

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE 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

Filière : Sciences Agronomique

Option : Amélioration des plantes

Thème :

Sélection des génotypes tolérants au stress salin pendant la germination et la croissance chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) et le blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Présenté le :

- **Ramdane Amira.**
- **Seniguer Kenza**

Membre de Jury:

| | | | |
|-----------------------------|-------|--------------|-------------------------------------|
| M Oudjane Faiza | (MCA) | Présidente | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| M Souilah Nabila | (MCA) | Examinatrice | Université du 20 Août 1955 – Skikda |
| M ^{me} Larit Sabah | (MCB) | Promotrice | Université du 20 Août 1955 – Skikda |

Année universitaire : 2022-2023

REMERCIEMENT

Tout d'abord, grâce à « *ALWWAHID* » qui nous a créé, nous a protégé, qui est toujours avec nous qu'il ne nous laisse jamais seule.


Nous remercions les plus profonds à notre encadreur *Dr Larit Sabah*, qui a suivi et dirigé ce travail, nous la remercions pour sa gentillesse, sa patience, ses conseils et ses commentaires afin de mener à terme cette mémoire .

Nous remercions les membres du jury qui ont accepté de juger ce modeste travail : *Mme Oudjane Faiza* comme présidente et *Mme SOULAH NABILA* comme examinatrice.

Nous remercions également toutes les personnes administratives du département d'Agronomie surtout le chef département « *Mr LAIB MESSAOUD* »

On tient à remercier profondément tout les techniciens et les ingénieurs de laboratoire et la serre pour ses aides et ses précieux conseils. sans oublier le professeur « *Mr FILALI* » qui nous aidés avec ses précieux conseils.

Toute ma gratitude à mes collègues de promotion ainsi qu'à d'autres étudiants. Enfin, ce travail n'aurait pas été mené à terme sans les concessions et les encouragements de nos Parents auxquels nous disons tout simplement merci.





Dédicace

Avant tout, je veux remercier Allah qui m'a donné Toute cette force, Cette inspiration et cette passion pour arriver à ce point et terminer ce Travail.

Je dédie ce mémoire à mes parents pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apportée durant mes études, ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que vous allez déployés pour mon éducation et ma formation. Je t'aime papa et j'implore le tout-puissant pour qu'il t'accorde une bonne santé et une vie longue et heureuse, Ma chère Mère merci pour m'avoir toujours supporté dans mes décisions et pour tout votre amour et votre confiance.

A mes frère ASMED, SAMZA et OUSSAMA, a tous les moments d'enfance passés avec vous, en gage de ma profonde estimer pour l'aide que vous m'as apporté. Vous m'as soutenu, réconforté et encouragé.

A tout ma famille, aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien et encouragements, mes belles cousines SOUAD, YAKOUB de l'amour que vous m'offrez quotidiennement, que Dieu tout puissant vous garde et vous procure santé et bonheur.

A mes amis de promotion, mes copines, en souvenirs des meilleurs moments qu'on a partagé ensemble, merci pour tous les encouragements et soutiens qu'ils ont consentis à mon égard. Et je n'oublie pas ma binôme KANZA qui ma part de ce travail, un grand amour à lui.

AMIRA



Dédicace

Avant tout, je veux remercier Allah qui m'a donné Toute cette force, Cette inspiration et cette passion pour arriver à ce point et terminer ce Travail.

Je dédie ce mémoire à mes parents « *OSMANE Et ASSIA* », dans ce modeste travail, le fruit de tant de dévouements et de sacrifices ainsi que l'expression de ma gratitude et de mon profond amour, particulièrement mon père aucun mot ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mon amour pour les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon instruction et mon bien-être, maman merci pour les sacrifices que tu as consentis pour mon instruction et mon bien-être.

A mes frère *KHAÏREDDINE* et Anes, mes sœur *SALMA*, *WISSEM*, *CHABINEZ* et *ROFJA*, merci d'être si encourageant et de faire tout votre possible pour me garder motivés et soutenus.

A toute ma famille *SENGUER* je suis heureuse que vous ayez ma famille, et a toute la famille du maman *CHALABI* et je tiens de dédier toute mes amis proche, mes amis de promotions et toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Et je n'oublie pas mon binôme *AMIRA*, heureuse que tu es avec moi en tous les moments doux et amer.

Enfin je tiens à remercier tous ceux qui ont entravé ma carrière, vous avez tout le mérite de mon combat et de m'avoir amené là ou je suis.

KANZA

RESUME EN FRANÇAIS

Résumé

La salinisation des sols est un processus majeur de dégradation des sols dans le monde, ce qui affecte négativement la productivité agricole.

Ce travail consiste à étudier l'influence d'une contrainte saline représentée par différentes concentrations de NaCl (0, 50, 100, 150 m Mol) chez le blé Dur cultivé (*Triticum durum* Desf.) et l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Dans cet intérêt et dans le but de comparer la sensibilité au sel chez deux variétés étudiées, nous avons effectué des tests de germinations et de croissance qui sont réalisés sur **Wahbi et Fouara** .

Les essais de germinations ont été réalisés dans des boîtes de pétri au niveau de laboratoire de la faculté. Les résultats ont montré que le stress salin réduit le pourcentage de germination chez deux variétés étudiées. Cependant, une différence variétale à la réponse au stress salin a été enregistrée et la variété de blé dur **Wahbi** se montre la plus affectée 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 deux variétés.

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 dur (*Triticum durum* Desf.) , Orge (*Hordeum vulgare* L.) , Tolérance, Croissance, Germination,.

RESUME EN ANGLAIS

Abstract

Around the world, soil salinity considered as an important factor that leads to soil degradation. 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 NaCl (0, 50,100, 150 mM) of **bread wheat** (*Triticum durum* Desf.) and **barley** (*Hordeum vulgare* .L).

And in order to determine the negative effect of salt stress and compare between the salt sensitivity of plants Experiments were conducted for germination inside Petri cans and growing in pots, depending on the standards of seed germination and growth of plants. However, a varietal difference in response to salt stress was recorded and the **Wahbi** durum wheat variety was the most affected by salt stress.

Our results shows that salt stress reduce the factors of growth and production (stem length, leaf area, plant height, ear length and water content).

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, Durum wheat (*Triticum durum* Desf),barley (*Hordeum vulgare* .L), Adaptation, Growth, Germination

RESUME EN ARABE

المخلص

تعتبر ملوحة التربة من اهم العوامل الرئيسية لتدهور التربة مما يحد من نمو النباتات و تطور ها.

يهدف هذا العمل للكشف على مدى تأثير الاجهاد الملحي على صنفين من القمح الصلب والشعير معاملة بتركيز متزايدة من كلوريد الصوديوم (0، 50، 100، و 150ملي مولار) من اجل تحديد الاثر السلبي للاجهاد الملحي على انبات ونمو نبات القمح الصلب والشعير و مقارنة درجة تحمل الملوحة عند الاصناف المدروسة.

لأجل اتمام هذا العمل، تم اجراء تجارب للإنبات داخل علب بيثري والنمو داخل أصص معتمدين في ذلك على معايير الانبات للبدور والنمو للنباتات. تظهر نتائجنا أن الإجهاد الملحي يقلل من نسبة انبات البدور عند كلا الصنفين، الا انه تم تسجيل اختلاف في الاستجابة للاجهاد الملحي بين الصنفين حيث يظهر الصنف Foaura نوعا من الحساسية بالمقارنة مع الصنف Wahbi. تظهر نتائج النمو ان الإجهاد الملحي اثر سلبا على المعايير المدروسة (ارتفاع النبات ، ، مساحة الورقة ، المحتوى المائي ،)

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

الكلمات المفتاحية: الاجهاد الملحي ، قمح صلب ، الشعير ، التكيف ، النمو ، الانبات.

Liste d'abréviations

| ANOVA | Analyse de la variance |
|-----------------------|------------------------------------|
| % | Pourcentage |
| Cm | Centimètre |
| Cm² | Centimètre carré |
| CIC | Conseil International des Céréales |
| C | Concentration |
| FAO | Food and Agriculture Organisation |
| G | Gramme |
| H | Heur |
| HT | Hauteur de tiges |
| Kg | Kilogramme |
| Mg | Milligramme |
| Mmol | Milli Mol |
| Na Cl | Chlorure de sodium |
| PF | Poids frais |
| PS | Poids sec |
| PT | Poids à pleine turgescence |
| R | Les répétitions |
| SF | Surface foliaire |

Liste des tableaux

| N° | Titre | Page |
|-----------|--|-------------|
| 1 | Production des céréales en Algérie (FAOSTAT, 2017) | 06 |
| 2 | Classification de deux espèces étudiées blé dur, orge (APG III, 2009). | 06 |
| 3 | Caractéristiques et origine des variétés étudiées | 28 |
| 4 | La distribution des unités expérimentales et les répétitions composées | 30 |

Liste des Figures

| N° | Titre | Page |
|-----------|---|-------------|
| 01 | Production du blé dans le monde pour la campagne de (2017/2018) USDA | 05 |
| 02 | Coupe de grain du blé (Source : Gerblé) | 08 |
| 03 | Les principales parties de grain d'orge (Zibouche et Grimes, 2016) | 10 |
| 04 | Le système racinaire de blé dur (Clerget, 2011) | 11 |
| 05 | l'appareil reproducteur de blé dur (Clerget, 2011) | 12 |
| 06 | Cycle de développement de blé (Henry et al, 2000) | 14 |
| 07 | Cycle de développement d'orge (Soltner,1998) | 17 |
| 08 | Le taux de la germination pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de nacl (mm) | 34 |
| 09 | la hauteur de tige pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de Na Cl | 36 |
| 10 | Le poids frais pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de Na cl (mm) | 38 |
| 11 | le poids sec pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de Na Cl (mm) | 39 |
| 12 | La longueur de la plante (Cm) pour les deux variétés de Blé dur (Wahbi) et l'orge (Fouara) soumises aux différentes concentrations de nacl (mm) | 40 |
| 13 | La teneur relative en eau (g) pour les deux variétés de Blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de nacl (mm) | 42 |
| 14 | La surface foliaire de croissance (cm ²) pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de nacl (mm) | 44 |
| 15 | La longueur de l'épi avec barbes (cm) pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de nacl (m M) | 45 |
| 16 | La longueur de l'épi sans barbes (cm) pour les deux variétés de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de nacl (m M) | 47 |

Liste des photos

| N° | Titre | Page |
|-----------|--|-------------|
| 01 | Photo représente les graines des deux variétés testées (Photo personnelle) | 27 |
| 02 | Les boîtes du NaCl utilisé (Photo personnelle) | 29 |
| 03 | Le dispositif expérimental de l'essai de germination (Photo personnelle) | 30 |
| 04 | Les tubes à essai (Photo personnelle) | 32 |
| 05 | Longueur des tiges de blé dur (Photo personnelle) | 37 |
| 06 | l'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des plantes du l'orge (Photo personnelle) | 41 |
| 07 | L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des plantes du l'orge (Photo personnelle) | 42 |

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 **03**

1. Généralités sur les céréales **03**

1.1. Définition des céréales **03**

1.2. Historique **03**

1.3. Importance et production des céréales dans le monde et en Algérie **04**

1.3.1. Dans le monde **04**

1.3.2. En Algérie **05**

2. Classification botanique de l'espèces étudiées **06**

3. Biologie et cycle de développement de blé et de l'orge **07**

3.1. Blé dur **07**

3.1.1. Description de la plante du blé dur **07**

3.1.1.1. Structure et composition du grain de blé **07**

3.1.1.2. Les enveloppes et la couche à aleurone **07**

3.1.1.3. Le germe **08**

3.1.1.4. L'albumen ou amande **08**

3.2. L'orge **09**

3.2.1. Description de la plante du l'orge **09**

| | |
|---|----|
| 3.2.1.1. Structure et composition de l'orge | 09 |
| 3.2.1.2. Les enveloppes et la couche à aleurone | 09 |
| 3.2.1.3. Le germe | 09 |
| 3.2.1.4. L'albumen ou amande (l'endosperme) | 10 |
| 4. L'appareil végétatif | 10 |
| 4.1. Blé dur | 10 |
| 4.1.1. Le système racinaire (racinaire) | 10 |
| 4.1.2. Le système aérien | 11 |
| 4.1.3. L'appareil reproducteur | 11 |
| 4.2. L'orge | 12 |
| 4.2.1. Le système aérien | 12 |
| 4.2.2. Le système racinaire | 12 |
| 4.2.3. L'appareil reproducteur | 12 |
| 5. Croissance et développement | 12 |
| 5.1. Blé dur | 12 |
| 5.1.1. Période végétatif | 13 |
| 5.1.2. La période reproductive | 13 |
| 5.1.3. Période de formation et de maturation | 14 |
| 5.2. L'orge | 15 |
| 5.2.1. La période végétative | 15 |
| 5.2.2. La période reproductive | 16 |
| 5.2.3. La maturation -formation des grains | 16 |
| 6. Exigences de la céréaliculture | 17 |
| 6.1. Exigences Climatique | 17 |
| 6.1.1. Température | 17 |
| 6.1.2. Eau | 17 |
| 6.1.3. La sécheresse | 18 |

| | |
|---|----|
| 6.1.4. La lumière | 18 |
| 6.2. Exigences édaphiques | 19 |
| Chapitre II : la salinité | 20 |
| 1. Définition | 20 |
| 2. Origine de la salinité | 20 |
| 2.1. Salinisation primaire | 20 |
| 2.2. Salinisation secondaire | 21 |
| 3. Importance de la salinité | 21 |
| 4. La salinité et la plante | 22 |
| 4.1. Définition du stress | 22 |
| 4.2. Stress salin | 22 |
| 4.3. Mécanisme de toxicité du chlorure de sodium | 22 |
| 4.3.1. Stress osmotique | 22 |
| 4.3.2. Stress ionique | 23 |
| 4.3.3. Stress nutritionnel | 23 |
| 4.3.4. Stress oxydatif. | 23 |
| 4.4. Effet de salinité sur les plantes | 23 |
| 4.4.1. Effet de salinité sur la germination | 24 |
| 4.4.2. Effet de salinité sur la croissance | 24 |
| 4.4.3. Effet de la salinité sur la partie aérienne | 24 |
| 4.4.4. Effet de la salinité sur la partie racinaire | 24 |
| 4.4.5. Effets de la salinité sur les principales fonctions chez les plantes | 25 |
| 4.4.5.1. Effets de la salinité sur les échanges gazeux | 25 |
| 4.4.5.2. Effets de la salinité sur la photosynthèse | 25 |
| 4.4.6. Effets de la salinité sur le rendement des plantes | 26 |
| 4.4.7. Effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction | 26 |
| 4.5. Tolérance des plantes à la salinité | 26 |

Partie 2 : Etude expérimentale

| | |
|---|-----------|
| Chapitre I : Matériel et méthode | 27 |
| 1. L'objectif de l'essai | 27 |
| 2. Présentation du site de l'essai | 27 |
| 3. Matériel Végétal | 27 |
| 4. Méthode d'étude | 28 |
| 4.1. Solution Salées | 28 |
| 4.2. Dispositif Expérimental | 29 |
| 4.2.1. L'essai De Germination | 29 |
| 4.2.2. L'essai De Croissance | 30 |
| 4.3. Application Du Stress | 30 |
| 4.4. Paramètres Etudiés | 31 |
| 4.1.1. Germination | 31 |
| 4.4.1.1. Taux De Germination. | 31 |
| 4.4.1.2. Hauteur De Plantule | 31 |
| 4.4.1.3. Poids Frais de La Partie aérienne et Souterraine | 31 |
| 4.4.1.4. Poids Sec de La Partie Aérienne Et Souterraine | 31 |
| 4.1.2. Croissance | 31 |
| 4.1.2.1. La Surface Foliaire (SF) | 31 |
| 4.1.2.2. Teneur relative en eau TRE | 32 |
| 4.1.2.3. Longueur de la plante... | 32 |
| 4.1.2.4. Longueur de l'épi avec barbe | 32 |
| 4.1.2.5. Longueur de l'épi sans barbe | 32 |
| 4.5. Analyse des données | 33 |
| Chapitre II : Résultat et discussion | 34 |
| 1. Essai de germination dans les boites de pétri. | 34 |
| 1.1. Taux de germination. | 34 |

| | |
|---|-----------|
| 1.2. Hauteur des plantules | 35 |
| 1.3. Poids frais | 37 |
| 1.4. Poids sec | 39 |
| 2. Essai de la croissance et le développement des plantes | 40 |
| 2.1. La longueur de la plante | 40 |
| 2.2. La teneur relative en eau | 42 |
| 2.3. La surface foliaire | 43 |
| 2.4. Longueur de l'épi avec barbe | 45 |
| 2.5. Longueur de l'épi sans barbe | 46 |
| Conclusion | 48 |
| Références bibliographiques | 49 |
| Annexes | |



Introduction

Introduction

Les céréales, premières cultures à être domestiquées, constituent la base de l'alimentation d'une grande partie de la population mondiale, dans les pays pauvres elles fournissent environ 75% calories dont l'homme a besoin (Saulnier L, 2012).

Les céréales et les produits céréaliers sont des aliments de base dans de nombreux pays en développement, notamment au Maghreb. Le secteur céréalier est l'un des secteurs de production agricole les plus importants en Algérie (Djermoun, 2009). La céréaliculture a une très longue tradition en Algérie ; Parmi les plantes cultivées, le blé et l'orge occupent une place prépondérante (Chouaki, 2006).

En Algérie, les céréales sont cultivées sur pratiquement tous les plateaux dans les zones semi-arides et semi-humides, et sur les grandes plaines côtières et sublittorales ; Plus des deux tiers des terres agricoles se situent sur niveaux. En raison du climat changeant et surtout imprévisible, les rendements sont souvent faibles : typique d'un climat typiquement méditerranéen ; Une pluviométrie annuelle de 200 à 600 mm ne couvre pas les besoins en eau des cultures. La situation est exacerbée par des températures élevées, qui peuvent atteindre jusqu'à 35 °C dans les phases critiques de types de céréales. Cette situation est due à divers facteurs climatiques et culturels, de plus, le vieillissement des variétés anciennes peut expliquer les faibles rendements (Chehat, 2007).

En Algérie, le blé dur occupe 45% de la superficie réservée aux céréales, soit 1,6 Mha (ONFA, 2017). En moyenne, 2 tonnes de blé dur sont importées par an (USDA, 2017), la productivité agricole est principalement limitée par la sécheresse dans les régions arides de l'Algérie et les régions semi-arides (Mir et al., 2012), comme la Méditerranée, sont caractérisées par des précipitations erratiques (Habash *et al.*, 2009).

Selon Tellah (2005), l'orge est la deuxième céréale la plus répandue en Algérie, après le blé dur, où elle est principalement utilisée pour l'alimentation animale. Il est utilisé sous différentes formes : grain, paille et même paille (Mossab, 2007). La superficie estimée d'orge en 2006 était de 1. 117. 715 ha et la production était de 12.358.800qx (Anonyme a, 2006).

La salinité du sol est la principale contrainte abiotique qui affecte négativement les aspects physiologiques et biochimiques de la plante, entraînant une réduction de son rendement (Almeida *et al.*, 2014). La salinisation constitue une menace sérieuse, en particulier pour les pays aux climats arides et semi-arides. Plus de 1,5 million d'hectares de terres agricoles sont

perdues à cause de la salinité chaque année, et on estime que jusqu'à 20 % des terres arables de la planète sont affectées par la salinité (Masmoudi, 2015). En Algérie, 3,2 millions d'hectares de terres agricoles sont à risque de salinité (Djerah et Oudjehih, 2015).

Selon Ben Naceur *et al.*, (2001). La tolérance des plantes au sel est un phénomène complexe qui implique des traits morphologiques et développementaux et une variété de mécanismes physiologiques et biochimiques. En fait, le niveau de réponse à la salinité.

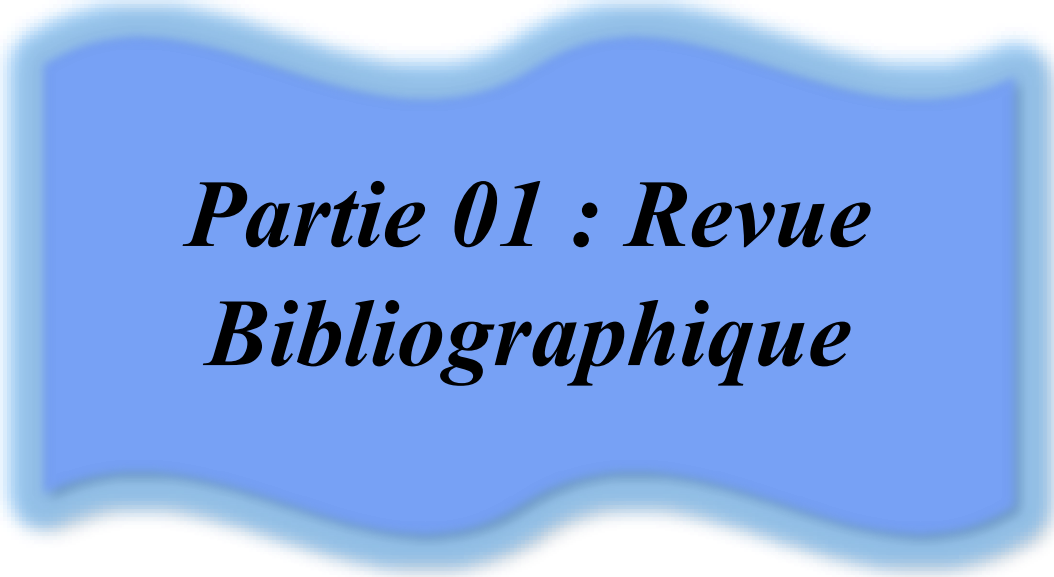
L'espèce végétale dépend de la concentration en sel, de l'espèce elle-même, de sa variété et du stade de développement de la plante. Il existe donc de nombreuses études sur l'influence de la salinité sur la germination et la croissance du blé dur et du l'orge. Notre objectif est donc de résumer les résultats de ces études et éventuellement d'essayer d'en tirer une conclusion générale

Dans cette perspective, l'objectif de notre travail consiste à étudier la sélection des génotypes tolérants au stress salin pendant la germination et la croissance chez deux variétés de l'orge (Fouara) et de blé dur (Wahbi) en conditions contrôlées.

En générale, cette recherche est divisée en deux grandes parties distinguées :

- La première partie : avec deux chapitres est réservée à une étude bibliographique pour identifier toutes les dates du problème
 - Le chapitre I, a porté sur la présentation et la description des espèces étudiées
 - Le chapitre II, étudie la salinité et l'effet de Chlorure de sodium (Na Cl) sur le sol et les cultures et la germination et la croissance des plantes
- La deuxième partie : est réservée à une étude expérimentale comporte :
 - Chapitre "Matériel et Méthodes" : a porté du matériel végétal et l'ensemble des méthodes utilisées dans notre étude
 - Chapitre "Résultats et Discussion" : est une synthèse de la recherche fondamentale qui fait référence et discute des résultats de publications scientifiques sur les paramètres abordés dans cette étude

Le mémoire se termine par une conclusion et des perspectives, suivies d'une liste de références et d'annexes.



***Partie 01 : Revue
Bibliographique***

Chapitre I : Présentation Des Plantes Etudiées

1. Généralités sur les céréales

1.1. Définition des céréales :

Les céréales comprennent des plantes de la famille des Poacées (ex Graminées). Les cinq céréales les plus cultivées dans le monde sont le maïs, le blé, le riz, l'orge et le sorgho. Le blé (*Triticum sp.*) est une graminée annuelle aux racines fibreuses et aux tiges hautes généralement creuses, avec des nœuds donnant naissance à des feuilles et des grappes de fleurs qui poussent à partir du sommet de la tige et se métamorphosent en grains (Gate, 1995).

Les céréales et les produits céréaliers sont des aliments de base dans de nombreux pays en développement, notamment au Maghreb. Ils occupent une place dans les programmes de recherche agricole à travers le monde (Cherif et Ben Jemâa, 2014). Les céréales occupent souvent le tiers des terres arables du pays, soit un million et demi d'hectares par an. Le blé dur couvre à lui seul environ 850 000 hectares. L'orge est cultivée sur un demi-million d'hectares et, le blé tendre à un degré moindre, 150.000 hectares. (El felah et Gharbi, 2014).

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille Gramineae. C'est une céréale dont les grains est un fruit sec et indéhiscents, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Feillet, 2000).

L'orge est une plante monocotylédone de la famille des Poaceae. La classification est basée sur la fertilité des épillets latéraux, la densité des épis et la présence ou l'absence d'épillets. (Chouaki, 2006).

1.2. Historique :

La culture des céréales a permis l'émergence de grandes civilisations, car elle a été l'une des premières activités agricoles. En effet, il y a plus de trois millions d'années, l'homme préhistorique menait une vie nomade, chassant et cueillant des fruits pour se nourrir. La vie nomade cède progressivement la place à un mode de vie sédentaire qui permet la culture des céréales. Le blé fait partie des céréales connues depuis l'antiquité, sa culture remonte à l'an du Mésolithique vers 7000 avant Jésus-Christ. (Ruel T, 2006.)

Selon Boulal *et al*, (2007), Les origines du blé se situent dans le croissant fertile, plus précisément dans le sud de l'Anatolie et le nord de la Syrie. De cette région, la culture du blé s'est ensuite propagée en Asie, en Afrique et en Europe. (Amrouche et Mesbah, 2017).

Orge Selon les découvertes archéologiques dans les premiers villages du Croissant Fertile, l'orge (*Hordeum vulgare L*) a été la première culture domestiquée dans cette région. Des fouilles archéologiques menées en Syrie et en Irak depuis le début du siècle ont révélé la présence de grains d'orge provenant d'épis altérés lors du processus de domestication. Ces bouteilles ont environ 10 000 ans. (Sorgho, 2001).

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

1.3.1. Dans le monde :

Les céréales sont produites, par la consommation humaine (41%), l'alimentation du bétail (45%) et pour d'autres utilisations, notamment dans l'industrie (FAO, 2007) selon le CIC (2007). La production et la consommation de céréales ont explosé depuis les trois dernières décennies, parallèlement à l'augmentation de la population mondiale.

Dans le monde, les blés et le riz sont, sans doute les plus importants en termes de superficies consacrées à leur production avec 51% de la superficie annuelle allouée aux céréales principales (FAO, 1997). Le blé dur occupe, mondialement, la cinquième place après le blé tendre, le riz, le maïs et l'orge avec une production de plus de 554 millions de tonnes en 2004 (CIC, 2000).

Les céréales étaient l'aliment de base de ces premières civilisations, le riz, pour les civilisations asiatiques le blé ; pour la Méditerranée et le Moyen-Orient (Ait Slimane, S. Ait Kaki et al., 2008). Le rôle important que jouent les céréales dans le développement de ces civilisations découle de sa valeur énergétique (environ 3400 Kcal/kg TS), de sa teneur en protéines, qui répond aux besoins des organismes, et de sa facilité de transport et de stockage. Les produits destinés à la consommation humaine s'étendent progressivement à l'alimentation animale et aux usages industriels (Balaid D, 1986)

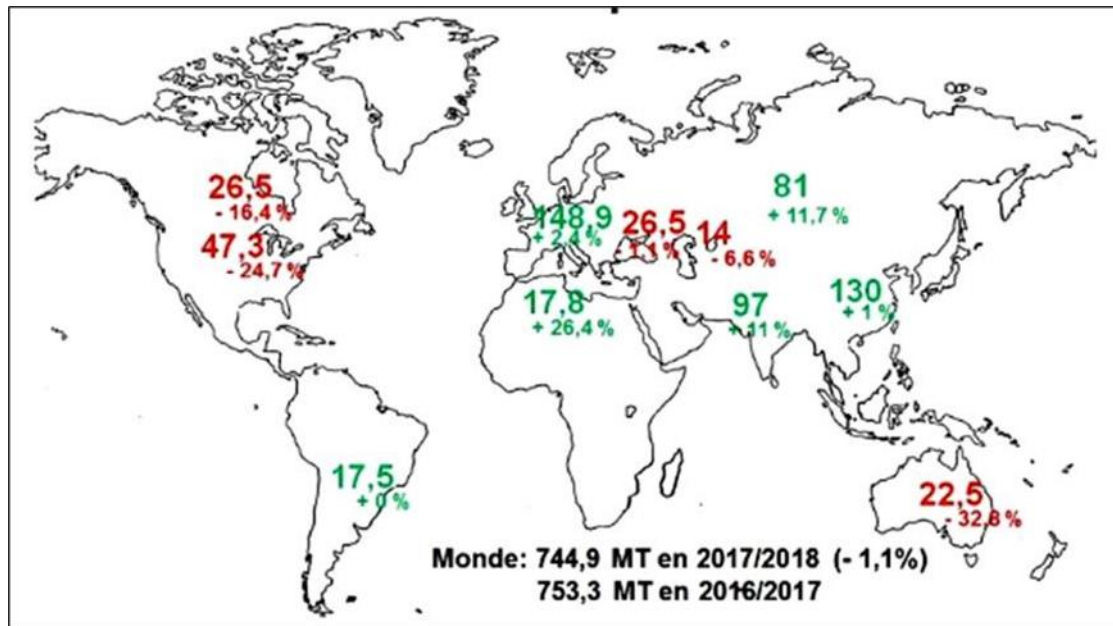


Figure 01 : Production du blé dans le monde pour la campagne de (2017/2018) USDA

1.3.2. En Algérie :

Dans plusieurs régions d'Algérie, les céréales sont la principale source de fallah et constituent un aliment de base de l'alimentation algérienne (Lerin François, 1986). Les céréales et leurs dérivés sont à la base du système alimentaire algérien. En effet, ils apportent plus de 60% calories et 75% à 80% calories de la ration alimentaire nationale. (Feillet P., 2000).

Le blé dur (*Triticum durum*. Desf) est la première culture cultivée dans le pays. La superficie annuelle emblavée en blé est de 3,6 millions d'hectares, dont la superficie plantée en blé dur était en moyenne de 1,3 million d'hectares entre 2000 et 2010 (Madr, 2011) (Amireche A et Chibane K, 2019). Les rendements en blé dur sont très bas, et ne couvre que 20 à 25% des besoins du pays comparativement à la moyenne mondiale (FAO stat, 2010). Les principales raisons de la faible production de blé dur en Algérie (soit 9 à 11 quintaux par hectare) sont les contraintes abiotiques telles que la pluviométrie principalement, les contraintes biotiques principalement dues aux adventices et les contraintes anthropiques liées aux itinéraires techniques, etc... (Cellali, 2007), du pays comparativement à la moyenne mondiale.

L'orge est une espèce qui convient très bien à la culture dans les zones sèches. Cette adaptation est associée à un cycle de développement plus court et à un meilleur taux de croissance en début de cycle. (Abbas et Abdelguerfi, 2008) in (Amireche et Chibane 2019).

Selon les données de FAOSTAT (2017), la production céréalière de 2017 a été estimée par le Gouvernement à environ 3,5 millions de tonnes, soit 5 pour cent de plus que la récolte

de 2016 et 17 pour cent de moins que la moyenne quinquennale précédente (2012-2016). Quelque 2,35 millions d'hectares ont été plantés avec des céréales d'hiver qui ont été récoltées en 2017, contre 2,2 millions d'hectares plantés la saison précédente (Tableau 01).

Tableau 01 : Production des céréales en Algérie (FAOSTAT, 2017)

| | Moyenne 2012-2016 | 2016 | 2017 | variation |
|---------------|-------------------|--------------|-------------|--------------|
| | | (000 tonnes) | | 2016/2017(%) |
| Blé | 2833 | 2200 | 2400 | +9 |
| Orge | 1246 | 1000 | 968 | -3 |
| Avoine | 104 | 118 | 104 | 10 |
| Autre | 3 | 2 | 2 | 0 |
| Totale | 4186 | 3320 | 3474 | +5 |

2. Classification botanique des espèces étudiées

Tableau 02 : Classification de deux espèces étudiées blé dur, orge (APG III, 2009)

| Classification | Blé dur | Orge |
|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| Embranchement | Spermaphyte | Spermaphyte |
| Sous embranchement | Angiosperme | Angiosperme |
| Class | Monocodyledone | Monocodyledone |
| Ordre | Poales | Cyperale |
| Famille | Poaceae | Poaceae |
| Sous famille | Festucoideae | Pooideae |
| Tribu | Triticeae | Triticeae |
| Sous tribu | Triticineae | Hordeinae |
| Genre | Triticum | Hordeum |
| Espèce | <i>Triticum durum</i> Dsf. | <i>Hordeum vulgare</i> |

3. Biologie et cycle de développement de blé et de l'orge

3.1. Blé dur

3.1.1. Description de la plante du blé dur :

C'est une plante herbacée annuelle avec des touffes, jusqu'à 150 cm de haut et 2-5 pousses; tige cylindrique, lisse, creuse à l'exception des nœuds, feuilles alternes, simples et entières ; vagin arrondi, oreillette ; lchette membraneuse ; limbe linéaire, de 15-10 cm × 1-2 cm, à grains parallèles, plat. Épis terminaux de 4–18 cm de long, à épillets sessiles isolés sur un rachis en zigzag. Epillets de 10–15 mm de long, aplatis latéralement, à 3–9 fleurs hermaphrodites, dont, les 1–2 supérieures sont pour la plupart vestigiales. Drupe ellipsoïdale à sillon central sur une face, de couleur brun rougeâtre à jaune ou blanche (céréales et légumineuses). Les enveloppes sont épaisses et ne contiennent pas de transparents. Ils sont particulièrement adaptés au meulage lors du passage d'un cylindre à l'autre. (Réseau, 2000).

3.1.1.1. Structure et composition du grain de blé :

Le grain de blé est de forme ovale et possède un sillon sur la face ventrale qui s'étend sur toute la longueur. À l'arrière de la base de la graine se trouve un embryon couronné d'un pinceau. Il mesure 5 à 7 mm de long et 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur et pèse 20 à 50 mg. (Surget et Barron, 2005).

3.1.1.2. Les enveloppes et la couche à aleurone :

L'enveloppe protège le grain de l'extérieur vers l'intérieur, varie en épaisseur et représente 13 à 16 % du poids total du grain, est riche en sels minéraux, principalement de la cellulose et d'oligoéléments.

Le péricarpe ou tégument du fruit composé de 3 couches de cellules :

Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.

- Mésocarpe, formé de cellules transversales.
- Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires (Godon et Willm, 1991)
- Le tégument ou testa de la graine.
- L'épiderme du nucelle (ou bande hyalin).

La couche d'aleurone est un tissu monocellulaire sans espaces intercellulaires, situé à la périphérie du grain de blé entre la protéine d'amidon et les enveloppes, et est le seul tissu vivant

du grain mature, lui permettant de se développer lors de la germination. Il remplit à la fois une fonction nutritionnelle, par le stockage de métabolites et la synthèse d'enzymes pour l'hydrolyse des réserves, et une fonction protectrice grâce à sa structure pariétale résistante. La couche d'aleurone est un tissu complexe qui contient des concentrations importantes de molécules à valeur nutritionnelle. Le diamètre moyen des cellules d'aleurone est compris entre 20 et 50 μm (Carole *et al.*, 2002).

3.1.1.2. Le germe :

Le germe est un organe de réserve, riche d'environ 2,5 à 3 % de protéines et de lipides pour une jeune plante (Surget et Barron, 2005) et se compose de deux parties :

- **Le cotylédon ou scutellum**, séparé du noyau par une couche diastasiqne destinée à la digestion ultérieure des protéines au profit de la plantule.
- **La plantule**, avec sa gemmule recouverte d'un étui, la coléoptile, sa tige courte, et sa radicule, recouverte d'un étui, la coléorhize (Soltner, 1987)

Enfin le germe est riche en vitamine B1, B6 (Surget et Barron, 2005).

3.1.1.3. L'albumen ou amande :

Le grain de blé se compose principalement de protéines, 80-85% d'amidon et de protéines de la couche d'aleurone (Carole *et al.*, 2002) et 70% d'amidon et 7% de protéines, de gluten. Dans le blé dur, la protéine est cornée et vitreuse, semblable à la protéine de riz. Les protéines jouent un rôle essentiel dans la composition du sperme ; sert de réserve et n'est pleinement utilisé que pendant la germination. (Guergah *et al.*, 1997).

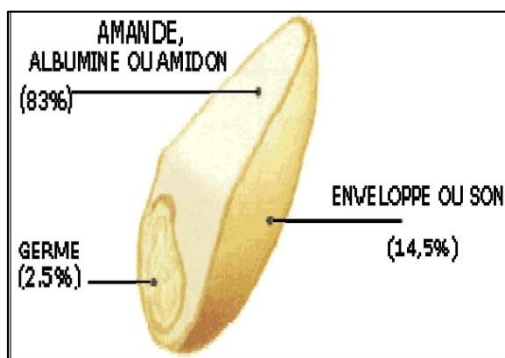


Figure 02 : Coupe de grain du blé (Source : Gerblé)

3.2. L'orge

3.2.1. Description de la plante du l'orge :

L'orge est une plante annuelle autogame très proche du blé par la morphologie des organes végétatifs et floraux. Où il y a différents degrés de ploïdie. L'orge cultivée est une espèce diploïde avec le même nombre de chromosomes ($2n=14$) (Sorghum, 2001).

3.2.1.1. Structure et composition de l'orge :

L'orge est un grain couvert : les glumelles adhèrent au grain et ne s'en détache pas lors du battage.

Les principaux composants du grain d'orge sont vus de l'intérieur vers l'extérieur :

- L'embryon (plantule complète).
- L'endosperme (réserve de matières nutritive).
- La couche à aleurone, périphérique (réservoir enzymatique).
- Le péricarpe-testa (membrane semi-perméable).
- Et la paroi externe

3.2.1.2. Les enveloppes et la couche à aleurone :

Les enveloppes du grain d'orge restent attachées ou scellées après le battage. Ils contiennent 39 % de cellulose, 12 % d'hémicellulose, 22 % de lignine, 11 % d'amidon, 4 % de protéines et 4 % de lipides. Ils se composent de plusieurs couches de structures différentes. De l'extérieur vers l'intérieur, nous trouvons (Deepak *et al.*, 2013).

La couche d'aleurone contient de l'amidon et des protéines dans la partie la plus externe, et dans les parois cellulaires internes des lipides (30%), des protéines (20%), de l'acide phytique, des vitamines B, de la cellulose, des pentosanes, des B-glucanes, mais pas d'amidon (Guiga, 2006).

3.2.1.3. Le germe :

Le grain d'orge est constitué d'un embryon (germe), qui est principalement situé dans la partie arrière du grain, et d'une couche d'amidon, qui est bordée à l'extérieur par plusieurs autres couches. L'embryon est séparé de l'endosperme par scutellum qui a une fonction sécrétoire et permet la diffusion des enzymes hydrolytiques de l'embryon vers l'endosperme.

Il contient le patrimoine génétique responsable de la future plante. L'embryon est riche en protéines, lipides, minéraux et vitamine E. Celui-ci contient la plupart des lipides (Godon et Willm, 1991). Quant aux sucres, 25 % du poids sec du germe sont constitués de saccharose et de raffinose. Les protéines sont principalement des albumines et des globulines (Favier, 1989).

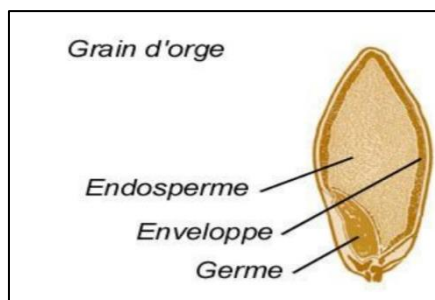


Figure 03 : Les principales parties de grain d'orge (Zibouche et Grimes, 2016)

3.2.1.4. L'albumen ou amande (L'endosperme) :

Les grains d'orge sont caractérisés par une différence structurale au niveau de l'endosperme. Il existe des secteurs de farine, qui contiennent des cellules comprimées avec des espaces entre les granules d'amidon, et des secteurs durs, dans lesquels les granules d'amidon sont comprimés en une matrice protéique dense (Chandar P, 1999). Les analyses biochimiques effectuées sur l'endosperme ont montré que cette substance est constituée de 65 % d'amidon, de 7 à 12 % de protéines, de 6 à 8 % de matière cellulosique dans les parois cellulaires (70 % de glucanes, 20 % de pentosanes, 5 % de protéines, de glucomannane, de 2-cellulose, 0,5 % d'acides phénoliques et 0,5 % d'acides uroniques) et 2-3 lipides (Jeantet *et al.*, 2007).

4. L'appareil végétatif

4.1. Blé dur

4.1.1. Le système racinaire (racinaire) :

C'est du type faxicule. Deux systèmes sont en cours de développement, le système primaire et le système secondaire. Les racines primaires sont adventices (provenant de la tige) et assurent la nutrition et le développement de la plante (Belaid, 1987).

Le système secondaire (couronne racinaire) se forme lorsque les plantes se ramifient (tallage), les racines ont les nœuds les plus bas et sont presque toutes au même niveau (arbuste plat) ; forment une touffe dense. Fondamentalement, chaque arbuste développe une tige et une inflorescence (Belaid, 1987).

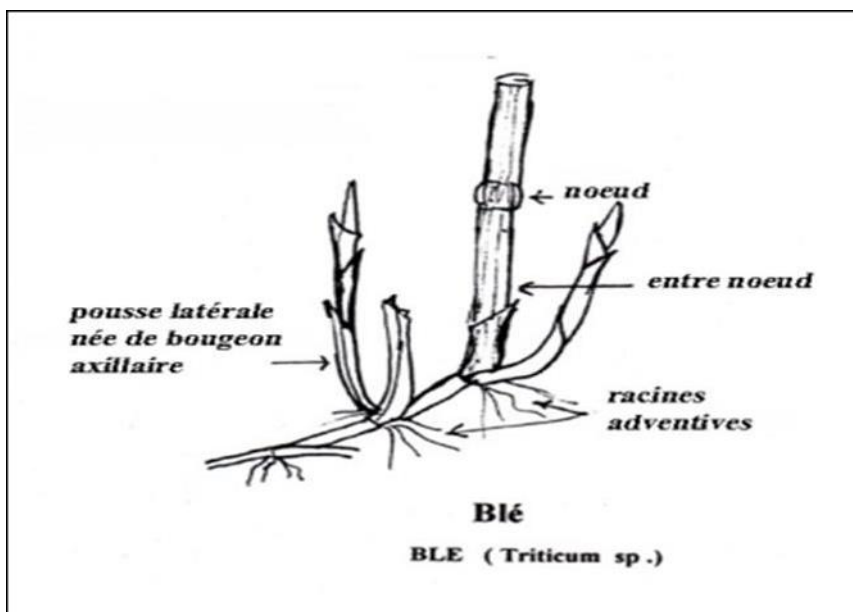


Figure 04 : le système racinaire de blé dur (Clerget, 2011).

4.1.2. Le système aérien :

La tige est cylindrique, séparée par des nœuds, et se compose d'une tige principale, appelée le maître brin, et de tiges secondaires, appelées talles, qui se développent à partir de la base de la plante (Belaid, 1996).

Les feuilles ont des nervures parallèles et se composent de deux parties : la partie inférieure entourant la jeune pousse ou tige (la gaine) et la partie supérieure feuillée (lamelle). Les feuilles sont en contact avec la gaine des oreillettes vêtues et une ligule (Moule, 1971).

4.1.3. L'appareil reproducteur :

Les fleurs sont regroupées en une inflorescence correspondant à l'épi. L'apex est formé de deux rangées d'épillets attachés aux côtés de l'axe. L'épi se compose de trois fleurs avec deux gousses au milieu. Chaque fleur n'a pas de pétales et est entourée de deux glumelles. (fig.5)

Elle contient trois étamines et un ovaire surmonté de deux styles plumeux. Lors de la fécondation, les anthères éclosent des fleurs. Les grains de pollen sont libérés et se fixent au stigmate où la fécondation peut avoir lieu. Après la fécondation, l'ovaire produit le grain de blé (Sadouki et Boutouchent, 2018).

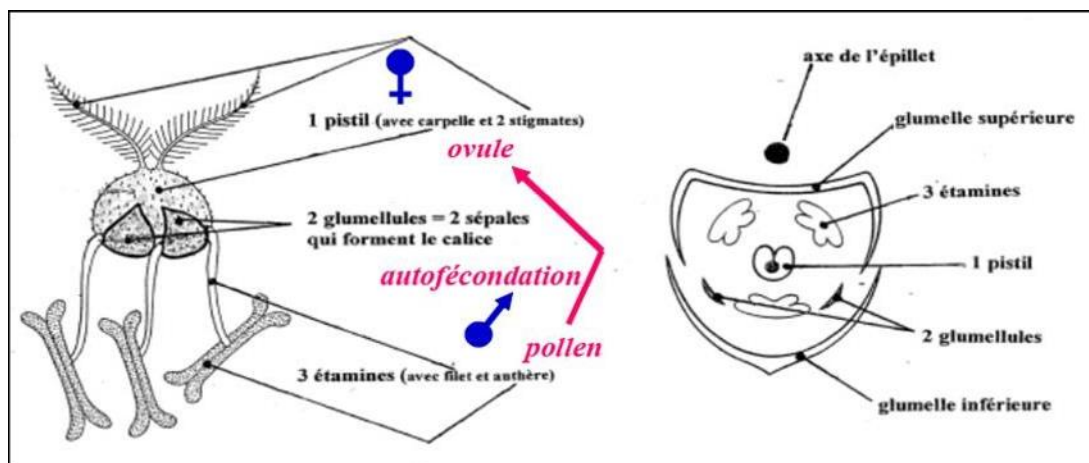


Figure 05 : L'appareil reproducteur de blé dur (Clerget, 2011).

4.2. L'orge

4.2.1. Le système aérien :

Il se compose d'une tige cylindrique et creuse criblée de nœuds où se forment les feuilles. Leur hauteur varie de 30 à 120 cm, selon la variété et les conditions de croissance.

4.2.2. Le système racinaire :

Il se compose de deux systèmes racinaires successifs. La graine ou le système racinaire primaire n'est actif que de la levée jusqu'au début du tallage. Ces racines sont d'origine embryonnaire. Ce système est constitué d'une racine principale et de deux paires de racines latérales, soit cinq racines ; éventuellement une sixième racine qui peut se développer ; Le noyau de ce système se compose de six, rarement de sept (BENLARIBI *et al.*, 1990 In HAZMOUNE, 2006).

4.2.3. Appareil reproducteur :

L'inflorescence se présente toujours sous la forme d'un épi cylindrique de 5 à 10 cm de long, composé de touffes de trois épillets disposés en alternance (Brink et Belay, 2006). Il est pointu ou attaché à la tête, et les épillets sont attachés à l'aisselle des feuilles en zigzag ; chaque épillet avec deux mauvaises herbes se terminant en pointe (Mukund, 2015).

La fécondation est autogame (Brink et Belay, 2006).

5. Croissance et développement

5.1. Blé dur

Le cycle du blé comporte : une période végétative comprend les étapes de germination, pré-tallage et tallage, une période reproductrice comprend les étapes de montaison, épiaison, floraison et une période de maturation comprend la croissance et la maturation du grain.

5.1.1. Période végétatif :

Elle se caractérise par un développement purement herbacé et dur du semis à la fin du tallage et se divise en deux phases :

a) *La phase germination – levée :*

La germination est le passage d'une graine d'un état de vie lente à un état actif. Grain de blé ayant absorbé au moins 30 % de son poids en eau. La coléoptile joue un rôle protecteur et mécanique en creusant le sol. Lorsque les premières feuilles apparaissent, la photosynthèse commence. Cependant, les stocks de céréales sont encore utilisés. On parle de levée quand 50% des plantes sortent de terre (Ait, 2008).

b) *La phase levée – tallage :*

Il y a trois stades principaux de tallage : début de tallage, plein et fin tallage. Cette phase débute avec la quatrième feuille et se caractérise par l'entrée en phase de croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle de la première feuille, d'où le bourgeon débouche sur le filament principal (Soltner, 2005). La fin du tallage est la fin de la saison de croissance (Gate, 1995).

Elle marque le début de la phase de reproduction, due à la photopériode et à la vernalisation qui permettent aux entre-nœuds de s'allonger (Soltner,2005).

5.1.2. La période reproductive :

a) *Stade montaison-gonflement :*

La montaison commence à la fin du tallage et se caractérise par un allongement des entre-nœuds et une différenciation des parties florales. À ce stade, certains arbustes herbacés commencent à dépérir, tandis que d'autres se couvrent d'épines. Les besoins en nutriments augmentent au cours de cette phase de croissance active, notamment en azote qui s'accumule à l'extrémité de la feuille étendard et des signes de gonflement des épis dans les graines (Nadjem, 2012).

b) *Stade d'épiaison :*

Cette période commence dès que l'épi émerge de la graine de la feuille et se termine lorsque l'épi est complètement éjecté. La durée de cette phase est de 7 à 10 jours, selon la variété et les conditions environnementales. Dans cette phase, la plante atteint son développement maximum (Kadir, 2015).

c) *Stade d'épiaison-fécondation :*

Pendant cette période, la formation des organes floraux se termine et la fécondation a lieu. Le nombre de fleurs fécondées pendant cette période critique dépend de la nutrition azotée et de l'évapotranspiration. Celle-ci correspond à la croissance maximale de la graine, qui a développé les trois quarts de la matière sèche totale, et est étroitement liée à la nutrition minérale et à la transpiration, qui influent sur le nombre final de grains par épi (Ait, 2008).

5.1.3. Période de formation et de maturation :

La phase de maturation (45% d'humidité) succède à la phase pâteuse. Cela correspond au stade où le grain perd progressivement son humidité en plusieurs étapes (Nadjem, 2012). Elle commence à la fin de la nappe phréatique, caractérisée par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours. Passé ce délai, le grain ne perd que l'excès d'eau qu'il contient, passant progressivement à l'état de « grattage oblique » (20 % d'humidité) puis « cassant sous la dent » (15-16 % d'humidité) au-dessus (Hennouni, 2012).

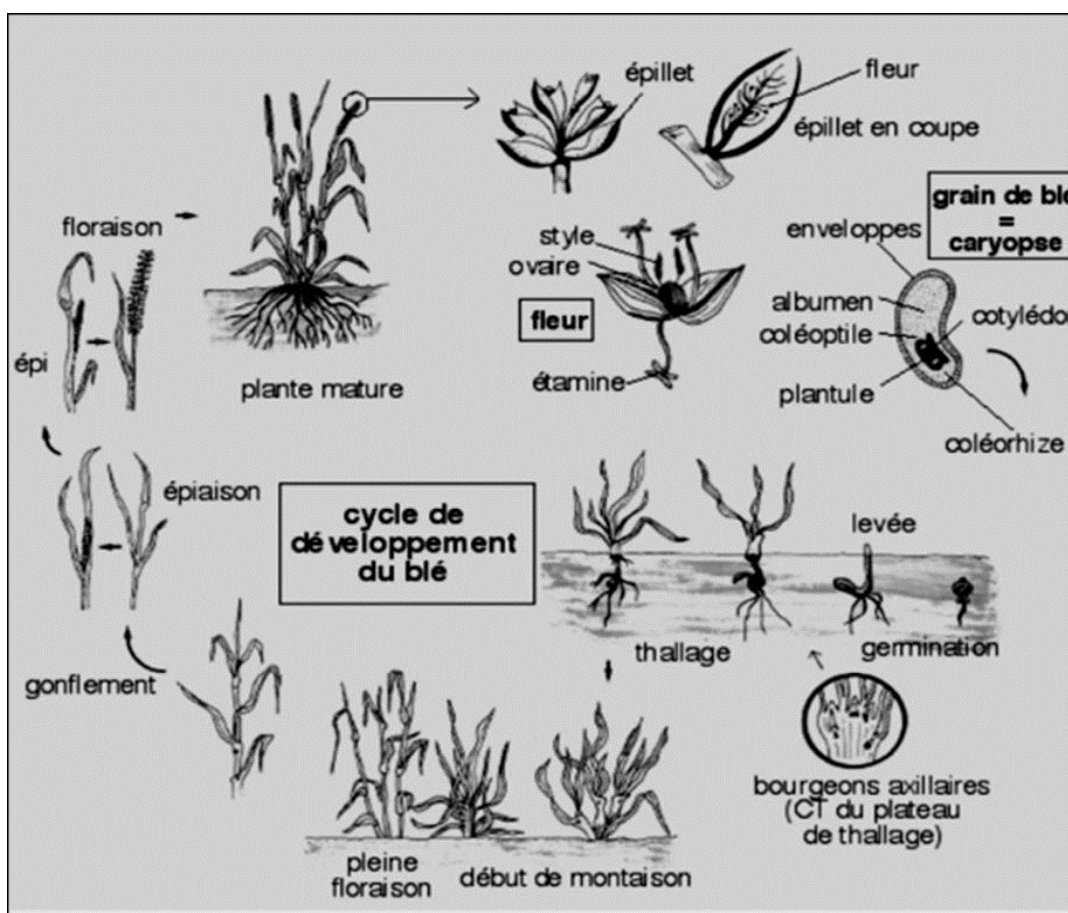


Figure 06 : Cycle de développement de blé (Henry et al, 2000).

5.2. L'orge

5.2.1. La période végétative :

a) *Germination – levée :*

Selon Sergio *et al.* (2016), La germination marque le passage d'une vie lente à une vie active. Les graines absorbent l'eau à raison de 20 à 25 % de leur poids. La levée est caractérisée par l'apparition d'une coléoptile et la plantule perd trois ou quatre feuilles préformées dans le bourgeon. D'un point de vue cultural, la durée de cette phase dépend de la date de semis et est de 8-10 jours pour un semis précoce et de 15-20 jours pour un semis tardif.

b) *Le tallage :*

C'est l'émergence de plusieurs bourgeons délicats de la plaque de gouvernail qui peuvent former des tiges. Parmi les buissons formés, certains cessent de pousser et se dessèchent, tandis que d'autres continuent de pousser. Par conséquent, la distinction entre talle herbacées (TH) et des épis (TE) et le rapport TE/TH est variable. La formation des buissons dépend fortement de la variété d'orge cultivée et des conditions climatiques, notamment de la température, qui influence directement sur la durée de la phase de tallage (Gabriela *et al.*, 2004).

Le taux de croissance se termine lorsque la quatrième feuille est bien développée. Cependant, le tallage peut continuer tant que les bourgeons latéraux poussent et forment des feuilles (Sabine *et al.*, 2015).

Une tige secondaire naît de chaque bourgeon auxiliaire. Le premier gouvernail apparaît sur le quatrième feuillet, et chaque nouveau feuillet correspond à l'apparition d'une talle. Lorsque l'arbuste atteint le stade de trois à cinq feuilles, il acquiert une certaine indépendance par rapport à la tige mère et se nourrit directement de ses propres racines (Steven, Ullrich, 2011).

Selon Bingham *et al.* (2012). La production des talles qui donnent naissance aux épis dépend du génotype, du taux de semis, de la disponibilité des minéraux dans le sol et de la récolte légère. Ces auteurs soulignent également qu'à forte densité de plantation, le nombre d'arbustes stériles est plus important. De plus, la proportion d'arbustes fertiles par rapport au nombre total d'arbustes produits varie selon la densité de plantation. L'orge a une émissivité totale plus élevée que le blé.

5.2.2. La période reproductive :

a) *La montaison* :

Cette phase se termine par la différenciation des pistils ; Il s'agit d'un gonflement de la gaine foliaire, signe d'émergence près de l'épi (Jochen et Nils, 2014). La température et la photopériode ont une grande influence sur le déroulement de cette phase. De plus, avec une disponibilité insuffisante d'eau et d'azote, la croissance des jeunes tiges est arrêtée (Paul *et al.*, 2009).

b) *L'épiaison* :

L'épiaison correspond à la formation de l'épi. Au lieu de cela, commencez par la plante. En effet, la différenciation de l'apex dans le contour d'épi débute simultanément à l'allongement de la tige quelques jours après la fin du vissage. Par conséquent, le nombre d'ovules par épi est fixé (Chiara C et Maria V, 2014).

La floraison correspond à l'aspect des anthères. Le nombre d'épillets dépend principalement de la variété, des paramètres climatiques et des nutriments, le nombre final de grains peut être observé deux semaines après la floraison (Antonio *et al.*, 2014).

5.2.3. La maturation -formation des grains :

Lorsque la graine commence à gonfler, la croissance de l'arbuste s'arrête, et les réserves synthétisées dans les feuilles migrent vers les graines. La maturation correspond à l'accumulation de réserves (amidon et protéique) dans les grains et à la perte de leur humidité (Flaten *et al.*, 2015).

La tige, avec les feuilles et les épis, contribue au remplissage temporaire du grain pour compenser les déséquilibres qui peuvent survenir lorsque la phase de remplissage rapide du grain lors de la reprise végétative n'a pas encore commencé (Savin *et al.*, 2015).

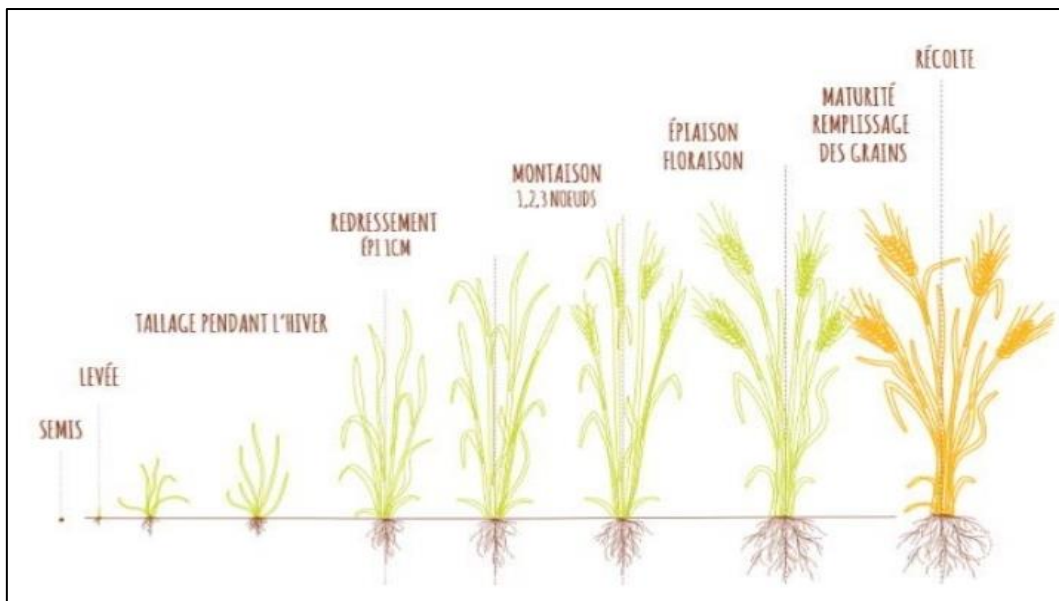


Figure 07 : Cycle de développement d'orge (Soltner,1998)

6. Exigences de la céréaliculture

Le bon fonctionnement de la plante tout au long de son cycle de vie nécessite l'interaction de différents facteurs qui conduisent à l'amélioration constatée des rendements et des besoins, notamment :

6.1. Exigences Climatique :

6.1.1. Température :

La température à un instant donné détermine la physiologie du grain, basée sur l'absence de végétation et de germination, c'est-à-dire que la température à laquelle le grain germe et se développe est de 0 °C. Or, la température optimale se situe entre ces deux extrêmes, entre 20 et 22 °C. La température élevée favorise le développement et la croissance (Simon *et al*, 1989).

Les températures élevées entraînent une flottabilité trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine. Cela s'explique par la température, comprise entre 25° et 32°C, qui ne favorise pas l'expansion des racines ; La température optimale se situe donc entre 5° et 12°C (Calvo, 1992). Mekhlouf *et al.*, (2001) définissent les exigences de température pour les phases suivantes comme suit :

- Stade levée : La somme des températures =120°C.
- Stade tallage : La somme des températures =450°C
- Stade plein tallage : La somme des températures =500°C.

- Stade épi 1cm : La somme des températures = 600°C

Le point zéro végétatif du blé est de 0°C, mais son besoin total en chaleur est assez élevé. Clement et Prats (1970) ont découvert que la température quotidienne se produit à différents points du cycle du blé.

Le zéro de végétation de l'orge est similaire à celle du blé tendre à des températures proches de 0 °C (Soltner, 1979).

6.1.2. 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).

6.1.3. La sécheresse :

La sécheresse est l'un des facteurs les plus fréquemment cités pour expliquer les rendements céréaliers faibles et variables. Le rendement des cultures est affecté par l'intensité du déficit et sa localisation dans le cycle végétal (Wery et Ture, 1990) in (Amireche A et Chibane K, 2019). Nous avons tendance à assimiler la sécheresse à la rareté de l'eau ; La sécheresse est liée au climat et le stress hydrique est de nature plus physiologique (Ait-kaki, 1993 ; Baldy C, 1993). La sécheresse est définie de deux manières (Henin, 1976) in (Amireche A et Chibane K, 2019).

1- Il y a sécheresse dès qu'il se produit dans la masse des tissus un déficit hydrique amenant une baisse de rendement.

2 - Il y a sécheresse chaque fois que le déficit en eau provoque des réactions de défense de la plante, se traduisant par des modifications de l'état de feuillage qui caractérisent le flétrissement.

6.1.4. La lumière :

Le blé est une culture complètement légère. Le tallage des plantes herbacées est complet pour la valeur exacte de la photopériode applicable à la variété. L'espacement des rangs lors du

semis permet de placer le blé dans des conditions de luminosité optimales pour un bon tallage (Clément et Prats, 1970).

Afin d'atteindre la phase B avant l'assaut, la connaissance de la durée spécifique du jour (photopériodisme) est nécessaire (Soltner, 1990). Si Simon *et al.*, (1989) ajoutent que le stade B dépend essentiellement de la durée du jour, en effet il faut que la durée de lumière soit d'environ 12 heures pour que l'épi se mette à flotter dans la tige.

C'est le photopériodisme. Cependant, il est conseillé d'éviter l'ombre et les peuplements trop denses, car ceux-ci favorisent l'apparition de maladies cryptogames.

6.2. Exigences édaphiques :

Ces caractéristiques comportent des précautions à intervenir :

- Une texture fine, limono et argileuse qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact et donc une bonne nutrition
- Une structure stable, résistant à la dégradation par les pluies hivernales, évite au blé l'asphyxie et permet une bonne nitrification printanière
- Une Bonne profondeur et richesse colloïdale suffisante, afin d'assurer la bonne nutrition pour de gros rendements (Soltner, 1990 ; Baldy, 1993).
- L'orge ne s'adapte pas bien aux sols lourds, mais utilise mieux les sols légers et peu profonds avec un substrat calcaire, et exploite bien les sols pauvres et rocailleux (Anonyme, 1970)

Chapitre II : la Salinité

1. Définition :

La salinité peut être définie comme un processus pédologique par lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles, lui conférant un caractère salin (Gregor, 2005). Un sol salin se caractérise par un excès de sels, notamment d'ions Na^+ dans le profil racinaire (Schut, 1996).

La salinité est l'un des facteurs abiotiques les plus répandus sur la planète et limite considérablement les rendements des cultures, en particulier dans les régions arides et semi-arides où les précipitations sont limitées et insuffisantes pour transporter le sel à travers le profil du sol (Khales et Baaziz, 2006 et Schulze *et al.*, 2005).

Elle se forme lorsque l'eau pure s'évapore, laissant derrière elle des sels et d'autres substances (Carter, 1975). Cela est dû à la concentration plus élevée de sels tels que le chlorure de sodium (Sun *et al.*, 2007).

Selon Kpinkoun *et al.*, 2019, la salinité réduit la croissance et la production des cultures en raison de la perturbation de nombreux processus morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires.

2. Origine de la salinité :

2.1. Salinisation primaire :

La salinité primaire est créée par l'érosion et la migration des roches, et le dépôt des sels dissous dans l'eau dépend des caractéristiques du milieu naturel et des précipitations. Dans les régions arides ou semi-arides, le lessivage et le transport en profondeur des sels dissous ne se produisent plus, et une évapotranspiration importante favorise la concentration en sel du sol. Dans les régions côtières, la pénétration de l'eau salée et l'empiètement de l'eau de mer dans les basses terres entraînent la salinisation des eaux souterraines et du sol (Lallemand-Barrés, 1980).

Près de 80% des terres salinisées sont d'origine naturelle « édaphique », d'où la salinité dite « primaire ». Dans ce cas, elle est due à la formation de sels lors de l'érosion des roches ou à des influences naturelles extérieures :

- Dans les zones côtières, intrusion d'eau salée ou inondation des basses terres.
- Inondations périodiques avec une eau de mauvaise qualité

- Élévation des niveaux d'eau saline près de la zone racinaire (Mermoud, 2006)

Ce type de sol est très courant dans les régions arides car le potentiel d'évaporation est bien supérieur à la quantité d'eau atteignant le sol (Antipolis, 2003).

2.2.Salinisation secondaire :

La salinisation secondaire est le résultat des activités humaines, les activités humaines introduisent des sels supplémentaires à travers diverses activités qui perturbent l'équilibre naturel des sols, les impacts anthropiques augmentent la salinité naturelle des sols ou la salinité des sols qui ne sont pas encore affectés (Ghassemi *et al.*, 1995). Certains comprennent les changements dans les écosystèmes (déforestation, construction de barrages), l'augmentation de la salinité des eaux de surface, les pratiques intensives pour intensifier la production de biomasse, l'utilisation des eaux de surface, l'irrigation à partir de diverses sources et la salinité (eaux usées agricoles, industrielles et domestiques). Même dans les régions froides ou montagneuses, le déglacage ou le sel de voirie sont d'autres causes de salinité secondaire. La salinité secondaire est à l'origine d'environ 20 sols salins. L'irrigation des terres agricoles est une activité humaine importante qui conduit à la salinisation (Jean-Pierre, 2018).

3. Importance de la salinité :

La salinité est le critère le plus important pour évaluer la qualité de l'eau d'irrigation. Cette valeur peut être exprimée en conductivité électrique ou en ppm ou mEq/L. La concentration totale est plus importante puisque la plupart des plantes répondent à la concentration totale d'ions dans le milieu (effet osmotique) et pas seulement à un ion spécifique. En général, l'augmentation de la salinité de l'eau d'irrigation augmente la salinité de la solution du sol. (Kherfiw et Brahmi, 2011).

Selon le dosage, la teneur en sel peut avoir un effet stimulant significatif sur la croissance et le développement des plantes. La salinité a un effet positif sur la germination et certaines espèces poussent très bas (bien que certaines espèces poussent très bas (bien que les auteurs n'aient pas quantifié). NaSo₄, Na Cl, MgSo₄ et NaCo₃ (Menacer, 2007 in Gasmi et Dhiri, 2017).

Selon Mermoud (2005), le monde perd 10 hectares de terres agricoles chaque minute, dont 3 hectares dus à la salinisation. Environ 6,5 % de la superficie terrestre mondiale et

environ 20 % de la superficie cultivée sont déjà touchés par la salinisation des sols (Hakim *et al.*, 2014).

4. La salinité et la plante :

4.1. Définition du stress :

Selon (Jones *et al.*, 1989 et Dutuit *et al.*,1994), Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements dans les processus physiologiques qui entraînent finalement des dommages, des blessures et un retard de croissance ou de développement.

Dans le premier type de stress, on distingue deux types : le stress biotique, qui fait référence aux facteurs biotiques, qui peuvent être des micro-organismes (bactéries, champignons, virus, etc.) ou des insectes et herbivores, etc., et le second type est le stress abiotique. Dans le cadre des conditions écologiques on distingue : le stress salin, le stress hydrique, le stress thermique et le stress oxydatif (Haouala *et al.*, 2007 ; Dutuit *et al.*,1994).

4.2. Stress salin :

La concentration en sel dans le substrat végétal est très variable, elle peut être insuffisante ou trop élevée. Bien qu'il s'agisse pratiquement d'une question de stress dû à la faible concentration en sel, une carence en ions se manifeste principalement par un problème nutritionnel. En fait, le terme stress salin fait spécifiquement référence à un excès d'ions, en particulier, mais sans s'y limiter, les ions Na⁺ et Cl⁻ (Hopkins, 2003).

4.3.Mécanisme de toxicité du chlorure de sodium :

4.3.1. Stress osmotique :

Selon Song J *et al.*, 2005. Le changement du potentiel osmotique du sol avec l'augmentation de la salinité. Les racines ont du mal à absorber l'eau du sol. Cela ralentit leur croissance.

Selon Chinnusamy *et al.* (2004) la concentration en sel dépend de la teneur en eau du sol et augmente avec le séchage ; Par conséquent, les sels en excès, nocifs pour les plantes, pénètrent dans le sol beaucoup plus rapidement dans les sols sableux que dans les sols argileux, qui piègent les ions Na⁺ à travers les charges négatives de l'argile.

4.3.2. Stress ionique :

Le stress ionique se développe avec le temps et est causé par une combinaison d'accumulation d'ions dans la partie aérienne et une incapacité à tolérer les ions qui se sont accumulés dans les tissus végétaux (Munns et Tester, 2008). Le stress ionique est spécifique du stress salin. Il a moins d'effet que le stress osmotique, en particulier à faible concentration en sel. Accélère le vieillissement et la maturation des feuilles.

Le stress salin causé par le NaCl est causé par la toxicité des ions Na⁺ et Cl⁻ accumulés en excès dans la plante, qui perturbent l'homéostasie des ions cytosoliques dans l'organisme et affectent l'activité de certaines enzymes. Sous stress salin, Na⁺ atteint des concentrations toxiques avant Cl⁻ chez la plupart des espèces.

4.3.3. Stress nutritionnel :

Une trop forte concentration en sel dans le milieu peut entraîner des modifications de la nutrition minérale, notamment au niveau des transporteurs d'ions cellulaires. Le sodium entre en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlore avec les nitrates, le phosphore et les sulfates (Belaadi, 2014).

4.3.4. Stress oxydatif :

Selon Parent *et al.*, (2008) La conséquence d'un stress environnemental, notamment salin, est l'apparition d'un stress oxydatif, c'est-à-dire l'accumulation d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) à des concentrations élevées qui endommagent les structures cellulaires. Ils sont responsables du dysfonctionnement de l'appareil photosynthétique et d'autres troubles métaboliques. La plupart d'entre eux sont des peroxydes d'hydrogène, des radicaux hydroxyles et des anions super oxydes (Rahnama et Ebrahimzadeh, 2005). Les antioxydants étaient nécessaires pour combattre les ROS et maintenir leurs faibles niveaux dans les cellules pendant le stress (Reddy *et al.*, 2004).

4.4. Effet de salinité sur les plantes :

La salinité est un facteur limitant majeur de l'agriculture mondiale (Hillel, 2000). L'effet de la salinité sur la plupart des cultures est une réduction de la croissance et du développement (Munns *et al.*, 1983). Cet effet délétère entraîne des changements morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui affectent négativement la croissance et la productivité des plantes (Ashraf et Harris, 2004).

4.4.1. Effet de salinité sur la germination :

La salinité du sol est souvent un facteur limitant en agriculture, inhibant la germination et le développement de la plantule. La présence de chlorure de sodium prolonge le temps de germination et retarde ainsi la levée. Beaucoup d'auteurs admettent que le stress salin peut affecter la germination de deux manières, soit en réduisant le taux d'entrée et la quantité d'eau absorbée par les grains, soit en augmentant la pénétration des ions qui peuvent s'accumuler dans les grains à des doses toxiques (Zid, 1974 in Arbaoui, 1997).

4.4.2. Effet de salinité sur la croissance :

La salinité (NaCl) réduit la croissance des plantes entières, retarde l'émergence de nouvelles feuilles et réduit l'accumulation de K^+ et Ca^{2+} dans ces organes. L'accumulation de Na^+ montre un gradient décroissant des vieilles aux jeunes feuilles. Les paramètres de fluorescence de la chlorophylle déterminés sur des feuilles matures suggèrent que l'accumulation de Na^+ n'a pas d'impact sur l'intégrité fonctionnelle du photosystème II. Dans les coins de cellules directement exposées aux sels de NaCl, il a eu peu d'effet sur la production de matière sèche, malgré une réduction de l'hydratation cellulaire. L'effet dépresseur du sel sur l'accumulation de K^+ et Ca^{2+} est évident, et l'accumulation cellulaire de Na^+ augmente avec l'augmentation de la concentration de NaCl. Ces résultats suggèrent que le blé dur possède des mécanismes de régulation pour limiter le transport et l'accumulation de Na^+ dans les jeunes feuilles (Bouaouina et Zid et Hajji, 2005)

4.4.3. Effet de la salinité sur la partie aérienne :

Selon Munns et Rawson (1999), Maas et Poss (1989), l'effet de la salinité réduit généralement le développement végétatif (diminution de la hauteur, du nombre de pousses et de feuilles) qui dépend de la division et de l'élongation cellulaire. Il retarde la croissance des pousses, plus sensibles au sel que les racines, mais pousse prématurément la plante vers la maturité.

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 (Läuchli et Epstein, 1990 ; Bayuelo *et al.*, 2002) et augmente le rapport PR/PA. En effet, dans des conditions de stress salin élevé, les plantes maintiennent une croissance racinaire relativement vigoureuse, l'augmentation résultante du rapport PR/PA semble être liée à une

augmentation de leur tolérance au sel Kafkai (1991), souligne que dans des conditions de stress salin, la plante utilise plus de 98% de l'énergie de la photosynthèse pour maintenir des niveaux d'eau élevés et établir des racines pour chercher de l'eau et/ou réduire les pertes d'eau. Dans ces conditions, l'arrêt des feuilles semble être déclenché par des signaux hormonaux (Munns, 2002) et une grande partie de la photosynthèse est alors transférée à la croissance des racines. C'est l'une des réponses anatomiques les plus importantes au stress osmotique chez de nombreuses espèces, dont la nature adaptative semble évidente car l'augmentation du rapport masse racinaire / masse de la cime maximise la surface de l'arbre

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 peut provoquer des changements structurels et des changements dans les propriétés d'échange gazeux de la feuille. En effet, le stress salin provoque une modification du nombre et de la taille des stomates, voies d'échange de gaz et de vapeur entre la plante et l'atmosphère. Cela ferme les stomates (Guenier, 1986, cité de Karmous, 2004). La transpiration diminue linéairement avec l'augmentation de la concentration en sel, et la fermeture des stomates diminue également la quantité de gaz nécessaire à la photosynthèse (Olufayo.,1994)

4.4.5.2. Effets de la salinité sur la photosynthèse :

La salinité limite la croissance des plantes et la photosynthèse en raison des effets complexes des interactions osmotiques, ioniques et nutritives (Binaire, 1997 in Rasanen, 2002). La présence de chlorure de sodium dans le sol a généralement pour effet de réduire l'intensité de la transpiration des glucophytes et de nombreux halophytes sans en réduire la consistance.

Greenway et Munns (1980) in (Koudri *et al.*,2022), proposent que la salinité affecte d'abord la croissance des plantes, puis la photosynthèse, provoquant une diminution des performances photosynthétiques. Chez les glycophytes en particulier, la présence continue de NaCl dans le milieu provoque une augmentation de l'épaisseur des lamelles (qui deviendrait un élément limitant de la porosité des stomates) d'une part, et à vitesses d'ouverture des stomates d'autre part. Étant donné que la photosynthèse est altérée chez les plantes cultivées dans des environnements salins, Munns (1983) a d'abord cru que cet effet d'amortissement était la cause de la croissance altérée.

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

Les composantes du rendement telles que le nombre des talles par plante, le nombre d'épis, le nombre d'épillets par épi et le poids des grains évoluent séquentiellement au fil du temps. Munns et Rawson (1999) ont montré que tous les paramètres de rendement sont affectés par la salinité et que plus la salinité est élevée, plus le rendement est faible.

Lorsque l'orge est soumise à un stress salin lors de la formation ou de la différenciation des épis, le nombre d'épis par épi diminue, ainsi que le nombre de grains. Il a été démontré que la salinité a un effet négatif sur la reconstitution des stocks pendant la phase de remplissage des grains.

La salinité réduit la récolte plus souvent, réduisant le nombre d'épis, le poids des épis et le poids de 1000 graines (Munns et Rawson, 1999).

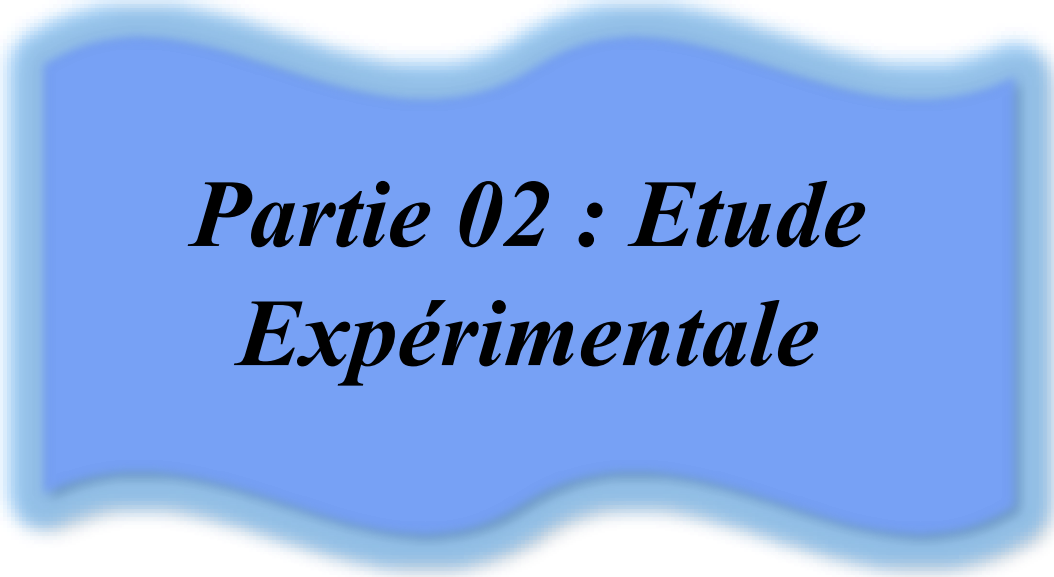
4.4.7. Effet de la salinité sur la physiologie de la reproduction :

Selon Hu *et al.*, (2005). La salinité réduit le taux de croissance de la plante et de ses organes reproducteurs. Ils ont étudié les effets de la salinité sur la physiologie de la reproduction et ont découvert que le nombre de pollens était réduit de 24 à 37 % dans deux types différents de cultivars d'orge. Des études de Munns et Rawson (1999) sur les effets sur la reproduction et le développement de l'accumulation de sel dans le méristème de l'orge indiquent que de brèves périodes de stress salin au cours de l'organogenèse peuvent avoir des effets irréversibles sur la fertilité de l'oreille, entraînant une rupture ovarienne


4.5. Tolérance des plantes à la salinité :

Certaines végétaux ont le potentiel génétique pour la tolérance vis-à-vis des stress environnementaux. De plus, la variabilité intraspécifique présentée par certaines plantes dans la tolérance au sel permet la sélection de génotypes résistants au stress salin à l'aide d'indices de tolérance au sel (Ashraf *et al.*, 2006).

La tolérance a la salinité est la capacité d'une plante à maintenir sa croissance dans des conditions salines. Pour y parvenir, la plante doit avoir un mécanisme de tolérance au sel (Mahajan et Tuteja, 2008). La tolérance a la salinité n'est pas un mécanisme existant ou absent, mais un phénomène qui prend différents niveaux d'expression selon le génotype et les conditions de croissance (Munns, 2007).



***Partie 02 : Etude
Expérimentale***



***Chapitre I : Matériel et
Méthode***

Chapitre I : Matériel et Méthode

1. L'objectif de l'essai :

Cet essai a été réalisé sur deux espèces de céréales de blé dur (**Wahbi**) et d'orge (**Fouara**) (*Triticum durum* Desf, *Hordeum vulgare* L) traitées avec du chlorure de sodium (NaCl) à trois concentrations différentes : 50Mol, 100mMol, 150mMol et traitement n'ayant pas reçu de NaCl constitue le témoin. L'objectif du travail est de déterminer l'influence du stress salin sur la germination et la croissance de deux variétés de grains afin de déterminer leur tolérance à la salinité. Cette étude a été initiée entre janvier et mai 2023.

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 2022-2023.

3. Matériel végétal :

L'expérimentation a été réalisée sur deux espèces de blé dur (**Wahbi**) et de l'orge (**Fouara**), (photo 1). Les semences utilisées pour évaluer l'effet de différents traitements au NaCl sur la germination et les paramètres de croissance des deux variétés testés ont été fournies par (ITGC) d'El Kharroub Constantine.

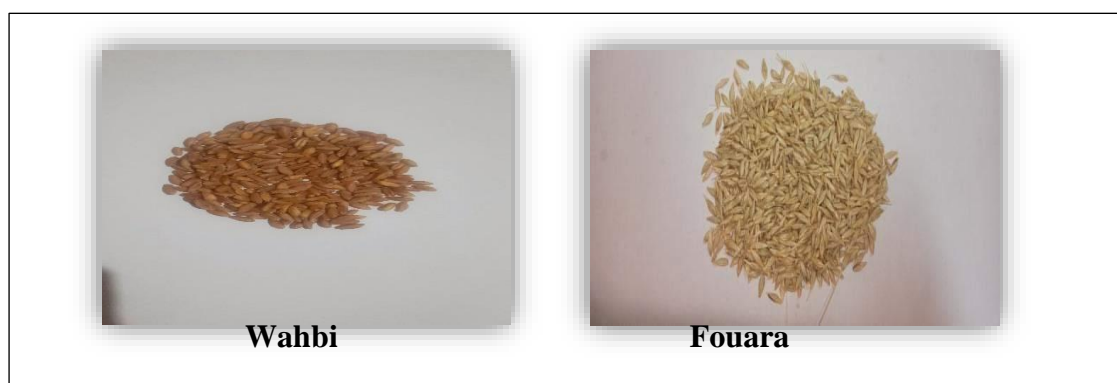


Photo 01 : Photo représente les graines des deux variétés testées (Photo personnelle)

Tableau 03 : caractéristiques et origines des espèces étudiés

| Variété | Caractéristique | Origine |
|---------------|--|---------------|
| Wahbi | Port au tallage : Demi-dressé Hauteur (tige, épi, et barbes) : Nulle ou très faible Pilosité du dernier nœud : nulle ou très faible Glaucescence du col L'épi forte Glaucescence d'épi : faible Epouque d'épiason : précoce Rendement : Elevé Poids de MG : Elevé Qualité semoulière bonne, mitadinage, moyennement sensible | Algérie |
| Fouara | Qualité semoulière bonne, mitadinage, moyennement sensible, zone d'adaptation hautes-plateaux, alternatives Hiver, tolérante au froid et à la sécheresse, et résistante à la verse, cycle végétative : tardive, tallage fort, poids de mille grains élevé, résistante aux maladies (Helinthosporiose, charbon) tolérante aux (Rhyncosporose) | ICARDA(Syrie) |

4. Méthodes d'étude :

4.1. Solutions salées :

Concentration des solutions salines utilisées :

- Concentration témoin C0 : 0 mMol de NaCl.
- Concentration C1 : 50 mMol de NaCl.
- Concentration C2 : 100 mMol de NaCl.
- Concentration C3 : 150 mMol de NaCl.

* Nous avons réalisé des répétitions un taux de 4 fois pour chaque concentration dans chaque variété $2 \times 4 \times 4 = 32$ unités expérimentales.



Photo 02 : Les boîtes du NaCl utilisé (Photo personnelle)

4.2. Dispositif expérimental :

Notre travail a été constitué de 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 :

L'essai de germination a été réalisé sur deux types de grains (blé et orge) dans des boîtes de pétri stérilisées d'un diamètre de 9 cm et d'une épaisseur de 1,3 cm. L'essai de germination était une expérience aléatoire entièrement randomisée avec quatre répétitions (R1, R2, R3, R4) et quatre traitements : C0, C1, C2, C3. Les graines préalablement désinfectées sont placées sur des rouleaux de papier de soie recouvrant les boîtes de pétries. Les traitements par les concentrations préparées (0, 50, 100, 150 m Mol) sont faits à partir d'un sel, le chlorure de sodium Na Cl.

Les graines sont immergées dans 25 ml de solution toutes les 48 heures. 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 heures.

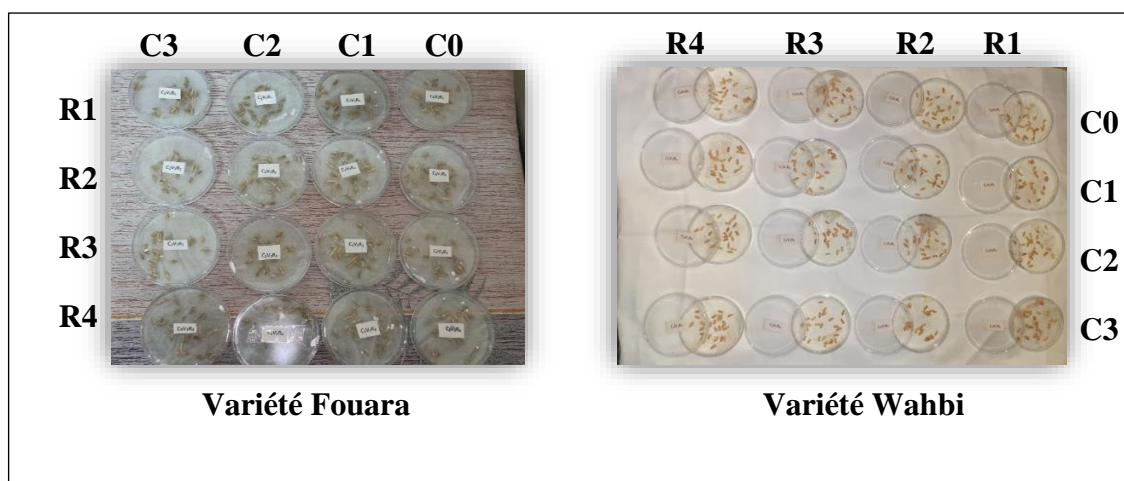


Photo 03 : Le dispositif expérimental de l'essai de germination (Photo personnelle)

4.2.2. L'essai de croissance :

La culture des plantes a été réalisée dans des pots en plastique d'une capacité de 3 Kg, ayant une hauteur de 11.5 cm et dont les diamètres supérieurs et inférieurs sont respectivement de 14.5 cm et de 9 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 10 graines par pot et pour chaque concentration. Chaque traitement contient quatre répétitions Pendant la période de pression, 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) NaCl.

Tableau 04 : La distribution des unités expérimentales et les répétitions composées

| Var /Rép | Concentrations (C) | | | | | | | |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | Blé dur V1 | | | | Orge V2 | | | |
| | 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 |

4.3.Application du Stress :

Le stress a été appliqué à trois stades du cycle de vie de la plante, la première application 15jours 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 : $TG = \frac{Ni \cdot 100}{Nt}$ Ni : nombre des graines germées. Nt : nombre totale de graines utilisées.

4.4.1.2. Hauteur des plantules :

Pour déterminer l'effet du stress salin sur la germination nous avons mesuré la hauteur des plantules. Avant prélèvement de matériel végétal nous avons mesuré la hauteur 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'étude à 1050C pendant 24h pour déterminer le poids sec.

4.1.2. Croissance :

4.1.2.1. La surface foliaire (SF) :

La surface foliaire est estimée par la méthode de Paul *et al.* (1979), qui consiste à :

- Placer les feuilles sur du papier calque.
- Découper les contours de la feuille.
- Peser le papier du calque représentant la feuille (PF) à l'aide d'une balance de précision.

- Déterminer par pesée le poids (PQ) correspondant à une surface SQ connue d'un carré de 1 cm de côté du même papier calque.
- Dédire la surface de la feuille SF par la formule suivante :

$$SF = (PF - SQ) / PQ$$

4.1.2.2. 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 90°C, pendant 48 heures.

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



Photo 04 : les tubes à essai (Photo personnelle)

4.1.2.3. Longueur de la plante :

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

4.1.2.4. Longueur de l'épi avec barbe

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

4.1.2.5. 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.

4.5. 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 « Exel STAT Version 2014 ».



***Chapitre II : Résultats
et Discussion***

Chapitre II : Résultats et Discussion

1. Essai de germination dans les boîtes de pétri

1.1. Taux de germination

En ce qui concerne le taux de germination des deux variétés (**Wahbi et Fouara**) présentés à la **Figure (08)**, lorsqu'ils sont traités dans des conditions de stress salin.

Le taux de la germination sans sel est élevé et varie entre 96 % et 98% Respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

La concentration en Na Cl de 150 M mol a provoqué une diminution de la germination de -22,92% et -29,6%, respectivement, par rapport au témoin pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

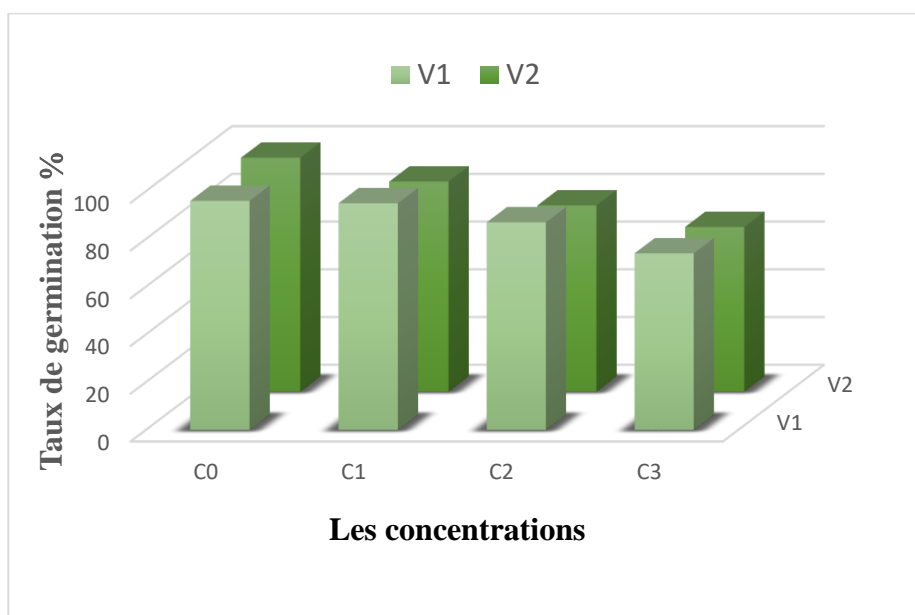


Figure 08 : Le taux de la germination pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de taux de la germination, donne une différence non significative entre le génotype et l'interaction (variété × conc) et aussi même résultats sur le génotype. Mais donne un résultat hautement significatif sur la concentration. (**Annexe 01**)

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété deux groupes (A) et (B) porte les génotypes **Wahbi et Fouara** avec des moyennes générales maximales respectivement de 88.00% et 83.25%.

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 97,00 % et de moyenne générale de 91,50 % au traitement de stress, qui sont de 50 m Mol, Le deuxième groupe (B) correspond au traitement de stress, qui est de 100 m Mol, avec une moyenne globale de 82,50 %, et le troisième groupe (C) correspond à un traitement de stress de 150 m Mol avec une moyenne globale de 71,5 0%.

Selon Hajlaoui *et al.* (2007), la diminution de la capacité de germination peut s'expliquer par l'augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, qui ralentit l'absorption et réduit l'absorption d'eau nécessaire pour démarrer les processus métaboliques impliqués dans la germination. (Badraoui et Meziani, 2019).

Certaines études ont montré que l'augmentation de la concentration en sel retarde la germination (Askri *et al.*, 2007). Selon Joanna *et al.* (2006), plusieurs auteurs ont utilisé ce paramètre comme critère de sélection de la résistance aux stress abiotiques, comme par exemple le stress salin, car une variété tolérante fournira un taux de germination raisonnable à des concentrations élevées.

1.2. Hauteur des plantules :

Quant à la hauteur de la tige des deux variétés (**Wahbi et Fouara**) représentée sur la **figure (09)**, aux cours de traitement sous un stress salin

En absence de sel, la hauteur de la tige diminue et varie entre 10,17 cm et 11,85 cm, respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

La concentration de 150 mM de Na Cl a entraîné une diminution de la hauteur de la tige de -89,86 % et -94,1 %, respectivement, par rapport au témoin pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

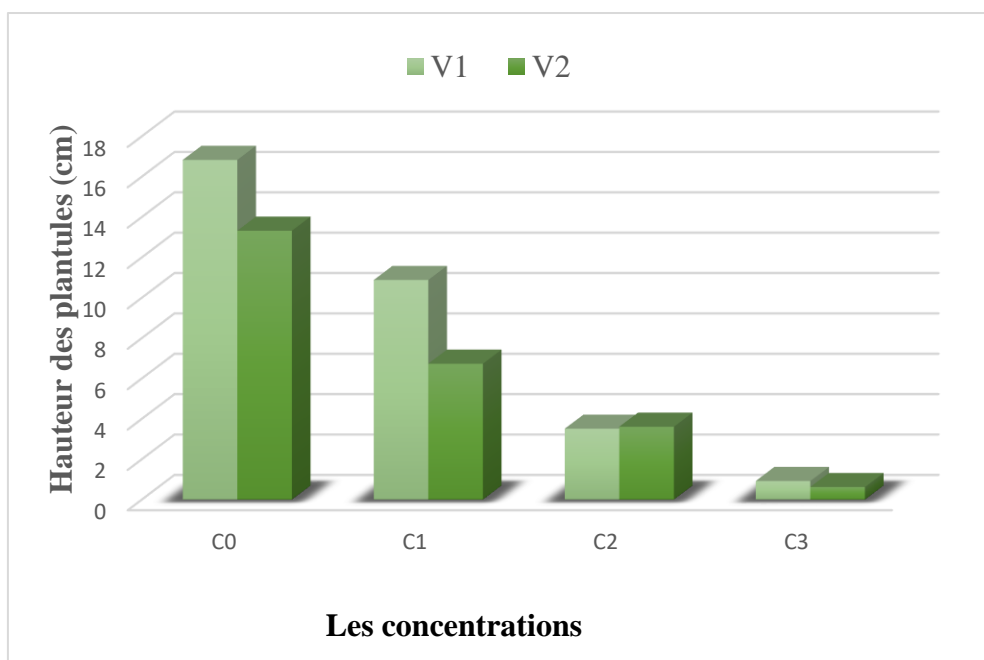


Figure 09 : La Hauteur de tige pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

L'analyse de la variance (ANOVA) de la hauteur de tige, donne une différence non significative entre la concentration et l'interaction (variété × conc) mais chez le génotype donne un résultat significatif. (**Annexe 02**)

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique deux groupes. Le groupe (A) porte les génotypes **Fouara** avec une moyenne générale maximale de 6.794%, et le groupe (B) porte les génotypes **Wahbi** avec une moyenne générale de 5.469%.

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique quatre groupes homogènes. Le premier groupe (A) correspond au témoin avec une moyenne générale de 11.013%. Le deuxième groupe (B) correspond au traitement de stress qui ont 50 m Mol avec une moyenne générale de 8.150%. Le troisième groupe (C) correspond au traitement de stress qui ont 100 m Mol avec un moyenne générale de 4.488 %. Le quatrième groupe (D) correspond au traitement de stress qui ont 150m Mol une moyenne générale de 0,875%.

Le stress salin réduit la taille des semis, Yildirim et Guvenc (2006) ont signalés sur le poivron.

Des résultats similaires ont été obtenus par Hamdoud (2012) pour les fèves (*Vicia faba* L.). De même, une étude de Mani et Hannachi (2015) sur l'effet du stress salin sur le

comportement physiologique du poivre de Cayenne (*Capsicum frutescens*) a montré que l'ajout de Na Cl à l'eau d'irrigation sur toute la longueur de la tige a un effet inhibiteur, notamment à des concentrations élevées de Na Cl.

Rudolfs est cité dans Bidai (2001) et affirme que la salinité peut avoir un effet stimulant sur la croissance et le développement des plantes, selon la dose de sel.



Photo 05 : longueur des tiges de blé dur (Photo personnelle)

1.3. Pois frais :

Concernant, le poids frais illustré par **la Figure (10)** des deux variétés (**Wahbi et Fouara**), aux cours de traitement sous un stress salin.

Le pois frais en absence de sel est élevé est varié entre 6,2 g et 3,62 g Respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

La concentration 150 m Mol de Na Cl a provoqué une diminution de pois frais avec des pourcentages -61.13% et -69.07% comparativement au témoin respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

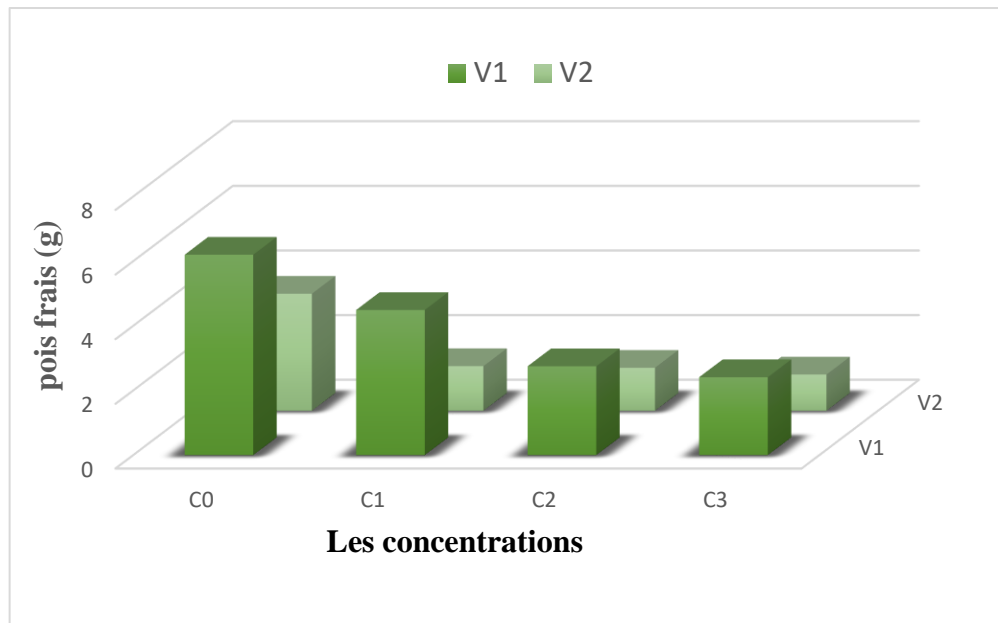


Figure 10 : Le poids frais pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de Na cl (mM)

L'analyse de la variance (ANOVA) de poids frais, donne une différence non significative entre la concentration et l'interaction (variété × conc) mais chez le génotype donne un résultat hautement significatif (**Annexe 3**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique deux groupes A et B porte les génotypes **Wahbi et Fouara** avec des moyennes générales maximales respectivement de 3.96% et 1.86%.

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique quatre groupes homogènes. Le premier groupe (A) correspond au témoin avec une moyenne générale de 4.91%. Le deuxième groupe (B) correspond au traitement de stress qui ont 50 m Mol avec une moyenne générale de 2.94%, le troisième groupe (BC) correspond une moyenne générale de 2,04% avec un traitement de stress qui ont 100 mMol. Le quatrième groupe (C) correspond au traitement de stress qui ont 150 m Mol avec une moyenne générale de 1.77%.

Abumerie *et al.*, (2013) montrent dans une étude récente sur les effets du stress salin sur la croissance, la formation de nodules et la nutrition minérale de légumineuses telles que *Medicago arborea* que le stress salin entraîne une diminution de la biomasse aérienne et racinaire respectivement.

Chartzoulakis et Klapaki (2000) ont montré que le stress salin réduisait également la biomasse sèche et fraîche des feuilles, des tiges et des racines. La salinité réduit le potentiel

osmotique du substrat et donc l'absorption d'eau par les racines. Tout cela contribue à la réduction du poids frais (Doudech *et al.*, 2008).

1.4. Pois sec :

Concernant, le poids sec illustré par la **Figure (11)** des deux variétés (**Wahbi et Fouara**), aux cours de traitement sous un stress salin

Le pois sec en absence de sel est élevé est varié entre 0,17 g et 0,22 g Respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

La concentration 150 m Mol de Na Cl a provoqué une diminution de pois sec avec des pourcentages – 44,12 % et -23,87 % comparativement au témoin respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

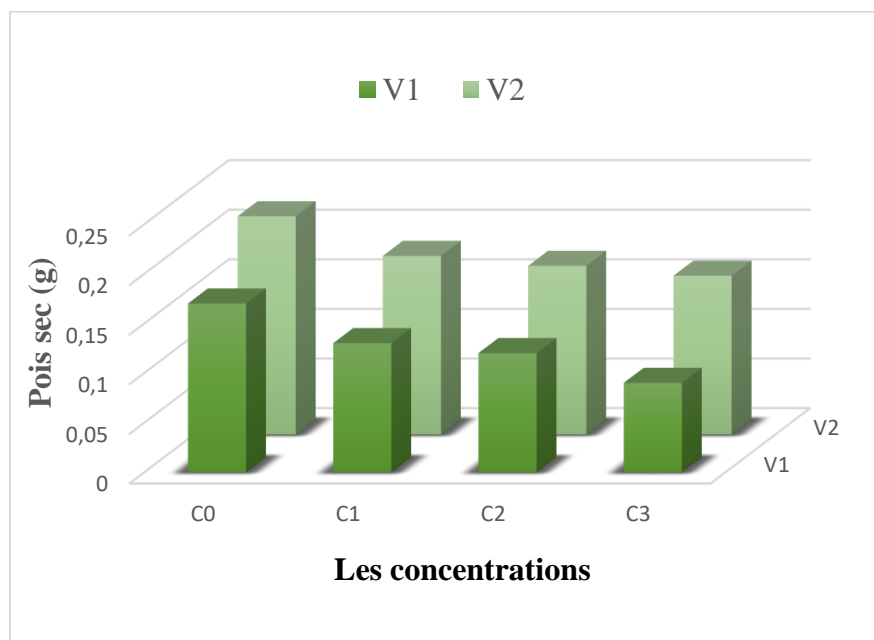


Figure 11 : le poids sec pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de Na Cl (mM)

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de poids sec, donne un résultats non significative entre la concentration et l'interaction (variété × conc), mais chez le génotype donne un résultats hautement significative. (**Annexe 04**)

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique deux groupes A et B porte les génotypes **Fouara et Wahbi** avec des moyennes générales maximales respectivement de 0,18% et 0.13 %.

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique trois groupes homogènes. Le premier groupe (A) avec une moyenne générale de 0,19% correspond au témoin, le deuxième groupe (AB) avec traitement de stress qui ont 50 m Mol une moyenne générale de 0,16% , et au traitement de stress qui ont 100 m Mol avec une moyenne générale de 0,14%.le troisième groupe (B) avec une moyenne générale de 0,13% correspond au traitement de stress qui ont 150 m Mol.

Chartzoulakis et Klapaki (2000) ont montrés que le stress salin résulte aussi dans la diminution de la biomasse sèche et fraîche des feuilles, tiges et racines.

2.Essai de la croissance et le développement des plantes

2.1. La longueur de la plante :

Concernant, La Longueur de la Plante. Illustré par **la Figure (12)** des deux variétés (**Wahbi et Fouara**), aux cours de traitement sous un stress salin.

La longueur des plantes en l'absence de sel est élevée et varie entre 41,81cm et 31,30 cm respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

La concentration (100 mMol) de NaCl a provoqué une diminution de la longueur de la plante avec des pourcentages de -34,33% et -27,19% comparativement au témoin respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

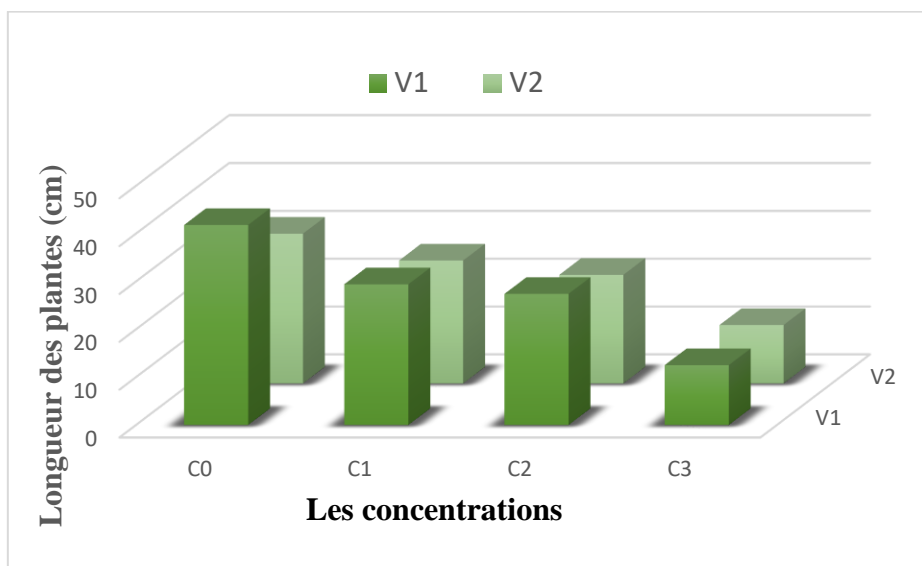


Figure 12 : La longueur de la plante (Cm) pour les deux espèces de Blé dur (Wahbi) et l'orge (Fouara) soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM)

L'analyse de la variance (ANOVA) de longueur des plantes, donne une différence non significative entre la concentration et l'interaction (variété × conc) et le même résultat chez le génotype mais chez le facteur de la salinité donne un résultat hautement significatif (**Annexe 05**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique deux groupes homogènes. Le groupe (A) porte les génotypes **Wahbi** et le groupe (B) porte les génotypes **Fouara** avec des moyennes générales maximales respectivement de 27,82% et 23,02%,

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique trois groupes homogènes, Le premier groupe (A) correspond au témoin avec une moyenne générale de 36,56 %, le deuxième groupe (B) correspond au traitement de stress qui ont 50 mMOL, avec une moyenne générale de 27,59%, et au traitement qui ont 100 mMOL avec une moyenne générale de 25,13%, le troisième groupe (C) correspond au traitement de stress qui ont 150 mMol avec une moyenne générale de 12,40 %.

L'effet dépressif de la salinité sur la croissance des plantes en hauteur, ce qui est en accord avec les résultats de Garcia-Legaz *et al.*, (1993) qui ont montré que la salinité affecte négativement la croissance de la partie aérienne de la plante.

Selon Ben Naceur *et al.*, (2001) et Hameed *et al.*, (2008), l'effet de la salinité se traduit généralement par une réduction de la croissance végétative. En effet, ce stress retarde la croissance des pousses qui sont plus sensibles au sel que les racines Läuchli et Epstein, (1990), et cette baisse peut être expliquée par un raccourcissement des entre nœuds.



Photo 06 : L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des plantes de blé dur (Photo personnelle)



Photo 07 : L'effet de la concentration de Na Cl sur la longueur des plantes du l'orge (Photo personnelle)

2.2. La teneur relative en eau :

Selon les résultats obtenus sur **la Figure (13)**, la teneur relative en eau est significativement affectée par l'application du stress salin des deux variétés étudiées.

La figure montre que la teneur relative en eau de les variétés traités à une concentration de 0 mM de Na Cl était très élevée à 39,75g et 44g respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**

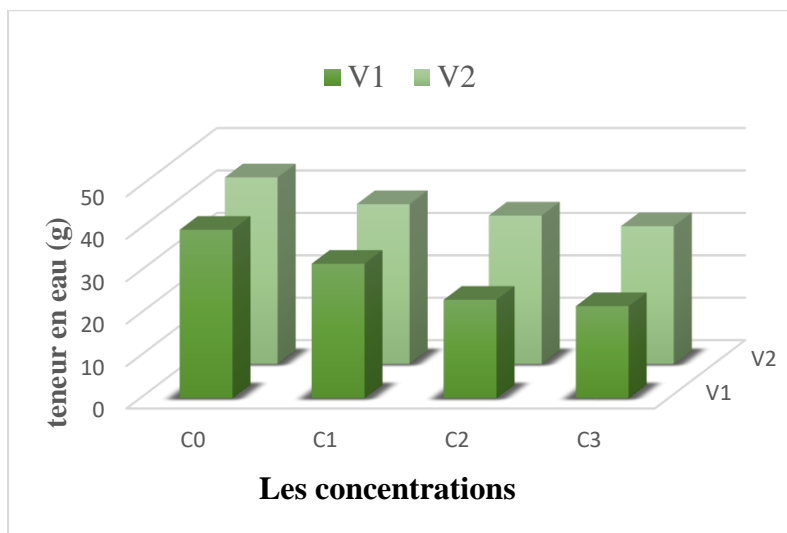


Figure 13 : La teneur relative en eau (g) pour les deux espèces de Blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de la teneur relative en eau, donne une différence non significative dans les trois facteurs [génotype et salinité et (variété x conc)] (**Annexe 06**)

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique deux groupes homogènes (A) et (B) porte les génotypes **Fouara** et **Wahbi** avec des moyennes générales maximales respectivement de 37,31% et 29,12%.

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 41,87%, le deuxième groupe (AB) correspond au traitement de stress qui ont 50 mMOL avec une moyenne générale de 34,75%, le troisième groupe (B) correspond au traitement de stress qui ont 100 mMOL avec une moyenne générale de 29,12%, et au traitement de stress qui ont 150 mMOL avec une moyenne générale de 27,12%

La teneur relative en eau (TRE) indique l'état d'hydratation du tissu végétal, elle Est exprimée en termes relatifs en pourcentage de la teneur maximale en eau à pleine Turgescence (Hsiao, 1973).

Des études ont montré que l'évolution de la teneur en eau des tissus est inversement Proportionnelle à l'augmentation de la salinité. Ces résultats Confirmé par Koyro (2006).

Strogonov(1964), affirme que le sel diminue la transpiration des lycophytes, conséquence ou cause de la diminution de la transpiration, ainsi l'absorption hydrique par les racines est également réduite.

2.3. La surface foliaire :

Les résultats de croissance sont présentés sur **la Figure (14)**. Cette analyse montre que la surface foliaire est fortement affectée par la pression saline

Le taux de la surface foliaire en l'absence de sel est élevé et varie entre 16,24 cm et 17,91 cm respectivement pour les variétés **Wahbi** et **Fouara**.

La figure montre que la concentration (150 mM) a provoqué une diminution de taux de surface foliaire avec des pourcentages de -66,69% et -55,84% comparativement au témoin respectivement pour les variétés **Wahbi** et **Fouara**.

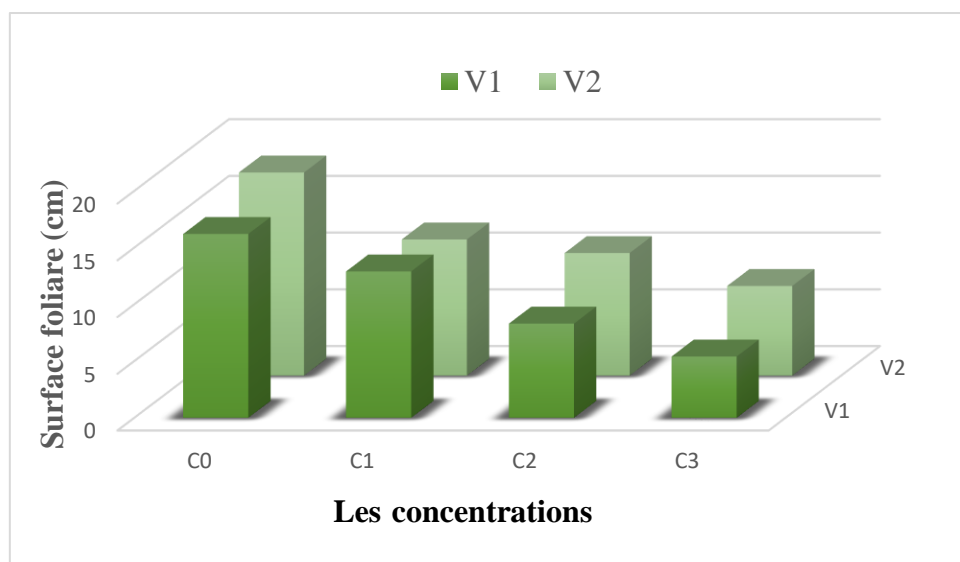


Figure (14) : La surface foliaire de croissance (cm²) pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de NaCl (mM).

L'analyse de la variance (ANOVA) de surface foliaire, donne un résultat non significative entre la concentration et l'interaction (variété × conc) et mem résultats dans la variété mais chez le facteur de salinité donne un résultat hautement significative. (**Annexe 07**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, class le facteur variété indique un seule groupe homogène (A), porte le génotype **Wahbi** avec une moyenne générale de 10,72%, et le génotype **Fouara** avec une moyenne générale maximale de 12,18%.

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique quatre groupes homogènes. Le premier groupe (A) correspond au témoin avec une moyenne générale de 17,08%, le deuxième groupe (B) correspond au traitement de stress qui ont 50 mMol avec une moyenne générale de 12,49%, le troisième groupe (C) correspond au traitement de stress qui ont 100 mMol avec une moyenne générale de 9,57%, le quatrième groupe (D) correspond au traitement de stress qui ont 150 mMol avec une moyenne générale de 6,66%.

Des résultats similaires ont été obtenue (Alem *et al.* 2002), La réduction de la surface foliaire sous l'influence de la salinité peut également être vue comme une stratégie d'adaptation des génotypes de blé dur et tendre face au stress salin. Les mêmes auteurs soulignent que la réponse immédiate au stress salin est une réduction du taux d'expansion de la surface foliaire jusqu'à ce qu'il s'arrête avec l'augmentation de la concentration en sel. De même, Bennacer *et al.*, (2001) ont rapporté une réduction de surface foliaire chez certaines variétés de blé arrosées avec de l'eau salée.

Le stress salin se traduit par une réduction de la surface foliaire chez les plantes, cette diminution se présente connue étant la principale stratégie développée par le blé dur et le blé tendre pour atténuer les effets de la limitation de la disponibilité de l'eau en conditions salines (Laribi, 2016).

2.4. Longueur de l'épi avec barbe :

Les résultats de la longueur de l'épi sans barbe des deux variétés (**Wahbi et Fouara**) aux cours de traitement sous un stress salin illustrés dans la **Figure (15)**

La longueur de l'épi avec barbes est élevée sans sel, allant de 11,71 cm à 10,75 cm respectivement pour les variétés **Wahbi** et **Fouara**.

Les variétés traitées avec 100 mM ont montré une réduction de la longueur de l'épi avec barbe de -19,65 % et -6,61 %, comparativement aux témoins **Wahbi** et **Fouara**, respectivement.

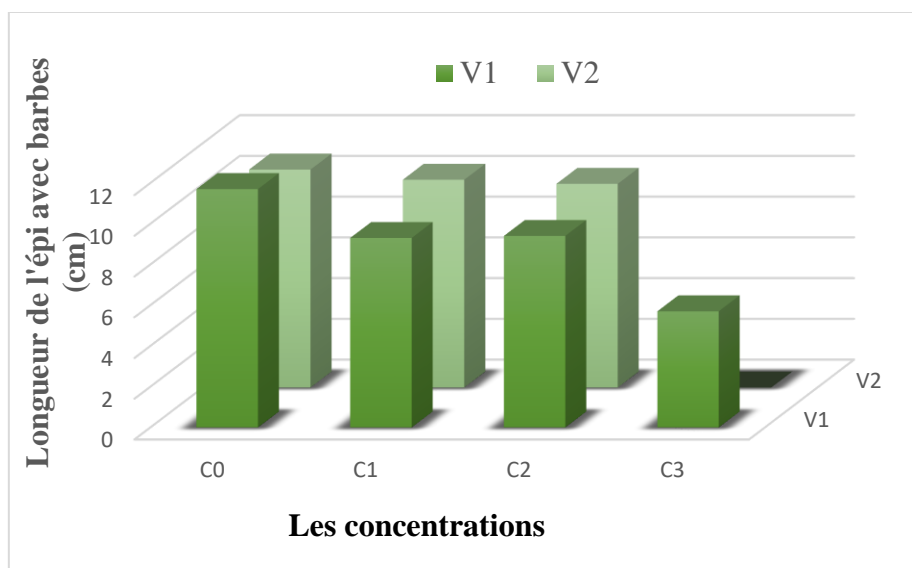


Figure (15) : La longueur de l'épi avec barbes (cm) pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de NaCl (m M).

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de longueur de l'épi avec barbe, donne un résultat non significative entre la salinité et le facteur interaction (var x con), mais chez le facteur de la salinité donne un résultat hautement significative. (**Annexe 08**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, classe le facteur variété indique deux groupes homogènes. Groupe (A) porte le génotype **Fouara** avec une moyenne générale maximale de 10,35%, groupe (B) porte le génotype **Wahbi** avec une moyenne générale de 9,06%.

Le test **NWEMAN-KEULS** au seuil 5% pour le facteur salinité indique deux groupes homogènes. Le premier groupe (A) correspond au témoin avec une moyenne générale de 11,23% et au traitement qui ont 50 mMOL avec une moyenne générale de 9,82% et au traitement qui ont 100 mMol avec une moyenne générale de 9,72%, le deuxième groupe (B) correspond au traitement de stress qui ont 150 mMol avec une moyenne générale de 5,76%

Ces résultats semblent cohérents avec les travaux de Slama (2002) qui précise que la variété ayant la barbe la plus développée produit les meilleurs rendements sous stress salin.

Nemmar (1980), affirme que la présence des barbes chez les céréales augmente la possibilité d'utilisation d'eau et le développement de matière sèche pendant la phase de maturation. Pendant la phase de remplissage des grains, la photosynthèse chez les génotypes barbus est moins sensible à la suppression de la chaleur que chez les génotypes glabres (Fokar *et al*, 1998)

2.5. Longueur de l'épi sans barbes :

Les résultats de la longueur de l'épi sans barbe des deux variétés (**Wahbi et Fouara**) aux cours de traitement sous un stress salin illustrés dans **la Figure (16)**

On observe que le sel a un effet inhibiteur sur ce paramètre qui se traduit par une diminution de la longueur de l'épi sans barbe en fonction de l'augmentation de la salinité dans le milieu.

Les différentes valeurs de longueur de l'épi sans barbes obtenues chez les deux variétés testées **Wahbi et Fouara** varient entre 3,70 cm et 2,16cm en l'absence de sel

La figure (16) montre que la concentration (100 m Mol) de Na Cl a provoqué une diminution de la longueur de l'épi sans barbes avec des pourcentages de -29,19%, -50% comparativement au témoin respectivement pour les variétés **Wahbi et Fouara**.

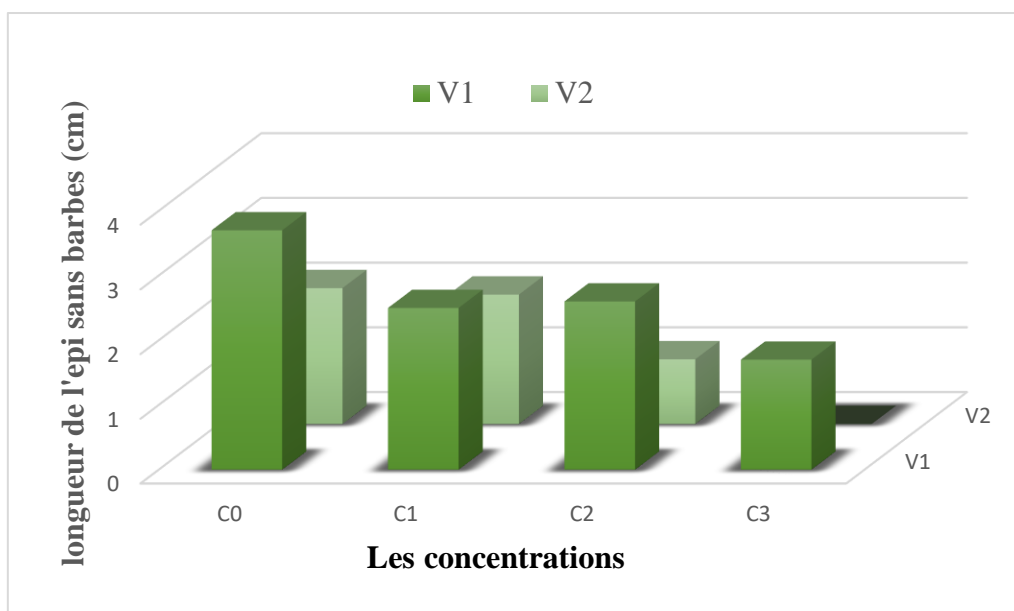


Figure (16) : La longueur de l'épi sans barbes (cm) pour les deux espèces de blé dur et l'orge soumises aux différentes concentrations de NaCl (m M).

L'analyse de la variance (**ANOVA**) de longueur de l'épi sans barbes, donne un résultat non significatif dans les trois facteurs [génotype et salinité et (variété x conc)]. (**Annexe 09**).

Le test **NEWMAN-KEULS** au seuil 5%, classe le facteur variété indique deux groupes homogènes. Le premier groupe (A) porte le génotype Wahbi avec une moyenne générale maximale de 2,64%, le deuxième groupe (B) porte le génotype Fouara avec une moyenne générale de 1,77%

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 2,93%, le deuxième groupe (AB) correspond au traitement qui ont 50 m MOL avec une moyenne générale de 2,28%, le troisième groupe (B) correspond au traitement qui ont 100 m MOL avec une moyenne générale de 1,85%, et au traitement qui ont 150 m MOL avec une moyenne générale de 1,74%.

La longueur de l'épi est un indicateur de rendement puisque l'épi présente une activité photosynthétique importante lors de l'enfouissement du grain (Biscope *et al.*, 1975). En cas de stress salin, la photosynthèse des épis est relativement plus impliquée que celle des feuilles étandard (Bammoun, 1997). La perte d'eau est limitée lorsque la plante a un bout de barbe court (Febrero *et al.*, 1990).



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 Dur (*Triticum durum* Desf) variété Wahbi, et l'orge (*Hordeum vulgare* L) variété Fouara, vis-à-vis du stress salin à différentes concentrations de NaCl à savoir : 50 mM, 100 mM, 150 mM, à fin de sélectionner la variété la plus tolérante aux concentrations excessives de NaCl.

Nos résultats ont montré que le sel a un effet dépressif sur la germination des graines et la croissance des plantules chez deux variétés testées. Cependant, cet effet varie en fonction de l'intensité du stress et de la variété en question. D'une façon générale, le sel a exercé un effet négatif sur tous les paramètres germinatifs (taux de germination, longueur de la tige et le poids frais et sec) et la variété de blé dur est tolérante au 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), d'où nous avons enregistré une réduction de la croissance en fonction de l'intensité du stress et ce pour les deux variétés étudiées.

De ces résultats on peut dire que les deux variétés sont sensibles face aux stress salin et les fortes doses salines qui des dégâts considérables et irréversibles sur le phénomène de germination des graines.

L'identification des variétés tolérantes à la salinité permettant certainement d'améliorer la production des zones à risques et revêtent un intérêt économique important dans l'optique d'aide à l'amélioration variétale.



***Références
Bibliographiques***

Références bibliographiques

-A-

Aboumeriem I., Ismaili M., Nassiri L., Ben Messaoud B., Lahrach Z. Et Ibijben J., 2013 . Effet du stress salin sur la croissance, la nodulation et la nutrition minérale de la légumineuse arbustive « *Medicago arborea* ». ScienceLib Editions Mersenne : Volume 5, N ° 130703

Abbas K. & Abdelguerfi A., 2005. Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semiarides. *Fourrages* 184, 533-546.

Ait-Slimane-Ait-Kaki Sabrina. , 2008. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie thèses de Doctorat en Sciences université Badji Mokhtar Annaba pp 26,29,56

Ait S., et Ait K., 2008 . Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie", Thèses de doctorat, département de biologie, Université BADJI mokhtar de Annaba

Almeida P; de Boer G; and de Boer A .H; 2014. Differences in shoot Na⁺ accumulation between two tomato species are due to differences in ion affinity of HKT1;2. *J. Plant Physiol.* 171, 438–447

Amireche A ; et Chibane K ; 2019. Etude du comportement variétale de sept variétés de blé (*Triticum*) et orge (*Hordeum*) cultivé au champs : stade tallage0

Amrouche I et 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. 25p

Anonyme ; 1970. Les cultures d'orge en France SECOBRAH France. Pp 4-6.

Anonyme A ; 2006. Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et réhabilitation. Conférence électronique sur la salinisation : Organisée et coordonnée par : IPTRID du 6 février au 6 Mars 2006, 20 p

Antipolis S ; 2003. Les menaces sur les sols dans les pays Méditerranéens. Les cahiers du plan bleu, Vol.2 :44-49.

Références bibliographiques

Antonio J ; Roxana S ; et Gustavo A ; 2014. Is time to flowering in wheat and barley influenced by nitrogen. A critical appraisal of recent published reports. *European Journal of Agronomy*. Volume 54. March 2014. P: 40-46.

Ashraf M et Harris; 2004. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Sci.*, 166: 3-6.

Ashraf M; Mc Neilly T; Bradshaw AD; 2006. The potential for evolution of tolerance to sodium chloride, calcium chloride, magnesium chloride and seawater in four grass species. *New Phytologist*, 112(2): 245-254.

-B-

Baldy C ; 1993. Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale. In. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier. Ed INRA. p99

Bammoun A ; 1997. Contribution à l'étude de quelques caractères morpho- physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticum turgidum durum*) pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest Algérien. Thèse de Magistère, pp 1-33.

Badraoui H et 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

Belaid D ; 1986. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Alger ; pp 4-6.

Belaid D; 1987. Aspect de la céréaliculture Algérienne. Edition OPV. Alger, pp207.

Belaid D; 1996. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p.

Benlaribi M., Monneveux P ; et Grignac P ; 1990. Etude des caractères d'enracinement et de leur rôle dans l'adaptation au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). *Agronomie*. 10 : 305-322

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*, 12 : 167-174

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, 12 : 167-174

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

Binaire ; 1997 in Rasanen ; 2002. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques et biologiques due au stress salin chez deux variétés de céréales. Thème master, Université de 8 mai 1945 Guelma, 20 p.

Bingham I.J; Hoads P; Thomasw T.B. et Newtona C; 2012. Yield response to fungicide of spring barley genotypes differing in disease susceptibility and canopy structure. Field Crops Research. Volume 139. P: 9-19

Biscope P.V; Gallagher J; Littleton E.J; Monteinth K.L; et Scott R.K; 1975. Barley and its environment. Sources of assimilates. J. Appel. Eco ; mémoire master. 12 : 395. P53.

Bouaouina S; Zid E; Hajji M; 2005. Tolérance à la salinité, transports ioniques et fluorescence chlorophyllienne chez le blé dur (*Triticum turgidum L.*).

Boulal H ; Zaghouane O ; El Mourid M ; et 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. 176p.

-C-

Carter D.I; 1975. Problems of salinity in agriculture. Plants in Saline Environments. Springer-Verlag Berlin. pp. 25-35

Carole A ; Valérie L ; Joël A.X ; 2002. Intérêt nutritionnel de la couche à aleurone du grain de blé pp.545-556 du Vol.22 n°5,2002

Chandar P; 1999. Damping studies in fiber-reinforced composites—a review Compos. Struct, (46): 41-51

Chartzoulakis; Klapaki; 2000. NAGREF, Subtropical Plants and Olive Tree Institute, 73100 Chania, Crete, Greece

Références bibliographiques

Chinnusamy V., Schumaker K. and Zhu J. K. 2004 Molecular genetics perspectives on crosstalk and specificity in abiotic stress signalling in plants. *Journal of Experimental Botany*. pp: 225-236.

Chouaki S ; 2006. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques. INRAA/Juin 2006, 11p

Chellali B ; 2007. Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://www.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>. (31.05.2008).

Chehat F ; 2007. Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger

Cherif A et Ben Jemâa J M ; 2014. La cécidomyie du blé *Mayetiola destructor* (Diptera: Cecidomyiidae): distribution des infestations et importance des dégâts, Journée Nationale sur la valorisation des résultats de la Recherche dans le domaine des Grandes Cultures. Tunis, le 17 avril 2014, 120 p.

Chiara C; et Maria V; 2014. Chapter Five - Genetic Control of Reproductive Development in Temperate Cereals, In: Fabio Fornara, Editor(s), *Advances in Botanical Research*, Academic Press, Volume 72, Pages 131-158

CIC ; 2000. Rapport annuel des conseils international des céréales <<CIC>> pour l'année 2000.Pp.1-3

CIC ; 2007. Rapport annuel des conseils international des céréales <<CIC>> pour l'année 2007.Pp.5-7

Clement G et Prats J ; 1970. Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351p.

Clement-Grandcourt M ; et Prats J ; 1971. Les céréales Collections d'enseignement agricole 2eme Ed, Ballier France. 351p

Clerget Y ; 2011. La biodiversité des céréales et leur utilisation par l'homme

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

-D-

Deepak K; Sangeeta G; Jana A ; 2013. Thermal and Morphological properties of chemically treated barley huskfiber. URMEJ, (2): 153-156.

Djermoun A ; 2009. La production céréalière en Algérie: les caractéristiques, Revue nature et technologie, n° 01, p45 à 53

Djerah A et Oudjehih B ; 2015. Effet du stress salin sur la germination de seize variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.), Courrier du savoir-N°20, Décembre, pp.47-56.

Doudech N; Mhamdi M; Bettaieb T; Denden; M 2008. Tolérance à la salinité d'une graminée à gazon. Tropicultura, 26. 3:182-185

Dutuitp ; Pourraty ; Dutuitjm ; 1994. La notion de stress de la cellule à l'écosystème. Sécheresse, Vol.5, N°.1:23-31

-E-

El felah M et Gharbi M S ; 2014. Les céréales en Tunisie : Historique, contraintes de développement et perspectives, Journée Nationale sur la valorisation des résultats de la Recherche dans le domaine des Grandes Cultures. Tunis, le 17 avril 2014, 120p

-F-

Favier ; J.C. 1989. Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leur transformation PDF. Céréales en régions chaudes. Paris, p. 285-287

FAO ; 1997. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT database. <http://faostat.fao.org/>

FAO ; 2007. Perspectives alimentaires. Analyse des marchés mondiales. « En ligne»

FAO stat; 2010. Food and Agriculture Organization. FAOSTAT database. Available online:<http://www.faostat.fao.org> (accessed on 10 December 2010).

Febrero A; Brot J; Brown R.H. et Araus J.L; 1990. The role of durum wheat ear as a photosynthetic organ during grain filling. In: advanced trends in photosynthetic, Mallorca, Spain (unpublished). P 53 mémoire mast présenté par Khalfa N.

Feillet P ; 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.

Flaten O; Bakken K; et Randby T; 2015. The profitability of harvesting grass silages at early maturity stages: An analysis of dairy farming systems in Norway. *Agricultural Systems*. Volume 136. P : 85-95

-G-

Gabrlela L; Daniel F, Calderini; Gustavo A; et Slafer; 2004. Leaf appearance, tillering and their coordination in old and modern barleys from Argentina. *Field Crops Research*. Volume : 86. P: 23-32

Gandonou; C. B. 2019. Évaluation de la résistance à la salinité au stade jeune plant de quelques cultivars de piment (*Capsicum spp*) du Benin. *Journal of Applied Biosciences*, 133(1): 13561-13573

Garcia-Legaz MF; Ortiz JM; 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*. 89, p: 427-430.

Gate P ; 1995. *Ecophysiologie du blé*, Edit Lavoisier, Paris, Technique et documentation, 429, p.

Ghassemi, F., Jakeman, A.J., Nix, H.A., 1995. *Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies*. Wallingford, Oxon, UK

Godon, B. et Willm, C. 1991. *Les industries de première transformation des Céréales*. Paris. Techniques et documentation Lavoisier, 676 p

Greenway et Munns . , 1980. Etude du chlorure de sodium (NaCl) sur les paramètres de germination et croissance du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Koudri Anissa Loumi Hadjer Mezdour Samira 2022

Guergah N., 1997. Contribution à l'étude de l'effet de la profondeur de semis sur le comportement d'un génotype de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en pot et en plein champs dans la région d'El-Kharroub. Mémoire. ING. Univ. Batna : 69

Guenier, 1986.cité par Karmous, 2004. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques et biologiques due au stress salin chez deux variétés de céréales. Thème master, Université de 8 mai 1945 Guelma, 11p.

Références bibliographiques

Guiga W., 2006. Identification des inhibiteurs de la germination de l'orge et mise au point d'un procédé de traitement des eaux de trempes en malterie en vue de leur recyclage, Thèse Doctorat de l'institut national polytechnique de Lorraine, 198p

-H-

Hajlaoui M, Denden. Bouslam A., 2007 . Etude de la variabilité intra spécifique de tolérance au stress salin du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au stade de germination. TROPICULTURA, 35, 3pp168-173

Haoualaf ; Ferjan H ; Benelhadj S ; 2007. effet de la salinité sur la réparation des cations (N⁺, K⁺ et Ca⁺⁺) et de chlore (Cl⁻) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais du chiendent biotechnol. Agro.Sec.Environ11(3)235-244

Habash DZ; Kehel Z; Nachit M; 2009. Genomic approaches for designing durum wheat ready for climate change with a focus on drought. Journal of Experimental Botany, 60(10), 2805–2815

Hakim, Juraimi, Begum, Hanafi, Ismail, Selamat , 2010 : Effect of salt stress on germination and early seedling growth of rice (*Oryza sativa* L.). Afr. J. Biotechnol. 9: 1911–1918.

Hennouni N ; 2012. Evaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*Triticum durum* Desf) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de plantes traitées avec un fongicide (ARTEA EC 330). Thèse de doctorat en Toxicologie Cellulaire. Université Badji Mokhtar, Annaba. 142 pages

Hillel D; 2000. Salinity Management for Sustainable Irrigation. The World Bank, Washington, D.C.

Hopkins G W., 2003. Physiologie végétale, Traduction de la 2e édition américaine par Serge Rambour, Révision scientifique de Charles-Marie Evard, De Boeck, Bruxelles, 514p

Hu Y et al; 2005. Salinity and the growth of non-halophytic grass leaves: the role of mineral nutrient distribution. Plant Biol. pp973- 985

-J-

Jeantet, R. Croguenne, T. PSchuck, P and Gerard, B. 2007 . Science des aliments : Biochimie Microbiologie-procédés- produits, p. 138-159

Références bibliographiques

Jean-pierre ; 2018. Géosciences_La Revue Du Brgm Pour Une Terre Durable, Jean-Pierre Montoroi

Jochen K; et Nils S;2014.Biotechnological approaches to barley improvement. In Biotechnology in Agriculture and Forestry 69. Springer-Verlag Berlin Heidelberg

-K-

Kafkai U; 1991. Root growth under stress. In: Waisel Y., Eshel A. &Kafkafi U., eds. Plant roots: the hidden half. New York, USA: Marcel Dekker, 375-391.

Kadir N ; 2015. Effet du cuivre sur des bactéries rhizosphériques du blé dur. Mémoire de magister, département sciences biologiques, université des sciences et de la technologie HOUARI Boumediene

Khales A et Baaziz M ; 2006. Etude des peroxydases d'écotypes d'*Opuntia Ficus indica* L en relation avec le développement dans les conditions de stress Salin. Congrès international de Biochimie, Agadir: pp. 133-136.

Khelifa N; Khenanaf H 2022. Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.), mémoire master,90p

Kherfiw et Brahmi ; 2011. Réponse à la salinité de quelques paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Koudri A ; Loumi H . Mezdour S , 2022. Etude du chlorure de sodium (NaCl) sur les paramètres de germination et croissance du blé tender (*Triticum durum* Desf .) ,mémoire master,80p

Koyro H-W (2006) . Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L. *Environ Exp Bot* 56: 136– 146

Kpinkoun, J. K; Zanklan; S. A. Komlan; F. A. Mensah; A. C. Montcho D; Kinsou E; and Gandonou; C. B. 2019. Évaluation de la résistance à la salinité au stade jeune plant de quelques cultivars de piment (*Capsicum* spp) du Benin. *Journal of Applied Biosciences*, 133(1): 13561-13573

-L-

Lallemand-Barrés A ; 1980. Aménagement des sols salés irrigation avec des eaux salées étude documentaire. Bureau de recherches géologiques et minières service géologique national, 34p

Laribi ; 2016. Contribution à l'étude de (*Triticum durum* Desf). Thèse à la faculté des sciences de l'université de Toulouse

Läuchli et Epstein ; 1990 ; Bayuelo ; 2002. Réponse de quelques géotypes de blé (*Triticum sp.*) au stress salin. Thème master, Université de 20 aout 1955 Skikda, 21 p.

Lerin François ; 1986. Céréales et produits céréaliers en méditerranéen. Ed. Mont pellier;pp 81, 93

-M-

Mahajan S; Tuteja N; 2008. Calcium- and salt-stress signaling in plants: Shedding light on SOS pathway. Arch Biochem. Biophys. 471 : 146 – 158p

Madr ; 2011. Etude du comportement variétale de sept variétés de blé (*Triticum*) et orge (*Hordeum*) cultivé au champs : stade tallage. Amireche A Chibane K 2019

Masmoudi K ; 2015. Mécanismes moléculaires impliqués dans la tolérance de l'orge à la salinité, Centre international pour l'agriculture biosaline (ICBA), 2p.

Mekhlouf A ; Bouzerzour H ; Dehbi F et Hannachi ; 2001.Rythme de développement et variabilité de réponse du blé dur (*Triticum durum* Desf) aux basses températures Tentatives de sélection pour la tolérance au gel.InProceeding Séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. OEB

Mermoud ; 2005 . cours de physique du sol II : Chapitre 09 :Maitrise de salinité de sol 10p

Mermoud A ; 2006. Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de lausanne, 23p

Moule C ; 1971.Céréales 2. Phytotechnie spéciale. (Ed). La maison rustique, Paris, m236p

Mossab M ; 2007. Contribution à l'étude de l'exploitation à double fin de l'orge (H, vulgare) en zones semi-arides et d'altitude .Thèse De magister, INA EL Harrache .2006.

Munns et Rawson ; Maas et Poss ; 1983. Halotolerante ukaryotes. In Physiological Plant Ecology. III. Responses to the Chemical and Biological Environment. Encycl. Plant Physiol., pp. 59135 New Series, Vol. 12C. Springer, Berlin.

Références bibliographiques

Munns ; 1983. Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane. Thème master, Université d'Aboubeker Belkaid Tlemcen, 21-22 p.

Munns et Rawson ; 1999 ; Maas et Poss ; 1989. Contribution à l'étude de l'influence de la salinité sur le rendement des céréales (cas de l'orge) dans la région de Hemadna à Relizane. Thème master, Université d'Aboubeker Belkaid Tlemcen, 21-22 p

Munns R et 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. pp459-464.

Munns; 2002. Physiology of salt and water stress .plant cell and Environnement .25 pp239-250

Munns R; 2007. Utilizing genetic resources to enhance the productivity of salt-prone land. CABREV: Perspectives in Agric. Veterinary Sci. Nutr. Nat. Res. 2. No.009

Munns et Tester; 2008. Munns R, Tester M (2008). Mechanisms of salinity tolerance. Annu Rev Plant Biol 59: 651-681

Mukund J; 2015. Textbook of field Crops. Ed. PHI Learning pvt. LTD. Dehli. P: 269-278.

-N-

Nadjem K ; 2012. Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse Magister. Université Ferhat Abbas Sétif

Nadjem K ; 2012. Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse de Magister en Production Végétale et Agriculture de Conservation. Université Ferhat Abbas Sétif, 131 pages

Nemmar M ; 1980. Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) et chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : étude de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Thèse D.A.A. ENSA. Montpellier. France. 65p

-O-

Références bibliographiques

Olufayo ; 1994. Etude de paramètres morphologiques, physiologiques et biologiques due au stress salin chez deux variétés de céréales. Thème master, Université de 8 mai 1945 Guelma, 11p

ONFA. 2017. Pré-Bilan de la campagne céréalière 2016/2017. N°2

-P-

Parent C, Capelli N, Dat J, (2008). Formes réactives de l'oxygène, stress et mort cellulaire chez les plantes. C. R. Biologies 331 (2008) 255-261.

Paul A; Lazzeri ; Huw D ; Jones (AUTH) ; Huw D ; Jones ; Peter R ; Shewry ; 2009. Transgenic Wheat, Barley and Oats: Production and Characterization Protocols. In Methods in Molecular Biology 478. first edition.

-R-

Rahnama H et Ebrahimzadeh H ;2005. The effect of NaCl on antioxidant enzyme activities in potato seedling. Biol Plant.pp93-97.

Ruel ; 2006. Effet du stress salin sur les paramètres de croissances de quelques variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Thème master d'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, 5p

-S-

Saulnier L ; 2012. Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles, Cahiers de Nutrition et de Diététique, Volume 47, Issue 1, Pages S4-S15

Sabine T; Raymond D; Saman S; Robert N; Glenn F; et Michael T; 2015. Does a freely tillering wheat cultivar benefit more from elevated CO than a restricted tillering cultivar in a water-limited environment. European Journal of Agronomy. Volume 64. P: 21-28

Savin R ; Slafer G ; Cossani M ; Abeledo G ; et Sadras V ; 2015. Chapter 7 - Cereal yield in Mediterranean-type environments: challenging the paradigms on terminal drought. The adaptability of barley vs wheat and the role of nitrogen fertilization In Crop Physiology (Second Edition). Academic Press. San Diego. P: 141-158

Schut H ; 1996. Role de la solitude et de soutien social dans l'adaptation à la perte : un test de l'attachement par rapport a la théorie de stress. Journal de la personnalité et de la psychologie sociale, (6) : 1241-1249

Références bibliographiques

Sergio N; Daneri-Castro; Birte Svensson; Thomas H; et Roberts; 2016. Barley germination: Spatio-temporal considerations for designing and interpreting ‘omics’ experiments. Journal of Cereal Science. Volume 70. P: 29-37

Simon H ; Codaccioni P ; Lequeur X ; 1989. Produire des céréales à paille. Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications. pp. 63 - 67; pp. 292 - 296.

Soltner D ; 1979. Les grandes productions végétales 10^{ème} Ed. 427 p.

Soltner D ; 1987. Les grandes productions végétales «Céréales-plante sarclées prairies» .15^{ème} Ed. Collectons sciences et techniques agricoles. 461p

Soltner ; 1990. Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 17^{ème} éditions.p 464

Soltner D ; 1998. Les grandes productions végétales. Edition Collection science et techniques.

Soltner D ; 2005. les grandes productions végétales. Ed. Collection sciences et techniques agricoles, 472p

Song J., Feng G., Tian C., and Zhang F. 2005 Strategies for Adaptation of Suaeda physophora, Haloxylon ammodendron and Haloxylon persicum to a Saline Environment During SeedGermination Stage 2005. Annals of Botany. 96. pp :399-405

Sorgho L ; 2001. Statistiques de production pour l'orge (FAOSTAT 2001, révisé), 23 p

Steven E; et Ullrich; 2011. Barley: Production, Improvement and Uses (World Agriculture Series). Published by Wiley-Blackwell-

Surget A ; Barron C ; 2005. Histologie du grain de blé, Industrie des céréales, 145 : 4-7.

-T-

Tellah S ; 2005. Etude du comportement de 19 génotypes d'orges (*Hordeum vulgare* L) dans les conditions de la Mitidja. Rev. Céréaliculture N°45,p12.

-U-

USDA ; 2017. Algeria Exporter Guide

-Y-

Références bibliographiques

Yildirim E. et Güvenç I., 2006. Salt Tolerance of Pepper Cultivars during Germination and Seedling Growth. Turk J Agric For 30 : 347-353. tubitak.

-Z-

Zid , R. , 1974. Influence du chlorure de sodium sur la croissance, l'économie de l'eau et la nutrition minérale du (*Citrus aurantium*). Le cultivé en agriculture stricté. Thèse 3 ème cycle Tunis 163p.

Zibouche M ; et Grimes C ; 2016. Contribution à l'étude des flavonoïdes et de l'activité antioxydant de l'orge, *Hordeum vulgare*, Thèse Master, Université de Constantine, 88p



Annexe

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

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| CON | 3 | 2985,500 | 995,167 | 34,514 | < 0,0001 |
| VAR | 1 | 180,500 | 180,500 | 6,260 | 0,020 |
| CON*VAR | 3 | 137,500 | 45,833 | 1,590 | 0,218 |

Annexe 02 : Analyse de la variance de hauteur de plantules pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|---------|----------|
| CON | 3 | 465,856 | 155,285 | 117,141 | < 0,0001 |
| VAR | 1 | 14,045 | 14,045 | 10,595 | 0,003 |
| CON*VAR | 3 | 10,253 | 3,418 | 2,578 | 0,077 |

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

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| CON | 3 | 48,538 | 16,179 | 20,562 | < 0,0001 |
| VAR | 1 | 35,175 | 35,175 | 44,703 | < 0,0001 |
| CON*VAR | 3 | 4,705 | 1,568 | 1,993 | 0,142 |

Annexe 04 : Analyse de la variance de poids sec pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|--------|
| CON | 3 | 0,018 | 0,006 | 3,927 | 0,021 |
| VAR | 1 | 0,025 | 0,025 | 16,583 | 0,000 |
| CON*VAR | 3 | 0,001 | 0,000 | 0,192 | 0,901 |

Annexe 05 : Analyse de la variance de longueur de la plante pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| CON | 3 | 2386,561 | 795,520 | 19,989 | < 0,0001 |
| VAR | 1 | 183,744 | 183,744 | 4,617 | 0,042 |
| CON*VAR | 3 | 107,266 | 35,755 | 0,898 | 0,456 |

Annexe 06 : Analyse de la variance de Teneur relative en eau pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|-------|--------|
| CON | 3 | 1049,344 | 349,781 | 3,468 | 0,032 |
| VAR | 1 | 536,281 | 536,281 | 5,317 | 0,030 |
| CON*VAR | 3 | 79,094 | 26,365 | 0,261 | 0,852 |

Annexe 07 : Analyse de la variance de la surface foliaire pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| CON | 3 | 473,722 | 157,907 | 32,908 | < 0,0001 |
| VAR | 1 | 17,024 | 17,024 | 3,548 | 0,072 |
| CON*VAR | 3 | 14,924 | 4,975 | 1,037 | 0,394 |

Annexe 08 : Analyse de la variance de longueur de l'épi avec barbes pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|----------|
| CON | 3 | 80,678 | 26,893 | 17,956 | < 0,0001 |
| VAR | 1 | 0,219 | 0,219 | 0,146 | 0,706 |
| CON*VAR | 2 | 4,053 | 2,027 | 1,353 | 0,280 |
| R | | | | | |

Annexe 09 : Analyse de la variance de longueur de l'épi sans barbes pour les deux variétés

| Source | DDL | Somme des carrés | Moyenne des carrés | F | Pr > F |
|---------|-----|------------------|--------------------|--------|--------|
| CON | 3 | 6,041 | 2,014 | 3,786 | 0,026 |
| VAR | 1 | 8,225 | 8,225 | 15,467 | 0,001 |
| CON*VAR | 2 | 1,613 | 0,807 | 1,517 | 0,242 |

Présenté par : RAMDANE Amira

SENIGUER Kenza

Titre : sélection des génotypes tolérants au stress salin pendant la germination et la croissance chez l'orge (*Hordeum vulgare L*) et le blé dur (*Triticum durum Desf*)

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Amélioration des plantes

Résumé :

La salinisation des sols est un processus majeur de dégradation des sols dans le monde, ce qui affecte négativement la productivité agricole.

Ce travail consiste à étudier l'influence d'une contrainte saline représentée par différentes concentrations de NaCl (0, 50, 100, 150 m Mol) chez le blé Dur cultivé (*Triticum durum Desf*) et l'orge (*Hordeum vulgare L*). Dans cet intérêt et dans le but de comparer la sensibilité au sel chez deux variétés étudiées, nous avons effectué des tests de germinations et de croissance qui sont réalisés sur **Wahbi** et **Fouara**.

Les essais de germinations ont été réalisés dans des boîtes de pétri au niveau de laboratoire de la faculté. Les résultats ont montré que le stress salin réduit le pourcentage de germination chez deux variétés étudiées. Cependant, une différence variétale à la réponse au stress salin a été enregistrée et la variété de blé dur **Wahbi** se montre la plus affectée 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 deux variétés.

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 dur (*Triticum durum Desf.*), Orge (*Hordeum vulgare L*), Tolérance, Croissance, Germination.

Jury d'évaluation :

Présidente : M^{me} OUDJANE Faiza

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Examineur : M^{me} SOUILAH Nabila

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Promotrice : M^{me} LARIT Sabah

Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année Universitaire : 2020/2023