

UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BOURJ BOU ARRERIEJ

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج  
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.  
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون  
قسم العلوم البيولوجية  
Département des Sciences Biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI  
BOURJ BOU ARRERIEJ

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

# Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine Des Sciences de la Nature et de la Vie  
Filière : Sciences Biologiques  
Spécialité : Phytopathologie

## Thème

« Etude comportementale de quelques populations du  
blé dur (*Triticum Durum* Desf) algérien sous contraintes  
salines »

Présenté par : 1) Basma SAADA  
2) Siham TALBI  
3) Fairouz HALILOU

Devant le jury :

Président : M<sup>r</sup> Mohamed NEGADI MAA (Université de BBA)  
Encadrant : M<sup>r</sup> Redha OULD KIAR MAA (Université de BBA)  
Examineur 1 : M<sup>r</sup> Zine El Abidine FELLAHI MAA (Université de BBA)

Année universitaire : 2016/2017

## « Etude comportementale de quelques populations du blé dur (*Triticum Durum* Desf) algérien sous contraintes salines »

### Résumé

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes. L'Ouest et le sud algérien souffrent de ce fléau. L'effet dépressif du sel sur le blé dur, se manifeste à partir d'un seuil critique de concentration caractéristique de l'espèce ou de la variété et par conséquent la plante réagit de différentes manières.

Notre approche est d'étudier la sensibilité du blé dur algérien sous stress salin par l'évaluation de quelques paramètres agro-morphologiques de deux accessions sahariennes (AM et AS) en comparaison avec une variété commune (GTA dur).

La population AS a accumulée un taux élevé en matière sèche que ce soit pour la tige ou pour la plante entière d'une part, d'autre part la croissance a été affectée par les contraintes salines et ceci est marqué chez la population AM qui a montrée une diminution de la croissance surtout à 100mM. En revanche la population AS et la variété GTA dur ont présentées une certaine tolérance.

**Mots clés :** Blé dur (*Triticum durum* Desf), agro-morphologie, Accession, Contrainte saline.

### "دراسة سلوك مجموعات القمح الصلب المحلي تحت الإجهاد الملحي"

#### ملخص

تعتبر الملوحة عائق رئيسي يؤثر على نمو وتطور النباتات. تتميز الأراضي الجزائرية (الغرب والجنوب) باستفحال هذه الآفة التي تؤرق الباحثين , الأثر السلبي لهذه الأملاح يظهر على نبات القمح الصلب عندما يتعدى عتبة معينة حيث يتغير تصرف النبتة فزيولوجيا نتيجة لهذا الإجهاد. هدفنا هو دراسة حساسية القمح الصلب الجزائري تحت الإجهاد الملحي، وهذا بدراسة بعض الميزات وتقييم بعض المعايير الزراعية المورفولوجية للأصناف المنتقاة في تجربتنا (AM ، GTA ، AS) .

الصفة المحلي AS أظهر تكديس جيد للمادة الجافة سواء في جذع النبتة أو عمومها هذا من ناحية، ومن ناحية في تركيز 100 ميلي مول، في حين أن الصنفين AS و GTA أظهرتا بعض التأقلم مع الأملاح الأخرى لاحظنا تأثر الصنف AM في عملية النمو نتيجة للإجهاد الملحي حيث لوحظ انخفاض محسوس في النمو.

**الكلمات المفتاحية :** القمح الصلب، المعايير المورفولوجية الزراعية ، الصنف، الإجهاد الملحي

## « Compartmental study of some populations of Algerian durum wheat under salt constraints »

### Abstract

Salinity is a real problem that affects plant growth and development. West and South Algerian areas suffers from this upset. The negative effect of these salts appears on the solid wheat plant when it exceeds a certain threshold where the behavior of the plant changes physiologically as a result of this stress.

Our approach is to study the sensitivity of Algerian durum wheat under salt stress by evaluating some agro-morphological parameters of two Saharan accessions (AM and AS) in comparison with a common variety (GTA dur). The AS population has accumulated a high dry matter content for both the stem and the whole plant, on the other hand growth has been affected by salt stress and this is marked in the AM population which has showed a decrease in growth especially at 100 mM. The AS population and the GTA dur variety showed a certain tolerance.

**Key words:** Durum wheat (*Triticum durum* Desf), Morphology, Physiology, genotype, Stress salin.

## REMERCIEMENT

*Nous remercions avant tout DIEU, tout puissant, pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné le courage pour terminer ce travail.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements à notre promoteur, Mr OULD KIAR Redha, de bien vouloir accepter de nous encadrer, pour sa patience, son aide, ses conseils et encouragements, pour le temps qu'il nous a consacré pour réaliser ce travail.*

*Nous exprimons nos remerciements aux honorables membres du jury :*

*Monsieur FELLAHI Zine El Abidine pour avoir accepté de présider le jury, d'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Nous exprimons nos respectueux remerciements à Monsieur NEGGADI mohamed pour son soutien, sa disponibilité qu'il a pu nous donner tout au long de ce travail aussi bien pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant d'examiner ce mémoire.*

*Nous tenons également à adresser nos vifs remerciements à Mr le directeur de pépinière EL Hamadia et son personnel pour les encouragements et orientations fournies pour la préparation de notre essai expérimental.*

*Nous remercions tous ceux qui ont, de près ou de loin, contribué à la réalisation de ce travail, et toute personne qui m'a éclairé le chemin.*

# SOMMAIRE

**Résumé**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste de tableaux**

## **PARTIE01 : Etude bibliographique**

### **Chapitre I : généralités sur la culture du blé**

<b>Introduction</b> .....	1
I 1. Intérêt alimentaire des céréales .....	2
I.2. La céréaliculture en Algérie et dans le monde .....	2
I.2.1. Les pays fournisseurs de l'Algérie en blé dur .....	3
I.2.2. Bilan des exportations des principales céréales .....	3
I.3. Etude de la plante .....	4
I.3.1. Historique .....	4
I.3.2. Position systématique .....	4
I.3.3. Classification .....	5
I.3.4. Origine du blé .....	6
I.3.5. Présentation de la culture .....	6
I.3.5.1. Caractéristiques morphologiques .....	7
I.3.5.2. Cycle végétatif d'une céréale .....	8
<b>Chapitre II: maladies fongiques de blé et l'effet de stress salin</b>	
II.1. principales maladie cryptogamiques de blé .....	11
II.1.1. Les rouilles .....	11

II.1.1.1. La rouille brune.....	11
II.1.1.2. La rouille jaune.....	12
II.1.1.3. La rouille noire.....	13
II.1.2. Les septorioses.....	14
II.1.2.1 La tache septorienne.....	15
II.1.2.2. Septoriose des feuilles et épis.....	15
II.1.3. Helminthosporioses.....	16
II.1.4 Oïdium.....	17

### **Chapitre III : Notion de stress et l'effet de stress salin**

III.1.Définition.....	18
III.2. Stress Abiotique.....	18
III.2.1. Stress hydrique.....	18
III.2.2. Stress thermique.....	18
III.2.3. Stress salin.....	19
III.3. Salinité et stress salin.....	19
III.3.1. Définition.....	19
III.3.2. Effet de la salinité sur la croissance et le développement.....	19
III.3.3. La réponse de la plante au stress.....	20

## **PARTIE02 : Etude expérimentale**

### **Chapitre I : Matériel et méthodes**

I.1. Matériel végétal.....	21
I.2. Test de germination.....	21
I.3. Site expérimental.....	22
I.4. Dispositif expérimentale.....	22

I.5. Itinéraire technique .....	22
I.5.1. Préparation des pots et substrat.....	22
I.5.2. Semis.....	22
I.5.3. Irrigation .....	22
I.5.4. Désherbage.....	23
I.5.5. Fertilisation .....	23
I.6. Application du stress salin .....	23
I.7. Paramètres étudiés .....	24
I.7.1. Taux de germination aux pots .....	24
I.7.2. Estimation du poids frais (PF) .....	25
I.7.3. Estimation du poids sec (PS) .....	25
I.7.4. Taux de matière sèche (MS%).....	25
I.7.5. Longueur de l'épi avec barbe.....	26
I.7.6. Longueur de l'épi sans barbe .....	26
I.7.7. Nombre de talles par plante .....	26
I.7.8. Longueur feuille.....	26
I.7.9. Largeur feuille.....	26
I.7.10. Longueur entre nœuds.....	26
I.7.11. Hauteur de la végétation .....	26
I.7.12. Diamètre de la tige .....	26
I.8. Notations .....	26
I.8.1. Dates de mesures des paramètres.....	26
I.8.2. Dates des stades de cultures .....	27
I.9. Traitement statistique des données .....	27
 <b>Chapitre II : Résultats et discussion</b>	
II.1. Résultats des paramètres étudiés .....	28

II.1.1. Date de la levée.....	28
II.1.2. Paramètres physiologiques (Matière sèche) .....	28
II.1.3. Hauteur de la plante avant application du stress.....	30
II.1.4. Hauteur de la plante après application du stress .....	31
II.1.5. Paramètres de la feuille.....	33
II.1.6. Paramètres d'inflorescence.....	35
II.2. Résultats du test de corrélation (analyse bivariate) .....	36

### **Conclusion et perspectives**

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 01</b> : Bilan des importations algériennes des principales céréales .....	2
<b>Tableau 02</b> : Bilan des exportations des principales céréales .....	4
<b>Tableau 03</b> : Maladies fongiques du blé .....	11
<b>Tableau 04</b> : Caractéristiques agro-morphologiques des accessions utilisées .....	21
<b>Tableau 05</b> : Préparation et application graduée des différentes solutions salines .....	23
<b>Tableau 06</b> : Date de réalisation de poids frais et poids sec .....	25
<b>Tableau 07</b> : Date de réalisation des paramètres agro-morphologique (avant/après stress) ..	26
<b>Tableau 08</b> : Corrélations entre les paramètres étudiés après ajustement par le test Bonferroni .....	36



## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 01</b> : Les pays fournisseurs de l'Algérie en blé dur .....	3
<b>Figure 02</b> : Schéma simplifié montrant l'évolution des blés.....	6
<b>Figure 03</b> : Histologie du grain de blé.....	7
<b>Figure 04</b> : Structure d'un épi et épillet du blé.....	8
<b>Figure 05</b> : Cycle de développement du blé.....	10
<b>Figure 06</b> : Symptôme de la rouille brune.....	12
<b>Figure 07</b> : Symptômes de rouille jaune .....	13
<b>Figure 08</b> : Les symptômes de <i>Puccinia graminis</i> f.sp. <i>tritici</i> .....	14
<b>Figure 09</b> : Symptômes de septoriose .....	14
<b>Figure 10</b> : Représente symptômes de <i>Septoria tritici</i> et leurs cycles végétatifs.....	15
<b>Figure 11</b> : Les symptômes de <i>Septoriano dorum</i> .....	16
<b>Figure 12</b> : Maladie de l'helminthosporiose .....	17
<b>Figure 13</b> : Représente les symptômes et cycle de développement de l'oidium.....	17
<b>Figure 14</b> : Germination des grains du blé dans l'étuve.....	21
<b>Figure 15</b> : Dispositif expérimental « Bloc aléatoire complet » .....	22
<b>Figure 16</b> : Apport de l'azote .....	23
<b>Figure 17</b> : Application du stress salin.....	24
<b>Figure 18</b> : Estimation de poids frais et de poids sec .....	25
<b>Figure 19</b> : Stade tallage.....	27
<b>Figure 20</b> : Stade floraison .....	27
<b>Figure 21</b> : Apparition des premières feuilles (la levée) .....	28
<b>Figure 22</b> : Paramètre « Taux de la matière sèche tige/plante entière » .....	29
<b>Figure 23</b> : Paramètre « Hauteur de la plante avant stress 14 et 28 JAS et VC » .....	30
<b>Figure 24</b> : Paramètre « Hauteur de la plante après 45 JAS » .....	31

<b>Figure 25 :</b> Paramètre « Longueur de la feuille » .....	33
<b>Figure 26:</b> Paramètre « Longueur d'épi sans et avec barbes » .....	35

## LISTE DES ABRIVIATIONS

<b>AM</b>	: Aïn Mgel
<b>Amt</b>	: Aïn Mgel témoin
<b>AS</b>	: Aïn Saleh
<b>As 50</b>	: Ain Saleh traité par une concentration de 50 Mmol
<b>Ast</b>	: Aïn Saleh témoin
<b>Epi Ab</b>	: Epi avec barbes
<b>Epi Sb</b>	: Epi sans barbes
<b>G%</b>	: Taux de germination
<b>GTA 100</b>	: Variété GTA traité par une concentration de 100Mmol
<b>GTAt</b>	: GTA témoin
<b>Larg f</b>	: Largeur feuille

## LISTE DES ABREVIATIONS

<b>Long f</b>	: Longueur feuille
<b>MS t</b>	: Matière sèche tige
<b>MS%</b>	: Taux de la matière sèche
<b>MS%</b>	: Taux de la matière sèche
<b>ONFAA</b>	: Observatoire national des filières agricole et agroalimentaire
<b>R</b>	: Répétition

**Surf fol** : Surface foliaire  
**TRE** : Teneur relative en eau  
**USD** : United States Dollar  
**UV** : Ultra Violet  
**VC ap** : Vitesse de croissance après application du stress  
**VC av** : Vitesse de croissance avant application du stress

## ANNEXE 01

## Paramètres physiologique (taux de matière sèche) :

<i>MS tige</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	3,379268	3,379268	4866,429	0
Accession	2	0,019771	0,009886	14,236	0,000196
salinité	2	0,000898	0,000449	0,647	0,535615
Acc * Sali	4	0,010796	0,002699	3,887	0,019059
Erreur	18	0,012499	0,000694		
Total	26	0,043965			

- *MS racine* → non significative

<i>MS plante</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	3,535508	3,535508	6122,448	0
Accession	2	0,015642	0,007821	13,543	0,000258
salinité	2	0,000785	0,000392	0,679	0,519506
Acc * Sali	4	0,009263	0,002316	4,01	0,016942
Erreur	18	0,010394	0,000577		
Total	26	0,036083			

## ANNEXE 02

## Paramètres de croissance :

<i>Hauteur plante - 14J</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	5089,574	5089,574	2323,613	0
Accession	2	30,214	15,107	6,897	0,005975
salinité	2	0,003	0,001	0,001	0,999324
Acc * Sali	4	3,573	0,893	0,408	0,800654
Erreur	18	39,427	2,19		
Total	26	73,216			

<i>Hauteur plante - 28J</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	18153,33	18153,33	6211,380	0,000000
Accession	2	108,31	54,16	18,530	0,000043
salinité	2	0,32	0,16	0,055	0,946406
Acc * Sali	4	11,61	2,90	0,993	0,436429
Erreur	18	52,61	2,92		
Total	26	172,86			

<i>Vitesse de croissance avant</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	20,50347	20,50347	7045,738	0
Accession	2	0,13541	0,0677	23,266	0,00001
salinité	2	0,00195	0,00098	0,335	0,719659
Acc * Sali	4	0,0321	0,00802	2,757	0,059872
Erreur	18	0,05238	0,00291		
Total	26	0,22184			

**- Hauteur plante - 38JAS → non significative**

<i>Hauteur plante - 45J</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	30448,33	30448,33	7150,604	0
Accession	2	388,48	194,24	45,616	0
salinité	2	12,98	6,49	1,524	0,244663
Acc * Sali	4	20,01	5	1,175	0,354865
Erreur	18	76,65	4,26		
Total	26	498,12			

<i>Vitesse de croissance après</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	10,1008	10,1008	620,6856	0
Accession	2	8,3904	4,1952	257,7915	0
salinité	2	0,13716	0,06858	4,2141	0,031538
Acc * Sali	4	0,37137	0,09284	5,7051	0,003802
Erreur	18	0,29293	0,01627		
Total	26	9,19185			

**ANNEXE 03****Paramètres de la feuille:**

<i>Longueur feuille</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	12356,36	12356,36	4191,228	0
Accession	2	113,71	56,86	19,285	0,000033
salinité	2	10,26	5,13	1,74	0,203737
Acc * Sali	4	26,5	6,62	2,247	0,104384
Erreur	18	53,07	2,95		
Total	26	203,54			

<i>Largeur feuille</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	24,84481	24,84481	3194,333	0
Accession	2	0,05574	0,02787	3,583	0,04898
salinité	2	0,06685	0,03343	4,298	0,0298
Acc * Sali	4	0,04259	0,01065	1,369	0,283844
Erreur	18	0,14	0,00778		
Total	26	0,30519			

<i>Surface foliaire</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	6300,740	6300,740	1907,223	0,000000
Accession	2	35,845	17,923	5,425	0,014325
salinité	2	8,999	4,499	1,362	0,281331
Acc * Sali	4	26,098	6,525	1,975	0,141655
Erreur	18	59,465	3,304		
Total	26	130,407			

## ANNEXE 04

## Paramètres d'inflorescence :

<i>Epi sans barbe</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	511,3426	511,3426	1323,706	0
Accession	2	7,223	3,6115	9,349	0,001643
salinité	2	0,0763	0,0381	0,099	0,906453
Acc * Sali	4	2,9148	0,7287	1,886	0,156641
Erreur	18	6,9533	0,3863		
Total	26	17,1674			

<i>Epi avec barbe</i>	ddl	SS	MS	F	Prob.
intercept	1	4853,481	4853,481	4376,887	0
Accession	2	7,976	3,988	3,597	0,048521
salinité	2	3,07	1,535	1,384	0,27597
Acc * Sali	4	6,993	1,748	1,576	0,223425
Erreur	18	19,96	1,109		
Total	26	37,999			

## ANNEXE 05



Stade de tallage à gauche - Stade floraison à droite (Original, 2017).

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de nutrition humaine et animale (**Slama et al., 2005**). Parmi ces céréales, le blé qui occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le maïs, il assure 15% des besoins énergétiques (**Bajji, 1999**).

Le blé sert principalement à la fabrication de semoule, matière première des pâtes alimentaires (**Feillet, 2000**). Sur la scène mondiale, la superficie moyenne du blé dur s'étend sur environ 18 millions hectares, ce qui donne une production annuelle moyenne approximative de 30 millions de tonnes métriques (**Anonyme, 2011**).

La salinisation est le processus majeur de la dégradation des terres. En moyenne, le monde perd 10 hectares de terres cultivables par minute, dont 3 hectares à cause de la salinisation. 10 à 15% des surfaces irriguées (20 à 30 millions d'hectares) souffrent, à des degrés divers, de problèmes de salinisation (**Mermoud, 2006**). Les zones arides et semi-arides couvrent une grande partie des pays de la frange méridionale du pourtour méditerranéen. Dans ces régions, la disponibilité des eaux, leur salinité et celle des sols sont parmi les principaux facteurs limitant la productivité végétale (**Zid et Grignon, 1991**). L'introduction des espèces tolérantes au stress salin est l'une des techniques utilisées pour faire face à ce problème

Plusieurs études ont été effectuées sur les effets de salinité sur la croissance et le développement du blé algérien, en vue d'enrichir le marché semencier par des variétés tolérantes à la salinité.

Notre travail porte sur une étude comportementale de deux populations sahariennes du blé dur, en comparaison avec une variété connue GTA dur, exposées à deux concentrations de sels (50 et 100 mM) et un traitement témoin dépourvu de sels. L'approche secondaire est basée sur la sensibilité probable de ces accessions, aux maladies fongiques citant principalement les rouilles, les septorioses et l'helmentosporiose, suite à une exposition à une contrainte saline.

La première partie bibliographique est composée de trois chapitres, des généralités sur le blé et les principales maladies fongiques touchant le blé et enfin des notions sur le stress salin ; la deuxième partie expérimentale est subdivisée en deux chapitres, matériel et méthodes suivie par résultats et discussion et en fin une conclusion générale et des perspectives pour valoriser d'avantage les résultats obtenus.

## Chapitre I : Généralités sur la culture du blé

### I.1. Intérêt alimentaire des céréales

Le blé dur est exclusivement destiné à l'alimentation humaine. C'est la céréale de base de l'Afrique du Nord et du proche et moyen orient. Les céréales présentent l'avantage important de constituer des provisions pouvant se conserver sous forme de grains de grande valeur nutritionnelle et constituées par des substances amylacées d'environ 10% de protéines (**Oussinault, 1993**). Aujourd'hui, les céréales constituent une part importante des ressources alimentaires et des échanges économiques. La facilité de la culture permet de atteindre une sécurité alimentaire qui est renforcée par les possibilités de stockage.

### I.2. La céréaliculture en Algérie et dans le monde

La culture des céréales est ancienne en Algérie, elle couvre actuellement une surface de 3,3 millions d'hectares soit 40 % de la surface agricole utile (**Anonyme, 2011**). Les blés tiennent une place de premier ordre parmi les cultures céréalières, ils constituent la majorité des ressources énergétiques dont dépend la population algérienne. Cependant, la production des blés, particulièrement celle du blé dur, reste insuffisante avec des rendements très variables d'une année à l'autre. Les performances du rendement de cette culture sont limitées par l'action des stress abiotiques et biotiques (**Belkharchouche et al., 2009**).

**Tableau 01** : Bilan des importations algériennes des principales céréales

Années	Blé dur		Blé tendre		Orge		Maïs		Total céréales	
	Quantités (t)	Valeur Millions (USD)	Quantités (t)	Valeur Millions (USD)	Quantités (t)	Valeur Millions (USD)	Quantités (t)	Valeur Millions (USD)	Quantités (t)	Valeur Millions (USD)
2015	1 763 454	782,9	6 741 393	1 612	750 025	164,5	4 167 109	871,6	13 672 346	3 431
2016	1 795 596	549,2	6 430 008	1 240	879 213	153,3	4 115 338	768	13 220 157	2 711
variation	+1,8 %	-29,8 %	-4,6 %	-23, %	17,2 %	-6,8 %	-6,8 %	-11,8 %	-3,3%	-20,9 %
Tendance	↑	↓	↓	↓	↑	↓	↓	↓	↓	↓

Source : ONFAA à partir des données CNIS

Le total des importations du blé dur en 2016 a atteint 1,79 millions de tonnes (soit 549,2 millions USD), avec une augmentation de 1,8% en quantité et une diminution de 29,8%

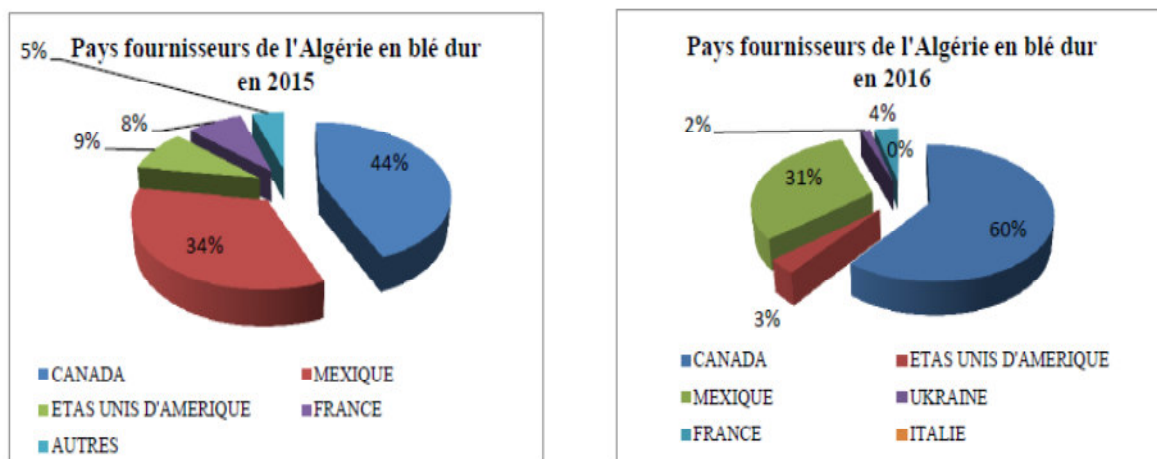


en valeur par rapport à 2015. Selon FAO (2007) leur production arrive jusqu'à 2001.5Mt. La production mondiale du blé a été de 650,9 millions de tonnes en 2009 (Boulif, 2011).

La facture d'importation des céréales (Blés, Maïs et Orge) a baissée de plus de 20% en 2016 par rapport à l'année 2015, mais avec un recul moins important en termes de quantités. Cette dernière s'explique par le recul des cours sur les marchés mondiaux des céréales, constaté depuis 2015 en faveur de stocks abondants et de bonnes récoltes mondiales surtout en Inde, aux Etats-Unis et en Russie, pays appelés à remplacer l'Union européenne en tant que plus grand exportateur de céréales (Anonyme, 2016).

### I.2.1. Pays fournisseurs du blé dur en Algérie

Le principal fournisseur de l'Algérie, ces deux dernières années, est le Canada avec 1 082 687 tonnes en 2016 contre 770 230 t en 2015. Suivi par le Mexique soit 556 538 t en 2016 contre 598 443 t en 2015 (soit une diminution de 7%) (Anonyme, 2016).



**Figure 01** : Sectoriels représentant les pays fournisseurs du blé dur à l'Algérie (Anonyme, 2016).

### I.2.2. Bilan des exportations des principales céréales

Les exportations algériennes restent insignifiantes en matière de céréaliculture avec l'exportation de 11 tonnes de blé dur en 2015 vers le Canada et 0,3 tonnes en 2016 vers l'Emirates Arabes Unis (180,84 USD) (Anonyme, 2016).

Tableau 02 : Bilan des exportations des principales céréales

Années	Pays fournisseurs	Blé dur		Total	
		Quantité (t)	Valeur (USD)	Quantité (t)	Valeur (USD)
2015	Canada	11	4 347,9	11	4 347,9
2016	Emirats Arabes Unis	0,3	180,84	0,3	180,84

Source : ONFAA à partir des données CNIS

### I.3. Etude de la plante

#### I.3.1. Historique

Le blé fait partie des trois céréales graminées, Blé, Riz et le Maïs, dont les grains sont utilisés pour la nourriture humaine ou animale, appelées du grec Cérès (la déesse des moissons) monocotylédones qui constituent la base alimentaire des populations du globe.

L'origine du blé (*Triticum*), du Maïs (*Zea*) et du Riz (*Oryza*) semble être commune ; le terme de blé vient probablement du gaulois blato (à l'origine du vieux français blaie, blee, blaier, blaver, d'où le verbe emblaver, qui signifie ensemercer en blé) et désigne les grains qui, broyés, fournissant de la farine, pour des bouillies (polenta), des crêpes ou du pain. On retrouve donc sous le nom de blé des espèces variées : le genre *Triticum* (du latin tritus, us = broiement, frottement) : le blé moderne (froment), mais aussi l'orge (*Hordeum*) et le seigle (*Secale cereale*), le blé noir (sarrasin : *Fagopyrum esculentum*, polygonacée), le blé des canaries (*Alpiste*, *Phalaris canariensis*) cultivée comme nourriture pour les serins, le nom dérivant probablement des oiseaux (canaris) et non de l'île, du moins primitivement, le blé de Turquie (mais) (**Henry et Jacques, 2000**).

#### I.3.2. Position systématique

Comme les autres céréales, le blé est une monocotylédone appartenant à l'ordre des Poales et à la famille des Poaceae ou Graminées, le blé est caractérisé par des critères morphologiques particuliers (chaume – épillet – présence de scutellum, ... etc). En Algérie, deux espèces sont essentiellement cultivées. Le blé dur *Triticum turgidum* var. *durum* possédant  $4n=28$  chromosomes, dont l'aire d'extension est surtout constituée de zones arides et semi-arides, le blé tendre *Triticum aestivum* var. *aestivum* possédant  $2n = 42$  chromosomes dont l'adaptation agro-technique est très large (**Bonjean et Picard, 1990**).

**I.3.3. Classification****- Classification botanique**

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille. D'après la classification de Brouillet et al. (2006), il est une monocotylédone classé de la manière suivante :

- **Regne :** *Végétale*
- **Embranchement :** *Spermaphytes*
- **S/embranchement :** *Angiosperme*
- **Classe :** *Monocotylédones*
- **Ordre:** *Poales*
- **Sous ordre :** *Comméliniflorale*
- **Famille :** *Poacéae*
- **Genre :** *Triticum sp.*
- **Espèce:** *Triticum durum Desf*
- **Classification génétique :**

Depuis le début de XIX siècle, les blés ont fait l'objet de nombreuses études cytogénétiques, et l'on sait maintenant qu'ils se classent dans une série polyploïde. Ils diffèrent par leurs nombres de chromosomes et par la constitution de leurs génomes. Certains sont diploïdes (ils ont deux jeux de chromosomes) et partagent le génome appelé AA. D'autres sont tétraploïdes (quatre jeux de chromosomes) et de formule AA BB. Un groupe est hexacorde (six jeux de chromosomes) et de formule AA BB DD. Enfin, des blés endémiques de Georgie forment une série parallèle, avec les génomes AA GG et AA AAGG, à l'intérieur de chaque groupe, les formes sont inter fertiles alors que les hybrides entre groupes sont fortement stériles (**Mackey J, 1966**).

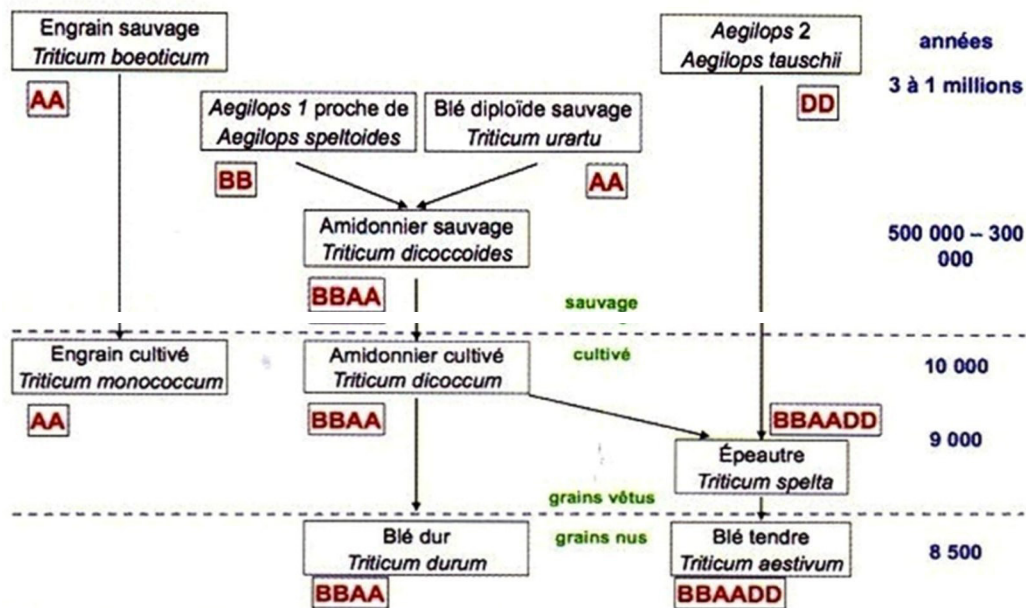


Figure 02 : Schéma simplifié montrant l'évolution des blés (Anonyme, 2015).

#### I.3.4. Origine du blé

Le blé constitue le genre *Triticum* qui comporte de nombreuses espèces, se répartissant en trois groupes selon leur nombre de chromosomes (Allioui, 1997).

- Le groupe Diploïde : ( $2n = 14$  chromosomes) ou *Triticum monococcum*
- Le groupe Tétraploïde : ( $2n = 28$  chromosomes) ou *Triticum dicoccum* (Amidonnier), ici on trouve *Triticum durum* (blé dur).
- Le groupe Héxaploïde ( $2n = 42$  chromosomes) ou *Triticum sativum*.

Ces trois groupes d'espèces auraient trois centres d'origine :

- Le foyer Syrien et Nord palestinien : **blé diploïde**
- Le foyer Abyssin : **blé tétraploïde**
- Le foyer Afghano-Indien : **blé hexaploïde**

#### I.3.5. Présentation de la culture

La connaissance de l'impact de chaque phase de développement du blé sur la formation du rendement, et les clés d'identification précises de chaque stade sont indispensables à l'agriculteur pour raisonner ses interventions culturales et valoriser au mieux chacune d'elles (Gate et al., 1993).

### I.3.5.1. Caractéristiques morphologiques

#### - Le grain

Le fruit des graminées est un caryopse sec indéhiscent à maturité (Figure 03).

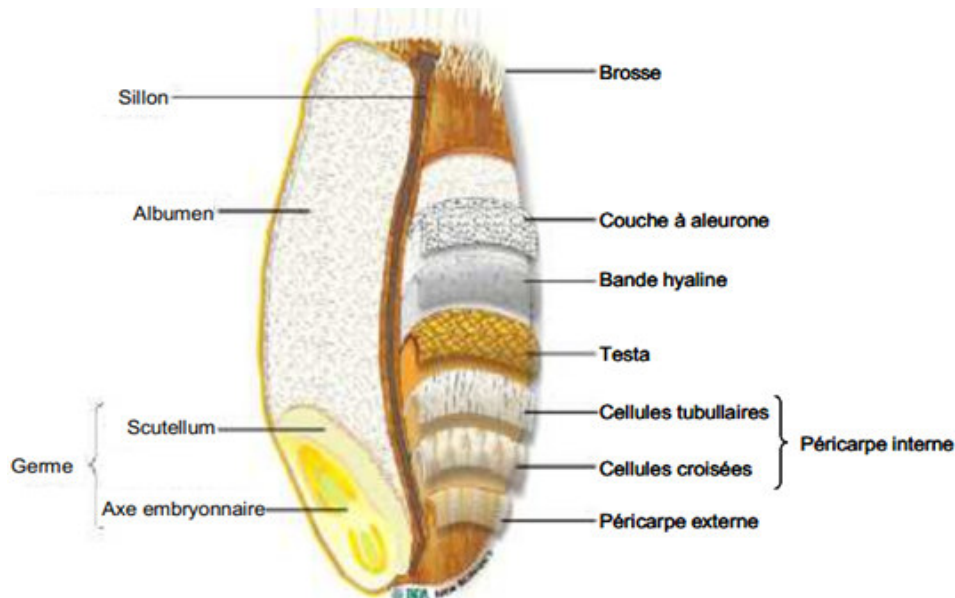


Figure 03: Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

#### - Appareil végétatif

Le système aérien de la plante se développe en produisant un certain nombre de tiges, qui se développent en tiges cylindriques formées par des nœuds séparés par des entre-nœuds. Chaque tige porte à son extrémité une inflorescence.

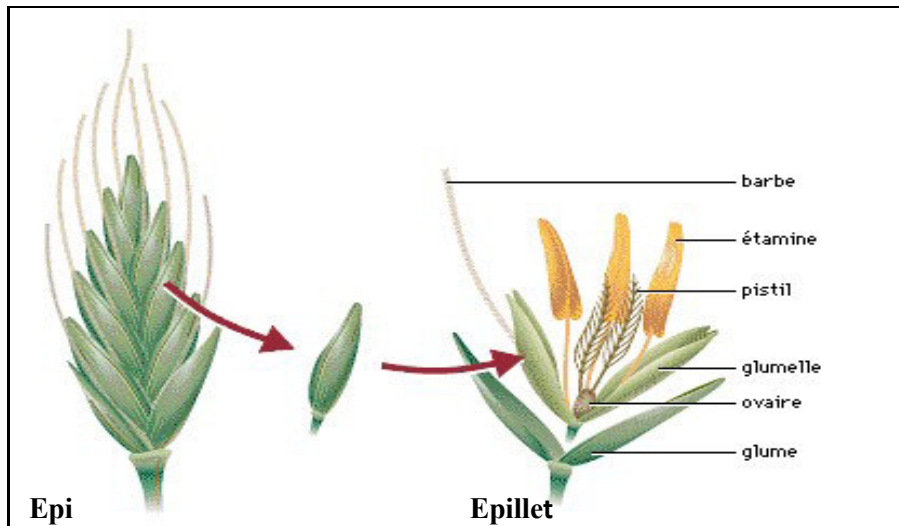
#### - Système racinaire

Selon Belaid (1996), toute céréale dispose, au cours de son développement, deux systèmes racinaires successifs :

- Le système racinaire primaire, fonctionnel de la germination au début tallage, ce système est constitué d'une racine principale, ne restant pas longtemps fonctionnelle, et est remplacé par un système de racines adventives (prenant naissance sur la tige) qui assureront la nutrition et le développement de la plante.

- Le système racinaire secondaire ou tallage (ou système coronaire) apparaît au moment où la plante émet des tiges ; il est de type fasciculé et assez développé.

- **Appareil reproducteur** : Les fleurs sont groupées en inflorescence. Chacune est composée d'unités morphologiques de base : les épillets. Le blé dur, le blé tendre et l'orge sont des plantes autogames ou à autofécondation (Figure 04).



**Figure 04** : Structure d'un épi et épillet du blé (Anonyme, 2002).

### I.3.5.2. Cycle végétatif d'une céréale

Selon Robert (1993), le cycle de la céréale comporte les stades suivants : (figure 05)

#### a. Semis-levée

- Cette période correspond à la mise en place du nombre de pieds/m<sup>2</sup>. La plante forme des ébauches des futures feuilles.
- Levée : apparition de la première feuille qui traversent le coléoptile (qui est une gaine enveloppant la première feuille)
- 2 à 3 feuilles : ce stade est caractérisé par le nombre de feuilles de la plantule.

#### b. Tallage

- Stade début tallage : lorsque la plante possède quatre feuilles, une nouvelle tige (la talle primaire) apparaît à l'aisselle de la feuille la plus âgée. C'est le stade appelé également « double ride » dans lequel le bourgeon végétatif évolue en bourgeon floral.

Aussi les ébauches des futurs épillets apparaissent à l'aisselle des ébauches de feuilles constituant une succession verticale en double ride.

- Stade plein tallage : les talles apparaissent successivement ; talles primaires des deuxièmes et troisièmes feuilles et puis talles secondaires à l'aisselle des feuilles des talles primaires.

Des ébauches d'épillets se forment pendant le tallage, alors que les ébauches de feuilles régressent.

### **c. Montaison**

- Stade épi 1 cm : c'est la fin du tallage herbacé, marqué par l'élongation des entre-nœuds de la tige principale. Au niveau des futurs épillets, on peut observer la formation des ébauches de glumes.

- Stade 1 à 2 nœuds : le premier, puis le second entre- nœud de la tige principale s'allonge. Au cours de cette période, se succèdent deux stades au niveau de l'épi.

Le premier stade, correspondant à la formation des glumelles et le deuxième correspondant à la différenciation de l'épillet terminal. Ce dernier indique que le nombre d'épillets est définitif, et alors s'initie la phase de formation des fleurs.

- Stade méiose mâle : à ce stade, l'épi gonfle et la gaine de la dernière feuille ainsi que les grains de pollen se différencient dans les anthères. C'est une période particulièrement importante dans l'élaboration du nombre de grains.

### **d. Epiaison**

Ce stade recouvre la période des épis, depuis l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille.

### **e. La floraison**

C'est l'apparition des étamines hors des épillets. A ce stade, la croissance des tiges est terminée, la fécondation a déjà eu lieu et le nombre de grains maximum est donc fixé.

### **f. Le remplissage du grain**

- Stade grain laiteux : les enveloppes du grain sont formées. La taille potentielle du grain est déterminée.

- Stade grain pâteux : le poids de 1000 grains est acquis par suite du remplissage des enveloppes.

- Grain mûr : Obtenu après la dessiccation du grain entre stade laiteux et pâteux. La quantité d'eau contenue dans le grain est stable (Bourras, 2001).

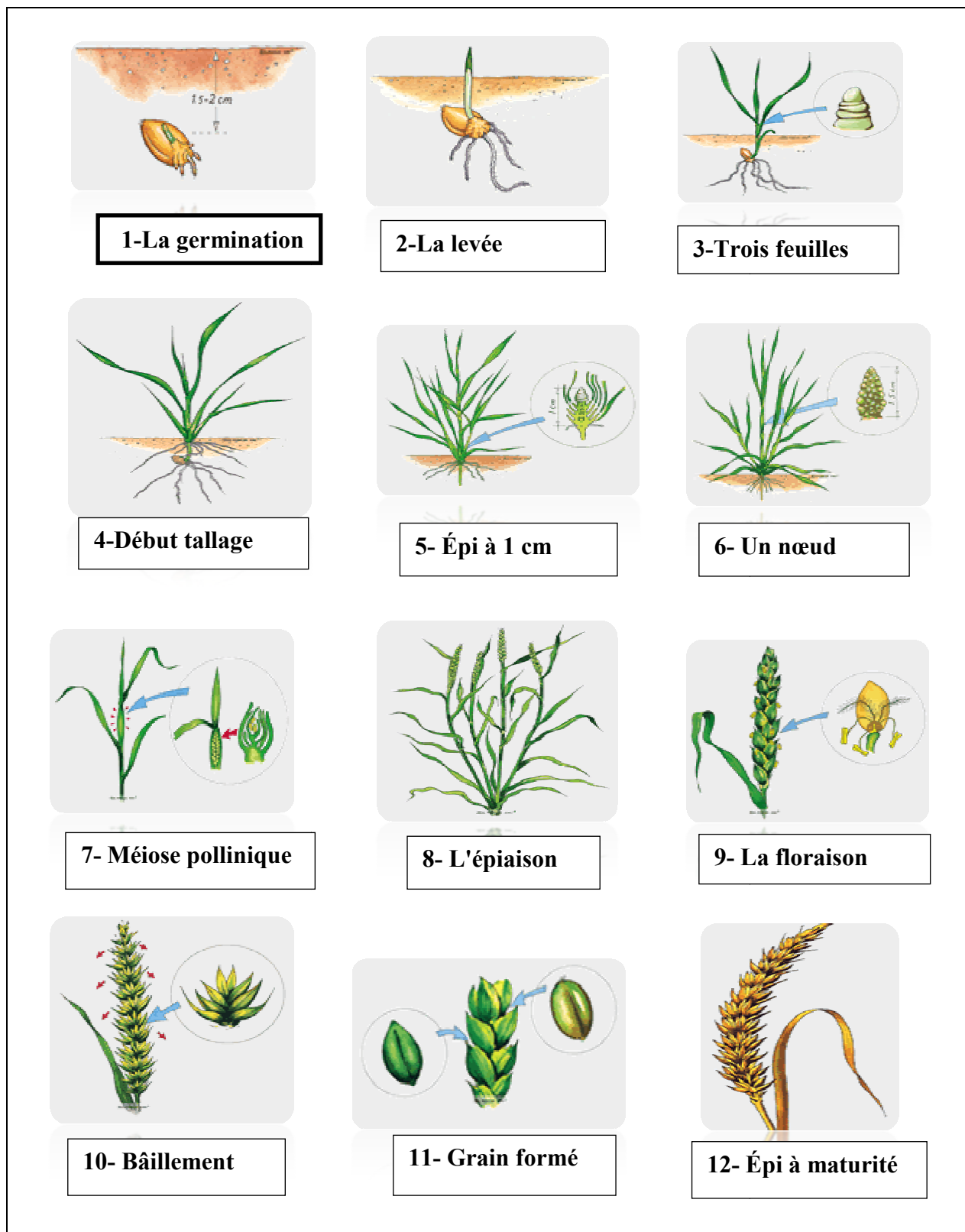


Figure 05 : Cycle de développement du blé (Weir et al., 1984).



## Chapitre II: Maladies fongiques du blé et effet du stress salin

### II.1.Principales maladie cryptogamiques du blé

Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de son développement, ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies (Brahim, 2001).

**Tableau 03** : Maladies fongiques du blé (Sayoud et al., 1999).

Nom de la maladie	L'agent causal
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>
Rouille noire	<i>Puccinia graminis f.sp.tritici</i>
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>
Tache helminthosprienne	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>
Oidium	<i>Erysiphe graminis f.sp.tritici</i>
Carie	<i>Tilleia caries et tilletia foetida</i>
Charbon foliare	<i>Urocytis agropyri</i>
Charbon nu	<i>Ustilago tritici</i>
Pourriture racinaire	<i>Cochliobolus sativus</i> <i>Fusarium culmorum</i> <i>Fusarium gramineaum</i> <i>Fusarium avenaceum</i>
Septoriose	<i>Septoria nodorum ou stagnosporanodorum</i> <i>Septoria tritici ou mycospharella graminico</i>

#### II.1.1. Les rouilles

##### II.1.1.1. La rouille brune

Les symptômes causés par *Puccinia recondita* f.sp. tritici se caractérisent par petites pustules circulaires ou ovales de couleur orange ou brune (urédospores), apparaissent sur la face supérieure des feuilles (Lamari et al., 1991 ; Sayoud et al., 1999 ; Ezzahiri, 2001) et parfois sur la face inférieure des feuilles. En fin de saison, ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores) (Aouali et al.,2009). Selon Belaid (1996), la rouille brune est celle qui provoque le moins de dégâts en Algérie (Figure 06).

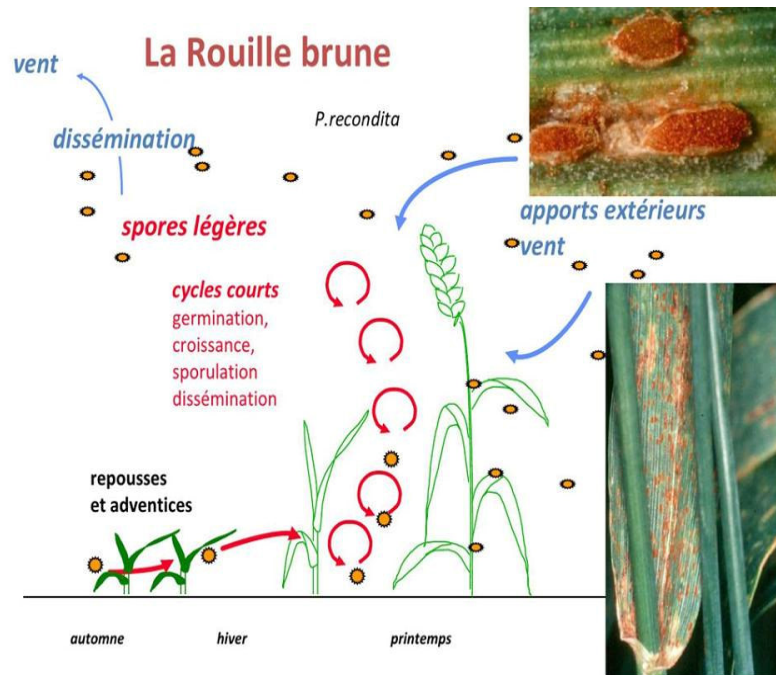


Figure 06 : Symptôme de la rouille brune (Abdi, 2015).

### II.1.1.2. La rouille jaune

Les symptômes de *Puccinia striiformis* se traduisent par des pustules de forme globuleuse et de couleur jaune ou orange, disposées en stries le long des nervures des feuilles d'où le nom de l'espèce. Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles sur les épis et les grains (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001 ; Jlibene, 2011). Elles peuvent engendrer des pertes de rendement pouvant atteindre 75 %. Selon Belaid, 1996, l'aire de dispersion de la rouille jaune correspond aux zones littorales humides et tempérées.

La variété Hidhab est la plus sensible. Cette maladie bien connue depuis 2004 par nos agriculteurs, elle est présente chaque année à des degrés variés. Elle est prévalant dans les régions froides comme les hauts plateaux (Anonyme, 2007).

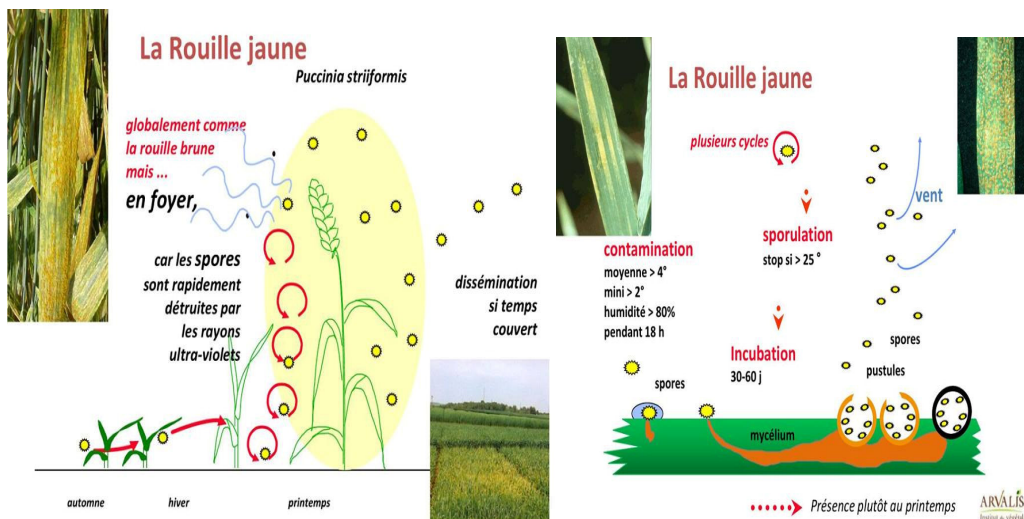


Figure 07 : Symptômes de rouille jaune (Abdi, 2015).

### II.1.1.3. La rouille noire

Les symptômes de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* se manifestent par des pustules plus longues que celles de la rouille brune, elles sont de couleur rouge-brique à marron foncé. Elles se développent sur les feuilles, les tiges et les épis (Aouali et al., 2009). Selon Belaid (1996), la rouille noire est favorisée par l'eau et la chaleur (Figure 08).

Les cycles des rouilles sont complexes et impliquent souvent un hôte principal et un hôte alternatif, seule la rouille jaune ne connaît pas d'hôtes alternatifs. Le développement des épidémies des rouilles est tributaire de la nature et de la qualité de l'inoculum primaire, de la sensibilité de la variété cultivée, du stade de développement du blé au moment de l'infection primaire et des conditions climatiques.

Ces mêmes auteurs signalent que la rouille jaune est plus conditionnée par le milieu que les autres espèces de rouille, et nécessite des températures plus basses. En absence d'hôtes alternatifs, l'agent pathogène doit se conserver sous forme de cycles végétatifs (urédospores). Les premières attaques de cette maladie se présentent souvent sous forme de foyers localisés. Les urédospores sont très sensibles aux rayons UV, ce qui réduit leur viabilité en temps clair. En temps couvert, la dissémination est très efficace. Les infections se font dans des journées caractérisées par une température moyenne supérieure à 4°C et des températures nocturnes entre 10 et 15°C avec une humidité relativement supérieure à 18 % pendant au moins 18 heures (Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

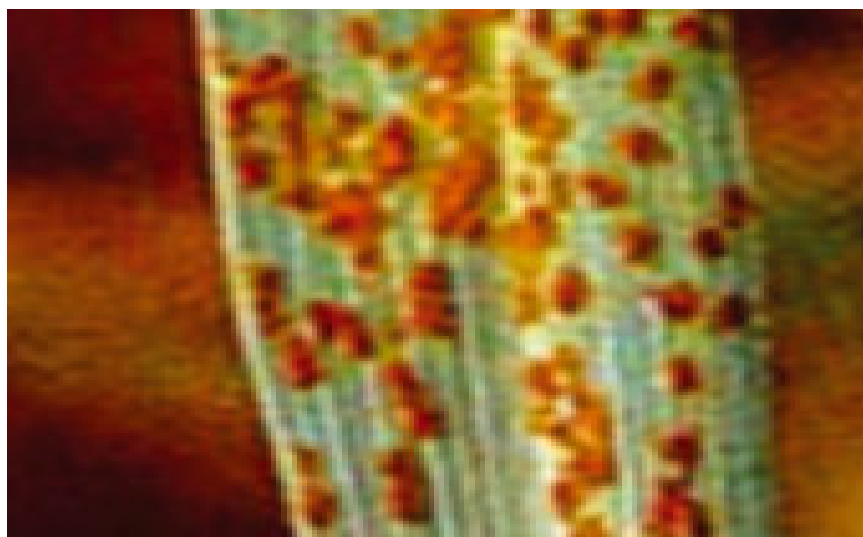


Figure 08 : Les symptômes de *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* (Abdi, 2015).

### II.1.2. Les septorioses

Deux espèces de septoriose s'attaquent au blé, à savoir la tache septorienne et la septoriose des feuilles et des épis (Belaid, 1996 ; Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Jlibene, 2011). Le pathogène *Septoria tritici*, responsable de la septoriose des feuilles, connue sous le nom de la tache septorienne, et *Septoria nodorum* responsable de septoriose des feuilles et des épis (Figure 09).

Les attaques sont surtout observées dans les zones humides. C'est surtout la septoriose des feuilles qui est la plus abondante sur les blés (Ezzahiri, 2001 ; Zahri *et al.*, 2014 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Jlibene, 2011). Les pertes de rendement peuvent aller jusqu'à 40 % (Ezzahiri, 2009).



Figure 09 : Symptômes de septoriose (Abdi, 2015).

### II.1.2.1 La tache septorienne

Les symptômes de *Septoria tritici* commencent par de petites taches de couleur brune Rougeâtre irrégulières sur les feuilles inférieures et en particulier sur celles en contact du sol. Les taches sont d'abord délimitées par les nervures pour ensuite s'étendre longitudinalement de 5 à 15 mm et prendre une couleur grise claire (Ezzahiri et al., 2009). Après l'apparition des nécroses sur les feuillages, on observe des ponctuations noires alignées parallèlement qu'on appelle pycnides (Aouali et Douici-Khalfi, 2009) (Figure 10).

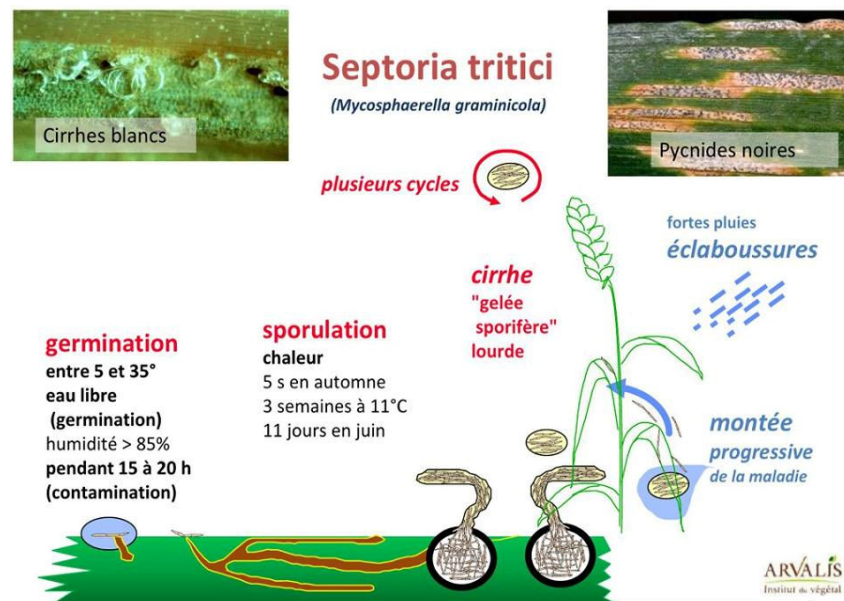


Figure 10 : représente symptômes de septoria tritici et leur cycle végétatif (Abdi, 2015).

### II.1.2.2. Septoriose des feuilles et épis

Les symptômes de *Septoria nodorum* se manifestent sur le feuillage et sur les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Sur les feuilles, on peut observer des taches ovales ou lenticulaires brunes, elles peuvent être entourées d'une chlorose ou d'un jaunissement périphérique. Lorsqu'elles sont abondantes, elles se rejoignent et forment de grandes plages nécrotiques. Les pycnides sont de couleur brune claire moins apparente que celles provoquées par la septoriose des feuilles (Ezzahiri et al., 2009). Plus tard, ces pycnides virent au gris foncé, et à ce moment là, leur distinction de celles de *Septoria tritici* devient moins apparente et seul un examen microscopique les différencierait. Sur les glumes, la maladie se développe lorsque l'attaque est importante. Les symptômes se manifestent par de petites taches grises qui vont disparaître et présentent des colorations brunes ou des symptômes d'échaudage (Figure 11). (Ezzahiri, 2001). Les variétés mexicaines sont sensibles à cette maladie (Belaid, 1996).

Pour la tache septorienne, les chaumes du précédent cultural constituent la source principale de l'inoculum.

Les pycnides du champignon peuvent survivre sur les chaumes du blé jusqu'à 6 mois et induire les premières infections sur les jeunes plantules de blé précisément sur les premières feuilles en contact du sol. En présence d'eau libre, les pycnides gonflent et produisent une gelée sporifère 'cirrhe' incolore qui protège les pycnidiospores en conditions défavorables. Après germination le champignon colonise le tissu foliaire. L'humidité est indispensable pour tous les stades de l'infection (Ezzahiri, 2001).

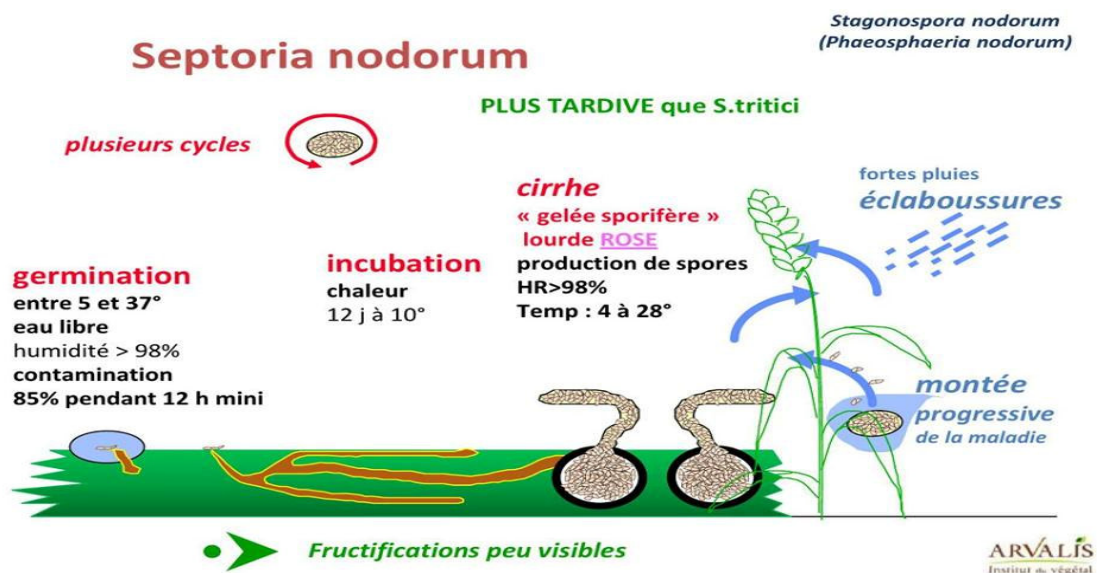


Figure 11 : Les symptômes de *Septoria nodorum* (Abdi, 2015).

### II.1.3. Helminthosporioses

La tache helminthosporienne est une grave maladie foliaire du blé causée par le champignon *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs (Lamari et al., 2005). Communément désignée par l'appellation anglo-saxonne 'Tan Spot', la maladie de la tache bronzée ou maladie de la tache jaune (Sayoud et al., 1999). Huit races de *P. tritici-repentis* ont été identifiées à ce jour, en se basant sur leur capacité à provoquer la nécrose ou la chlorose dans un groupe d'hôtes différentiels chez le blé (Benslimane et al., 2013) (Figure12).

**L'Helminthosporiose du blé (*H. tritici repentis*) ou HTR**  
**tache auréolée ou tache bronzée du blé**  
 (*Pyrenophora tritici-repentis* ou *Drechlera tritici-repentis*)

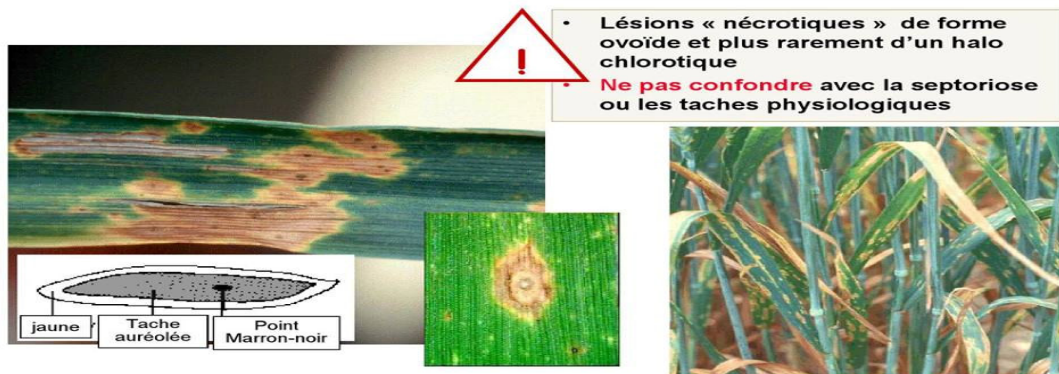


Figure 12 : Maladie de l'helminthosporiose (Abdi, 2015).

### II.1.4 Oïdium

Les premiers symptômes d'*Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* apparaissent sous forme d'un Duvet blanchâtre ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales, puis se développent sur les Feuilles des étages supérieurs (Ezzahiri et al., 2009). En cas d'attaque sévère les taches apparaissent aussi sur les gaines des feuilles et les Glumes des épis (Ezzahiri et al., 2009). pécoce. Dans ce dernier cas, il est recommandé d'examiner le système racinaire des plantes présentant les signes d'attaque de la maladie pour observer et confirmer s'il existe des nécroses.

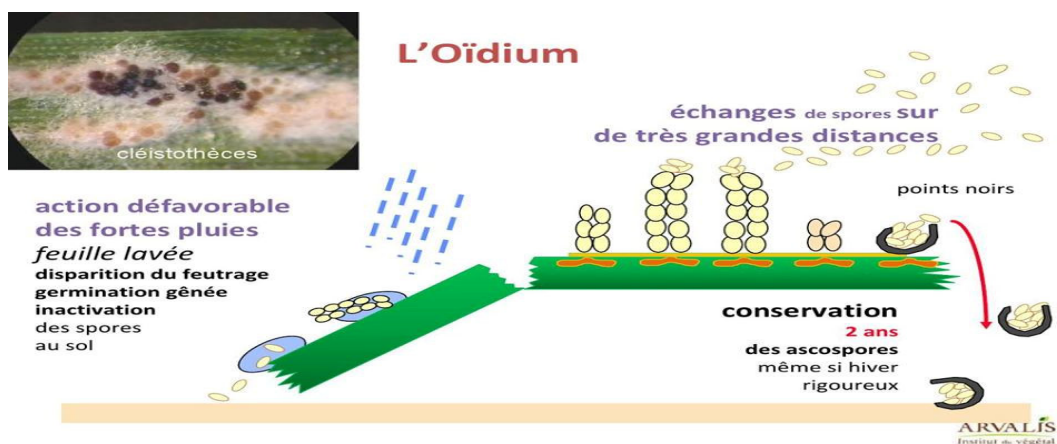


Figure 13 : Symptômes et cycle de développement de l'oïdium (Abdi, 2015).

## Chapitre III : Notion de stress et l'effet de stress salin

On peut considérer que la notion du stress implique d'une part, une déviation plus ou moins brusque par rapport aux conditions normales (moyennes) de la plante ou de l'animal et d'autre part par une réaction sensible de l'individu dans les différents aspects de sa physiologie, laquelle change sensiblement avec, soit adaptation à la nouvelle situation, soit à la limite dégradation menant à une issue fatale (**Leclerc, 1999**).

### III.1. Définition

Le stress est un ensemble de conditions qui provoquent des changements de processus physiologique résultant éventuellement en dégâts dommages, blessures, inhibition de croissance ou de développement (**Menacer, 2007**). On distingue deux grandes catégories de stress :

**a. Biotique** : imposé par les organismes (insectes, herbivores, ... etc.).

**b. Abiotique** : provoqué par un défaut ou excès physico chimique de l'environnement comme la sécheresse, les températures extrêmes, la salinité.

### III.2. Stress abiotiques

Peuvent résulter de trois types d'effets que le sel provoque chez les plantes :

#### III.2.1. Stress hydrique

Une forte concentration saline dans le sol est tout d'abord perçue par la plante comme une forte diminution de la disponibilité en eau, cela nécessite un ajustement osmotique. En dépit d'un ajustement osmotique correct, la toxicité ionique survient lorsque l'accumulation de sels dans les tissus perturbe l'activité métabolique (**Ben Mansor et Beddiar, 2011**).

#### III.2.2. Stress thermique

La température est l'un des principaux facteurs qui conditionnent la productivité des plantes. Les plantes qui poussent dans les régions désertiques et dans des régions cultivées semi-arides, sont soumises à des températures élevées en même temps qu'à des niveaux de radiations élevées, à des faibles humidités du sol et effet d'un stress hydrique.



### III.2.3. Stress salin

Le stress salin est une brusque augmentation de la concentration en sels qui conduit d'une part, à un afflux plus élevé d'ions dans la cellule suite à la chute de la concentration du milieu externe, d'autre part, à une perte d'eau par voie osmotique. Une abondance de sels dissous s'observe bien sur en milieu marin, mais aussi dans beaucoup de milieux terrestres **(Ben Hebireche, 2011)**.

### III.3. Salinité et stress salin

#### III.3.1. Définition

On définit ordinairement, sous le terme salinité, le processus pédologique suivant lequel le sol s'enrichit anormalement en sels solubles acquérant ainsi un caractère salin **(Servant, 1975)**.

D'après Herrero et Synder (1997), la salinité des sols plutôt un phénomène dynamique que statique, donc plusieurs mesures sont nécessaires pour évaluer son statut. Les principales manifestations de l'installation de ce phénomène sont les quantités importantes de sels plus solubles que le gypse dans la solution du sol. Mais également l'importance du sodium sur le complexe d'échange. Il est généralement établi une fois l'apparition de ce phénomène est souvent accompagnée par la formation des sols sodique.

#### III.3.2. Effet de la salinité sur la croissance et le développement

La réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par un effet dépressif sur la croissance et le développement (Ykhlef, 1993 ; Munns et *al.*, 1995 ; Chougui et *al.*, 2004). Le stress salin entraîne des modifications morphologiques, mais c'est le poids de la matière végétale sèche et la longueur des tiges qui rendent compte du milieu de la tolérance ou de sensibilité des plantes au sel **(Bekhouche, 1992)**. Parmi les modifications morphologiques des plantes au stress salin, il y a : Une faible ramification, une diminution de la longueur, du diamètre, du poids sec des tiges, racines. Un raccourcissement de l'entre-nœud et une diminution du nombre de nœuds, une réduction du nombre de feuilles **(Hamza, 1977)** et de la surface foliaire **(Larher et *al.*, 1987)**.

D'après (Hernandez, 1997), ce ralentissement de la croissance peut résulter de plusieurs facteurs à savoir : La perte de turgescence des cellules résultant du stress osmotique induit par

les solutions externes; l'accumulation excessive d'électrolytes créant une toxicité pour les cellules.

### **III.3.3. La réponse de la plante au stress**

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont : L'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante (**Zid, 1982**). Ces effets varient suivant le stade du développement, la tolérance à celle-ci augmente depuis la germination jusqu'à la fructification (**Lemee, 1978**).

Dans le même contexte (Maas et Grattan, 1999 in Askri et *al.*, 2007) signalant que la plupart des plants sont plus tolérantes au sel à la germination qu'à l'émergence et qu'aux premiers stades de croissance. La croissance foliaire est généralement plus affectée par le sel que la croissance racinaire : c'est le cas de l'Orge (**Elmekkaoui, 1990**) du sorgho (**Weimberg et al, 1984**) et du blé (**Ould Bannana, 1999**). La diminution de la croissance des organes aériens par le sel se manifeste par une réduction de la surface foliaire contrôlée par le nombre et la taille des cellules (**Ould Bannana, 1999**).

D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou variété. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, l'âge, de l'état physiologique de l'organe ; par exemple l'orge et le blé sont particulièrement résistants à la salinité après la germination (**Elmekkaoui, 2005**).

## Chapitre I : Matériel et méthodes

L'objectif de notre travail est d'étudier le comportement de deux populations du sud algérien et une variété fixe du blé dur exposées à un stress salin, et évaluer les populations sensibles et tolérantes d'une part, et d'étudier ce comportement sur terrain sous une serre multi-chapelle d'autre part.

### I.1. Matériel végétal

Les caractéristiques des accessions testées dans notre expérimentation sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 04** : Caractéristiques agro-morphologiques des accessions utilisées

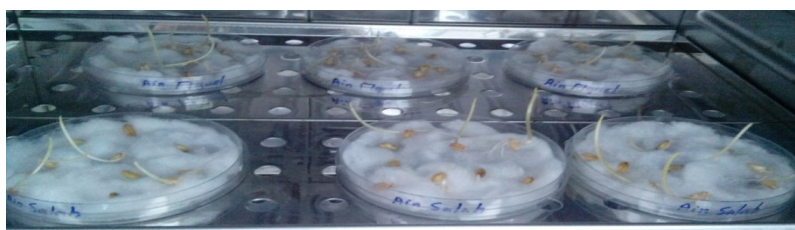
Variété	Origine	Cycle végétatif	Productivité	Tolérance a la sécheresse	Tolérance au froid	Tolérance à la verse
Gta dur	Mexique	Précoce	élevée	Résistante	Résistante	Tolérante
Ain mgel	Sud Algérie - Tamanraset	-	élevée	-	-	-
Ain saleh	Algérie – Aïn Salah	-	moyenne	-	-	-

### I.2. Test de germination

Le but de ce test est d'estimer le taux de germination pour éviter de rencontrer des pots dépourvus de plantes. Ce test a été effectué au laboratoire en suivant les étapes :

- sélectionner 10 grains sains du blé (ni cassés ni brisés) pour chaque répétition des trois.
- mettre ces grains dans des boites pétri équipées de coton humide pour favoriser l'imbibition par de l'eau nécessaire pour la germination.
- mettre les boites dans une étuve à 22°C.

Après cinq jour les grains commence à germer jusqu'à atteindre la faculté germinative (Figure 14).



**Figure 14** : Germination des grains du blé dans l'étuve (Original 2017).

### I.3. Site expérimental

Notre expérimentation s'est déroulée durant l'année 2016/2017, au niveau de la pépinière de El Hamadia qui se trouve sur le terrain de la commune d'El Hamadia, wilaya de Bourdj Bou Arreridj, latitude : 35.9796°, longitude 4.747467°, altitude 841 m au dessus du niveau de la mer, il appartient, selon la classification de koppen à l'étage bioclimatique méditerranéen avec été chaud (**Hamadache et al., 2002**).

### I.4. Dispositif expérimentale

L'essai s'étale dans des pots de 05 kg, il s'agit d'un BAC (Bloc Aléatoire Complet) avec 3 répétitions, chaque bloc est divisé en 9 pots espacés de 0.6m comme intra et inter-bloc.

Bloc 1	Bloc 2	Bloc 3
GTA 0	Am 0	AS 0
GTA 50	Am 50	AS 100
GTA 100	Am 100	AS 50
Am 0	AS 0	GTA 0
Am 50	AS 50	GTA 50
Am 100	AS 100	GTA 100
AS 0	GTA 0	Am 0
AS 50	GTA 50	Am 50
AS 100	GTA 100	Am 100

**Figure 15** : Dispositif expérimental « Bloc aléatoire complet »

### I.5. Itinéraire technique

**I.5.1. Préparation des pots et substrat** : Nous avons préparé le substrat le 21 février 2017 par un mélange d'un tiers de sable et autre de matière organique, et deux tiers de sol distribué dans 27 pots.

**I.5.2. Semis** : a été réalisé le 21 février 2017 avec un travail manuel, avec une densité de 4 grains par pots à une profondeur régulière de 1 à 1,5 cm pour faciliter la levée des plantules.

**I.5.3. Irrigation** : effectuée le 21/02/2017 et se répétée chaque trois jours avec un volume de 135ml pour chaque pots.

**I.5.4. Désherbage :** Les plantes adventices ont été désherbé manuellement le 28 février 2017.

**I.5.5. Fertilisation :** Un engrais de fond a été apporté le 05 avril 2017, il s'agit d'un apport d'azote (45/0/0) (Figure 16).



**Figure 16 :** Apport de l'azote (Original, 2017)

## I.6. Application du stress salin

Des solutions salines à base du sel (NaCl) sont préparées allant de 5,85g/5L jusqu'à 29,2g/5L et le traitement témoin. Afin de ne pas perturber la jeune plantule sensible durant les premières journées, nous avons procédé une graduation d'application de ces solutions salines. Le tableau 06 nous montre cette graduation.

**Tableau 05 :** Préparation et application graduée des différentes solutions salines

Solution	T	S1	S2	S3	S4
C NaCl (g /5L)	0	5,85	10,23	14,61	29,2
C (mM)	0	20 mM	35 mM	50 mM	100 mM

Nous avons appliqué le stress salin par irrigation avec quatre solutions de NaCl à des concentrations variées. Au début des irrigations, et pour éviter de choquer les jeunes plantules généralement sensibles, deux à trois concentrations de sels ont été appliqué avant d'arriver à la concentration souhaitée. Le cas de 50mM :

- la première irrigation par 20mM → une fois.
- la deuxième irrigation par 35mM → une fois.
- le reste des irrigations par 50mM → plusieurs fois jusqu'à la fin.

Le cas de 100mM :

- la première irrigation par 20mM → une fois.
- la deuxième irrigation par 50mM → une fois.
- le reste des irrigations par 100mM → plusieurs fois jusqu'à la fin, à partir du 16/4/2017 jusqu'au 21/5/2017. L'intervalle entre deux irrigations égale à 72 heures.



**Figure 17 :** Application du stress salin (Originale, 2017).

Le volume d'irrigation est de 135 ml durant trois stades différents (stade Tallage, Epiaison et stade de floraison).

## **I.7. Paramètres étudiés**

Nous avons procédé à un test de germination au laboratoire de phytopathologie à l'université de Bordj Bou Arreridj. Le travail du terrain a été effectué à la pépinière d'El Hamadia, sous une serre multi-chapelle. Les mesures ont été effectuées sur trois répétitions par variété et par bloc pour chaque paramètre.

De nombreux paramètres agro-morphologiques ont été suivis pour évaluer l'adaptation des accessions à une contrainte saline.

### **I.7.1. Taux de germination aux pots**

Il est exprimé par le rapport du nombre de grains germés dans la dernière journée (08jours) sur le Nombre total de grains. Sur l'essai de germination ont été déterminé le pourcentage définitif de germination (G%) →  $G\% = 100 (XT/N)$  où XT est le nombre total de grains germées et N le nombre total de grains mises à germer.

### I.7.2. Estimation du poids frais (PF)

L'estimation du poids frais a été effectuée comme suivant :

- après l'enlèvement de la plante du pot, et à l'aide d'un ciseau, nous avons coupés au collet pour séparer la partie aérienne et la partie souterraine.
- peser à l'aide d'une balance de précision, chaque partie à part pour déterminer le poids frais (PFt et PFr).
- peser la plante entière.
- mettre chaque partie à part dans des sachets de papier (Figure 18).



**Figure 18** : Estimation de poids frais et de poids sec (Original 2017).

**Tableau 06** : Date de réalisation de poids frais et poids sec

prélèvements Paramètres	1 <sup>ier</sup> prélèvement	2 <sup>ème</sup> prélèvement	3 <sup>ème</sup> prélèvement
<b>Poids frais</b>	17/04/2017	25/04/2017	08/05/2017
<b>Poids sec</b>	24/04/2017	02/05/2017	15/05/2017

### I.7.3. Estimation du poids sec (PS)

Les sachets en papiers, contenant des parties séchées de la plante, ont été pesés à nouveau pour déterminer le poids sec de la partie aérienne et de la partie racinaire. Le poids sec de la plante a été déduit par l'addition des deux poids.

### I.7.4. Taux de matière sèche (MS%)

La matière sèche de la feuille a été déterminé par la pesé de la feuille pour obtenir leur poids frais (PF), après 72 heures ou plus à l'étuve à une température de 72°C, les feuilles ont été pesées à nouveau pour obtenir leurs poids sec (PS). Nous estimons la matière sèche par la

formule suivante :  $MS\% = \left(\frac{PS}{PF}\right) \times 100$

**I.7.5. Longueur de l'épi avec barbe**

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

**I.7.6. Longueur de l'épi sans barbe**

Elle est mesurée sur des épis avec des barbes coupées à partir de la base de l'épi (1<sup>ier</sup> article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal.

**I.7.7. Nombre de talles par plante**

On compte à la main le nombre de talles émises par une plante.

**I.7.8. Longueur feuille**

Elle est mesurée à partir du limbe jusqu'à l'extrémité de la feuille étendard selon l'axe central de la feuille, elle est exprimé en « cm ».

**I.7.9. Largeur feuille**

C'est la mesure de la largeur du milieu de la feuille étendard, elle est exprimée en « cm ».

**I.7.10. Longueur entre nœuds**

Elle est mesurée à partir du dernier nœud jusqu'au deuxième nœud à l'aide d'une règle gradué en « cm ».

**I.7.11. Hauteur de la végétation**

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

**I.7.12. Diamètre de la tige**

C'est la mesure de la largeur du milieu de la tige à l'aide d'un pied à coulisse, elle est exprimée en « cm ».

**I.8. Notations****I.8.1. Dates de mesures des paramètres**

**Tableau 07** : Date de réalisation des paramètres agro-morphologique (avant/après stress).

Paramètre	La date
Hauteur et largeur de tige	(08-03-2017 / 16-04-2017)
Longueur et largeur de feuille	(08-03-2017 / 16-04-2017)
Nbr de talles	03-04-2017
Langueur de racine	16-04-2017
Nbr de nœuds	16-04-2017



Long de l'épie avec barbe	24/05/2017
Long de l'épie sans barbe	24/05/2017

### I.8.2. Dates des stades de cultures

➤ Tallage : 03/4/2017



Figure 19 : Stade tallage (Original, 2017).

➤ L'épiaison : 10/4/2017

➤ La floraison : 23/04/2017



Figure 20 : Stade floraison (Original 2017).

### I.9. Traitement statistique des données

L'analyse de la variance (ANOVA) a été adoptée pour déduire les effets du traitement appliqué. Elle a été effectuée à l'aide du logiciel STATISTICA 8.0.

Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogramme grâce au logiciel Excel.

## Chapitre II : Résultats et discussion

### II.1. Résultats des paramètres étudiés

L'analyse unidimensionnelle est représentée statistiquement par l'analyse de la variance ou communément connue par ANOVA.

Certains paramètres étudiés ont révélés des différences significatives statistiquement entre accessions comme premier facteur et la salinité comme deuxième facteur, mais d'autres paramètres ont donnés des différences non significatives.

#### II.1.1. Date de la levée

La levée est faite réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Soltner, 2005). Elle est donc marquée dès l'apparition de la première feuille : 28/02/2017.

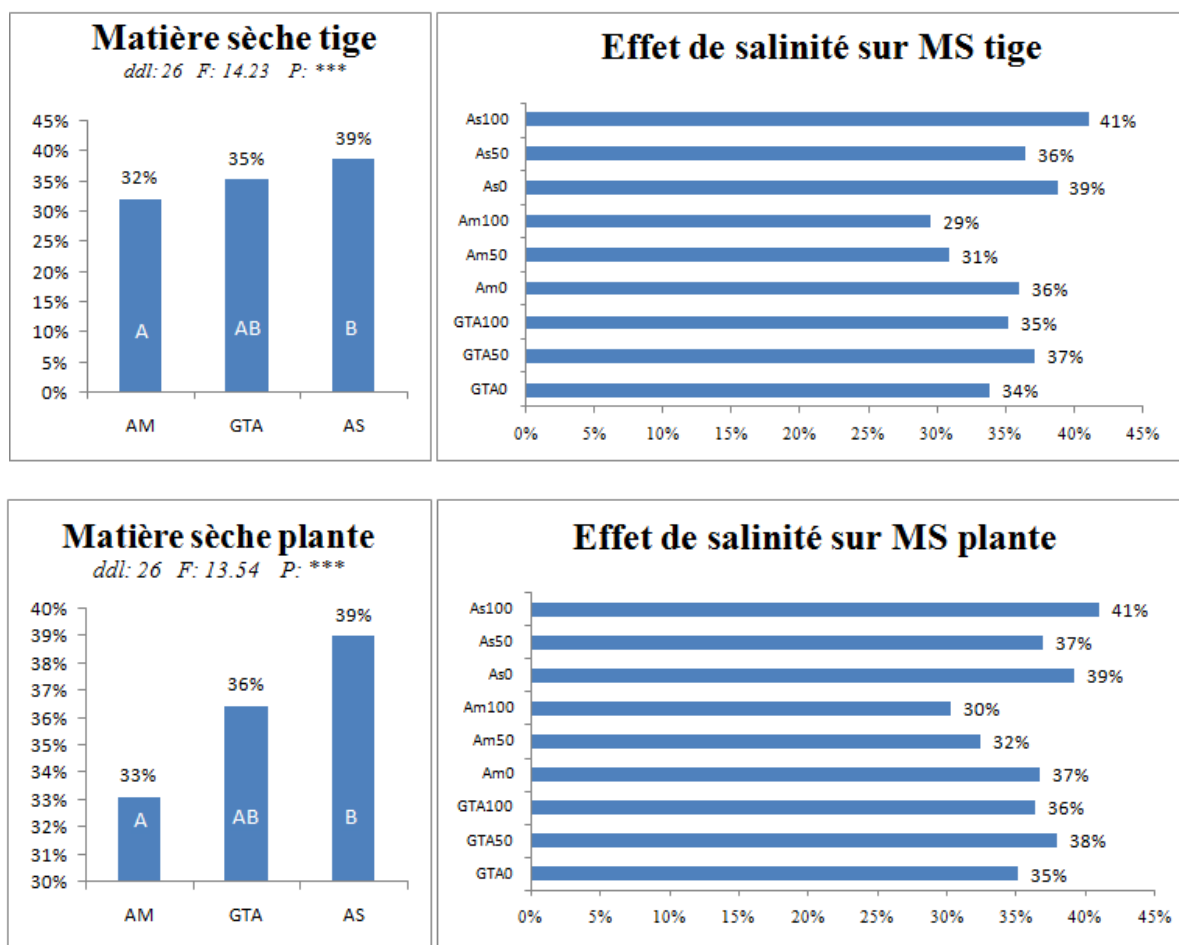


**Figure 21** : Apparition des premières feuilles (la levée) (Originale 2017).

#### II.1.2. Paramètres physiologiques (Matière sèche)

L'analyse de la variance du paramètre taux de matière sèche a révélée une différence non significative pour la partie racinaire, alors que pour la partie aérienne et la plante entière, la différence été très hautement significative (Annexe 01). Il est à signaler que l'effet salinité n'a pas donné une signification statistique mais l'interaction (accession x salinité) a montré une différence significative. Le test de Tukey nous a montré l'existence de 02 groupes homogènes chevauchants.

La population AS a présentée dans les deux cas un pourcentage élevé de matière sèche avec 39%, les deux autres accessions GTAdur et AM n'ont données que de faibles taux.



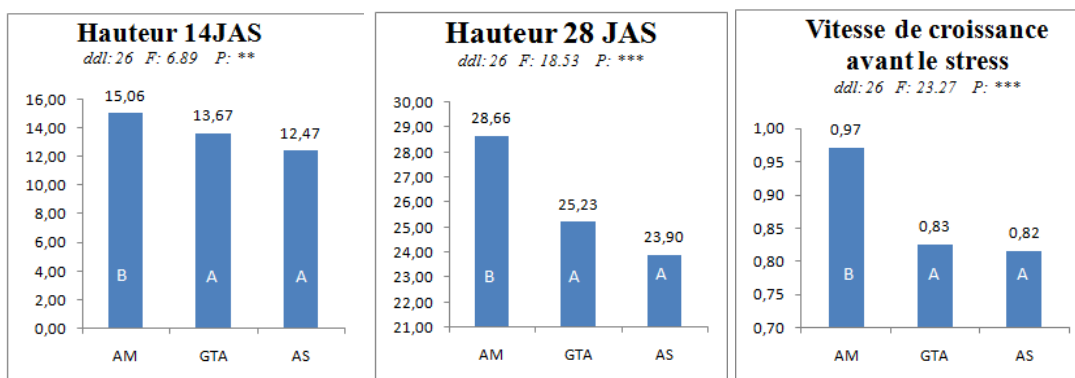
**Figure 22:** Paramètre « Taux de la matière sèche tige/plante entière ».

L'histogramme à droite (MS tige) nous a montré une augmentation du taux à 100mM d'NaCl pour la population AS, suivie par la variété GTA, puis AM qui a présenté un faible taux de 29%, contrairement à la population AM qui a donnée un taux élevé à 0mM (témoin). Ceci explique la bonne accumulation de la matière sèche chez AS au niveau de la tige.

La matière sèche représente les réserves métaboliques de la plante, ces réserves vont migrer vers les grains durant le pallier hydrique. Donc plus le taux de matière sèche est élevé plus le remplissage sera meilleur (Nadjem, 2011). Par conséquent un taux élevé en matière sèche va influencer positivement sur les rendements, le cas de la population AS. La structure de la tige est liée à la dimension des cellules épidermiques et les conducteurs de métaxylème, plus ces deux facteurs sont évolués plus l'alimentation hydrique est élevée et le taux de matière sèche augmente (Labdelli, 2011).

### II.1.3. Hauteur de la plante avant application du stress

L'analyse de la variance nous a montrée une différence hautement significative à 14 après jours semis (JAS), une différence très hautement significative à 28 JAS et même pour la vitesse de croissance. Il est à signaler qu'il ne faut pas prendre le facteur salinité en considération car l'application du stress a commencée à partir du premier prélèvement (28 JAS). Le test de Tukey nous a révélé l'existence de deux groupes homogènes distincts (Annexe 02).



**Figure 23** : Paramètre « Hauteur de la plante avant stress 14 et 28 JAS et VC ».

Une supériorité a été enregistrée pour la population AM que ce soit pour les hauteurs ou la vitesse de croissance, elle s'est séparé dans un groupe homogène à part. Les deux autres accessions GTA dur et AS ont données des hauteurs inférieures et elles s'est groupées dans un même groupe homogène.

Même si le deuxième facteur étudié n'a pas donné une signification, mais l'effet de salinité sur la population AM et la variété GTA nous montre une certaine adaptation après application des deux stress 50 et 100mM ce qui a influencé positivement sur les hauteurs, contrairement à la population AS qui a présenté une diminution d'hauteurs. Nous pouvons déduire que la population AM et variété GTA et présentent des potentialités d'adaptation aux contraintes salines avec une faible accumulation de matière sèche, en revanche la population AS a présenté une autre forme d'adaptation par une accumulation élevée de matière sèche. Le paramètre rendement et celui de la hauteur de la paille sont positivement corrélés (Meklich-Hanifi, 1983). En condition de stress (hydrique ou salin), une plante plus haute est capable de stocker plus de réserves glucidiques, ces réserves vont être transférées vers le grain au cours de la phase de remplissage, alors que la hauteur de la plante présente une corrélation modérée avec le rendement en grain sous stress sévère (**Ben Abdellah et Ben Salem, 1993**).

Par conséquent, la hauteur de la plante apparaît comme un critère de sélection important dans un programme d'amélioration du blé algérien envers le fléau de la salinité qui est entrainé de ravager nos sols jour après jour.

#### II.1.4. Hauteur de la plante après application du stress

L'analyse de la variance a révélée une différence non significative pour la hauteur de la plante après 38 JAS, la hauteur à 45 JAS a donnée une différence très hautement significative, mais la vitesse de croissance dans cette période pour le facteur accession a révélée une différence très hautement significative pour le facteur accession, significative pour la salinité et hautement significative pour l'interaction (accession x salinité). Le test de Tukey nous a montré l'existence de deux groupes homogènes distincts (Annexe 02).

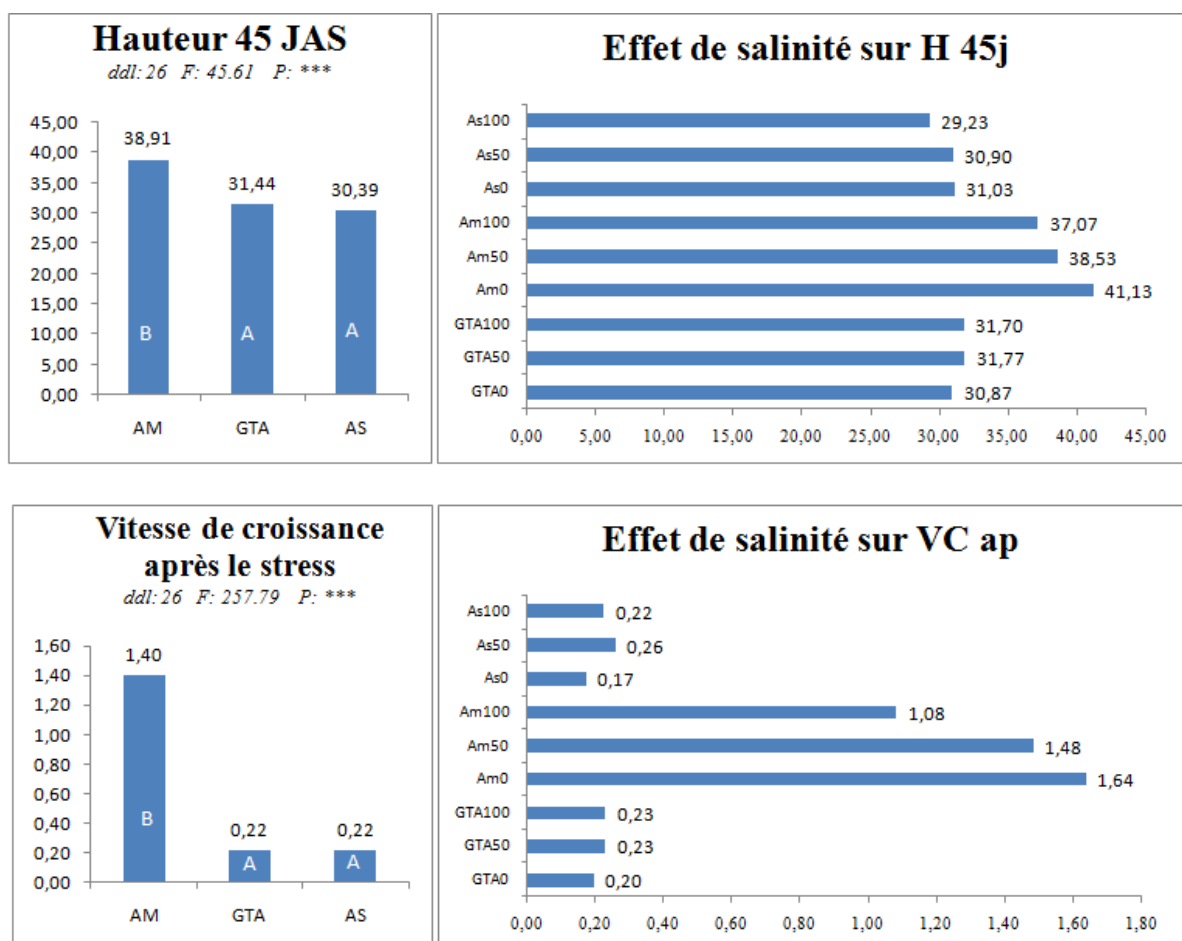


Figure 24 : Paramètre « Hauteur de la plante après 45 JAS ».

Une supériorité nette a été enregistrée chez la population AM que ce soit pour la hauteur à 45 JAS ou la vitesse de croissance après application du stress. Cette population s'est classée dans un même groupe, contrairement à GTA et AS qui ont donnée des hauteurs faibles et presque identique.

Pour la population AM, l'effet de salinité sur la hauteur à 45 JAS ou la vitesse de croissance après stress été très clair, par une diminution entre le traitement 0mM (témoin) et 50 ou 100mM d'avantage. En revanche, la variété GTAdur et la population AS ont montrées une augmentation timide avec l'augmentation de la concentration des sels.

La bonne vitesse de croissance ou la bonne hauteur après 45 JAS pour la population AM ne peuvent être des indicateurs de tolérance à la salinité quand il y a une diminution suite à un stress salin, mais la stabilité des deux autres accessions vis-à-vis une contrainte saline pourra leurs données d'importance dans des futurs programmes d'amélioration.

Feigin (1985) pense que le NaCl altère le métabolisme et les sites de réception des hormones impliquées dans la division et l'expansion cellulaire. Seule la forme d'adaptation, chez quelques accessions locales, est apte à réduire ce bouleversement, citant le cas des deux accessions GTA dur et AS. Cependant, ces deux accessions pourront probablement persister en présence d'une contrainte saline. Il faut signaler que les effets de salinité sur la croissance et la productivité végétale ne sont pas toujours négatifs.

D'autre part, une bonne croissance de la population AM pourra être un critère de qualité pour l'adaptation, Serte que l'effet de salinité a influencé négativement sur la croissance de cette population, mais la diminution n'été pas si grave, car la plante a pu terminer son cycle convenablement même en présence d'un taux de 100mM d'NaCl. 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**).

II.1.5. Paramètres de la feuille

L'analyse de la variance a révélée une différence très hautement significative pour la longueur de la feuille (Annexe 03) et le test Tukey nous a donné deux groupes homogènes distinct ; une différence significative pour la largeur de la feuille où le facteur salinité a aussi révélé une différence significative avec l'existence de deux groupes homogènes distincts ; une différence significative aussi pour la surface foliaire avec l'existence de deux groupes homogènes chevauchants.

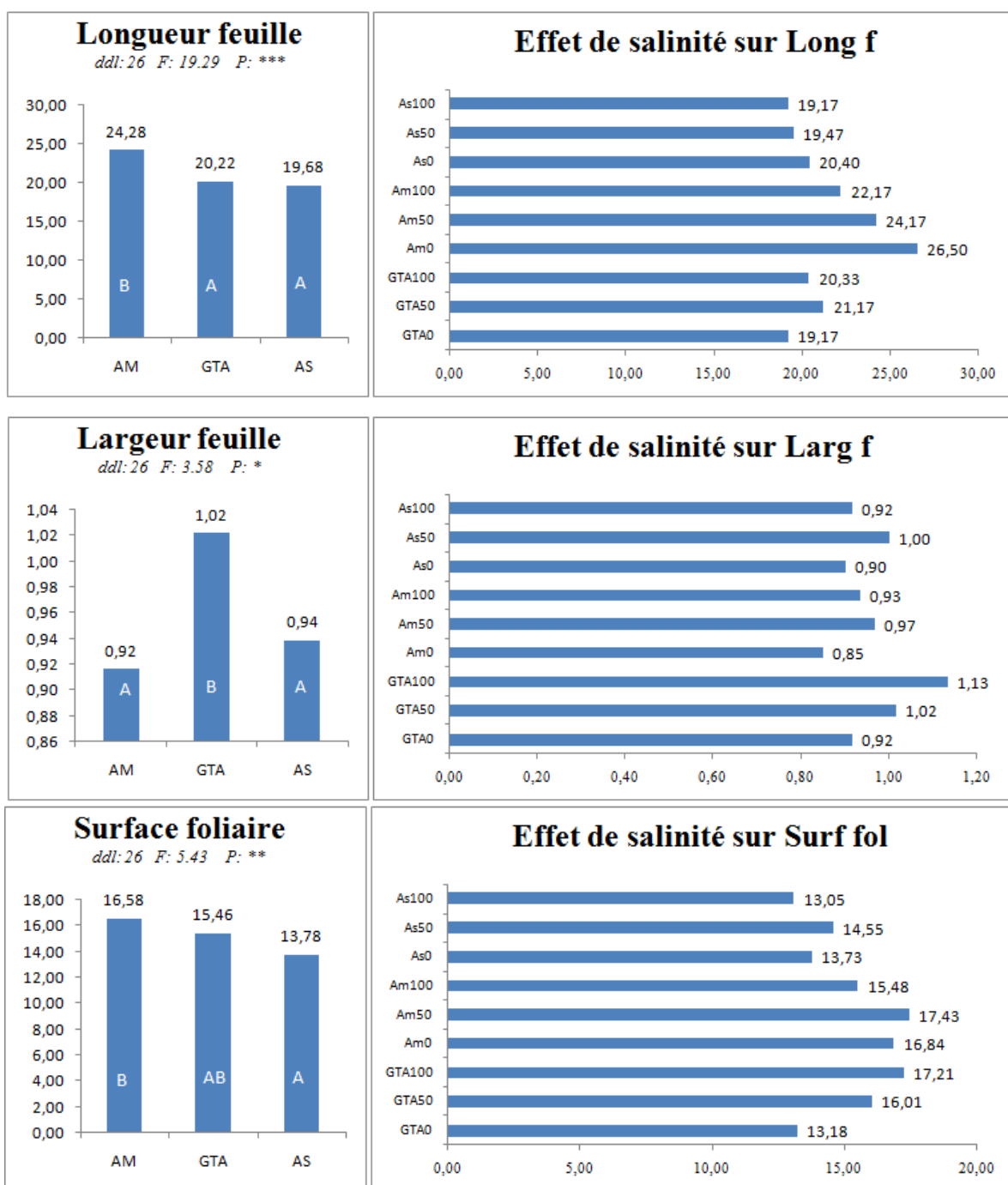


Figure 25 : Paramètre « Longueur de la feuille ».

Les deux populations AM et AS ont données des diminutions de la longueur de la feuille suite à l'exposition à un stress salin, contrairement à la variété GTA dur qui a enregistré une légère augmentation des valeurs. La longueur des feuilles est un paramètre très sensible sous l'action de sel. Pour **(Morgan, 1984)** et **(Blum, 1982)**, l'ajustement osmotique, surtout au niveau foliaire, est dû à l'accumulation de solutés et la composante passive (baisse de la teneur en eau) est négligeable. La longueur des feuilles est un paramètre très sensible aux déficits hydrique (stress salin), ce stress a abondamment réduit la longueur des feuilles **(Lebon et al., 2004)**.

Pour la largeur de la feuille, les deux populations AM et AS ont montrées une augmentation timide de la largeur de la feuille à 100mM, mais la variété GTA dur a enregistré une augmentation importante des valeurs tout en augmentant la concentration des sels. Le stress salin appliqué s'accompagne en plus de la perte de turgescence des cellules, d'une fermeture des stomates des feuilles qui est une réponse automatique dont le but est de minimiser les pertes d'eau par transpiration. Cette fermeture des stomates est considérée comme une « première ligne de défense » contre la dessiccation, car c'est un processus rapide et plus flexible que d'autres alternatives **(Calmes et al., 1985)**.

La variété GTA a enregistré une augmentation de la surface foliaire après application d'un stress de 100mM, les deux autres populations ont enregistrées une diminution. La plante a intérêt de diminuer la surface foliaire pour minimiser les pertes d'eau, car les symptômes d'un stress salin semble beaucoup à un stress hydrique, donc un des critères d'adaptation des plantes aux stress est l'influence sur la forme de la feuille. Les deux stress influent négativement sur la surface foliaire **(Wiegand et al., 1983)**. Le développement de la surface foliaire qui rythme mieux la consommation de la plante pour en conserver une partie afin d'assurer un remplissage adéquat du grain **(Richards et al., 1987)**. Donc les plantes à surface foliaire faible peuvent tolérer la déshydratation et maintenir un potentiel hydrique élevé.



## II.1.6. Paramètres d'inflorescence

L'analyse de la variance a révélée une différence hautement significative pour la longueur de l'épi sans barbes et une différence significative pour la longueur d'épi avec barbes. Le test de Tukey nous a montré l'existence de deux groupes homogènes distincts (Annexe 04).

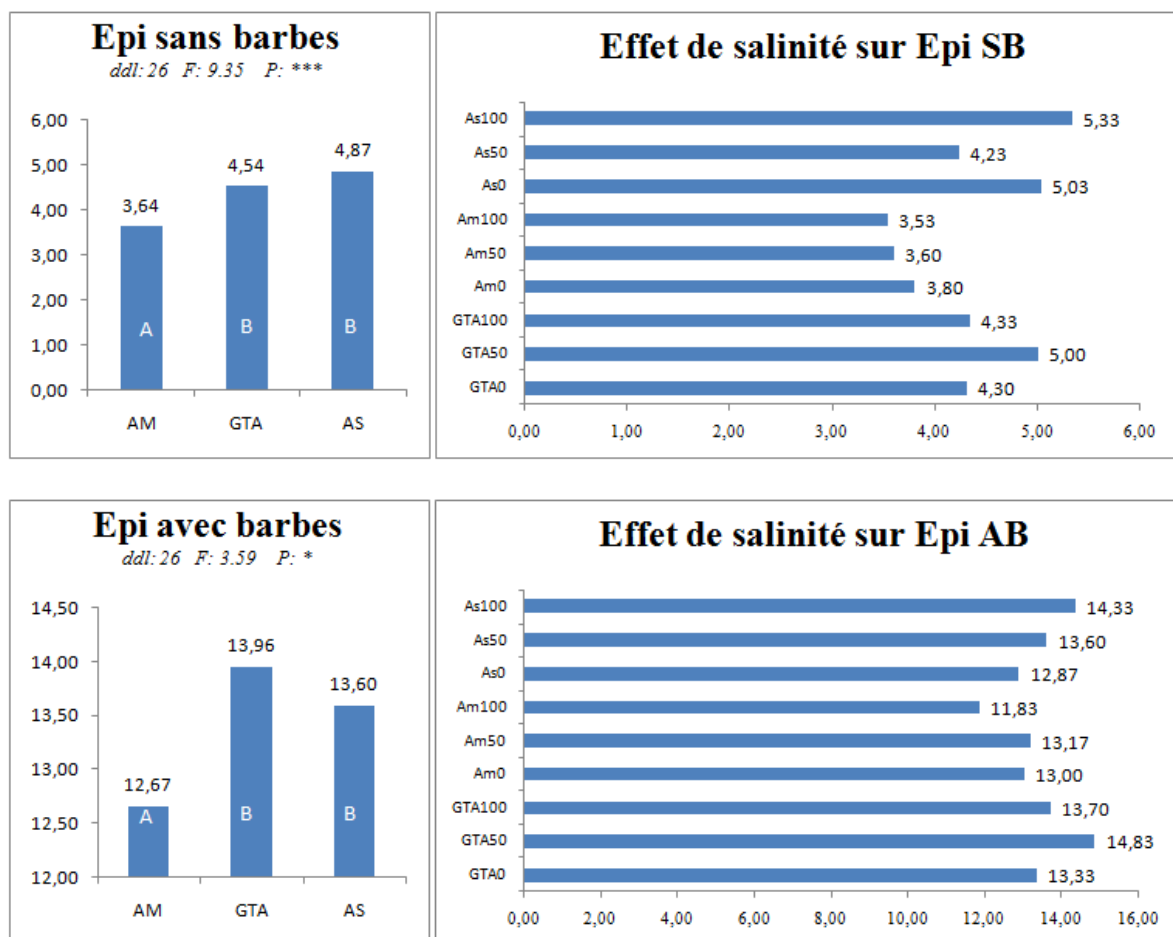


Figure 26: Paramètre « Longueur d'épi sans et avec barbes ».

La variété AM s'est distinguée dans un groupe homogène distinct avec une faible longueur, alors que la population AS a donnée les plus bons épis sans barbes et la variété GTA dur a donnée la longueur la plus élevée de l'épi avec barbes. La longueur de l'épi est un indice de rendement, car l'épi assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage du grain (Biscope et al., 1975). En cas de déficit hydrique (stress salin), la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun, 1997). La perte d'eau sera limitée lorsque la plante a un épi de courte barbe (Febrero et al., 1990).

## II.2. Résultats du test de corrélation (analyse bivariante)

Tableau 08 : Corrélations entre les paramètres étudiés après ajustement par le test Bonferroni

	MS pl	MS t	VC av	VC ap	Larg f2	Long f2	Surf fol	épi Sb
MS t	<b>0,91</b>							
VC av	-0,56	-0,54						
VC ap	-0,48	-0,48	<b>0,71</b>					
Larg f2	0,06	-0,02	-0,19	-0,30				
Long f2	-0,33	-0,40	0,57	<b>0,81</b>	-0,24			
Surf fol	-0,26	-0,39	0,35	0,45	0,55	<b>0,67</b>		
épi Sb	<b>0,64</b>	<b>0,64</b>	-0,51	<b>-0,61</b>	0,04	-0,44	-0,37	
épi Ab	0,54	0,50	-0,43	-0,38	0,40	-0,25	0,06	0,57

*Les valeurs en gras sont statistiquement significatives (à 0.00078%).*

Le paramètre taux de matière sèche plante **MSpl** est fortement corrélé avec le taux de matière sèche tige **MSt** ;

Le paramètre longueur d'épi sans barbes **épi Sb** est fortement corrélé avec **MSpl**, **MSt** et négativement avec la vitesse de croissance après application du stress **VCap**, cette dernière est aussi fortement corrélée avec la longueur feuille **Long f** ce qui signifie une augmentation de la vitesse de croissance quand la feuille est longue.

La vitesse de croissance avant l'application du stress **VC av** est fortement corrélée avec **VC ap**.

**MSt** : Matière sèche tige.

**MS pl** : Matière sèche plante.

**Vc av et Vcap** : vitesse de croissance avant et après le stress.

**Larg f2**: Largeur de feuille après stress.

**Long f2**: Longueur de feuille après stress.

**Surf fol**: Surface foliaire.

**Epi Sb** : Epi sans barbe.

**Epi Ab** : Epi avec barbe.

Le sud algérien est connu par un climat hyper aride, caractérisé par le déficit hydrique d'une part et la salinisation des sols et des eaux d'irrigation d'autre part. Les populations locales peuvent tolérer la sécheresse et la salinité suite à leurs adaptations à des conditions extrêmement difficile.

L'étude de la réponse au stress salin chez les trois accessions du blé dur testées a révélée l'existence d'une variabilité pour la plupart des paramètres mesurés. L'effet du stress salin n'a pas été si marqué entre les traitements et les témoins de chaque accession. Nous avons étudié la réponse de ces trois accessions de blé dur au stress salin, par analyse de variance de quelques paramètres physiologiques et agro-morphologiques.

Une diminution de la vitesse de croissance de la population AM suite à l'application d'un stress salin, contrairement aux autres accessions. Notant que la variété GTA a enregistré une augmentation de la surface foliaire après application d'un stress de 100mM, les deux autres populations ont enregistrées une diminution.

Suite à l'exposition aux contraintes salines, la plante à tendance à diminuer la surface foliaire en vue de minimiser les pertes en eau par transpiration. La bonne vitesse de croissance et la bonne hauteur de la population AM ne sont pas forcément des indicateurs de tolérance à la salinité, surtout quand il y a une diminution suite à un stress salin. La stabilité de la population AS et la variété GTA dur, vis-à-vis le stress salin, est un critère d'importance dans des futurs programmes d'amélioration.

Il est à signaler que les trois accessions utilisées n'ont montrées aucune infestation fongique durant l'expérience et les effets de salinité sur la croissance et la productivité végétale ne sont pas toujours négatifs.

Dans le cadre d'un futur programme d'amélioration et de valorisation de nos ressources génétiques, il serait souhaitable :

- d'appliquer cette étude sur plusieurs stades de culture.
- d'utiliser plusieurs accessions ou variétés.
- de finir les travaux du champ jusqu'à l'obtention des résultats de rendement.

## Références bibliographiques

---

- Abdi, 2015** : Distribution spatiale des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) et effet de la fusariose sur le rendement en zones semi arides de Sétif. Mémoire Magis. Uni. Sétif.
- Aboukhaddour RT., Kelly T., Stephen E. et Strelkov, 2013** : Race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* (tan spot of Wheat) in Alberta, Canada, *Canadian Journal of Plant Pathology*. (35) 256-268.
- Allioui, 1997** : Adaptation du blé dur (*triticum durum* desf) dans les conditions des hautes plaines constantinoises. Thèse Doct. Uni. Annaba. -7-
- Anonyme, 2016** : Bilan commerce extérieur des céréales Onfaa.inraa.dz.
- Anonyme, 2007** : la gestion des principales maladies foliaires des blés, Syngenta, notice technique 5, 4P.
- Anonyme, 2008** : Maladies et insectes des céréales en Algérie. Syngenta. Guide de champ.
- Aouali S. et Douici-Khalfi A., 2009** : Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.
- Bajji M., 1999** : Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés in vitro. Thèse Doct. Uni catholique de Louvain.
- Bammoun A., 1997** : Contribution à l'étude de quelques caractères morpho- physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* ssp *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.
- Beddiar S., 2011** : Etude de la variabilité intra spécifique de la tolérance aux stress salin du blé dur (*Triticum durum*) du stade germination. pp13-14.
- Bekhouche H., 1992** : Etude de la germination de quelques lignées de pois chiche, soumis à la salinité, croissance anatomie des racines. Mémoire D.E.S, Biol. Vég., Université d'Oran.
- Belaid 1996** : Aspects de la céréaliculture algérienne offices de publication universitaires 203P.
- Belkharchouche et al., 2009** : Vigueur de croissance translocation en grain de blé dur (*triticum drum* Desf ) sous condition semi arides. Courrier du Savoir, (09):17-24.

## Références bibliographiques

---

- Ben Hebireche N., 2011** : effet du stress salin sur l'accumulation de la chlorophylle chez le blé dur, p9. (Mémoire étude de l'effet du stress salin sur la germination de blé dur (*Triticum durum*)).
- Benabdallah N Bensalem M ; 1993** : paramètres morpho-physiologiques de sélection pour la résistance a la sécheresse des céréales in tolérance al a sécheresse des céréales en zone méditerranéenne .Diversité et amélioration variétale. Colloques 64 INRA. P 173-190.
- Bennaebi F., 2005** : Métabolismes glucidique et azote chez une Halophyte (*Atriplex halimus L.*) stressées a la salinité. Mémoire de magistère en physiologie végétale, Univesité Oran Senia, pp 50.
- Bennasoure A., 2004** : Guide pratique. Référentiel pour la conduite technique de la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf). Ed Maroc. 38p.;
- Benslimane H., Lamari L., Benbelkacem A., Sayoud R. et Bouznad Z., 2011** : Distribution of races of *Pyrenophora tritici-repentis* in Algérie and identification of a new virulence type. Phytopathol. Mediter. 1-9.
- Biscope P.V., Gallagher J., Littleton E.J., Monteinth K.L. et Scott R.K., 1975** : Barley and its environnement. Sources of assimilates. J. Appel. Eco; mémoire mast présente par Khalfa N. 12: 395. P53.
- Bonjean et Picard, 1990** : Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection. Softword – Groupe ITM, Paris, Mémoire Tlemcen. 208p.
- Bouatrous Y., 2013** : Effet du stress salin et l'haploïdisation chez le blé dur (*Triticum durum* Desf).
- Boukachabia, 1993** : Effet du stress salin sur quelques paramètres phoenologiques (biométrie, anatomie) et nutritionnels de l'Atriplex en vue d'une valorisation agronomique. Mémoire Mag. Université Ouargla -10-
- Boulif M., 2011** : Gestion intégrée des maladies du blé. Documentation d'appui. ENA de Meknès. 12p.
- Bourras, 2001** : Effet du stress hydrique sur les composantes du rendement de– quelques génotypes de blé dur – Thèse Mag – INA El Harrach. P9-10.
- Brahim E., 2001** : Les maladies du blé Identification, facteurs de développement et méthode de lutte, journal madre/derd ; Wilaya de Batna.

## Références bibliographiques

---

- Calmes et al., 1985.** Influence d'un déficit hydrique sur trois variétés de soja. Effet sur la protéogenèse des graines. *Agro*. Vol. 5, N° 2, p. 169 - 176.
- Chougui, 2004 :** Interaction iron-sainity, 1- relation of photosynthèse /K<sup>+</sup> (Roots) with other morphological, physiological, and biochemical aspect of tomato (*Lycopersicum esculentum* mill) Arab. uni. j. Sci. Ain Shms. Cairo, 12(2). Mémoire. Uni de costantine. pp481-497.
- Elmekkaoui, El-Mekkaoui M., 1990 :** Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé et amélioration des végétaux, Université de Nice Sophia Antipolis.
- Ezzahiri B., 2001 :** Les maladies du blé Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA 77, 4p.
- FAO, 2001 :** perspective alimentaire. Analyse des marches mondiales. [http://www. Fao. Org/010/ah 864 F/ ah 864 f00. Htm](http://www.Fao.Org/010/ah/864/F/ah864f00.Htm).
- Febrero A., Brot J., Brown R.H. et Araus J.L., 1990 :** The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling. *In: advanced trends in photosynthetic*, Mallorca, Spain (unpublished). P 53 mémoire mast présenté par Khalfa N.
- Feigin, 1985 :** Fertilization managment of crops irrigated with saline water. *Plant and Soil* 89: 285-299.
- Feuillet C., Langridge P. and Waugh R., 2007 :** Cereal breeding takes a walk on the wild side, *TRENDS in Genetics* 24 :24-32.
- Gate P et al., 1993 :** Les stades du blé – Brochure de l'ITCF. Thèse Uni. Annaba-8-
- Hamadache A., 2002 :** Effet de la date et de l'outil de comportement des bromes travail de sol sur le (*Bromus* sp) et le rendement de blé dur (*Triticum durum*). Dans la région de Sétif. Dans : *Céréaliculture*, 37, pp.24-29.
- Hamza M., 1997 :** Action de différents de chlorures de Sodium sur les physiologie de deux légumineuse (*Phasolus vularis*, sensible ) sensible et (*Hedysarum curnosum*, Tolérante) relation hydrique et ionique. Thèse doctoral, U.N.V, Paris VII.
- Harnadez S., 1997 :** Mécanisme physiologique et métaboliques de la résistance a la contrainte saline chez les végétaux supérieurs. Bibliographique, U.N.V. Rennu I, UFRSUEUMR CNRS. P20-653.

## Références bibliographiques

---

- Henry Y., Beyser J., 2000** : Origine des blés dans la science – H sène 26 : Thèse Doct .Unv. Annba. pp60- 62.
- Herrero et Synder 1997** : Aridity and irrigation in argon, Spain. Journal of aride environnements 35 Spain. Pp 535-547.
- Herry, Beyeser, 2000** : origine des blés dans la science –Hsène 26:60-62, MORSI-L - Thèse de doctorat.
- Jlibene M., 2011** : Options génétiques d'adaptation du blé tendre au changement climatique. Variétés à résistance multiple : Sécheresse, Cécidomyie, Septoriose, Rouilles brune et jaune. Institut National de la recherche Agronomique Edition. DIC. 63p.
- Kherfi W., Brahmi, 2011** : Mémoire étude de l'effet du stress salin sur la germination de blé dur (*Triticum durum*).
- Labdelli A., 2011** : étude des effets des variations morpho-structurales du system racinaire pour la tolérance a la sécheresse du blé dur (*Triticum durum Desf*). Mémoire de Magist. Université Oran. P 55.
- Lamari L., Bernier CC. et Smith RB., 1991** : Wheat genotypes that develop both tan Necrosis and extensive chlorosis in response to isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. Plant Diseases. vol 75. 121–122.
- Larher, 1987** : In les colloque d'IRA ; n37. Nutrition azotée des légumineuses, P. GUYED. INRA. Publication. pp181-192.
- Lebon G., Duche'ne E., Brun O., Magne' C., Cle'ment C. 200** : Flower abscission and inflorescence carbohydrates in sensitive and non sensitive cultivars of grapevine. Sexual Plant Reproduction 17: 71–79. Mémoire mast. présenté par Khalfa N.P 55.
- Leclerc, 1999** : Effet du stress salin et l'haploidisation chez le blé dur (*Triticum durum Desf*). Mémoire licence Uni. Ourgla. P12 .
- Lemee, 1978** : Synthèse bibliographique sur l'effet du stress salin sur la germination de blé Mémoire Licence. Uni Ourgla. P15.
- Mackey J., 1966** : Species relationship in *Triticum*. Proc. 2nd Int. Wheat Genet. Symp., Lund 1965. Hereditas, suppl; 2. Mémoire Univ. Constantine. Pp 237-276. Mémoire mast : présenté par : Labdelli Amina.

## Références bibliographiques

---

- Menacer F 2007** : Contribution à l'étude de l'effet de la salinité sur un marqueur biochimique, cas de la proline chez *Atriplex halimus* L. et *Atriplex conescens* (purch) Nntt, Pp99.
- Mermoud A., 2006** : Cours de physique du sol : Maîtrise de la salinité des sols. Ecole polytechnique fédérale de lausanne, 23p.
- Morgan J., 1984** : Osmo-regulation and waterin higher plants. Wheat conferece 2-9may, rabat, morocco annu. Rev. plant physiol. vol. 35:299-319.
- Munns et al., 1995** : The significance of a two-phase growth response to salinity in wheat and barley, *Aust. J. Plant Physiol.* 22 (1995) 561–569.
- Nadjem K., 2011** : contribution à l'étude des effets de semis directe sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Mémoire de Magist. Université Ferhat Abbas Sétif P 72.
- Ouissinaut, 1993** : Adaptation du blé dur *Triticum durum* dans les conditions des hautes plantes constantinoises. Thèse de Doctorat –UVI –ANABA.
- Ould Bannana MB., 1999** : Utilisation de quelque marqueurs physiologiques, biochimiques et chimiques (équilibre ionique) dans l'étude de la tolérance à la salinité chez le blé dur (*Tricum durum* Desf). Mémoire de magistère. Univ., ANNABA, pp 104.
- Richads RA., 1987** : Physiology and the breeding of winter-grown cereals for dry areas in-drought tolerance in winter cererals (srivastava j. production, acevedoe, varma, eds, carda Aleppo, pp.133-150.
- Robert D., 1993** : Les stades du blé. Edition. ITCF, mémoire Magist. Uni. Annaba -28-
- Sayoud R., Ezzahiri B. et Bouznad Z., 1999** : Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, Guide Pratique. Projet Maghrébin sur la Surveillance des Maladies et le Développement de Germoplasme Résistant des céréales et des Légumineuses Alimentaires. PNUD RAB/91/007 Maroc-Algérie - Tunisie. Trames Ed, Algérie. 64p.
- Servant, 1975** : Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphe- EDINRA, SES, Montpellier.
- Soltner D., 2005** : Les grandes productions végétales. 20<sup>ème</sup> édition. Collection science et technique agricole. pp 303-308.
- Surget A. et Barron, 2005** : Histologie du grain de blé. *Industrie des céréales*, 3-7.



## Références bibliographiques

---

- Weimberg, 1984** : Change in growth and water soluble solute concentration in *Sorghum bicolor* stressed with Na and K salts. *Physio. Plantarum*, 62, pp 472-480.
- Weir et al., 1984** : A winter wheat crop simulation model without water or nutrient limitations. Jour. of the Agriculture Science, Cambridge N° 102. Mémoire Mag. Uni. Annaba .371 - 382.
- Wiegand, C.L., Nixon, P.R. and Jackson, R.D. 1983** . Drought detection and quantification by reflectance and thermal responses. *Agricultural Water Management*, Vol. 7, No. 1-3, pp 303-321.
- Ykhlef, 1993** : effet de l'addition de l'azote et du potassium sur la tolérance du poivron doux à l'eau d'irrigation sale. Séminaire Maghrébin sur la protection de la culture. Novembre 1993, ISN Annaba Algérie.
- Zahri et al., 2014** : Statut des principales maladies, cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013. Journal of Applied Biosciences -77-
- Zid E., 1982** : Relation hydriques dans la feuille de *Citrus aurantium* : effets de l'âge et de la salinité. Rev. FAC. Sc. Tunis, 2, pp 195-205.
- ZID, E. et Grignon, C. (1991)** : Les tests de sélection précoce pour la résistance des plantes aux stress. Cas des stress salin et hydrique. L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Ed. Aupelf-Uref . John Libbey. Eurotext, Paris, pp. 91- 108.

## « Etude comportementale de quelques populations du blé dur (*Triticum Durum* Desf) algérien sous contraintes salines »

### Résumé

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes. L'Ouest et le sud algérien souffrent de ce fléau. L'effet dépressif du sel sur le blé dur, se manifeste à partir d'un seuil critique de concentration caractéristique de l'espèce ou de la variété et par conséquent la plante réagit de différentes manières.

Notre approche est d'étudier la sensibilité du blé dur algérien sous stress salin par l'évaluation de quelques paramètres agro-morphologiques de deux accessions sahariennes (AM et AS) en comparaison avec une variété commune (GTA dur).

La population AS a accumulée un taux élevé en matière sèche que ce soit pour la tige ou pour la plante entière d'une part, d'autre part la croissance a été affectée par les contraintes salines et ceci est marqué chez la population AM qui a montrée une diminution de la croissance surtout à 100mM. En revanche la population AS et la variété GTA dur ont présentées une certaine tolérance.

**Mots clés :** Blé dur (*Triticum durum* Desf), agro-morphologie, Accession, Contrainte saline.

### "دراسة سلوك مجموعات القمح الصلب المحلي تحت الإجهاد الملحي"

#### ملخص

تعتبر الملوحة عائق رئيسي يؤثر على نمو وتطور النباتات. تتميز الأراضي الجزائرية (الغرب والجنوب) باستفحال هذه الآفة التي تؤرق الباحثين , الأثر السلبي لهذه الأملاح يظهر على نبات القمح الصلب عندما يتعدى عتبة معينة حيث يتغير تصرف النبتة فزيولوجيا نتيجة لهذا الإجهاد. هدفنا هو دراسة حساسية القمح الصلب الجزائري تحت الإجهاد الملحي، وهذا بدراسة بعض الميزات وتقييم بعض المعايير الزراعية المورفولوجية للأصناف المنتقاة في تجربتنا (AM ، GTA ، AS) .

الصفة المحلي AS أظهر تكديس جيد للمادة الجافة سواء في جذع النبتة أو عمومها هذا من ناحية، ومن ناحية في تركيز 100 ميلي مول، في حين أن الصنفين AS و GTA أظهرتا بعض التأقلم مع الأملاح الأخرى لاحظنا تأثر الصنف AM في عملية النمو نتيجة للإجهاد الملحي حيث لوحظ انخفاض محسوس في النمو.

**الكلمات المفتاحية :** القمح الصلب، المعايير المورفولوجية الزراعية ، الصنف، الإجهاد الملحي

## « Compartmental study of some populations of Algerian durum wheat under salt constraints »

### Abstract

Salinity is a real problem that affects plant growth and development. West and South Algerian areas suffers from this upset. The negative effect of these salts appears on the solid wheat plant when it exceeds a certain threshold where the behavior of the plant changes physiologically as a result of this stress.

Our approach is to study the sensitivity of Algerian durum wheat under salt stress by evaluating some agro-morphological parameters of two Saharan accessions (AM and AS) in comparison with a common variety (GTA dur). The AS population has accumulated a high dry matter content for both the stem and the whole plant, on the other hand growth has been affected by salt stress and this is marked in the AM population which has showed a decrease in growth especially at 100 mM. The AS population and the GTA dur variety showed a certain tolerance.

**Key words:** Durum wheat (*Triticum durum* Desf), Morphology, Physiology, genotype, Stress salin.