



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



Université 20 Aout 1955 - Skikda

Faculté des sciences

Département de sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Filière : Sciences Agronomique

Option : Amélioration des plantes

Thème :

Sélection des génotypes tolérants au stress salin pendant la germination et la croissance chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

Présenté par :

- **Zidelmal Ikram**
- **Zair Mouna**
- **Zaier Ahlam**
- **Ziouane Amel**

Membre de Jury :

M^{me} : Bounouara Zohra	MCB	Présidente	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M^r : Hafsi Zakaria	MCB	Examineur	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M^{me} : Larit Sabah	MCA	Promotrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2023-2024




REMERCIEMENT

Louange et merci à Allah beaucoup et toujours, qui nous a donné patience, détermination et persévérance pour mener à bien notre travail malgré les obstacles.

Nous remercions nos parents qui nous ont soutenus et encouragés à y parvenir le moment. Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrant *Dr LARIT SABAH*, qui est grand. Durant sa période de travail, elle nous a guidé et soutenu par ses nombreux conseils utiles. Nous la remercions pour sa bienveillance et son humilité à notre égard afin de mettre en lumière ce mémorandum.

Nous remercions également les membres du comité Arbitrage *Mr HAFSI ZAKARIA* et *Mme Bounouara Zohra*, qui nous ont honorés. En jugeant et en évaluant notre travail.

Nous tenons également à remercier le chef du département : *LAIB MASSOUD* et tous les professeurs du département pour leur aide et leurs encouragements durant nos études. Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué aux travaux, directement ou indirectement.



Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَأَنْ لَّيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى (39) وَأَنْ سَعْيُهُ سَوْفَ يَرَى (40)﴾ (سورة النجم. الآيات 39-40)

- *Louange et remerciements à Allah,*

- *À mes chers parents (Mohammed et Fatma)*
- *Et à moi-même.*


﴿وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾ (سورة يونس. الآية 10)

Ikram





Dédicace



Louange à Dieu, le Très-Haut, le Grand, louange qui convient à la majesté de son visage et à la grandeur de son autorité et les prières et la paix solent sur notre Maître Muhammad, que Diesu le bénisse en kul accorde la paix ainsi que sur sa famille Et tous ses compagnons, quant à ce qui suit: Louange à Dieu, qui m'a facilité la tâche et m'a permis de terminer mon mémoire de fin d'études, sans la grâce de Dieu, je ne serais pas arrivé ici. Patience et force pour continuer mon parcours académique malgré .Obstacles Je voudrais dédier ce travail à mon soutien et source d'affection, mon père Kamal et ma mère Saeeda, qui m'ont soutenu financièrement ou moralement depuis le début de mon long voyage. Que Dieu les protège de tout mal et prolonge leur vie. Pour que je puisse les dédommager, ne serait-ce qu'un peu. Pour leur fatigue avec moi. À ma sœur unique, Samah, la future professeure, si Dieu le veut, ainsi qu'à mes sœurs masculines Sami, Imad et Akram, qui Je leur souhaite les plus hauts rangs.

A tous ceux qui m'ont aimé et m'ont souhaité succès et excellence, y compris mes proches, mes amis et tout le monde Qui je connais et ne sais pas, et tu te souviens de moi, même si d'est une invitation au fond de l'invisible. Et au final, je le dédie à moi-même, qui ai traversé tous les obstacles et difficultés Arriver ici, ce qui n'aurait pas été possible sans la grâce de Dieu

Amel





Dédicace

Mon Dieu, la nuit n'est pas bonne sans te remercier, et le jour n'est bon qu'en t'obéissant
Les moments ne sont doux qu'avec votre souvenir.

Et l'au-delà n'est doux qu'avec votre pardon. Et le Paradis n'est doux qu'avec votre vision. Dieu le Tout-Puissant À celui qui a transmis le message et rempli la confiance et conseillé la nation au Prophète de la Miséricorde et de la Lumière des Mondes Notre Maître Muhammad, que Dieu le bénisse et lui accorde la paix, au début, il y a de la gratitude et de la louange à Dieu, car tout crédit lui est attribué, et les bénédictions et la paix soient sur la plus noble des créations de Dieu.

J'ai le plaisir de présenter ma réussite et le produit de mes humbles recherches comme un murmure d'amour et un signe de fidélité. À celui qui a généreusement fait l'effort des années et a forgé les échelles des plus hauts jours pour gravir, à celui qui m'a appris à donner sans attendre, à celui qui. Je porte son nom avec fierté, à toi, mon père bien-aimé (*Issa*) À mon compagnon de vie au sourire de mon chemin et au soleil de ma vie qui ne se couche jamais.

A celui dont les prières ont été le secret de ma réussite...à celui qui s'est sacrifié... Je suis au plus haut degré d'espérance. A toi, ma chère mère (*Aïcha*), au symbole de fidélité, à la rose de ma vie et à la compagne de ma vie, ma chère sœur (Iman)... A ceux que Dieu m'a donné la bénédiction de leur présence dans ma vie, à mon mari, Islam, et à sa famille

(*Falleh*) Et à tous les membres de ma famille.

À ceux qui m'ont appelé alors que nous guérissions ensemble le chemin Vers la réussite de notre voyage scientifique, à tous mes amis, à ma famille, le dernier à moi, et ensuite à chaque étudiant qui s'efforce avec ses connaissances de bénéficier à l'Islam et aux musulmans. Avec toutes les connaissances et connaissances que Dieu lui a données.

Ahlem



Dédicace

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

﴿وَأَنْ لَيْسَ لِلْإِنْسَانِ إِلَّا مَا سَعَى (39) وَأَنْ سَعْيُهُ سَوْفَ يَرَى (40)﴾ (سورة النجم. الآيات 39-40)

- *Louange et remerciements à Allah,*
- *À mes chers parents (Ahmed et Nawal)*
- *À ma grand-mère Hafida et à mon grand-père Mekki, que Dieu ait leur âme, de la part de mon père.*
- *Et à ma grand-mère Yasmîna, que Dieu ait son âme, et à mon grand-père Jmai, que Dieu le garde, de la part de ma mère.*
- *Et à moi-même.*

﴿وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾ (سورة يونس. الآية 10)

Mouna



RESUME EN FRANÇAIS

Résumé

Ce travail consiste à étudier l'influence d'une contrainte saline représentée par différentes concentrations de Na Cl (0, 50, 100, 150 m Mol) chez deux variétés de blé tendre (**Boumerzoug, Ain Abid**) et deux variétés de blé dur (**GTA, Vitron**). Dans cet intérêt et dans le but de comparer la sensibilité au sel chez quatre variétés de blé, nous avons effectué des tests de germination et de croissance qui sont réalisés sur quatre variétés étudiés.

Les essais de germination ont été réalisés dans des boîtes de pétri au niveau de laboratoire de la faculté. Les résultats obtenus montrent que le stress salin a entraîné une réduction de la longueur des tiges, le taux de germination, le poids frais et sec chez quatre variétés étudiées. Cependant, une différence variétale à la réponse au stress salin a été enregistrée les variétés de blé (**GTA, Ain Abid**) se montrent les plus affectées par le stress salin.

L'essai de croissance a été réalisé sous une serre en plastique en conditions semi contrôlées. Nos résultats obtenus montrent que le stress salin réduit les paramètres de croissance (hauteur des plantes, teneur relative en eau, surface foliaire, longueur de l'épi) chez les quatre variétés. En effet, L'ensemble des données obtenues montre que les quatre variétés étudiées sont affectées négativement par l'application de doses croissantes de Na Cl et la variété **Ain Abid** a montré une sensibilité accrue au stress salin par rapport à la variété **Boumerzoug** pour le blé tendre. Tandis que pour le blé dur La variété **Vitron** a montré une résistance supérieure à celle de la variété **GTA**.

Notre étude nous a permis de conclure que le stress salin provoque des mêmes changements dans les différents paramètres étudiés chez les deux variétés mais à des degrés différents.

Mots clés : Salinité, Blé tendre (*Triticum aestivum* L.), blé dur (*Triticum durum* Desf.), Tolérance, Croissance, Germination.

RESUME EN ANGLAIS

Abstract

Thus, it effects growth and germination. The aim of this work is to reveal the influence of a salt stress represented by different concentration of Na Cl (0, 50,100, 150 mM) of two **bread wheat** (soft wheat) (*Triticum aestivum L.*) and tow **durum wheat**. in this interest and with the aim of comparing the sensitivity to salt in four varieties of wheat, we carried out germination and growth tests which were carried out on four varieties studied.

Experiments were conducted for germination inside Petri dishes at the faculty laboratory. The results obtained show that salt stress led to a reduction in stem length, germination rate, fresh and dry weight in four varieties studied. However, a varietal difference in the response to salt stress was recorded; the wheat varieties (**GTA, Ain Abid**) were the most affected by salt stress. stem length, leaf area, plant height, ear length and water content

The growth trial was carried out in a plastic greenhouse under semi-controlled conditions. Our results obtained show that saline stress reduces growth parameters (stem length, leaf area, plant height, ear length and water content...) in the four varieties. Indeed, all the data obtained shows that the Four varieties studied are negatively affected by the application of increasing doses of Na Cl and the **Ain Abid** variety showed increased sensitivity to salt stress compared to the **Boumerzoug** variety for soft wheat. while for durum wheat the **Vitron** variety showed greater resistance than the **GTA** variety.

Our study allowed concluding that the salt stress causes the same changes in the different parameters studied in the two varieties but to different degrees.

Key words: Salt stress, bread wheat (*Triticum aestivum L.*), durum wheat (*Triticum durum Desf*), Tolerance, Growth, Germination

RESUME EN ARABE

المخلص

يهدف هذا العمل للكشف على مدى تأثير الاجهاد الملحي على صنفين من القمح اللين و صنفين من القمح الصلب معاملة بتراكيز متزايدة من كلوريد الصوديوم (000 ، 50 ، 100 ، و 150ملي مولار) من اجل تحديد الاثر السلبي للإجهاد الملحي على انبات ونمو نبات القمح و مقارنة درجة تحمل الملوحة عند الأصناف المدروسة قمنا بإجراء اختبارات الإنبات والنمو على أربعة أصناف من القمح.

تم إجراء اختبارات الإنبات في أطباق بتري في مخبر الكلية. أظهرت النتائج أن الإجهاد الملحي أدى إلى انخفاض طول الساق ومعدل الإنبات والوزن الطازج والجاف في أربعة أصناف المدروسة. ومع ذلك، تم تسجيل اختلاف في استجابة الاصناف للإجهاد الملحي؛ وكان الصنفين (Ain Abid ، GTA) هي الأكثر تأثراً بالإجهاد الملحي.

تم إجراء تجربة النمو في بيت بلاستيكي تحت ظروف شبه خاضعة للرقابة. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الإجهاد الملحي يقلل من مؤشرات النمو (ارتفاع النبات، المحتوى المائي النسبي، سطح الورقة، طول الكوز) في الأصناف الأربعة. كما تشير جميع البيانات التي تم الحصول عليها إلى أن الأصناف الأربعة المدروسة تأثرت سلباً بتطبيق التراكيز المتزايدة من صنف كلوريد الصوديوم واطهر الصنف **Ain Abid** زيادة في الحساسية للإجهاد الملحي مقارنة بالصنف **Boumerzoug** للقمح الناعم. بينما بالنسبة للقمح القاسي أظهر صنف **Vitron** مقاومة أكبر من صنف **GTA**.

سمحت دراستنا بالاستنتاج ان الاجهاد الملحي يؤدي الى نفس التغييرات في مختلف المعايير التي تمت دراستها لدى الاصناف المدروسة، لكن بدرجات مختلفة

الكلمات المفتاحية: الاجهاد الملحي ، قمح لين (*Triticum aestivum* L.) ، قمح صلب (*Triticum durum* Desf)

،التكيف ، النمو ، الانبات.

Liste d'abréviations

V	Variétés
V1	Variété 1 (Vitron)
V2	Variété 2 (GTA)
V3	Variété 3 (Boumerzoug)
V4	Variété 4 (Ainabid)
C	Concentration
R	Répétitions
%	Pourcentage
Cm	Centimètre
Cm²	Centimètre carré
Kg	Kilogramme
Mg	Milligramme
G	Gramme
M mol	Milli mole
Mm	Millimètre
ML	Millilitre
H	Heur
Na Cl	Chlorure de sodium
TG	Taux de germination
LP	Longueur des plantules
PF	Poids frais
PS	Poids Sec
LT	Longueur de la tige
LP	Longueur de la plante
EAB	Epi avec barbes
ESB	Epi sans barbes
SF	Surface foliaire
TRE	Teneurs relatives en eau
C°	Degré Celsius
PH	Potentiel hydrique
FAO	Food And Agriculture Organisation
DSA	Directeur des Services Agricoles
ITGC	Institut Technique des Grandes Cultures
ANOVA	Analyse de la variance

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Production mondiale de blé (principaux producteurs)	05
02	Production céréalière en Algérie	06
03	Classification botanique du blé dur et blé tendre	07
04	Caractéristiques et origines des espèces étudiés	23
05	La distribution des unités expérimentales et les répétitions composées.	26

Liste des Figures

N°	Titre	Page
01	Origine génétique du blé	04
02	<i>Triticum durum</i> Desf.	08
03	<i>Triticum aestivum</i> L.	08
04	Schéma d'un grain de blé en coupe longitudinale	09
05	Fleurs et graine (caryopse) de blé	10
06	Diagramme d'une graminée typique du blé dur	11
07	Différent stade de développement du blé	13
08	Le taux de germination (%) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	30
09	La longueur de tige (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	32
10	Le poids frais (g) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	34
11	Le poids secs (g) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	35
12	La longueur de plante (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	37
13	La longueur de tige (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	39
14	La longueur de l'épi avec barbe (cm) pour les différentes étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	41
15	La longueur de l'épi sans barbe (cm) pour les différentes étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	43
16	La surface foliaire (cm ²) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	44
17	La teneur en eau (%) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)	46

Liste des photos

N°	Titre	Page
01	Photo représente les graines des deux variétés testées	22
02	Le boîte du Na Cl utilisé	24
03	Le dispositif expérimental de l'essai de germination	25
04	Mesure de la surface foliaire	28
05	Les tubes à essai	29
06	L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des tiges du blé dur V ₁ et V ₂	40
07	L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des tiges du blé dur V ₃ et V ₄	40

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des photos

Introduction **01**

Partie 01 : Revue bibliographique

Chapitre I : Présentation des plantes étudiées

1. définition	03
1.1. Blé dur	03
1.2. Blé tendre	03
2. L'origine génétique	03
3. Importance et production des céréales dans le monde et en Algérie	04
3.1. Dans le monde	04
3.2. En Algérie	05
4. Classification botanique de l'espèces étudiées	06
5. Biologie et cycle de développement de blé	07
5.1. Description de la plante	07
5.1.1. Blé dur	07
5.1.2. Blé tendre	08

5.2. Structure et composition	09
5.2.1. Les enveloppes et la couche à aleurone	09
5.2.2. L'albumen ou amande (l'endosperme)	09
5.2.3. Le germe	09
6. L'appareil végétatif	10
6.1. L'appareil reproducteur	10
6.2. Le système racinaire (racinaire)	10
6.3. Le système aérien	11
7. Croissance et développement	11
7.1. Période végétatif	11
7.2. La période reproductive	12
7.3. Période de formation et de maturation	13
8. Exigences de la céréaliculture	13
8.1. Exigences Climatique	13
8.1.1. Température	13
8.1.2. Eau	14
8.1.3. La sécheresse	14
8.1.4. La lumière	15
8.2. Exigences édaphiques	15
Chapitre II : la salinité	
1. Définition	16
2. Origine de la salinité	16
2.1. Salinisation primaire	16
2.2. Salinisation secondaire	16

3. Importance de la salinité	17
4. La salinité et la plante	17
4.1. Définition du stress	17
4.2. Stress salin	18
4.3. Mécanisme de toxicité du chlorure de sodium	18
4.3.1. Stress osmotique	18
4.3.2. Stress ionique	18
4.3.3. Stress nutritionnel	18
4.3.4. Stress oxydatif	18
4.4. Effet de salinité sur les plantes	19
4.4.1. Effet de salinité sur la germination	19
4.4.2. Effet de salinité sur la croissance	19
4.4.3. Effet de la salinité sur la partie aérienne	19
4.4.4. Effet de la salinité sur la partie racinaire	19
4.4.5. Effets de la salinité sur les principales fonctions chez les plantes	20
4.4.5.1. Effets de la salinité sur les échanges gazeux	20
4.4.5.2. Effets de la salinité sur la photosynthèse	20
4.4.6. Effets de la salinité sur le rendement des plantes	20
4.4.7. Effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction	20
4.5. Tolérance des plantes à la salinité	21

Partie 2 : Etude expérimentale

Chapitre I : Matériel et méthode

1. L'objectif de l'essai	22
2. Présentation du site de l'essai	22

3. Matériel Végétal	22
4. Méthode d'étude	23
4.1. Solution Salées	23
4.2. Dispositif Expérimental	24
4.2.1. L'essai de Germination	24
4.2.2. L'essai de Croissance	25
4.3. Application du Stress	26
4.4. Paramètres Etudiés	26
4.1.1. Germination	27
4.4.1.1. Taux de Germination	27
4.4.1.2. Longueur de Plantule	27
4.4.1.3. Poids Frais de La Partie aérienne et Souterraine	27
4.4.1.4. Poids Sec de La Partie Aérienne Et Souterraine	27
4.1.2. Croissance	27
4.1.2.1. Longueur de la plante	27
4.1.2.2. Longueur de tige	27
4.1.2.3. Longueur de l'épi avec barbe	28
4.1.2.4. Longueur de l'épi sans barbe	28
4.1.2.5. La Surface Foliaire (SF)	28
4.1.2.6. Teneur relative en eau TRE	28
4.5. Analyse des données	29
Chapitre II : Résultat et discussion	
1. Essai de germination dans les boites de pétri	30
1.1. Taux de germination	30

1.2. Longueur de tige	31
1.3. Poids frais	33
1.4. Poids sec	35
2. Essai de la croissance et le développement des plantes	36
2.1. Longueur de la plante	36
2.2. Longueur de tige	38
2.3. Longueur de l'épi avec barbe	41
2.4. Longueur de l'épi sans barbe	42
2.5. La surface foliaire	44
2.6. La teneur relative en eau	45
Conclusion	48
Références bibliographiques	50
Annexes	



INTRODUCTION

Introduction

Les céréales sont parmi les cultures les plus importantes cultivées dans le monde depuis l'antiquité en raison de leur importance nutritionnelle. Elles constituent un aliment de base dans certaines sociétés et sont même une source importante de nutrition pour les animaux. Leur consommation a été classée en consommation humaine, estimée à 1193,2 millions de tonnes, et en consommation animale (fourrage), estimée à 1044,7 millions de tonnes au cours de l'année 2023. (FAO,2023) et (Kheniche *et al.*, 2020).

La famille des graminées est parmi les familles les plus importantes pour l'homme, qui l'a développée et améliorée depuis des siècles, jusqu'à ce qu'elle soit mentionnée même dans le Coran. Parmi les types qui ont reçu une attention particulière se trouve le blé, dans ses deux variétés, dur et tendre, au point qu'il occupe une place spéciale, étant même surnommé " l'arme verte " par laquelle les pays producteurs exercent une pression sur les pays faibles et importateurs qui ne parviennent pas à atteindre la sécurité alimentaire. Sa production mondiale a atteint 776.7 millions de tonnes en 2023(FAO,2023).

En Algérie, le blé, dans ses deux variétés dure et tendre, revêt une importance capitale au niveau national. En effet, l'une des principales préoccupations de l'État est de développer sa production et de réduire son importation. La superficie allouée à sa culture s'élève à 1 974 987 hectares, tandis que sa production a atteint 3.88 millions de tonnes en 2019 (DSA, 2021). Voici, nous trouvons que sa production est insuffisante par rapport à la superficie cultivée. Cela est dû à plusieurs raisons technologiques, administratives, techniques et même naturelles. Parmi les facteurs naturels, la sécheresse, l'irrégularité des précipitations au cours des dernières années et la salinité des terres. (Selmi, 2000)

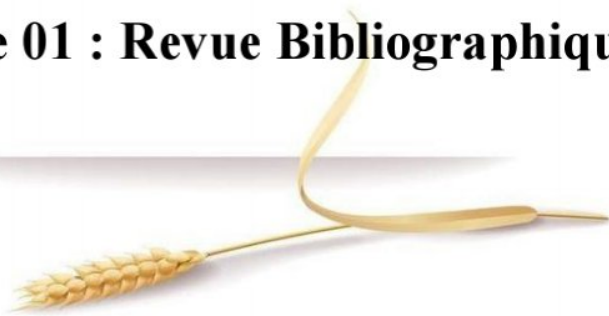
En effet, l'Algérie connaît une augmentation continue de la perte de terres arables, avec une estimation de 3.2 millions d'hectares affectés par la salinité (Benmahioul *et al.*, 2009. In Khelifa et Khenonaf, 2020). La salinité du sol est une contrainte abiotique majeure qui affecte négativement es aspects physiologique et biochimique de la plante , entraînant une réduction de son rendement (Almeida *et al* , 2014) cela est dû à L'accumulation du sodium dans les organes de la plante à la suite d'une entrée massive de certains ions toxiques tel que le chlore commence à exercer une action toxique, qui se manifeste par des lésions sur les feuilles, dès que la teneur en cet élément atteint 0,05% dans les tissus, la sensibilité à cet élément est variable suivant les espèces. (Gouny et Brachet, 1967 ; El Mekkaoui, 1990).

Étant donné que le blé est une culture stratégique faisant partie du programme de développement agricole, le ministère de l'Agriculture et du Développement Rural doit collaborer avec le ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique pour trouver des solutions qui renforcent ce secteur grâce à des recherches scientifiques permettant de lutter contre ce phénomène qui constitue un obstacle au développement de la production.

Ainsi, notre objectif est d'étudier la sélection de génotypes résistants au stress salin pendant la germination et la croissance de deux variétés de blé, le blé dur (**Vitron ; GTA**) et le blé tendre (**Boumerzoug ; Ain Abid**) dans des conditions contrôlées. Cette étude comprend deux parties : la première partie se compose de deux sections : la première section définit les deux types de blé, dur et tendre, tandis que la deuxième section aborde la définition du stress salin et son impact sur les plantes. La deuxième partie comprend également deux sections : la première section décrit les matériaux et méthodes utilisés, tandis que la deuxième section discute, analyse et interprète les résultats obtenus. Enfin, nous concluons notre recherche par une synthèse générale.



Partie 01 : Revue Bibliographique



Chapitre 01 : Présentation Des Plantes Etudiée

1. Définition :

1.1. Le blé dur :

Le blé dur appartient au genre *Triticum* et à l'espèce *durum* (Desfontaines). Il fait donc partie du groupe des espèces tétraploïdes. C'est une céréale cultivée dans de très nombreux pays surtout sous le climat méditerranéen comme l'Afrique du Nord et les grandes plaines des États-Unis. Il se caractérise par un épi à rachis solide, à glumes carénées jusqu'à leur base, à glumelle inférieure terminée par une longue barbe colorée ; un grain très gros (45 à 60mg), très riche en albumen, de texture vitreuse et par un appareil végétatif à tallage faible (souvent un seul épi par plante), à chaume long et souple, sensible à la verse (**Bennasseur, 2003**).

1.2. Le blé tendre :

Le blé tendre (*Triticum aestivum*), une céréale d'hiver. C'est l'espèce la plus importante des blés cultivés dans le monde (Fig. 11) , il est apparu dans le croissant fertile entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (**Auriau et Doussinault 1992 In Gallais et Bannerot, 1992**). Cette espèce a été diffusé vers l'Afrique et plus anciennement vers le Maghreb à partir de la péninsule italienne et de la Sicile (**Bonjean, 2001 In Boulal et al., 2007**).

2. L'origine génétique :

Selon **Boulal et al., (2007)** les origines du blé se situent dans le croissant fertile, plus précisément au sud de l'Anatolie et au nord de la Syrie, à partir de cette région La culture du blé a été diffusée par la suite vers l'Asie, l'Afrique et l'Europe (**Amrouche et Mesbah, 2017**). L'origine génétique du blé provient du croisement entre deux espèces *Triticum monococcum* (porteur du génome A) et d'une graminée sauvage appelé *Aegilops speltoides* (porteuse du génome B). Un dédoublement chromosomique a permis l'apparition d'un blé dur tétraploïde possédant un génome AABB avec un nombre total de chromosomes de $2n = 28$ (**Huang et al., 2002 ; Levy et Feldman, 2002**).

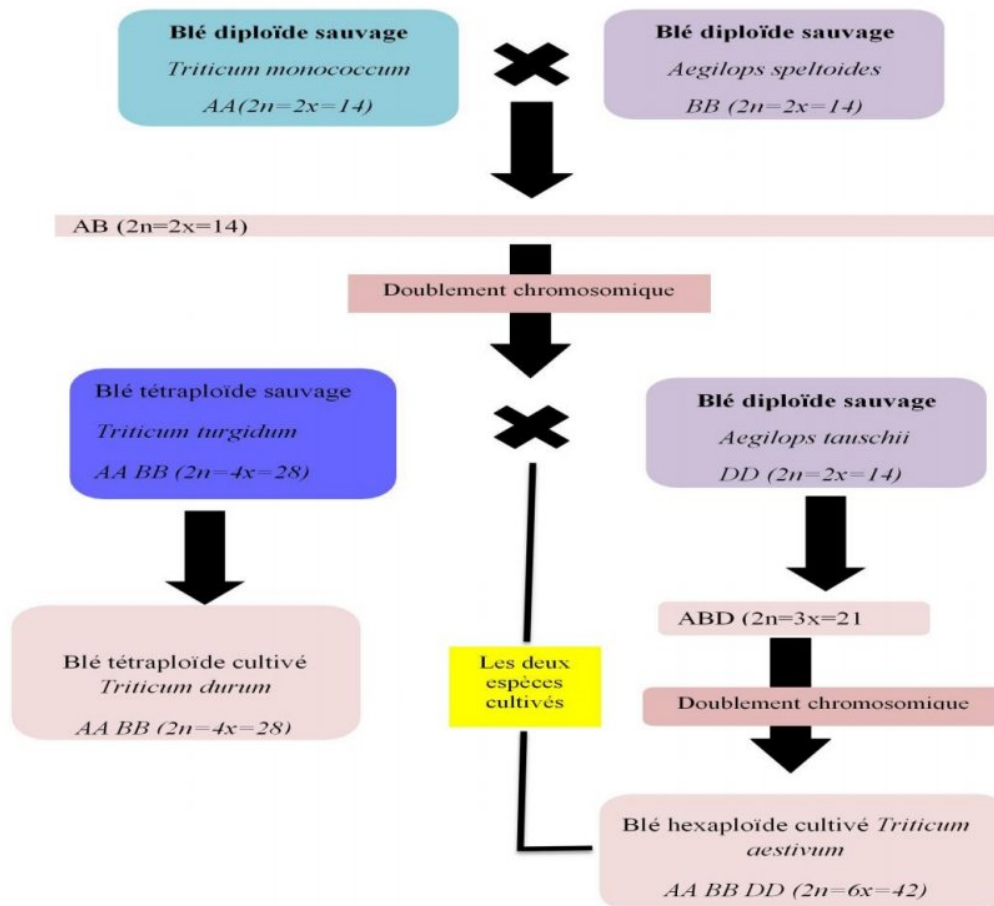


Figure 01 : Origine génétique du blé (Debiton, 2010)

3. Importance et production des céréales dans le monde et en Algérie

3.1. Dans le monde :

Les céréales sont parmi les denrées alimentaires les plus importantes au monde, jouant un rôle crucial dans la sécurité alimentaire et répondant aux besoins croissants de la population. La production mondiale totale de céréales pour l'année 2023 a atteint environ 2813,1 millions de tonnes. Parmi ces céréales, le blé occupe une place particulière en tant que l'une des cultures les plus consommées dans le monde.

En 2023, la production mondiale de blé a diminué de 3 % pour atteindre 777 millions de tonnes, comparativement au record de l'année précédente de 800 millions de tonnes en 2022. Cette baisse est principalement attribuée à la réduction de la production en Fédération de Russie et en Australie, deux pays qui avaient enregistré des productions record l'année précédente. Ce déclin est dû aux changements climatiques, notamment à l'augmentation de l'humidité et à la diminution des précipitations. (FAO,2023)

En 2023, l'Union européenne et la Chine ont dominé la production mondiale de blé, avec des productions respectives de 138,8 millions de tonnes et 138,5 millions de tonnes. L'Inde suit avec une production de 82,8 millions de tonnes, puis la Fédération de Russie et les États-Unis (FAO, 2023).

Tableau 01 : production mondiale de blé (principaux producteurs). FAO,2023

Pays	2021	2022	2023	2022/2023
Années				(Variation)
	Million de tonnes			%
Chine (continental)	136.9	137.7	138.5	0.6
Union Européenne	138.1	134.1	138.8	3.5
Inde	109.6	107.7	110.0	2.1
Fédération Russe	76.1	102.7	82.8	-19.3
États-Unis d'Amérique	44.8	44.9	45.2	0.6
Australie	36.2	39.2	28.2	-28.1
Canada	22.4	33.8	34.3	1.5
Pakistan	27.5	26.4	26.8	1.6
Ukraine	32.2	20.2	17.0	-15.8
Turquie	17.7	19.8	18.8	-5.1
Autres	100.4	89.4	94.9	6.1
Monde	777.7	800.9	776.7	-3.0

3.2. En Algérie :

En 2023, le secteur agricole en Algérie a été confronté à des défis climatiques sévères qui ont négativement affecté la production de céréales, avec une production totale de 3,6 millions de tonnes, soit une baisse de 12% par rapport à l'année précédente. La production de blé a été particulièrement touchée, atteignant 2,5 millions de tonnes, en baisse de 17%. Cela coïncide avec la troisième saison consécutive de sécheresse, entraînant une répartition irrégulière des précipitations et une réduction de la croissance des cultures. (FAO,2023).

Dans la wilaya de Skikda, l'impact des défis climatiques a été clairement manifeste, avec une production de blé dur et tendre d'environ 276 29,291 tonnes et 32 54,6 tonnes respectivement, pour une production totale de céréales de 357 00,541 tonnes.

Ces données illustrent l'impact des conditions climatiques rigoureuses sur la production agricole en Algérie en général, et dans la wilaya de Skikda en particulier, ces dernières années (DSA, 2023).

Tableau 02 : Production céréalière en Algérie (AFAO,2023)

Céréales Année	2018 - 2022	2022	2023	Changement 2023/2022
000 tonnes				%
Blé	3216	3000	2500	-16.7
L'orge	1275	100	1000	0.0
Avoine	82	81	76	-6.2
Autres	8	5	7	40.0
Total	4581	4086	3583	-12.3

4. Classification botanique de l'espèces étudiées :

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* des graminées. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec indéhiscant appelé caryopse constitué d'une graine et de téguments (Feillet, 2000).

La classification botanique du blé se trouve dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Classification botanique du " blé dur " et " blé tendre" (APG, 2009 In Bachiri, 2020) et (Kalarasse, 2018).

Classification	Blé dur	Blé tender
Embranchement	Spermaphytes	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes	Angiospermes
Classe	Monocotylédones	Monocotylédones
Ordre	Poales	Poales
Famille	Graminacées	Graminacées
Genre	Triticum	Triticum
Espèces	<i>Triticum durum</i> Desf.	<i>Triticum aestivum</i> L.

5. Biologie et cycle de développement de blé :

5.1. Description de la plante

5.1.1. Blé dur :

Description Graminée annuelle, souvent fortement touffue, atteignant 170 cm de haut ; tige (chaume) cylindrique, lisse, creuse sauf aux nœuds. Feuilles alternes distiques, simples et entières ; gaine arrondie, auriculée ; ligule membraneuse : limbe linéaire, de 15-40 cm ×1-2 cm, à nervures parallèles, plat, légèrement poilu. Inflorescence : épi terminal, dense, distique, de 4-12 cm de long, à épillets sessiles, solitaires sur un rachis en zigzag solide et poilu. Epillet de 10-15 mm de long, comprimé latéralement, à 4-7 fleurs bisexuées, mais dont les 1-3 supérieures sont généralement rudimentaires; glumes presque égales, oblongues, plus courtes à presque aussi longues que l'épillet, finement coriaces, à 5-11 nervures, fortement carénées sur toute la longueur, api-culées à aristées; lemme arrondie au dos, mais carénée vers l'extrémité, coriace, à arête de 8-20 cm de long; paléole à 2 carènes poilues; lodicules 2, ciliées; étamines 3; ovaire supère, se terminant par un petit appendice charnu et poilu, à 2 stigmates plumeux. Fruit : caryopse (grain) ellipsoïde, muni d'un sillon central sur l'une des faces (**Brink et Belay ; 2006**).

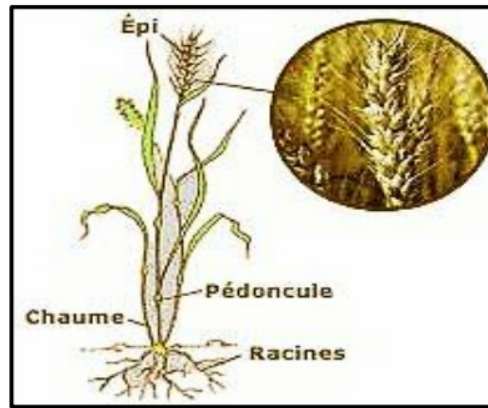


Figure 02 : *Triticum durum* Desf. (abecassis, 2012)

5.1.2. Blé tendre :

Description Graminée annuelle, en touffe, atteignant 150 cm de haut, à 2-5(-40) talles : tige (chaume) cylindrique, lisse, creuse sauf aux nœuds. Feuilles alternes distiques, simples et entières ; gaine arrondie, auriculée ; ligule membraneuse ; limbe linéaire, de 15-40 cm x 1-2 cm, à nervures parallèles, plat, glabre ou pubescent. Inflorescence : épi terminal distique de 4-18 cm de long, à épillets sessiles, solitaires sur un rachis en zigzag. Epillet de 10-15 mm de long, comprimé latéralement, à 3-9 fleurs bisexuées dont les 1-2 supérieures sont généralement rudimentaires, mais parfois 1 seule fleur bisexuée; glumes presque égales, oblongues, plus courtes que l'épillet, finement coriaces, carénées vers l'extrémité, apiculées à aristées lemme à dos arrondi mais caréné vers l'extrémité, coriace, aristée ou obtuse paléole 2-carénée, carènes poilues; lodicules 2, ciliées; étamines 3 ovaire supère, se terminant par un petit appendice charnu et poilu et 2 stigmates plumeux. Fruit : caryopse (grain) ellipsoïde, muni d'un sillon central sur l'une des faces, brun rougeâtre à jaune ou blanc. (Brink et Belay ; 2006).



Figure 03 : *Triticum aestivum* L. (Gérard et al., 2002)

5.2. Structure et composition du blé :

Le grain de blé est un caryopse, de forme ovoïde et présente, sur la face ventrale, un sillon qui s'étend sur toute sa longueur, et à la base dorsale se trouve l'embryon, surmonté d'une brosse. Le grain mesure de 5 à 7 mm de long, de 2,5 à 4 mm de large et de 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur. Sa couleur varie du jaune pâle (blé dur ou blé tendre dit blanc) à l'ocre roux (la plupart des blés tendres). Un grain pèse entre 20 et 50 mg (Surget et Barron, 2005).

Le grain de blé se compose de trois parties principales. (Fig. 03)

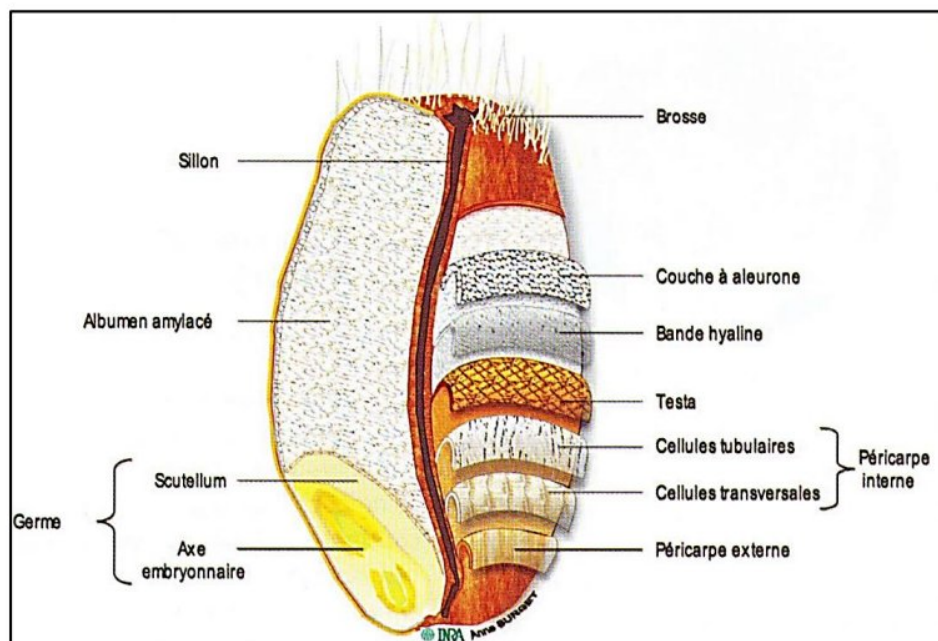


Figure 04 : Schéma d'un grain de blé en coupe longitudinale (Surget et Barron, 2005)

5.2.1. Les enveloppes et la couche à aleurone :

- Composées de six tissus différents.
- Représentent 12- 15% du poids

5.2.2. L'albumen ou amande (l'endosperme) :

- Constituée d'albumen qui donne la couleur au grain.
- Représente 80 – 85% du poids du grain.
- La farine est extraite de cette partie.

5.2.3. Le germe :

- Représente 2 – 3% du poids du grain.
- Contient l'embryon et le scutellum.

- Riche en vitamines (B1, B2, B6, E ...)
- Contient des oligo-éléments (potassium, phosphore, calcium et magnésium).
- Contient des protéines et des acides gras essentiels.
- Se développe en une nouvelle plante lorsqu'il est semé. (**Bonjean et Leblond., 1999**).

6. L'appareil végétatif

6.1. L'appareil reproducteur :

L'épi est constitué d'un groupe d'inflorescences et de fleur sans éclat, et l'épi se présente sous différentes formes (**Ainaoui et Lafala, 2016**), il ne contient pas de tige, mais plutôt un axe auquel les fleurs sont attachées. La collection d'épis contient 3 fleurs sans pétales, entouré de deux masses, et contient trois étamines ainsi qu'un ovaire surmonté de deux stigmates plumeux, produisant Un grain de blé (**Sadouki et boutouchent, 2018**).

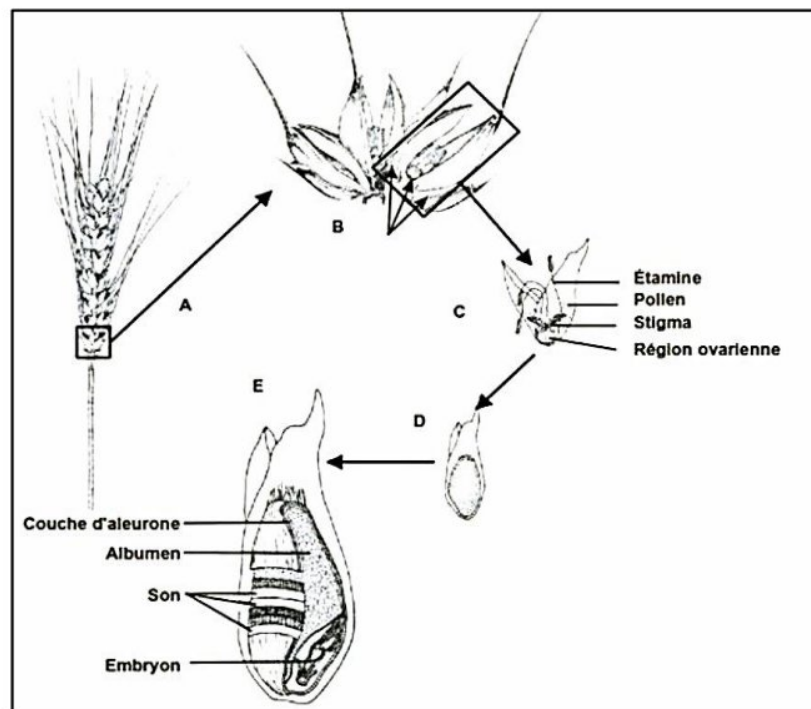


Figure 05 : Fleurs et graine (caryopse) de blé (Mekaoussi, 2015)

6.2. Système racinaire :

Un système fasciculaire se forme au cours du développement et comprend un système primaire et secondaire (**Mekaoussi,2015**) le système primaire est constitué de la racine, qui nourrit la plante, tandis que le système secondaire, qui résulte de la couronne, est plus épais, en forme de vessie et plus répandue (**Ferjani et Talebi, 2015**).

6.3. Système aérien :

Il se compose de la tige et des nœuds d'où émerge une longue feuille, et comprend également de nombreuses parties des gaines (Siouda et Benkhelifa,2016) .la tige porte les parties de la plante et forme une base entourant la plante, tandis que Les feuilles sont disposées en deux rangées autour de la tige avec des nervures sont parallèles et disposées (Belkhodja et ghlamallah,2015).

Les feuilles se composent d'une partie inférieure et d'une partie supérieure, où la partie inférieure entoure les bourgeons et la tige, et la partie supérieure(lame) porte les feuilles. (Moule, 1971)

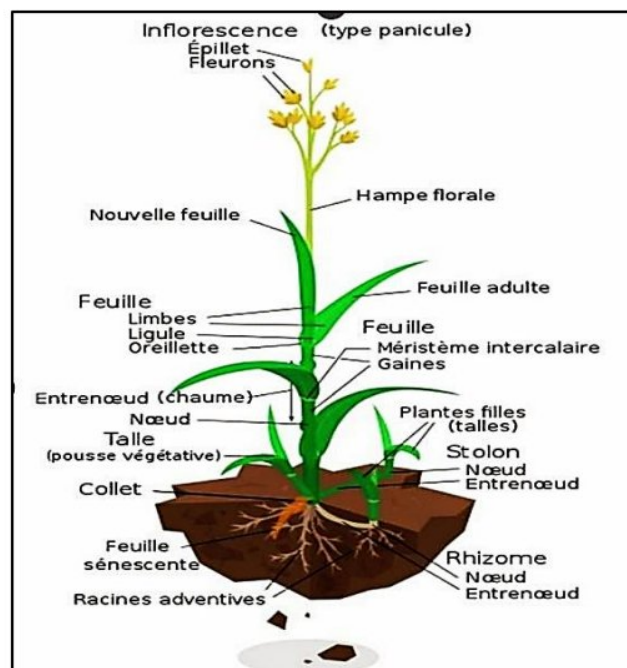


Figure 06 : Diagramme d'une graminée typique du blé dur (Sadouki et Boutouchent, 2018).

7. Croissance et développement :

Le cycle biologique du blé comprend trois grandes périodes successives subdivisées en phases et en stades.

7.1. Période végétative :

Elle se caractérise par le développement herbacé et s'étend du semis jus qu'a' fin du tallage, elle se divise en deux étapes :

A- Phase de germination – levée :

La germination est la première phase du développement d'une plante.

C'est le début de l'émission des racines primaires, garnis de poils absorbants. En même temps, la coléoptile, gainant la première vraie feuille, s'allonge vers la surface, où il laisse percer la première feuille, c'est la levée. La température minimale de germination des graines de blé est de 3°C. la germination de germe commence lorsque la graine consomme de l'eau et se termine par la manifestation radicale. (Koudri *et al.*, 2022)

B- Phase levée – tallage :

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). La nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (Austin et Jones, 1975, In Bourak, 2018).

7.2. Période reproductrice :

Dite aussi période de montée, elle est dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain. Elle comprend :

a- Phase montaison-gonflement :

Au sommet du bourgeon terminal se produit le début du développement de l'épi. Parallèlement, on assiste à l'allongement des entre nœuds. La montaison se manifeste à partir du stade épi à 1cm du plateau de tallage qui se caractérise par une croissance active des tallages. A la fin de la montaison apparaît là ce terme désigne la dernière feuille sortie. Cette feuille est essentielle car elle seule contribuer à 75% du rendement (Zitouni, 2006).

b- Phase épiaison-floraison :

A ce stade, la formation des organes floraux est achevée et la pollinisation a lieu, ce qui correspond au niveau maximum de croissance des plantes. (Bourak, 2018). La formation du grain se fait quand les grains du tiers moyen de l'épi parviennent à la moitié de leur développement. Ils se développent en deux stades :

- Le stade laiteux.
- Le stade pâteux (Benamieur *et al.*, 2011).

7.3. Période de formation et de maturation :

Au cours de cette dernière période.

a- Grossissement du grain :

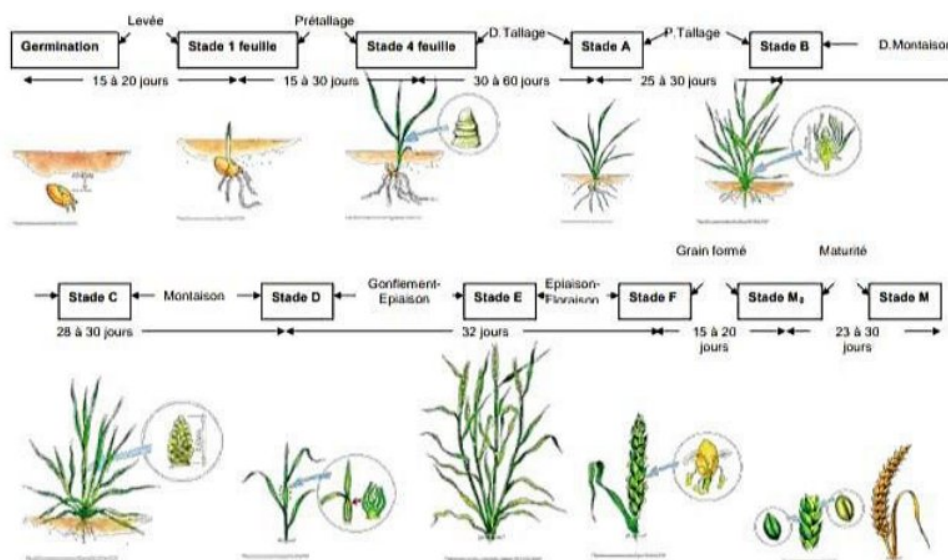
Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains. De cette phase, 40 à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou (Bourak, 2018).

b- Maturation du grain :

Au-delà de cette période, La quantité d'eau contenue dans le grain tend à se stabiliser c'est le pallier hydrique (Mazouz, 2006). La phase se termine par le stade pâteux. Le grain à ce stade s'écrase en formant une pâte.

Enfin, le grain devient dur et de couleur jaunâtre. C'est le stade de la maturation physiologique (Boufenar et Zaghouane, 2006).

Remarque : En général, toutes les céréales ont le même cycle de développement et les dates de déclenchement des stades de développement dépendent essentiellement des températures et des photopériodes accumulées par la culture depuis sa germination (Benchikh 2015, Mellouki et salahi, 2018).



Figur 07 : différents states de développement du blé.

8. Exigences de la céréaliculture :

8.1. Exigences climatiques :

Le climat est un facteur important dans la culture des céréales, c'est pourquoi tout agriculteur doit connaître et collecter toutes les données moyennes mensuelles relatives aux différents facteurs du climat à savoir, la précipitation, la température, la vitesse du vent, l'humidité relative de l'air ainsi que celles relatives à l'évaporation potentielle ont été collectées à partir de la station météorologique de la station de l'institut National de la Recherche Agronomique. (Mellouki et salahi, 2018).

8.1.1. La température :

Température est l'un des facteurs importants pour la croissance et l'activité végétative. Selon Le blé à un zéro de végétation très bas, à 0° c, son exigence en chaleur est très élevée, pour accomplir son cycle végétatif, il lui faut un cumul de température total de 2300°c, qui se répartissant comme suite :

- Semi-germination 150° c.
- Germination- tallage 500 °c.
- Tallage- floraison 85° c.
- Floraison-maturation 800° c. (Soltner,1988 In Louradi et Fouta ,2020).

À chaque étape du cycle de croissance du blé, la température reste constante et est considérée comme un facteur qui détermine la physiologie du blé. Elle varie également d'un type à l'autre, car elle affecte la vitesse de croissance. Chaque étape du développement du blé nécessite des températures spécifiques. (Sadouki *et al.*,2018).

8.1.2 Eau :

L'eau est très importante pour la croissance des plantes. En plus de l'eau qui compose les cellules, qui est impliquée dans la synthèse des glucides catalysée par la chlorophylle, l'eau est le support des minéraux solubles de la sève brute (Soltner,1990).

Dans ce contexte, il est intéressant de déterminer le coefficient de transpiration des céréales, c'est-à-dire la quantité d'eau que la plante doit traverser pour produire une certaine quantité de matière sèche. Chez le blé, le coefficient de transpiration varie entre 450 et 550 grammes d'eau par gramme de matière sèche selon la variété (Clement et Prats, 1970).

La quantité globale d'eau absorbé par un hectare d'orge est plus faible pour le blé (Clement Grandcourt, 1971 ; Ramdane et Fouta,2023).

8.1.3. La sécheresse :

Un terme météorologique défini par la période pluviale est insuffisant, Il faut noter que les céréales sont confrontées à plusieurs types de sécheresse qui les affectent au cours de leur cycle de développement, il s'agit de :

- La sécheresse au début de cycle végétatif et qui affecte l'installation de la culture.
- La sécheresse du milieu de cycle végétatif et qui affecte principalement la fertilité des organes reproducteurs de la plante.
- La sécheresse de fin de cycle végétatif qui affecte la formation et le remplissage du grain (**Benseddik et Benabdelli, 2000 ; Sadouki et Boutouchent, 2018**).

8.1.4. La lumière :

Est un paramètre climatique indispensable qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé, le bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairage (**Soltner, 1988 ; Bouti et al., 2020**). Le plant de blé dur est considéré comme l'une des cultures avec une longue période d'éclairage, car il est de 12 à 14 heures (**Aknouche et Laib, 2017**).

8.2. Exigences édaphiques :

Le blé prospère sur une gamme assez variée de sols, les meilleures terres de blé sont les terres de limon argilo-calcaires et argilo-siliceuses (**Moule, 1971. Soltner, 2005**) détermine trois caractéristiques pour une bonne terre à blés :

- Une texture fine, limono-argileuse, qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact, et partant une bonne nutrition.
- Une structure stable, qui résiste à la dégradation par les pluies d'hiver. Le blé n'y souffrira pas d'asphyxie et la nitrification sera bonne au printemps.
- Une bonne profondeur, et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux gros rendements. Les blés sont sensibles au calcaire et à la salinité ; un pH de 6,5 à 7,5 semble indiqué puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote (**Aknouche et Laib, 2017**).

Chapitre 02 : La Salinité

1. Définition :

La salinité est considérée comme l'un des facteurs abiotiques les plus importants affectant la production végétale et la sécurité alimentaire dans le monde après la sécheresse, puisqu'elle touche environ 20 % des terres agricoles (**Flowers, 2004 ; Jones, 2007 ; Munns et al., 2006**). Ce phénomène résulte de l'accumulation de dissous à un pourcentage élevé au-dessus du niveau naturel. Par conséquent, une salinité élevée (**GAO et al., 2008**) affecte la croissance des plantes, car elle réduit la capacité génétique des plantes à différents stades de leur développement, affectant la capacité osmotique de la solution du sol ainsi que l'absorption de l'eau par les racines, ce qui entraîne un manque d'humidité et d'eau dont le sol a besoin. (**Munns et al., 2006**)

Bien que ce phénomène soit naturel, l'homme y joue un rôle majeur à travers les différentes pratiques qui affectent l'écoulement du sol et de l'eau, ce qui augmente le taux de salinité et provoquant ainsi une dégradation des terres et donc une diminution de la production. (**Djilali et Daoud, 2000**).

2. Origine de la salinité :

2.1. Salinisation primaire :

Il s'agit d'une salinisation naturelle résultant de l'accumulation d'un groupe de sels d'origines différentes pendant de longues périodes (**antipolis, 2003 ; Zahow et amrhein, 1992**) et elle se produit en raison de plusieurs facteurs, parmi lesquels le changement des matériaux des roches mères, qui contiennent également des sels solubles. Travaille à briser les roches et à produire ces sels, notamment des chlorures, du sodium et du calcium, ainsi que du magnésium et autres (**Parihar et al., 2015**). Le climat peut être une autre cause de salinisation en plus des facteurs physiques (**Belaadi, 2014**).

2.2. Salinisation secondaire :

Il s'agit d'un processus ultérieur de formation du sol (**Durand, 1974 In Noomene, 2011**) et c'est un phénomène grave qui menace la production agricole dans le monde (**Badraoui et Meziari, 2019**), car il est dû à plusieurs facteurs, parmi lesquels les activités agricoles qui reposent sur l'équilibre hydrologique du sol à partir des eaux usées. Telles que l'irrigation et les

pluies. De plus, l'absence d'un réseau de drainage adapté pour filtrer et éliminer les sels entraîne leur dépôt dans le sol. L'utilisation de quantités importantes d'engrais minéraux Sur de longues périodes est également l'une des causes de la salinisation (**Lahlou et al., 2000**).

3. Importance de la salinité :

La salinité est considérée comme le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. En général, l'augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation augmente la salinité du sol. (**Kherfiw et Brahmi, 2011**).

Elle est également considérée comme une mesure très importante pour déterminer les terres et les cultures à planter. Par conséquent, des analyses doivent être effectuées sur l'eau d'irrigation et le sol sur lequel elle est destinée à être plantée, car les plantes diffèrent d'une plante à l'autre par leurs caractéristiques. Capacité à tolérer la salinité et à s'y adapter. (**Ramdane et Seniguer, 2023**).

La teneur en sel peut avoir un effet stimulant sur la croissance et le développement des plantes, et pour certaines, cela peut être le contraire. Le phénomène de salinité constitue une menace pour la plupart des pays du monde, dont l'Algérie, qui a provoqué une baisse de la croissance des cultures dans les zones semi-arides. (**Ben Jeddou et Djalabi, 2021**).

4. La salinité et la plante :

4.1. Définition du stress :

Le stress est l'ensemble des perturbations physiologiques ou pathologiques provoquées dans un organisme. (**Marouf et Raynaud, 2021 In Bouazza et Boghoufala, 2021**).

Selon **ZIADI, 2001**. Il représente les facteurs responsables des perturbations subies par la plante au cours de son développement.

- Les plantes sont généralement soumises à deux types de stress :
 - a- Stress biotique : causé par des organismes tels que les insectes, les herbivores, les bactéries, etc.
 - b- Stress abiotique : qui sont principalement dû à des facteurs environnementaux tels que la sécheresse, le manque ou l'excès d'eau, la température, la salinité, les osmotiques, et les produits oxydés... (**Abid et al., 2015 ; et Vincent, 2006**).

4.2. Stress salin :

C'est une concentration excessive en sel dans le sol ou l'eau d'irrigation. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- (**Hopkins, 2003**). La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés. Considérées (**Levigneron et al., 1995**).

4.3. Mécanisme de toxicité du chlorure de sodium :

4.3.1. Stress osmotique :

Song et al., 2005. Indiquent l'existence d'une relation directement proportionnelle entre la concentration de sel et la pression osmotique, où cette dernière augmente directement avec une concentration plus élevée de sel dans le sol. Cela rend l'absorption d'eau du sol encore plus difficile en raison de l'effet du NaCl qui entrave la capacité des racines à absorber l'eau.

La concentration en sel dans le sol augmente avec le contenu en eau, car elle augmente avec le séchage. Ainsi, les excès de sel, qui nuisent aux plantes, sont atteints plus rapidement dans les sols sableux que dans les sols argileux, qui absorbent les ions sodium grâce à leurs charges négatives (**Chinnusamy et al., 2004**).

4.3.2. Stress ionique :

Définie par l'accumulation excessive des ions (Na^+) et (Cl^-) dans les tissus végétaux, perturbant ainsi l'équilibre ionique cellulaire de l'organisme vivant. (**Munns et Tester, 2008**).

4.3.3. Stress nutritionnel :

L'accumulation de quantités très élevées de sel dans l'environnement provoque des changements dans la répartition des minéraux, en particulier en ce qui concerne les transporteurs ioniques à l'intérieur des cellules vivantes. Le sodium (Na) entre en compétition avec le potassium (K) et le calcium (Ca), tandis que le chlorure (Cl) rivalise avec les nitrates (NO_3), les phosphates (PO_4) et les sulfates (SO_4). (**Ansli, 2019**).

4.3.4. Stress oxydatif :

Le stress oxydatif résulte d'un déséquilibre dans la production, ou plutôt d'une surproduction des espèces réactives de l'oxygène (ROS), qui causent des dommages importants à la structure cellulaire et au métabolisme, entraînant un déséquilibre et la mort cellulaire.

L'équilibre entre la production et la destruction des ROS est régulé par un système antioxydant, garantissant l'équilibre cellulaire et contribuant aux signaux de croissance et de développement en collaboration avec les hormones végétales. (**Dizengremel, 2023**).

4.4. Effet de salinité sur les plantes :

4.4.1. Effet de salinité sur la germination :

L'excès de salinité du sol affecte négativement la germination des graines, et certaines espèces ne peuvent pas s'adapter aux environnements salés. Lorsque les graines de blé germent dans un sol salé, les composants du blé changent (**Brahimi, 2017**).

La présence de chlorure de sodium prolonge également sa période de germination et retarde ainsi son apparition (**Ramdane et Seniguer, 2023**).

4.4.2. Effet de salinité sur la croissance :

De nombreuses études ont montré une diminution de la croissance des plantes due à la salinité du sol ou encore à la qualité de l'eau irriguée avec celui-ci. L'effet de la salinité varie d'un type à l'autre. Le chlorure de sodium peut augmenter la croissance et le développement des plantes, mais il le fait à un moment donné certain niveau (**Brahimi, 2017**).

4.4.3. Effet de salinité sur la partie aérienne :

L'effet de la salinité se fait sentir sur la partie aérienne, qui se trouve sur la tige en réduisant la longueur de la tige, tandis que sur les feuilles il y a une nécrose, un changement de couleur et une réduction de la chlorophylle, en raison de fortes concentrations de sels (**Bentayeb et Douadi, 2020**).

4.4.4. Effet de la salinité sur la partie racinaire :

Il a été démontré que la salinité affecte particulièrement la croissance des racines des plantes dans des conditions de stress salin élevé, et qu'elle maintient également une croissance racinaire relativement forte. Les plantes utilisent plus de 98 % de l'énergie générée par la photosynthèse pour survivre (**Ramdane et Seniguer, 2023**). L'excès de sel dans l'environnement racinaire provoque également des plantes naines (**Bentayeb et Douadi, 2020**).

4.4.5. Effets de la salinité sur les principales fonctions chez les plantes :

4.4.5.1. Effets de la salinité sur les échanges gazeux :

La salinité est l'un des facteurs abiotiques les plus restrictifs pour la croissance des plantes et diminue la productivité agricole. Elle provoque des modifications structurelles des stomates des feuilles, réduisant leur nombre et leur taille. Cette modification ferme ces stomates, diminuant ainsi l'efficacité des échanges gazeux entre la plante et l'atmosphère. Cette fermeture entraîne une baisse significative du taux de photosynthèse et du taux de transpiration des plantes, réduisant la quantité de gaz nécessaire pour le processus de photosynthèse (**Hatami et al., 2010**).

4.4.5.2. Effets de la salinité sur la photosynthèse :

L'impact de la salinité est notable sur l'activité physiologique de la feuille, en particulier sur le processus de la photosynthèse, étant le principal facteur de la baisse de la productivité de la plante. Cette diminution de la photosynthèse est attribuable à une insuffisance en eau dans les feuilles, ce qui entraîne la fermeture des stomates.

Cette fermeture réduit l'efficacité de la conductance stomatique et diminue la présence de dioxyde de carbone dans les stomates, ce qui réduit le renouvellement du RuBP (Ribulose Biphosphate) et diminue sa disponibilité (**Benyahia, 2020**).

4.4.6. Effets de la salinité sur le rendement des plantes :

Lorsque les grains sont exposés au stress salin, il y a un impact sur la qualité de la récolte, tel que plus la salinité est élevée, plus son impact sur l'évolution du nombre d'épillets par épi et du poids du grain est important. La salinité diminue le rendement plus souvent en réduisant le nombre de pointes portant les épillets, le poids de l'épi et le poids de 1000 graines (**Lahouel, 2014**).

4.4.7. Effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction :

D'après les études menées en (2005) par **Hu et al.**, un effet négatif du sel sur la croissance des plantes de blé et leurs organes de reproduction a été découvert. De plus, dans une autre étude menée par **Munns et Rawson en (1999)**, il a été conclu que l'accumulation de sel dans le méristème du blé avait un impact négatif sur le processus de reproduction et la croissance de la plante. Ils ont démontré que de courtes périodes d'exposition au stress salin pendant la phase de formation des organes reproducteurs peuvent entraîner des conséquences irréversibles sur la fertilité de l'épi de blé, entraînant la perte des ovaires.

4.5. Tolérance des plantes à la salinité :

Les plantes exposées à des niveaux élevés de salinité développent différents mécanismes de résistance. (Maalej *et al.*, 1998 In Tahraoui, 2016).

La tolérance des plantes à la salinité est leur capacité à s'adapter à des niveaux élevés de sel sans affecter leur croissance ou leur cycle de vie. Les plantes capables de cette tolérance sont appelées plantes halophytes, caractérisées par leur diversité morphologique, taxonomique et physiologique, ce qui les aide à faire face aux conditions salines et non salines. Elles développent des mécanismes biochimiques et cellulaires, notamment l'accumulation sélective ou l'exclusion des ions, le contrôle de l'absorption racinaire et de son transport vers les feuilles, la synthèse de composés compatibles, la compartimentation ionique au niveau cellulaire et au niveau de la plante entière, la modification de la voie photosynthétique et de la structure membranaire, ainsi que l'induction d'enzymes antioxydantes et d'hormones végétales (Zinelabidine, 2015).



Partie 02 : Etude Expérimentale



Chapitre 01 : Matériel et Méthode

1. L'objectif de l'essai :

Cet essai a été réalisé sur quatre variétés de céréales de blé dur (*Triticum durum* Desf) (**Vitron ; GTA**) et blé tendre (*Triticum aestivum* L.) (**Ain Abid ; Boumerzoug**) traitées avec du chlorure de sodium (Na Cl) à trois concentrations différentes : 50mMol, 100mMol, 150mMol et traitement n'ayant pas reçu de Na Cl constitue le témoin.

L'objectif du travail est de déterminer l'influence du stress salin sur la germination et la croissance de quatre variétés de grains afin de déterminer leur tolérance à la salinité. Cette étude a été initiée entre janvier et mai 2024.

2. Présentation du site de l'essai :

La recherche a été réalisée au laboratoire et la serre d'agronomie de la faculté des sciences de la nature et de la vie département d'agronomie l'Université 20 août 1955 Skikda au cours de l'année académique 2023-2024.

3. Matériel végétal :

L'expérimentation a été réalisée sur quatre variétés de blé dur (**Vitron ; GTA**) et de blé tendre (**Boumerzoug ; Ain Abid**), (photo 1). Les semences utilisées pour évaluer l'effet de différents traitements au Na Cl sur la germination et les paramètres de croissance des quatre variétés testées ont été fournies par (ITGC) d'El Kharroub Constantine.

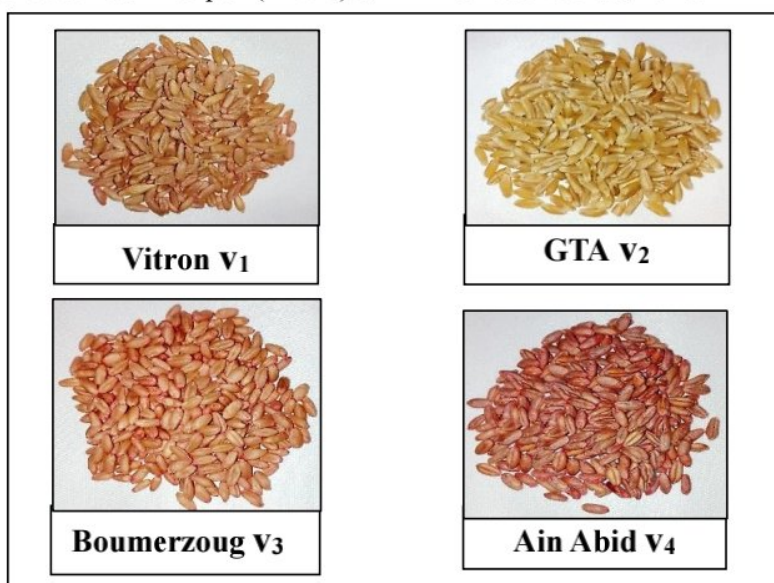


Photo01 : Photo représente les graines des deux variétés testées (Photo personnelle)

Tableau 04 : Caractéristiques et origines des espèces étudiés :(**kheniche *et al.*, 2020** ; **Bouthiba et Debaeke, 2009**).

Variété	Origine	Caractéristique
Vitron	Espagne	Paille haute à moyenne, cycle végétatif demi-précoce, tallage moyen, mieux adaptée aux régions arides et semi-arides, sensible aux maladies, bonne productivité.
GTA	Cimmyt-Mexique	Caractéristiques morphologiques : le grain est de forme allongée. Le grain est gros et roux Caractéristiques technologiques : cette variété présente de bonne caractéristique technologique. Productivité : moyenne
Boumerzoug	Cimmyt-Mexique	Rendement élevé bonne force boulangère résistante aux maladies rouille brune et jaune et à la Fusariose sensible à la septoriose taille moyenne
Ain Abid	Espagne	Cette variété de blé tendre est introduite en 1986 de l'Espagne, elle est de cycle végétatif semi précoce et de très bonne productivité tolérante à la gelée, la zone d'adaptation est les hauts plateaux.

4. Méthodes d'étude :

4.1. Solutions salées :

Concentration des solutions salines utilisées :

- Concentration témoin C0 : 0 m Mol de Na Cl.
- Concentration C1 : 50 m Mol de Na Cl.
- Concentration C2 : 100 m Mol de Na Cl.
- Concentration C3 : 150 m Mol de Na Cl.

Nous avons réalisé des répétitions un taux de 4 fois pour chaque concentration dans chaque variété $4 \times 4 \times 4 = 64$ unités expérimentales



Photo 02 : Le boîte du Na Cl utilisé (Photo personnelle)

4.2. Dispositif expérimental :

Notre travail a été constitué deux parties, la première partie est réservée à l'essai de germination, et la seconde partie est consacrée à l'étude de la croissance.

4.2.1. L'essai de germination :

Le test de germination a été réalisé sur quatre variétés de blé (dur et tendre) dans des boîtes de Pétri stériles de 9 cm de diamètre et 1,3 cm d'épaisseur. L'expérience était un dispositif aléatoire complet avec quatre répétitions (R1, R2, R3, R4) et quatre traitements : C0, C1, C2, C3. Chaque boîte contenait 25 graines, préalablement stérilisées et placées sur des couches de papier absorbant recouvrant les boîtes de Pétri. Les traitements consistaient en des concentrations de 0, 50, 100 et 150 m Mol de chlorure de sodium (Na Cl). Les graines étaient immergées dans 25 ml de solution toutes les 48 h.

L'essai de germination réalisé en laboratoire a été caractérisé par des conditions favorables : la température était de 23 °C, l'humidité était de 30 % et la photopériode lumière-obscurité était de 8 à 16 h.

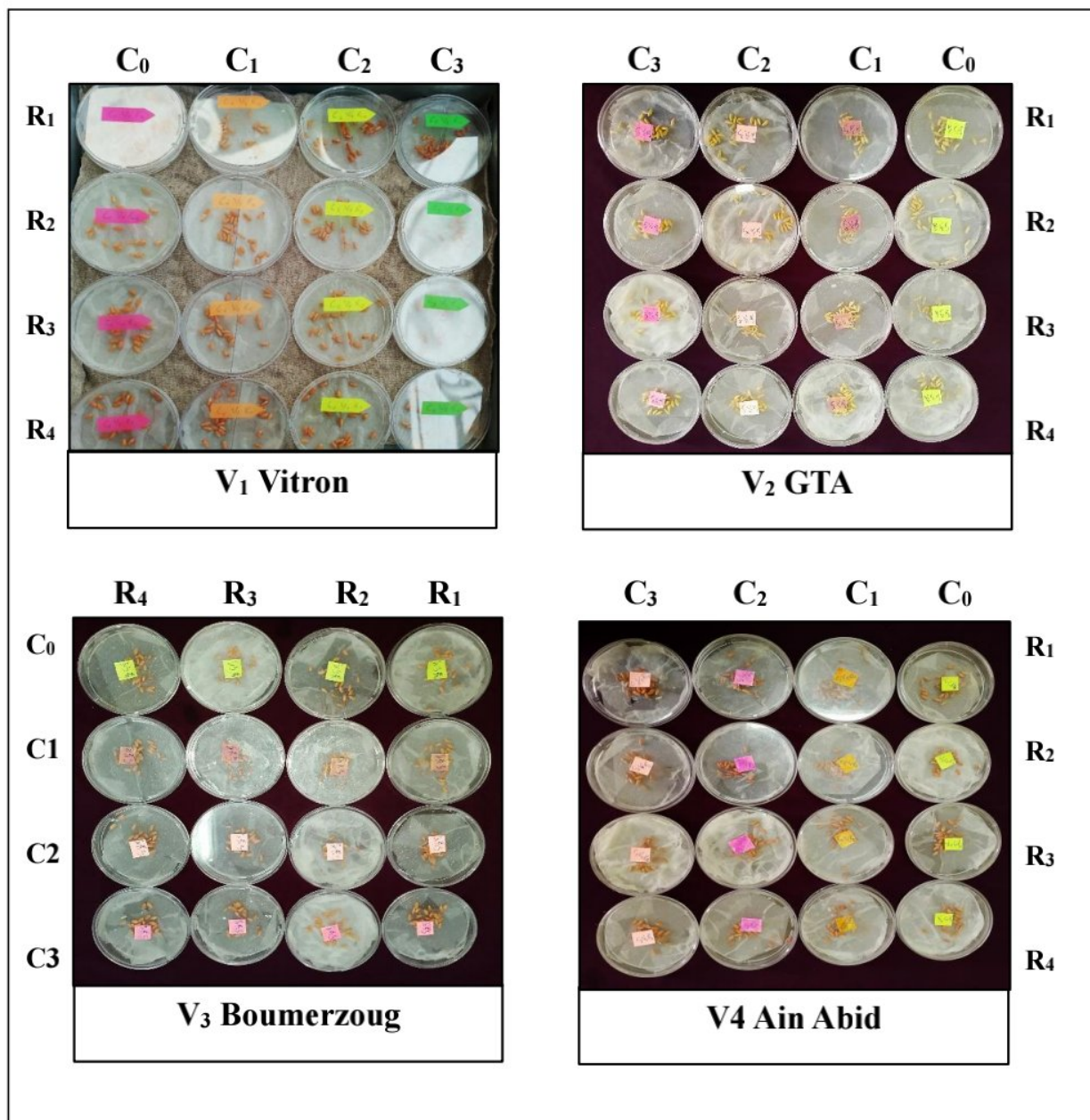


Photo 03 : Le dispositif expérimental de l'essai de germination (Photo personnelle)

4.2.2. L'essai de croissance :

La culture des plantes a été réalisée dans des pots en plastique d'une capacité de 5 Kg, ayant une hauteur de 21 cm et dont les diamètres supérieurs et inférieurs sont respectivement de 23.8 cm et de 15 cm. le fond des pots a été perforé.

- Le sol utilisé a subi un tamisage afin d'éliminer les débris végétaux, animaux et gravier pour n'obtenir que du sol fin.
- Le semis a été réalisé à raison de 12 graines par pot et pour chaque concentration.
- Chaque traitement contient quatre répétitions Pendant la période de l'expérience, les pots témoins ont été irrigués avec de l'eau distillée uniquement.
- D'autre part, les pots sous pression irrigués avec une solution saline (50, 100,150 m Mol) Na Cl.

Tableau 05 : La distribution des unités expérimentales et les répétitions composées.

Concentrations C								
Var/Rép	Vitron V ₁				GTA V ₂			
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3
R1	C ₀ V ₁ R ₁	C ₁ V ₁ R ₁	C ₂ V ₁ R ₁	C ₃ V ₁ R ₁	C ₀ V ₂ R ₁	C ₁ V ₂ R ₁	C ₂ V ₂ R ₁	C ₃ V ₂ R ₁
R2	C ₀ V ₁ R ₂	C ₁ V ₁ R ₂	C ₂ V ₁ R ₂	C ₃ V ₁ R ₂	C ₀ V ₂ R ₂	C ₁ V ₂ R ₂	C ₂ V ₂ R ₂	C ₃ V ₂ R ₂
R3	C ₀ V ₁ R ₃	C ₁ V ₁ R ₃	C ₂ V ₁ R ₃	C ₃ V ₁ R ₃	C ₀ V ₂ R ₃	C ₁ V ₂ R ₃	C ₂ V ₂ R ₃	C ₃ V ₂ R ₃
R4	C ₀ V ₁ R ₄	C ₁ V ₁ R ₄	C ₂ V ₁ R ₄	C ₃ V ₁ R ₄	C ₀ V ₂ R ₄	C ₁ V ₂ R ₄	C ₂ V ₂ R ₄	C ₃ V ₂ R ₄
Var/Rép	Boumerzoug V ₃				Ainabid V ₄			
	C0	C1	C2	C3	C0	C1	C2	C3
R1	C ₀ V ₃ R ₁	C ₁ V ₃ R ₁	C ₂ V ₃ R ₁	C ₃ V ₃ R ₁	C ₀ V ₄ R ₁	C ₁ V ₄ R ₁	C ₂ V ₄ R ₁	C ₃ V ₄ R ₁
R2	C ⁰ V ₃ R ₂	C ₁ V ₃ R ₂	C ₂ V ₃ R ₂	C ₃ V ₃ R ₂	C ₀ V ₄ R ₂	C ₁ V ₄ R ₂	C ₂ V ₄ R ₂	C ₃ V ₄ R ₂
R3	C ₀ V ₃ R ₃	C ₁ V ₃ R ₃	C ₂ V ₃ R ₃	C ₃ V ₃ R ₃	C ₀ V ₄ R ₃	C ₁ V ₄ R ₃	C ₂ V ₄ R ₃	C ₃ V ₄ R ₃
R4	C ₀ V ₃ R ₄	C ₁ V ₃ R ₄	C ₂ V ₃ R ₄	C ₃ V ₃ R ₄	C ₀ V ₄ R ₄	C ₁ V ₄ R ₄	C ₂ V ₄ R ₄	C ₃ V ₄ R ₄

4.3. Application du Stress :

Le stress a été appliqué à trois stades du cycle de vie de la plante, la première application 15 jours après la plantation dans la troisième feuille, la deuxième application 10 jours après la première application, la troisième application se fait après l'émergence des épis.

4.4. Paramètres étudiés :

Les paramètres étudiés au cours de ce travail sont :

4.1.1. Germination :

4.4.1.1. Taux de germination :

Ce paramètre est le meilleur moyen de déterminer la concentration en sel, qui est la limite physiologique de la germination des graines. Il s'exprime par le rapport entre le nombre de graines germées sur nombre total de graines. (Come, 1970).

Le taux de germination (TG) est calculé selon la relation : $TG = Ni \times 100 \div Nt$.

Ni : nombre des graines germées. **Nt** : nombre totale de graines utilisées.

4.4.1.2. Longueur des plantules :

Pour déterminer l'effet du stress salin sur la germination nous avons mesuré la longueur des plantules. Avant prélèvement de matériel végétal nous avons mesuré la longueur des plantules en centimètres (cm) à l'aide du Papier millimétrique.

4.4.1.3. Poids frais des parties aérienne et souterraine :

Après 10 jours de l'expérience, on a pesé les plantules de chaque traitement, avec élimination des graines non germées.

4.4.1.4. Poids sec des parties aérienne et souterraine :

Les organes des plantes utilisés pour déterminés le poids frais des parties aériennes et souterraines, pour les différentes variétés ont été placés dans l'étuve à 60C° pendant 24h pour déterminer le poids sec.

4.1.2. Croissance :

4.1.2.1. Longueur de la plante :

Elle est mesurée du ras du sol jusqu'au sommet de la plante à l'aide d'un ruban mètre.

4.1.2.2. Longueur de tige :

Elle est mesurée du niveau du sol au niveau du col à l'aide d'un ruban mètre.

4.1.2.3. Longueur de l'épi avec barbe :

Elle est mesurée à partir de la base de l'épi (1er article du rachis) jusqu'à l'extrémité supérieur des barbes.

4.1.2.4. Longueur de l'épi sans barbe :

Elle est mesurée sur des épis avec des barbes coupées à partir de la base de l'épi jusqu'au Sommet de l'épillet terminal

4.1.2.5. La surface foliaire (SF) : la surface foliaire a été déterminée par la méthode de **Paul et al. (1979)**, qui consiste à reprendre la feuille de blé sur papier calque, puis découper les contours du papier, ce dernier est pesé (pf). Pour notre cas les mesures ont été effectuées sur la feuille étendard. On coupe un carré de 1cm de côté S [(1cm²)] de ce même papier qui est également pesé On en déduit la surface assimilatrice « S », selon la formule suivante :

$$SF \text{ (cm}^2\text{)} = PF \times S \text{ (1cm}^2\text{)} \div P \text{ (1cm}^2\text{)}.$$

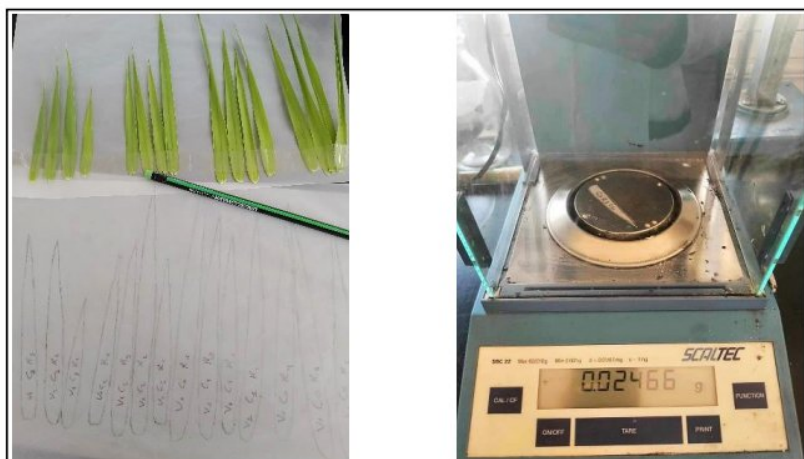


Photo 04 : Mesure de la surface foliaire (photo personnelle).

4.1.2.6. Teneur relative en eau TRE (%) :

La teneur en eau relative (TRE) est calculée selon l'étude de **Bajji et al., (2001)** par **Barrs (1968)**. L'avant-dernière feuille de chaque plantule est retirée et placée dans du papier d'aluminium pour réduire la perte d'eau transpiration. Les échantillons de feuilles sont pesés directement pour déterminer le poids frais (PF). Ils sont ensuite placés dans des tubes à essai remplis à moitié d'eau distillée et conservés dans un endroit frais et sombre. Le poids turgide

(PT) est déterminé 24 heures plus tard. Le poids sec (PS) est déterminé après avoir placé les échantillons de feuilles dans une étuve ventilée dont la température a été portée à 80°C, pendant 48 h.

La TRE est déduit par la formule suivante : $TRE (\%) = 100 [PF - PS \div PT - PS]$



Photo 05 : Les tubes à essai (Photo personnelle).

4.5. Analyse des données :

Afin de caractériser les différences entre les variétés testées en fonction des différents paramètres mesurés, nous avons calculé certains paramètres statistiques à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement de données statistiques « Excel STAT Version 2014

Chapitre II : Résultats et Discussion

1. Essai de germination dans les boîtes de pétri

1.1. Taux de germination (TG) :

Les résultats de la germination sont consignés sur la **figure 08**. L'analyse de celle-ci montre que la germination des graines de blé est très affectée par le stress salin, et une diminution du taux de germination a été notée pour l'ensemble des boîtes traitées par les différentes concentrations de Na Cl, et ce pour les quatre variétés étudiées (**Vitron (V₁) ; GTA(V₂), Boumerzoug (V₃) et Ain Abid (V₄)**).

Les pourcentages de germination des quatre variétés sont variables. En effet, après le semis, les taux de germination en absence de sel sont élevés et de l'ordre de 91.5%, 98%, 99 et 95, respectivement pour les quatre variétés (**Vitron ; GTA, Boumerzoug et Ain Abid**).

Concernant les concentrations 50m Mol, 100m Mol ,150 m Mol une diminution remarquable du taux de germination a été notée chez les quatre variétés étudiées.

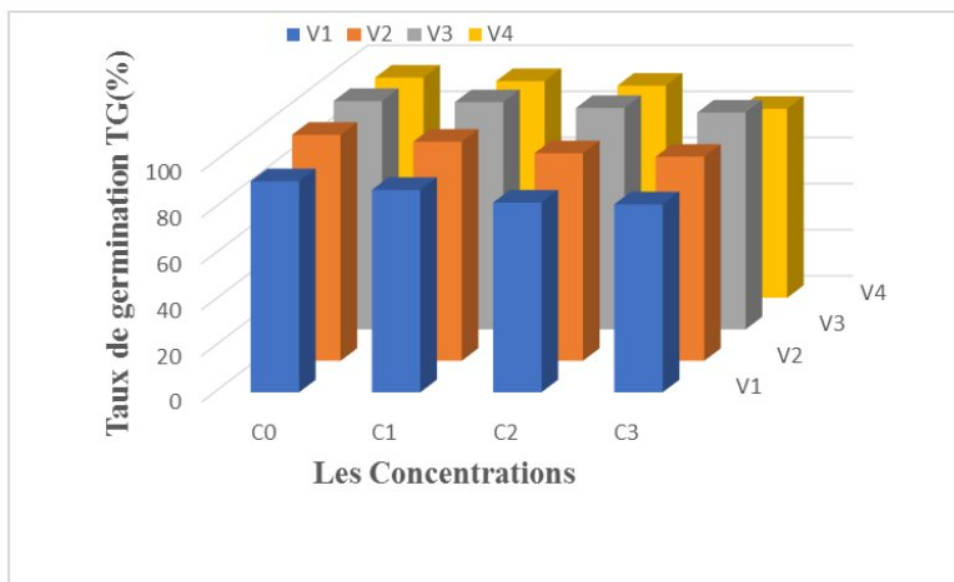


Figure 08 : Le taux de germination (%) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de taux de la germination, révèle une différence hautement significative pour le génotype et significative pour la concentration. Cependant l'interaction (variété × conc) donne un résultat non significatif. (**Annexe 1**)

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique trois groupes homogènes. Le premier groupe (A) porte les génotypes **Boumerzoug** et **GTA** avec des moyennes générales maximales respectivement de 95.62% et 92.87 %, le deuxième groupe (AB) porte le génotype **Ain Abid** avec une moyenne générale maximale 90.5 %. Le dernier groupe (B) porte le génotype **Vitron** avec une moyenne générale de 85.75%.

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique trois groupes homogènes. Le premier groupe (A) correspond au témoin avec une moyenne générale de 95.62% et au traitement qui ont 50 m MOL avec une moyenne générale de 93,81%, le deuxième groupe (AB) avec traitement de stress qui ont 100 m Mol une moyenne générale de 90.06%. Le troisième groupe (B) avec une moyenne générale de 85.25% correspond au traitement de stress qui ont 150 m Mol.

Plusieurs études ont montré que le sel a un effet dépressif sur le taux de germination, sur la croissance biologique et sur la production des graines (**Mbarek et al., 2001**). D'autres auteurs ont signalé que l'effet du sel sur la germination des graines varie en fonction de l'intensité du stress et la variété des plantes et cela, soit en diminuant la quantité d'eau et la vitesse de son absorption par la graine, soit par l'accroissement de la pression osmotique de l'imbibition qui est trop élevée pour permettre la germination (**Katame et al., 1998**).

Certaines études ont montré que l'augmentation de la concentration des sels retarde la germination **Askri et al., (2007)**. La diminution du pouvoir germinatif peut s'expliquer par une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination. (**Badraoui et Meziani, 2019**).

1.2. Longueur des plantules (LP) :

Concerne les résultats de la longueur des plantules, ils sont illustrés dans la **figure 09**. Les résultats indiquent un fort effet du stress salin sur la croissance (longueur des plantules), ou une diminution notable de la longueur a été observée pour tous les échantillons traités avec des concentrations variables des Na Cl, y compris les quatre variétés étudiées (**Vitron (V1) ; GTA(V2), Boumerzoug (V3) et Ain Abid (V4)**).

Les résultats de tous les échantillons traités avec 150 m Mol de na cl montrent une diminution remarquable de la longueur de plantules par rapport au témoin. En termes de

rapports de différence entre eux ils sont respectivement de : -87.72% ; -84.74% ; -81.96% ; -78.12%, pour les quatre variétés étudiées. (**Vitron ; GTA ; Boumerzoug et Ain Abid**).

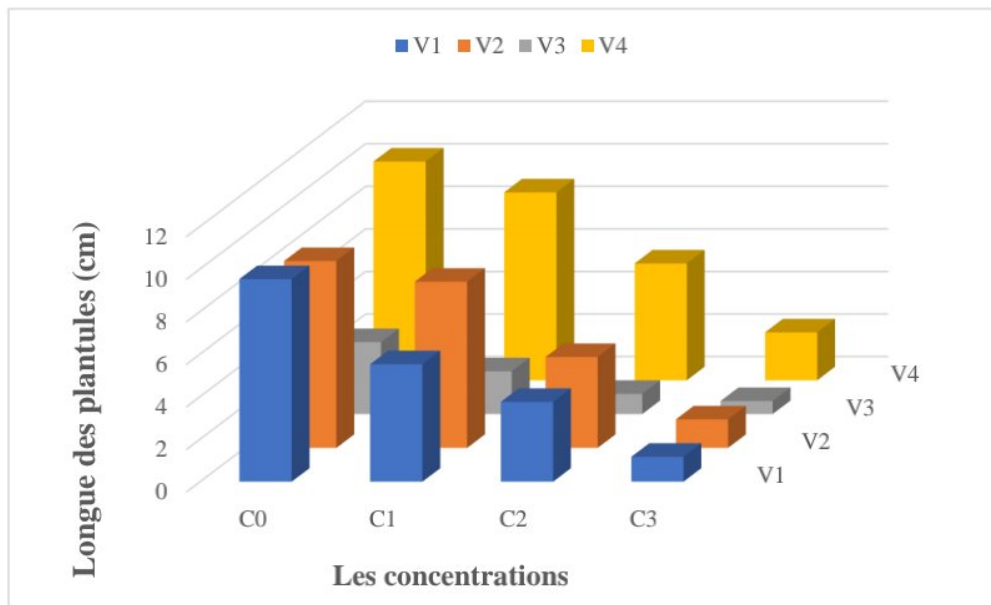


Figure 09 : La longueur des plantules (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) de la longueur des plantules, donne une différence hautement significative dans les trois facteurs [variété, concentration et (variété x conc)] (**Annexe 02**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique quatre groupes homogènes. Le premier groupe (A) correspond au génotypes **Ain Abid (V4)** avec une moyenne générale maximale de 6.71%. Le deuxième groupe (B) est représenté par le génotype **GTA(V2)** avec une moyenne générale maximale 5.55 %. Le troisième groupe (C) correspond au génotype **Vitron(V1)** avec une moyenne générale de 4.99%. Enfin, le dernier groupe (D) est attribué au génotype **Boumerzoug(V3)**, présentant une moyenne générale de 1.73%.

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, les échantillons traités avec le facteur de salinité sont répartis en quatre groupes. Le groupe (A) témoin, le groupe (B) avec une concentration de 50m Mol, groupe (C) de concentration 100m Mol et dernière groupe (D), qui présente la concentration la plus élevée 150m Mol, avec des moyennes générales sont respectivement de 7.99% ; 6.04% ; 3.61% et 1.34%.

Les résultats que nous avons obtenus sont cohérents avec d'autres études, comme les résultats de cette étude, qui montrent que la diminution de la longueur moyenne des tiges est liée à l'augmentation de la concentration en sel dans le milieu utilisé, de sorte qu'il y a un effet inverse. Relation entre la concentration en sel et la longueur de la plante, telle que plus la concentration augmente, la longueur de la tige diminue (**Al-Awad, 2014**).

D'autres études ont également montré les mêmes résultats dans le blé dur : à mesure que la salinité augmente, la longueur de la tige diminue (**Ben Jadou et Jalabi, 2021**).

Ces résultats expliquent que l'augmentation des niveaux de salinité dans les tissus peut réduire les niveaux d'hormones végétales telles que les auxines, les cytokinines et les gibbérellines, nécessaires à la division et à l'élongation cellulaires, ce qui affecte négativement la croissance (**Owainat et Hamel, 2018**).

1.3. Poids Frais (PF) :

Les résultats du poids frais soient présentés dans **la figure 10**, une analyse des données révèle l'impact du stress salin sur le poids frais. Les résultats indiquent une diminution progressive dans tous les échantillons traités avec différentes concentrations de Na Cl, allant de 50 m Mol, 100 m Mol et 150m Mol, pour les quatre variétés étudiées.

La différence entre les résultats dans les différentes concentrations pour toutes les échantillons étudiés est notable, notamment la variation significative dans les résultats des traitements à la concentration la plus élevée de Na Cl (C3 ; 150 m Mol), comparativement au témoin, ou les résultats du poids frais variaient entre 3.89 g, 4.9g, 2.97g et 4.84g, respectivement pour les quatre variétés étudiées **Vitron (V₁) ; GTA(V₂) ; Boumerzoug (V₃) et Ain Abid (V₄)**.

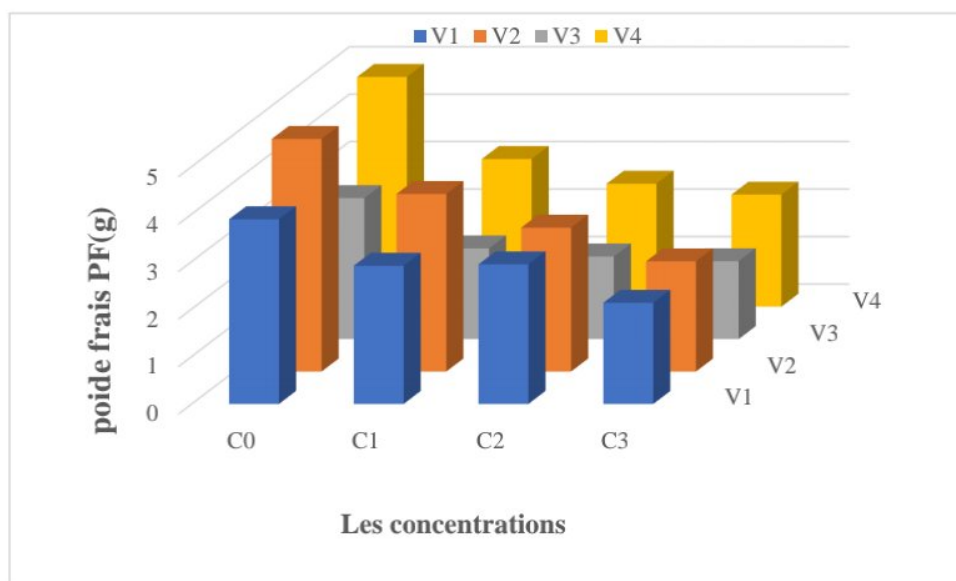


Figure 10 : Le poids frais (g) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) du poids frais montre une hautement significative entre la concentration et le génotype, tandis que l'interaction (variété × conc) est non significative. (Annexe 03)

Le test NEWMAN-KEULS au seuil 5%, indique que la catégorie du facteur de variété indique la présence de quatre groupes homogènes (A) ; (AB) ; (B) ; (C), portant les génotypes **GTA (V₂)** ; **Ain Abid (V₄)** ; **Vitron (V₁)** et **Boumerzoug (V₃)**, avec des moyennes générales maximales de 3.49; 3.23; 3.03; 2.02, respectivement.

Le test NEWMAN-KEULS au seuil 5% indiquent la présence de trios groupes homogènes en ce qui concerne le facteur de salinité. Le premier groupe (A) correspond à celui qui est en accord avec le témoin, avec une moyenne générale de 4.17%. Quant au deuxième groupes (B), il est associé à l'exposition des plantes à des concentrations de 50 et 100 m Mol, avec des moyennes générales de 2.92% et 2.57% respectivement.

Enfin, le groupe (C), exposé à une concentration de 150 m Mol, avait une moyenne générale de 2.12%.

La salinité est considérée comme un facteur de stress important qui entraîne une diminution de la croissance et de la productivité des cultures, y compris du blé.

Une étude actuelle a été menée pour évaluer l'effet de la salinité sur la productivité du blé et indique une diminution de la teneur en protéines, en graisses, et des fibres dans les céréales et les cultures en raison d'une augmentation de la concentration de sels, ce qui affecte l'équilibre ionique des plantes et réduit la productivité et la qualité de la récolte (**Abbas *et al.*, 2013**)

Autres auteurs ont rapporté que l'effet du stress salin sur les plants de blé dans une expérience scientifique a montré un effet négatif sur des caractéristiques telles que la teneur en eau et la productivité des grains. En augmentant la teneur en sodium, une différence de réponse a été observée entre les variétés de blé. Les variétés tolérantes ont montré une meilleure tolérance à la salinité par rapport aux variétés sensibles, ce qui indique la présence d'une variation génétique de tolérance à la salinité entre les variétés (**Saddiq *et al.*, 2021**).

1.4. Poids Secs (PS) :

A partir des résultats de **la figure 11**, l'analyse montre que le poids sec est quatre variétés étudiées étaient élevés dans les traitements sans sel, variant respectivement de 0.93g, 0.77g, 0.92g, 0.95g pour les variétés **Vitron (V₁) ; GTA(V₂), Boumerzoug (V₃) et Ain Abid (V₄)**.

Les résultats des traitements avec 150m mol de Na Cl ont entraîné une diminution des poids pour toutes les variétés, en particulier les variétés (V₁) et (V₂), où la diminution était plus prononcée. Le pourcentage de réduction était de -87.1% pour la variété **V₁**, de -84.48% pour la variété **V₂**, et de -17.4% pour la variété **V₃**, tandis que le pourcentage de réduction pour la variété **V₄** était de -32.64.

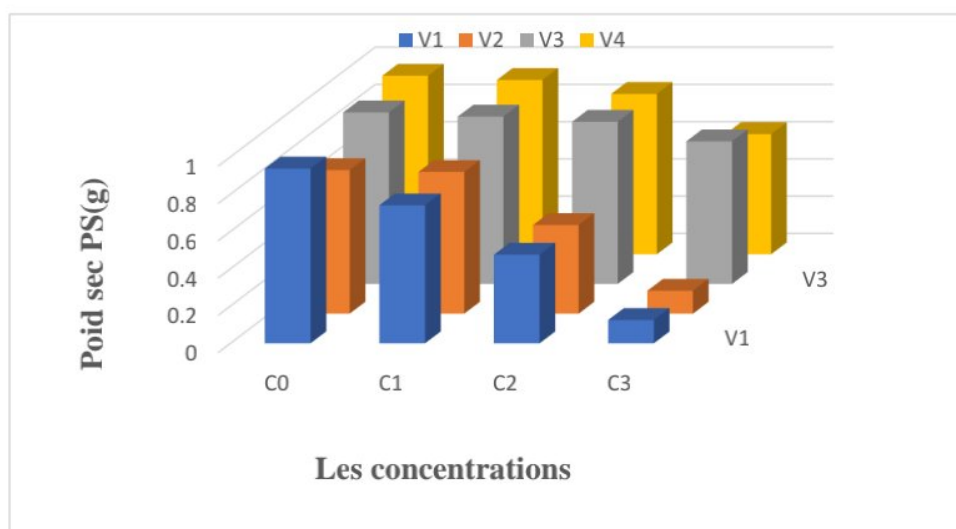


Figure 11 : Le poids secs (g) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de variance **ANOVA** pour le poids sec a donné des résultats hautement significatifs pour à la fois le génotype et l'interaction (variété × conc), ainsi qu'un résultat significatif pour la concentration. (**Annexe 04**)

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, a classé le facteur variété en deux groupes homogènes. Le premier groupe (A) comprend les génotypes **GTA(V₂)**, **Boumerzoug (V₃)** et **Ain Abid (V₄)**, avec des moyennes générales de 0.83%, 0.38%, 0.84%. Le groupe (B) comprend le génotype **Vitron (V₁)** avec une moyenne générale de 0.56%.

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, a divisé le facteur de salinité en deux groupes homogènes. Le premier groupe, correspond à la fois au témoin et aux traitements à 50 et 100m Mol, avec des moyennes générales de 0.87%, 0.83%, 0.78%, respectivement. Le deuxième groupe (B), correspond au traitement à 150m Mol, avec une moyenne générale de 0.65%.

Les études de **Chartzoulakis et klapaki (2000)** ont démontré que le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche des feuilles, des tiges et des racines.

Le stress salin a induit une diminution de production de la matière sèche proportionnelle au degré de stress salin induit comme les résultats obtenus par (**Bezini et Touati, 2013 In koudri et al., 2022**).

2. Essai de la croissance et le développement des plantes :

2.1. Longueur de la plante (LP) :

La figure (12) montre les résultats concernant la hauteur des plants de blé sous l'effet du stress salin. L'analyse révèle que la hauteur des plants de blé est significativement affectée par la présence des sels. En effet, dans les traitements sans sel, les hauteurs des plantes étaient élevées, atteignant 68.62cm, 68.25cm, 68.42cm et 54.67cm pour les variétés **Vitron (V₁)** ; **GTA(V₂)**, **Boumerzoug (V₃)** et **Ain Abid (V₄)** respectivement.

En revanche, le traitement avec une concentration de 150 m Mol des Na Cl a conduit à une réduction de la hauteur des plantes à des pourcentages variables des -18.08% ; -20.5% ; - 11.22; -25.75% respectivement par rapport aux témoins

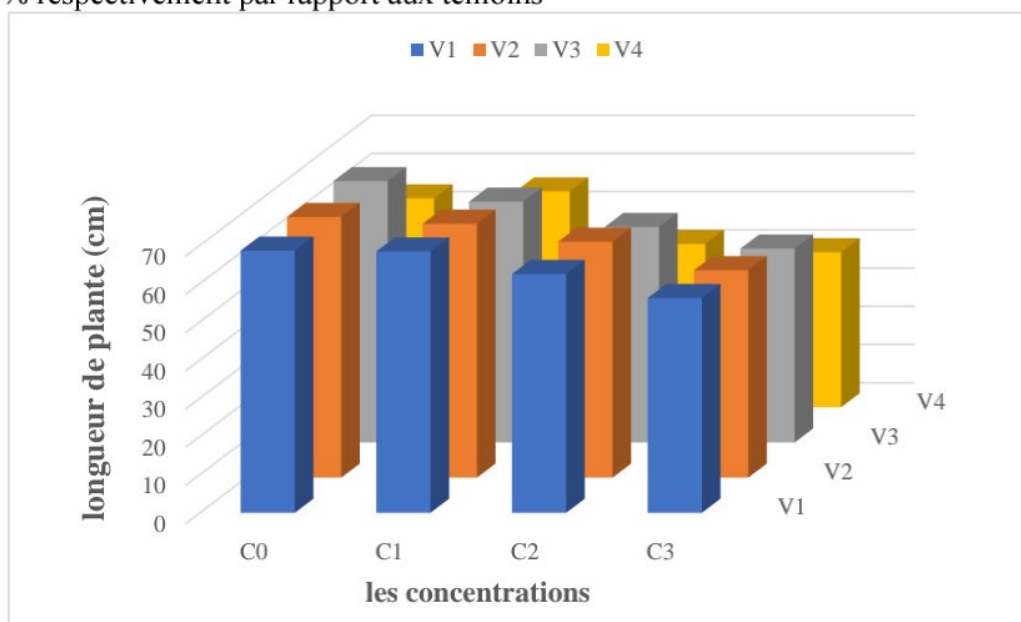


Figure 12 : La longueur de plante (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de variance (ANOVA) pour la longueur de plante a révélé une différence hautement significative entre le génotype et la concentration, tandis que l'interaction (variété × conc) a donné un résultat non significatif. (**Annexe 05**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, le facteur de variété a été classé en quatre groupes homogènes. Le premier (A) représenté la génotype **Vitron (V1)** avec une moyenne générale de 63.94%, le deuxième groupe (AB) représenté le génotype **GTA (V2)** avec une moyenne générale de 62.70%. Les troisième et dernier groupes (B) et (C) représentent les génotypes **Boumerzoug(V3)** et **Ain Abid(V4)** avec des moyennes générales de 59.66% et 49.26% respectivement.

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, le facteur de salinité a été classé en trois groupes homogènes. Le groupe (A) représente le témoin et le traitement à 50m Mol avec des moyennes générales de 65.91% et 63.61%. Tandis que les groupes (B)et (C) représentent le traitement à 100 et 150 m Mol avec des moyennes générales de 55.86% et 50.46% respectivement.

Les résultats de **Garcia-Legaz *et al.*, (1993)** ont montré que la salinité affecte négativement la croissance de la partie aérienne des plantes.

D'autres études ont également montré que l'effet inhibiteur du Na Cl se manifeste par un retard du tallage chez les céréales (**Gate, 1995**). Les travaux de **El Mekkaoui, (1990)** indiquent qu'une concentration de 150 m Mol de Na Cl entraîne une réduction de 50% de la croissance au stade du tallage pour les variétés sensibles de blé.

Ces résultats peuvent être expliqués par le fait que le sel réduit l'expansion des feuilles, diminuant ainsi la surface foliaire à des concentrations élevées de Na Cl, ce qui entraîne une diminution de la capacité photosynthétique de la plante et donc une croissance globale réduite (**Hu *et al.*, 2005**). Selon **Alam *et al.*, (2002)**, certaines plantes réduisent leur croissance aérienne comme stratégie d'adaptation au stress salin, en concentrant leurs ressources sur le renforcement du système racinaire.

2.2. Longueur de tige (LT) :

Les résultats de la longueur de la tige sont présentés dans la **figure (13)**. Les mesures de la longueur de la tige montrent des différences notables dans tous les traitements. En effet, une diminution significative de l'élongation de la tige a été observée dans tous les traitements avec Na Cl, en particulier dans les traitements C2 (100m Mol) et C3 (150m Mol).

Les taux de diminution enregistrés sont de (- 9.13% ; - 6.11 % ; -12.8 % ; - 41.64%) et (- 12.96% ; -13.16% ; -15.26% ; -42.27%) respectivement pour les quatre variétés.

Remarque : une augmentation significative de la longueur de la tige a été observée dans le traitement avec 50 m Mol pour la variété 4 **Ain Abid**, atteignant 12.46%.

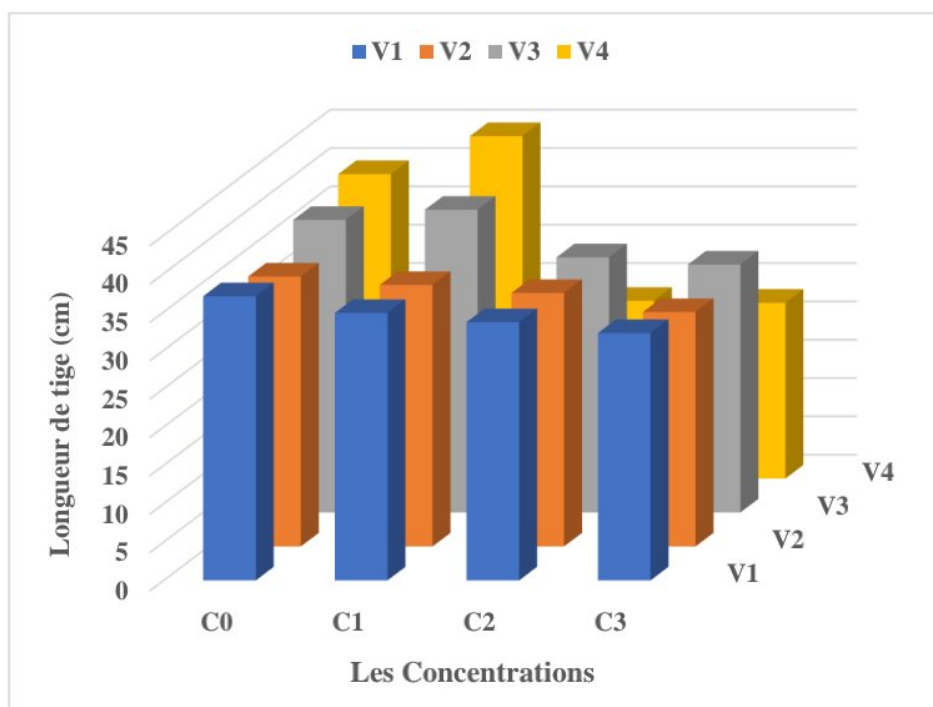


Figure 13 : La longueur de tige (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) pour la longueur de la tige a donné un résultat hautement significatif pour la concentration, et un résultat non significatif entre le génotype et l'interaction (variété × conc). (Annexe 06).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5 %, pour le facteur variété classe les variétés en un seul groupe homogène, le groupe (A), qui comprend les quatre variétés dans l'ordre suivant : **Boumerzoug (V₃) ; Vitron (V₁) ; GTA(V₂) et Ain Abid (V₄)** avec des moyennes générales de 35.37% ; 33.83% ; 33.23% et 33.61% respectivement.

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5 %, pour le facteur salinité classe les concentrations en deux groupes homogènes : le groupe (A) pour les concentrations C0 (50 m mol) et le témoin avec des moyennes générales de 38.27% et 37.63%, et le groupe (B) pour les concentrations C2 (100 m Mol) et C3 (150 m Mol) avec des moyennes générales de 30.35% et 28.89% respectivement.

La salinité est l'un des facteurs qui limitent la croissance des plantes, le stress salin provoque donc des modifications morphologiques de la longueur des tiges des plants de blé.

Al-Shahat (2000) confirme que la salinité provoque le nanisme des tiges principales et réduit la formation de branches. Ramifications latérales et entraînent la mort des jeunes branches nouvellement formées. Une étude menée récemment a montré une convergence remarquable entre les résultats obtenus et les observations faites par **(Fatima, 2021)**. Il a été constaté que des concentrations élevées de sel de sodium sont associées à une diminution significative de la longueur de la tige chez certaines variétés... Cet effet apparaît clairement à des concentrations élevées (100 m Mol et 150 m Mol) de chlorure de sodium. L'étude a conclu que l'effet de la salinité sur divers caractères de croissance varie selon les variétés de blé.



Photo 06 : L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des tiges du blé dur V₁ et V₂

(Photo personnelle)



Photo 07 : L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des tiges du blé dur V₃ et V₄

(Photo personnelle)

2.3. Longueur de l'épi avec barbes (EAB) :

En ce qui concerne les résultats de la longueur de l'épi avec barbes, ils sont présentés dans la figure (14).

L'analyse des résultats de l'histogramme montre que la longueur de l'épi avec barbe varie en fonction de la concentration de Na Cl, On peut dire qu'il s'agit d'une relation inverse, où l'augmentation de la concentration de Na Cl entraîne une diminution de la longueur de l'épi.

En effet, les longueurs des épis dans le milieu sans Na Cl étaient plus élevées par rapport aux longueurs des épis dans les milieux traités avec 50, 100 et 150 m Mol de Na Cl, qui étaient respectivement de 14,82 cm, 14,05 cm, 12,9 cm et 12,62 cm pour les variétés étudiées : **Vitron (V1)** ; **GTA (V2)** ; **Boumerzoug (V3)** et **Ain Abid (V4)**.

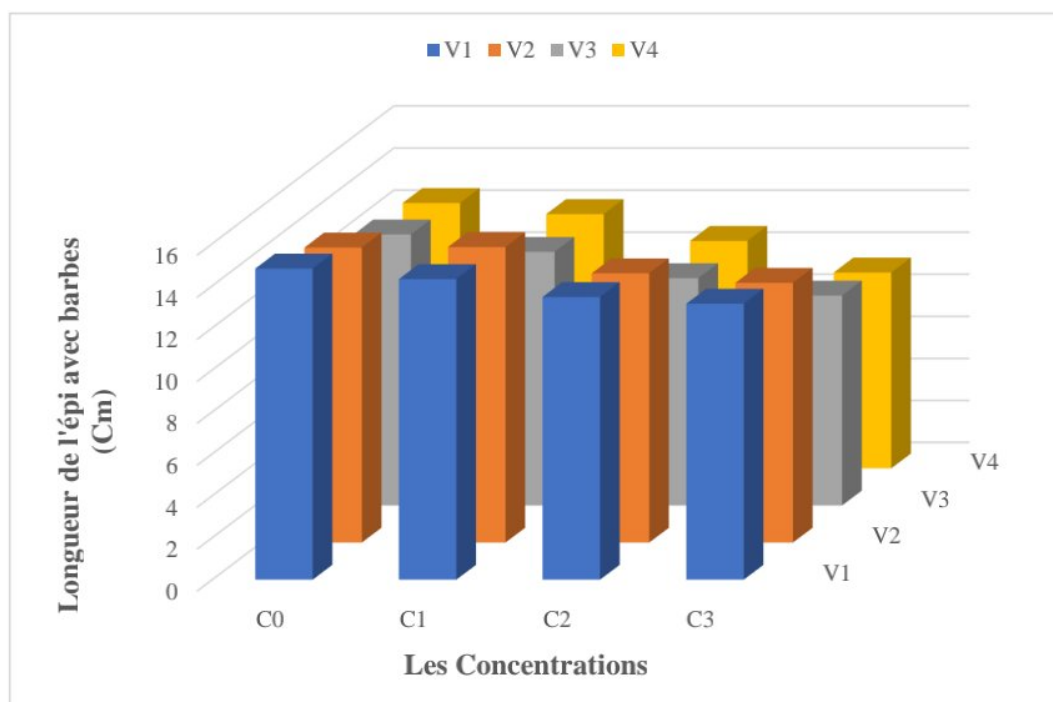


Figure 14 : La longueur de l'épi avec barbe (cm) pour les différentes étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) pour la longueur de l'épi avec les barbes donne un résultat hautement significatif entre le génotype et la concentration, mais l'interaction (variété × conc) a donné un résultat non significatif. (Annexe 07).

Le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5%, pour le facteur variété indique l'existence de deux groupes homogènes, A et B. Le premier groupe (A) représenté les génotypes [**Vitron**

(V₁) et GTA (V₂)], et le groupe (B) représente les génotypes [Boumerzoug (V₃) et Ain Abid (V₄)], avec des moyennes générales de (13.94, 13.34) et (11.45, 11.21) respectivement.

Le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5%, pour le facteur salinité divise en trois groupes homogènes. Le premier groupe (A) représenté le témoin et C0 (50 m Mol), le deuxième groupe (B) représente C2 (100 m Mol), et le dernier groupe C3 représente la concentration la plus élevée, 150 m Mol C3, avec des moyennes générales de 13.60; 13.11; 12 et 11.21 respectivement.

La longueur des barbes est un paramètre morphologique qui semble également étroitement lié à la tolérance au stress salin terminal tout au moins chez le blé dur (**Hadji christodoulou, 1985**), de même pour (**Grignac 1965 in Cheraf et Touabet 2013**), dans le cas de WH. Les barbes, par leur port dressé et leur position au voisinage immédiat de la graine, conditionnent sa formation (**Gate et al., 1993**).

2.4. Longueur de l'épi sans barbes (ESB) :

Les résultats de la longueur de l'épi sans barbes sont présents dans **la figure (15)**.

L'analyse montre que le stress salin a un impact même sur la longueur des épis. Ainsi, les pots traités avec 150 m Mol de chlorure de sodium sont les plus affectées. Des pourcentages de diminution allant jusqu'à -23,29 %, -26,2 %, -36,47 % et -27,92 % ont été enregistrés (par rapport au témoin).

Il est également important de prendre en compte la différence notable dans les résultats, où les épis de blé tendre (**Boumerzoug (V₃) et Ain Abid (V₄)**) sont plus longs que ceux de blé dur (**Vitron (V₁) ; GTA (V₂)**).

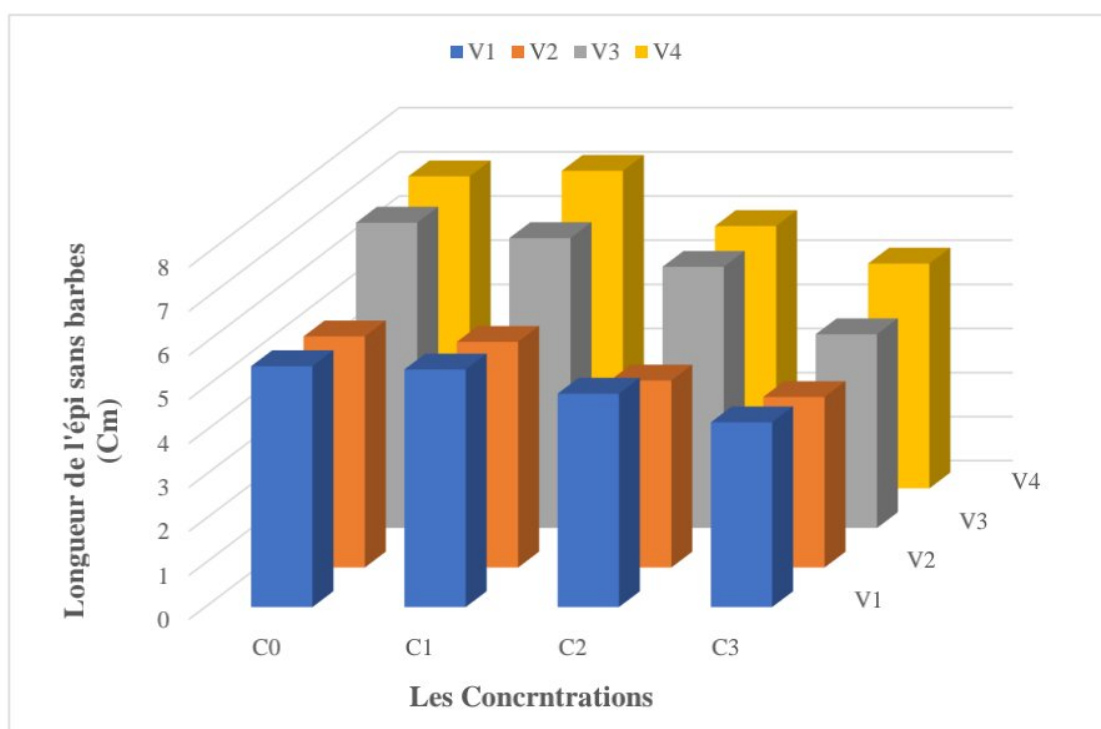


Figure 15 : La longueur de l'épi sans barbe (cm) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) pour la longueur de l'épi sans barbe montre une différence hautement significative entre le génotype et la concentration, tandis que l'interaction (variété × conc) non significative. (Annexe 08).

Le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5 %, classe le facteur variété en trois groupes homogènes. Le premier groupe (A) représenté le génotype **Ain Abid (V4)** avec une moyenne générale de 6,33%, le deuxième groupe (B) représente le génotype **Boumerzoug (V3)** avec une moyenne générale de 5,88 %, et le dernier groupe (C) représente les génotypes **Vitron (V1) et GTA (V2)** avec des moyennes générales de 4,98 % et 4,62% respectivement.

Le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5 %, classe le facteur salinité en trois groupes homogènes. Le premier groupe (A) comprend les concentrations C0 (témoin) et C1(50 m Mol) avec des moyennes générales de 6,18 % et 6,07 %, le deuxième groupe (B) pour la concentration C2 (100m Mol) avec une moyenne générale de 5,16 %, et enfin le groupe (C) pour la concentration C3 (150 m Mol) avec une moyenne générale de 4,39 %.

Au stade végétatif, la salinité affecte le développement de l'épi et baisse le rendement (**Maas et Grive,1999**).

Selon **Febrero et al, (1990)**, ce paramètre est un indice de rendement, parce qu'il participe par les assimilés photosynthétiques à la formation du grain. La longueur de l'épi est une caractéristique variétale peu influençable par les variations dues au milieu (**Jonard, 1964 in Cheraf et Touabet 2013**), ceci peut expliquer les variations obtenues entre les différentes variétés.

2.5. Surface Foliaire (SF) :

La **figure (16)** présente les résultats de la surface foliaire pour les variétés étudiées. L'analyse du graphique montre l'effet puissant du chlorure de sodium sur la surface foliaire. En effet, des taux élevés ont été enregistrés dans un milieu sans sel, avec des valeurs de 16.5 cm² ; 16 cm² ; 11 et 8 cm² respectivement pour les quatre variétés étudiées **Vitron (V1)** ; **GTA (V2)** ; **Boumerzoug (V3)** et **Ain Abid (V4)**.

La concentration de 150 m Mol a réduit la surface foliaire pour toutes les variétés, avec des pourcentages de diminution de -31,82 %, -43,75 %, -36,37 % et -43,75 % par rapport au témoin.

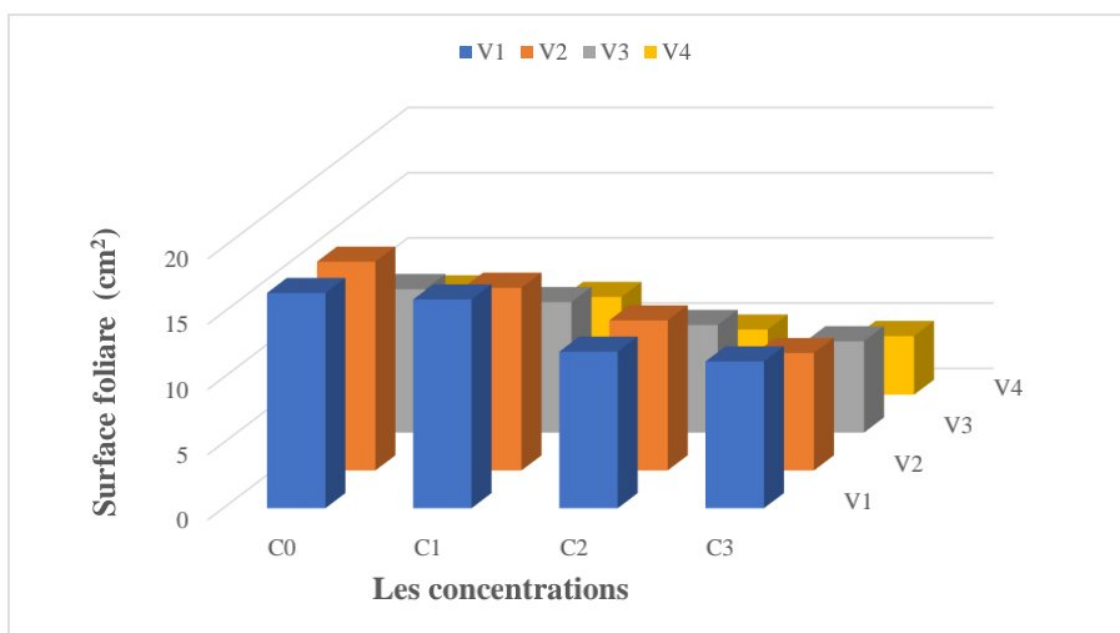


Figure 16 : La surface foliaire (cm²) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) a donné un résultat hautement significatif entre le génotype et la concentration, et un résultat non significatif pour l'interaction (variété × conc). (Annexe 09).

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%, classe le facteur variété en trois groupes homogènes : (A), (B), (C), qui représentent respectivement les variétés (Vitron (V₁) ; GTA (V₂) ; Boumerzoug (V₃) ; Ain Abid (V₄) avec des moyennes générales de (13,98% ; 12,62%) ; 9,06%, et 6,25% dans cet ordre.

Le test de NEWMAN-KEULS au seuil de 5%, pour le facteur salinité indique deux groupes homogènes : A et B pour (le témoin et C1), (C2 et C3), avec des moyennes générales de (12,67%, 11,87%) ; (9,18%, 7,93%) respectivement.

La feuille est l'organe le plus sensible au stress salin, même en concentration plus faible en Na Cl (Mastuda et Riazial, 1981).

Comme le montre l'étude qu'il a menée (Alem *et al.*, 2002), la réduction de la surface foliaire, sous l'effet de la salinité, peut être également considérée comme étant une stratégie adaptative utilisée par les génotypes de blé dur et de blé tendre face à la contrainte saline.

Ces mêmes auteurs soulignent que la réponse immédiate au stress salin est la réduction du taux d'expansion de la surface foliaire jusqu'à sa cessation avec l'augmentation des concentrations de sels.

De même Ben Nacer *et al.*, (2001), ont rapporté une réduction de la surface foliaire Ce résultat est également cohérent avec le résultat (Garcia *et al.*, 1997), qui ont montré que la réduction de la photosynthèse et du fait essentiellement à la diminution de la surface foliaire, la fermeture des stomates et la déficience de la fixation du gaz carbonique, par suite à une accumulation excessive des sodiums dans les feuilles des plantes.

2.6. La teneur relative en eau (TRE) :

Selon les résultats présentés dans la figure (17), la teneur relative en eau est fortement influencée par la pression de stress salin. La figure montre une augmentation notable de la quantité de contenu en eau relative pour les variétés traitées avec C0 ou 0 m Mol de chlorure

de sodium, atteignant respectivement 78,59 %, 75,33 %, 85,80 %, 81,4 % pour les variétés **Vitron** ; **GTA** ; **Boumerzoug** ; **Ain Abid**

Pour les concentrations C1 (50 m Mol), C2 (100 m Mol), et C3 (150 m Mol), les valeurs diminuent progressivement d'une concentration à l'autre pour toutes les variétés.

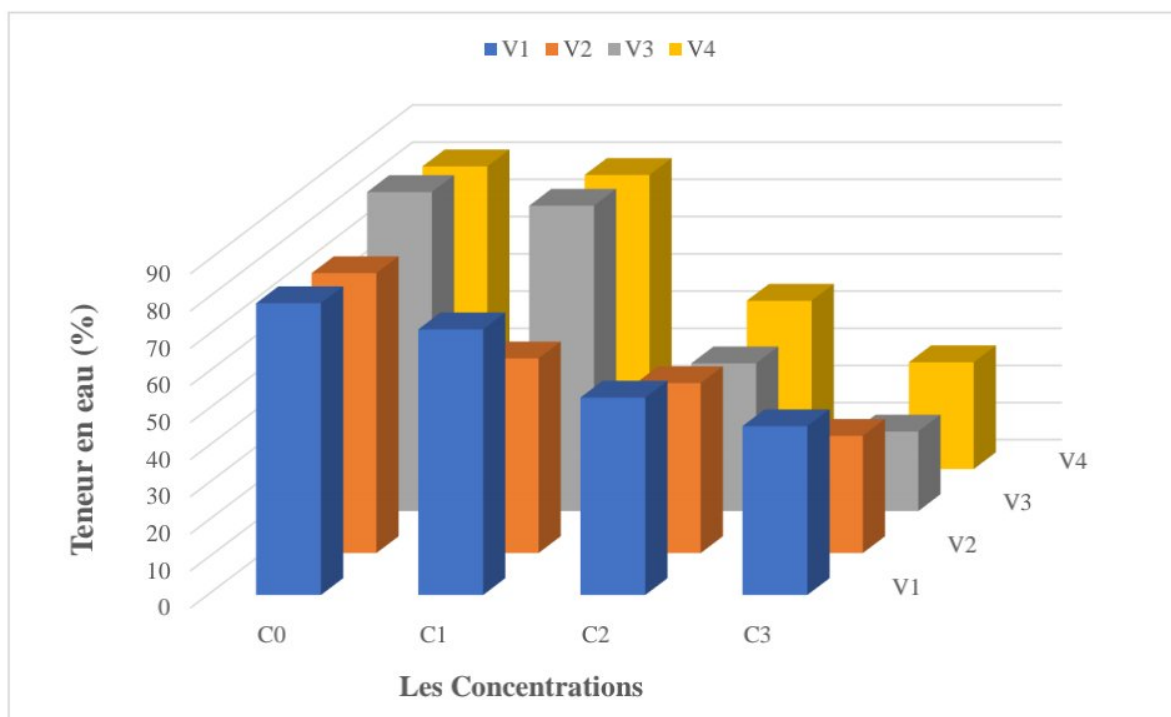


Figure 17 : La teneur en eau (%) pour les différentes variétés étudiées soumise aux différentes concentrations de Na Cl (m Mol)

L'analyse de la variance (ANOVA) pour le contenu en eau relative a montré une différence significative pour la concentration, mais un résultat non significatif pour l'interaction et le génotype. (Annexe 10).

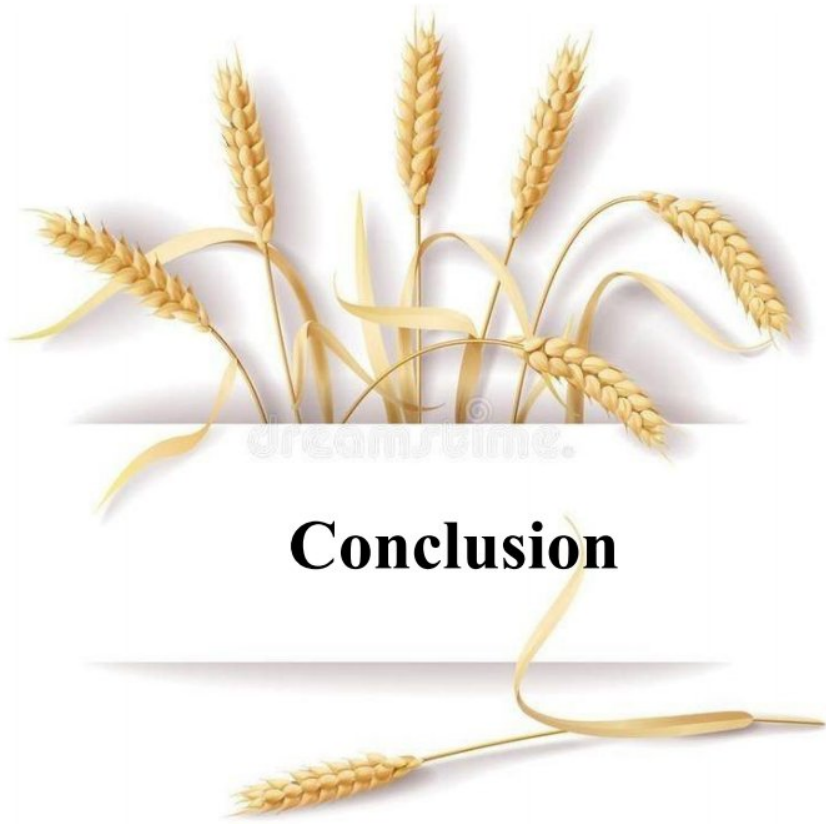
Le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5 %, divise le facteur variété en trois groupes homogènes : (A) pour la variété **Vitron** (V1), (AB) pour les variétés **Ain Abid** (V4) et **Boumerzoug** (V3) et (B) pour la variété **GTA** (V2), avec des moyennes générales de 62,21 %, 58,65 %, 57,30 %, et 51,29 % respectivement.

Le test de **NEWMAN-KEULS** au seuil de 5 %, pour le facteur salinité indique quatre groupes homogènes : (A), (B), (C), et (D) pour les différentes concentrations C0, C1, C2, et C3, avec des moyennes générales de 80,28 %, 71,31 %, 46,02 %, et 31,84 % dans le même ordre.

Plusieurs études ont montré que les changements dans la teneur en eau des tissus sont inversement proportionnels à l'augmentation de la salinité (**Koyro, 2006**).

Diverses études ont également démontré que le stress salin affecte considérablement l'état hydrique des plantes, entraînant une diminution de la teneur relative en eau, de la transpiration et de la croissance foliaire. (**Hasegawa *et al.*, 2000 & Fricke et Peters, 2002**)

Ces résultats peuvent également être expliqués par le phénomène d'ajustement osmotique, caractérisé par une diminution du potentiel hydrique, permettant ainsi de maintenir les mouvements d'eau vers les feuilles et, par conséquent, de préserver leur turgescence (**Morgan, 1983**).



Conclusion

Conclusion

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la germination, la croissance du blé. Notre travail consiste à étudier le comportement de deux variétés de blé tendre (**Ain Abid, Boumerzoug**) et deux variétés de blé dur (**Virton, GTA**) vis-à-vis du stress salin à différentes concentrations de Na Cl à savoir : 50 mM, 100 mM, 150 mM, afin de sélectionner la variété la plus tolérante aux concentrations excessives de Na CL. Nos résultats ont montré que le sel a un effet dépressif sur la germination des graines et la croissance des plantules de blé des quatre variétés testées.

Les résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

Dans l'essai de germination, les résultats ont montré que l'effet de la salinité sur les paramètres germinatifs (taux de germination, longueur de la tige et le poids frais et sec) s'est manifestée par une réduction d'autant plus importante que la dose de sel augmente, la dose la plus affectant la germination c'est la concentration la plus forte (150 m Mol), Cependant, une différence variétale à la réponse au stress salin a été enregistrée les variété de blé(**GTA, Ain Abid**) se montre les plus affectées par le stress salin

Concernant l'essai de croissance, les résultats obtenus indiquent que l'application du stress salin à doses croissantes affecte négativement la croissance des plantules à travers les paramètres mesurés (la hauteur des plantes, la surface foliaire, la teneur relative en eau, longueur de l'épi avec barbe et sans barbe), Les résultats obtenus indiquent que les variétés **Virton** et **GTA** présentent une tolérance au sel, tandis que les variétés **Ain Abid** et **Boumerzoug**

Sur la base de ces résultats, on peut affirmer que toutes les variétés présentent une sensibilité au stress salin, et que des doses élevées de salinité provoquent des dommages importants et des changements irréversibles dans le phénomène de germination des graines

Nous avons également conclu que le blé tendre supporte une salinité plus élevée que le blé dur

D'après cette étude en marque des points important a appliqué dans l'agriculture au futur :

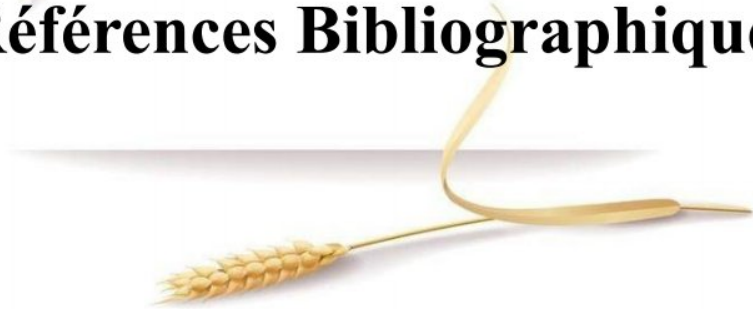
- L'introduction d'un plus grand nombre de génotype de blé locales dans le travail de sélection.

conclusion

- L'étude de plus de caractères agronomiques relatifs au développement végétatif et au rendement (Tallage et composantes du rendement), un essai sur terrain serait intéressant.
- D'appliquer cette étude sur plusieurs stades de cycle de vie



Références Bibliographiques



Référence Bibliographique :

- A -

Abbas G., Saqib M., Rafique Q., Rahman A.U., Akhtar J., Haq M.A.U. & Nasim M., 2013. Effect of salinity on grain yield and grain quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pak J Bot. Vol 50. N° 1. P 185- 189.

Abecassis J., 2015. La filière blé dur. INRA science & impact. P 21.

Abid S., Adaika A., Guedda Z. & Mesghouni Z., 2015. L'aspect biochimique de la tolérance des plantes aux stress. Thème de licence. Université Eochaid Hamma Lakhdar d'el-oued. P 6.

Ainaoui S. & Lafala Z., 2016. Etude comparative de l'effet du stress hydrique sur le Comportement de quatre génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université des Frères Mentouri Constantine. P 67. Disponible sur <<https://fac.umc.edu.dz/snv/bibliotheque/biblio/mm/2016/104.pdf>> consulté le (29/04/2020).

Aknouche D. & Laib R., 2017. Amélioration de la production du blé dur cas de la zone sud de constantine. Thème master Université de frères mentouri constantine. P 69.

Al-Awad D., 2014. L'effet de la salinité (Na cl) sur la germination des graines et la croissance des semis cultivés en laboratoire pour deux variétés de soja (*Glycinmax* L. Merr). Journal de l'Université de Tishreen pour la recherche et les études scientifiques. Série scientifique. Vol 36. N° 6 P 14.

Alem C., Labhilili M., Brahmi K., Jlibene M., Nasrallah N. & Filali-Maltouf A., 2002. Adaptations hydrique et photosynthétique du blé dur et du blé tendre au stress salin. Comptes Rendus Biologies. Vol 325. N° 11. P 1097-1109.

Almeida P., de Boer G. & Boer A. H., 2014. Differences in shoot Na⁺ accumulation between two tomato species are due to differences in ion affinity of HKT1;2. Journal of plant physiology. Vol 171. N° 6. P 438– 447.

Al-shahat N.A., 2000. Hormones végétales et applications agricoles. Maison d'édition arabe. Et distribution. Le carie. P 555-554.

Amrouche I. & Mesbah-El K.A., 2017. Effet du stress abiotique sur l'accumulation des protéines totales chez deux variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Master en Biologie et Génomique Végétale. Université des Frères Mentouri Constantine. P 25.

Ansli R., 2019. Effet de stress salin sur la germination et croissance de l'espèce oudneya africana R. Thème de master. Université de Kasdi Merbah Ouargla. P 55.

Antipolis S., 2003. les menaces sur les soles dans les pays méditerranéens les cahiers du plan Bleu. N°2 .P 44.

Références Bibliographiques

Askri H., Rejeb S., Jebari H., Nahdi H. & Rejeb M.N., 2007. Effet du chlorure de sodium sur la germination des graines de trois variétés de pastèque (*Citrus lanatus* L.). Science et Changements planétaires/ Sécheresse. Vol 18. N° 1. 51-55

- B -

Bachiri H., 2020. Comportement de Quelques Génotypes de Blé Tendre (*Triticum aestivum* L.) Sous Différents Niveaux de Régime Hydrique et dans Deux Zones Agro-Climatiques Contrastées en Algérie (Subhumide et semi-aride). Thèse De Doctorat, ENAS El-Harrach. P 6.

Badraoui H. & Meziani S., 2019. Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de fin d'études. P 19-38.

Barrs H.D. & klepper B., 1968. cyclic variations in plant properties under constant environmental conditions. Physiologia plantarum. vol 21. N° 4. P 711- 730.

Belaadi M., 2014. Etude de l'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quelques variétés d'Haricot (*Phaseolus vulgaris* L.). Mémoire de master. P 13-23.

Belkhodja L. & Ghlamallah Y., 2015. Effet du déficit hydrique sur la dynamique des racines séminales chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) . thème Master. Amélioration des plantes. Université Ibn Khaldoun –Tiaret. P 85.

Ben Jeddou I. & Jalabi N., 2020. L'effet de la salinité sur la germination des graines et la croissance de certaines variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Certificat Académique de Master. Université du martyr Hama Lakhdar El Oued. P 66.

Ben Naceur M., Rahmoune C., Sdiri H. ; Meddahi M. & Selmi M., 2001. Effet du stress salin sur la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. Sécheresse. Vol 12. N° 3. P 167-174.

Benamieur D., chaaboub S. & Laib M., 2011. Control de qualité de céréales cultivée en Algérie : blé tendre et blé dur. Diplôme d'ingénieur Université de Jijel. P 83.

Benchikh C., 2015. Valorisation de la qualité de 3 variétés locales de blé dur (*Triticum Durum* Desf.) Cultivées en région semi-aride. Mémoire magistère. Université EL Hadj Lakhdar- Batna. P 149.

Bennasseur A., 2003. Référentiel pour la Conduite Technique de la Culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.). P 38.

Benseddik B. & Benabdelli K., 2000. Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) En zone semi-aride : approche éco-phy.

Bentayeb Y. & Douadi N., 2020. Impact de la combinaison salinité - acide salicylique sur la germination et croissance de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en condition contrôlée Thème Master. Université Blida. P 36.

Références Bibliographiques

Benyahia A., 2020. Effet du stress salin sur la germination et la croissance de l'espèce *Anabasis articulata* (Forsk) Moq Famille d'amaranthaceae. Thème de master. Université de Kasdi Merbah Ouargla. P 57.

Biscope P.V., Gallagher J., Littleton E.J., Monteinth K.L & Scott R.K., 1975. Barley and its Environnement. Sources of assimilates. J. Appel. Eco ; mémoire mast présente par Khalfa N°. 12 .395 : P53.

Bonjean A. & Leblond R., 1999. Les trésors du blé : du grain au pain. N.P. FeniXX réédition numérique. ISBN : 978240250508. P 120.

Bouati M., Bougattouche N. & Saadaoui W., 2020. Étude de la réponse de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) au stress hydrique Diplôme de Master. Université 8 Mai 1955 Guelma. P 37.

Bouazza Z. & Boghoufala L., 2021. Effet des stress salin, hydrique et thermique sur la germination du quinoa (chénopodum, quinoa willd). Thème de master. Université Ibn-Khaldoun -Tiaret. P 5.

Boufenar Z.F. & Zaghouane O., 2006. Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC d'Alger. 1ère Ed. P 152.

Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M. & Rezgui S., 2007. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). ITGC. INRA. ICARDA. Algérie. P 176.

Bourak k., 2018. Sélection Assistée par marqueurs snp et étude phénotypique du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Thème master. Université sidi Mohamed Ben Abdellah. P 53.

Bouthiba A. & Debaeke P., 2009. Symposium international. Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED. Rabat. Maroc. P 188 – 192.

Brahimi R., 2017. Effet de salinité sur la germination du niebe *Vigna unguiculata* subsp *unguiculata* (L.) WALP. Thème Master. Université M'Hamed Bougera Boumerdes. P 83.

Brink M. & Belay G. M.,2006. Céréales et légumes secs. Fondation PROTA. Wageningen. Pays- Bas. P 327. ISBN 90-5782-172-9.

- C -

Chartzoulakis. & Klapaki., 2000. NAGREF. Subtropical Plants and Olive Tree Institute. 73100 Chania, Crete-Greece. Vol 52. N° 3 - 4. P 202-206.

Cheraf N. & Touabet F., 2013. La vigueur de croissance et de rendement de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous condition semi-aride. Thèse de Magistère. Univ. MBB-BBA (Algérie).

Chinnusamy V., Schumaker K. & Zhu J., 2004. Molecular genetic perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signaling in plants. journal of experimental botany. Vol 55 N°395. P 225-236.

Références Bibliographiques

Clement G. & Prats J., 1970. Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. P 351.

Clement G. M. & Prats J., 1971. Les céréales Collections d'enseignement agricole 2eme Ed. Ballier France. P 351.

Come, 1970. Effet de stress salin sur les paramètres morpho-physiologiques chez quelques variétés de tomate (*Solanum lycopersicon* L.). Thème master, Université 20 Août 1955-Skikda. P 29.

- D -

Debiton C., 2010. Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse de Doctorat. Université Clermont- Ferrand. France.

Dizengremel P., 2023. Contraintes environnementales et stress oxydant chez les plantes. Encyclopédie de l'Environnement. [En ligne ISSN 2555-0950] disponible sur : "<http://www.encyclopedie-environnement.org/>" P 79-78.

Djilali K. & Daoud Y. , 2000. Influence des hauteurs des précipitations sur la répartition du calcaire et du pourcentage de sodium échangeable dans les soles du nord de l'algerie. Sécheresse. Vol 11. P 37- 43.

DSA, 2021. Statistique Agricole. Superficies et productions. Série "B". P 87.

DSA (Direction des services agricoles de la wilaya de Skikda), 2023 communication personnelle.

Durand J.H., 1983. Les sols irrigables. Agence de coopération culturelle et technique. P.U. France. P 190.

- E -

El Mekkaoui M., 1990. Étude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. durum* Desf.) et l'orge (*H. vulgare* L.) : recherches des tests précoces de sélection. Thèse de doctorat d'État. E.N.A.S. Montpellier.

- F -

FAO, 2023. Food outlook. biannual report on global food markets. p 160.

FAO, 2023. GIEWS country brief. The People's Democratic Republic of Algeria. P56.

Febrero A., Brot J., Brown R.H. et Araus J.L., 1999. The role of durum wheat ear as a photosynthetic organ during grain filling. In: advanced trends in photosynthetic. Mallorca. Spain mémoire mast présenté par Khalfa N (unpublished). P 53.

Feillet P., 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA. Paris. P 308. ISBN-2738008968.

Références Bibliographiques

Ferjani Kh. & Saeeda T., 2019. Étude de l'UPOV et des caractéristiques de production des variétés de blé. Etudes locales en zones oasiennes. Master Biodiversité et physiologie végétale. Université Shahid Hamma Lakhdar El Wadi.

Flowers T. J., 2004. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*. Vol 55. N° 396. P 307-319.

Fricke W. & Peters W.S., 2002. The Biophysics of leaf growth in salt-stressed barley. A study at the cell level. *Plant Physiol.* vol 129. P 374 - 388.

- G -

GAO S., Ouyang C., Wang S., Xu Y., Tang L. & Chen F., 2008. Effects of salt stress on growth, antioxidant enzyme and phenylalanine ammonia-lyase activities in *Jatropha curcas* L. Seedlings. *PLANT SOIL ENVIRON*. Vol 54 . N° 9. P 374-381.

Gallais A. Bannerot H., 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. Ed. INRA. Paris. P 22- 38.

Garcia *et al.*, 1997. Contribution à l'étude de (*Triticum durum* Desf). Thèse à la faculté des sciences de l'université de Toulouse.

Garcia-Legaz M., Ortiz J., Garcia-Lidon A. ; Cerda A., 1993. Effect of salinity on growth, ion content, and CO₂ assimilation rate in lemon varieties on different rootstocks. *Physiologia Plantarum*. Vol 89. P 427- 430.

Gates G., Cobb J., D'Agostino R. & Wolf P., 1993. The relation of hearing in the elderly to the presence of cardiovascular disease and cardiovascular risk factors. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. Vol 119. N° 2. P 156-161.

Gate P., 1995. Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Ed. Lavoisier. Paris. P 429.

Gérard F., braguier S., pouteau R. & Witold J., 2002. Genèse et évolution d'un village médiéval et de son terroir (6 e - 12 e/13e siècles). Inrap Grand Est nord. N°7632. P 287.

Gouny P. & Brachet J., 1967. La qualité des eaux d'irrigation B.T.I: 224.

- H -

Hadji chistodoulou A., 1985. Stability performance of cereals in low rainfall areas as related to adaptive traits. In: drought tolerance in winter cereals. Srivastava J.P. Porceddu E., Acevedo E., Varma S. (Ed). John Wiley and sons. UK. P 191 -200.

Hasegawa P.M., Bressan RA., Zhu JK. & Bohnert HJ., 2000. plant cellular and molecular responses to high salinity. *Annual review of plant physiology and plant molecular biology*. Vol. 51. P 463-499.

Hatami E., esna-ashari M. & javadi T., 2010. Effect of salinity on some gas exchange characteristics of grape (*Vitis vinifera*) cultivars, *journal of agriculture and biology*. [En ligne ISSN 1560-8530] Disponible sur : "<http://www.fspublishers.org>".

Références Bibliographiques

Hopkin W.G., 2003. Physiologie végétale- Traduction de la 2ed. American par serge rambour révision scientifique de Charles- Marie Evrade Boeck université. Bruxelles. P 451- 466.

Hu Y., Fricke Y.W., et Schmidhalter U., 2005. Salinity and the growth of non-halophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution. *Funct. Plant Biol.* Vol 32. P 973- 985.

Hu Y., J. Fromm & U. Schmidhalter, 2005. Effect of salinity on tissue architecture in expanding wheat leaves. *Planta.* Vol 220. N° 6. P 838-848.

Huang S., Sirik hachornkit A., Su X., Faris J., Gill B., Haselkorn R. & Gornicki P., 2002. Genes encoding plastid Acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegilops* complex and the evolutionary history of polyploid wheat. *Proceedings of the National Academy of Sciences.* Vol 99. N°12. P 8133-8138.

- J -

Jones HG., 2007. Monitoring plant and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. *J Exp Bot.* Vol 58. N° 2. P 119-131.

- K -

Kalarasse A., 2018. Effet des altérations de la semence sur le développement de la culture et la qualité du rendement chez le blé [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université 8 Mai 1945 Guelma, 2018 p 75. Disponible sur "<http://dspace.univ-guelma.dz:8080/xmlui/handle/123456789/735>". Consulté le (23/02/2020)

Kateme W.J. Ungar I.A. & Mitchell J.P., 1998. Effect of Salinity on germination and seedling growth of two *Atriplex* species (Chenopodiaceae). *Ann. Bot.* Vol 82. P 165-75.

Khelifa N. & Khenonaf H., 2022. Réponse a' la salinité de quelques paramètres Physiologique et biochimique du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thème Master. Université 20 Août 1955 Skikda.

Kheniche S., Hendei M. & Ali zoui A., 2020. L'effet du stress salin sur la germination et la croissance de quelques variétés du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thème Master. Université 20 Août 1955 Skikda.

Kherfi w. & Brahmi A., 2011. Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.).

Koudri A., Loumi H. & Mezdour S., 2022. Étude du chlorure de sodium (Na Cl) sur les paramètres de germination et croissance du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Thème Master. Université 20 Août 1955 Skikda.

Koyro H.W., 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L. *Environmental and experimental botany.* vol 56. N° 2. P 136-146.

Références Bibliographiques

- L -

Lahouel H., 2014. Contribution a' l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (Cas de l'orge) dans la région de hemadne A' Relizane Thème Master. Université d'Abou - Bekr Belkaid Tlemcen.

Levignero N A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy p. & Casse-delbart F., 1995. Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures. vol. 4. N° 4 : P 263-273.

Levy A. A. & Feldman M., 2002. The impact of polyploidy on grass genome evolution. Plant physiology. Vol 130.N° 4. 1587-1593.

Louradi N. & Fouta Z., 2020. Effet de l'irrigation de complément sur quelques paramètres morphologique du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions Semi -arides. Université Mohamed el Bachir El-Ibrahimi B.B.A. P 30.

- M -

Mastida L. & Raizai A., 1981. Stress-Induced Osmotic Adjustment in Growing Regions of Barley Leaves. Plant Physiol. Vol 68 N° 3. P 571–576.

Mazouz L. 2006. Etude de la contribution paramètre phéon morphologique dans la l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans l'étage bioclimatique semi -aride. Mémoire de magister, Université EL-HADJ LAKHDAR. Batna. P 97.

Mbarek B., Chaabane R., Sdiri H., Meddahi M.L. & Selmi M., 2001. Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé. Inst Nati de Reche Agro de Tunisie. Sécheresse. Vol 12. N° 3. P 167-74.

Mekaoussi R., 2015. Etude de comportement variétal du blé dur (*Triticum durum* Desf.) vis-à-vis de *Rhopalosiphum maïdis* (Homoptera : Aphididae) dans la région de Batna en vue de l'amélioration de la plante. Thèse magister.UB1.BATNA. Institut des Sciences Vétérinaires et des sciences agronomies.

Mellouki M. & Salahi Z., 2018. Étude du comportement de quelques Variétés de blé tendre osaient (*Triticum aestivum* L) de la région d'adorer. Thème master. Université Ahmed Draia Adrar.P 57.

Morgan J.A., 1983. Osmoregulation as a selection criterion for drought tolerance in wheat. Crop & Pasture Science. Vol 34. P607-614.

Moule C., 1971. Céréales 2. Phytotechnie spéciale. (Ed). La maison rustique. Paris. P 236.

Munns R & Rawson H.M, 1999. Effect of salinity on salt accumulation and reproductive development in the apical meristem of wheat and barley. Aust. J. Plant Physiol. Vol 26. P 459-464.

Munns R., & Tester M., 2008. Mechanisms of salinity tolerance. Annual review of plant biology. vol 59. P 651-681.

Références Bibliographiques

Munns R., James RA., Läuchli A., 2006. Approaches to increasing salt tolerance of wheat and other cereals. J Exp Bot. Vol 57.N° 5. P 1025-1043.

- N -

Noomene. H., 2011. Faculté des lettres, des arts et des humanités Manouba - Master de recherche environnement, aménagement et risque. Mémoire Online. Etude de la salinité des sols par la méthode de détection électromagnétique dans le périmètre irrigué de Kalaat Landelous en Tunisie : cas d'une parcelle de courage. P 92.

- O -

Owainat M. & Hamel KH., 2018. L'effet de la salinité sur la germination et la productivité de certaines variétés de blé d'oasis (blé oasiens). Université Hama Lakhdar Al-Wadi. P 11-20.

- P -

Parihar P., Singh S., Singh R., Singh V. P., & Prasad S. M., 2015. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. Environmental science and pollution research international. Vol 22. N°6. P 4056 - 4075.

Paul M.H., Planchon C. & Ecochard R., 1979. Etude des relations entre le développement foliaire, le cycle de développement à la productivité chez le soja. Ann. Amelio. Plantes. Vol 29. N°5.

- R -

Ramadan A. & Seniguer K., 2023. Sélection des génotype tolérance au stress salin pendant la germination et croissance chez l'orge (*Hordeum vulgave* L.) et le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Thème Master. Université 20 Août 1955 Skikda. P 21- 22.

Rashid F. & Ehtyusha A., 2021. Évaluation de la performance des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) à tolérer le stress salin au stade de croissance végétative. Journal of applied science. N° 6. P 152-170.

- S -

Saddaiq M.S., Lqbal S., Hafeez M.B., Fatima E.M. & Ciarmiello L.F., 2021. Effect of salinity stress on physiological changes in winter and spring wheat. Agronomy. Vol 11. N°6. P 1193.

Sadouki M., Boutouchent Y., 2018. Étude de la variabilité morpho-physiologique de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions climatiques du haut Chélif Thème. Université Djillali Bounaama de khemis - Miliana. P 54.

Selmi R., 2000. Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages Comparatifs. Revue Afrique Agriculture. N° 280. P 30-23

Références Bibliographiques

Siouda A. & Benkhelifa Z., 2016. Etude éco physiologique des quelques écotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la région semi-aride de Sétif. Thèse Master. UBBA. Bordj Bou Arreridj. Département des Sciences Biologiques.

Soltner D., 1988. Les grandes productions végétales céréales plantent sarclées. 16-ème édition, collection sciences et techniques agricole. P 466-229.

Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales. Ed. Collection sciences et techniques agricoles. P 472.

Soltner., 1990. Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques Agricoles. Ed. 17ème éditions. P 464.

Song J., Feng G., Tian C. & Zhang F., 2005. Strategies for Adaptation of *Suaeda physophora*, *Haloxylon ammodendron* and *Haloxylon persicum* to a Saline Environment During Seed-Germination Stage. *Annals of botany*. Vol 96. N° 3. P 339 - 405.

Souilah N., 2009. Thème magister diversité de 13 génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) et de 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) étude des caractères de production et d'adaptation. Thème magister Université mentouri de Constantine. P187

Surget A. & Barron C., 2005. Histologie du grain de blé, Industrie des céréales. N°145. P 47.

- V -

Vincent R., 2006. Recherche et étude de marqueurs moléculaires de la réponse au stress chez l'algue brune *Laminaria digitata*. Thèse de doctorat. Biologie. Université de Université Pierre & Marie Curie (Paris VI). P 265. [En ligne]. Disponible sur : "<https://slideplayer.fr/slide/2643518>". Consulté le (11/02/2015).

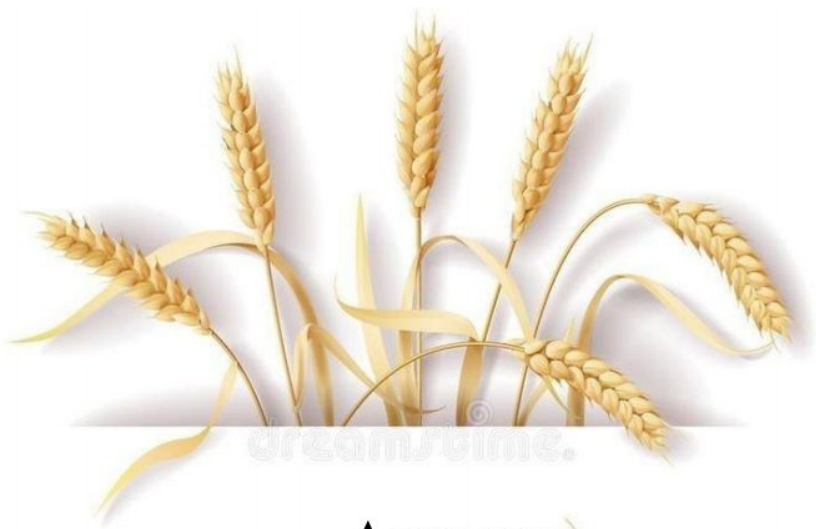
- Z -

Zahow M.F. & Amrhein C., 1992. Reclamation of a saline sodic soil using synthetic polymers and gypsum. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56. P 1257-1260.

ZIADI S., 2001. Les gènes PR-10 du pommier (*Malus domestica*) : identification, caractérisation et analyse de l'expression spatio-temporelle en réponse à une induction par l'acibenzolar-S-methyl (ASM). Un analogue fonctionnel de l'acide salicylique. Thèse Doctorat : vie- agronomie- santé. France : Rennes 1. P 116.

ZINELABIDINE S., 2015. Etude morphologique et physiologique de la tolérance d'une plante steppique « *Retama raetam* Forsk. » à la salinité, cultivée sur un substrat sableux. thème Master. Amélioration des Plantes et Biotechnologie. Université Amar Thelidji- Laghouat . P 67.

Zitouni Z., 2006. Cinétique de quelques paramètres physiologiques du blé dur *Triticum durum* (variété Vitron) sous contrainte hydrique dans la plaine de la Mitidja. Mémoire de magister. Alger. P 177.



Annexe



Annexe 01 : Analyse de la variance de taux de la germination pour les quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	841.250	280.417	5.978	0.002
C	3	1009.625	336.542	7.175	0.000
V×C	9	143.375	15.931	0.340	0.957

Annexe 02 : Analyse de la variance de long de tige pour les quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	218.109	72.703	233.455	< 0,0001
C	3	401.234	133.745	429.464	< 0,0001
V×C	9	59.420	6.602	21.200	< 0,0001

Annexe 03 : Analyse de la variance de poids frais pour les quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	19.853	6.618	25.979	< 0,0001
C	3	37.090	12.363	48.534	< 0,0001
V×C	9	3.946	0.438	1.721	0.110

Annexe 04 : Analyse de la variance de poids secs pour les quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	1.010	0.337	12.421	< 0,0001
C	3	0.455	0.152	5.597	0.002
V×C	9	1.690	0.188	6.931	< 0,0001

Annexe 05 : Analyse de la variance de la longueur de la plante des quatre variétés.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	2133.472	711.157	33.132	< 0,0001
C	3	2363.525	787.842	36.705	< 0,0001
V×C	9	160.881	17.876	0.833	0.590

Annexe 06 : Analyse de la variance de la longueur de tige des quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	67.368	22.456	0.920	0.438
C	3	1117.974	372.658	15.263	< 0,0001
V×C	9	748.718	83.191	3.407	0.003

Annexe 07 : Analyse de la variance de l'épis avec barbe des quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	88.639	29.546	37.756	< 0,0001
C	3	56.505	18.835	24.069	< 0,0001
V×C	9	5.275	0.586	0.749	0.663

Annexe 08 : Analyse de la variance de l'épis sans barbe des quatre variétés.

SOURCE	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	29.805	9.935	28.032	< 0,0001
C	3	33.920	11.307	31.902	< 0,0001
V×C	9	2.840	0.316	0.890	0.541

Annexe 09 : Analyse de la variance de la surface foliaire pour les quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	583.313	194.438	53.179	< 0,0001
C	3	253.063	84.354	23.071	< 0,0001
V×C	9	20.063	2.229	0.610	0.783

Annexe

Annexe 10 : Analyse de la variance de Teneur relative en eau pour les quatre variétés

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
V	3	993.682	331.227	2.937	0.043
C	3	24004.961	8001.654	70.942	< 0,0001
V×C	9	2955.602	328.400	2.912	0.008

<u>Nom</u> : Zidelmal	<u>Nom</u> : Zaier	<u>Nom</u> : Zair	<u>Nom</u> : Ziouane
<u>Prénom</u> : Ikram	<u>Prénom</u> : Ahlem	<u>prénom</u> : Mouna	<u>prénom</u> : Amel
<u>Thème</u> : Sélection des géotypes tolérants au stress salin pendant la germination et la croissance chez le blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) et le blé tendre (<i>Triticum aestivum</i> L.)			
Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Amélioration des plantes			
<u>Résumé</u>			
<p>Ce travail consiste à étudier l'influence d'une contrainte saline représentée par différentes concentrations de Na Cl (0, 50, 100, 150 m Mol) chez deux variétés de blé tendre (Boumerzoug, Ain Abid) et deux variétés de blé dur (GTA, Vitron). Dans cet intérêt et dans le but de comparer la sensibilité au sel chez quatre variétés de blé, nous avons effectué des tests de germinations et de croissance qui sont réalisés sur quatre variétés étudiés.</p> <p>Les essais de germinations ont été réalisés dans des boites de pétri au niveau de laboratoire de la faculté. Les résultats obtenus montrent que le stress salin a entraîné une réduction de la longueur des tiges, le taux de germination, le poids frais et sec chez quatre variétés étudiées. Cependant, une différence variétale à la réponse au stress salin a été enregistrée les variétés de blé (GTA, Ain Abid) se montrent les plus affectées par le stress salin.</p> <p>L'essai de croissance a été réalisé sous une serre en plastique en conditions semi contrôlées. Nos résultats obtenus montrent que le stress salin réduit les paramètres de croissance (hauteur des plantes, teneur relative en eau, surface foliaire, longueur de l'épi) chez les quatre variétés. En effet, L'ensemble des données obtenues montre que les quatre variétés étudiées sont affectées négativement par l'application de doses croissantes de Na Cl et la variété Ain Abid a montré une sensibilité accrue au stress salin par rapport à la variété Boumerzoug pour le blé tendre. Tandis que pour le blé dur La variété Vitron a montré une résistance supérieure à celle de la variété GTA.</p> <p>Notre étude nous a permis de conclure que le stress salin provoque des mêmes changements dans les différents paramètres étudiés chez les deux variétés mais à des degrés différents.</p>			
<u>Mots clés</u> : Salinité, Blé tendre (<i>Triticum aestivum</i> L.), blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.), Tolérance, Croissance, Germination.			
<u>Membre de Jury :</u>			
Présidente : M^{me} SOUILAH Nabila		Université du 20 Août 1955 – Skikda	
Examinatrice : M^r HAFSI Zakaria		Université du 20 Août 1955 – Skikda	
Promotrice : M^{me} LARIT Sabah		Université du 20 Août 1955 – Skikda	
<u>Année universitaire : 2023-2024</u>			