aufrère J et Cartailier D 1988** Mise au point d'une méthode de laboratoire de préviation de la dégradabilité des protéines alimentaires des aliments concentrés dans le rumen. *Annales de Zootechnie*37(4)255-270.
- **Bacilio M., Rodriguez H., Moreno M. J-P H. et Bashan Y. 2004.**Mitigation of of salt stress in wheat seedlings by a gfp-tagged *Azospirillumlipoferum*.*Biol. Fertility Soils*, 40: 188-193.

- **Bagwasi, G; Agenbag, GA; Swanepoel, PA 2020.** Effect of salinity on the germination of wheat and barley in South Africa. *Crop, Forage & Turfgrass Management*, 6(1), e2006.
- **Behnassi, M., O. Pollmann, G. Kissinger (editors). 2013.** Sustainable Food Security in the Era of Local and Global Environmental Change. Springer pp 274.
- **Ben Nacer M., Cheikh-M'hamed H., Maalem S., Rahmoune C. 2005.** Les indicateurs précoces de la tolérance à la salinité 1er Colloque Euroméditerranéen de Biologie Végétale et Environnement, Annaba 28-30 Novembre 2005.
- **Ben-Hayyim G., Vaadia Y., William B., 1989.** Proteins associated with salt adaptation in citrus and tomato cells. Involvement of 26KD polypeptides. *plant physiology*, 7:332-340.
- **Bernstein, L. 1975.** Effect of salinity and sodicity on plant growth. *Annual Review of Phytopathology* 13: 295-312.
- **Blum JC 1984** L'alimentation des animaux monogastriques : porc, lapin, volailles édition INRA. 221p
- **Bohnert, H.J., Jensen, R.G., 1996.** Strategies for engineering water stress tolerance in plants. *Trends Biotechnol.* 14, 89–97.
- **Bohnert, H.J., Nelson, D.E., Jensen, R.G., 1995.** Adaptations to environmental stresses. *Plant Cell* 7, 1099–1111
- **Botella, M.A., Quesada, M.A., Kononowicz, A.K., Bressan, R.A., Pliego, F., Hasegawa, P.M., Valpuesta, V., 1994.** Characterization and in-situ localization of a salt-induced tomato peroxidase messenger-RNA. *Plant Mol. Biol.* 25, 105–114
- **Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M., et Rezgui S. (2007).** Guide pratique de la conduite Céréales d'automne, Dalil Al Fallah. Version 1.0.
- **Chartzoulakis K., Klapaki G. (2000):** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247–260.
- **Chaulet C, Bazizi Y et Bencharif A 1993** Etude sur les stratégies d'entreprises dans la filière céréales en Algérie : consommation des produits céréaliers : dynamique et comportement des consommateurs. ENIAL Alger/CIHEAM-IAM, Montpellier. 254p.
- **Chehat F., Djenane A et Jouve A M 1993** Etude sur les stratégies d'entreprises dans la filière céréales en Algérie : les stratégies de mise en marché des céréales par les agriculteurs dans la région de Sétif. ENIAL Alger/CIHEAM-IAM, Montpellier 234p.
- **Claire Guérin. 2021** Analyse des facteurs de transcription de la famille NAC chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et leur implication dans la réponse à des stress abiotiques.
- **Cooper., R. 2015.** Re-discovering ancient wheat varieties as functional foods. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 5: 138-143.
- **Cüneyt Uçarlı 2020,** Effects of Salinity on Seed Germination and Early Seedling Stage Submitted: June 2nd 2020 Reviewed: August 19th 2020 Published: October 7th 2020.
- **Datta JK, Nag S, Banerjee A, Mondal NK. 2009.** Impact of salt stress on five varieties of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars under laboratory condition. *J. Appl. Sci. Environ.* 13(3): 93-97
- **DEBEZ A; CHAIBI W et BOUZID S., 2001-** Effet du NaCl et de régulateurs de croissance sur la germination d'*Atriplex halimus* L. *Agriculture*. Vol. 10, n°2, pp. 8-135.
- **Dimkpa C., Weinand T. et Asch F. 2009.** Plant–rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. *Plant Cell and Envir.* 32 (12): 1682-1694.

- **DREVN JJ et SIFI B. 2003-** Fixation symbiotique développement durable dans le bossmniediterraneen. RA Pans. Les colloques, 100% de Farose et 381-388.
- **Dubcovsky, 2007.S Chao, w Zhang,M sorrells -**Crop escholarsship.org-Science.47(3), 1018,1030.
- **duPreez CC, van Huyssteen CW. 2020.** Threats to soil and water resources in South Africa. Environ. Res. 183, 109015.
- **Ehtaiwesh, Amal Faraj Ahmed.2016.**Effects of salinity and high temperature stress on winter wheat genotypes.
- **Eliasson, A.-C. 1983**Physical and chemical characteristics of legumestarches. *Animal Plant*
- **FAO 2008.** FAO Land and Plant Nutrition Management Service. Available at <http://www.fao.org/agl/agll/spush>. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- **FAO, 2006.** (Statistiques de blé tendre).
- **Feillet P., (2000).** Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA.
- **Fernández-Torquemada, Y., Sánchez-Lizaso, J. L., 2013.** Effects of salinity on seed germination and early seedling growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica* (L.) Delile. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 119: 64-70.
- **Feillet C, 2008.** Langridge P, Waugh R. Cereal breeding takes a walk on the wildside. *Trends in Genetics*. 2008;24(1):24- 32.
- **Feillet C, Langridge P, Waugh R.** Cereal breeding takes a walk on the wildside. *Trends in Genetics*. 2008;24(1):24- 32.
- **Flowers TJ., 2004.** Improving crop salt tolerance. *J Exp Bot* 55(396): 307-319.
- **Francois, L.E., and E.V. Maas. 1999.** Crop response and management wheat of salt-affected soils. In: M. Pessaraki (Ed.) *Handbook of plant and crop stress*, Second ed. Marcel Dekker, Inc. New York. p. 169–201.
- **Garg N, Manchanda G (2008)** Salinity and its effects on the functional biology of legumes. *Acta Physiol Plant* 30:595–618.
- **George LY, Williams WA. 1964.** Germination and Respiration of barley, strawberry, clover and ladino clover seeds in salt solutions. *Crop Sci*. 4: 450-45.
- **Gigabase Bread Wheat Chromosome 3B. Science.** 2008; 322(5898):101- 4.
- **Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Haddad L., Lawrence D., et al. 2010.** Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science*, 327(5967): 812–818.
- **Gowayed SMH, Abd El-Moneim D. 2021.** Detection of genetic divergence among some wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes using molecular and biochemical indicators under salinity stress. *PLoS ONE* 16(3): e0248890.
- **Gray E.J. et L. Smith D.L. 2005.** Intracellular and extracellular PGPR: Commonalities and distinctions in the plant-bacterium signaling processes. *Soil Biology and Biochemistry* 37(3):395-412
- **Hasegawa P.M., Bressan R.A., Zhu J.K., Bohnert H.J., 2000.** Plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual Review of Plant Biology and Molecular Biology*, 51: 463-499. hautes salinités au stade de la germination – séminaire national sur la problématique
- **HELDT H.-W., 2005.** Plant biochemistry. Elsevier Academic Press 2005, Elsevier Inc. 657p.

- **Heller F., Pusic E., Strauss G., Wilpert B., 1998.** Organizational Participation: Myth and Reality, Oxford: Oxford University Press.
- **Hopkins W. G., 2003.** Physiologie végétale. 2^{ème} édition. De Boeck, Bruxelles: 61- 476.
- **Huang S, Sirikhachornkit A, Su X, Faris J, Gill B, Haselkorn R, et al.** Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the Triticum/Aegilops complex and the evolutionary history of polyploid wheat. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002;99(12):8133- 8.
- **IPTRID., 2006.** Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation: 2-11.
- **ITGC (Institut technique des grandes cultures) 1975, 1994 et 1997** Statistiques agricoles. Algérie.
- **Iyengar E. R. R., Reddy M.P., 1996.** Photosynthesis in high salt tolerant plants. In: Pesserkali, M. (Ed.). *Hand Book of Photosynthesis*. Marshal Dekker. Baten Rose, USA: 56-65.
- **Iyengar, E.R.R., Reddy, M.P., 1996.** Photosynthesis in highly salt tolerant plants. In: Pesserkali, M. (Ed.), *Handbook of photosynthesis*. Marshal Dekker, Baten Rose, USA, pp. 897–909.
- **Jain M, Mini Jos E, Arora D, Kameshwar Sharma YVR.** Effect of proline on *Triticum aestivum* (wheat) under the drought conditions of salinity. *Journal of pharmacy research*. 2013; 7, 506:509.
- **Jalali, V., Kapourchal, S. A., Homae, M., 2017.** Evaluating performance of macroscopic water uptake models at productive growth stages of durum wheat under saline conditions. *Agricultural Water Management*, 180, Part A: 13-21.
- **Jarrige R 1988** Alimentation des bovins, ovins et caprins ; INRA Paris p471.
- **Jiménez-Arias D.,** García-Machado F.J., Morales-Sierra S., García-García A.L., Herrera A.J., Valdés F., Luis J.C., and Borges A.A. 2021. A Beginner's Guide to Osmoprotection by Biostimulants. *Plants (Basel)*. 10(2): 363.
- **Jones HG., 2007.** Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *J Exp Bot* 58(2): 119-131.
- **Jouve A-M, Belghazi S et Maillard A 1989** Monographie sur le Maroc, In *Etude des politiques céréalières et des politiques d'approvisionnement en céréales de 4 pays méditerranéens (Maroc, Algérie, Tunisie, Egypte)*, contrat de recherche ONIC, Ministère Agriculture, UNIGRAINS / CIHEAM et INRA.
- **Keles, Y., and I. Oncel. 2002.** Response of antioxidant defense system to temperature and water stress combinations in wheat seedlings. *Plant Science* 163: 783-790.
- **KELLOU R, 2008.** « Analyse du marché algérien du blé dur et les autres céréales.
- **Khajeh – Hosseini M, Powell AA, Bingham IJ. 2003.** The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. *Seed Sci. Tech.* 31: 715 – 725.
- **Khatun M, Hafiz MHR, Hasan MA, Hakim MA, Siddiqui MN. 2013.** Response of wheat genotypes to salt stress in relation to germination and seedling growth. *Int. J. Biores. Stress Manag.* 4(4): 635-640.
- **Khelifi D, Hamdi O et Benbelkacem A 2003** Caractéristiques biochimiques et technologiques des blés cultivés en zone semi-aride Publications du CIHEAM.

- **Kulkarni SD., Acharya R., Nair AG., Reddy AVR.**-Determination of elemental concentration profiles in tender-wheatgrass (*triticumaestivum* L. using instrumental neutron-activation analysis. *Food Chemistry* 2006; 4: 699-707. 136 pages.
- **Langridge PP., Bramel DP., Eversole DK., Rogers J., Keller PB., Appels R., et al.** Achieving sustainable cultivation of wheat Volume 1: Breeding, quality traits, pests and diseases. Vol.1. 2017.
- **LECLERC J.C., 1999** – Ecophysiologie végétale – publications de l'univ.saint
- **LEVIGNERON A: LOPEZ F; VANSUYT G: BERTHOMIEU P: FOURCROY P. et CASSE- DELBART F., 1995** Les plantes face un stress salin Cahiers Agricultures, 4.263-273.
- **Levitt J., 1980.** Responses of plants to environmental stresses. Water radiation, salt and others stresses. AcademicPress, New York, 2: 365- 406.
- **LOTAN T., OHTO M.A., YEE K.M., WEST M.A., LO R., KWONG R.W., YAMAGISHI K., FISHER R.L., and GOLDBERG R.B., 1998.** Arabidopsis LEAFY COTYLEDON1 is sufficient to induce embryo development in vegetative cells. *Cell* 93: 1195-1205.
- **IqbalN.,Ashraf H.Y., JavedF., IqbalZ., andShahG.H. 1998.** Effect of salinity on germination and seedling growth of wheat(*Triticumaestivum*L.).*Pakistan Journal of Biological Sciences*, 1 (3): 226-227.
- **Lutts S., Majerus V., Kinet JM.** NaCl effects on proline metabolism in rice (*Oryza sativa*) seedlings. *Physiol. Plant.* 1999; 105: 450–458.
- **MAAS EV et POSS JA., 1989-** Salt sensitivity of wheat at various growth stages.*Irrig Sci:*10:29-40.
- **Maillard J., 2001.** Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone aride : Risques et Recommandations. Handicap International, 35p.
- **Marcel MazoyerMAI., 2002.** Organisé par la Communauté de Communes de Bastides & Vallons du Gers et la Mission Agrobiosciences. Renseignements: 05 62 88 14 50 (Mission Agrobiosciences).
- **Marcussen T, Sandve SR, Heier L, Spannagl M, Pfeifer M,** The International Wheat Genome.
- **Meloni D.A., Oliva M.A., Ruiz H.A., Martinez C.A. (2001):** Contribution of proline and inorganic solutes to osmotic adjustment in cotton under salt stress. *J. Plant Nutr.* 24, 599–612.
- **MNIF L., CHAIEB M., FERCHICHI A., 2001.** Comportement germinatif de différentes provenances de *Cenchrus ciliaris* L. collectées de la zone aride Tunisienne, Pp.107-111.
- **Mohammad M., Shibli R., Ajouni M., Nimri L. (1998):** Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* 21, 1667–1680.
- **Moud AM., Maghsoudi K. 2008.** Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticumaestivum* L.) cultivars. *World J. Agric. Sci.* 4(3): 351-358
- **Moud., A. M., Maghsoudi., K., 2008.** Salt stress effects on respiration and growth of germinated seeds of different wheat (*Triticumaestivum* L.) cultivars. *World J. Agric. Sci.* 4(3): 351-358.
- **Munns R., James RA., Läuchli A., 2006.** Approaches to increasing salt tolerance of wheat and other cereals. *J Exp Bot* 57(5):1025-1043

- **Munns, R., S. Goyal., and J. Passioura. 2004.** Salinity stress and its mitigation. Available at .
- **NDOUR P. et DANTHU P., 1998.** Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africains. Pp. 105-122.
- **Nechaev, A Gaponeko 2013** -visegrad J .Bioecon.Ssustain Dev, 2013-vnechaev.ru.
- **PADILLA ET OBERTI, 2000.** Cité par RymKellou (2008).
- **Parida A.K., Das A.B. (2005):** Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60, pp. 324-349.
- **Parul Parihar & Samiksha Singh & Rachana Singh & Vijay Pratap Singh & Sheo Mohan Prasad, 17 October 2014),** Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review.
- **Paux E, Sourdille P, Salse J, Saintenac C, Choulet F, Leroy P, et al.** A Physical Map of the 1- Gigabase Bread Wheat Chromosome 3B. *Science*. 2008;322(5898):101-4.
- **Peterson, R.F. 1965.** Wheat: botany, cultivation and utilisation. London, Leonard Hill. 448 pp.
- **Plaut, Z., M. Edelstein, and M. Ben-Hur. 2013.** Overcoming salinity barriers to crop production using traditional methods. *Critical Reviews in Plant Sciences* 32: 250-291.
- **Raghav, C.S. and B. Pal, 1994.** Effect of saline water on growth, yield and yield contributory characters of various wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Ann. Agric. Res.*, 15: 351-356.
- **Rahman M, Soomro UA, Zahoor-ul-Haq M, Gul S. 2008.** Effects of NaCl salinity on wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *World Journal of Agricultural Science* 4 (3): 398 – 403.
- **Rengasamy, P. 2006.** World salinization with emphasis on Australia. *Journal of Experimental Botany* 5: 1017-1023.
- **Rhoades, J. D., F. Chanduvi and S. Lesch. 1999.** Soil salinity assessment. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. 5254-5284.
- **Rivière R 1978** Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical, 2e édition. Paris, France, ministère de la Coopération, 527 p.
- **RUEL. (2006).** Cité par Debabsa Rafika et al. En 2008.
- **Sami F., Yusuf M., Faizan M., Faraz A., Hayat S. 2016.** Role of sugars under abiotic stress. *Plant Physiol. Biochem.* ;109:54–61.
- **Sauvant D., Perez J M et Tran G 2004** Table de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. INRA. 2ème édition revue et corrigée p.301 *Sci.* 1, 89–94.
- **Sequencing Consortium, et al. Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat. Science. 2014;345(6194):1250092.**
- **Shannon, M. C., 1997.** Adaptation of Plants to Salinity. *Adv. Agron.* 60: 75-120
- **Shewry PR., Wheat., J Exp Bot., 2009;60(6):1537- 53.**
- **Soltner D. 1988.** Les grandes productions végétales. (Collection sciences et techniques).
- **Sourour., A., Neila., R., Zoubeir., C., Saddreddine., B., Feker., K., Themir., B., Mongi., B. Y., 2014.** Effect of salt stress (sodium chloride) on germination and seedling growth of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) genotypes. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 6(4): 320-325.

- **StatSoft Inc. 2001** Statistica. Data analysis softwaresystem. Versión 6. USA.
- **Swanepoel, P. A., & Tshuma, F. (2017)**. Soil quality effects on regeneration of annual Medicago pastures in the Swartland of South Africa. *African journal of range & forage science*, 34(4), 201-208.
- **Swati P., Sushma D.,** Indira R, Alka G, Mamta D. Multitude-potential of Wheatgrass Juice (Green Blood): An overview.-Chronicles of Young Scientist 2010; 1(2):23-28.
- **Tanji K. K. 1990**. Nature and extent of agricultural salinity. In: Tanji KK (Eds.) *Agricultural Salinity Assessment and Management*. Manuals and Reports on Engineering Practices No.
- **Thalmann M., Santelia D. 2017**. Starch as a determinant of plant fitness under abiotic stress. *New Phytol.* 214:943–951.
- **Tubiana. L 1989** Etudes des politiques céréalières et des politiques d’approvisionnement en céréales de quatre pays méditerranéens : Maroc, Algérie, Tunisie, Egypte. Rapport de synthèse, INRA/CIHEAM-IAM, Montpellier p 487.
- **Van-Soest P. J and Wine R. N 1967** Use of detergents in the analysis of fibrous feeds.IV-Determination of plant cell-wall constituents. *Journal Association of Agricultural Chemistry* 50: 50-55.
- **Vurukonda., Sai Shiva Krishna Prasad., Vardharajula., Sandhya., Shrivastava., Manjari., SkZ.,Ali.2015**. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research.* 50.
- **Walbot, V., Cullis, C.A., 1985**. Rapid genomic change in higher plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 36, 367–396.
- **Wang Y., Nil N. (2000)**: Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in Amaranthustricolorleavesduringsalt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 75, 623–627.
- **Yoe.A.R.1983**. Salinity resistance : physiologie and prices-physiol.plant.58 :214-222
- **Zadoks JC, 1974**. Chang TT, Konzak CF. A decimal code for the growth stages of cereals. *WeedResearch.* 1974;14(6):415- 21.
- **Zahir ZA., Munir A., AsgharHN.,Shahroona B., et Arshad M., 2008**. Effectiveness of rhizobacteria containing ACC-deaminase for growth promotion of peas (*Pisumsativum*) under drought conditions. *J MicrobiolBiotechnol,* 18:958–963.
- **Zheng Y., Jia A., Ning T., Xu J., Li Z., Jiang G.** Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. *J Plant Physiol.* 2008; 165: 1455–1465. pmid:18.

Résumé :

L'objectif de cette étude est d'évaluer la tolérance de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) au stress salin notamment au stade de la germination. Cette dernière considérée comme le stade le plus importants qui contrôle les stades suivants. Nous avons suivi l'effet du traitement salin sur les grains de blé tendre par l'application des concentrations croissantes de Na Cl de 0, 100, 300 mM.l⁻¹. Les résultats obtenus des différents paramètres montrent que l'accroissement de traitement salin affecte grandement le pourcentage de germination, la longueur du coléoptile et de la radicule. Ainsi, cette variation est dépend de la variabilité génétique conduite. Des paramètres biochimiques ont été pris en considérations. L'accumulation des sucres solubles a été observée également sous l'effet du stress salin mais d'une manière faible. Enfin et d'après notre étude, le génotype HD s'avère résistant en accumulant des quantités assez importantes de ces sucres. En effet, cette caractéristique est considérée comme une stratégie utilisée par le blé tendre pour faire face à un stress salin.

Les mots clés : *Triticum aestivum* L., germination, stress salin, génotype, sucres solubles, Na Cl.

Abstract :

The purpose of this study is to assess the tolerance of common soft wheat (*Triticum aestivum* L.) to salt stress, especially at the germination stage. This latter is considered as the most important stage which controls the following stages. We studied the effect of the saline treatment on soft wheat kernels by applying increasing concentrations of Na Cl of 0, 100, 300 mM.l⁻¹. The obtained results from the various parameters show that the increase in saline treatment greatly affects the percentage of germination, the length of the coleoptile and of the radicle. Thus, this variation is dependent on the conducted genetic variability. Biochemical parameters have been taken into consideration. The accumulation of soluble sugars was also observed under the effect of salt stress but they were weak. Finally and according to our study, the HD genotype was found to be resistant by accumulating a high amounts of these sugars. Indeed, this characteristic is considered as a strategy used by common soft wheat to against salt stress.

The keywords: *Triticum aestivum* L., germination, salt stress, genotype, soluble sugars, Na Cl

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تحمل القمح اللين (*Triticum aestivum* L.) لإجهاد الملح، خاصة في مرحلة الإنبات. تعتبر هذه الأخيرة أهم مرحلة لأنها تتحكم في المراحل التي تليها. تابعنا تأثير المعالجة المالحة على حبات القمح اللين من خلال تطبيق تراكيز متزايدة من كلوريد الصوديوم: 0، 100، 300 ملي مولار.

تظهر النتائج التي تم الحصول عليها من المعايير المختلفة أن الزيادة في المعالجة بالمحلول الملحي تؤثر بشكل كبير على نسبة الإنبات وطول الرشم والجذر. وبالتالي، فإن هذا الاختلاف يعتمد على التباين الجيني الذي يتم إجراؤه بالتالي، فإن هذا الاختلاف يعتمد على التباين الجيني الذي يتم إجراؤه. و تم أخذ المعايير البيوكيميائية في عين الاعتبار. كما لوحظ تراكم السكريات الذائبة تحت تأثير إجهاد الملح ولكن بطريقة ضعيفة.

أخيراً، ووفقاً لدراستنا، وجد أن النمط الجيني HD مقاوم من خلال تراكم كميات كبيرة من هذه السكريات. في الواقع، تعتبر هذه الخاصية بمثابة إستراتيجية يستخدمها القمح اللين للتعامل مع الإجهاد الملحي.

الكلمات المفتاحية: القمح اللين، الإنبات، إجهاد الملح، التركيب الوراثي، السكريات الذائبة، كلوريد الصوديوم.