

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة 8 ماي 1945 قالمة  
**Université 8 Mai 1945 Guelma**  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de  
L'univers  
Département D'Écologie et Génie de l'Environnement



**Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Agronomiques  
Spécialité : Phytopharmacie et Protection des Végétaux

**Thème :**  
**Etude de Quelques Effets Du Stress Salin Chez**  
**Différentes variétés du Blé Dur (*Triticum durum Desf*)**

**Présenté par :**

**LAOUA OUDA Asma**

**BOULDR OUA Khalida**

**Membres du jury :**

**Présidente: M<sup>me</sup> IBN CHERIF H.**

**(M.C.B) Université de Guelma**

**Encadreuse: M<sup>me</sup> BENBELKACEM S.**

**(M.A.A) Université de Guelma**

**Examinatrice : M<sup>me</sup> LAOUAR H.**

**(M.C.B) Université de Guelma**

**Année Universitaire : 2020/2021**

# Remerciements

*Avant de commencer, nous tenons à remercier le bon Dieu qui nous a donné la patience, la force et le courage pour terminer ce travail.*

*Nous tenons également à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour la réalisation de ce mémoire, notamment :*

***Le personnel** de laboratoire et de la serre au niveau de la faculté de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'espace de l'Université de Guelma.*

*Nous voudrions exprimer notre sincère gratitude à **M<sup>me</sup> BENBELKACEM S. (M.A.A) Université de Guelma**, pour sa supervision, ses conseils, sa disponibilité, sa gentillesse, son orientation scientifique et sa participation à ce travail, nous vous prions de bien vouloir trouver ici le témoignage de notre gratitude très reconnaissante.*

*Nos respects et reconnaissance vont à **M<sup>me</sup> IBN CHERIF H. (M.C.B) Université de Guelma** non seulement pour avoir accepté de présider ce jury mais également pour sa disponibilité à notre égard, qu'elle trouve ici le témoignage de notre profonde considération.*

*Toute notre reconnaissance à **M<sup>me</sup> LAOUAR H. (M.C.B) Université de Guelma**, pour avoir pris sur son temps et accepter d'examiner ce travail et participer à ce jury.*

*Enfin ; nous remercions vivement toutes les personnes qui nous ont aidés au cours de ce travail, nos parents et nos familles.*

*Merci à tous*

## *DEDICACE*

*A mes parents si compréhensifs et si patients pour qui, le cycle de mes études assurément bien longtemps représenté un très lourd sacrifice : à toi ma chère maman Salima et à toi mon cher papa khemissi en témoignages de mon amour, reconnaissance et ma profonde affection.*

*A mes chères sœurs Khawla et Rania.*

*A mon cher frère Djaber.*

*A mes chères amie Asma, Zahra et Dhikra.*

*A toute la famille Bouldroua et Azzouz.*

*A tous ceux que j'ai connu et je n'ai pas pu citer.*



***Khalida, B.***

## DEDICACE

*Je dédie ce travail à :*

*Mes parents, **Djamel** et **Leila** qui m'ont apporté beaucoup de soutien tout le long de ma vie avec leurs encouragements pour ne jamais baisser les bras, et de tenter ma chance même s'il y'a risque d'échec. Ils m'ont apporté de l'aide durant les moments difficiles, je vous aime énormément.*

*Mon amour et ma gratitude vont à mes chères frères : **Mohammed el amine**, **Heythem** et **Sami imad eddine**, à mes oncles et mes tantes, mes cousins et cousines **Dounia zed et malak**, et à toute la famille **LAOUAOUDA** et **ALLEL**.*

*À mes chères amies **Chaima** et **Fatiha** et à tous ceux que j'ai connu et je n'ai pas pu citer.*

**Asma LAOUAOUDA**



# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

المخلص

Résumé

Abstract

Introduction ..... 1

## Chapitre I : Présentation de l'espèce étudiée

1 .Historique de blé.....	3
2 .Importance de blé.....	4
2.1 .En Algérie.....	4
2.2. La production mondiale de blé.....	4
3. Description de la plante.....	4
4. Composition de la graine de la plante.....	5
5. Cycle de développement.....	6
5.1. De la levée à la formation des ébauches d'épillets.....	6
5.2 .De l'épi 1 cm à la floraison.....	7
5.3. Au cours de la période maturation du grain.....	8
6. Choix de variété.....	9
7. Semi.....	9
7-1. Date de semis.....	9
7.2. Profondeur du semis.....	10
8. Les maladies de blé.....	10

## Chapitre II : Généralité sur la salinité

1. Définition du stress.....	14
1.1. Types de stress.....	14
1.1.1. Le stress salin.....	14
1.1.2. Stress hydrique.....	15
1.1.3. Stress ionique.....	15
1.1.4. Stress nutritionnel.....	15
2. La Salinité.....	15
2.1. Définition de la salinité.....	15
2.2. Définition de sols salés (sols halomorphes).....	16

2.2.1. Origine la salinisation des sols .....	16
2.2.1.1. Salinisation primaire .....	16
2.2.1.2. Salinisation secondaire.....	17
2.3. Classification des sols salés.....	17
2.3.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins(les solonetz).....	17
2.3.2. Sols salins à complexe calcique (solontcheks).....	17
3. Répartitions des sols salés dans le monde et en Algérie.....	18
3.1. Les sols salés dans le monde.....	18
3.2. Les sols salés en Algérie.....	19
4. La salinité et la plante .....	21
4.1. Effet de la salinité sur les plantes.....	21
4.2. Effet de la salinité sur la germination.....	22
4.3. Effet de la salinité sur la croissance et le développent.....	22
4.4. Effets de la salinité sur la photosynthèse des plantes.....	23

### **Chapitre III : Matériel et méthodes**

1 .Objectif de l'étude.....	24
2. Présentation du site de l'essai.....	24
3. Matériel végétal.....	24
3.1. Semences de blé dur.....	24
4. Origine et caractéristiques des variétés.....	24
5. Solution salées de NaCl.....	26
6. Dispositif expérimental.....	26
6.1. L'essai de germination.....	26
6.2. L'essai de croissance.....	27
7. Caractéristique de substrat.....	27
8. Paramètres étudiés .....	28
8.1. Paramètre relatifs à la germination des graines .....	28
8.1.1. Essai en boites de pétri .....	28
8.2. Paramètre relatifs à la croissance et le développement.....	28

### **Chapitre IV : Résultats et Discussion**

1. Essai de germination dans les boites de pétri .....	32
1.1. Pourcentage de germination des graines.....	32
1.2. Longueur de la racicule .....	34
2. Essai de croissance et de développement des plantes dans les pots .....	36

2.1. Nombre des feuilles .....	36
2.2. Surface foliaire .....	38
2.3. Nombres des tiges .....	40
2.4. La longueur de la racine principale.....	42
2.5. La teneur en Chlorophylle .....	44
2.6. La teneur en sucre .....	46
<b>Conclusion</b> .....	49

**Références bibliographiques**

**Annexe**

## Liste des abréviations

**C°**: Degré Celsius

**Chl a**: Chlorophylle a

**Chl b**: Chlorophylle b

**Chla+b**: Chlorophylle a+ b

**Cm**: Centimètre

**FAO**: Food and Agriculture Organization

**SF**: La surface foliaire

**%**: Pourcentage

**g**: gramme

**PH**: Potentiel Hydrogène

**Na+**: Sodium

**Ca<sup>2+</sup>**: Calcium

**Mg<sup>2+</sup>**: Magnésium

**N**: Azote

**P**: Phosphore

**KO**: Oxyde de Potassium

**NaCl** : chlorure de sodium

**L** : Litre

**C.E.C** : Capacité d'Echange Cationique

**C.E** : La Conductivité Electrique

**M** : Mètre

**S.A.U** : la Surface Agricole Utile

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de Carbone

**mM** : milli Mole

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Les maladies transmises par la semence et/ou le sol	11
02	Les ravageurs du sol des céréales	12
03	Classification des sols salés	18
04	Répartition des salés dans le monde	18
06	le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la Surface agricole utile	20
07	L'origine, le type variétal et les caractéristiques de chaque variété	25

## Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Anatomie du grain de blé tendre	05
02	Le cycle de développement du blé	06
03	Principaux stades et caractéristiques de la période de remplissage du grain des céréales à paille	09
04	Effets de la profondeur du semis sur le développement et la croissance d'un plant de céréale	10
05	Carte des zones arides dans le monde	19
06	Répartition des sols salins dans le nord de l'Algérie	21
07	L'essai de germination des graines de blé dur dans les boîtes de pétri	26
08	L'essai de croissance de blé dur dans les pots	27
09	Dosage des pigments chlorophylliens	29
10	Dosage des sucres soluble	30
11	Pourcentage de germination (%) des graines du blé dur pour les variétés	33
12	Pourcentage de germination (%) des graines du blé dur pour les concentrations	33
13	La longueur de la racine (cm) pour les variétés	35
14	La longueur de la racine (cm) pour les concentrations	35
15	Nombre des feuilles pour les variétés	37
16	Nombre des feuilles pour les concentrations	37
17	La surface foliaire (cm <sup>2</sup> ) pour les variétés	39
18	La surface foliaire (cm <sup>2</sup> ) pour les concentrations	39
19	Nombres des tiges pour les variétés	41
20	Nombres des tiges pour les concentrations	41
21	La longueur de la racine principale (cm) pour les variétés	43
22	La longueur de la racine principale (cm) pour les concentrations	43
23	Plante attaquée par des pucerons	44
24	La teneur en Chlorophylle pour les variétés	45
25	La teneur en Chlorophylle pour les concentrations	45
26	Plante attaquée par des pucerons	47
27	La teneur en sucre pour les variétés	48
28	La teneur en sucre pour les concentrations	48



# Résumés

## Résumé

Le blé est une céréale importante en termes de consommation humaine dans de nombreux pays du monde. Il est cultivé principalement dans les pays du bassin Méditerranéen à climat arides et semi-arides. Dans ces zones, la salinité des sols et des eaux d'irrigation est l'un des facteurs limitant de la productivité végétale et du rendement agricole. Le présent travail a pour objectif de suivre le comportement de quatre variétés de blé dur qui sont : ANO, CORE, MIMMO, PALESIO, soumises à des concentrations croissantes en NaCl à fin d'évaluer leur tolérance vis-à-vis cette contrainte. Pour cela des tests de germination dans les boîtes de pétri et de croissance dans les pots ont été effectués et plusieurs paramètres liés à la germination des grains et à la croissance des plantes ont été estimés. Les concentrations utilisées pour les tests de germination sont: 0; 0.15; 0.3; 0.45g/l. Et celles utilisées pour les tests de croissance sont : 0 ; 2.25 ; 4.5 ; 6.75 g/l. Les résultats montrent que le stress salin influence négativement sur la germination des grains et la croissance des plantes, nous avons enregistré une réduction pour tous les paramètres mesurés et chez les quatre variétés étudiées avec l'augmentation de la concentration en NaCl. Les résultats de la croissance des grains ont montrés que le stress salin a provoqué une diminution de la longueur de la tigelle et de la racine, du taux de la germination de même pour les autres paramètres de croissance (la longueur de la racine, hauteur des plantes, surface foliaire et nombre de feuilles), les concentrations salines utilisées ont causé une diminution de la quantité des pigments chlorophylliens, la variété CORE est la plus résistante.

**Mots clés :** stress salin, blé dur, germination, croissance, NaCl.

## **Abstract**

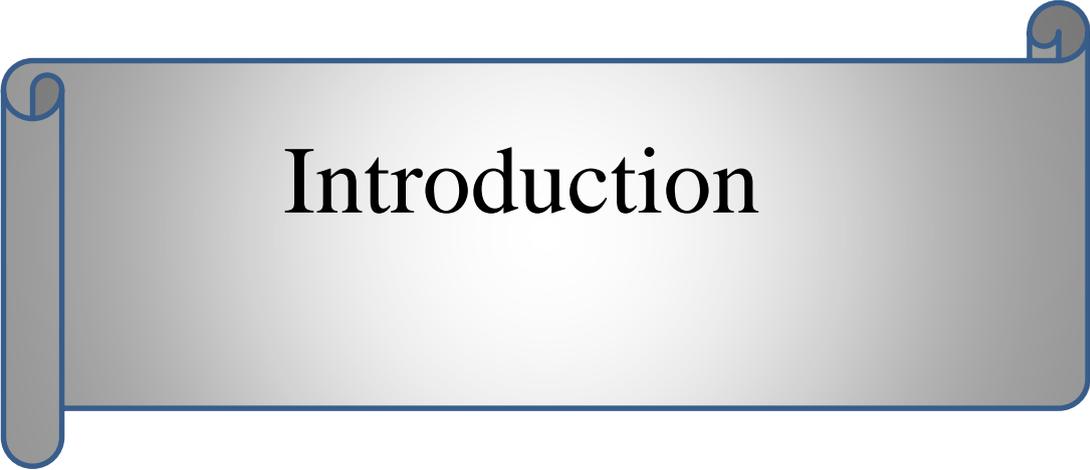
Wheat is an important grain in terms of human consumption in many countries of the world. It is cultivated mainly in the countries of the Mediterranean basin with arid and semi-arid climate. In these areas, soil and irrigation water salinity is one of the limiting factors for crop productivity and agricultural yield. The objective of this work is to monitor the behavior of four durum wheat varieties that are: ANO, CORE, MIMMO, PALESIO, subjected to increasing NaCl concentrations in order to assess their tolerance to this stress. For this purpose, germination tests in petri dishes and growth in pots were carried out and several parameters related to seed germination and plant growth were estimated. The concentrations used for germination tests are: 0; 0.15; 0.3; 0.45g/ml. And the ones used for growth tests are: 0; 2.25; 4.5; 6.75 g/l. The results show that saline stress negatively affects grain germination and plant growth, and a reduction was observed for all parameters measured and for the four varieties studied with increased NaCl concentration. Grain growth results showed that saline stress caused a decrease in shoot and root length, germination rate, and other growth parameters (root length, plant height, leaf area, and number of leaves), saline concentrations used caused a decrease in chlorophyll pigment quantity, the CORE variety was the most resistant.

**Keywords:** saline stress, durum wheat, germination, growth, NaCl.

## المخلص

القمح هو حبوب مهمة من حيث الاستهلاك البشري في العديد من بلدان العالم. وتزرع أساسا في بلدان حوض البحر الأبيض المتوسط ذات المناخ القاحل و شبه القاحل. وفي هذه المناطق، تشكل ملوحة التربة و مياه الري أحد العوامل المقيدة لإنتاج المحاصيل و الإنتاجية الزراعية. وتعتبر ملوحة التربة احد العوامل الرئيسية التي تحد من نمو النباتات و تطورها . الهدف من هذا العمل هو مراقبة سلوك اربعة انواع من القمح الصلب هي: ANO , CORE , MIMMO , PALESIO. خضع كل منها لتراكيز متزايدة من كلور الصوديوم NaCl من أجل تحديد التأثير الضار للملوحة. و لهذا الغرض، أجريت اختبارات الانبات في علب بيترى و اختبارات النمو داخل أصص، و قد حددت عدة معايير تتعلق بإنبات البذور و نمو النباتات. التراكيز المستعملة في اختبارات الإنبات هي: 0, 0,15; 0,3; 0,45g/l. والمستملة في إختبارات النمو هي: 0; 2,25; 4,5; 6,75g/l. أظهرت النتائج التي تحصلنا عليها أن الإجهاد الملحي يؤثر سلبا على إنبات البذور و نمو النباتات، لوحظ إنخفاض في جميع المعايير للأنواع الأربعة التي خضعت للدراسة بتراكيز متزايدة من كلور الصوديوم NaCl. و أظهرت نتائج نمو البذور أن الإجهاد الملحي تسبب في نقص طول السويق و إنخفاض في نسبة الإنبات، نفس الشيء بالنسبة لإختبارات النمو (طول الجذر الرئيسي، طول النبات، المساحة الورقية و عدد الأوراق )، وقد أدت التراكيز الملحية إلى إنخفاض في كمية الأصباغ الكلوروفيلية. النوع CORE هو الأكثر مقاومة .

الكلمات الأساسية : الإجهاد الملحي ، قمح صلب ،إنبات ،نمو ، NaCl.



# Introduction

## I. Introduction :

A travers le monde, les céréales ont une importance impérative pour les disponibilités alimentaires. Elles représentent l'aliment de base de toute l'humanité directement à travers la consommation des produits céréaliers et indirectement à travers la production animale. A cet égard, dans les pays l'Afrique du Nord, le régime alimentaire est l'un des plus élevés à titre d'exemple en Tunisie il est composé de 206 kg de céréales par tête d'habitant, 200 kg en Algérie et 175 kg au Maroc (**Rastoin et Benabderrazik, 2014**). [1]

Les céréales, notamment, les blés dur et tendre, l'orge, le triticale, l'avoine, le maïs, le riz, le sorgho, le mil, sarrasin, sont des monocotylédones qui produisent des grains ou caryopsestrès riches en amidon, vu qu'elles fournissent plus de 50 % des besoins énergétiques des êtres humains, elles occupent une position stratégique dans l'économie internationale. [1]

Les stress abiotiques sont des processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture, ils sont influencés par deux types de facteurs, à savoir, les facteurs génétiques (intrinsèque à la plante) et les facteurs environnementaux. Ces contraintes environnementales peuvent être divisées principalement en trois groupes selon leur nature : la composition en éléments minéraux du sol (stress salin), le contenu hydrique du sol et de l'air (stress hydrique), et les chocs thermiques. (**Chahbar, 2008**).

Les modifications génétiques développées dans les années 80 constituent une alternative stratégique. Elles ont permis de produire des plantes de céréales, capables de résister à des conditions climatiques défavorables, ou encore des plantes avec des valeurs nutritives améliorées. (**Bouatrous, 2013**)

Il est clair que la connaissance de la physiologie et de la qualité germinative des céréales en général, serait un moyen d'améliorer et de développer de nouvelles variétés capables de résister au stress notamment le stress salin afin de répondre à la demande mondiale croissante. Pour améliorer cette production et la rendre plus stable, plusieurs voies ont été suivies dont la recherche et la création des nouvelle variétés plus adaptés et plus résistantes à de telles conditions. Cependant cette recherche nécessite l'analyse et la compréhension des différents modes de résistance développés par les plantes, afin d'identifier des critères de sélection qui peuvent être utilisés dans des programmes d'amélioration

variétale, se caractérisent par une stratégie regroupant en même temps un ensemble des mécanismes d'adaptation. (**Bouatrous, 2013**)

Le présent travail est une étude comportementale de quelques paramètres morphologiques, physiologique et biochimique sous différentes doses de salinité, à l'état de germination et de croissance, chez quatre variétés de blé dur, à fin d'évaluer leur tolérance vis-à-vis cette contrainte

L'étude est illustrée en trois parties principales

- Après l'**introduction**, une partie **revue bibliographique** où l'importance des céréales et du blé sont expliqués, ainsi que les différents types de contraintes biotiques et abiotiques en particulier.
- Partie **matériel et méthodes** : où les différentes expérimentations sont expliquées
- Et enfin partie **résultats et discussion** : où les résultats sont exposés et discuter pour en fin ressortir la **conclusion**.



# **Chapitre I : Présentation de l'espèce étudiée**

## I. Historique de blé

Le blé fait partie des trois céréales, monocotylédones qui constituent la base alimentaire des populations du globe: blé, riz, maïs. L'origine du blé (*Triticum*), du maïs (*Zea*) et du riz (*Oryza*) semble être commune: étant donné les nombreux gènes communs deux à deux ou dans les trois genres, on pense que ces genres se sont diversifiés, il y a quelques 60 à 70 millions d'années, à partir d'une espèce ancestrale qui aurait contenu tous les gènes dispersés chez les trois espèces actuelles.

Les premiers indices d'une agriculture apparaissent vers 9.000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile. Les formes sauvages identifiées des diverses espèces (amidonnier sauvage, pois chiche sauvage, vesce sauvage) seraient originaire du Proche-Orient et du Moyen-Orient. La céréaliculture se répand ensuite vers l'Europe, l'Asie et la vallée du Nil.

Le froment est présent en Grèce il y a 6.000 ans avant Jésus Christ et se propage par la méditerranée et le Danube. Ainsi, en Bretagne, on a trouvé des grains datant d'environ 5.000 ans avant Jésus-Christ.

Le blé constitue un groupe d'espèces polyploïdes (dont certaines espèces, polyploïdes, possèdent plusieurs jeux de chromosomes:  $(2n, 4n, 6n: \text{avec } n=7)$ ). L'espèce actuelle diploïde est l'engrain (*Triticummonococcum*), rarement cultivé en France mais probablement domestiquée vers 8.000 ans avant Jésus-Christ, elle a probablement issu de croisement de plusieurs blés sauvages diploïdes. Ces blés ont probablement donné naissance, vers 15.000 ans avant Jésus-Christ, à un blé tétraploïde ( $4n$ ) dont le représentant actuel est l'amidonnier (*Triticumdicoccum*) qui aurait été domestiqué vers 10.000 ans avant Jésus-Christ. Cet amidonnier n'est pratiquement plus cultivé en France mais le reste dans les montagnes de l'Europe Centrale. Le blé dur actuel (*Triticumdurum*), cultivé, est un blé tétraploïde issu d'une sélection réalisée à partir de l'amidonnier et qui daterait du temps de Jésus-Christ. Enfin, le blé tendre ou froment (*Triticumæstivum*) est hexaploïde ( $6n$ ) et issu d'un double croisement récent entre une graminée sauvage diploïde (*Aegilops squarrosa* ou *Æ. ovata* ou *Triticumtauschii*) et l'amidonnier tétraploïde. (Yves et Jacques, 2000)

## 2. Importance de blé

### 2.1. En Algérie

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière. **(Djermoun, 2009)**

La filiale des céréales a enregistré en 2017 une production nationale de 34.702.520 quintaux, soit l'équivalent de 135,3 milliards de da, a appris dimanche l'APS auprès du ministère de l'Agriculture, du Développement rural et de la Pêche. **[2]**

### 2.2. La production mondiale de blé

En 2018, la production mondiale de blé a atteint 758 millions de tonnes selon la FAO, ce qui représente 24,04 tonnes par seconde (compteur), le record historique de la production mondiale de blé. **[3]**

## 3. Description de la plante

Graminée annuelle, en touffe, atteignant 150 cm de haut, à 2-5 talles ; tige cylindrique, lisse, creuse sauf aux nœuds. Feuilles alternes distique, simples et entières ; gaine arrondie, auriculée ; ligule membraneuse ; limbe linéaire, de 15-10 cm × 1-2 cm, à nervures parallèles, plat. Epi terminal distique de 4-18 cm de long, à épillets sessiles, solitaires sur un rachis en zigzag. Epillet de 10-15 mm de long, comprimé latéralement, à 3-9 fleurs bisexuées dont les 1-2 supérieures sont généralement rudimentaires. Fruit caryopse (grain) ellipsoïde, muni d'un sillon central sur l'une des faces, brune rougeâtre à jaune ou blanc (Céréale et les légumineuses). Les enveloppes sont épaisses sans transparences. Lors de passage entre les cylindriques, se prêtent particulièrement bien à la mouture. **(Feillet, 2000).**

## 4. Composition de la graine de la plante

- **L'albumen**

Constitué de l'album en amylicé (au sien duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois cellulose sont peu visible) et de la couche à aleurone (80-85% du grain).

- **Les enveloppes du grain**

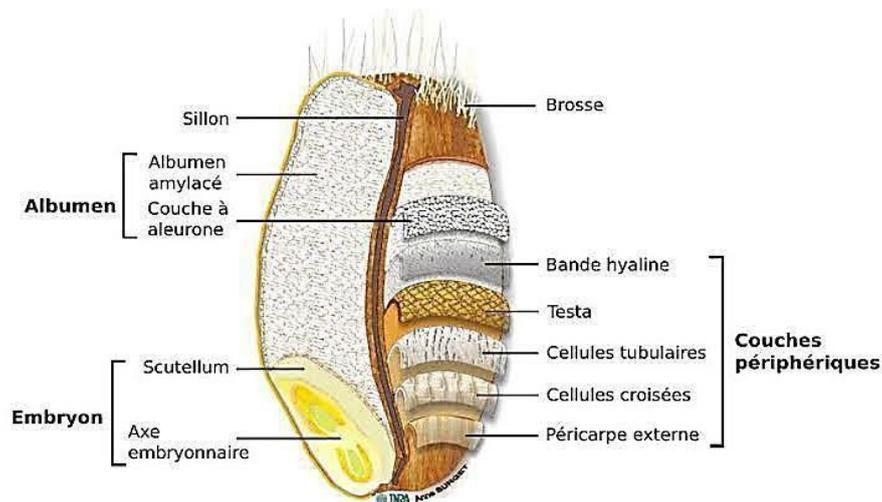
Formées de six tissus différents : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe du grain), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe (13-17%).

- **Le germe**

(3%), composé d'un embryon (lui-même formé de coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du scutellum.

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéine (10à15%) et de pentosanes (8à10%) ; les autres constituants pondéralement mineurs (quelque % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines.

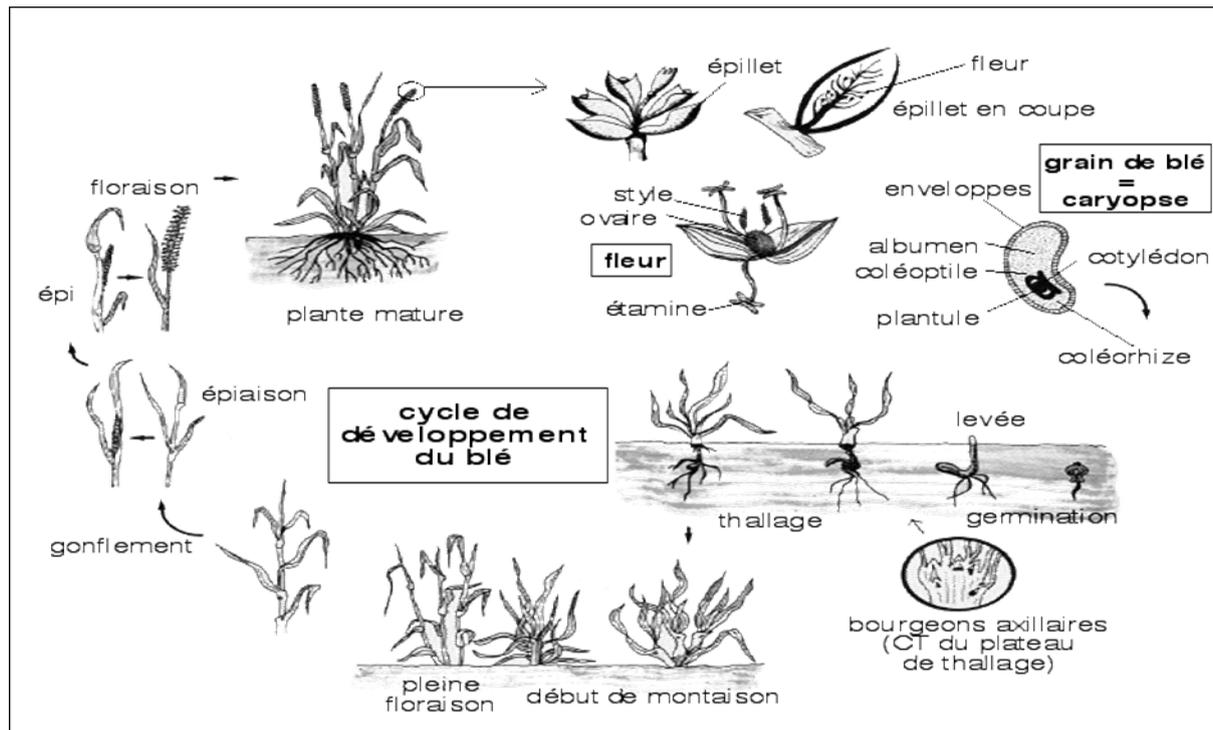
(Feillet, 2000).



**Figure 01** : Anatomie du grain de blé dur. [4]

## 5. Cycle de développement

Comme toutes les céréales à paille, le blé possède un cycle biologique annuel, réparti classiquement en 2 périodes principales successives (végétative et reproductrice), subdivisées elles-mêmes en phases délimitées par des stades (Soltner, 1999). Ces derniers sont définis par des changements morphologiques visibles et des modifications internes de la plante. [5]



**Figure 2:** Le cycle de développement du blé. [6]

La dynamique de développement des plantes et les principaux stades repères sont :

### 5.1. De la levée à la formation des ébauches d'épillets

Lors de la phase de levée, le nombre de plantes au m<sup>2</sup> se détermine. Après la levée, les ébauches foliaires croissent et émergent les unes après les autres selon un rythme constant. Lorsque la plante a trois feuilles, une nouvelle tige apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée, c'est le maître brin. L'émergence de cette première talle hors de la gaine de la première feuille est le repère conventionnel du début tallage (**Gate, 1995**). [5]

La formation des ébauches d'épillets démarre au stade plein tallage, suivit par l'initiation florale et se termine par l'apparition des ébauches des futurs épillets. L'apparition des talles se fait de façon synchrone avec le rythme d'émission des feuilles du maître brin (**Masle et Sebillotte, 1981**). [5]

La vitesse d'émission des feuilles dépendant de nombreux facteurs de l'environnement, comme la durée du jour, le rayonnement et la température du sol (le centre de formation des feuilles étant situé au niveau du sol en début de cycle) (**Jamieson et al., 1995**). Le tallage s'arrête lorsque les tiges entrent en compétition pour l'eau, l'azote ou la lumière (**Masle, 1980**). [5]

## 5.2 .De l'épi 1 cm à la floraison

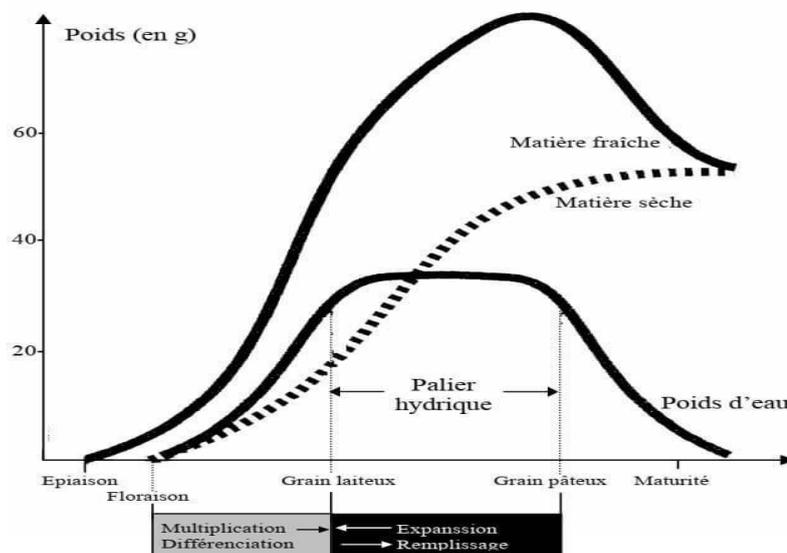
Par définition, le stade épi-1cm est considéré atteint lorsque la distance entre le sommet de l'épi du maître brin et la base du plateau de tallage est en moyenne de 1 cm. A ce stade, la taille de l'épi est de 3 – 4 mm (**Gate, 1995**). A partir de ce moment, la tige principale et les talles plus âgées commencent à s'allonger, suite à l'élongation des entrenœuds auparavant empilés sous l'épi. C'est le début du stade montaison au cours duquel le nombre final d'épis par plante se détermine (**Masle, 1980**). Il prend fin lorsque les organes reproducteurs sont formés. Certaines tiges régressent en stoppant leur développement et leur croissance. Celles qui ne sont pas encore entrées en croissance restent à l'état de bourgeons dormants. [5]

Le stade 2 nœuds est atteint quand les deux premiers nœuds à la base de la tige principale sont visibles sur 50% des plantes (**Gate, 1995**).

L'apparition de la dernière feuille ligulée marque le début du stade méiose pollinique. L'épi poussé par l'allongement de la tige, provoque un renflement au moment où il a rejoint la gaine de la dernière feuille, c'est le stade gonflement qui apparaît 10jours avant l'épiaison (**Gate, 1995**). Par la suite, le sommet de l'épi se dégage de la dernière gaine qui a alors atteint sa longueur définitive, on parle de stade épiaison. Les glumelles des fleurs s'ouvrent largement et les sacs polliniques se libèrent, c'est le stade floraison (anthèse) ; La tige et l'épi ont quasiment atteint leur croissance définitive (**Gate, 1995**). Les composantes de rendement tels le nombre d'épillets par épi et celui de grains par épillet sont définis au cours de la réalisation du stade épiaison qui prend fin à la floraison (**Meynard, 1985**). Cependant, **Masle (1985)** considère que ces composantes seraient fixées à la floraison. (**Gate et Grimaud 1989**) dissocient la mise en place du nombre d'épis, fixé à la montaison et l'élaboration du nombre de grains par épi, conditionnée par la fertilité de l'épi. (**Coïcet al., 1950**) ont constaté que le nombre de grains par épillet peut encore évoluer après floraison et qu'un apport d'azote à ce stade l'augmente significativement à la récolte. La fécondation des ovules ayant déjà eu lieu à ce stade, l'azote apporté aurait une action bénéfique sur la diminution du nombre d'avortement de jeunes ovules fécondés. [5]

### 5.3. Au cours de la période maturation du grain

La maturation s'étale sur environ 50 jours et marque la fin de la période végétative. La phase de remplissage du grain se caractérise par la multiplication cellulaire suivie par l'accumulation des réserves (amidon et protéines) dans les cellules du grain. C'est une étape déterminante pour le poids (PMG) et la teneur en protéines du grain (**Chambenoit, 1999**). Les cinétiques de l'accumulation de la matière sèche et de l'eau varient au cours des différentes phases de la période maturation (**Fig.2**). Le début de la *phase palier hydrique* concorde avec la fin de la multiplication cellulaire au sein du grain (**Gate, 1995**). Le stockage maximal des réserves s'effectue au moment où la quantité d'eau dans le grain est stable. Lorsque toutes les cellules du grain ont atteint leur poids final, le grain atteint sa taille définitive (maturité physiologique, qui traduit l'arrêt de la croissance en matière sèche du grain). Il entame ensuite la *phase dessiccation* (maturité récolte) qui correspond à un état de dessiccation permettant un battage mécanique (teneur en eau du grain avoisine le 15%) (**Gate, 1995**). [5]



**Figure.03** : Principaux stades et caractéristiques de la période de remplissage du grain des céréales à paille (**Gate, 1995**). [5]

## 6. Choix de variété

Choisir des semences de qualité représentant des variétés à haut potentiel de rendement et des variétés tolérantes aux principaux risques régionaux (échaudage climatique, maladies, verse, moucheture...). Le critère principal du choix de la variété est le rendement,

mais il existe d'autre critère tel que la résistance aux maladies, la qualité du grain. (**Guittoums, 2017**)

## 7. Semi

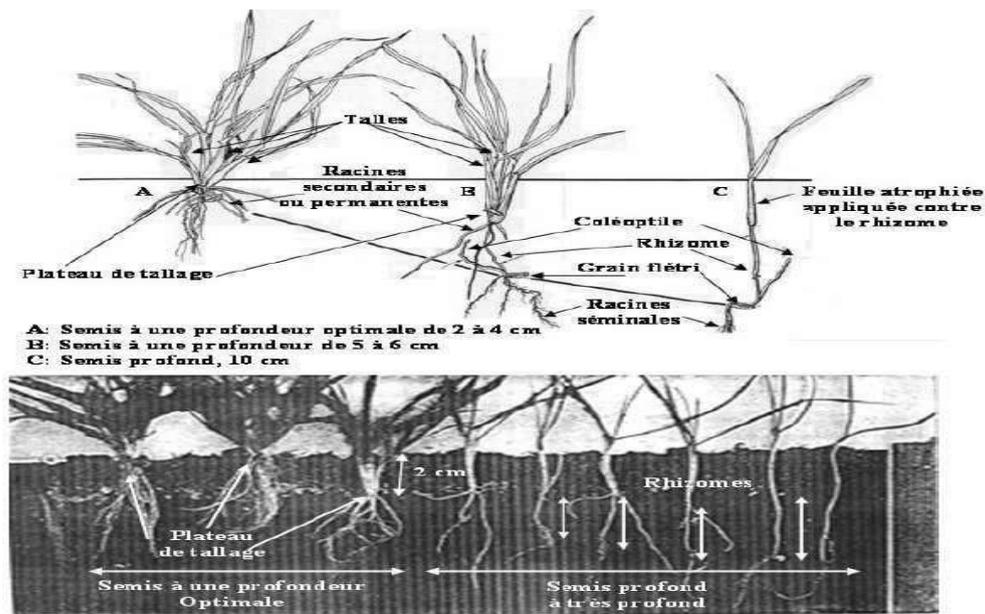
C'est une opération culturale qui consiste à mettre le grain dans une terre bien préparée. (**Guittoums, 2017**)

### 7-1. Date de semis

La date du semis des céréales est, généralement, tributaire de:

- L'occupation du sol. Souvent la parcelle destinée pour une nouvelle culture céréalière se trouve occupée par une autre culture qui n'a pas encore achevé son cycle.
- Le choix variétal. Les variétés tardives, caractérisées par un cycle long, doivent être semées tôt dans la saison; alors que les variétés précoces, dotées d'un cycle court, peuvent être semées tardivement.
- l'état du sol. Parfois, les pluies assez fréquentes retardent les opérations de préparation du sol, particulièrement, dans les sols lourds à ressuyage lent. Le semis serait ainsi retardé.
- la disponibilité de l'agriculteur. Au niveau de l'exploitation certains travaux paraissent plus urgents que le semis et occasionnent le retard de cette opération. [1]
- **7.2. Profondeur du semis**

La profondeur optimale de semis d'une céréale, l'ordre de 4 cm, assure une levée rapide et homogène, la formation d'un rhizome court et robuste et d'un tallage précoce. Par contre, en cas d'un semis très profond, suite à la germination, les réserves dans les grains s'épuisent avant que les plants deviennent autotrophes. Le rhizome serait assez long et risque d'être sectionné en cas d'un gel survenant avant le tallage La levée serait très retardée et hétérogène et le tallage serait limité (**Figure 04**). [1]



**Figure 04:** Effets de la profondeur du semis sur le développement et la croissance d'un plant de céréale. [1]

### 8. Les maladies de blé

Le blé tendre susceptible d'être confronté à différent maladie cryptogamique qui peut pénaliser le rendement et/ou la qualité (Le stum, 2017). (bougatouche et al; 2020)

**Tableau N°01 :** Les maladies transmises par la semence et/ou le sol (Anonym, 2020).

Maladies	Culture	Mode de transmission	Symptômes
 <p><b>Carie commune</b></p>	Blé dur et blé tendre	Par la semence et par le sol	Plantes courtes et foncées. Forme aplatie de l'épi qui peut prendre un aspect ébouriffé. Transformation des grains touchés en une masse noire.

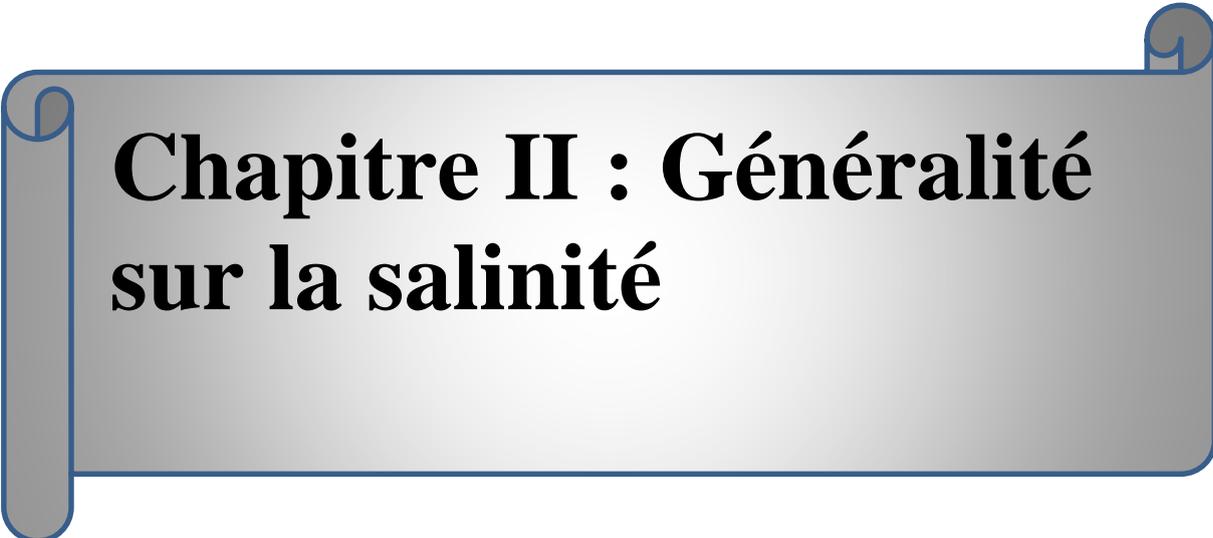
**Tableau N°01 : Les maladies transmises par la semence et/ou le sol (Anonym, 2020).Suite**

	Blé, orge,avoine et triticale	Par la semence et par le sol (débris végétaux)	Manque à la levée, fonte de semis. Coléoptile et racines altérées des plantes infectées. Dessèchement précoce des épis et échaudage de toute ou une partie des épillets.
<b>Fusarioses</b>			
	Blé tendre, blé dur	Débris végétaux, semences	Symptômes uniquement sur les feuilles: taches ovales brunesciaires.
<b>Septoriose</b>			
	Blé dur, blé tendre, orge, avoine	Débris végétaux, semences	Masse dure,cassante, mesurant 1cm de long (sur blé).
<b>Ergot</b>			
	Orge, blé	Uniquement par la semence	Destruction des pièces florales qui sont remplacées par des massesnoires pulvérulentes
<b>Charbon nu</b>			

La mouche mineuse, cicadelle, pucerons, criquet...etc. : ravageurs de blé tendre sont présents tout au long cycle de la culture. Ils peuvent provoquer jusqu'à 30 q/ha de perte de rendement. (bougatouche et al; 2020)

**Tableau N°02 : Les ravageurs du sol des céréales (Anonym, 2020)**

 <p><b>Puceron du cornouiller</b></p>	<p>Période sensible: de la levée au début tallage</p>	<p>Attaque des racines. Jaunissement, nanisme et retard de maturité. Vecteur de la jaunisse nanisant sur orge.</p>
 <p><b>Taupins</b></p>	<p>Semis - Levée</p>	<p>Ils attaquent les graines dès le semis ou les jeunes plantes. Affaiblissement du système racinaire de la culture. Ils peuvent causer la perte totale de la culture.</p>
 <p><b>Tipules</b></p>	<p>Végétation (les attaques démarrent dès la levée)</p>	<p>Attaque des jeunes plantes semées en automne. La partie sous-terrainne des tiges est coupée, jaunissement des pieds. Dessèchement et mort des plantes.</p>
 <p><b>Vers blanc</b></p>	<p>Végétation (les attaques démarrent dès la levée)</p>	<p>La larve s'attaque aux racines engendrant le flétrissement des plants</p>



## **Chapitre II : Généralité sur la salinité**

## 1. Définition du stress

On appelle stress toute pression dominante exercée par un paramètre, perturbant le fonctionnement habituel de la plante. Par ailleurs, la réponse du végétal dépend, entre autres, de ces paramètres environnementaux, (le type de contrainte, son intensité et sa durée) et génétiques (espèce et génotype) (**Hopkins., 2003**).

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements dans les processus physiologiques, entraînant finalement des dommages, des blessures, une croissance ou une inhibition du développement. Par exemple, au niveau de l'écosystème, toute contrainte externe qui limite la productivité en dessous du potentiel génétique des plantes peut être considérée comme une pression (**Grime., 1979 in Baba Sidi Kaci., 2010**).

### 1.1. Types de stress

On peut distinguer deux types de stress dans la nature :

#### ◆ Biotique

Imposé par d'autres organismes (insectes, herbivores...).

#### ◆ Abiotique

Provoqué par un défaut ou excès de l'environnement physico-chimique comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité.

Les stress abiotiques ou environnementaux affectent la croissance et le rendement des plantes, contrairement aux animaux qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables. Les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux chocs chimiques ou physiques, engendrés par l'environnement en contrôlant et en ajustant leur système métabolique.

Pour survivre, la plante doit échapper ou éviter le stress. Nous citerons le cas des géophytes et des héli-cryptophytes en hiver, grâce à leurs parties souterraines ou très proches du sol, également les thérophytes printanières qui évitent de pousser pendant la saison froide et la saison chaude (**Laclerc., 1999**). (**Belaadi, 2014**)

#### 1.1.1. Le stress salin

Le stress salin est un excès d'ions, en particulier, mais pas exclusivement, aux ions Na<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> (**Hopkins., 2003**). Le stress salin est dû à la présence de quantités importantes de sels potentiels hydriques. Il réduit fortement la disponibilité de l'eau pour les plantes, on parle alors de milieu "physiologiquement sec" (**Trembun., 2000**). (**Belaadi, 2014**)

La quantité de sels dans le sol que les plantes peuvent supporter sans grand dommage pour leur culture, varie avec les familles, les genres et les espèces, mais aussi les variétés considérées (**Levigneron et al., 1995**).

Ces mêmes auteurs précisent que, les conséquences d'un stress salin peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

### **1.1.2. Stress hydrique**

La forte concentration en sel dans le sol est d'abord perçue par les plantes comme une forte diminution de la quantité d'eau disponible. Cela nécessite un ajustement osmotique approprié pour maintenir le potentiel hydrique cellulaire inférieur à celui de l'environnement extracellulaire et du sol. D'une part, ce phénomène assure l'absorption continue de l'eau dans le sol, et d'autre part, il assure la rétention d'humidité et le gonflement des alvéoles. Lorsque l'ajustement osmotique est insuffisant, l'eau a tendance à quitter les cellules, ce qui entraîne une perte d'eau insuffisante et une perte de gonflement.

### **1.1.3. Stress ionique**

Malgré un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique se produit lorsque l'accumulation de sel dans les tissus perturbe l'activité métabolique.

### **1.1.4. Stress nutritionnel**

Une concentration trop élevée en sel dans le milieu peut entraîner des modifications de la nutrition minérale, notamment au niveau des transporteurs d'ions cellulaires. Le sodium est en compétition avec le potassium et le calcium, et le chlorure est en compétition avec le nitrate, le phosphore et le sulfate. (**Belaadi, 2014**)

## **2. La Salinité**

### **2.1. Définition de la salinité**

La salinité du sol et de l'eau est définie comme étant la concentration trop élevée en sel soluble, ou lorsque la concentration en ( $\text{Na}^+$ ), ( $\text{Ca}^{++}$ ), ( $\text{Mg}^{++}$ ) est inférieure à sous forme de chlorures, carbonates ou sulfates à des concentrations inhabituellement élevées (**Asloum, 1990**). Ce type de stress est essentiellement dû au NaCl en conditions naturelles (**Sun et Zheng, 1994**).

La salinité est actuellement l'un des facteurs qui affectent en grande mesure la fertilité et la productivité des sols, en diminuant le rendement des cultures, en particulier dans les zones méditerranéennes ou bien dans celles où les cultures dépendent de l'irrigation (**Middleton et Thoma, 1992**). (**Badraoui et Meziani, 2019**)

Elle constitue un facteur limitatif majeur de la productivité agricole, ces charges en sels soumettent les plantes à un stress permanent (**Gupta et Abrol, 1990**).

Et au-delà d'une certaine concentration, elle a pour conséquence la dégradation des sols réduisant ainsi leur rendement (**Richards, 1954**). (**Badraoui et Meziani, 2019**)

La réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par un effet dépressif sur la croissance et le développement (**Munns et al, 1995**).

## 2.2. Définition de sols salés (sols halomorphes)

Les sols salins sont naturellement présents sous tous les climats et sur tous les continents. Ils sont là où l'évaporation excède les précipitations pluviales de façon permanente ou temporaire, ils sont étroitement liés à une source de salinité d'ordre géologique (évaporites), hydrogéologique (eaux souterraines) ou hydrologique (eaux marines) (**Girard et al., 2005**).

Les sols salés sont ceux dont l'évolution est dominée par la présence de fortes quantités de sels solubles, ou par la richesse de leur complexe absorbant en ions, provenant de ces sels et susceptibles de dégrader leurs caractéristiques et propriétés physiques, en particulier leur structure. On parle en général de sol salé lorsque la concentration des solutions dépasse 0,5g/l (**Robert, 1996**).

Généralement, les sols sont constitués par deux unités très différentes, les salins, dans lesquels les sels de sodium, de calcium ou de magnésium sont sous la forme soluble de sels simples ou complexes. Les sodisols à complexe sodique dans lesquels les cations, essentiellement le sodium sont sous la forme échangeable, les sels solubles étant très peu abondants (**Bouteyre et Loyer., 1992 in Baba Sidi Kaci., 2010**). (**Belaadi, 2014**)

### 2.2.1. Origine la salinisation des sols

#### 2.2.1.1. Salinisation primaire

La salinisation primaire d'origine géologique, océanique ou lagunaire correspond à une salinisation liée à la fonction naturelle du sol sous l'influence du climat, de l'altération des roches et des forces hydrodynamiques. (**Belaadi, 2014**)

### 2.2.1.2. Salinisation secondaire

Le phénomène de la salinisation secondaire lié à l'irrigation constitue une menace particulièrement grave mais très difficile à évaluer de manière correcte (**Stengel et al, 2009**). (**Badraoui et Meziani, 2019**)

Cette salinisation se traduit par une accumulation de sels avec des effets sur les propriétés physico-chimiques du sol (dispersion des argiles, instabilité de la structure) et biologiques (effet sur le développement des plantes) par la pression osmotique (**Cheverry et Robert, 1998**).

### 2.3. Classification des sols salés

On distingue deux sous classes de sols halomorphes:

#### 2.3.1. Sols à complexe sodique ou sols alcalins (les solonetz)

Caractérisés par une saturation marquée en ( $\text{Na}^+$ ) et une accumulation des sels en profondeur. Ces sols se caractérisent par la présence d'une quantité importante de sodium qui dépasse les 15% de le C.E.C (capacité d'échange cationique). La conductivité électrique (C.E) ne dépasse pas 4ds/m à 25°C et le pH est supérieur à 8,5. La relative abondance de l'ion sodium, dans la garniture ionique absorbant, peut avoir deux origines distinctes:

- elle peut provenir du sodium libéré par l'altération de certains minéraux alcalins.
- elle peut résulter d'une saturation progressive du complexe en sodium, aux dépens d'une solution saline (**Duchaufour, 1983**).

Ces sols ont un profil peu stable, en raison de la grande facilité de dispersion des argiles, ils sont asphyxiants plutôt que physiologiquement secs (**Benkaddour, 2014**).

#### 2.3.2. Sols salins à complexe calcique (solontcheks)

Caractérisés par une accumulation marquée des sels solubles en surface. Ces sols se rencontrent dans les zones à climat sec. Ils se caractérisent par un pH généralement inférieur à 8,5 et supérieur à 7 et le sodium n'y forme pas plus de 50% des cations en solution (**Dajoz., 1982**).

Ces sols présentent une structure non dégradée, caractérisés par une richesse en sels solubles, tels qu'ils inhibent la croissance de la plupart des plantes cultivées (**Tableau 3**) (**Aubert., 1978 in Baba Sidi Kaci., 2010**). (**Belaadi, 2014**)

**Tableau N°03:** Classification des sols salés (Maillard, 2001) :

Classe	Conductivité de l'extrait de sol saturé (dS/m)
Non salins	0 – 2
Légèrement salins	2 – 4
Modérément salins	4 – 8
Fortement salins	8 – 16
Très fortement salins	> 16

### 3. Répartitions des sols salés dans le monde et en Algérie

#### 3.1. Les sols salés dans le monde

Selon **FAO (2008)**, plus de 800 millions d'hectares de terres à travers le monde sont affectés par la salinité et parmi les 200 millions d'hectares irrigués, 45 millions sont affectés par la salinisation secondaire, ce qui représente plus de 6% de la surface du globe. (**Badraoui et Meziani, 2019**)

**Tableau N° 04 :** Répartition des sols salés dans le monde (**Szablocs, 1994**)

sol affectés par les sels des différents continents (10 <sup>3</sup> hectares)	
Amérique du nord	15755
Mexique et Amérique centrale	1965
Amérique du sud	129163
Afrique	80608
Asie du sud	87608
Asie du centre et du nord	211686
Asie du sud-est	19983
Australie	357330
Europe	50804
Totale	954832

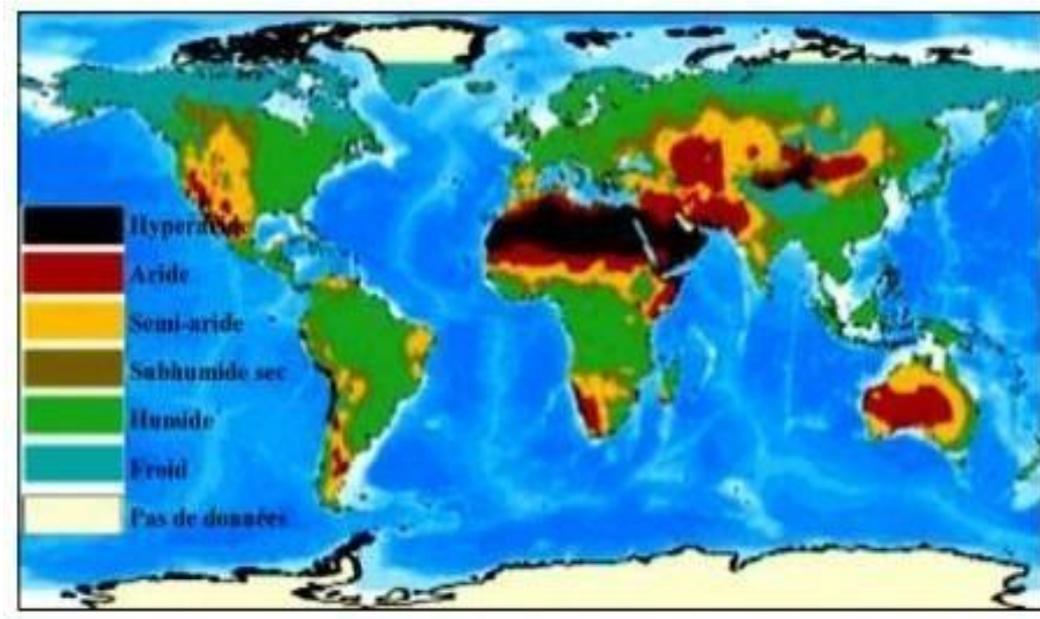


Figure 05 : Carte des zones arides dans le monde (wri, 2002).

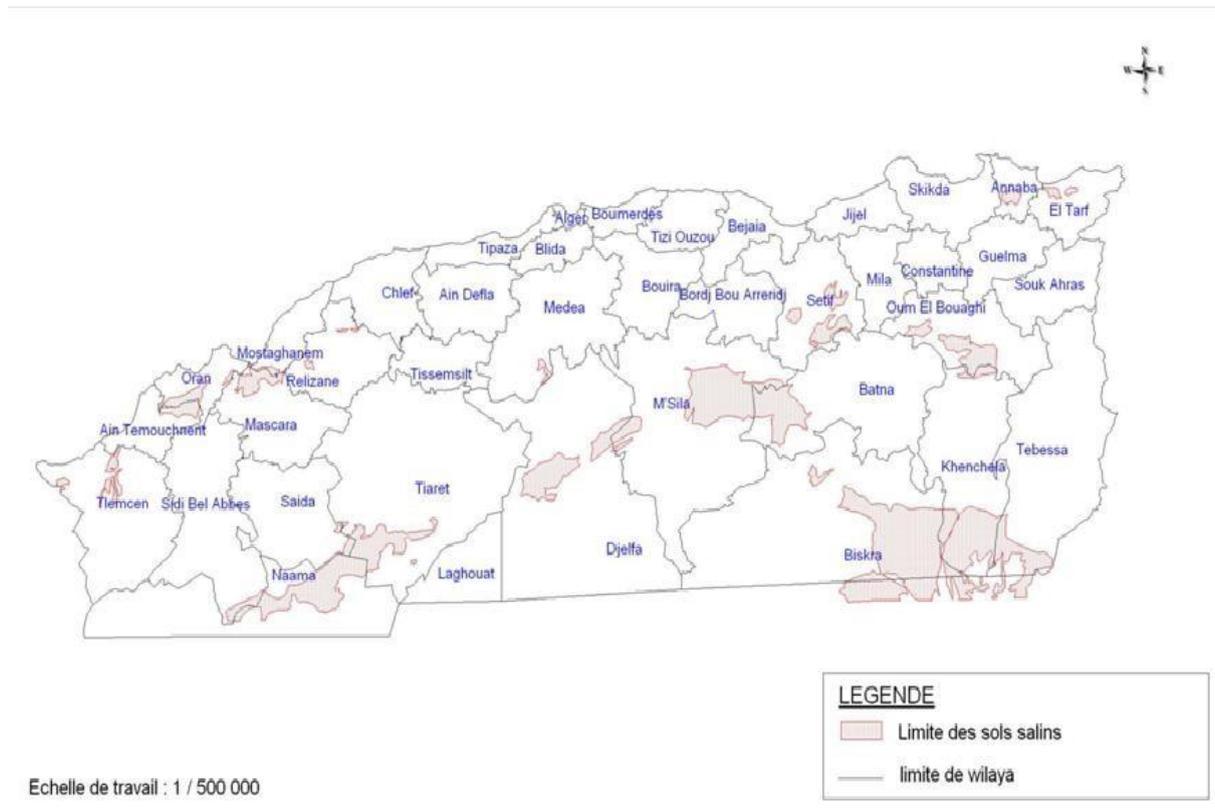
### 3.2. Les sols salés en Algérie

En Algérie d'après Szablocs (1989) 3,2 million d'hectares subissent à des degrés de sévérité variable, le phénomène de salinisation dont une bonne partie se trouve localisée dans les régions steppiques où le processus de salinisation est plus marqué du fait des températures élevées durant presque toute l'année, du manque d'exutoire et de l'absence de drainage efficient. (Badraoui et Meziani, 2019)

Plus de 20% des sols irrigués sont affectés par la salinité (Douaoui et Hartani, 2008). Les sols salés sont très répandus en Algérie essentiellement dans les zones arides et semi-arides, des travaux effectués par différents auteurs montrent que la majorité des sols agricoles en Algérie sont affectés par les sels (Haltim, 1985). (Badraoui et Meziani, 2019)

**Tableau N°05** : le classement des Wilayas touchées par la salinité en fonction du pourcentage de la Surface agricole utile S.A.U in Benzellat., 2013)

<b>Wilayas</b>	<b>Surface agricole utile SAU (ha)</b>	<b>Superficie affectée par la salinité</b>	<b>% de la S.A.U affecté par la salinité</b>
<b>Tamanrasset</b>	2510	1445	57.57
<b>Ouargla</b>	17390	9850	56.64
<b>Ghardaïa</b>	7930	3284	41.41
<b>Bechar</b>	13250	2249	16.97
<b>Illizi</b>	570	60	10.53
<b>Djelfa</b>	67760	6250	9.22
<b>Relizane</b>	241670	20000	8.28
<b>Ain temouchent</b>	18350	15000	8.14
<b>Tébessa</b>	231750	13000	5.61
<b>Adrar</b>	14990	780	5.20
<b>Biskra</b>	151530	7272	4.80
<b>Khanchla</b>	177900	4480	2.52
<b>Mascara</b>	328740	6475	1.97
<b>Alger</b>	7940	150	1.89
<b>Mostaganem</b>	131730	1977	1.50
<b>Naama</b>	4150	62	1.49
<b>Laghouat</b>	487740	800	1.48
<b>Batna</b>	85860	5100	1.05
<b>Oran</b>	188620	850	0.99
<b>Cheliff</b>	183860	1490	0.79
<b>Guelma</b>	22150	1283	0.70
<b>Mila</b>	72090	100	0.45
<b>Boumerdès</b>	306480	192	0.27
<b>Saida</b>	615340	700	0.23



**Figure 06 :** Répartition des sols salins dans le nord de l'Algérie (Insid, 2008)

## 4. La salinité et la plante

### 4.1. Effet de la salinité sur les plantes

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Ses effets sur les végétaux sont: un arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (Zid, 1982).

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement (Gill, 1979; El Mekkaoui, 1990 ; Boukachabia, 1993) et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits, diminuent d'une façon considérable avec l'augmentation de la salinité. C'est le cas de riz (khan *et al.*, 1997) et de la pomme de terre (Bouaziz, 1980). D'une façon globale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge de la plante et de l'état physiologique de l'organe. (Benkaddour, 2014).

#### 4.2. Effet de la salinité sur la germination

La germination des plantes qu'elles que soient halophytes ou glycophytes est affectée par la salinité. Selon l'espèce, l'effet dépressif peut être de nature osmotique ou toxique (Ismail, 1990).

Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal a été évoquée (Ungar., 1978; Kabar., 1986 in Debaz et al, 2001).

La salinité agit également sur la germination en ralentissant sa vitesse, ce qui expose plus les semences aux risques (Karmous 2007).

La présence du sel dans milieux inhibe la germination par son effet osmotique ou il affecte tous les processus de germination suite à la baisse du potentiel hydrique autour des graines, ce qui rend l'eau inaccessible pour la réhydratation et la reprise de la vie active de l'embryon (Maas et Poss, 1989). (Badraoui et Meziani, 2019)

#### 4.3. Effet de la salinité sur la croissance et le développement

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

Le stress salin a pour effet immédiat de limiter la croissance en inhibant la croissance foliaire par des messages hormonaux partant des racines en directions des feuilles (Munns et Termaat, 1986). L'hormone impliquée est probablement l'acide abscissique (Kefu et al., 1991).

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement, D'une manière générale ; la croissance en longueur, le diamètre des tiges et la grosseur des fruits diminuent d'une façon importante avec l'augmentation de la salinité (Boukachabia, 1993).

En revanche, il faut signaler que les effets de salinité sur la croissance et la productivité végétale ne sont pas toujours négatifs. De faibles concentrations dans le milieu peuvent stimuler la croissance (Colmer et al., 1995).

Cet effet de stimulation de la croissance par le sel (NaCl) est particulièrement visible sur le cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) où l'on observe, en présence d'une teneur de 6g/l de NaCl, une augmentation de croissance pondérale et un allongement excessif des racines (Boutelier et Hubac, 1986). (Benkaddour, 2014).

#### 4.4. Effets de la salinité sur la photosynthèse des plantes

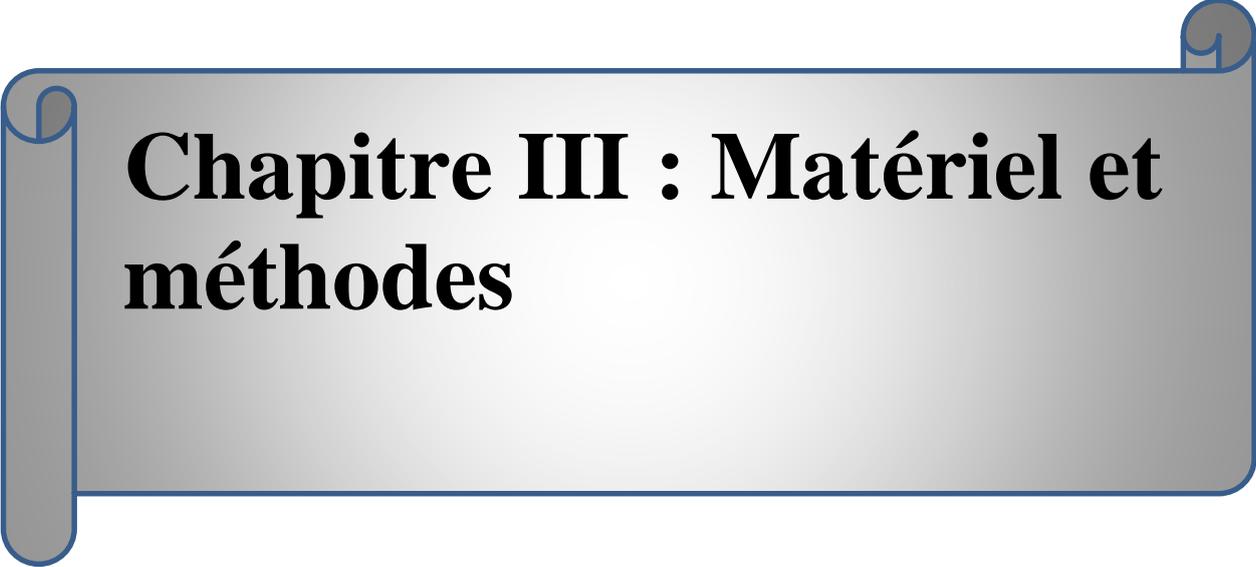
Le développement des plantes est le résultat de l'intégration et la régulation des processus physiologiques dont le plus dominant est la photosynthèse. La croissance du végétal autant que la production de biomasse est une mesure de la photosynthèse nette et comme les stress environnementaux affectent la croissance donc affectent la photosynthèse.

Des études entreprises par de nombreux auteurs sur différentes espèces végétales ont démontré que la capacité photosynthétique est déprimée par la salinité (**Ashraf, 2001**). (**Belaadi, 2014**)

Le stress salin cause des effets à long et à court terme sur la photosynthèse. Les effets à court terme se manifestent après quelques heures jusqu'à un à deux jours de l'exposition au stress, et la réponse est importante ; il y a complètement arrêt de l'assimilation du carbone.

L'effet à long terme s'exprime après plusieurs jours de l'exposition au sel et la diminution de l'assimilation du carbone est due à l'accumulation du sel dans les feuilles en développement (**Munn et Termatt, 1986**). (**Badraoui et Meziani, 2019**)

La diminution de la vitesse photosynthétique est due à plusieurs facteurs : (1) la déshydratation des membranes cellulaires ce qui réduit leur perméabilité au CO<sub>2</sub>, (2) la toxicité du sel, (3) la réduction de l'approvisionnement en CO<sub>2</sub> à cause de la fermeture hydroactive des stomates, (4) la sénescence accrue induite par la salinité et (5) le changement dans l'activité des enzymes causé par le changement dans la structure cytoplasmique. (**Iyengar et Reddy, 1996 in Parida et Das, 2005**). (**Badraoui et Meziani, 2019**)



## **Chapitre III : Matériel et méthodes**

## 1. L'objectif de l'essai

Le travail actuel vise à suivre le comportement de quatre variétés de blés durs (**Mimmo, Ano, Core, Palesio**) sous différentes concentrations de NaCl afin d'évaluer leur tolérance au stress salin sur la base de l'estimation de plusieurs paramètres morphologiques. Dans cette vision, nous avons appliqué des doses accrues de NaCl à ces quatre variétés (**2,25 ; 4,5 ; 6,75 g/l**), et un traitement témoin qui n'a pas reçu de NaCl.

## 2. Présentation du site de l'essai

Le test a été réalisé en conditions semi-contrôlées (dans un laboratoire et une serre plastique) au niveau de la Faculté de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Espace de l'Université de Guelma le 8 mai 1945.

## 3. Matériel végétal

L'essai a été porté sur quatre variétés de blé dur (Mimmon, Ano, Core, Palesio). Les semences utilisées pour évaluer l'impact des différents traitements de NaCl sur la germination et les paramètres biométriques (hauteur des plantes, longueur de la racine principale, nombre des feuilles, surface foliaire) et physiologiques (teneur en chlorophylle total et dosage du sucre).

## 4. Origine et caractéristiques des variétés

Les variétés utilisées ont été obtenus de la station régionale de la protection de la protection des végétaux d'ettaref.

Elles font l'objet de certaines test au niveau de cette même station leur caractéristiques ne sont pas toutes connue (**Tableau 6**).

Tableau N° 06 : L'origine, le type variétal et les caractéristiques de chaque variété

Nom	Origine	Caractéristiques
<b>Ano (V1)</b>	Italie	Non encore défini.
<b>Mimmo (V2)</b>	Italie	Non encore défini.
<b>Palesio (V 3)</b>	Italie	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Très bonne adaptabilité</li> <li>✓ Bonne résistance aux hautes températures</li> </ul>
<b>Core (V4)</b>	Italie	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Très bonne adaptabilité</li> <li>✓ Bonne résistance aux hautes températures</li> </ul>

## 5. Solution salées de NaCl

Les graines de blé dur ont été traitées par des concentrations en croissance de NaCl : le témoin [0] g/l, [2,25] g/l, [4,5] g/l, [6,75] g/l.

## 6. Dispositif expérimental

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

### 6.1. L'essai de germination

L'essai de germination a été réalisé comme suit : les graines de 4 variétés de blé dur, ANO, CORE, MIMMO, PALESIO ont été mises à germer sur du papier buvard imbibé de 100 ml de solution jour par jour dans des boîtes de Pétri, Chaque boîte de Pétri contient 16 graines. Le dispositif expérimental contient quatre répétitions ; chaque répétition comprend 4 traitements : [0, 0,15, 0,3, 0,45 g/l de NaCl]. La germination des semences examinée chaque jour pendant une semaine, on considère que la germination a lieu lorsque la radicule atteint 1cm.



**Figure 07 :** L'essai de germination des graines de blé dur dans les boîtes de pétri. (Bouldroua et Laouaouda, 2021)

## 6.2. L'essai de croissance

Des expériences de croissance ont été menées dans des pots de taille moyenne et des serres en plastique pour évaluer le plus précisément possible l'effet de doses croissantes de stress salin sur les variétés de blé dur utilisées dans cette expérience. Chaque pot est rempli de tourbe, un substrat commercial adapté à la culture des céréales, fourni par le laboratoire universitaire.

Le semis a été réalisé à raison de 16 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 (2.25. 4.5. 6.75 g/l)



**Figure 08 :** L'essai de croissance de blé dur dans les pots. (Bouldroua et Laouaouda, 2021)

## 7. Caractéristique de substrat

**Nom :** Substrat basique fines alvéoles

**Substrat culturel :** Des mélanges spéciaux spécifiques au client sont remplis. Pour les spécifications des produits et les déclarations de marchandises, voir les documents d'accompagnement papiers.

**Volume :** 80 litres (DIN EN 12580) au moment de la fabrication

**PH :** Dépendant du produit (CaCl)

**Salinité :** Dépend g/litre (KCl)

**Matières premières :** Selon la mise en bouteille mélange spécial. Pour les spécifications et les déclarations des produits, voir les documents d'expédition. (**Voir annexe**)

**Ingrédients mineurs :**

Azote (N) \* mg/l (CaCl)

Phosphate (PO) \*mg/l (CAL)

Oxyde de Potassium (KO) \*mg/l (CAL)

## 8. Paramètres étudiés

### 8.1. Paramètre relatifs à la germination des graines

#### 8.1.1. Essai en boîtes de pétri

Deux paramètres :

- Le taux de germination des graines
- Longueur de radicule (cm)

### 8.2. Paramètre relatifs à la croissance et le développement

Six paramètres :

- Hauteur des plantes en (cm)
- Nombre des feuilles
- Longueur de la racine principale (cm)
- La surface foliaire SF (cm<sup>2</sup>)
  
- Dosage des pigments chlorophylliens

Les teneurs moyennes en chlorophylle a et b sont déterminées par la méthode de **Rao et le blanc (1965)**. L'extraction de la chlorophylle est réalisée par broyage de 0,5 g de matière fraîche de la feuille de chaque échantillon qui est additionné de carbonate de calcium et d'acétone (20ml à 80%). La solution obtenue est filtrée à l'abri de la lumière pour éviter l'oxydation de la chlorophylle. On procède ensuite aux mesures spectrophotométriques à deux

longueurs d'onde ( $\lambda_1=645$  et  $\lambda_2=663$  nm). le calcul de la qualité de la chlorophylle est obtenu par la formule suivante :

Chl a:  $12,7 (\text{DO } 663) - 2,69 (\text{DO } 645)$ .

Chl b:  $22,9 (\text{DO } 645) - 4,86 (\text{DO } 663)$ .

Chl a + Chl b:  $8,02 (\text{DO } 663) + 20,20 (\text{DO } 645)$ . (Badraoui et Meziani, 2019)



Balance de précision



Mortier



Filtration de la solution



mesures spectrophotométriques

**Figure 09 : Dosage des pigments chlorophylliens. (Bouldroua et Laouaouda, 2021)**

- Dosage des sucres soluble:

Les sucres soluble totaux (saccharose, glucose, fructose, leurs dérivés méthyles et les polysaccharides) sont dosé par la méthode au phénol de **Dubois et al. (1956)**. Elle consiste à prendre 100 mg de matière fraîche, placées dans des tubes à essais, on aoute 3ml d'éthanol à 80% pour faire l'extraction des sucres.

On laisse à température ambiante pendant 48h à l'obscurité. Au moment du dosage les tubes sont placés dans l'étuve à 80°C pour faire évaporer l'alcool. Dans chaque tube on ajoute 20ml d'eau distillée à l'extrait. C'est la solution à analyser. Dans des tubes à essais propres, on met 2ml de la solution à analyser, on ajoute 1ml de phénol à 5% (le phénol est dilué dans de l'eau distillée), on ajoute 5ml d'acide sulfurique concentré 96%.

On obtient une solution jaune orange à la surface, on passe au vortex pour homogénéiser la couleur de la solution. On laisse les tubes pendant 10min et on les place au bain-marie 10-20 min à une température de 30°C. (La couleur de la réaction est stable pendant plusieurs heures). Les mesures d'absorbances sont effectuées à une longueur d'onde de 485nm. (**Mouellef, 2010**)



Balance de précision



les tubs à essais



L'étuve à 80°C



Mesure spectrophotométriques

Figure 10 : Dosage des sucres soluble. (Bouldroua et Laouaouda, 2021)



## **Chapitre IV : Résultats et Discussion**

## 1. Essai de germination dans les boîtes de pétri

### 1.1. Pourcentage de germination des graines

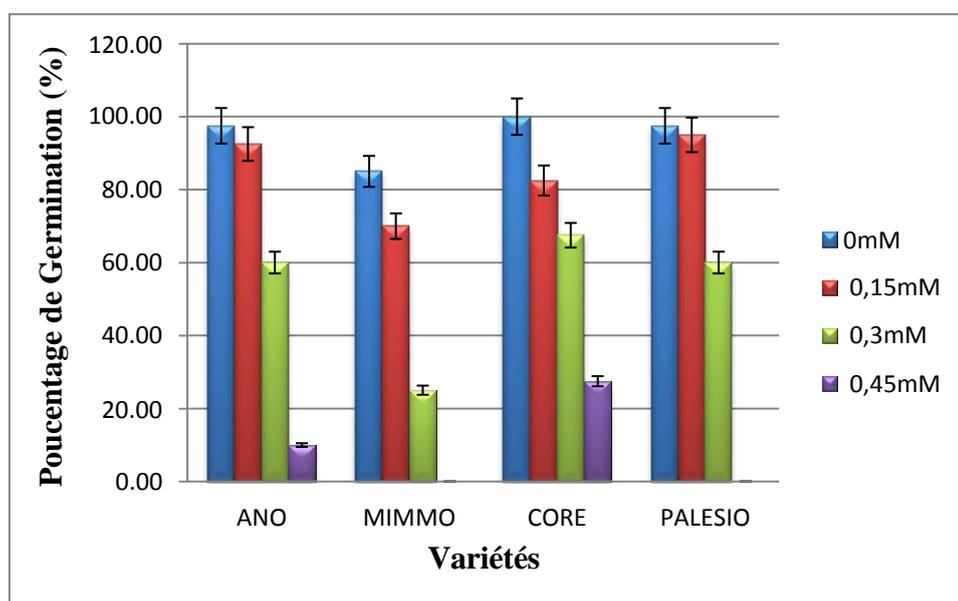
La Figure 11 et 12 affiche la variation du pourcentage de germination des graines de blé des quatre Variétés étudiées en fonction de doses croissantes de NaCl, ces résultats montrent que la germination des graines de blé dur est très affectée par le stress salin, une diminution du taux de germination a été notée pour l'ensemble des boîtes traitées par les différentes concentrations de NaCl, et ce pour les quatre variétés étudiées.

Le taux de germination des graines stressées est réduit comparativement au témoin et ceci pour les trois concentrations utilisées. Cette diminution est en corrélation avec la concentration en NaCl.

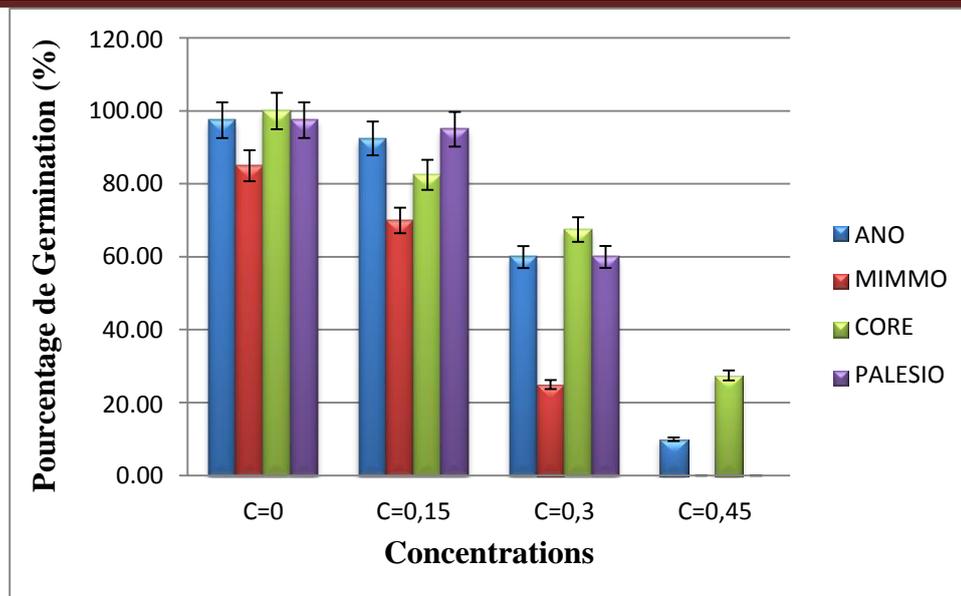
Les variétés ANO et CORE sont les seules avoir germé à la C=0,45g/l.

Les variétés MIMMO et PALESIO sont les plus sensibles au sel.

Selon **Hajlaoui et al. (2007)**, la diminution du pouvoir germinatif peut s'expliquer par une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol qui ralentit l'imbibition et limite l'absorption de l'eau nécessaire au déclenchement des processus métaboliques impliqués dans la germination. (**Badraoui et Meziani, 2019**)



**Figure11:** Pourcentage de germination (%) des graines du blé dur pour variétés



**Figure 12:** Pourcentage de germination (%) des graines du blé dur pour les concentrations

### 1.2. Longueur de la racicule

D'après Les résultats obtenus il se démontre que la longueur de la racicule est très influencée par l'application du stress salin et ce pour toutes les variétés étudiées.

De fortes diminutions de la croissance de la racicule sont enregistrées, par croissance à la concentration de NaCl. Jusqu'à la C=0,45 g/l ou il est observé que seule la variété CORE a une poussée de racicule de l'ordre de 0,45cm. Ce qui laisse à conclure que la variété CORE est la plus résistante face au NaCl.

Ces résultats sont similaires à ceux de **Kadri et al. (2009)**, qui ont rapporté un effet dépressif du sel sur la longueur de la partie souterraine chez différentes accessions d'orge en fonctions de l'intensité du stress salin.

De même **Xue et al. (2004)** ; **Martinez et al. (2004)**, ont rajouté que L'absorption du NaCl par les graines provoque des effets toxiques sur la germination et par conséquent, empêche la croissance des racicules. (**Badraoui et Meziani, 2019**)

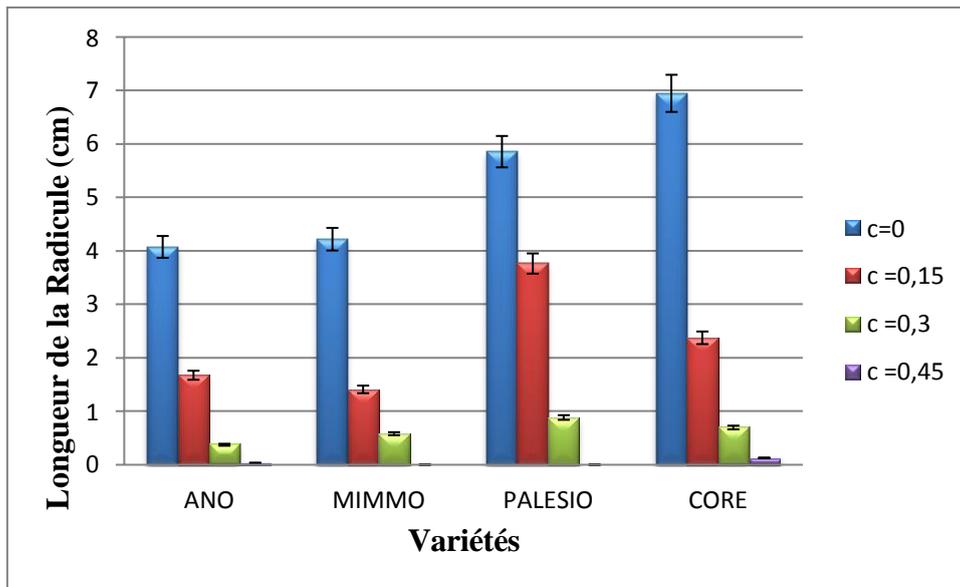


Figure 13: La longueur de la racicule (cm) pour les variétés

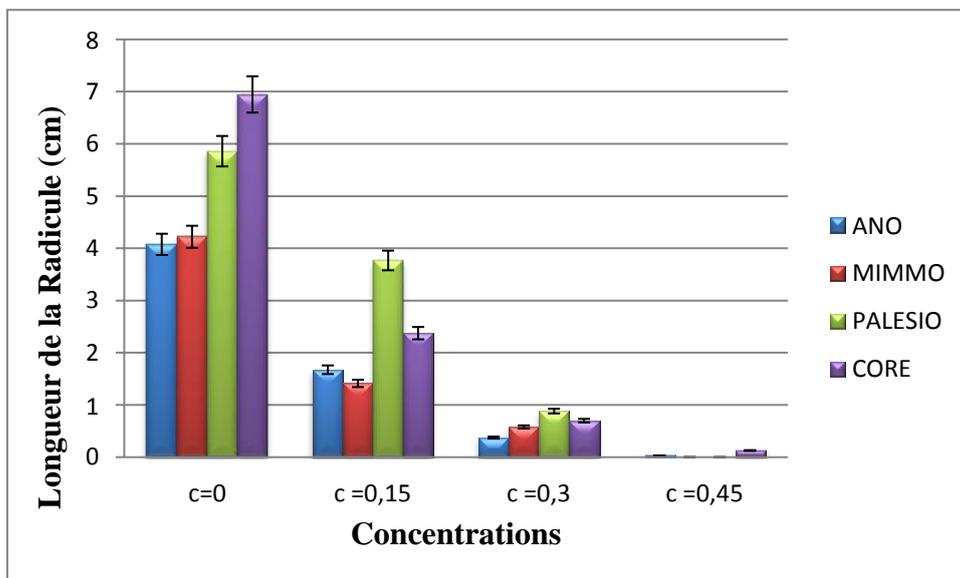


Figure 14: La longueur de la racicule (cm) pour les concentrations

## 2. Essai de croissance et de développement des plantes dans les pots :

### 2.1. Nombre des feuilles

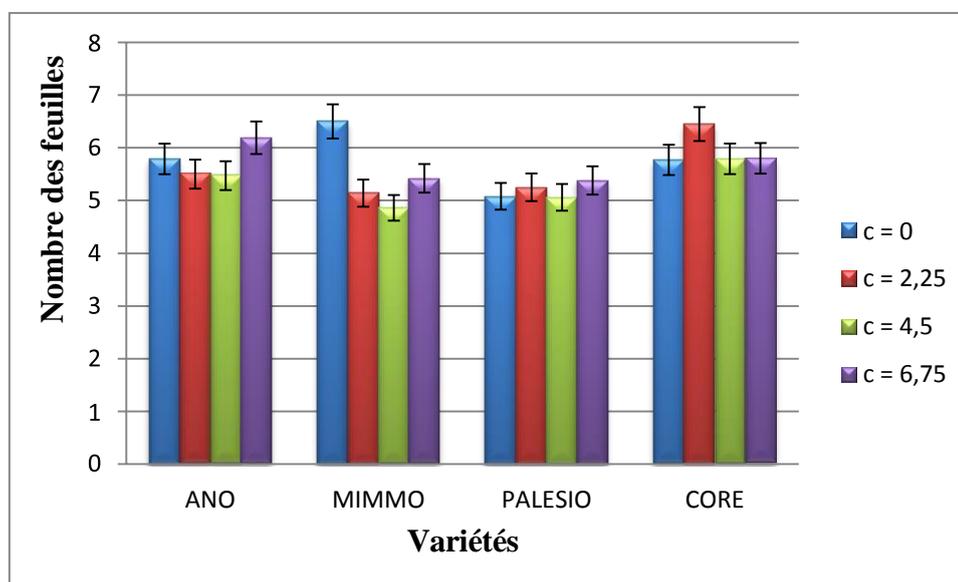
Concernant le nombre des feuilles, les résultats obtenus dans ce travail montrent que les concentrations salines ont causées une diminution de nombre des feuilles pour l'ensemble des variétés étudiées sauf pour les deux variétés MIMMO et CORE où on a enregistré une augmentation de nombre de feuilles à la concentration ( $c=0$  et  $c=2.25$  g/l) respectivement.

Dans chaque thalle (plante) le nombre de feuilles est réduit par la présence de sel dans le milieu, surtout avec la concentration (0, 2.25 et 4.5 g/l), sauf pour la variété CORE où on note une certaine stabilité entre les différentes concentrations.

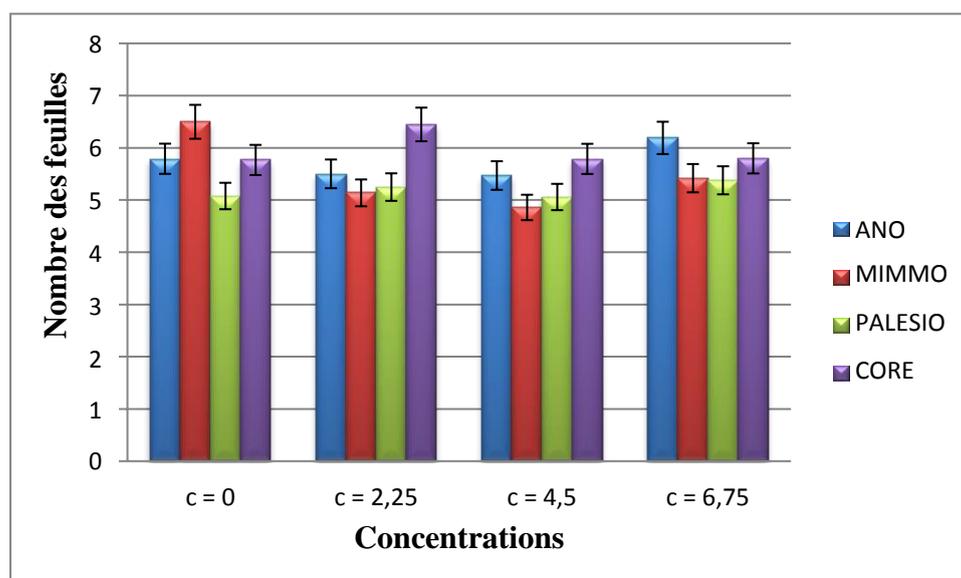
Cependant on a observé une augmentation de ce même nombre de feuilles dans les individus arrosés à la concentration 6.75 g/l chez les variétés (ANO, MIMMO, PALESIO, CORE), ce qui laisse à supposer que c'est une caractéristique adaptative de certaines variétés de blé (se référer aux figures 15 et 16).

Selon **Neumann (1997)**, l'inhibition de l'expansion foliaire par le sel réduit le volume du tissu des feuilles et par conséquent limite la production de nouvelles feuilles. De ce fait, la réduction du nombre de feuilles est fortement liée à la réduction de la surface foliaire.

D'autres études rapportent aussi que le stress salin induit une réduction considérable du nombre de feuilles (**Kurban et al., 1999; Mehari et al., 2005; Silva et al., 2008**).



**Figure 15** : Nombre des feuilles pour les variétés.



**Figure 16:** Nombre des feuilles pour les différentes concentrations.

## 2.2. Surface foliaire

Selon les résultats obtenus (**Figure 17**) l'augmentation de la concentration en NaCl a engendrée une diminution de la surface foliaire pour toutes les variétés, sauf pour PALESIO à la concentration 2.25 g/l.

Les résultats (**Figure 18**) montrent que toutes les variétés réagissent au stress salin en réduisant la surface foliaire. Cependant, par rapport aux autres variétés, la surface foliaire de la variété CORE est la plus petite, notamment à la concentration de 6,75 g/l.

La moyenne de cette surface varié de 2.058 cm<sup>2</sup> jusqu'à 5,337 cm<sup>2</sup>, La réduction de la surface foliaire observée dans notre étude a été également signalée par plusieurs auteurs **Wang et Nil (2000)**.

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

Ces mêmes auteurs soulignent que la réponse immédiate au stress salin est la réduction du taux d'expansion de la surface foliaire jusqu'à sa cessation avec l'augmentation des concentrations de sels. De même **Bennacer et al. (2001)**, ont rapporté une réduction de la surface foliaire chez quelques variétés de blé arrosées avec de l'eau salée.

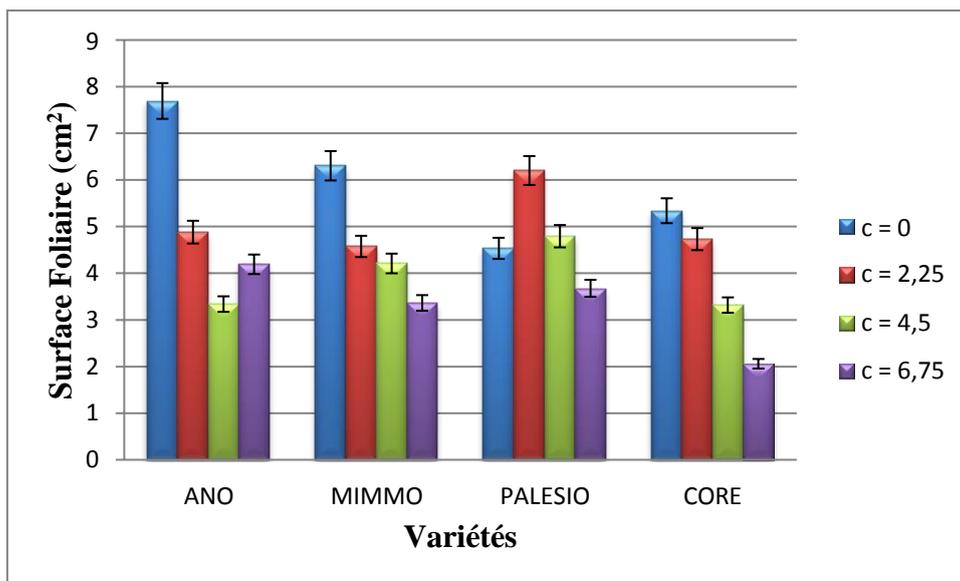


Figure 17: La surface foliaire (cm²) pour les variétés.

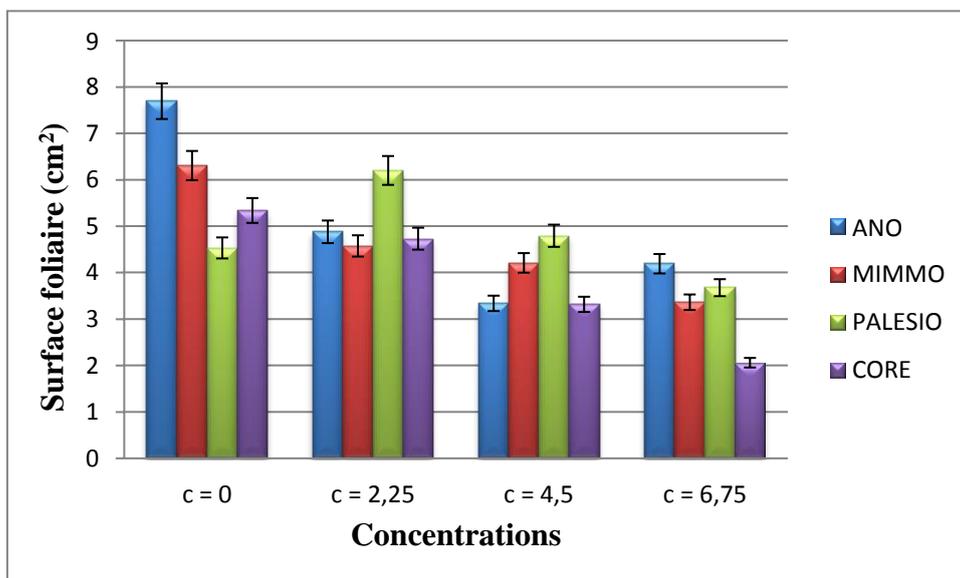


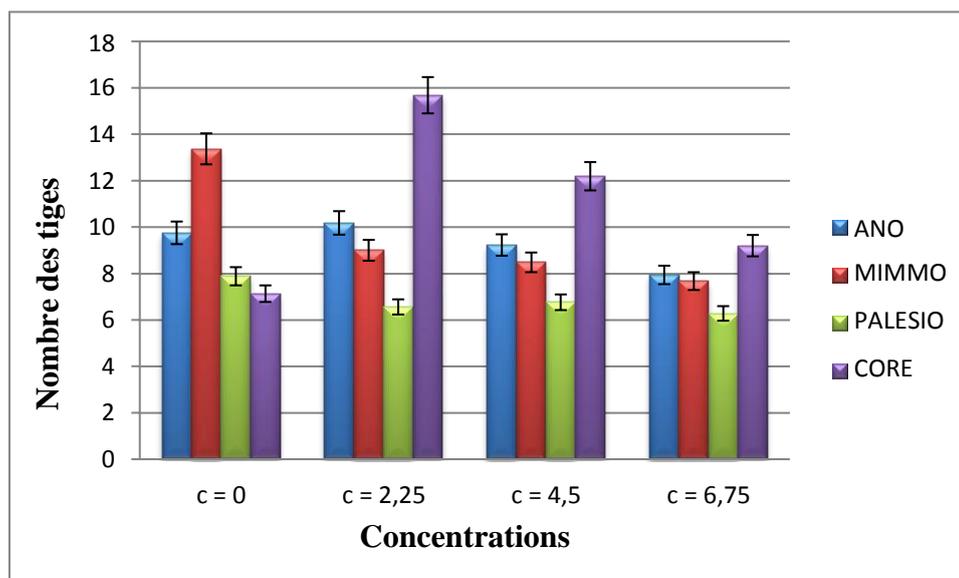
Figure 18: La surface foliaire (cm²) pour les concentrations.

### 2.3. Nombres des tiges

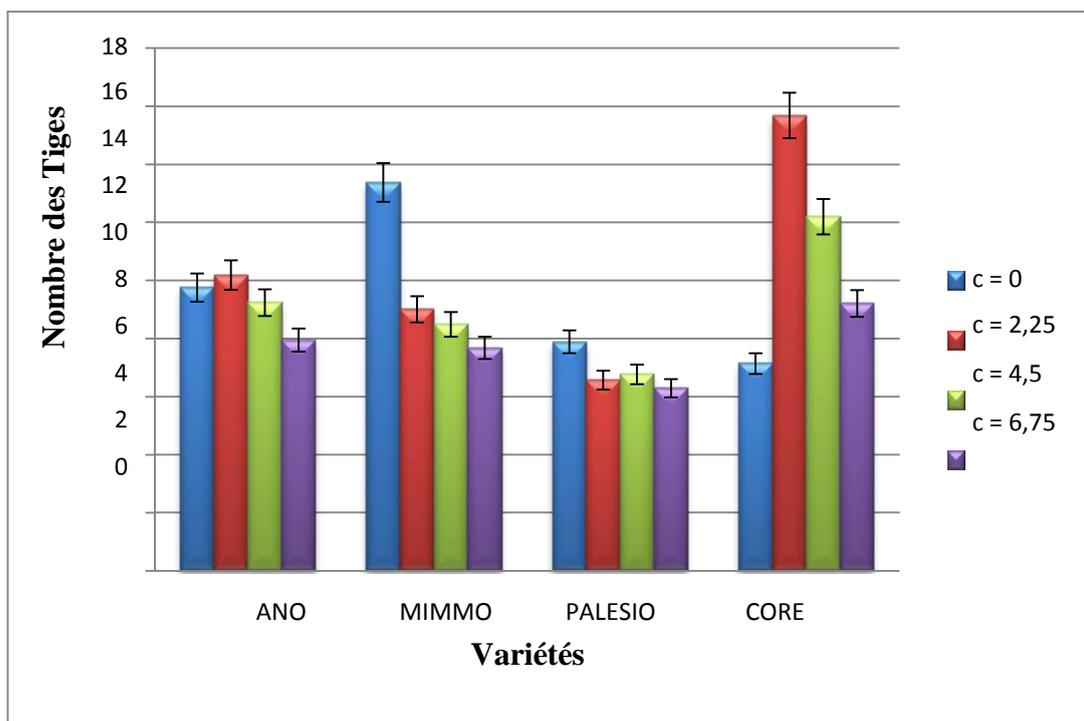
Concernant le nombre des tiges les résultats (**figure 19**) montrent qu'il y a une relation inverse entre la concentration et le nombre des tiges pour toutes les variétés, sauf la variété CORE, où on a remarqué une augmentation du nombre des tiges pour les concentrations (2.25 g/l, 4.5 g/l et 6.75 g/l) par rapport au témoin.

Les résultats de (**figure 20**) montre que le nombre des tiges chez les plantes stressées est diminué comparativement aux témoins, on note que l'augmentation de la concentration en NaCl entraîne une légère diminution de nombre des tiges. (Les résultats de la variété CORE reste inexplicable car le nombre des tiges pour les plantes stressées est supérieur au celui de témoin).

La salinité affecte tous les processus physiologiques de la plante. Son effet se traduit, notamment, par une réduction de la croissance nombre des tiges. Cette réduction varie d'une variété à une autre et d'une intensité à une autre. **M'barek Ben et al. (2001)**.



**Figure 19:** Nombres des tiges pour les variétés.



**Figure 20:** Nombres des tiges pour les concentrations.

#### 2.4. La longueur de la racine principale

Les résultats obtenus (**Figure 21**) nous indiquent que la longueur de la racine principale diminue lorsque les concentrations en NaCl augmentent.

Les résultats liés à ce paramètre (**Figure 22**) montrent que la longueur de la racine principale de la plante stressée est réduite par rapport au témoin. Cette diminution est exacerbée par l'augmentation de la concentration en NaCl, notamment pour les variétés ANO et CORE, dont nous avons remarqué qu'à une concentration de 6,75g/l elle était respectivement de 38 et 39 cm, tandis que le témoin était de 75 et 67 cm.

D'après **Mani et Hannachi (2015)**, la présence de chlorure de sodium dans le milieu de culture provoque une réduction de la longueur de la racine principale chez cinq variétés de piment, cette réduction devient plus prononcée aux fortes concentrations de sel.

D'après **Badraoui et Meziani (2019)**, les résultats relatifs à ce paramètre ont montré que la longueur de la racine principale est diminuée chez les plantes stressées comparativement aux témoins.

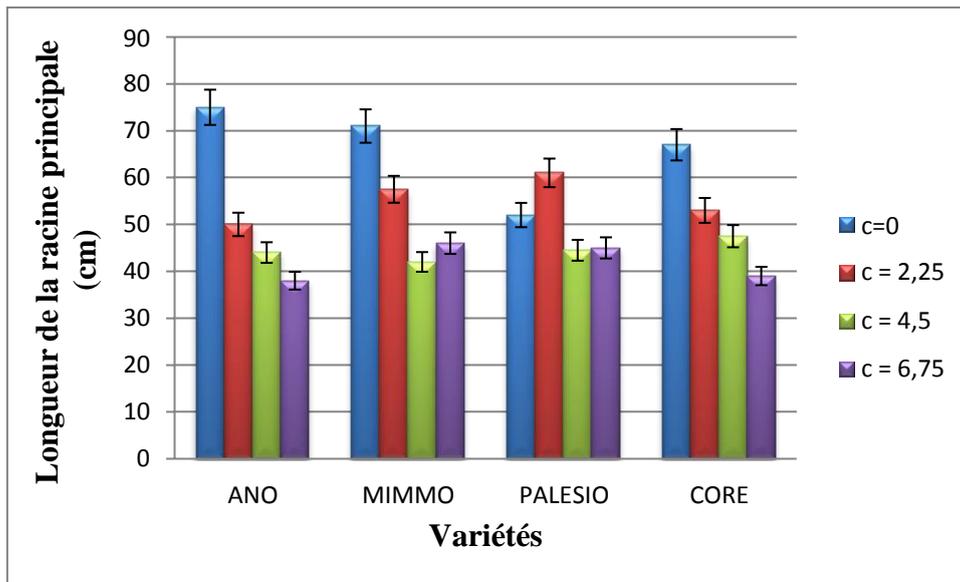


Figure 21: La longueur de la racine principale (cm) pour les variétés.

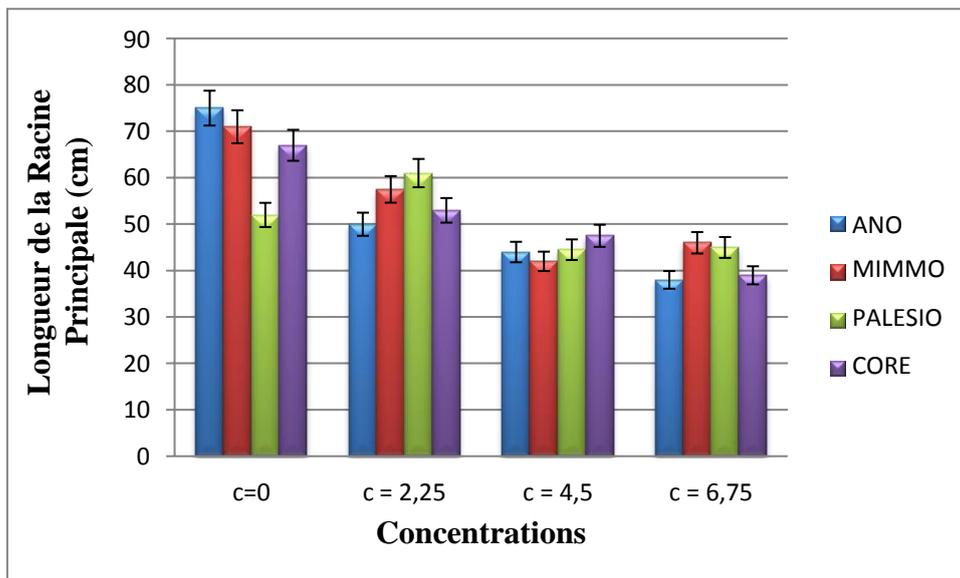


Figure 22: La longueur de la racine principale (cm) pour les différentes concentrations.

## 2.5. La teneur en Chlorophylle

Concernant la teneur en chlorophylle total, les résultats obtenus à l'issue de ce travail montrent que toutes les concentrations salines utilisées ont causé une diminution de la quantité des pigments chlorophylliens, et ce pour l'ensemble des variétés étudiées, avec certaines fluctuations selon les variétés et les concentrations.

Les figures 23 et 24 montrent que chez la variété ANO il y'a une augmentation de la teneur en chlorophylle a la concentration 0 et 2,25 g/l (34,42 / 35,46) mais a la concentration 4,5 il y'a une diminution qui atteint (7,64) à la concentration 6,75 où on note la valeur de (24,45).

Chez la variété MIMMO on observe une diminution de la teneur en chlorophylle chez le témoin(20,3) par rapport aux autres concentrations.

Pour PALESIO la concentration en chlorophylle dans les traitements C=0 et C=6,75 g/l sont équivalents, on note une diminution à la C=2.25 g/l puis une augmentation à la C= 4.5 g/l qui est supérieur à toutes les autres concentrations.

Les résultats de la variété CORE sont très fluctuants, on observe une augmentation par rapport au témoin chez la C=2,25 g/l puis une diminution à C=4,5et encore une augmentationà C=6,75 g/l.

Les fluctuations des résultats obtenus pour ce paramètre peuvent être dû aux attaques des pucerons qu'on subit certains pots durant l'expérimentation (**voir photo**).



**Figure 23:** Plante attaquée par des pucerons. (Bouldroua et Laouaouda, 2021)

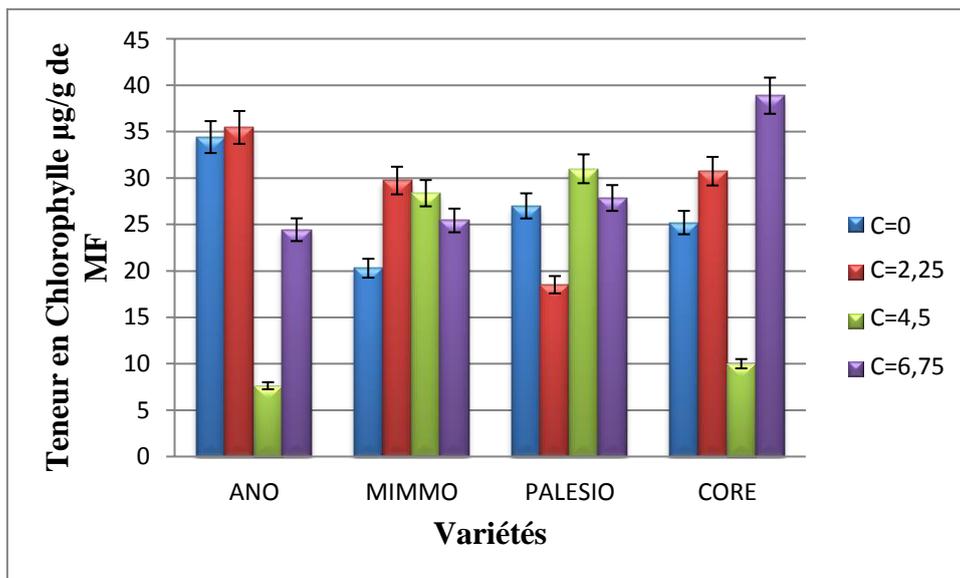


Figure 24: La teneur en Chlorophylle pour variétés.

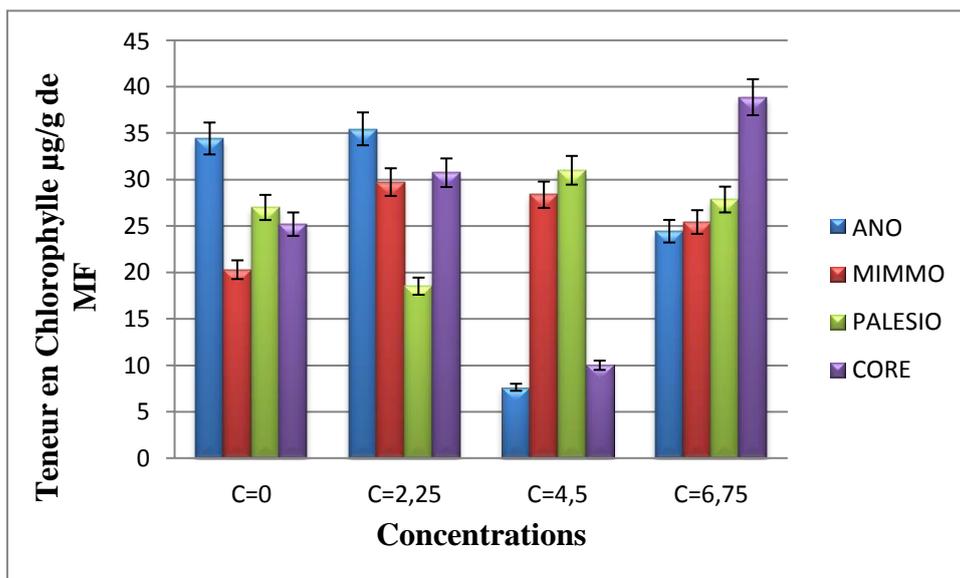


Figure 25: La teneur en Chlorophylle pour les différentes concentrations.

## 2.6. La teneur en sucre

Les figures (25 et 26) présente les variations de la teneur des sucres solubles des différentes variétés de blé étudiées en fonction de l'intensité du stress salin. On remarque une augmentation de la teneur en sucre soluble chez la variété CORE à toutes les concentrations croissantes de façon constante (2,08 /2,06/2,08/ 2,1) par rapport aux autres variétés.

Chez la variété ANO il y'a une augmentation de la teneur en sucre soluble aux concentrations 0 ; 4,5 et 6,75 g/l à (2,04/2,33/2,14) alors que à la concentration 2,25 g/l on 'a observé une diminution de la teneur en sucre qui (1,5).

Chez la variété MIMMO on observe une valeur élevée de sucre à la concentration C=0 par rapport aux autres concentrations (cette concentration a été particulièrement touchée par les pucerons) à partir de C=2,25 g/l le taux de sucre augmente au fin et à mesure que la concentration en NaCl augmente.

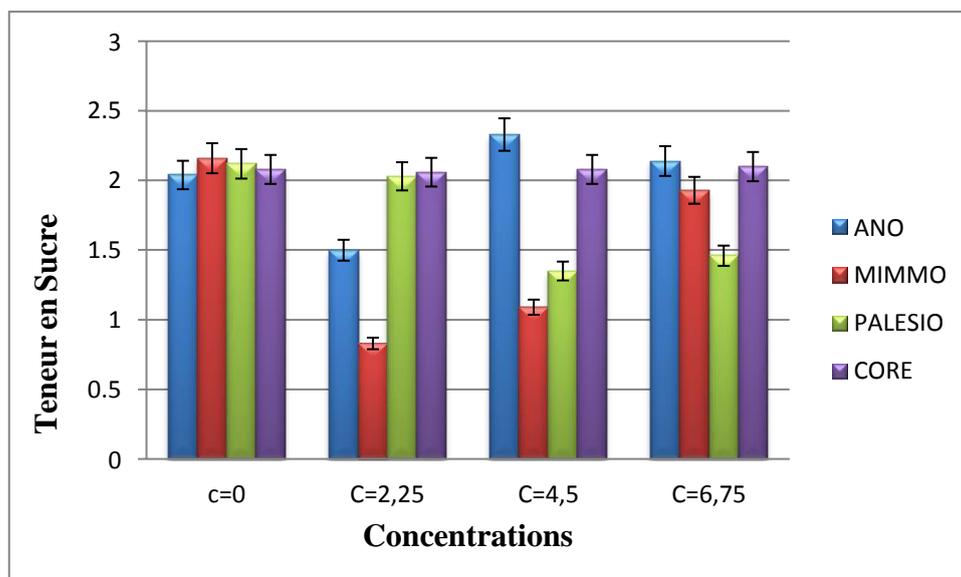
On observe chez PALESIO une diminution du taux de sucre avec l'augmentation des concentrations de NaCl.

Les solutés que l'on trouve dans la cellule stressée comprennent principalement la proline et la glycine bêtaïne, ces composés sont rapportés pour fonctionner dans l'ajustement osmotique, la protection des macromolécules cellulaires et le piégeage des radicaux libres (Girija et al., 2002). D'autres solutés compatibles qui s'accumulent dans les plantes sous stress salin comprennent des glucides tels que les sucres (glucose, fructose, saccharose, fructanes) et de l'amidon (Parida et al., 2002).(Benraouane et al., 2020) ce qui fait que l'augmentation du NaCl dans l'environnement amplifie l'augmentation du taux des sucres pour garder l'eau à l'intérieur de la plante et stopper les effets de l'osmose comme mode de résistance.

Les fluctuations des résultats obtenus pour ce paramètre peuvent être dû aux attaques des pucerons qu'on subit certains pots durant l'expérimentation. (Voir la photo)



**Figure 26:** Plante attaquée par des pucerons. (Bouldroua et Laouaouda, 2021)



**Figure 27:** La teneur en sucre pour les différentes concentrations.

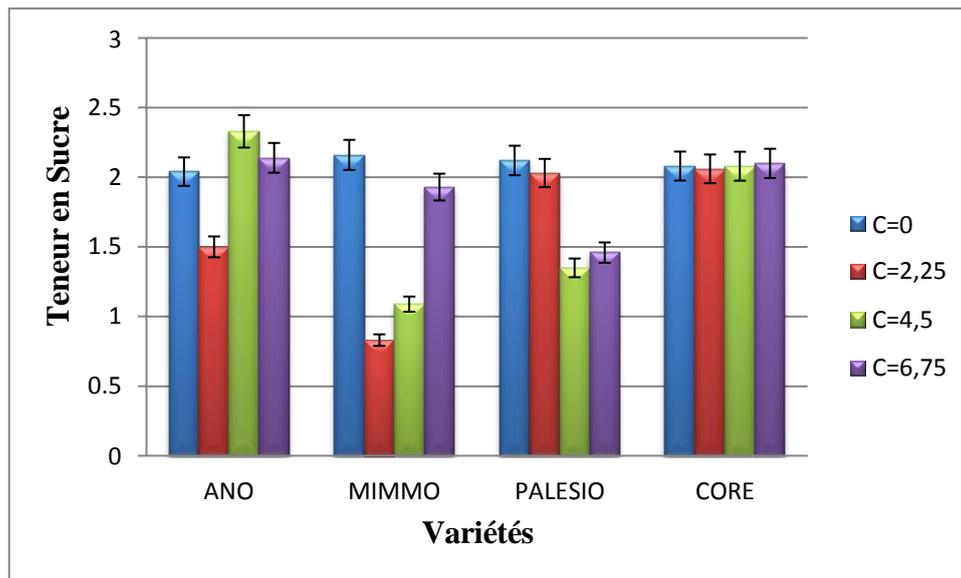
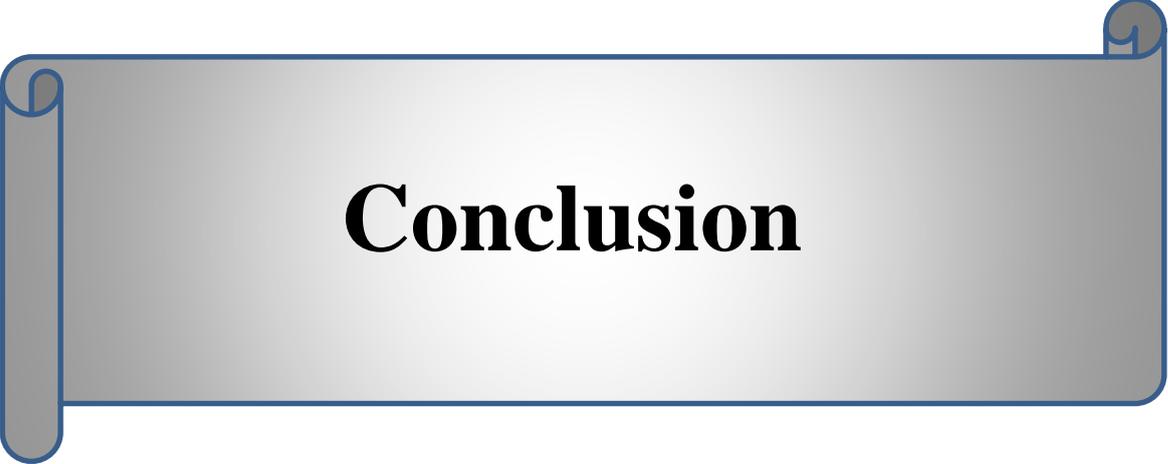


Figure 28: La teneur en sucre pour les différentes concentrations.



# **Conclusion**

## Conclusion

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la germination, la croissance et le développement du blé.

Quatre variétés de blé dur ont fait l'objet d'une étude sous différentes concentrations en NaCl : (ANO, MIMMO, PALESIO, CORE). Au terme de ce travail, et dans le but de déterminer l'effet du stress salin sur les paramètres, biochimiques et physiologiques chez ces quatre variétés de blé dur, les résultats obtenus indiquent de façon générale que le stress salin diminue la longueur des racines, la surface foliaire, la longueur de la tigelle et la longueur des racines principales chez les plantes stressées.

Le stress salin a un effet sur la germination des graines et donc sur le rendement.

L'ensemble des variétés étudiées, ont enregistré des diminutions dans les teneurs en chlorophylle et augmentations des sucres solubles avec certaines fluctuations selon les variétés et les concentrations employées. D'une façon générale, et à partir des résultats obtenus des différents paramètres étudiés, nous pouvons admettre que l'application du stress salin à doses croissantes sur les différentes variétés de blé dur a montré une sensibilité vis-à-vis des concentrations du NaCl utilisées. Cependant, les quatre variétés sont aussi sensibles aux maladies biotiques enregistrés durant cette expérience (pucerons).

D'après la réponse aux paramètres physiologiques, par les valeurs de la teneur en chlorophylle et le taux de sucre soluble enregistrés, ainsi que les différents paramètres morphologiques la variété CORE, serait la plus résistante par rapport aux autres (ANO, MIMMO et PALESIO).

En fin, ces résultats demeurent infimes et peuvent être considérés comme résultats préliminaires, et doivent être confirmés par d'autres essais en augmentant les concentrations de NaCl et en faisant d'autres tests avec les maladies biotiques.



# **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- ANONYM ,2020. Notice technique des Céréales consulte sur :  
(<http://profert.dz/fr/index.php/notice-technique-protection-phytosanitaire-des-cereales/>).
- Alem, C. M. Labhilili, K. Brahmi, M. Jlibene, N. Nasrallah, et Filali-Maltouf, A. 2002. Adaptations hydrique et photosynthétique du blé dur et du blé tendre au stress salin. *C. R. Biologies*, 325: 1097-1109
- 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
- BENRAOUANE F et DJEROUM S et LEIR F., 2020. Effet du stress salin sur le comportement de quelques variétés de Blé dur cultivée dans la région de M'sila. P28
- Bouatrous Y., 2013. Effet du stress salin et l'haplodiploïdisation chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*)
- BENKADDOUR MOUNIA 2014, Modifications physiologiques chez des plantes de blé (*Triticum durum Desf*) exposées à un stress salin. Thèse en vue de l'obtention d'un diplôme de doctorat 3eme cycle P 04 -18
- 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
- Bougattouche N, Bouati M, Saadaoui W 2020.; Etude de la réponse de blé tendre (*Triticum aestivum L.*) au stress hydrique. P13-17
- Chahbar S., 2008. Études des paramètres morphologiques et physiologiques de résistance à la sécheresse chez la fève (*Vicia faba L.*). Laboratoire de physiologie végétale. Oran. Mémoire de magister. 15-16p.
- Cheverry, C. Rbert, M. 1998. La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau: une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement de pays au sud de la Méditerranée. *Étude et Gestion des Sols*, 5(4):217-226.
- Djermoun Abdelkader 2009 : La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques
- Duchaufour P., 1983. Pédologie pédogenèse et classification. Ed. Masson, 477 p.
- Feillet, 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA. Paris, 308

p.([https://books.google.dz/books?id=b8eUc0O\\_wP4C&pg=PA1&source=kp\\_read\\_button&redir\\_esc=v#v=onepage&q&f=false](https://books.google.dz/books?id=b8eUc0O_wP4C&pg=PA1&source=kp_read_button&redir_esc=v#v=onepage&q&f=false)) LE 20/062021

**Girard P., Prost J., Bassereau P., 2005.** Passive or Active Fluctuations in Membranes Containing Proteins Phys. Rev. Lett. 94: 60

64.Consultésur[https://www.researchgate.net/publication/7951076\\_Passive\\_or\\_Active\\_Fluctuations\\_in\\_Membranes\\_Containing\\_Proteins](https://www.researchgate.net/publication/7951076_Passive_or_Active_Fluctuations_in_Membranes_Containing_Proteins)

**Guittoum S., 2017:** etude de l'efficience de l'irrigation d'appoint sur les cereales au niveau de la wilaya de setif. Mémoire de fin d'études .p 22

**Gupta, R.K. Abrol, I.P. 1990.** Salt-affected soil: Their reclamation and management for crop production. Advances in Soil Science. Springer-Verlag, New York. 11: 288.

**Hopkins W G., 2003:** Physiologie végétale. 2ème édition. De Boeck, Bruscelles : 61-476.

**Iyengar E. R. R., Reddy M.P., 1996.** Photosynthesis in high salt tolerant plants.*In:* Pesserkali, M. (Ed.). Hand Book of Photosynthesis. Marshal Dekker. Baten Rose, USA: 56-65.

**Kurban, H. Saneoka, K. Nehira, R. Adila, G. Premachandra, S. and Fujita, K. 1999.** Effect of salinity on growth, photosynthesis and mineral composition in leguminous plant alhagi pseudoalhagi (bieb.). *Soil Sci. Plant Nutr*, 45

**Levigneron A., Lopez F., Vansuyt G., Berthomieu P., Fourcroy P., Casse-Delbart F., 1995:** Les plantes face au stress salin. Cahiers Agricultures.4 (4): 263-273.

**Munns, R. Schachtman, d.P. and Condon, A.G. 1995.** The significance of atwophase growth response to salinity in wheat and barley. *Australian Journal of Plant Physiology* 22: 561–56.

**Munns, R. etTermaat, A. 1986.** Whole plant response to salinity. *Australian Journal of Plant Physiology*, 13: 143-160

**M'barek Ben N, Chaabane R, Sdiri H, Meddahi M, Selmi M., 2001.** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production en grains de quelques variétés maghrébines de blé P : 4

**MOUELLEF ADRA, 2010.** Caractères physiologiques et biochimiques de tolérance du blé dur (*Triticum durum Desf.*) au stress hydrique. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magistère en biotechnologies végétales P : 28

**Neumann, P. 1997.** Salinity resistance and plant growth revisited. *Plant, cellandEnvironment*, 20: 1193-1198.

**Robert, M. 1996.** Le sol: interface dans l'environnement ressource pour le développement. Ed. Masson, Paris. 96 p

**Wang Y., Nil N., 2000.** Changes in chlorophyll, ribulosebiphosphate carboxylase oxygenase,

glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 75: 623–627.

**Wang, Y. et Nil, N., 2000.** Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.*, 75: 623–627.

**Yves Henry et Jacques de Buyser, 2000** :L'origine des blés, Hors-série n°26, p 60-62; Les quatre flores de France, P. Fournier, Le Chevalier, Paris, 1961) consulté sur (<http://pst.chez-alice.fr/svtiufm/ble.htm>) le 22/06/2021

### Site d'internet

[1]<https://fr.scribd.com/doc/292380470/Manuelde-Grandes-Cultures-Les-Cereales>. 20/06/2021

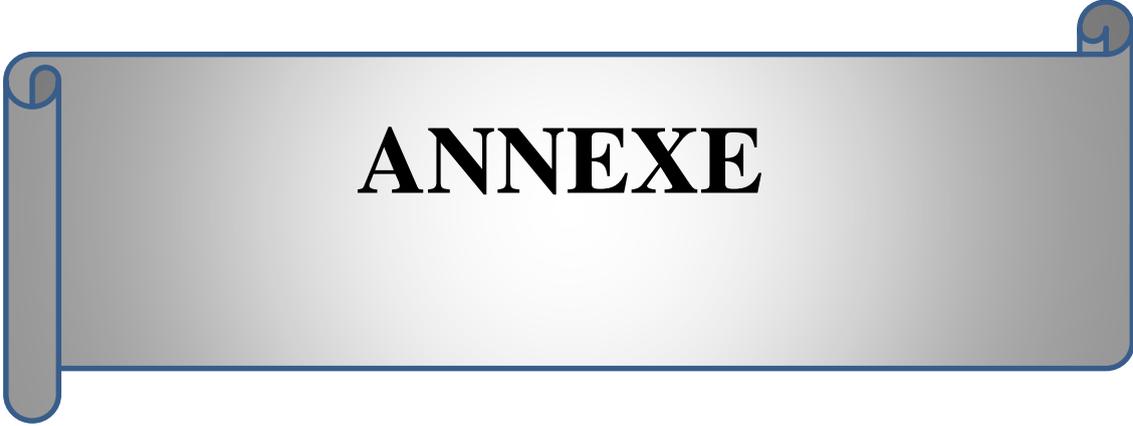
[2]<https://www.aps.dz/algerie/76925>. 21/06/2021

[3]<https://www.planetoscope.com/cereales/191-.html>. 21/06/2021

[4][https://www.researchgate.net/figure/Anatomie-du-grain-de-ble-tendre-Le-grain-de-ble-est-constitue-de-trois-parties\\_fig7\\_317814710](https://www.researchgate.net/figure/Anatomie-du-grain-de-ble-tendre-Le-grain-de-ble-est-constitue-de-trois-parties_fig7_317814710) 10/07/2021

[5]<https://agronomie.info/fr/cycle-biologique-du-ble/>. 21/06/2021

[6]<http://pst.chez-alice.fr/svtiufm/ble.htm>. 21/06/2021



**ANNEXE**

## ANNEXE

**Annexe 01:** Le nombre des feuilles des variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations de NaCl (g/l)

	c = 0	c = 2,25	c = 4,5	c = 6,75
ANO	5,79	5,5	5,47	6,19
MIMMO	6,5	5,14	4,86	5,42
PALESIO	5,08	5,25	5,06	5,38
CORE	5,77	6,45	5,79	5,8

**Annexe 02:** Le nombre des tiges des variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations de NaCl (g/l)

	c = 0	c = 2,25	c = 4,5	c = 6,75
ANO	9,75	10,18	9,23	7,94
MIMMO	13,37	9	8,48	7,67
PALESIO	7,88	6,56	6,76	6,28
CORE	7,13	15,68	12,19	9,2

**Annexe 03 :** La surface folique (cm<sup>2</sup>) des variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations de NaCl (g/l)

	c = 0	c = 2,25	c = 4,5	c = 6,75
ANO	7,691	4,878	3,336	4,189
MIMMO	6,303	4,573	4,208	3,36
PALESIO	4,531	6,2	4,793	3,674
CORE	5,337	4,729	3,314	2,058

**Annexe 04 :** Le pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations de NaCl (g/l)

	0mM	0,15mM	0,3mM	0,45mM
ANO	97,50	92,50	60,00	10,00
MIMMO	85,00	70,00	25,00	0,00
CORE	100,00	82,50	67,50	27,50
PALESIO	97,50	95,00	60,00	0,00

**Annexe 05:** longueur de la racicule (cm) des variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations du NaCl (g/l)

	c=0	c =0,15	c =0,3	c =0,45
ANO	4,075	1,675	0,375	0,032
MIMMO	4,22	1,41	0,58	0
PALESIO	5,857	3,765	0,883	0
CORE	6,947	2,375	0,697	0,127

**Annexe 06 :** La teneur en chlorophylle pour les différentes concentrations

	C=0	C=2,25	C=4,5	C=6,75
ANO	34,42	35,46	7,64	24,45
MIMMO	20,3	29,74	28,38	25,44
PALESIO	27,01	18,52	31,01	27,86
CORE	25,21	30,75	10,01	38,88

**Annexe 07:** La teneur en sucre pour les différentes concentrations

	c=0	C=2,25	C=4,5	C=6,75
ANO	2,04	1,5	2,33	2,14
MIMMO	2,16	0,83	1,09	1,93
PALESIO	2,12	2,03	1,35	1,46
CORE	2,08	2,06	2,08	2,1

**Annexe 08:** La teneur en Chlorophylle pour les différentes variétés

	ANO	MIMMO	PALESIO	CORE
C=0	34,42	20,3	27,01	25,21
C=2,25	35,46	29,74	18,52	30,75
C=4,5	7,64	28,38	31,01	10,01
C=6,75	24,45	25,44	27,86	38,88

**Annexe 09:** La teneur en sucre pour les différentes variétés

	ANO	MIMMO	PALESIO	CORE
C=0	2,04	2,16	2,12	2,08
C=2,25	1,5	0,83	2,03	2,06
C=4,5	2,33	1,09	1,35	2,08
C=6,75	2,14	1,93	1,46	2,1

**Annexe 10:** Longueur de la racine (cm) des variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations du NaCl (g/l)

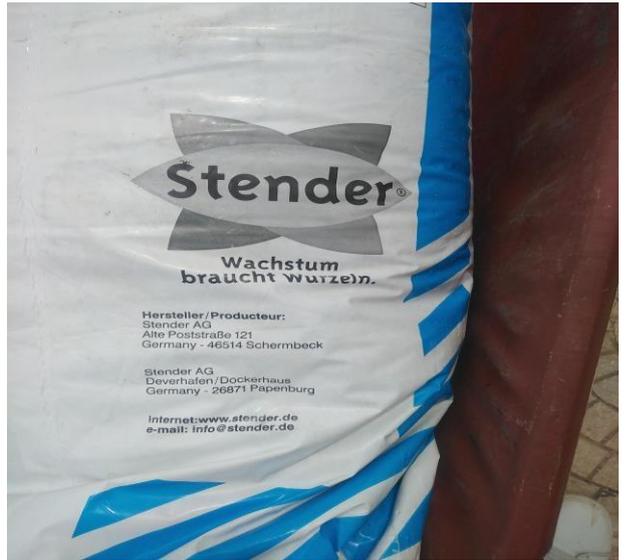
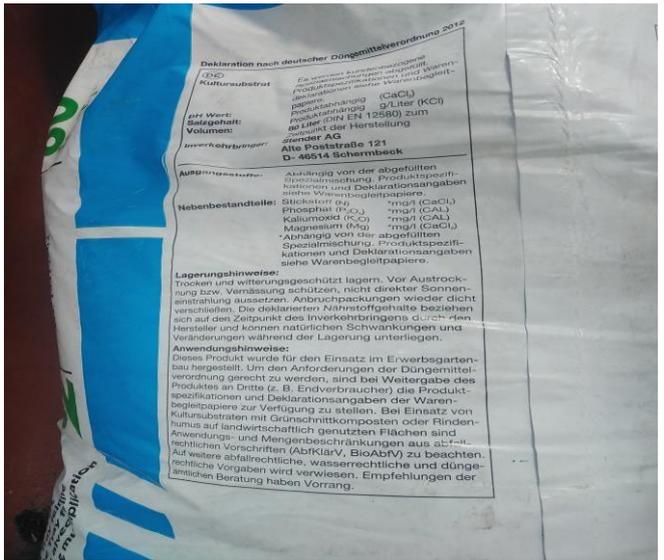
	C=0	C=0,15	C=0,3	C=0,45
ANO	4,075	1,675	0,375	0,032
MIMMO	4,22	1,41	0,58	0
PALESIO	5,857	3,765	0,883	0
CORE	6,974	2,375	0,697	0,127

**Annexe 11:** Le pourcentage de germination (%) pour les différentes variétés du blé dur soumises aux différentes concentrations de NaCl (g/l)

	0mM	0,15mM	0,3mM	0,45mM
ANO	97,50	92,50	60,00	10,00
MIMMO	85,00	70,00	25,00	0,00
CORE	100,00	82,50	67,50	27,50
PALESIO	97,50	95,00	60,00	0,00

**Annexe 12:** La surface foliaire (cm<sup>2</sup>) est également affectée par le stress salin

	C=0	C=2,25	C=4,5	C=6,75
ANO	7,691	4,878	3,336	4,189
MIMMO	6,303	4,573	4,208	3,36
CORE	4,531	6,2005	4,793	3,674
PALESIO	5,337	4,729	3,314	2,058



Caractéristique de substrat