

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Amar TELIDJI Laghouat  
Faculté des Sciences  
Département des Sciences Agronomiques



### **MEMOIRE DE MASTER**

**DOMAINE:** Sciences de la Nature et de la Vie (SNV)

**FILIERE :** Sciences Agronomiques

**OPTION :** Amélioration des plantes

Présenté par : ABDELALI Chaimaa

### **THEME**

**Étude de la tolérance à la salinité d'une variété locale (Oued el Bared) de blé dur (*Triticum durum* Desf.) , comparée aux variétés introduites, cultivées en hydroponie**

### **Jury de soutenance :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
Mme AMEUR Djamila	MAA	Président
Mr SARIDI Abdelkader	MAA	Examineur
Mme. MALLEM Hamida	MCA	Rapporteur

**Juin 2024**



## *Remerciements*

Je remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et encadrement de Mme Mallem Hamid ajela remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant la préparation de ce mémoire.

Mes remerciements s'adresse à Mr Saridi Abdelkader pour son aide pratique et ses encouragements et aussi d'accepter d'examiner notre mémoire.

Je remercie vivement Mme Ameer Djamila d'avoir accepté de présider le jury.

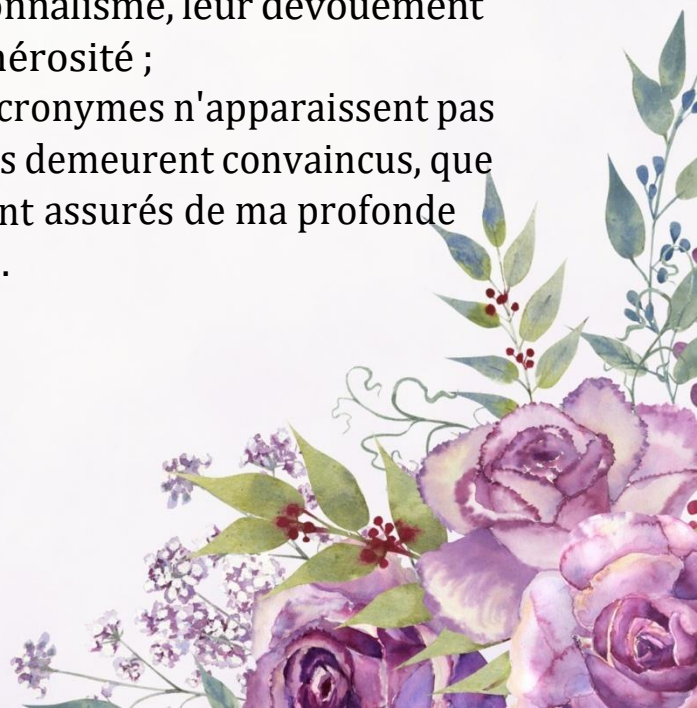
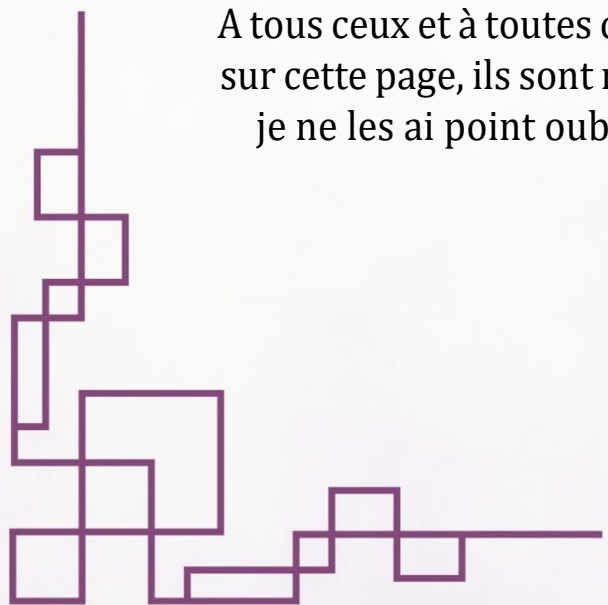
Notre remerciement s'adresse également à tous mes professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Je n'oublie pas de remercier Mme Daamache Fatima pour ses encouragements précieux et pour son inestimable aide.

Je remercie les employés du laboratoire vétérinaire pour leur aide précieuse.

Je remercie sincèrement les employés du service semence de l'OAIC de Laghouat, de leur professionnalisme, leur dévouement ainsi que leur générosité ;

A tous ceux et à toutes celles dont les acronymes n'apparaissent pas sur cette page, ils sont nombreux, qu'ils demeurent convaincus, que je ne les ai point oublié et qu'ils soient assurés de ma profonde gratitude.



# Dédicaces

الى كل من ماتت لتحتيا ارضه الى من رووا بدمائهم  
الطاهرة الى ليمون حيفا و برتقال يافا و زيتون الكرمل و قمع بيسان  
اليك فلسطين.

A ma très chère mère Bakhta  
Quoi que je fasse ou je dise, je ne saurai point te remercier comme  
il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta  
présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour  
affronter les différents obstacles.  
A mon très cher père Aboubakeur  
Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager.  
Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.  
A mon chère fiancé Aboubakeur qui a toujours été là pour moi.  
A ma chère belle-mère Fatiha et cher beau père Ahmed merci  
pour votre soutien inconditionnel  
A mes très chères sœurs : Maroua, Aicha, Safa, Asma et mes belles  
sœurs Ibtissam et Oula.  
A mon très cher seul frère Ahmed Alaà , et mes très chers neveux  
Tayeb , Fakher el dine , Abd el moez , Aboubakeur .  
Je remercie également mon beau-frère Sid Ahmed .  
Et enfin je remercie toutes mes amies pour leur encouragements et  
leurs aides.

Chaimad

**Titre : Étude de la tolérance à la salinité d'une variété locale ( Oued el bared) de blé dur " *Triticum durum* Desf." comparée aux variétés introduites, cultivées en hydroponie**

**Résumé :**

La salinité des eaux et des sols constitue l'une des causes probables de la faiblesse des rendements en céréales observés actuellement dans les régions Sahariennes. L'objectif de ce travail est de comparer le comportement de trois variétés de blé dur *Triticum durum* Desf. (O.Bared ,Vitron , Siméto) sous stress salin. Les plants ont été cultivés en système hydroponique durant 45 jours, des doses de NaCl (0g/l, 3g/l, 6g/l et 8g/l) ont été ajoutées à la solution nutritive, après 10 jours de stress salin, nous avons mesuré les paramètres physiologiques et biochimiques au niveau de chaque plant. Nous avons trouvé que la variété O.Bared a présenté les taux les plus élevés en Biomasse totale, en teneur en eau, en proline, en K et en K/Na, par ailleurs la variété Simèto a présenté des faibles moyennes, le taux du Na a été élevée chez cette variété. La variété Vitron a présenté des valeurs intermédiaires. Pour conclure il semble que la variété la plus tolérante au sel à 8g/l est O.Bared alors que la variété Siméto est la plus sensible.

**Les mots clés : Blé dur, salinité, Vitron, O .Bared , Siméto, hydroponie**

**Title: Study of the salinity tolerance of a local durum wheat variety (Oued el bared) "Triticum durum Desf." compared to introduced varieties, grown in hydroponics**

**Abstract:**

Salinity of water and soil is one of the probable causes of the low cereal yields observed in Saharan regions. The objective of this work is to compare the behavior of three durum wheat varieties (*Triticum durum* Desf.) under saline stress. The plants were grown in a hydroponic system for 45 days, and doses of NaCl (0g/l, 3g/l, 6g/l and 8g/l) were added to the nutrient solution. After 10 days of saline stress, we measured the physiological and biochemical parameters at the level of each plant. We found that the O.Bared variety presented the highest rates of total biomass, water content, proline, K and K/Na, while the simeto variety presented low averages. The Na rate was high in this variety. The vitron variety presented intermediate values. To conclude, it seems that the most salt-tolerant variety at 8g/l is O.Bared , while the Mansoura variety is the most sensitive.

**Keywords :** Durum wheat- Salinity- Vitron- O.Bared- Simeto- Hydroponics

**العنوان: دراسة تحمل الملوحة لصنف محلي من القمح الصلب (وادي البارد "Triticum durum Desf" مقارنة بالأصناف المدخلة المزروعة في الزراعة المائية**

**ملخص:**

ملوحة المياه والترربة هي أحد الأسباب المحتملة لانخفاض غلة الحبوب التي لوحظت في المناطق الصحراوية. الهدف من هذا العمل هو مقارنة سلوك ثلاثة أصناف من القمح الصلب (*Triticum durum Desf.*) تحت الإجهاد الملحي. نمت النباتات في نظام الزراعة المائية لمدة 45 يوما ، وأضيفت جرعات من كلوريد الصوديوم (0 جم / لتر ، 3 جم / لتر ، 6 جم / لتر و 8 جم / لتر) إلى محلول المغذيات. بعد 10 أيام من الإجهاد الملحي ، قمنا بقياس المعلمات الفسيولوجية والكيميائية الحيوية على مستوى كل نبات. وجدنا أن صنف O.Bared قدم أعلى معدلات الكتلة الحيوية الكلية ، والمحتوى المائي ، والبرولين ، و K و K / Na ، بينما قدم صنف simeto متوسطات منخفضة. كان معدل Na مرتفعا في هذا التنوع. قدم صنف vitron قيما وسيطة.

في الختام ، يبدو أن الصنف الأكثر تحملا للملوحة عند 8 جم / لتر هو O.Bared ، في حين أن صنف المنصورة هو الأكثر حساسية.

**الكلمات المفتاحية : القمح الصلب - الملوحة - فيترون - O.Bared - Simeto - الزراعة المائية**

# Sommaire

Remerciement	
<b>Dédicace</b>	
<b>Résumé</b>	
<b>Sommaire</b>	
<b>Liste des figures</b>	
<b>Liste des tableaux</b>	
<b>Chapitre I : Généralités sur le Blé dur</b>	
Introduction	<b>01</b>
I.1 Historique et répartition éco géographique du blé dur	<b>03</b>
I.2 Origine du blé dur	<b>03</b>
I.2.1 Origine génétique	<b>04</b>
I.2.2.Origine géographique	<b>05</b>
I. 3.Importance de la culture de blé dur	<b>05</b>
I.3.1.Dans le monde	<b>05</b>
I.3.2.En Algérie	<b>06</b>
I.4. Classification systématique du blé dur	<b>07</b>
I .5 . Biologie du blé dur	<b>08</b>
I.5.1. Description	<b>08</b>
I.5.1.1. La grain	<b>08</b>
I.5.1.2.Racines	<b>09</b>
I.5.1.3.Tiges	<b>09</b>
I.5.1.4.Feuilles	<b>10</b>
I.5.1.5.Appareil reproducteur (épi)	<b>10</b>
I.6. Exigences de la culture du blé dur	<b>10</b>
I.6.1 Eau	<b>11</b>
I.6.2 Lumière	<b>11</b>
I.6.3 Sol	<b>11</b>
<b>Chapitre II : Généralités sur la salinité</b>	
II.1.Définition de la salinisation	<b>12</b>
II.2 Causes de la salinisation des sols	<b>12</b>

# Sommaire

II.3 . Réponses des plantes à la salinité	13
II.3.1 Effets du stress salin sur la germination	13
II.3.2 Effets du stress salin sur l'absorption	14
II.3.3 La tolérance des plantes au stress salin	15
<b>Chapitre III : Matériel et méthodes</b>	
III.1 Objectif de travail	18
III. 2 Matériel végétal	18
III.3 Méthodologie	19
III.3.1 Prégermination des graines	19
III.3.2 Préparation de la solution nutritive	20
III.3.3 Dispositif expérimental	21
III.3.4 Les paramètres mesurés	23
III.3.4.1 La biomasse végétale et la teneur en eau	23
III.3.4.2 Dosage de la chlorophylle totale	24
III.3.4.3 Dosage de la proline	24
III.3.4. 4. Teneur en Sodium et en Potassium	24
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions</b>	
VI.1 Résultats	25
VI.1.1 Biomasse totale (g)	25
VI.1.2. La teneur relative en eau (%)	26
VI.1.3. Matière sèche %	27
VI.1.4. Chlorophylle totale (mg/g MF)	28
VI.1.5. Proline ( $\mu\text{mol/g MF}$ )	30
VI .1. 6. Le Sodium (Na)	31
VI.1.7.Potassium (K)	32
VI.2.Discussion	35
Conclusion	38
Références Bibliographiques	40
Annexe	

## Liste des figures

N°	Titre	page
01	Origines génétiques des différentes espèces de blés	04
02	bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréale.	06
03	Histologie du grain de blé	09
04	Présentation des graines des trois variétés testées	19
05	Etapas de désinfection et de prégermination des graines de Blé dur	20
06	Repicage des graines germées dans les conteneurs remplis de solution nutritive	21
07	Schéma du dispositif expérimental adopté	22
08	Aspect des plants des variétés du Blé dur à 40 jours après semis	23
09	Mesure de la biomasse fraîche et sèche par séchage à l'étuve	24
10	Effets de doses de NaCl sur la biomasse totale chez les trois variétés de blé dur.	25
11	Effets de doses de NaCl sur la Teneur en eau chez les trois variétés de blé dur.	26
12	Effets de doses de NaCl sur la matière sèche chez les trois variétés de blé dur.	27
13	Effets de doses de NaCl sur la chlorophylle totale chez les trois variétés de blé dur	28
14	Synthèse sur les taux des types de chlorophylle chez les trois variétés de blé dur.	29
15	Effets de doses de NaCl sur le taux de Proline chez les trois variétés de blé dur	30

## Liste des figures

---

16	Teneurs en proline chez les trois variétés du blé dur	31
17	Effets de doses de NaCl sur le taux de sodium chez les feuilles des trois variétés de blé dur.	32
18	Effets de doses de NaCl sur le taux de Potassium K chez les feuilles de trois variétés de blé dur	33
19	Synthèse moyenne de rapport K /Na . 34	34

..

## Liste des tableaux

---

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
01	Classification botanique du blé dur .	07
02	Formulation de solution nutritive .	20
03	Résultats de biomasse totale (g) des différentes variétés	25
04	Résultats de la teneur en eau chez les différentes variétés de blé dur	27
05	Résultats de matière sèche (%) chez les différentes variétés de blé dur.	28
06	Résultats de la chlorophylle totale (mg/g MF) des différentes variétés	29
07	Résultats du Sodium (Na) en % de MS dans les feuilles des différentes variétés	32
08	Résultats de Potassium (K) en % de MS dans les feuilles des différentes variétés	33

## Liste des abréviations

---

### Liste des abréviations

% : Pour cent

Chl : Chlorophylles

Cl<sup>-</sup> : Chlore.

DO : Densité optique

FAO : Food and agriculture organisation

FG : Faculté de germination.

G/l : Gramme par litre.

K : Potasse

LC : Longueur du coléptile

L'OAIC : L'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales

MF : Matière fraîche

MS : Matière sèche

TE : La teneur relative en eau

BT : biomasse totale

ml : Mili litre.

mM : milli Mole.

Na : Sodium.

NaCl : Chlorure sodium

P : Phosphore

K : potassium

V : Variété

PPm

# **Introduction**

### Introduction

Les céréales, le blé en particulier, occupent une place importante dans la production agricole et constituent la nourriture de base avec 35% de la production mondiale (Mebarkia et al., 2005). Le blé dur (*Triticum durum*) est économiquement l'espèce céréalière la plus importante qui est adaptée à des conditions naturelles très variées (Slama, 1986; Roudani, 1996).

La salinité est un facteur de stress crucial qui limite la culture du blé et affecte directement la croissance et le rendement des plantes (Zhao et al., 2007 ; Liang et al., 2018). Le stress salin provoque un stress osmotique et une toxicité ionique chez les plantes terrestres. Avec l'excès de sel provenant du milieu extérieur, l'équilibre osmotique de la plante est perturbé. En conséquence, la capacité de la plante à absorber des ions H<sub>2</sub>O, K<sup>+</sup> et Ca<sup>++</sup> est limitée. L'entrée excessive d'ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> dans la cellule entraîne des effets toxiques sur la membrane cellulaire et le cytosol (Kumar, 2013 ; Liang et al., 2018). De plus, la germination des graines et la plupart des processus métaboliques comme la photosynthèse et la respiration sont également directement endommagés (Mahlooji et al., 2017). Malgré ces effets, la plupart des plantes peuvent survivre dans des conditions de stress salin grâce à leurs divers mécanismes physiologiques, biochimiques et moléculaires de tolérance au sel. Les gènes associés au stress salin jouent un rôle efficace dans les mécanismes de tolérance au sel et contribuent à l'établissement de l'équilibre osmotique (Parihar et al., 2015 ; Sun et al., 2015).

Bien que l'on sache que le pool génétique des espèces de blé cultivées (comme *T. aestivum*) possède une capacité génétique élevée en réponse et en tolérance au stress salin (Sathee et al., 2015), comme dans de nombreuses variétés locales de blé, les études sur les niveaux d'expression des gènes associés au stress salin et les paramètres antioxydants dans les variétés anciennes de blé local turc sont rares et limitées. L'évaluation des gènes liés au stress salin et des paramètres physiologiques associés dans des conditions de culture tissulaire est plus informative pour déterminer la tolérance au sel.

Le problème de salinité des sols est l'un des facteurs de stress les plus importants qui affecte le rendement et la qualité des cultures, y compris le blé, dans presque toutes les régions du monde. Ces dernières années, les gènes impliqués dans la réponse au stress salin et leurs mécanismes de réponse dans des conditions salines ont acquis une importance croissante. En effet, les données obtenues à partir des gènes permettent une meilleure compréhension des mécanismes de réponse métaboliques et physiologiques très complexes (Gupta et Huang, 2014

## Introduction

---

; Lv et al., 2016). De nombreuses études se concentrent par exemple sur l'utilisation de différents gènes chez les espèces de Triticum (Yousfi et al., 2016 ; Ebel et al., 2018 ; Hao et al., 2021) pour conférer une tolérance au stress salin.

Notre objectif est donc d'étudier le seuil de tolérance à la salinité de trois variétés de blé dur cultivées en régions arides, à savoir à le Vitron, le Simeto et Oued el bared , en particulier nous visons à valoriser cette dernière qui est locale par rapport aux deux premières qui sont d'origine européennes. Nous avons visé à tester les réponses morphologiques et physiologiques de ces trois variétés sous différentes dose de NaCl en phase de croissance , et ce pour faire ressortir la variété la plus tolérante au sel

La présente étude, comporte : Une partie bibliographique présentant des généralités sur le blé dur dans un premier chapitre et celles sur le stress salin chez les plantes, dans un deuxième chapitre.

Une partie expérimentale subdivisée en deux chapitres : - L'un présentant le chapitre « matériel et méthodes » apportant les détails sur la méthodologie adoptée pour réaliser notre essai. -le chapitre « résultats et discussion » est une synthèse de recherche fondamentale abondant et discutant les résultats des publications scientifiques traitant les paramètres faisant l'objet de cette étude. Nous terminerons notre étude par une conclusion générale et des perspectives.

# **Chapitre I : Généralités sur le blé dur**

# Chapitre I : Généralités sur le blé dur

---

## I-1-Historique et répartition éco géographique du blé dur

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Les céréales sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama et al., 2005), selon (Fao, 2007), leur production arrive jusqu'à 2 Milliards de tonnes.

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Irak, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman 2001).

Selon Vavilové in Erroux (1961), le blé dur (*Triticum durum*) a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord, alors que pour Grignac, (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine). L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce (Chikhi, 1992).

Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques (Monneveux, 1991).

A cet égard, l'Algérie importe environ 5.5 millions de tonnes de blé (dur et tendre) pour répondre à la demande, qui représentent 60% des besoins nationaux et environ 40% de la demande de produits de blé dur est importée sous forme de semoule (Kellou, 2008).

## I-2-Origin de blé dur

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est 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 Buyer, 2000). La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de

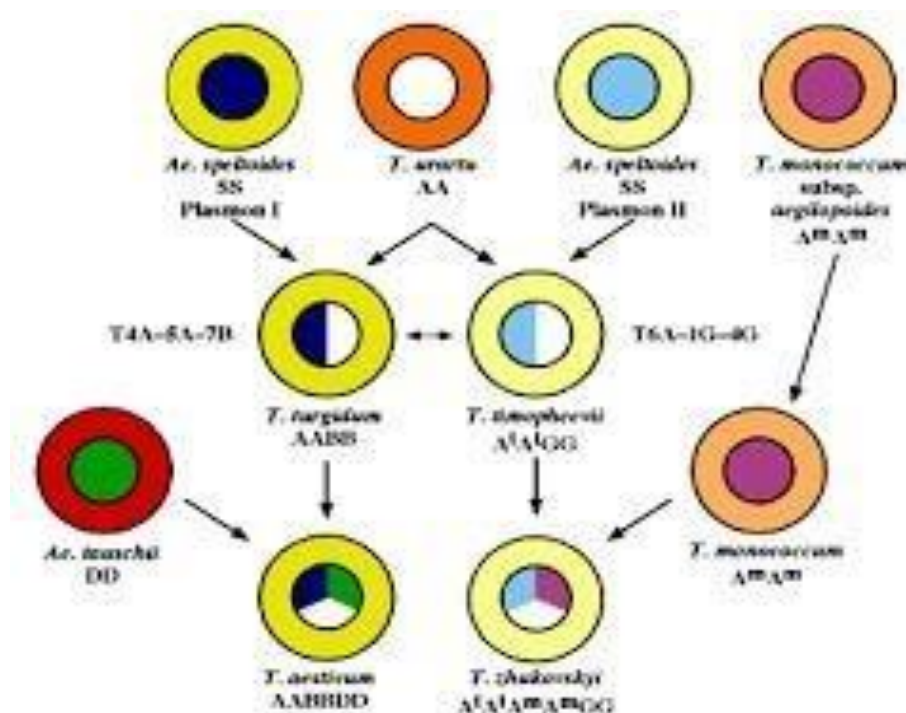
## Chapitre I : Généralités sur le blé dur

Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman et Sears, 1981 ; Mouellef, 2010).

### I-2-1-Origine génétique

C'est il y a environ 10 000 ans, au Proche-Orient, dans la région du Croissant fertile, que le blé a été domestiqué par hybridation entre trois espèces d'une graminée sauvage (fig.01), l'épeautre ou engrain sauvage : *Triticum spelta* L., *Triticum boeoticum* et *Aegilops longissima*. La détermination de l'origine de chacun des génomes du blé est difficile du fait de l'évolution des espèces (Cauderon, 1979 ; Liu et al, 1996 in Nadjem, 2012). Sakamura (1918) cité par Cauderon (1979), fut le premier à déterminer le nombre exact des chromosomes de diverses espèces de *Triticum* de niveaux de ploïdie différents :

- *Triticum aestivum* : 42 chromosomes, hexaploïde.
- *Triticum turgidum* : 28 chromosomes, tétraploïde [ $2n = 4x = 28$ ] Génome AABB
- *Triticum monococcum* : 14 chromosomes, diploïde



**Figure 01** : Origines génétiques des différentes espèces de blés (Feldman et Sears, 1981).

### 1.2.3. Origine géographique

Selon Vavilové in Ounzar, (2012), le blé dur a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord. Alors que pour Grignac (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine).

## 1. 3.Importance de la culture de blé dur

### 1.3.1. Dans le monde

Le blé dur est produit en quantités relativement faibles dans le monde. La production mondiale de blé dur n'a représenté en moyenne qu'environ 5 % de la production mondiale au cours de la dernière décennie, 20 % de la production de blé dur étant principalement utilisés pour le commerce mondial (Kellou, 2008).

Les estimations actuelles de la superficie mondiale de blé dur varient de 15 à 20 millions d'hectares, dont plus de la moitié est concentrée autour du bassin méditerranéen et dans les pays du Moyen-Orient (Anonyme, 2002). A noter que la zone méditerranéenne dans son ensemble consomme 62 % du blé dur mondial et est la principale zone importatrice.

La production mondiale de blé dur a atteint 40 millions de tonnes en 2009, en 2010, elle a connu une baisse avec une production de 34,4 millions de tonnes. L'Europe, hors communautés des états indépendants (CEI), a produit en moyenne au cours des 10 dernières années 26 % de la production mondiale, viennent ensuite l'Amérique du nord et centrale (24%), le Moyen-Orient, avec en particulier la Turquie et la Syrie (18 %) et l'Afrique du Nord (11 %). Alors le Canada est le premier exportateur mondial de blé dur et l'Algérie est le premier importateur (Anonyme, 2010).

La consommation mondiale a été actualisée à 36 millions de tonnes en 2010, selon le Conseil international des céréales (ICC). La forte croissance de la consommation mondiale s'est produite entre 2015/2016 et 2016/2017 (+28 Mt). Aussi curieux est le chiffre de la consommation mondiale 2017/2018 présenté par l'USDA, qui est de 735 millions de tonnes. Cela semble être un peu sous-estimé étant donné

que la production en 2016/2017 était de 740 millions de tonnes. Selon les données de la FAO (2019), la production mondiale de blé a atteint 758 millions de tonnes en 2018, à 24,04 tonnes par seconde, établissant un record historique pour la production mondiale de blé.



**Figure 02** : bulletin de la FAO sur l'offre et la demande de céréale FAO ;  
2024).

### 1.3.2. En Algérie

Les céréales d'hiver, en partie le blé dur, restent un aliment de base de l'alimentation algérienne et revêtent une importance stratégique dans l'alimentation humaine et animale. Il est consommé sous de nombreuses formes, principalement du couscous, des pâtes, du pain et de frik (Anonyme, 2003). Les céréales occupent une place particulière dans l'agriculture algérienne (Boulaï et al., 2007). L'importance économique est évaluée par trois paramètres principaux : la production, la consommation et les importations (Anonyme, 1999).

Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales (en particulier le blé dur et le blé tendre) du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population (Ammar, 2014).

## Chapitre I : Généralités sur le blé dur

Chaque année, environ 3,3 millions d'hectares sont consacrés à des cultures céréalières dont environ 1,5 million d'hectares sont plantés de blé dur, 600 000 hectares de blé tendre, la récolte de céréales a atteint 4 MMT dont le blé panifié représentait 1% de la production totale. Le blé étant le produit de consommation de base, les habitants des pays magrébins sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie avec près de 600 grammes par personne et par jour (Abis, 2012).

Selon la FAO durant l'année 2014 l'Algérie est classée en quatrième position au niveau Africaines et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production du blé de 2.4 millions de tonnes, collectée est constituée en moyenne de blé dur 58,7%, blé tendre 33% (FAO, 2014).

### 1.4. Classification systématique du blé dur

Le blé dur suit la classification présentée dans le tableau01.

**Tableau n°01** : Classification botanique du blé dur *Triticum durum* Desf( Lounes; 2010).

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
Sous-règne	Cormophyte
Embranchement	Spermaphytes
Sous-embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotyledones
Ordre	Poales
Super-ordre	Commeliniflorales
Famille	Poaceae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèces	<i>Triticum Durum</i> Desf.

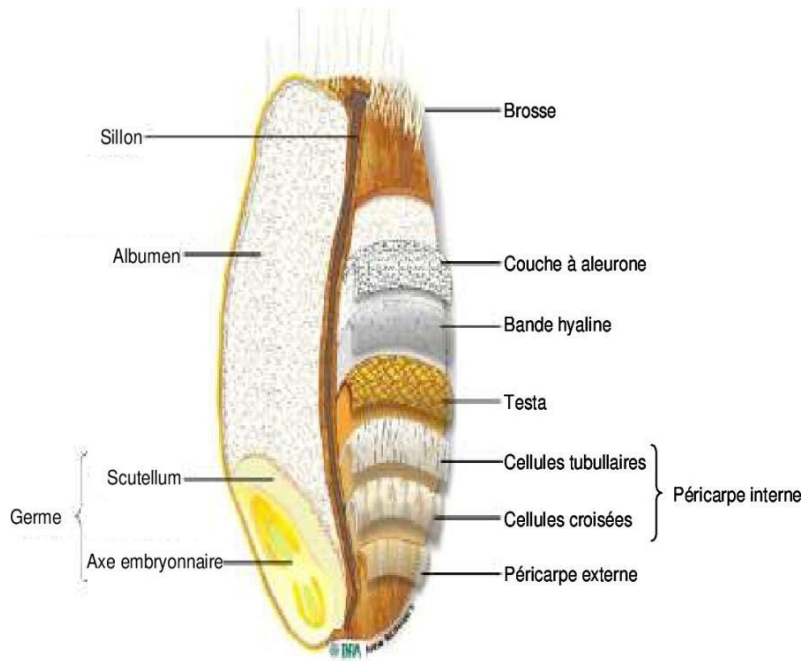
### I-5-Biologie du blé dur

#### 1.5.1. Description

Le blé est une plante herbacée appartenant à la famille des Poaceae Monocotylédones (Lemekddem et Debbache, 2014). C'est une espèce adaptée à différents sols et climats. Les principales caractéristiques de l'espèce de blé que l'homme s'efforce de sélectionner sont : l'épi est solide et ne peut pas être cassé lors de la récolte, le tégument est facile à séparer, le grain est gros et le grain est dense. Oreilles (plus maniables que les oreilles lâches), plus productivité et résistance au froid ou aux maladies (Siou, 2013). Le principal représentant doublé nu tétraploïde : le blé dur, est une plante au climat chaud et sec. Selon les espèces, il peut atteindre une hauteur moyenne de 1,5 m (Bozzini, 1988, Boumdouha et Krim, 2019). Les épis sont généralement de longues arêtes et une section transversale carrée ou comprimée. Les épillets ont 2 à 5 fleurs. Glumes sans arêtes. Les particules nues sont translucides et très dures (Aknouche et Laib, 2017).

##### I.5.1.1. Le grain

Le fruit du blé est un caryopse (fig.03). Dans un grain de blé (caryopse) on distingue communément l'amande et les enveloppes qui protègent la graine. Il protège la première feuille et l'apex caulinaire. Il s'allonge davantage chez les plantes cultivées à l'obscurité. Cependant les premières feuilles ont une croissance sensiblement égale à la lumière et à l'obscurité, la différence porte essentiellement sur la couleur (synthèse de chlorophylle et photosynthèse) (Soltner, 2005).



**Figure 03** : Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

### I.5.1.2. Racines

Les racines sont de deux sortes selon Sadouki et Boutouchent (2017).

#### a) Racines primaires ou séminales

Elles proviennent de la graine qui se développe lors de sa germination : la radicule qui ouvre la première paire de racines et les première et deuxième paires de racines qui vont pousser simultanément. Ces racines, constituées uniquement de tissus primaires, vont nourrir les plantules jusqu'au stade du tallage.

#### b) Système racinaire fasciculé

Assez bien développé (racines adventices ou de la couronne), ce type de racine résulte du développement de nouvelles talles. Ils peuvent atteindre jusqu'à 1m50.

### I.5.1.3. Tiges

Elles consistent en une tige, de forme cylindrique, généralement creuse en raison de l'absorption de la moelle centrale, mais chez le blé dur, elle est complète. Ils

ressemblent à des tubes cannelés avec de nombreux longs faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux se croisent régulièrement et contiennent des fibres à parois épaisses qui assurent la robustesse de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille (Lounes et Guerfi, 2010).

### **I.5.1.4..Feuilles**

Les feuilles s'enroulent autour de la tige, puis s'allongent en lames étroites à nervures parallèles lancéolées. La gaine est un cylindre qui attache le membre au nœud le plus bas. Il agit comme la chlorophylle et protège l'eau et l'air. Ainsi, tant que le timon est allongé, le fourreau protège le sommet du cercle concentrique avec la plate-forme du timon. Les oreillettes ou stipules sont des organes membraneux dépourvus de chlorophylle dont le rôle n'est pas clairement défini (ils forment des articulations et empêchent notamment la pluie ou la rosée de pénétrer dans la gaine). La ligule est un organe membraneux formé à la jonction entre le limbe et la gaine (Lounes et Guerfi, 2010). Chez toutes les graminées, la présence et la forme de l'oreillette ou stipule et de la ligule permettent de déterminer l'espèce avant l'apparition de la panicule (Soltner, 1990).

### **I.5.1.5.Appareil reproducteur (épi)**

L'inflorescence du blé dur est un épi à rachis dont les épillets sont séparés par de courts nœuds. Chaque épillet a deux glumes (bractées) et deux à cinq (généralement trois) fleurs en distiques sur l'hypocotyle (Ouared, 2016). Chaque fleur n'a pas de pétales et est entourée de deux glumes (écailles incolores). Il contient trois étamines en forme de x (parties mâles) et un ovaire avec deux styles plumeux bissectés (parties femelles). Les fleurs de blé sont appelées cryptogames (Prats, 1966). C'est-à-dire que le pollen est généralement libéré avant que les étamines n'émergent de la fleur. Il s'attache ensuite au stigmate où la fécondation peut avoir lieu.

## **I.6.Exigences de la culture du blé dur**

Le blé dur a des exigences différentes de celles du blé tendre. Il a un fort besoin d'ensoleillement et une faible résistance au froid et à l'humidité (Ferras, 2015).

## Chapitre I : Généralités sur le blé dur

---

Il peut être cultivé dans toutes les régions, mais de fortes pluies pendant la maturation peuvent affecter la qualité du grain. Il a besoin d'un sol bien drainé mais pas trop hydrique, surtout pendant les périodes d'accumulation des stocks de céréales (Ferras, 2015). La culture de blé dur sur des sols appauvris en mâles favorise l'infestation de maladies cryptogamiques telles que la pourriture et la brûlure (Ferras, 2015). Les principaux facteurs affectant la culture et le développement du blé sont la température, la lumière, l'eau et le sol (Ferras, 2015).

### **I.6.1.Eau**

L'humidité est le facteur limitant de la croissance du blé. Ces derniers nécessitent une humidité constante tout au long du cycle de développement. Aux différents stades de son cycle de vie, le blé a besoin de 600 à 1 500 mm d'eau par an, et surtout, elle est bien répartie. Compte tenu des conditions climatiques défavorables, la demande est plus élevée (Amrouche et Mesbah, 2017).

### **I.6.2. Lumière**

La lumière est un facteur qui affecte directement le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. Un bon tallage est garanti si le blé est conservé dans des conditions de luminosité optimales (Soltner, 1988).

### **I.6.3.Sol**

Le meilleur sol pour la culture du blé est un sol profond et bien drainé. Sol fertile argilo calcaire, argilo-siliceux aux éléments fins. La culture du blé dur est sensible au calcaire et à la salinité. Un pH compris entre 6,5 et 7,5 semble favoriser l'assimilation de l'azote (Mihoub, 2009).

# **Chapitre II : Généralité sur la salinité chez les plantes**

## Chapitre II : Généralité sur la salinité chez les plantes

---

### II.1. Définition de la salinisation

La salinisation est le processus par lequel les sels solubles s'accumulent dans le sol et elle a été identifiée comme un processus majeur de la dégradation des terres. Les causes techniques les plus importantes à l'origine de la diminution de la production sur de nombreux périmètres irrigués, particulièrement dans les zones arides et semi-arides. Il est estimé, à partir de diverses données disponibles que : Le monde perd au moins 3 ha de terres arables chaque minute à cause de la salinité du sol. (IPTRID, 2006).

### II.2. Causes de la salinisation des sols

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

#### a) Salinisation primaire

Près de 80 % des terres salinisées ont une origine naturelle, on qualifie alors la salinisation de «primaire». Dans ce cas, celle-ci est due à la formation des sels pendant l'altération des roches ou à des apports naturels externes :

- Dans les régions côtières, intrusion de l'eau salée ou submersion des terres basses.
- Inondation périodique par de l'eau de mauvaise qualité.
- Remontée d'une nappe phréatique salée près de la zone racinaire (Mermoud, 2006).

#### b) Salinisation secondaire:

C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit à la formation d'un sol salin. L'irrigation altère le bilan hydrique du sol en générant un apport d'eau supplémentaire ; cet apport est toujours associé à un apport de sels. En effet, même

## **Chapitre II : Généralité sur la salinité chez les plantes**

---

une eau douce de la meilleure qualité contient des sels dissous et, si la quantité de sels apportée par cette eau peut sembler négligeable, les quantités d'eau apportées au fil du temps entraînent un dépôt cumulé de sels dans les sols qui peut s'avérer considérable. Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol.

L'accumulation de sels solubles à la surface ou en dessous de la surface du sol à des concentrations qui ont des effets négatifs sur la croissance des plantes et/ou sur les sols. Ceci se produit du fait de l'évaporation qui abandonne sur le sol les sels dissous dans l'eau. La salinisation peut aussi être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline (IP.-bTRID, 2006).

### **II.3. Réponses des plantes à la salinité**

#### **II.3.1. Effets du stress salin sur la germination**

La germination des graines est le stade le plus sensible aux stress salin et hydrique (Boulghalagh et al., 2006). On peut considérer que la plupart des plantes sont plus sensibles à la salinité durant leurs phases de germination et de levée (Maillard, 2001).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Ungar, 1978 et Kabar, 1986 in Debez et al., 2001). Plusieurs auteurs ont montré un retard de la germination causé par la salinité chez plusieurs espèces, même chez des espèces halophytes. Des travaux faits sur des halophytes ont montré que l'effet inhibiteur du NaCl sur la germination serait essentiellement de nature osmotique, le sel empêchant l'imbibition de la graine (Katembe et al., 1998 in Debez et al., 2001). La réduction du potentiel osmotique de la solution du sol empêche l'imbibition de la graine suite à une diminution des activités enzymatiques et une forte absorption de  $\text{Na}^+$  par rapport à  $\text{K}^+$ , ce qui conduit à une toxicité embryonnaire et un retard dans les processus métaboliques.

### II.3.2.Effets du stress salin sur l'absorption

Chez les plantes cultivées sur milieu témoin sans sel, la concentration totale de la solution foliaire en solutés organiques tend à diminuer avec l'avancement en âge des plantes, alors qu'un effet opposé est noté pour la concentration inorganique totale de la feuille (Rahmoune et al., 1997 ; Ben Naceur et al., 2002).

Irriguer avec de l'eau chargée en sels réduit la faculté des racines des plantes à puiser de l'eau du sol. Entre deux irrigations, alors que l'humidité du sol diminue, les sels de la solution du sol peuvent se concentrer à hauteur de 2 à 5 fois leur valeur initiale. Ceci cause une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol et rend encore plus difficile pour les racines d'extraire l'eau du sol. C'est ce qu'on appelle une sécheresse physiologique (Maillard, 2001). Les effets osmotiques du stress salin peuvent également limiter la croissance des racines, ce qui limite les possibilités l'absorption des éléments nutritifs du sol (Tester et Davenport, 2003 in Jabnourne, 2008).

En présence de sel, l'absorption des cations  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$  dépasse souvent celle des anions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{PO}_4^-$  et  $\text{NO}_3^-$ , ce qui engendre un déficit anionique pour le végétal. Dans les feuilles, les Chlorures ( $\text{Cl}^-$ ) sont toujours accumulés proportionnellement à la teneur globale en sel et en plus grande quantité que le  $\text{Na}^+$  (Rahmoune et al., 2000). Le chlore, en entrant en compétition d'autres ions, spécialement le  $\text{K}^+$ , ce qui conduit à une déficience en  $\text{K}^+$ . Le traitement accru de  $\text{NaCl}$  induit une augmentation dans le taux du  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  et une diminution dans le taux du  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  et le  $\text{Mg}^{2+}$  chez de nombreuses plantes (Khan, 2001 in Haouala et al., 2007). La salinité fait augmenter le contenu de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Cl}^-$  chez *Vicia faba* et le rapport  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  diminue (Gadallah, 1999 in Haouala et al., 2007).

Les effets nutritionnels de la salinité incluent les deux actions primaires du sel sur les plantes: la toxicité directe due à l'accumulation excessive des ions dans les tissus et un déséquilibre nutritionnel provoqué par l'excès de certains ions. L'accumulation des ions  $\text{Na}^+$  dans la plante limite l'absorption des

## Chapitre II : Généralité sur la salinité chez les plantes

---

cations indispensables tels que  $K^+$  et  $Ca^{2+}$ . Il y aurait une compétition entre  $Na^+$  et  $Ca^{2+}$  pour les mêmes sites de fixation apoplasmique.

L'accumulation des ions  $Na^+$  affecte l'absorption de  $K^+$  et ceci en fonction de la concentration du premier élément, cependant, la présence de  $Na^+$  en faible concentration peut augmenter l'absorption de  $K^+$ , tandis qu'une concentration élevée en  $Na^+$  diminue l'absorption de  $K^+$  chez le riz (Levitt, 1980 in Haouala et al.,2007) et la canne à sucre (Nimbalkar, Joshi, 1975 in Haouala et al.,2007). Cette absorption peut même s'arrêter complètement chez le haricot (Hamza, 1977 in Haouala et al.,2007) et le laurier rose (Hajji, 1980 in Haouala et al.,2007) cultivés en présence de chlorure de sodium ( $NaCl$ ) à  $12\text{ g.l}^{-1}$ .

### II.3.3.La tolérance des plantes au stress salin

Les effets néfastes de la salinité sur la croissance des plantes sont généralement associés au faible potentiel osmotique de la solution du sol et au niveau élevé de toxicité du sodium (et du chlore pour certaines espèces) qui provoquent des perturbations multiples sur le métabolisme, la croissance et le développement des plantes aux niveaux moléculaire, biochimique et physiologique (Yamaguchi et Blumwald 2006).

La capacité des plantes à réduire les teneurs en sodium dans le cytoplasme semble être un des éléments décisifs de la tolérance à la salinité (Apse et Blumwald, 2007). Toutefois, bien que les ions chlorures soient des micro-éléments nécessaires à l'activité enzymatique, à la photosynthèse en tant que co-facteurs, ainsi qu'à la régulation de la turgescence cellulaire, du pH et du potentiel membranaire électrique, ils ne demeurent pas moins toxiques que les ions  $Na^+$  si leur concentration atteint le seuil critique toléré par les plantes (Teakle et Tyerman 2010).

L'homéostasie ionique cellulaire est un phénomène essentiel et vital pour tous les organismes (Blumwald 2000; Mahajan et al. 2008). La plupart des cellules parviennent à maintenir un niveau élevé de potassium et un faible niveau de sodium dans le cytoplasme à travers la coordination et la régulation des différents transporteurs et canaux (Blumwald et al.2004).

## Chapitre II : Généralité sur la salinité chez les plantes

---

Il existe deux principales stratégies que les plantes utilisent pour faire face à la salinité : la compartimentation des ions toxiques au sein de la vacuole et leur exclusion hors de la cellule. D'autre part, les plantes modifient la composition de leur sève; elles peuvent accumuler les ions  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  pour ajuster le potentiel hydrique des tissus, nécessaire pour maintenir la croissance (Munns 2005). Cette accumulation doit être compatible avec une tolérance métabolique de la concentration résultante ou avec une compartimentation entre les divers composants de la cellule ou de la plante. Elle nécessite relativement peu de dépense d'énergie (Cornillon et Palloix 1995).

Dès lors, une des stratégies d'adaptation consiste à synthétiser des osmoprotecteurs, principalement des composés aminés et des sucres, et à les accumuler dans le cytoplasme et les organites. Sous condition de concentrations élevées de sodium, que ce dernier soit compartimenté au sein de la vacuole ou exclu de la cellule, le potentiel osmotique du cytoplasme doit être équilibré à celui de la vacuole et du milieu extérieur afin de maintenir la turgescence cellulaire et l'absorption d'eau nécessaire à la croissance cellulaire. Cela nécessite une augmentation des teneurs en osmolytes dans le cytoplasme, soit par synthèse de solutés (compatibles avec le métabolisme cellulaire) soit par leur absorption de la solution du sol (Chinnusamy et Zhu 2003; Cixin He 2005). Parmi ces composés synthétisés, figurent certains polyols, des sucres, des acides aminés, des bétaines, mais qui, sur le plan énergétique, sont très coûteux à produire par la cellule (Majumder et al. 2010). Le rôle principal de ces solutés consiste à maintenir un faible potentiel hydrique à l'intérieur des cellules afin de générer une force de succion pour l'absorption d'eau (Yancey et al. 1982; Carpenter et al. 1990). Ces osmolytes, généralement de nature hydrophilie, sont des molécules peu chargées mais polaires et très solubles (Sairam et Tyagi 2004), ce qui suggère qu'ils peuvent adhérer à la surface des protéines et des membranes pour les protéger de la déshydratation (Yancey et al. 1982). Une autre fonction attribuée à ces osmolytes constitue la protection contre l'action des radicaux oxygénés à la suite du stress salin (Blumwald et al. 2004).

## Chapitre II : Généralité sur la salinité chez les plantes

---

Toutes les plantes ne sont pas égales face au stress salin, suivant leur production de biomasse en présence de sel, quatre grandes tendances ont été discernées:

- **Halophyte vraies:** dont la production de biomasse est stimulée par la présence de sel. Ces plantes (*Atriplex sp.*, *Salicornia sp.*, *Sueda sp.* ...) présentent des adaptations poussées et sont naturellement favorisées par la salinité du sol (Calu, 2006).
- **Halophytes facultatives:** présentent une légère augmentation de biomasse à des teneurs faibles en sels: *Plantago maritima*, *Aster tripolium*.... (Calu, 2006).
- **Non halophytes résistants :** supportent de faibles concentrations en sels :*Hordeum sp*... (Calu, 2006).
- **Glycophytes ou halophobes:** sensibles à la présence de sels: *Phaseolus vulgaris*.... La réduction dans le taux de la chlorophylle observé avec l'intensité du stress salin pourrait être attribuée aux conditions dans lesquelles se trouvent les stomates car durant le stress salin, la concentration du CO<sub>2</sub> diminue dans le chloroplaste à cause de la réduction dans la conductance stomatique (Gama et al.,2007).

## **Chapitre III : Matériel et méthode**

### III.1. Objectif de travail

Nous avons visé par notre expérimentation à évaluer les réponses morphologiques et physiologiques de trois variétés de blé dur vis à vis de la salinité sous différentes doses de NaCl.

### III.2. Matériel végétal

Cette étude a été réalisée sur trois variétés de blé dur : Oued el bared, Simeto et Vitron, Des semences certifiées de la catégorie R1( Fig 04) ont été gracieusement fournies par (CCLS) Coopérative de Céréales et Légumes Secs de Laghouat .

Selon les fiches techniques présentées par ITGC de Sétif (Annexe....) , ces variétés présentent les caractéristiques suivantes :

- ✓ **Variété OUED EL BARED** : Il s'agit d'une nouvelle variété principalement cultivée dans les hauts plateaux et les plaines intérieures. Elle se distingue par un cycle végétatif précoce, un fort tallage et une tolérance au froid et à la sécheresse. La hauteur de la plante à maturité est moyenne, l'épi est de couleur blanche et les barbes deviennent noires à maturité. La plante est dressée, l'épi présente une glaucescence moyenne, une forme pyramidale et une compacité moyenne. Elle présente également une bonne résistance aux maladies
- ✓ **Variété SIMETO** : Cette variété est semée entre mi-novembre et mi-décembre. Elle se caractérise par une compacité d'épi moyenne, une couleur d'épi blanche et une hauteur de plante à maturité de 90-100 cm. Son cycle végétatif est semi-précoce, avec un fort tallage. Elle est sensible à la sécheresse mais tolérante au froid. Elle présente également une bonne résistance aux maladies.
- ✓ **Variété VITRON** : Originnaire d'Espagne, cette variété se caractérise par une paille de hauteur moyenne à haute, un cycle végétatif demi-précoce et un tallage moyen. Elle est mieux adaptée aux régions arides et semi-arides. Il est important de noter que la variété Vitron présente une paille moelleuse en section transversale et des grains allongés.



**Figure 04** : Présentation des graines des trois variétés testées

### III.3.Méthodologie

L'essai a été conduit au laboratoire du département d'agronomie durant 2 mois sous des conditions contrôlées de température, nous avons adopté la culture en système hydroponique, nous avons préparé une solution nutritive à laquelle nous avons additionné différentes doses de NaCl.

#### III.3.1.Prégermination des graines

Avant l'installation de l'essai, nous avons fait germer les graines à l'étuve sous 20°C (fig 05), et ce afin de pouvoir les semer dans les conteneurs contenant la solution nutritive. Les graines au nombre de 100 pour chaque variété, sont désinfectées à l'eau de javel, lavées abondamment à l'eau, puis rincées à l'eau distillée. Elles sont ensuite mises à germer dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filters, nous avons ajouté 10 ml de l'eau distillée.

## Chapitre III : Matériel et méthodes

### III.3.2. Préparation de la solution nutritive

La solution nutritive est constituée de l'eau addionnée avec des macro-éléments et des oligo-éléments. Pour le control de cette solution il faut contrôler régulièrement le pH=5.5-6.5 et là CE=1.5-2 ms/cm. Nous avons adopté la formulation de Houagland et Arnon(1950) décrite comme suit dans le tableau.

**Tableau 02 :** Formulation de solution nutritive selon Houagland et Arnon (1950)

Réactif	Quantité de réactif dans l'eau (g/L) pour 500 ml	Quantité de réactif dans 1L d'eau (ml/L)
<b>Macro-éléments</b>		
KNO <sub>3</sub>	202	2.5
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	136	0.5
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	236	2.5
MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	493	1
<b>Oligo-éléments</b>		
Fe-EDTA	15	1.5
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	80	1
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.86	1
MnCl.4H <sub>2</sub> O	1.81	1
ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0.22	1
CuSO <sub>4</sub>	0.05	1
Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	0.12	1

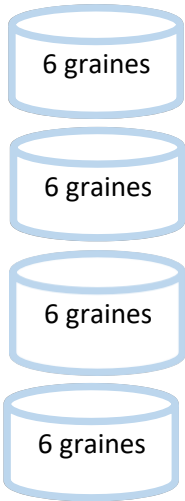
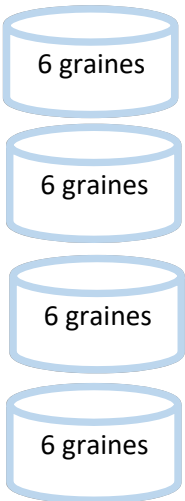
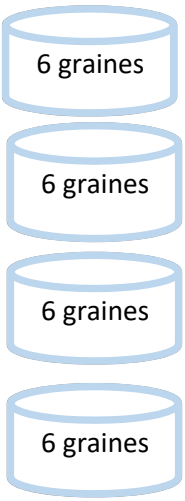
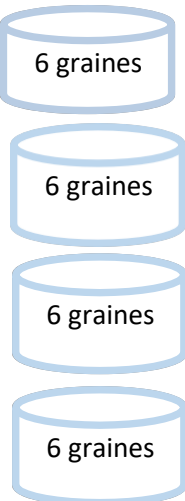
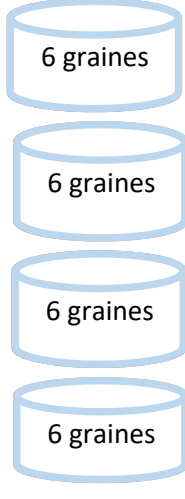
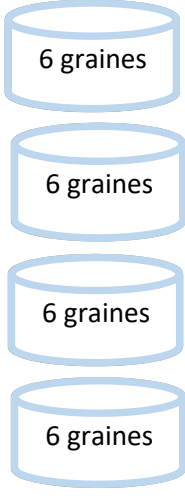
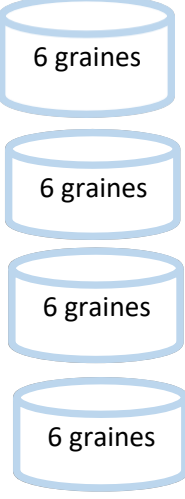
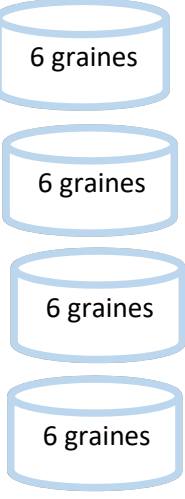
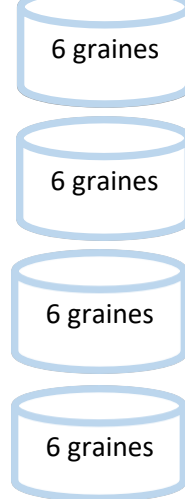
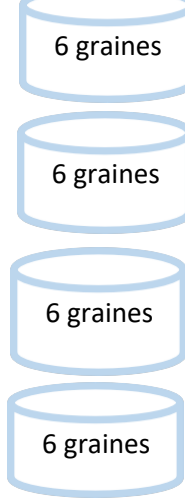
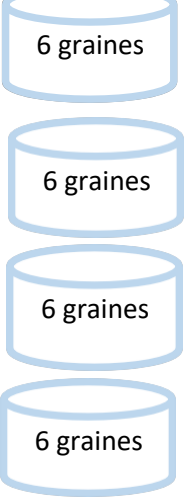
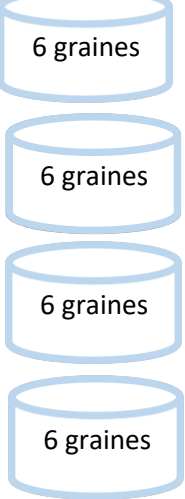
### III.3.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est une randomisation totale à deux facteurs étudiés : le premier facteur est le facteur variété à 3 niveaux (V1 : Oued el bared, V2 : Simeto, V3 : Vitron) et le second facteur est le facteur Doses de NaCl à 4 niveaux (0g/l, 3g/l, 6g/l et 8g/l). Chaque niveau est répété 4 fois pour chaque variété, soit au total 48 conteneurs . nous avons remplis les conteneurs avec de la solution nutritive , après nous avons repiqué les granes qui ont été pégermées dans l'etuve , a travers des orrifices sur le couvercle, qui nous ont permis de maintenir les racines émergées dans la soltution nutritive, la partie aerienne est maintenus à l'air libre

L'ensemble des boites sont placés dans le Laboratoire à la température ambiante (18°C- 20°C) l'essai a débuté le 15/02/2024 dans un endroit présentant une bonne intensité lumineuse.

Afin de maintenir une levée homogène, nous avons cultivé les plants de Blé durant 1mois dans uniquement la solution nutritive sans apport de sel , un renouvellement de la solution nutritive a été fait chaque 15 jours jusqu'à l'application du stress salin

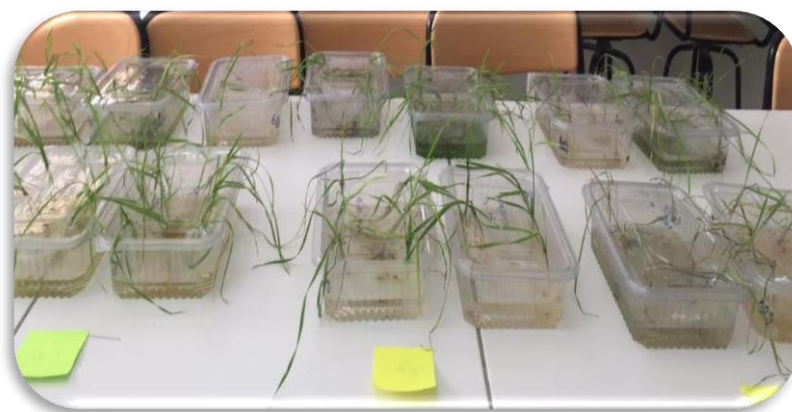
### Chapitre III : Matériel et méthodes

Doses NaCl Variétés	0 g/l	3 g/l	6 g/l	8 g/l
Oua el bared				
Simeto				
Vitron				

**Figure07** : Schéma du dispositif expérimental adopté

## Chapitre III : Matériel et méthodes

Après, 30 jours de semis, on ajoute dans chaque boîte du sel NaCl à 4 doses différentes : 0g/l, 3g/l, 6g/l, 8g/l. Dès qu'un jaunissement est apparu chez les plants cultivés dans la concentration en NaCl la plus élevée (8g/l) : nous avons arrêté l'expérience pour mesurer les paramètres morphologiques et physiologiques. L'application du stress salin a duré donc 10 jours, les plants ont été au stade 4 feuilles (Fig 08).



**Figure 08:** Aspect des plants des variétés du Blé dur à 40 jours après semis

### III.3.4. Les paramètres mesurés

#### III.3.4.1. La biomasse végétale et la teneur en eau

Le poids frais de la partie aérienne et de la partie racinaire et un paramètre de croissance qui nous permettra de tester la réponse de chaque variété aux différentes doses de NaCl, elle est déterminée à la fin de chaque durée de stress, par la pesée de la masse de matière fraîche, puis la matière sèche après séchage dans une étuve à ventilation à 70°C pendant 48 heures. Elle est mesurée pour les parties aérienne et racinaire.

## Chapitre III : Matériel et méthodes

---

Pour la teneur relative en eau (TRE%) est ensuite calculée par la formule suivante selon Garnier et Laurent (1994) par la formule suivante ;  $TRE (\%) = 100 \times (PF - PS) / (PF)$  ; avec PF : poids frais et PS : poids sec.

### III.3.4.2. Dosage de la chlorophylle totale

La méthode utilisée est celle de Arnon (1949). Dans des tubes à essais on ajoute sur 100mg d'échantillon frais, Coupé en petits fragments, 5 ml d'acétone à 80% dilué à 40 ml d'eau distillée et 160 ml d'acétone, pendant 24 heures conservé à la zone ombrée, les concentrations de la chlorophylle a, la chlorophylle b sont déterminées à l'aide d'un spectrophotomètre à des densités optiques respectivement de 663 nm et 645 nm. La teneur totale en chlorophylle a été déterminée selon l'équation :  $Chlorophylle\ totale\ (mg/g\ MF) = 20,2 \times DO\ (645\ nm) + 8,02 \times DO\ (663\ nm) \times V / M$ , où V désigne le volume de l'extrait total en litres et M la masse de la matière fraîche broyée en grammes

### III.3.4.3. Dosage de la proline

La méthode appliquée est celle de Bates et al. (1973), qui est basée sur la réaction d'oxydation proline-ninhydrine. Pour extraire le soluté, 100 mg de matière fraîche (MF) dans 2 ml de méthanol (40%) ont été chauffés à 85°C dans un bain-marie pendant 1 h. Après refroidissement à 1 ml d'extrait, nous avons ajouté 1 ml d'acide acétique, 25 mg de ninhydrine, 1 ml de mélange (120 ml de H<sub>2</sub>O, 300 ml d'acide acétique, 80 ml d'acide nitrique orthophosphorique), puis réchauffer 30 minutes à 100°C. Après refroidissement, 5 ml de toluène ont été ajoutés à la solution et agités, la phase supérieure a été récupérée et 5 mg de Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de sodium anhydre ont été ajoutés. La densité optique (OD) a été déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre (DO 528 nm).

### III.3.4.4. Teneur en Sodium et en Potassium

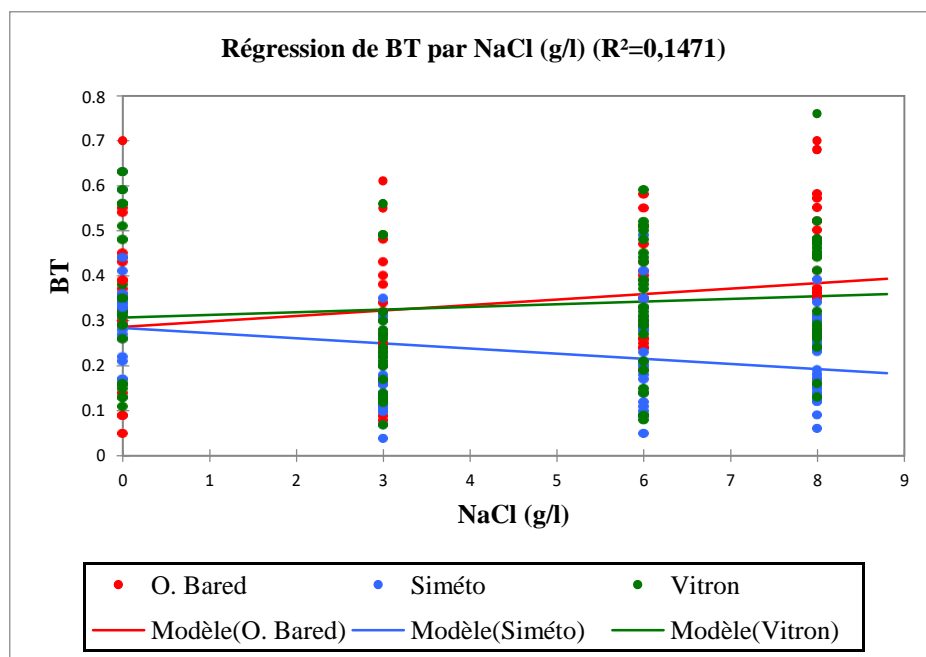
Pour la détermination de la concentration en Na + et K +, 0,5 g de feuilles séchées de chaque plante ont été broyées et incinérées à 550 °C pendant 8 heures, suivies d'une digestion acide. Les concentrations d'ions Na et de K+ en pourcent de matière sèche ont été déterminées par spectromètre à flamme, après avoir établie des courbes pour la gamme étalon.

## **Chapitre IV : Résultats et discussions**

### VI.1.Résultats

#### VI.1.1.Biomasse totale (g)

Selon l'ANOVA en annexe 01, l'effet de l'interaction variété et doses de NaCl a été significative ( $P=0.02$ ), les moyennes de la biomasse totale ont oscillé entre 0.1g et 0.3 g par plant après 40 jours de semis. Selon le modèle de régression présenté dans (fig .10), nous avons constaté que les variétés O.Bared et vitron a présenté des biomasses plus ou moins stables de 0g/l à 8g/l de NaCl, par ailleurs la biomasse de la variété Siméto a diminué remarquablement sous les doses 6 et 8 g/l de NaCl.



**Figure 10** : Effets de doses de NaCl sur la biomasse totale chez les trois variétés de blé dur.

Pour le facteur variété la différence a été très hautement significative pour le test ANOVA en annexe 01 ( $P \leq 0.0001$ ), les valeurs dans ( tableau 03), ont indiqué que la variété qui a présenté la plus faible biomasse a été Siméto (0.23g).

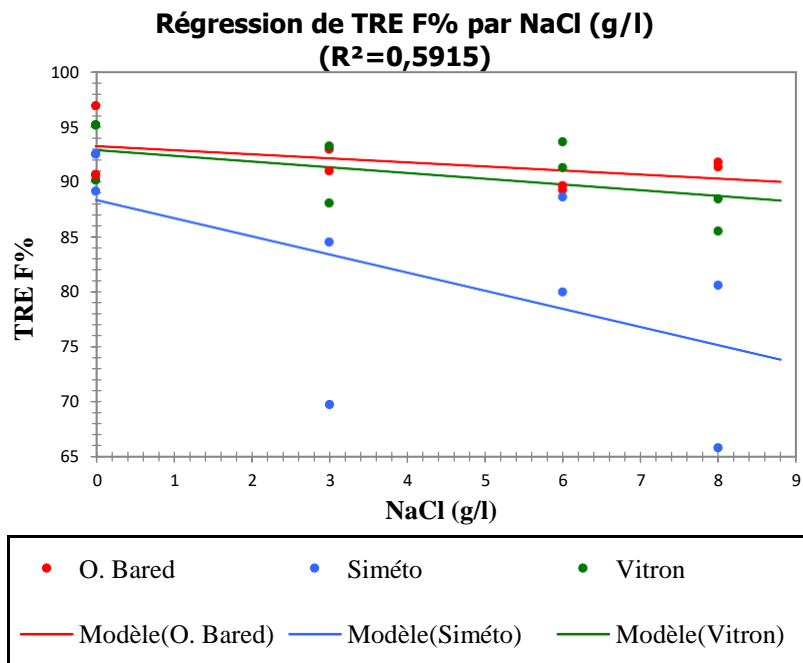
**Tableau 03**: Résultats de biomasse totale (g) des différentes variétés.

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes	
Siméto	0.2345	0.0150	0.2048	0.2641	A	
Vitron	0.3335	0.0146	0.3047	0.3624		B
O. Bared	0.3420	0.0148	0.3128	0.3711		B

### VI.1.2. La teneur relative en eau (%)

Selon l'ANOVA en annexe 02, l'effet de différentes doses NaCl a été significative ( $P=0,0308$ ), les moyennes de la teneur en eau(%) dans les feuilles des trois variétés, ont oscillé entre 73.87% et 92.48% après 40 jours de semis. Selon le modèle de régression présenté dans ( fig .11) , nous avons constaté que la variété O.Bared et Vitron a présenté des TRE plus stables de 0g/l à 8g/l de NaCl, la variété Siméto, en présenté une régression remarquable à partir de la dose 3 g/l.

Chez le témoin 0g/l de NaCl, la variété O.Bared et Vitron ont présenté les plus hautes moyennes de la TRE (92.48%). Le modèle de régression a montré que O.Bared et Vitron ont diminué leur TRE à 89.96% et 88.28% successivement sous la dose de 8g/l de NaCl. La plus faible moyenne a été présentée chez Siméto (73.87%) sous la dose 8g/l de NaCl.



**Figure 11** : Effets de doses de NaCl sur la Teneur en eau chez les trois variétés de blé dur.

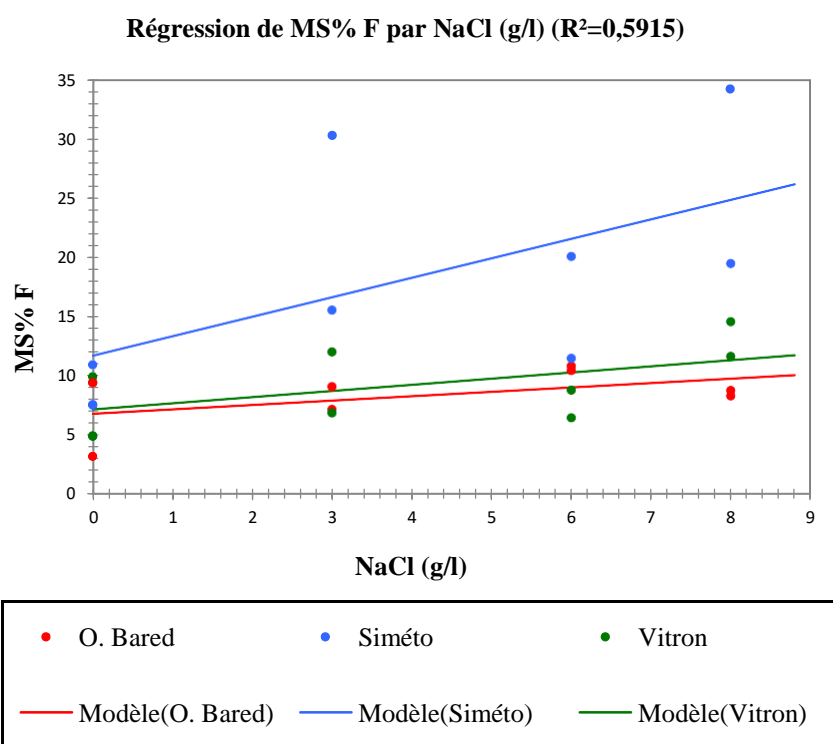
Pour le facteur variété la différence a été très hautement significative ( $P= 0.0019$ ) pour le test ANOVA en annexe 02, les valeurs dans ( tableau 04)le tableau 04, ont indiqué que la variété qui a présenté la plus faible TRE a été Siméto(81.34%), la variété Vitron et O.Bared ont présenté 90.64 et 91,64 % respectivement.

**Tableau 04:** Résultats de la teneur en eau chez les différentes variétés de blé dur .

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes	
<b>Siméto</b>	81,3444	1,8890	77,3758	85,3130	A	
<b>Vitron</b>	90,6465	1,8890	86,6779	94,6151		B
<b>O. Bared</b>	91,6420	1,8890	87,6734	95,6106		B

### VI.1.3. Matière sèche %

Selon l'ANOVA en annexe 03, l'effet de différentes doses de NaCl a été hautement significative ( $P=0,0308$ ) pour ce paramètre, les moyennes de la matière sèche ont oscillé entre 8.80 et 26.12 par plant après 40 jours de semis. Selon le modèle de régression présenté dans (fig .13) , nous avons constaté que la variété O.Bared et Vitron ont présenté les taux de la matière sèche plus faibles et plus ou moins stables de 0g/l à 8g/l de NaCl, par contre la variété Simeto a présenté une augmentation remarquable à partir de la dose 3 g/l.



**Figure 12 :** Effets de doses de NaCl sur la matière sèche chez les trois variétés de blé dur.

Pour le facteur variété la différence a été aussi hautement significative pour le test ANOVA en annexe 03 ( $P= \leq 0.0019$ ), les valeurs dans (tableau 05), ont indiqué que la variété

## Chapitre IV : Résultats et discussions

qui a présenté la plus faible moyenne de matière sèche a été O.Bared(9.35%) alors que Siméto a présenté la plus haute valeur (18,65%).

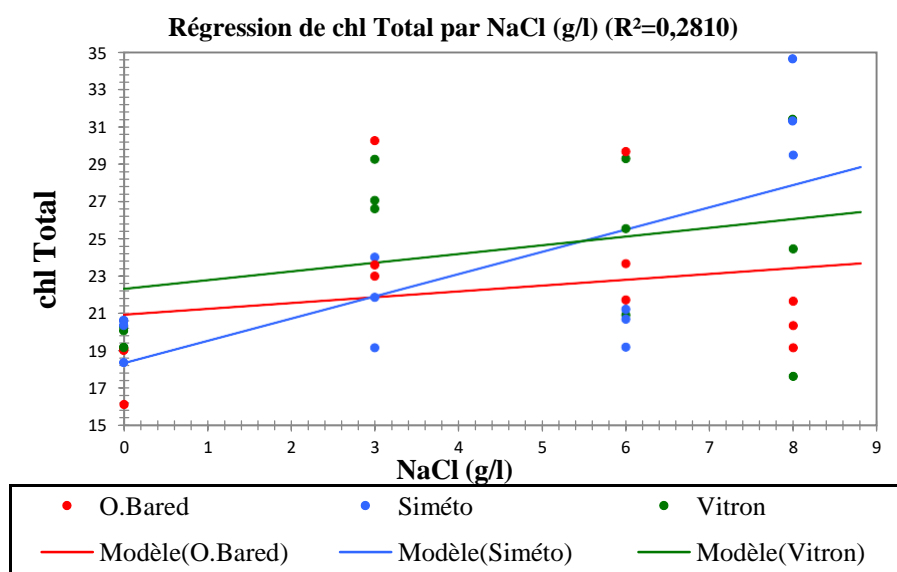
**Tableau 05:**Résultats de matière sèche(%) chez les différentes variétés de blé dur.

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes	
O. Bared	8,3580	1,8890	4,3894	12,3266	A	
Vitron	9,3535	1,8890	5,3849	13,3221	A	
Siméto	18,6556	1,8890	14,6870	22,6242		B

### VI.1.4.Chlorophylle totale (mg/g MF)

Selon (fig .14) et selon l'analyse statistique présentée en annexe 04, L'ANOVA a révélé une différence hautement significative ( $P=0.0093$ ) pour le facteur dose NaCl.

Nous avons constaté que le taux de la chlorophylle totale a augmenté en fonction de la concentration saline chez les 3 variétés, les valeurs les plus élevées de la chlorophylle ont été observées chez Vitron et Siméto avec 28.81mg /g MF sous la dose de 8g/l de sel, comparé au témoin (0g/l) où les valeurs ont oscillé entre 26.41 et 20.60 mg/g MF, par ailleurs la variété O.Bareda présente une fluctuation plus stable en fonction des doses croissantes de NaCl.



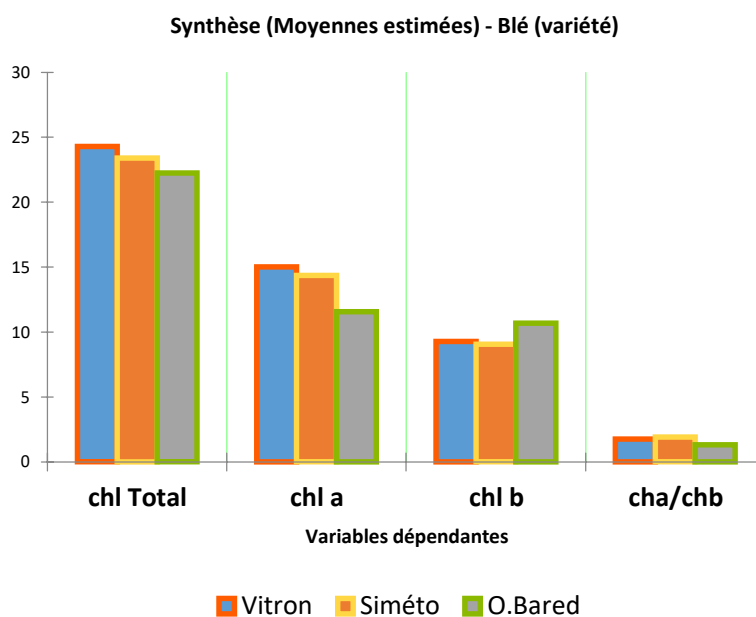
**Figure 13 :** Effets de doses de NaCl sur la chlorophylle totale chez les trois variétés de blé dur

## Chapitre IV : Résultats et discussions

Pour le facteur variété la différence a été non significative pour le test ANOVA en annexe 04 ( $P= 0.42$ ), qui a présenté les trois variétés dans le même groupe statistique(A), et des valeurs minimales ont été marquées chez la variété O.Bared (Tableau . 06), dans ( fig. 15) , nous avons présenté les calculs de la chlorophylle a , et b et aussi le rapport Chla/Chlb, se sont aussi des paramètres utilisés pour discuter la réponse chlorophyllienne en milieu salin, nous avons constaté que ces taux n'ont pas été statistiquement différents entre les 3 variétés.

**Tableau 06 :** Résultats de la chlorophylle totale (mg/g MF) des différentes variétés.

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes
<b>O.Bared</b>	22,2486	1,2397	19,7169	24,7803	A
<b>Siméto</b>	23,3939	1,2397	20,8622	25,9257	A
<b>Vitron</b>	24,2877	1,2397	21,7560	26,8195	A



**Figure 14:** Synthèse sur les taux des types de chlorophylle chez les trois variétés de blé dur.

### VI.1.5. Proline ( $\mu\text{mol/g MF}$ )

Selon l'analyse statistique présentée en annexe 05, L'ANOVA a révélé que la teneur en proline (fig.16), a varié d'une façon hautement significative ( $P= 0,0109$ ) pour les concentrations de NaCl étudiées.

La quantité en proline chez les 3 variétés a présenté une corrélation avec le degré de stress, plus la dose en sel augmente plus la teneur en proline augmente uniquement pour les variétés Simeto et Vitron. Les teneurs en proline en augmenté à  $2,66 \mu\text{mol/g MF}$  pour la variété vitron sous  $8 \text{ g/l}$  de NaCl , alors qu'il était  $1,5 \mu\text{mol/g MF}$  sous le témoin ( $0 \text{ g/l}$ ) . pour la variété Simeto la teneur a augmenté chez le témoin ( $0 \text{ g/l}$ ) à la dose  $8 \text{ g/l}$  de NaCl ; de  $0,11$  à  $0,62 \mu\text{mol/g MF}$ .

Cependant, la variété O.Bared a été caractérisée par une corrélation négative en fonction des doses NaCl , la teneur en proline a diminué de  $0,97$  à  $0,57 \mu\text{mol/g MF}$  , et ce de la dose  $0 \text{ g/l}$  de NaCl à  $8 \text{ g/l}$  de NaCl.

Régression de proline par NaCl (g/l) ( $R^2=0,8327$ )

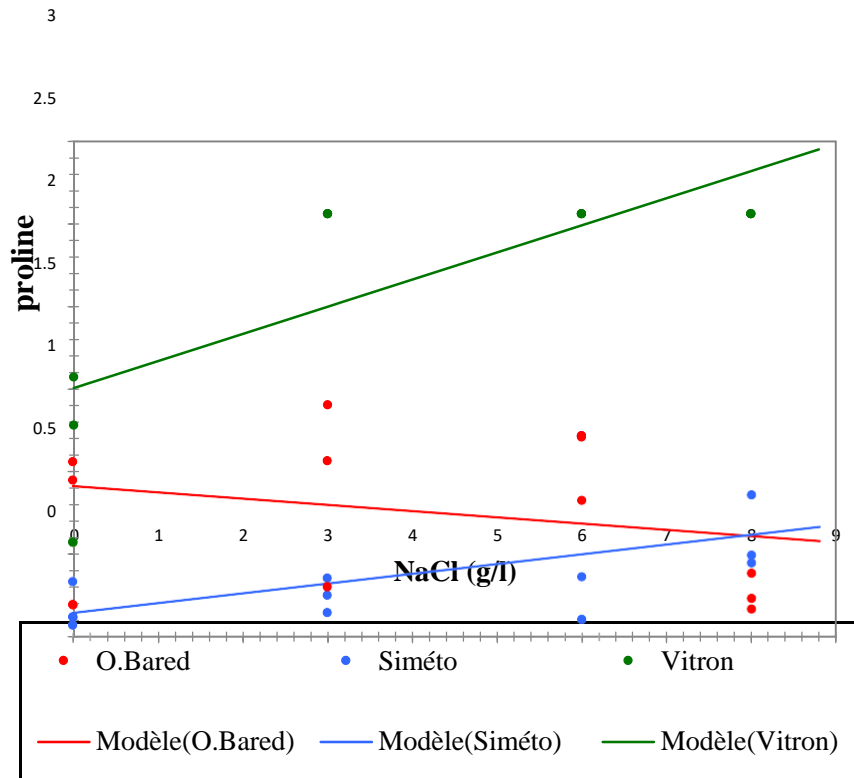
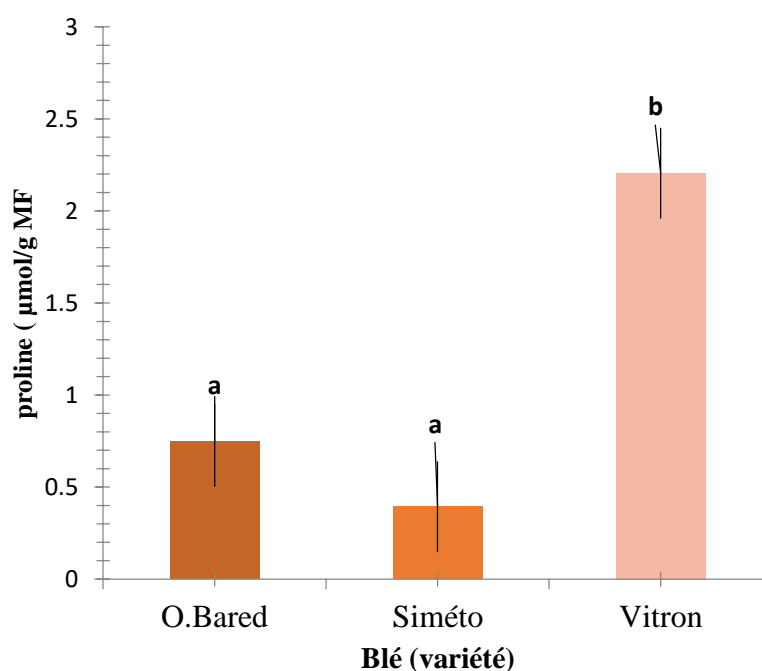


Figure 15 : Effets de doses de NaCl sur le taux de Proline chez les trois variétés de blé dur .

Pour le facteur variété la différence a été très hautement significative pour le test ANOVA en annexe (P=0.0003) qui a présenté les trois variétés dans deux groupes statistiques différents A, B, C ( fig. 17), la variété Simétoa présenté la plus faible teneur (0,39  $\mu\text{mol/g MF}$ ), alors que Vitron a présenté une teneur élevée en Proline (2, 20  $\mu\text{mol/g MF}$ ), O.Bared a présenté une moyenne intermédiaire.

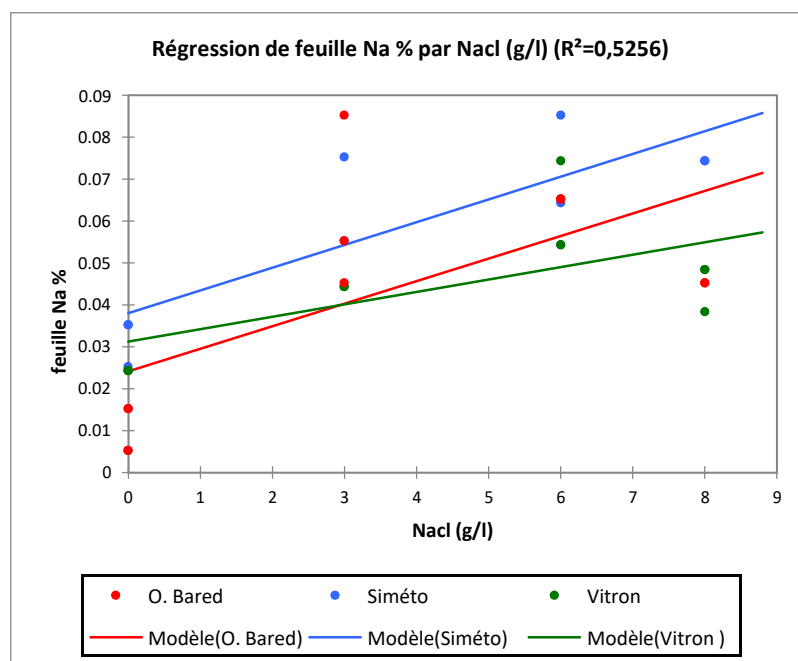


**Figure 16** : Teneurs en proline chez les trois variétés du blé dur.

### VI.1.6.Le Sodium(Na)

Selon (fig. 18), et selon l'analyse statistique présentée en annexe 06, L'ANOVA a révélé une différence très hautement significative ( $P \leq 0.0002$ ) pour la dose NaCl.

Nous avons constaté qu'il y a une augmentation remarquable du taux de Na chez les feuilles de trois variétés en fonction de la dose du sel, la variété Siméto a présenté la plus forte accumulation du sodium dans les feuilles elle a accumulé un taux de 0,085 % de sodium à 8g/l de NaCl, suivie de la variété O.Bared ensuite Vitron, ce dernier a atteint 0,057 % de Na à 8g/l de NaCl.



**Figure 17** : Effets de doses de NaCl sur le taux de sodium chez les feuilles des trois variétés de blé dur.

Pour le facteur variété la différence a été non significative pour le test ANOVA en annexe 06 ( $P=0,57$ ) qui a présenté les 3 variétés dans le même groupe statistique, les teneurs en sodium ont varié de 0,044% à 0,061%.

**Tableau 07** : Résultats du Sodium (Na) en % de MS dans les feuilles des différentes variétés

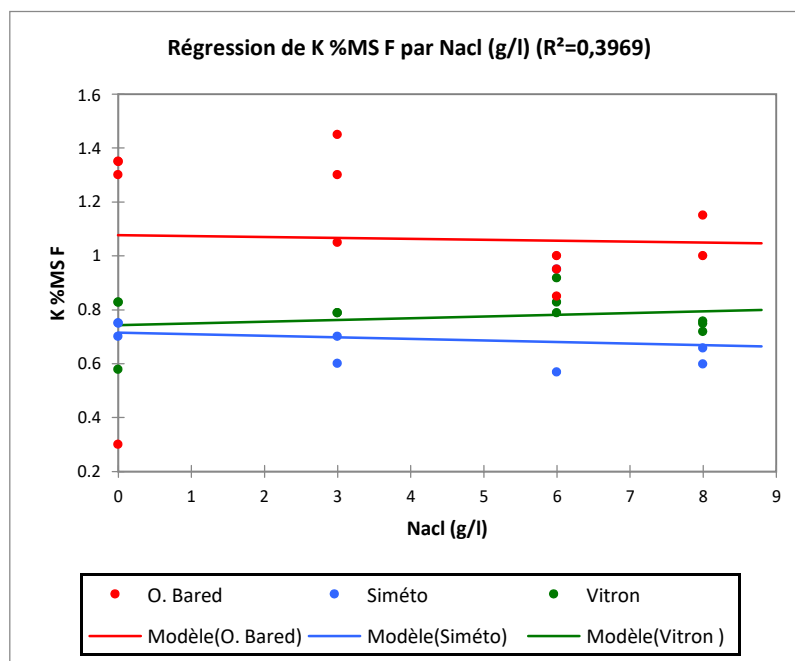
Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes
Vitron	0,0441	0,0054	0,0330	0,0551	A
O. Bared	0,0464	0,0051	0,0359	0,0569	A
Siméto	0,0613	0,0059	0,0491	0,0735	A

### VI.1.7. Potassium (K)

Selon l'ANOVA en annexe 07, l'effet de différentes doses NaCl a été non significative ( $P=0,69$ ), les moyennes de la teneur en K ont oscillé entre 0,66% et 1,05% après 40 jours de semis. Selon le modèle de régression présenté dans la (fig. 19), nous avons constaté que la variété O. Bareda présente des plus hautes valeurs de 0g/l à 8g/l de NaCl, la

## Chapitre IV : Résultats et discussions

variété Siméto et la variété Vitron ont présenté des moyennes plus faibles. Une régression remarquable en K à partir de la dose 3 g/l a été constaté chez la variété Siméto.



**Figure 18** : Effets de doses de NaCl sur le taux de Potassium K chez les feuilles de trois variétés de blé dur.

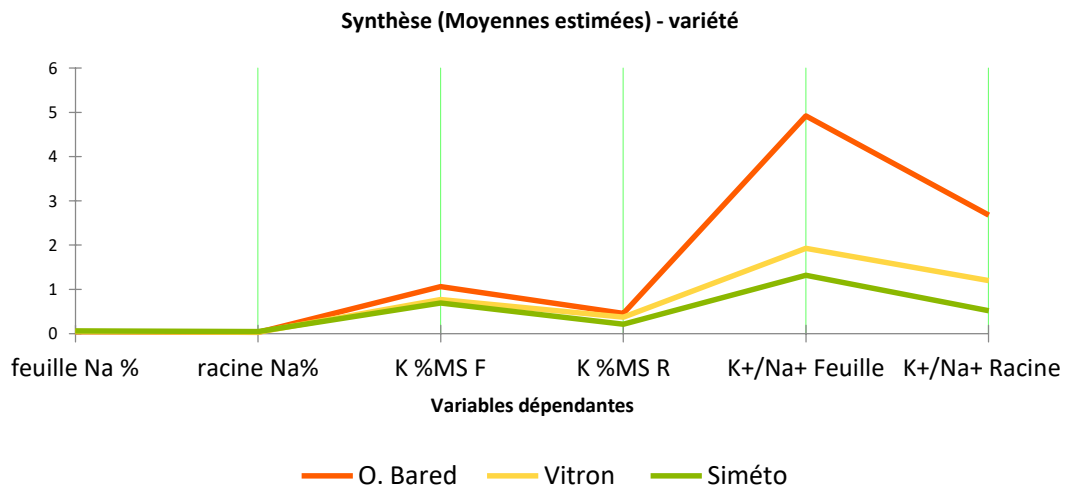
Pour le facteur variété la différence a été hautement significative pour le test ANOVA en annexe 07 (P= 0.003), les valeurs dans le tableau 07, ont indiqué que la variété qui a présenté la plus faible teneur en K a été Siméto 0.56 % classée statistiquement dans le même groupe que Vitron , la variété O .Bared a présenté 1, 06% classée en groupe B.

**Tableau 08** : Résultats de Potassium (K) en % de MS dans les feuilles des différentes variétés.

Modalité	Moyennes estimées	Erreur standard	Borne inférieure (95%)	Borne supérieure (95%)	Groupes	
Siméto	0,6908	0,0796	0,5261	0,8556	A	
Vitron	0,7707	0,0722	0,6213	0,9200	A	
O. Bared	1,0663	0,0686	0,9244	1,2081		B

## Chapitre IV : Résultats et discussions

Dans la (fig. 20). nous exposons les données recueillies sur le rapport K/Na de la partie racinaire et la partie feuille, nous constatons que le rapport K/Na a oscillé entre 1 et 5, le rapport le plus élevé a été constaté chez la variété O. Bared (4.94) suivi de celui de Vitron en suite Siméto.



**Figure 19** : Synthèse moyenne de rapport K/Na

### VI.2. Discussion

La salinité affecte différents mécanismes physiologiques des plantes, y compris les modifications de l'équilibre ionique, les perturbations de l'activité enzymatique et les modifications de la formation de la membrane et d'autres macromolécules. Résister et/ou l'adaptation des plantes à la salinité dépendra de leur capacité à maintenir la salinité, vivre dans des conditions défavorables en évitant ou en tolérant le stress.

En général, les plantes traitées avec des doses croissantes de NaCl sont affectées dans leur croissance conduisant au nanisme, ces phénomènes ont été plus fréquemment rapportés pour expliquer les effets du NaCl (Seregin et Ivanov, 2001 ; Malkowski et al., 2002 ; Patra et al., 2004 ; Kopittke et al., 2007). C'est déjà Hammett (1929) l'a souligné il y a 84 ans.

Nos résultats obtenus dans cette étude, montrent que la salinité étudiée au seuil des doses testées a influencé sur la biomasse, la teneur en eau, le taux de matière sèche, la chlorophylle, la proline, le Sodium (Na) et le Potassium (K), chaque variété a réagi différemment au sel.

Pour les paramètres de croissance nos résultats concernant la biomasse totale, nous avons trouvé que la variété O.Bared et Vitron ont présenté les plus hautes valeurs, par ailleurs la variété Siméto a présenté les faibles valeurs, il semble que la variété O.Bared est la plus tolérante au sel et la variété Siméto est la plus sensible, cette dernière a diminué remarquablement sa biomasse à la dose de 8 g/l, les deux autres par contre ont présenté une légère augmentation sous cette dose.

Nos résultats sont en accord avec les travaux de d'El Mekkaoui (1987, 1990) indiquant que la concentration 150 mM en NaCl (soit 8,74 g/l) provoque une réduction de croissance de 50% au stade tallage des variétés sensibles de blé et d'orge cultivées en hydroponie et sous serre. Et aussi cette étude confirme que ; L'impact du sel sur l'expansion foliaire est plus marqué avec une réduction importante de la surface foliaire en présence des fortes concentrations en NaCl. Des résultats similaires ont été rapportés chez le blé par Hu et al. (2005).

Nos résultats montrent que l'augmentation du traitement salin s'accompagne d'une réponse physiologique de blé dur, conduisant à une diminution de la teneur relative en eau pour les variétés Siméto, elle a présenté les plus basses valeurs, la variété O.Bared et Vitron ont

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

été légèrement stable dans les doses les plus sévère par rapport au témoin, nos résultats coïncident avec ceux de Kim et al.,(2005). Pour examiner l'effet osmotique du stress abiotique dans les tissus végétaux traités, la teneur relative en eau est souvent mesurée. Ainsi, selon d'autres auteurs, le stress salin résulte de la perturbation des fonctions de nutrition hydrique, minérale et carboné des plantes (Levitt, 1980 ; Levigneron et al., 1995).

Concernant les paramètres biochimiques, en fonction de l'intensité du stress salin chez les trois variétés de *Triticum durum* Desf. (Teneur en chlorophylles, la proline et la teneur de Sodium et le Potassium ) ont aussi été influencé par le sel.

Nos résultats ont montré que le contenu en chlorophylle augment chez les trois variétés par rapport au témoin, au niveau du témoin la plus haute valeur a été marquée chez Vitron, mais sous la dose de 8g/l Siméto a présenté les plus hautes valeurs la synthèse de la chlorophylle totale chez cette variété a été croissante d'une façon remarquable.

Plusieurs travaux ont montré que la structure des chloroplastes est affectée par les conditions environnementales sévères et en particulier par le stress salin qui entraîne une désorganisation des systèmes granaires et lamellaires (Hernandez et al., 1995 ; Keiper et al., 1998 ; Ben Khaled et al., 2003). Cette désorganisation des thylakoïdes est liée à un changement de la composition ionique de l'espace stromatique (Salama et al., 1994).

L'accumulation de la proline est l'une des manifestations les plus remarquables chez les plantes pour limiter les effets du stress salin afin de réaliser l'ajustement du potentiel osmotique dans le cytoplasme (Sannadaetal., 1995 ; Belkhodja et Benkabilia, 2000). L'accumulation de proline a été démontrée chez de nombreuses espèces et dans différentes situations de stress (osmotiques, hydriques, thermiques) (Blum, 1996). Plus le niveau de stress appliqué augmente plus les teneurs en proline deviennent plus marquées (Savouré et al., 1995). Nos résultats indiquent que la variété Vitron présente une teneur en proline qui augmente en fonction du stress salin plus que chez Siméto. Par ailleurs les teneurs en proline chez O.bared ont diminué en fonction de la dose saline , ce qui permet de dire que cette variété aime le sel plus que le milieu non salin.

Les résultats obtenus conduisant aux Analyses minérales montrent que les trois variétés de blé dur cultivées en présence des différences doses de NaCl sont fortement envahies par les ions sodium dont les teneurs augmentent en fonction de la concentration du sel, le plus faible taux en Na est chez la variété Vitron, comparé à O.Bared et Siméto. Nos résultats sont confirmés par Mass et Hoffman, (1978) Chez le blé dur, le transfert du sodium Na vers la partie

## Chapitre IV : Résultats et discussions

---

aérienne joue un rôle important dans la régulation des équilibres hydriques au niveau des feuilles. Cependant, les teneurs en potassium sont plus stables en fonction de la concentration de NaCl, pour atteindre les valeurs les plus faibles aux plus fortes concentrations uniquement chez Siméto.

Nos résultats sont en concordance avec ceux trouvés par Mani et Hachanni (2015) et Sultana et al. (2001), les teneurs en Na dans la partie foliaire ont été plus élevées que dans la partie racinaire. Cette caractéristique ionique suppose que les plantes de blé dur se comportent comme des « includres ». Le stress salin a augmenté les niveaux de Na et Cl dans toutes les parties de la goyave, en particulier dans les feuilles, ce qui entraîne une réduction de la croissance (Ferreira et al., 2001).

Par conséquent, la sélectivité  $K^+/Na^+$  pourrait être considérée comme un indice efficace pour la tolérance du blé au sel. D'après nos résultats, le rapport K/Na très élevé chez la variété O.Bared suivi par la variété Vitron, alors que la variété Sémito a présenté les plus faibles valeurs, les travaux de Lacerda et al. (2005) ont signalé que les plantes tolérantes maintiennent un rapport K/Na élevé dans leurs parties aériennes suite à une discrimination de l'absorption de K et Na au niveau des racines ainsi que de leur transport dans les parties aériennes.

# **Conclusion**

## Conclusion

---

Notre travail a porté sur l'analyse de l'effet de différentes concentrations de NaCl sur la croissance et la physiologie de trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) : O.Bared, Siméto et Vitron, et ce afin de préciser leurs limites de tolérance à la salinité et surtout de valoriser nos variétés locales. Afin de comprendre les réponses morphologiques et physiologiques de chaque variété au stress salin, nous avons mesuré : la biomasse totale, la teneur relative en eau, le pourcentage de la matière sèche, l'accumulation des pigments chlorophylliens, l'accumulation des prolines, le taux Sodium et le Potassium après 45 jours de semis.

Nous avons constaté que l'effet de la dose de sel NaCl a été significatif chez les trois variétés étudiées, la biomasse, le teneur relative en eau et la matière sèche. La biomasse totale a diminuée remarquablement pour la variété siméto, alors que chez O.Bared et vitron elle a été plus ou moins stable et ce en fonction de la dose croissante de sel. La teneur relative en eau a chuté considérablement chez siméto, le Taux de matière sèche a augmenté l'égerment chez la variété Siméto. Il semble que la variété O.bared et vitron ont pu maintenir leur croissance et leur turgescence en milieu salin mieux que Siméto

Concernant les paramètres biochimiques, les résultats obtenus montrent clairement une nette évidence de l'influence du stress salin au niveau de la chlorophylle, Siméto a augmenté sa teneur en chlorophylle totale significativement sous la dose 8g/l de NaCl, généralement l'augmentation de cette synthèse semble jouer un rôle important dans l'homéostasie cellulaire contre le NaCl.

D'après ce qu'on a remarqué dans notre étude c'est que la variété Vitron a accumulé plus de proline dans le milieu salin ( $2.29\mu\text{mol/g}$  jusqu'au  $2.95\mu\text{mol/gMF}$ ) par rapport aux deux autres variétés. Le taux élevé en proline a bien expliqué le maintien d'une teneur élevée en eau chez le Vitron et sa tolérance aux sels. Alors que chez O.Bred les teneurs ont baissé, ce qui démontre que cette variété est moins stressée en milieu salin, elle ne tolère pas le sel comme Vitron mais elle préfère le sel.

Pour les résultats de l'analyse ionique chez le Blé dur, il s'est apparu que Siméto a accumulé plus de sodium dans ses feuilles c'est un caractère d'exclusion qui s'est produit chez cette variété pour fuir le sel, par ailleurs le O.Bared a accumulé moins de Sodium et plus de K, cette variété a présenté le rapport K/Na le plus élevé confirmant que cette variété est la plus

## Conclusion

---

tolérante au sel alors que Sémito a présenté les moyennes les plus faibles en K, et K/Na ce qui confirme aussi sa sensibilité en milieu salin.

D'autre part, La comparaison des résultats obtenus pour les trois variétés (O. Bared et Vitron et Siméto) montre que la variété Vitron est indifférente aux doses de NaCl ; la variété Siméto est la plus sensible, alors que la variété O. Bared aime le sel, ceci peut attribuer à cette dernière le caractère halophyte marginale.

Les résultats aux quelles nous sommes parvenu demeurent partielle mais contribuent forcément à l'enrichissement des travaux visant à créer un matériel végétal à capacité de tolérance au stress salin plus prononcé.

Enfin comme perspective, nous souhaitons refaire l'essai chez d'autres stades du cycle végétatifs du blé dur, et ce afin de voir l'effet du sel sur la germination, la croissance et le rendement du blé chez les trois variétés étudiées.

Pour mener à bien cette étude, il serait intéressant d'élargir l'investigation à d'autres méthodes d'analyse et aux autres marqueurs de stress salin (dosage des anthocyanes, dosage de polyphénol,.) et aussi de détecter les gènes de tolérance au stress.

# **Référence bibliographique**

## Référence bibliographique

---

- **Abis, S. (2012).** Pour le futur de la Méditerranée: l'agriculture.
- **Adel, J., and Bader, J. (2002):** Studies of some traits related to salinity tolerance in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Proceeding of the International Symposium on optimum resources utilization in salt-affected Ecosystems in arid and semi-arid regions, Cairo, Egypt.
- **Aknouche D Et Laib R, 2017-** Amélioration de la production du blé dur : cas de la zone sudde Constantine. Mémoire de Master. Université Constantine.
- **Amrouche I Et Mesbah E, 2017-** Effet du stress abiotique sur l'accumulation des protéines,totales chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Master. Université Constantine.
- **Anonyme, 1999.** ITGC, Analyse des contraintes liées à la céréaliculture. Programmede développement de la filière céréale.
- **Anonyme, 2002.** ITDAS bilan de activité.
- **Anonyme, 2003.** Le blé dur : qualité, importance et utilisation dans la région des hautsplateaux (Tiaret et Tissemsilt), ITGC. 7p Boulai H., Zaghouane O., El Mourid M. et Rezgui S., 2007 : Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie).
- **Anonyme., (2010 a) :** Choisir et décider 2010. Traitements et interventions
- **Apse, M.P., and Blumwald, E. (2007) :** Na<sup>+</sup> transport in plants. *FEBS Lett.* 581 (12) : 22 47–22 54. do i: 10.1 016/ j.febsle t. 2007 .04.0 14 PMID:17459382.
- **Arbaoui, M., Benkhelifa, M., et Belkhodja M. (2000):** Réponses physiologiques de quelques variétés de blé dur à la salinité au stade juvénile. Option méditerranéenne Pp.267-270.
- **Arnon DI. (1949).** Copper enzymes in isolated chloroplasts. polyphenoxidase in *beta vulgaris*. *plant physiology.* 24: 1-15.
- **Ashraf M., et Foolad M. R. (2007):** Role of glycine betaine and protein in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany.* 59.
- **Bajji, M., Kinet, J.M., and Lutts, S. (2002):** Osmotic and ionic effects of NaCl on germination, early seedling growth, and ion content of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae) *Can.J. Bot.* Vol. 80,n°3, pp. 297-304.
- **Bates L., Waldren R. & Teare I. (1973).** Rapid Determination of Free Proline for Water-Stress Studies. *Plant and Soil.* 39.
- **Belkhodja, M., et Bidai, Y. (2004) :** La réponse des graines d'*Atriplex halimus* L. à la salinité au stade de germination. *Sciences et changements planétaires/sécheresse.* Vol.15, n°4.
-

## Référence bibliographique

---

- **Ben Naceur, M., Ben Salem, M., Rouissi, M., El Berji, Z., et Rahmoune, C. (2002) :** Influence du manque d'eau sur le comportement écophysio­logique de quatre variétés de blé dur. *Annales de l'INRGEF*. Vol. 5.
- **Benata, H., Berrichi, A., B., Reda Tazi, M., Abdelmoumen, H., Misbah, et El Idrissi, M. (2006) :** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et le développement de trois espèces légumineuses : *Acacia tortilis* var. *raddiana*, *Leucaenaleucocephala* et *Prosopis juliflora*. Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole Settat 16 – 17 Mars 2006. Recueil des résumés.
- **Blumwald, E. (2000) :** Sodium transport and salt tolerance in plants. *Curr. Opin. Cell Biol.* 12(4) : 431 –434. doi:10.1016/S0955-0674 (00)00112-5. PMID:10873827.
- **Blumwald, E., Aharon, G.S., and Apse, M.P. (2000) :** Sodium transport in plant cells. *Biochim. Biophys. Acta*, 1465(1 –2) : 140 – 151. doi:10.1016/S0005- 2736(00)00135-8. PMID:10748251.
- **Blumwald, E., Grover, A., and Good, A.G. (2004):** Breeding for abiotic stress resistance: challenges and opportunities. 2004 « New directions for a diverse planet ». Dans *Proceedings of the 4 th International Crop Science Congress*, 26 September – 1 October 2004, Brisbane, Australia. [CDROM]. Web site [www.cropscience.org.au](http://www.cropscience.org.au).
- **Bonjean, A. (2001).** Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticumaestivum* L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, 9.
- **Bouda, S., Baaziz, M., and Haddioui, A. (2006):** Effect of salinity on germination of genus *Atriplex*. Recueil des résumés. Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole. Faculté des sciences et techniques, Settat, Maroc, p. 151.
- **Boulais, N., & Misery, L. (2007).** Merkel cells. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 57(1), 147-165.
- **Boulghalagh, J., Berrichi, A., El Halouani, H., et Boukroute, A. (2006) :** Effet des stress salin et hydrique sur la germination des graines du jojoba (*Simmondsiachinensis* [link] schneider).
- **Calu, G. (2006).** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiela halophila*. Master 1, Recherche biotechnologie : du gène à la molécule Spectro Sciences, article 23, 10 p.
- **Calu, G. (2006).** Effet du stress salin sur les plantes. Comparaison entre deux plantes modèles : *Arabidopsis thaliana* et *Thellungiela halophila*. Master 1, Recherche biotechnologie : du gène à la molécule Spectro Sciences, article 23, 10 p.
- **Carpenter, J.F., Crowe, L.M., and Arakawa, T. (1990) :** Comparison of solute-induced protein stabilisation in aqueous solution and in the frozen and dried states. *J. Dair y Sci.* 73(12) :327– 333. doi:10.3168/jds.S0022-0302(90)79065-0.

## Référence bibliographique

---

- **Chartzoulakis, K., et Klapaki, G. (2000):** Response of two green house pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Sci. Hortic.* 86, 247–260.
- **Chen, H., and Jiang, J.-G. (2010):** Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. *Environ. Rev.* 18(NA) : 309 – 319. doi:10.1139/A10-014.
- **Chinnusamy, V., and Zhu, J.K. (2003):** Plant responses to abiotic stress. *Topics in current genetics*. Vol. 4. Sous la direction de H. Hirt et K. Shinozaki. Springer-Verlag, Berlin.
- **Cixin He, M.S. (2005):** Analysis of ATNHX1 -expressing transgenic cotton under high salt conditions and in the field. A dissertation in biology, Ph.D
- **Cornillon, P., et Palloix, A. (1995) :** Influence de la salinité et de la température du substrat sur la croissance et la nutrition du piment. *Fruits*, 50: 469–471.
- **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.
- **Ebel C, BenFeki A, Hanin M, Solano R, Chini A (2018)** Characterization of wheat (*Triticum aestivum*) TIFY family and role of *Triticum Durum* TdTIFY1a in salt stress tolerance. *PLoS ONE* 13:7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200566>
- **Ferras K, 2015-** L'efficacité d'utilisation de l'eau pluviale chez des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en environnement semi-aride. Mémoire de Magister. Université Sétif.
- **Gama, P.B.S., Inanaga, S., Tanaka K. and Nakazawa, R. (2007):** Physiological response of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seedlings to salinity stress. *African Journal of Biotechnology* Vol. 6 (2), pp. 079-088
- **Garnier BY. & Laurent G. (1994).** Leaf anatomy, specific mass and water content in congeneric annual and perennial grass species. *New Phytol.* 128: 725-736.
- **Greenway, H. and Munns, R. (1980):** Mechanism of salt tolerance in non-halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*. Vol. 3.
- **Gupta B, Huang B (2014)** Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. *Int J Genomics* 2014:18. <https://doi.org/10.1155/2014/701596>
- **Hao Y, Xu S, Iyu Z, Wang H, Kong L, Sun S (2021)** Comparative analysis of the glutathione S-transferase gene family of four triticeae species and transcriptome analysis of GST genes in common wheat responding to salt stress. *Int J Genomics*. <https://doi.org/10.1155/2021/6289174>
- **Haouala, F., Ferjani, H. et Ben El Hadj, S. (2007):** Effet de la salinité sur la répartition des cations (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup>) et du chlore (Cl<sup>-</sup>) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais et du chiendent. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* Vol.

## Référence bibliographique

---

- 11, n°3.
- Hoagland DR, Arnon DI. The water-culture method for growing plants without soil. CalifAgricExpStn Circ. 1950. 23
  - **IPTRID. (2006):** Conférence électronique sur la salinisation. Extension de la salinisation et stratégie de prévention et réhabilitation. p2, 11.
  - **Jabnoue, M. (2008) :** Adaptation des plantes à l'environnement : Stress salin. Présentation Power Point.
  - **Kellou-Kerkouche, F., Benchettara, A., & Amara, S. (2008).** Effect of sodium dodecyl benzene sulfonate on the corrosion inhibition of Fe-1Ti-20C alloy in 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Materials Chemistry and Physics, 110(1), 26-33.
  - **Ksour i, R., Megdiche, W., Koyro, H.-W., and Abdely, C. (2010) :** Responses of halophytes to environmental stresses with special emphasis to salinity. Adv. Bot. Res. 53: 117–145. doi:10.1016/S0065-2296(10)53004-0.
  - **Kumar M (2013)** Crop plants and abiotic stresses. Biomol Res Ther 3:1. <https://doi.org/10.4172/2167-7956.1000e125>
  - **Lamzeri, H. (2007):** Réponses écophysiologicals de trois espèces forestières du genre Acacia, Eucalyptus et Schinus (A. cyanophylla, E. gomphocephala et S. môle) soumises à un stress salin. Thèse de doctorat en Ecologie et Environnement .Option : Ecologie végétale. Université Mentouri Constantine. 141p.
  - **Lemekeddem H Et Debbache, 2014-** Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé. Mémoire de Licence. Université Ourgala, 32p.
  - **Levit, J. (1980):** Responses of Plants to Environmental Stresses (Vol. II). Academic Press: New York
  - **Lounes Y Et Guerfi A, 2010-** Contribution à l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur en vue de leur inscription au catalogue officiel national. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université Tizi Ouzou, 92p.
  - **Lounes Y Et Guerfi A, 2010-** Contribution à l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur en vue de leur inscription au catalogue officiel national. Mémoire d'ingénieur d'Etat. Université Tizi Ouzou, 92p.
  - **Lv J, Liu P, Gao B, Li J (2016)** The identification and characteristics of salinity-related microRNAs in gills of *Portunus Trituberculatus*. Cell Stress Chaperones 21(1):63–74. <https://doi.org/10.1007/s12192-015-0641-9>
  - **Mahajan, S., Pandey, G.K., and Tuteja, N. (2008):** Calcium and salt-stress signaling in plants: Shedding light on SOS pathway. Arch. Biochem. Biophys. 471(2) : 146 –158. doi:10.1016/j.abb.2008.01.010. PMID:18241665.
  - **Mahlooji M, Seyed Sharifi R, Razmjoo J, Sabzalian MR, Sedghi M (2017)**

## Référence bibliographique

---

- Effect of salt stress on photosynthesis and physiological parameters of three contrasting barley genotypes. *Photosynthetica* 56:549–556.  
<https://doi.org/10.1007/s11099-017-0699-y>
- **Maillard, J. (2001)** : Le point sur l'Irrigation et la salinité des sols en zone sahélienne. Risques et recommandations. Handicap International. Novembre 2001.
  - **Majumder, A.L., Sengupta, S., and Goswami, L. (2010)** : Osmolyte regulation in abiotic stress
  - **Mebarkia A., Benkohila H.S., Hamza M., et Makhlouf M., (2005)** Efficacité d'une protéine entomotoxique du type A1B des graines de légumineuses. *Agriculture* n°3. 4p.
  - **Mermoud, A. (2006)** : Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de Lausanne.
  - **Mihoub A, 2009**- Effet de la fertilisation phosphatée sur la nutrition azotée et la productivité d'une culture de blé dur (*Triticum durum* L. var. carioca) (dans la région d'El-Goléa Ghardaia). Mémoire d'Ingénieur d'Etat. Université Ourgla.
  - **Mohammad, M., Shibli, R., Ajouni M., and Nimri, L. (1998)**: Tomato root and shoot responses to salt stress under different levels of phosphorus nutrition. *J. Plant Nutr.* 21, 1667–1680.
  - **Munns, R. (2005)** : Genes and salt tolerance: bringing them together. *New Phytol.* 167(3) : 645–663. doi:10.1111/j.1469-8137.2005.01487.x. PMID:16101905.
  - **Ndour, P. et Danthu, P. (2000)** : Effet des contraintes hydrique et saline sur la germination de quelques acacias africain. Projet National de Semences Forestières du Sénégal. 11 p.
  - **Ouerghi, Z., Zid, E., Hajji, M. et Soltani, A. (1998)** : Comportement physiologique du blé dur (*Triticum durum* L.) en milieu salé. *CIHEAM - Options Méditerranéennes*, pp. 309- 313.
  - **Parida A., and Das A.B. (2005)** : Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. Vol.60.
  - Parihar P, Singh S, Singh R (2015) Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. *Environ Sci Pollut Res* 22(6):4056–4075.  
<https://doi.org/10.1007/s11356-014-3739-1>
  - **Pessaraki, M. and Zhou, M. (1990)** : Effect of salt stress on nitrogen fixation by different cultivars of green beans. *Journal of plant nutrition*. Vol. 13, n o 5.  
PMID:16280254.
  - **Prats j., 1966** : les céréales. ED. Bailliere.
  - printemps ARVALIS - Institut du végétal. Version nationale .
  - **Rahmoune, C., Maalem, S., Kadri, K., et Ben Naceur, M. (2008)** : Etude de

## Référence bibliographique

---

- L'utilisation des eaux fortement salées pour l'irrigation des plantes du genre *Atriplex* en zones semi arides. *Revue des régions arides*. Vol. 2, n o 21, .
- **Rahmoune, C., Semadi, A., Auad, H. et Tahar, A. (1997):** Air quality and lichenic distribution in the northeast Algeria. *Proc of Second International Scientific Conference. Science, Development and Environment, Cairo, Egypt, .*
  - **Rahmoune, C., Seridi, R., Paul, R. et Drez, P. (2000) :**Influence on Zn concentration in solution Applied to leaves and Roots on the absorption and translocation of Cd by leave. *Agricultural Sciences*. Vol. 27, n°1, pp. 72-77.
  - Raymond, P., Munson, A. D., Ruel, J. C., & Coates, K. D. (2006). Spatial patterns of soil microclimate, light, regeneration, and growth within silvicultural gaps of mixed tolerant hardwood white pine stands. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(3), 639-651.
  - Recueil des résumés. Le Premier Congrès National sur l'Amélioration de Production Agricole, Settat, Maroc.
  - Sadouki M Et Boutouchent Y, 2017- Etude de la variabilité morpho-physiologique du blédur (*Triticum durum Desf*) dans les conditions climatiques du haut Chélif. Mémoire de Master. Université Khemis Miliana.
  - **Sairam, R.K., and Tyagi, A. (2004):** Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Cur r. Sci.* 86.
  - **Sathee L, Sairam RK, Chinnusamy V, Jha SK (2015)** Differential transcript abundance of salt overly sensitive (SOS) pathway genes is a determinant of salinity stress tolerance of wheat. *Acta Physiol Plant* 37(8):1–10. <https://doi.org/10.1007/s11738-015-1910-z>
  - **Siou D, 2013-** Développement épidémique de la fusariose des épis de blé et conséquences des interactions entre espèces du complexe fusarien. Thèse de Doctorat. Université Paris, 153p.
  - **Slama, A., Ben Salem, M., Ben Naceur, M., & Zid, E. (2005).** Les céréales en Tunisie: production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, 16(3), 225-229.
  - **Soltner D., 1988** Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées-prairies 16ème Ed, collection sciences techniques agricoles.
  - **Soltner, 1990-** Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées-prairies 16ème Ed, collection sciences techniques agricoles.
  - **Soltner, 1990-** Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées-prairies 16ème Ed, collection sciences techniques agricoles.

## Référence bibliographique

---

- **Sun Y, Kong X, Li C, Liu Y, Ding Z (2015)** Potassium retention under salt stress is associated with natural variation in salinity tolerance among Arabidopsis accessions. PLoS ONE 10:5e0124032. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124032>
- **SURGET, A., & BARRON, C. (2005)**. Histologie du grain de blé. Industries des céréales, (145), 3-7.
- **Teakle, N.L., and Tyerman, S.D. (2010)** :Mechanisms of Cl<sup>-</sup> transport contributing to salt tolerance. Plant Cell Environ. 33(4) .
- **Tester, M., and Davenport, R.J. (2003)** :Na<sup>+</sup> transport and Na<sup>+</sup> tolerance in higher plants. Ann. Bot. (Lond.), 91 : 503 –527. doi:10.1093/aob/mcg058. PMID:12646496.
- **Wang, Y., and Nil, N. (2000)**: Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate carboxylase– oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in Amaranthus tricolor leaves during salt stress. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 75.
- **Yamaguchi, T., and Blumwald, E. (2006)** :Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. Trends Plant Sci. 10(12) : 615 doi:10.1016/j.tplants.2005.10.002.
- **Yancey, P.H., Clark, M.E., Hand, S.C., Bowlus, R.D., and Somero, G.N. (1982)** : Living with water stress: evolution of osmolyte systems. Science, 217(4566): 1214 – 1222. doi:10.1126/science.7112124. PMID:7112124.
- **Yousfi FE, Makhloufi E, Marande W, Ghorbel AW, Bouzayen M, Berges H (2016)** Comparative analysis of WRKY genes potentially involved in salt stress responses in Triticum turgidum L.ssp. durum. Front. Plant Sci. 7:1–15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.02034>
- **Zhao GP, Ma BL, Ren CZ (2007)** Growth, gas exchange, chlorophyll fluorescence, and ion content of naked oat in response to salinity. Crop Sci 47:123–131. <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.06.0371>

# **Annexe**

## Annexe

### 1. Biomasse totale

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
NaCl (g/l)	1	0.0155	0.0155	0.7856	0.3762
variété	2	0.6364	0.3182	16.1774	< <b>0,0001</b>
NaCl (g/l)*variété	2	0.2403	0.1202	6.1093	<b>0.0026</b>

### 2. La teneur relative en eau (%)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
NaCl (g/l)	1	156,8488	156,8488	5,4946	<b>0,0308</b>
espece	2	516,1590	258,0795	9,0408	<b>0,0019</b>
NaCl (g/l)*espece	2	71,1419	35,5709	1,2461	0,3113

### 3. Matière sèche %

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
NaCl (g/l)	1	156,8488	156,8488	5,4946	<b>0,0308</b>
espece	2	516,1590	258,0795	9,0408	<b>0,0019</b>
NaCl (g/l)*espece	2	71,1419	35,5709	1,2461	0,3113

### 4. Chlorophylle

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
NaCl (g/l)	1	142.4903	142.4903	7.7268	<b>0.0093</b>
Blé (variété)	2	32.9037	16.4519	0.8921	0.4204
NaCl (g/l)*Blé (variété)	2	48.6964	24.3482	1.3203	0.2821

### 5. Proline

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
NaCl (g/l)	1	1,2643	1,2643	7,3687	<b>0,0109</b>
Blé (variété)	2	3,7788	1,8894	11,0122	<b>0,0003</b>
NaCl (g/l)*Blé (variété)	2	2,2470	1,1235	6,5481	<b>0,0044</b>

## 6. Sodium Na+

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Nacl (g/l)	1	0,5319	0,5319	19,0716	<b>0,0002</b>
variété	2	0,0312	0,0156	0,5595	0,5791
Nacl (g/l)*variété	2	0,0343	0,0172	0,6156	0,5490

## 7 . Potassium (K)

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Nacl (g/l)	1	0,0078	0,0078	0,1539	0,6985
variété	2	0,7526	0,3763	7,4185	<b>0,0033</b>
Nacl (g/l)*variété	2	0,0072	0,0036	0,0711	0,9315