

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

UNIVERSITE DE BLIDA -1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DE BIOTECHNOLOGIE



## Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme De Master académique

Spécialité : Biotechnologie végétale

Thème

**EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR 17 VARIETE DE  
BLE DUR DANS UNE ZONE SEMI-ARIDE**

Réalisé par Mr : Ben mebareke Mohamed Amine

Devant le jury composé de :

Mr. BEN MOUSSA.M	professeur	BLIDA1	président
Mme. BEADIA.MS	M.C.A	BLIDA1	promotrice
Mme. SEMIANI.Y	doctorante	INRAA	Co promotrice
Mme. BEN REBIHA.FZ	M.C.B	BLIDA1	Examinatrice
Mme. BOUZIANI.Y	doctorante	BLIDA1	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2014-2015

## *Remerciement*

Nous tenons à remercier et rendre grâce à Dieu le tout puissant de nous avoir donnée le courage et la volonté de mener à bon terme ce modeste travail.

A travers ce mémoire de fin d'étude nous rendons hommage à toutes les personnes qui ont fait que l'initiation, la réalisation et la finalisation de cette étude soit possible.

Nos plus vifs remerciement à :

Notre promoteur Mme Maria Stella; maître assistant chargé de cours à l'université SAAD DAHLEB BLIDA, pour avoir proposé ce thème et nous avoir formés tout au long de ce travail .Nous lui disons merci encore pour sa totale disponibilité et sa modaliste à notre égard.

Mme SEMIANI Yasmine en co\_promotion ; chercheur à l'Institut National de la Recherche Agronomique à Alger (INRAA) ,pour m'avoir initié et formé au long de mon travail. Je la remercie encore pour sa totale disponibilité.

Monsieur le Directeur général de l'INRAA ; Chahaat Fouad de m'avoir autorisé a accédé au niveau de l'institution.

Monsieur Benbelkacem A. ; chef de la division biotechnologie végétal et amélioration des plantes de m'avoir autorisé a accédé au laboratoire.

Monsieur SEMIANI Monhammed, chef de la division de Bioclimatologie de m'avoir autorisé à accédé au niveau de son laboratoire. Je le remercie pour son aide surtout pour la partie analyse des résultats (manipulation du logiciel).

Mes remerciements vont aussi à tous les membres de l'**INRAA**.

Au membre jury d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail à savoir **Pr BEN MOUSSA.M,**

**Mme BEN REBIHA.FZ, Mme BOUZIANE. Y**

## Dédicace

*A mes chers parents qui m'ont éclairé le chemin de la vie par leur grand soutien et leurs encouragements et par les énormes sacrifices durant mes études et qui ont toujours aimé me voir réussir, je les remercie*

A mes frères aimane et ousama.

A tout membre de ma famille.

A tous mes cousins et cousines.

A mes chers amis :; fatah, hocine ,sofiane ,saad eldine, ziane, moussabe.

## Résumé :

Dans les régions méditerranéennes spécialement en Algérie, le blé dur (*Triticum durum Desf*) est une culture importante. La production des blés en Algérie est insuffisante à la demande de la population.<sup>17</sup> Variétés sélectionnées à partir des essais internationaux ont été semées en bloc aléatoire complet avec trois répétitions. Plusieurs paramètres ont été mesurés à savoir : la surface foliaire qui est mesurée par planimètre, Nombre de grains par épis, Poids de mille grains, Poids de grain par épis, Longueur et largeur des barbes longueur et largeur de l'épi, longueur du rachis, longueur de la tige, Nombre de tiges par plant, la longueur des racines, le taux de chlorophylle mesuré par un appareil appelé le SPAD, Le nombre de tiges total a été déterminé.

L'analyse des résultats a été faite par le logiciel GENE STAT version 4, L'analyse montre qu'il n'y a pas de différences significatives entre les variétés pour l'ensemble des paramètres physiologiques et morphologiques étudiés, sauf pour la longueur des barbes; la différence était significative.

Mots clés : Blé dur (*Triticum durum Desf*), chlorophylle, morphologiques, physiologiques, rendement.

## **Summary:**

In the Mediterranean regions especially in Algeria, durum wheat (*Triticum durum* Desf) is an important crop. The production of wheat in Algeria is insufficient at the request of the population. 17 selected varieties from international trials have been sowing in randomized complete block design with three replications. Several parameters were measured to find out: the leaf area which is measured by planimeter, number of grains per ear, thousand grain weight, grain weight per ear, Languor width and length beards and width of the ear, languor spine, stem length, number of tillers per plant, the mixer his roots, chlorophyll levels measured by a device called the SPAD, the total number of tillers was determined.

Analysis of the results was made by the GENE STAT software version 4, n The analysis shows that there are no significant differences among varieties for all the physiological and morphological parameters studied, except for the length beards; the difference was significant.

Keywords: Durum wheat (*Triticum durum* Desf), chlorophyll, morphological, physiological , performance.

## ملخص:

في مناطق البحر الأبيض المتوسط وخاصة في الجزائر، القمح الصلب (*Triticum durum Desf*) هو المحصول الهام. إنتاج القمح في الجزائر غير كافي بناء على طلب من السكان، 17 صنف مختار من التجارب الدولية قد تزرع في تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بثلاثة تكرارات. تم قياس العديد من المعلمات لمعرفة: على مساحة الورقة التي تقاس بمساح، وعدد الحبوب في السنبل، وزن الألف حبة، وزن الحبوب في السنبل، عرض الإعياء واللحي الطول والعرض من السنبل، طول الساق، عدد الخلف في النبات، وخلاط جذوره، ومستويات الكلوروفيل قياسها بواسطة جهاز يسمى

SPAD

وقدم تم تحليل النتائج ببرنامج Gen stat وفقا لنسخة، 4 ويظهر التحليل أنه لا توجد فروق ذات دلالة إحصائية بين الأصناف لجميع المعلمات الفسيولوجية والمورفولوجية درس، باستثناء اللحي طول. كان الفرق كبيرا.

كلمات البحث: القمح الصلب (*Triticum durum Desf*)، الكلوروفيل، تشكلي، الفسيولوجية، المردود.

## LISTE DES TABLEAUX UTILISEES DANS LE TEXTE

Numéros	Titre	Page
01	<i>Superficies et productions mondiales des céréales à paille et maïs.</i>	6
02	<i>production mondiale de blé en 1996 .</i>	7
03	<i>Evolution de la production et des superficies emblavées au cours de la dernière décennie.</i>	8
04	les besoins en éléments majeurs pour un quintal	12
05	analyses granulométriques du sol	19
06	analyse chimiques du sol	19
07	origine des variétés	21
08	Les dates des stades phénologiques des variétés.	27
09	Les moyennes de la Longueur des plants.	28
10	Les moyennes de la Longueur de la tige.	30
11	Les moyennes de la Longueur de l'épi	32
12	Les moyennes de la Longueur de pédoncule	33
13	Les moyennes de la Longueur des barbes.	34
12	Les moyennes de surface de la feuille.	36
13	Les moyennes la nombre de talle fertile	38
14	Les moyennes la nombre de talle stérile	39
15	les moyennes de taux de chlorophylle	40
16	Les moyennes de la vitesse de croissance	41
17	Les moyennes du rendement..	42
18	Les moyennes de la longueur de la racine	43
19		
20		

## LISTE DES FIGURES UTILISEES DANS LE TEXTE

<b>Numéros</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>I.</b>	<b>Origine possible du blé dur</b>	<b>5</b>
<b>II.</b>	<b>Dispositif expérimentale</b>	<b>23</b>
<b>III.</b>	<b>Représentation graphique de la longueur de la plante</b>	<b>29</b>
<b>IV.</b>	<b>Représentation graphique de la longueur de la tige</b>	<b>31</b>
<b>V.</b>	<b>Représentation graphique de la longueur de l'épi</b>	<b>32</b>
<b>VI.</b>	<b>Représentation graphique du longueur de pédoncule</b>	<b>32</b>
<b>VII.</b>	<b>représentation graphique de la longueur des barbes</b>	<b>33</b>
<b>VIII.</b>	<b>Représentation graphique de La surface de la feuille</b>	<b>36</b>
<b>IX.</b>	<b>Représentation graphique de La nombre de talle fertile</b>	<b>38</b>
<b>X.</b>	<b>Représentation graphique de talle stérile</b>	<b>39</b>
<b>XI.</b>	<b>Représentation graphique de taux de chlorophylle</b>	<b>40</b>
<b>XII.</b>	<b>représentation graphique de la vitesse de croissance</b>	<b>41</b>
<b>XIII.</b>	<b>Représentation graphique de rendement</b>	<b>42</b>
<b>XIV.</b>		
<b>XV.</b>	<b>Représentation graphique de la longueur de la racine</b>	<b>43</b>
<b>XVI.</b>		

# TABLE DES MATIERES

<b>INTRODUCTION</b> .....	01
<b>1. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</b> .....	02
I- la culture du blé dur ( <i>triticum durum</i> desf.).....	02
II. Le stress.....	14
II-1 Notion de stress.....	14
II-2 Les types de stress.....	14
II-3 Effets du stress hydrique sur le rendement.....	17
<b>2 .MATERIELS ET METHODES</b> .....	19
I -Objectifs de l'essai.....	18
I.1 Etude du milieu d'expérimentation.....	18
I.2 Les caractéristiques naturelles de la région.....	18
II.1 Matériels végétales.....	21
II.2 Dispositifs expérimental.....	22
III Conduite de l'essai.....	24
IV Méthodes d'étude.....	24
V. Analyse statistique.....	26
<b>3. RESULTATS ET DISCUSSION</b> .....	27
I. Caractères phénologiques :.....	27
II. a-Résultats et discussions des paramètres étudiées.....	28
III.a-1 .Etude de caractères morphologiques.....	28
a-1-1.Hauteur des plants.....	28
a-1-2Langueur de la tige.....	30
a-1-3-Langueur de L'épi.....	32
a-1-4 la langueur de pédoncule:.....	33
a-1-5 Langueur de a barbe.....	34
a-1-6 La surface de la feuille.....	36

a-1-7-nombre de talle fertile.....	37
a-1-8-nombre de talle stérile.....	39
a-1-9 de taux de chlorophylle.....	40
a-1-10 La vitesse de croissance.....	41
a 1-11 rendements .....	42
a-1-12 longueur de racine.....	43

CONCLUSION.....	42
-----------------	----

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

## Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Les céréales sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**Slama et al., 2005**), selon **FAO, (2007)** leur production arrive jusqu'à **2001.5Mt**.

Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**Bajji, 1999**).

Le blé est une céréale importante en terme de consommation intérieure dans de nombreux pays du monde. Il sert principalement à la fabrication de semoule, matière première des pâtes alimentaires (**Feillet, 2000**). Sur la scène mondiale, la superficie moyenne consacrée annuellement à la culture du blé dur s'étend sur environ 18 millions d'hectares, ce qui donne une production annuelle moyenne approximative de 30 millions de tonnes arides et semi-arides là où l'agriculture est dans la plus mauvaise passe. Elle se caractérise par l'augmentations métriques (**Anonyme, 2002**).

Le blé est cultivé principalement dans les pays du bassin Méditerranéen à climat de la température couplée à la baisse des précipitations, en plus la désertification et la sécheresse tuent les sols agricoles (**Abeledo et al., 2008**).

Le blé dur représente environ 8% des superficies cultivées en blés dans le monde. De cette surface 70 % est localisée dans la région du bassin méditerranéen (**NACHIT, 1998**).

L'Algérie avant les années 1830, exporte son blé au Monde entier. actuellement l'Algérie importe son blé et se trouve dépendante du marché international (**Anonyme a,2006**). Par sa position de grand importateur de blé, l'Algérie achète annuellement plus de 5% de la production céréalière mondiale, cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (**Chellali, 2007**). En effet une production très insuffisante de 2.7 Mt pour couvrir les besoins du marché national et alimenter les stocks pousse à faire un recours systématique aux importations (**FAO, 2007**).

Cette faiblesse de la production de blé en Algérie était toujours liée aux effets du stress hydrique qui se fait ressentir de manière très importante depuis la dernière décennie (**Chaise et al., 2005**).

La capacité d'évaluer quantitativement les performances des plantes cultivées subissant un stress hydrique est très importante au niveau des programmes de recherche qui visent la réhabilitation et l'amélioration de la production en région semi aride (**INRA, 2000**).

La plupart des travaux effectués sur le blé dur dans le cadre de l'amélioration génétique de la tolérance au stress hydrique, se sont donnés pendant longtemps pour objectif primordial l'augmentation de la productivité, une approche basée sur les performances agronomiques. Actuellement, les programmes d'amélioration du blé s'intéressent de plus à l'amélioration génétique de la tolérance au stress hydrique. Cette amélioration exige d'étudier, d'identifier et de vérifier les caractères phénologiques, morpho physiologiques et biochimiques liés au rendement en condition de stress hydrique (**Pfeiffer et al., 2000**). Pour répondre à cette préoccupation, Ce travail a pour objectif de comparer le comportement de 17 variétés de blé dur sous stress hydrique, ceci par l'étude de quelques paramètres morphologiques, physiologiques et biochimiques.

Notre mémoire est présenté en deux partie :

la première partie de notre manuscrit présente une etude bibliographique sur le blé dur , la seconde traite les matériels et methdes que nous avons adoptés, ainsi que l'analyse et l'interprétation de nos résultat.

## CHAPITRE I MISE AU POINT BIBLIOGRAPHIQUES

### I- LA CULTURE DU BLE DUR (*Triticum durum* Desf.)

#### I-1 Dans le monde

Selon, **Kantety *et al.*, (2005)** , le blé dur est cultivé sur 10% des superficies réservées aux céréales ( blé dur, tendre, riz et maïs). La culture de cette espèce est surtout localisée dans les pays du pourtour méditerranéen (Algérie, Maroc, Espagne, France, Italie, Grèce, Syrie), le Kazakhstan, l'Ethiopie, l'Argentine, le Chili, la Russie, le Mexique, le Canada (**Ammar *et al.*, 2006**).

La production mondiale de blé dur est de 29.3 millions de tonnes moyennes annuelles pour la période 1988/1997 (**ADE ,2000**). Les plus grands producteurs de blé dur dans le monde sont l'Union Européenne avec une moyenne de production de 7,9 millions de tonnes (1987/1997). Cette production pour les quatre pays membre : l'Italie, la Grèce, la France et l'Espagne, avec une production moyenne annuelle respectivement égale à : 4,1 ; 1,5 ; 1,4 et 0,9 millions de tonnes. En dehors, de la Communauté Européenne les autres pays gros producteurs sont la Turquie, le Canada, les Etats-Unis d'Amérique dont la production est respectivement 4,3 ; 4,0 ; et 2,5 millions de tonnes.

#### I-2 En Algérie

En Algérie, la superficie consacrée traditionnellement aux céréales varie de 3 à 3,5 millions d'hectares. Le blé dur occupe une place privilégiée suite à son utilisation dans l'alimentation quotidienne de la population sous diverses formes. La superficie moyenne de blé dur varie de 0,82 à 1,49 x 10<sup>6</sup> ha pour la période 2000 à 2007. Les rendements restent faibles et très variables d'une année à l'autre, à l'image de la production qui varie de 4.9 à 20 millions de quintaux/an pour la même période , La culture des céréales d'hiver demeure encore difficile à maîtriser tant que celle-ci reste confrontée et soumise à plusieurs contraintes (aléas climatiques, faible maîtrise de l'itinéraire technique, etc.). La faiblesse de la production céréalière en Algérie découle en majeure partie des faibles potentiels des rendements. Il est donc impératif de faire accroître les rendements à l'hectare, parce qu'il n'est plus possible d'étendre les

superficiés consacrées à la culture des céréales d'hiver (**Benbelkacem et Kellou,2001**). D'après **Acevedo (1989)**, les futurs progrès visent l'accroissement du rendement dans les zones défavorable par le biais du développement de cultivars à adaptation spécifique au stress de l'environnement.

### **I.3 Classification :**

Le blé est une céréale autogame appartenant à la famille des graminées (Gramineae = Poaceae), qui comprend plus 10000 espèces différentes (**Mac Key, 2005**), à la classe des monocotylédones, genre **Triticum**. Le genre **Triticum** comprend plusieurs espèces dont les plus connues sont le blé dur (**Triticum durum Desf.**) et le blé tendre (**Triticum aestivum L.**).

Selon GRIGNAC, cité par MOULE (1980). *Triticum durum* se subdiviserait en trois sous espèces : *Mediterraneum*, *Syriacum* et *Europaeum*, correspondant chacun à un centre de diversification déterminé (Afrique du nord, Moyen orient et Caucase.).

### **I.4 Origine des génomes du blé :**

Dés le début du siècle, SAKAMURA (1918), a montre que les blés formaient une série polyploïde. Ensuite, par la méthode d'analyse génomique il a été clairement démontré que l'allopolyploïde a eu un rôle essentiel dans l'apparition du blé dur et du blé tendre. Les formules génomiques attribuées ont été :

AABB ( $2n = 4x = 28$ ) pour le blé dur ;

AABBDD ( $2n = 6x = 42$ ) pour le blé tendre.

L'espèce diploïde *T. urartu* ( $2n = 14$ , AA) a été le donneur du génome A ,sauf de la paire chromosomique 4A (DVORAK , 1988) .

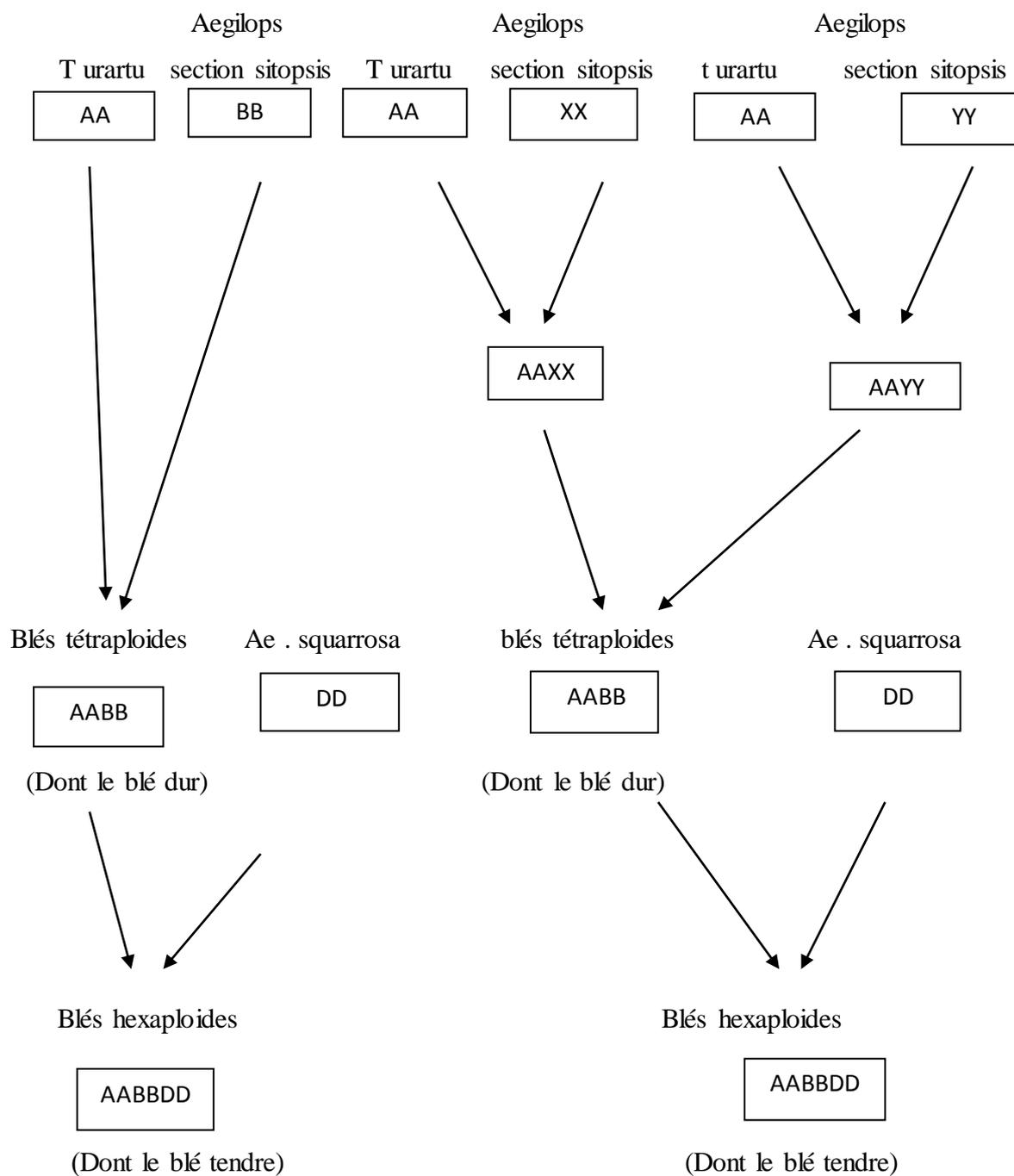
Le donneur du génome B demeure incertain et sujet à controverse (**KERBY ET KUSPIRA, 1987**).

Au moins six espèces diploïdes différentes d'*aegilops* de la sélection sitopsis ont été proposées comme source possible de génome B. la plus probable d'entre elles d'après les données les plus récentes serait *Aegilops searsii*. Certains auteurs donnent des arguments en faveur d'une origine polyphletique : Deux allotetraploïdes , AX et AY , ayant chacun le génome A ont pu s'hybrider et dans descendance les génomes X et Y ont pu se réarranger pour donner naissance au génome B . Enfin il n'est pas

impossible que le donneur du génome B soit une espèce éteinte ou, une espèce pas encore découverte.

L'espèce ayant apporté le génome D. dans *T. aestivum* a été caractérisée sans ambiguïté : C'est *aegilops* se serait hybridé avec *T. dicoccum* pour donner naissance au premier blé hexaploïde.

Le sens des croisements interspécifiques ayant conduit à la formation des blés polyploïdes a été déterminé par l'analyse de leur génomes chloroplastique et mitochondriaux. Le donneur de génomes B a été le parent maternel de l'hybride initiale (GALLAIS et BONNEROT, 1992). La figure N°01 nous donne une idée sur l'origine possible du blé d'après GALLAIS et BENNEROT (1992).



**Figure N° 01 : origine possible du blé dur**

Source : GALLAIS et BONNEROT (1992).

## I-5 Importance économique:

**Tableau N°1: Superficies et productions mondiales des céréales à paille et maïs.**

Céréales	Superficies (millions d'ha)				Productions (millions de tonnes)			
	1954	1968	1977	1986	1954	1968	1977	1986
<b>Blé</b>	135	224.2	225.6	228.9	151.5	328.2	381.5	535.8
<b>Riz</b>	97.4	128.3	143.4	145.40	166.2	299	366.2	475.5
<b>Maïs</b>	85.2	110.1	120.25	135.25	140	252.2	312.15	410.8
<b>Orge</b>	44.7	74.9	86	76.6	55.8	130.7	164	180.4
<b>Avoine</b>	37.2	32.3	30	25.6	49.4	54.2	51.5	47.8
<b>Seigle</b>	14.7	22.4	13	15.5	20.3	33.3	23	31.8
<b>triticale</b>	-	-	-	2.00	-	-	-	50.00

Source : BONJEAN et PICARD (1990).

Les premières évidences archéologiques de récolte des céréales datent de 8000 ans avant J.C dans le « croissant fertile » : Mésopotamie, Turquie et Palestine. A l'époque, la cueillette des formes sauvages aux rachis cassants à maturité, comme *T.boeoticum* et de l'amidonier *T.dicocoides* a été progressivement substituée par la récolte sans perte des grains, des formes aux rachis solides. Cette pratique a été un facteur déterminant dans la sédentarisation et le développement des civilisations (BONJEAN et PICARD, 1990).

Aujourd'hui encore, les céréales en général constituent une part importante des ressources alimentaires et des échanges économiques. L'amélioration des techniques culturales et la sélection génétique réalisées par l'homme depuis le début du siècle, ont conduit à une augmentation importante des rendements en blé qui sont passés de 8.6 qx/ha en 1900 à 22.4 qx/ha en 1984 (DOUSSINAULT et al., 1992).

Les surfaces se sont accrues d'environ 30% depuis 1950. La combinaison de deux facteurs, l'augmentation de la productivité et des surfaces, a conduit à un accroissement considérable de la production céréalière en général et du blé en particulier ; ceci a permis de faire face aux besoins alimentaires induits par l'explosion démographique que nous connaissons. Les tableaux n°01 et n°02 traduisent par des chiffres l'intérêt porté au blé parmi tant d'autres céréales.

**Tableau N°2: production mondiale de blé en1996**

Pays	Productions (millions de tonnes)
Chine	114400
Inde	70778
U.S.A	62662
France	39009
Russie	30960
Canada	26850
Australie	21269
Allemagne	19684
Turquie	18000
Pakistan	17970

Source : UNSCO (2001)

La production du blé en Algérie est insuffisante et instable comme dans tout le Maghreb, elle ne couvre que 25% d'une demande sans cesse croissante (BESSAOUD, 1986).

Cette insuffisante est due aux travaux de recherches et d'amélioration peu développés, rajoutant les conditions climatiques non stables particulièrement la sécheresse (Tableau3).

Les rendements fortement soumis aux aléas climatiques de la région méditerranéenne oscillent autour de 06 qx/ha (TUTWILLER, 1995).

**Tableau N°3: Evolution de la production et des superficies emblavées au cours de la dernière décennie**

Année	Superficie emblavée (ha)	Production (q)
2000	1485.830	4.863.340
2001	1.419.040	12.388.650
2002	1.350.740	9.509.670
2003	1.321.580	18.022.930
2004	1.372.495	20.017.000
2005	1.314.949	15.687.090
2006	1.357.987	17.728.000
2007	1.250.000	18.060.000
2008	1.230.601	09.350.000
2009	1.262.842	24.300.000

Source : (Anonyme, 2009)

## I.6 Caractéristiques morphologiques:

Les blés sont des plantes herbacées annuelles, monocotylédones, à feuilles alternes, formées d'un chaume portant un épi constitué de deux rangées d'épillets sessiles et aplatis. Les fleurs sont nombreuses, petites et peu visibles. Elles sont groupées en épis situés à l'extrémité des chaumes.

### I.6.1 Appareil végétatif

#### a. Les racines

Chez le blé il existe deux sortes de racines:

Les racines primaires ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination : la radicule qui débouche la 1<sup>e</sup> ; puis la 1<sup>e</sup> paire de racines sortir en même temps que la 2<sup>e</sup> paire racinaires. Ces racines qui sont constitués que de tissus primaire vont nourrir la plantule jusqu'au stade tallage.

Un système racinaire fasciculé assez développé, (racines adventifs ou coronaires) ;. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m50 de profondeur. (Soltner, 1990).

**b. La tige**

Sont des chaumes, cylindrique, souvent creux par résorption de la moelle centrale, mais chez le blé dur elle est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille. (PRATS, 1966).

**c. Les feuilles**

La feuille engaine la tige puis s'allonge en un limbe feuillé étroit à nervures parallèles, lancéolé, issues chaque une d'un nœud ; la gaine est un cylindre qui permet d'attacher le limbe au nœud.

L'oreillette ou les stipules sont des organes membranaires dépourvus de chlorophylle dont le rôle n'est pas encore bien déterminé (elles forment des joints empêchant particulièrement l'eau de pluie ou de rosée de s'infiltrer à l'intérieur de la gaine) ; La ligule est un organe membranaire qui se forme à l'adjonction entre le limbe et la gaine. (PRATS, 1966).

Chez toutes les graminées la présence et la forme des oreillettes ou stipules et de la ligule, permet de déterminer l'espèce avant l'apparition de l'épi. (Soltner, 1990).

**I.6.2 Appareil reproducteur****a. L'épi de blé**

L'inflorescence du blé dur est un muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entrenœuds.

Un épillet regroupe de deux à cinq fleurs, et souvent trois fleurs à l'intérieur de deux glumes. Chaque fleur est dépourvue de pétales, et est entourée de deux glumelles (pièces écailleuses non colorées). Elle contient trois étamines qui ont une forme en x (pièces mâles), et un ovaire surmonté de deux styles plumeux dichotomique (les pièces femelles). La fleur du blé est dite cléistogame C'est-à-dire que, le plus souvent,

le pollen est relâché avant que les étamines ne sortent de la fleur. Il s'attache alors au stigmate, ou peut se produire la fécondation. A cause du caractère cléistogame de la fleur, l'autofécondation est le mode de reproduction le plus fréquent chez les blés : ce sont les anthérozoïdes (ou spermatozoïdes) issus du pollen d'une fleur qui fécondent l'oosphère et la cellule centrale du sac embryonnaire de l'ovaire de cette même fleur (les cellules sexuelles femelles sont protégées dans un sac embryonnaire fermé au sein d'un ovule). (PRATS, 1966).

### **b. Le grain de blé**

Selon Soltner (2005) le grain de blé est un caryopse nu constitué d'un albumen représentant 80 à 85% du grain, d'enveloppes de la graine et du fruit (13 à 17% du grain) tandis que le germe n'est composé que de 30%.

Après fécondation, l'ovaire donnera le grain de blé. Dans le cas du blé, le grain est à la fois fruit et la graine. En effet, les enveloppes du fruit sont soudées à celles de la graine.

Le grain de blé est un fruit particulier, appelée caryopse. L'enveloppe externe est adhérente à la matière végétale de la graine et la protège des influences séparée du grain (embryon+albumen) et il est commercialisées en tant le grain contient 65 à 70 pour cent d'amidon ainsi qu'une substance protéique (le gluten) dispersée parmi les grains d'amidon. Le gluten est responsable de l'élasticité de la pate malaxée ainsi que de la masticabilité des produits à base de céréales cuits au four. Cette viscoélasticité permet de faire du pain de qualité :

L'embryon ou germe est la partie essentielle de la graine qui permettant la reproduction de la plante : en se développant il devient à son tour une jeune plante. Du fait qu'il contient beaucoup de matières grasses (environ 15%) ou d'huiles et qu'il pourrait donc rancir, le germe est souvent éliminé lors du nettoyage des grains. Les embryons de céréales sont vendus dans les boutiques de diététique car ils sont considérés comme très sains en raison de leur haute teneur en sels minéraux, vitamines, protéines et huiles.

## I.7 Exigence de la culture de blé dur

### I.7.1 La température

La température conditionne à tout moment la physiologie du blé, selon **Ruel, (1996)**, la vitesse de développement du blé est proportionnelle à la température. **Soltner, (2005)** indique que le blé peut germer dès que la température dépasse 0°C (zéro de végétation) au bout de 8 à 10 jours et ajoute qu'un abaissement de température (vernalisation) pendant l'hiver est nécessaire aux variétés dites d'hiver pour la mise à fleur ; Donc un traitement au froid ou vernalisation des graines de variétés non alternatives pendant 30 jours de 0° à 3°C au début de germination ; leur permet d'épier l'année de leur semis. La température exigée pour la vernalisation doit demeurer supérieure au zéro de croissance (**Anonyme I , 2003.**). Des températures trop faibles peuvent causer des dégâts en fonction des stades de développement du blé ; une chute brutale de température entre le stade de germination et le début tallage occasionne de graves dégâts en raison de la faible résistance du blé au froid durant cette phase (**Ruel, 1996**).

### I.7.2 La lumière

Selon **Soltner (2007)** le blé d'hiver est le type de plante de jours longs. Sa floraison est en effet favorisée par l'allongement du jour 12 à 14 heures selon l'espèce et la variété ; sont nécessaires pour permettre le démarrage de la phase reproductrice (**Ruel, 1996**).

### I.7.3 L'eau

Dès la germination, l'eau peut constituer un facteur limitant de la croissance de blé (**Moule, 1980**), Ce dernier a des besoins en eau d'environ 550 mm en moyenne au cours de son cycle de développement (**Boulai et al. 2007**), Cette quantité doit être bien répartie durant les différentes phases de son cycle.

La quantité d'eau influe sur l'élaboration de la matière sèche, la quantité d'eau évaporée par la plante pour l'élaboration d'un gramme de matière sèche est appelée coefficient de transpiration. S'il faut environ 500 grammes d'eau pour élaborer 1 gramme de matière sèche de blé, donc pour une récolte de 50qx/ha, il faut environ

4.250 mètres cubes d'eau, soit une pluviométrie de 425 mm/an, et en comptant les pertes par évaporation du sol, 580 mm environ par an (Soltner, 2005).

### I.7.4 Le sol

Le blé prospère sur une gamme assez variée de sols, les meilleures terres pour le blé sont les terres de limon argilo-calcaires et argilo-siliceuses (Moule, 1980).

Soltner, (2005) détermine trois caractéristiques pour une bonne terre à blés:

- ✓ Une texture fine, limono-argileuse, qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact, et partant une bonne nutrition ;
- ✓ Une structure stable, qui résiste à la dégradation par les pluies d'hiver. Le blé n'y souffrira pas d'asphyxie et la nitrification sera bonne au printemps ;
- ✓ Une bonne profondeur, et une richesse suffisantes en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux gros rendements.

### I.7.5 Les besoins nutritifs

Selon Soltner(1990) les besoins en éléments majeurs par rendement pour les graines et pour la graine plus la paille sont inscrits dans le Tableau N°4.

**Tableau N°4 :** les besoins en éléments majeurs pour un quintal (Soltner, 1990).

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	S
Par quintal	Grain seul	1.9	1	0.5	0.15	0.15	0.25
	Grain+ Paille	2.4	1.25	1.7	0.75	0.40	0.45

## I.8 Contraintes de la production de blé en Algérie

### I.8.1 Contraintes climatiques

Les variations interannuelles de la production de blé sont dues principalement aux conditions climatiques qui varient chaque année et qui jouent un rôle dominant sur les fonctions de croissance et de développement (GATE.1995).

- **Pluviométrie :**

En Algérie quel que soit la zone cultivée, la pluviométrie est un facteur prédominant qui conditionne fortement les récoltes (**Feliachi, 2000**). La pluviométrie est globalement déficitaire, elle varie de 350 mm à 550 mm (**Hachemi et al. 1979**).

- **Température :**

D'après (**Gate, 1995**), le froid constitue un des facteurs limitant de la production du blé dur, il précise qu'une seule journée avec une température minimale (inférieure à  $-4^{\circ}\text{C}$ ) entre le stade épi à 1cm et un nœud pénalise le nombre de gains par épi. Les gelées printanières, dans les hautes plaines et même dans les plaines d'intérieurs à basse altitude causent des pertes importantes par gels des épis au stade floraison (**Hachemi et al. 1979**).

Les hautes températures sont aussi parmi les facteurs intervenant dans la limitation du rendement. En effet, si une hausse de température survient au stade remplissage du grain, elle peut faire chuter le rendement de 50% par l'échaudage (**Chaker et Brinis, 2004**).

### **I.8.2 Contraintes techniques**

Un faible taux d'utilisation des engrais, ainsi qu'un mauvais suivi des techniques culturales, utilisation des outils inadaptés et à un étalement des semis au-delà des délais techniques requis, rendent les céréales vulnérables à tout éventuel stress hydrique, notamment en fin de cycle (**Anonyme I,2008**)

### **I.8.3 Contraintes foncières**

Le statu de la terre d'une part, le morcellement et la dimension des exploitations, d'autre part, constituent des entraves aux tentatives d'amélioration de la production céréalière (**Anonyme, 1999**). D'après **Rachedi( 2003)**, 60 % des superficies sont situées sur des terres peu productives et les efforts d'intensification et de mécanisation deviennent difficiles.

### **I.8.4 Les contraintes économiques**

Elles sont liées aux coûts de production élevés résultant de la cherté des facteurs de production et de matériel agricole, ainsi qu'à la disponibilité insuffisante des intrants en qualité dans les délais recommandés.

## II. Le stress

### II-1 Notion de stress

Selon les définitions, le stress chez les plantes apparaît avec des significations différentes en biologie, qui convergent principalement en attribuant le stress à n'importe quel facteur environnemental défavorable pour une plante (**Levitt, 1982**). **Tsimilli-Michael et al., (1998)** considèrent que le stress a une signification relative, avec un contrôle comme état de référence, ils considèrent le stress comme une déviation du contrôle à une contrainte. Selon **Jones et al., (1989)**, un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux.

D'autre part, les stress environnementaux nés de la fluctuation des facteurs abiotiques (Sécheresse, salinité, température) affectent les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (**Madhava Rao et al., 2006**).

### II-2 Les types de stress

#### II-2-1 Le stress thermique

##### A. Les hautes températures

Dans les zones arides et semi-arides d'altitude, le stress thermique peut intervenir même en début du cycle. **Karou et al., (1998)** observent une forte réduction du nombre de plantes levées par unité de surface, suite aux effets des hautes températures automnales. Ces effets s'amenuisent à mesure que le semis est fait tardivement (**Fischer, 1985**).

L'effet des hautes températures au semis se manifeste par une réduction de la longueur du coléoptile (**Hazmoune, 2000**). **Rawson (1988)** réussit à montrer que l'effet pénalisant de l'élévation de la température est surtout dû au fait que la plante n'arrive pas à absorber les éléments nutritifs et l'eau et les utiliser au rythme imposé par le stress thermique. **Hauchinal et al., (1993)** remarquent une réduction du rendement des semis tardifs, liée à une diminution du nombre d'épi et du poids moyen du grain, causée par les effets des hautes températures. Ils notent aussi que l'effet

pénalisant du stress thermique se matérialise par une accélération du développement et une réduction des dimensions des organes constitutifs de la plante.

La résultante est un effet négatif sur la productivité globale de la plante. **Wardlaw et al., (1989)** montrent que la baisse du rendement due au stress terminal, est corrélée positivement à la réduction du poids moyen du grain et à la variation du nombre de grain/m<sup>2</sup>. L'élévation de la température, tard au cours du cycle de développement de la plante, et particulièrement après anthèse, est une contrainte à l'augmentation des rendements en zone semi-aride (**Bouzerzour et Benmahammed, 1994**).

L'effet des hautes températures se manifeste par une accélération de la sénescence foliaire et l'arrêt de la croissance du grain (**Dakheel et al., 1993**). **Wardlaw et al., (1989)** montrent que la température optimale pour le développement et le remplissage du grain, varie de 12 à 15 C° pour de nombreux génotypes de céréale à paille. Ils observent une diminution de 3 à 5 % du poids du grain pour chaque degré d'augmentation de la température à partir de la base des 12 à 15 C°. Dans l'écart des moyennes de températures de 12 à 15 C°, une réduction de la durée de remplissage est compensée par une augmentation du taux de remplissage, avec pour effet peu de variation du poids moyen du grain (**Wardlaw et al., 1989**).

## B. Les basses températures

L'altitude et un climat de type méditerranéen imposent un hiver très froid et pluvieux, le froid hivernal limite la croissance au moment où l'eau est disponible et allonge le cycle de la plante pour l'exposer à la sécheresse du début de l'été (**Chenaffi et al., 2006**). Les dégâts de gel tardif sont très fréquents sur céréales, rendant l'adoption des variétés précoces trop risquée (**Bouzerzour et Benmahammed, 1994**). L'adoption de la stratégie de l'esquive comme moyen pour échapper au stress thermique de fin de cycle, est peu opérante dans le cas où les génotypes précoces sélectionnés ne sont pas génétiquement résistant au froid (**Mekhlouf et al., 2006**).

L'abaissement brutal de la température, en dessous de 0 °C, provoque de nombreuses perturbations au sein du végétal. Lorsque la température chute fortement, des cristaux de glace se forment dans les espaces intercellulaires déshydratant les cellules dont l'eau est appelée vers ces espaces. La membrane plasmique perd sa perméabilité spécifique et il y a perturbation du fonctionnement cellulaire (**levitt, 1982**).

La réversibilité du phénomène n'a lieu que si la structure cellulaire n'est pas fortement endommagée. Lors du dégel, les cellules intactes se réhydratent et redeviennent fonctionnelles (**Blouet et al., 1984**). La déshydratation des cellules s'accompagne d'une augmentation de la concentration en substances organiques, et en sels minéraux.

D'après **Passioura (1996)**, si le froid persiste, il y a dessèchement foliaire. Les basses températures réduisent la croissance durant l'hiver alors que les plantes peuvent utiliser plus efficacement l'eau stockée dans le sol suite à la faible demande climatique qui caractérise cette période.

### II-2-2 L'éclaircissement

La lumière est la source d'énergie qui permet à la plante de décomposer le CO<sub>2</sub> atmosphérique des glucides. La lumière est donc un facteur climatique essentiel et nécessaire pour la photosynthèse (**Diehl, 1975**).néanmoins, elle peut devenir une source de stress par son intensité, éclaircissement trop faible ou trop élevé, conduisant à des phénomènes de photosensibilisation dangereux pour la plante (**Lecler, 1988**). Sous les conditions de cultures des hautes plaines, c'est plutôt l'excès de l'éclaircissement qui est un stress, conduisant à la photo-inhibition des centres réducteurs des photo-systèmes (**Ykhlef, 2001**).

### II-2-3 Stress salin

En région méditerranéenne, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale, nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité. (**Arbaoui et al, 2000**).

### II-2-4 Le stress hydrique

Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité agricole autour du monde (**Boyer, 1982**). Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (**Boyer, 1982**). Il existe de nombreuses définitions du stress hydrique. En agriculture, il est défini comme un déficit marqué et ce compte tenu des précipitations qui réduisent significativement les productions

agricoles par rapport à la normale pour une région de grande étendue (**Mckay, 1985 in Bootsma et al., 1996**). En effet, on assiste à un stress hydrique lorsque la demande en eau dépasse la quantité disponible pendant une certaine période où sa mauvaise qualité limite l'usage (**Madhava Rao et al., 2006**).

### **II-3 Effets du stress hydrique sur le rendement**

Le rendement en grains est la résultante de diverses composantes qui sont déterminées à différentes périodes du cycle de la plante (**Day et al., 1978**). Chez les céréales, le rendement en grains dépend du génotype, de l'environnement et de la disponibilité en éléments minéraux du sol (**Nemmar, 1983**).

Le déficit hydrique, de nature intermittente, est une des principales causes des pertes de rendement du blé dur, pouvant aller jusqu'au sinistre total. Il affecte toutes les composantes du rendement et en particulier le nombre de grains par épi et le poids moyen du grain (**Chennafi et al., 2006**). Selon (**Debaeke et al., 1996**), le déficit hydrique précoce, au cours de la montaison, réduit le nombre d'épis et le nombre de grains par épi. Le poids moyen du grain, quant à lui, est affecté par le déficit hydrique de la post-floraison, qui accélère la sénescence foliaire et réduit la durée de remplissage. Provoquant ainsi l'échaudage (**Benbelkacem et Kellou, 2001**). (**Abbassenne et al., 1998**) mentionnent que sous conditions pluviales des hautes plaines orientales, la durée de remplissage et par conséquent le poids du grain atteignent rarement leurs maximales, induisant une baisse du rendement.

**Chapitre II****Matériels et Méthodes****I Objectifs de l'essai**

L'expérimentation fait partie d'une série d'essais nationaux dont l'objectif est de faire une évaluation des différents caractères agronomiques et phénotypiques de 17 variétés de blé dur cultivées en Algérie dans la station expérimentale d'INRAA, en vue d'identifier les variétés qui expriment au mieux leurs qualités agronomiques et technologiques vis-à-vis de l'environnement.

**I.1 Etude du milieu d'expérimentation**

L'essai a été réalisé au niveau de la station expérimentale de l'institut nationale de la recherche agricole (d'INRAA), durant la campagne 2014/2015.

**I.2 Les caractéristiques naturelles de la région**

Afin d'asseoir une agriculture durable, la connaissance du milieu naturel est indispensable. Ceci permettrait à moyen et à long terme de préserver les ressources naturelles et d'accroître le niveau de productivité et d'améliorer les performances des exploitations agricoles dans les différents espaces agro-écologiques.

**a. Le sol**

Afin de déterminer les caractéristiques de notre sol, nous avons effectué des analyses chimiques sur deux échantillons moyens prélevés à des profondeurs (0-20, 20-40 cm).

Chaque échantillon moyen résulte d'un mélange de trois prélèvements effectués à la terre suivant : une diagonale avant la mise en place de la culture.

**.caractéristique physiques :**

Les analyses granulométriques sont présentées dans le tableau 05.

**Tableau N°05 : analyses granulométriques du sol :**

Fraction granulométrique	Profondeur (cm)	
	0-20cm	20-40 cm
Argile (%)	46.85	43.14
Limon(%)	31.53	29.91
Sable(%)	23.30	23.06

(Source : INRAA 2014)

D'après le triangle de texture de Henin (1969), notre sol est de texture argileuse ce qui est bénéfique pour la rétention de l'eau en périodes de déficit hydrique.

**.Caractéristiques chimiques :**

Les caractéristiques chimiques du sol sont présentées dans le tableau 06 :

**Tableau N°06 : analyse chimiques du sol :**

	Profondeur de prélèvement (cm)	
	0-20 cm	20-40 cm
<b>pH</b>	<b>7.70</b>	<b>7.90</b>
<b>CE mmhos/cm</b>	<b>0.65</b>	<b>0.95</b>
<b>CaCO3%</b>	<b>00</b>	<b>00</b>
<b>C%</b>	<b>0.8</b>	<b>0.80</b>
<b>MO%</b>	<b>0.52</b>	<b>0.20</b>
<b>PO2ppm</b>	<b>110.7</b>	<b>110.7</b>
<b>K2O meq/100g</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>
<b>N%</b>	<b>0.35</b>	<b>0.70</b>
<b>C/N</b>	<b>2.28</b>	<b>1.14</b>

(Source : INRAA 2014)

### b.Climat :

le développement du peuplement végétal est très lié aux conditions climatiques. En effet, l'émission des feuilles et l'apparition des différents stades sont déterminées en grande partie par la pluviométrie et la somme des températures journalières du semis jusqu'à la fin du cycle de la plante. La Mitidja est caractérisée par un climat méditerranéen à hiver doux et humide avec une pluviométrie moyenne de 600 mm et à été chaud et sec avec des risques de sirocco réduit.

### I-CLIMATOLOGIE DE LA CAMPAGNE 2014/2015:

- Pluviométrie mensuelle et saisonnière enregistrée durant la campagne 2014/2015 en comparaison avec celles enregistrées durant la période 89/04.

<b>Mois</b>	<b>Moyennes mensuel 2015 (mm)</b>	<b>Moyennes mensuelles 1989/2004 (mm)</b>	<b>Nbre de jours de pluie (2014/2015)</b>	<b>Ecart de précipitation</b>
<b>Sept</b>				
<b>Oct</b>	106	57.7	04	+48.30
<b>Nov</b>	121	81.4	08	+39.60
<b>Déc</b>	36.5	74.1	04	-37.60
<b>Jan</b>	142	96.9	09	+45.10
<b>Fév</b>	117,5	74.5	11	+43.00
<b>Mars</b>	76,5	50.3	10	+26.20
<b>Avril</b>				

<b>Mai</b>				
<b>Total</b>	<b>599.5</b>	<b>434.9</b>	<b>46</b>	<b>+ 164.6</b>

La pluviométrie enregistrée durant la période du mois d’Octobre à Mars de la campagne **2014/2015** est de **599.5mm** avec un surplus de 164.4mm par rapport à celle enregistrée durant la même période sur 15 ans (**1989/2004**).

Le mois de Mars est caractérisé par une pluviométrie de **76.5mm** répartis sur **10 jours** la bonne répartition de la pluie pendant ce mois a permis de couvrir les besoins de la céréaliculture pour ce stade de développement.

**II.1 Matériels végétales**

L’essai a porté sur 17 variétés de blé dur .nous disposons des fiches techniques de trois variétés témoins qui sont : waha, sigus, beni mestina.

TableauN°07 : origine des variétés

variétés	origine
V1	Rép 1-11
V2	Rép 1-15
V3	Rép 1-21
V4	Rép 1-09
V5	Témoin(beni mestina)
V6	Rép 1-03
V7	Rép 1-16
V8	Rép 1-19
V9	Rép 1-13
V10	Témoin (sigus)

V11	Rép 1-24
V12	Rép 1-01
V13	Rép 1-18
V14	Rép 1-14
V15	Témoin (waha)
V16	Rép 2-1
V17	Rép 2-4

Les 03 variétés témoins sont d'origine algérien (locale), les autres variétés (14) sont sélectionné a partir des essais internationaux en provenance du Mexique (CIMMYT).

**II.2 Dispositifs expérimental**

Le dispositif expérimental adopté dans cet essai est le bloc aléatoire complet (BAC) avec trois répétitions, chaque bloc comporte 17 parcelles élémentaires ou chaque une d'elles correspond à une variété le nombre de traitement totaux est de 51,qui est le produit de traitement de base (les variantes dans notre cas).ils sont effectuées aléatoirement sur les parcelles élémentaires de chaque bloc.  
 Nombre de facteur :1 «variété »

Nombre de niveaux : 17

Nombre de répétitions : 3

Nombre de parcelles élémentaires : 51

Le facteur variété est qualitatif, présente 17 variété qu'on a choisi de nommée comme suit :V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8 V9 V10 V11 V12 V13 V14 V15 V16 V17 .

Les blocs furent espacés d'un mètre, et les parcelles élémentaires de 50cm.

La superficie de la parcelle élémentaire  $4 * 2.1 = 8.4 \text{ m}^2$

Nombre de lignes par parcelle élémentaire est de 6

Le dispositif expérimental est représenté dans la figure 2

**Figure N°02 : Dispositif expérimentale**

Bloc1	
parcelle	variété
1	11
2	15
3	4
4	2
5	17
6	5
7	13
8	7
9	10
10	3
11	9
12	12
13	8
14	14
15	16
16	1
17	6

Bloc 2	
parcelle	variété
1	11
2	4
3	2
4	15
5	3
6	1
7	6
8	13
9	9
10	8
11	7
12	10
13	5
14	14
15	12
16	16
17	17

Bloc3	
parcelle	variété
1	10
2	2
3	14
4	4
5	9
6	3
7	1
8	12
9	15
10	7
11	16
12	17
13	5
14	11
15	6
16	8
17	13

### III Conduite de l'essai

#### III.1 Travail du sol

Il se résume comme suit :

- Le labour profond avec une charrue bisocs réversible, à une profondeur de 30 cm dans des bonnes conditions du sol.

Les opérations d'une façon superficielles ont été effectuées après le semis comme suit :

- Le passage 'un cover crop.
- Le passage de la herse juste avant le semis et un cultivateur après.

Le but du travail superficiel qui suit le labour et la préparation d'un lit de semence adéquat en vue de la mise en place de la culture.

#### III.2 Le semis

Le semis a été réalisé le 17-11-2014 avec une densité de 117,6 g pour chaque parcelle élémentaire.

### IV Méthodes d'étude

L'étude de comportement de la culture et les caractères mesurés est faite en trois phases :

- durant le cycle végétatif jusqu'à la récolte.
- après la récolte (concernant les composants de rendement).
- analyses statistique.

#### IV.1 Détermination des différents stades phénologiques

Le suivi de la culture durant le cycle de développement nous a permis de situer les différents stades phénologiques des variétés testes. Un stade est noté lorsque 50% du caractère considéré est atteint.

#### IV.2 Etudes des variables liées à la culture

##### IV.2.1 En plein champ

###### a. Hauteur de plant :

La Hauteur de plant a été mesuré à partir de 3 plantes choisis au hasard sur chaque parcelle élémentaires à l'aide d'une règle

###### b. Nombre de talles par plant :

Durant la période de plein tallage, on détermine pour chaque parcelle élémentaire en comptant le nombre de talles total par plants, et le nombre de talles fertile et stérile le travaille a été appliqué sur 1m<sup>2</sup> dans chaque parcelle élémentaire.

### *c. longueur de la tige :*

La longueur a été mesurée à partir de 3 plantes choisies au hasard sur chaque parcelle élémentaire à l'aide d'une règle, la mesure a été effectuée chaque 15 jours de la levée jusqu'à la floraison.

### *d. longueur du rachis :*

La longueur du rachis a été mesurée à partir de plantes choisies au hasard sur chaque parcelle élémentaire.

### *e. longueur et largeur de l'épi :*

Nous avons mesurées la longueur de 3 épis au hasard (sans barbes), pour chaque parcelle élémentaire

### *f. Longueur et largeur des barbes :*

Nous avons mesurées la longueur des barbes de 3 plants choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire

### *g. Taux de chlorophylle :*

C'est un élément très important pour connaître le niveau de stress, cette opération a été réalisée par un appareil appelée le SPAD, le travail a été appliqué sur 3 plants choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire.

### *h. Battage :*

C'est une opération très importante. Après la récolte de 1m<sup>2</sup> de chaque parcelle élémentaire, on la fait passer dans une batteuse afin de récupérer nos grains.

## IV.2.2 Au laboratoire

### *a. Surface foliaire :*

Nous avons mesurées la longueur, largeur et la surface de la feuille de 3 plants choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire. Cette opération a été réalisée par un appareil appelé le planimètre

### *b. Etude racinaire :*

Nous avons mesuré le poids frais, le poids sec et la longueur des paramètres suivants : racines, tiges et feuilles. Pour la détermination du poids sec nous avons séché les échantillons dans une étuve sous une température de 96 C° pendant 48h. Cette étude a été toujours appliquée sur 3 plants choisis dans chaque parcelle élémentaire.

### **c. Composante du rendement :**

#### ***c.1 Nombre de grains par épis :***

C'est un élément essentiel du rendement, il nous permet de préciser la fertilité de l'épi. Nous avons procédé au comptage des grains à partir des épis prélevés auparavant.

#### ***c.2 Poids de mille grains :***

Après récolte et nettoyage, les milles grains sont comptés à l'aide d'un compteur automatique puis pesés avec une balance, pour chaque parcelle élémentaire.

#### ***c.3 Poids de grain par épis :***

A l'aide d'une balance, on doit peser le nombre de grains par épis. Cette opération a été appliquée sur 3 épis choisis au hasard dans chaque parcelle élémentaire.

### **d. Rendement théorique :**

C'est le rendement potentiel de variété dans les conditions de l'année, et il ne prend pas en compte les pertes pouvant avoir de lieu, de la maturation. Il est déterminé selon la formule suivante :

$$\text{Rendement (qx /ha)} = (\text{Nombre d'épis/m}^2) * (\text{Nombre de grains/épis}) / \text{PMG} / 10^2$$

## **V. Analyse statistique :**

Enfin, une analyse statistique est réalisée pour chaque caractère étudiée en utilisant le logiciel GEN STAT version 4.

## Résultats et discussions

### I. Caractères phénologiques :

Les dates de différents stades phénologiques des variétés étudiés sont représentées dans le tableau N°08 , dans le but de déterminer leur précocité à l'épiaison.

Tableau N°08: Les dates des stades phénologiques des variétés.

Variétés	Semis	Levée	Epiaison	Floraison	Précocité
V1	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V2	17/11/2014	17 /12/2014	15/03/2015	20/03/2015	93jrs
V3	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74 jrs
V4	17/11/2014	17/112014	15/03/2015	20/03/2015	93jrs
V5	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V6	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V7	17/11/2014	17/112014	15/03/2015	20/03/2015	93jrs
V8	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V9	17/11/2014	06-01-2014	30/03/2015	04/04/2015	88 jrs
V10	17/11/2014	17/112014	15/03/2015	20/03/2015	93jrs
V11	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V12	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V13	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V14	17/11/2014	17/112014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V15	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs
V16	17/11/2014	17/112014	15/03/2015	20/03/2015	93jrs
V17	17/11/2014	06-01-2014	15/03/2015	20/03/2015	74jrs

Selon Couvreur(1985), la précocité d'une variétés est déterminée à partir de la durée de cycle de développement allant du semis à l'épiaison.

Selon le même auteur, une variété est considérée comme précoce si la durée de son épiaison depuis le semis est inférieur à 100jrs ; elle est semi précoce si la durée se situe entre 100et 120jrs ; et tardive si cette durée dépase120jrs.

D'après Wardlaw et al.(1995) la précocité à l'épiaison est utilisée comme un critère de sélection et citée comme un mécanisme important dans l'échappement des contraintes climatiques ( sécheresse , stress hydrique , hautes températures .....)

Les mécanismes qui interviennent dans la sélection sont la phénologie et les durées des phases biologiques .Elles sont des critères très importants qui nous permettent de choisir des nouveaux génotypes plus performants ,et possédants des paramètres de tolérances et d'adaptation aux contraintes environnementales .Alors on peut conclure que les génotypes très précoces et précoces caractérisent les zones d'hiver doux et d'été sec à chaleur précoce .Par contre , les variétés tardives caractérisent les zones à printemps gélif.

### **II-a-Résultats et discussions des paramètres étudiées :**

#### **II-a-1 .Etude de caractères morphologiques :**

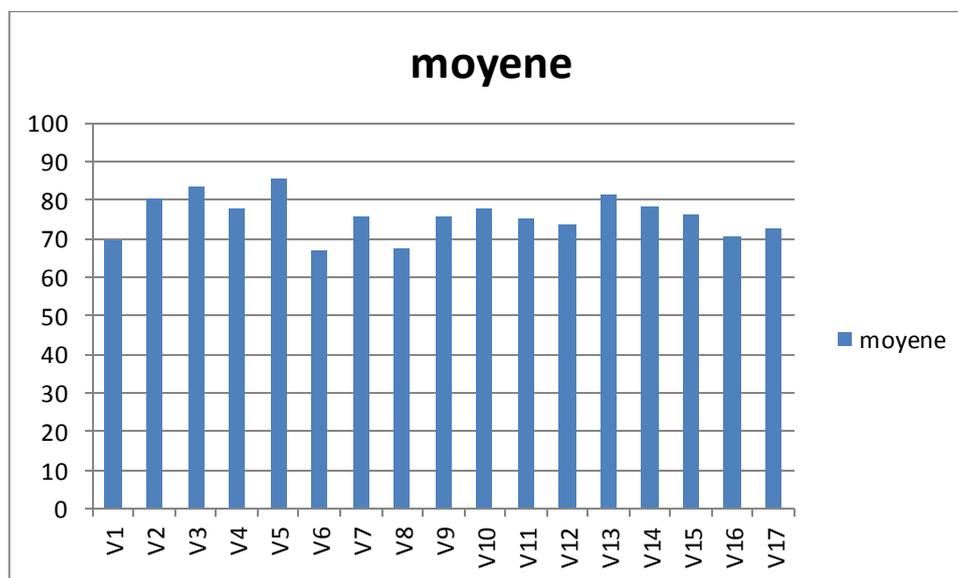
##### **a-1-1.Hauteur des plants :**

Les résultats relatifs à la hauteur des plants sont représentés par le tableau

N° 09, annexe n° 1 et illustrés par histogramme, figure n°III.

Tableau N° 09 : Les moyennes de la hauteur de la plant.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	69.7	80.4	83.6	77.8	85.8	67.0	75.7	67.3	75.6
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	77.9	75.0	73.8	81.2	78.3	76.1	70.8	72.4	
Grand mean 75.8	F stat 0.05	cv% 0.6							



**Figure n°III:** représentation graphique de la hauteur de la plante.

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

La variété V5 présente la hauteur la plus élevée avec (85.8cm), par contre la variété V6 présente la valeur la plus faible (67.0 cm).

La hauteur de la plante apparaît comme un critère de sélection important, Mekliche(1983), trouve une liaison positive entre le rendement et la hauteur de la paille : les plantes courtes sont plus productives que les plantes à paille hautes. Ceci s'explique par le fait qu'elles ont une capacité de tallage importante, chaque talle va s'allonger et mettra une inflorescence, ce qui augmente le peuplement épi. On assiste à un accroissement du rendement.

Il est à noter que la hauteur élevée des pailles constitue un avantage important en favorisant une bonne résistance à la sécheresse, ceci s'expliquerait d'une part : par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure (Bagga et al.,1970), d'autre part :

Selon Monneveux et al.,(1986), c'est grâce au constituant glucidique qu'elle conserve et qui contribue à l'élaboration de la matière sèche des grains en cas de déficit hydrique.

**Ficher et Maurer(1978) mentionnent** que les blés hauts ont un indice de sensibilité à la contrainte hydrique plus faible comparativement aux blés nains et semis –nains.

La hauteur des plants est une caractéristique variétale, mais l'apport d'azote agit positivement sur la hauteur de la tige en favorisant l'allongement des entrenœuds.

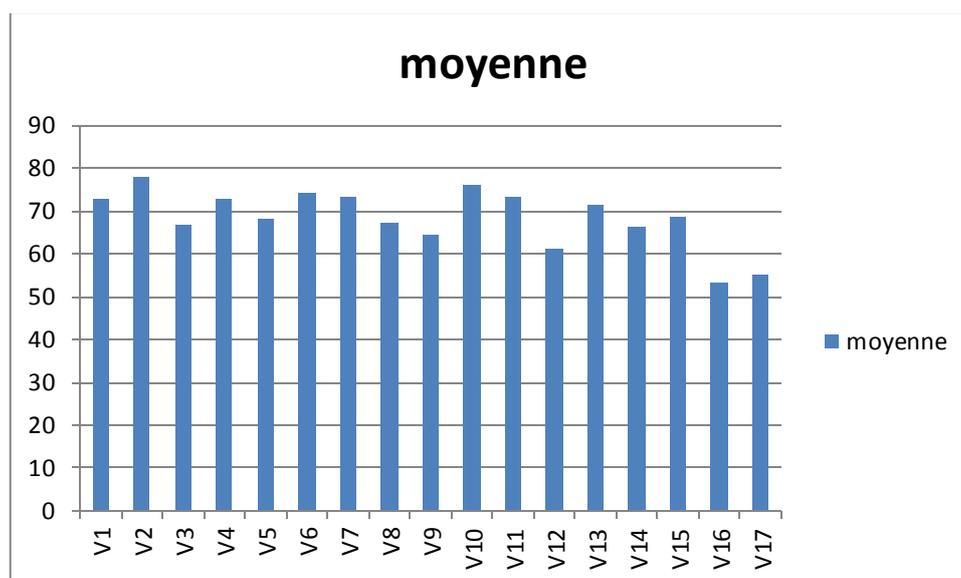
La majorité des variétés de blés cultivées en Algérie sont à paille longue. L'agriculture Algérienne cherche des variétés à paille longue à cause de leur rentabilité en paille, servant pour l'alimentation du bétail, surtout en période d'été. Les variétés à paille haute, présente une sensibilité à la verse, ce qui provoque des pertes du rendement en paille et en grain.

### a-1-2 Langueur de la tige

Les résultats relatifs de la langueur de la tige sont représentés dans le tableau N° 10, annexe n° 2 et, illustrés par la figure n° IV

Tableau N° 10: Les moyennes de la Langueur de la tige.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	72.7	77.8	66.6	73.0	68.1	74.1	73.3	67.1	64.3
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	76.1	73.3	61.2	71.3	66.3	68.6	53.1	55.3	
Grand mean 68.4	Fstat 0.97	CV% 9.6							



**Figure n°IV** : Représentation graphique de la longueur de la tige (cm).

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété V2 présente la longueur la plus élevée avec (77.8cm) et V16 présente la plus faible valeur avec (53.1cm).

La hauteur des plants est une caractéristique variétale. On trouve une liaison positive et significative entre la hauteur de la paille et la sécheresse, ceci s'expliquerait par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité supérieure d'extraction de l'eau (**Bagga et al,1970**).

Selon **Bouzerzour**(1993) les variétés de blé à paille courte sous stress sévères en fin de cycle, ont une bonne adaptation et une meilleure productivité que les blés hauts et tardifs.

### a-1-3-Langueur de L'épi

Les résultats relatifs de la langueur de l'épi sont représentés dans le tableau N°11, annexe n° 3 et illustrés par la figure n° V

Tableau N° 11 : Les moyennes de la Langueur de l'épi.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	7.06	7.62	7.89	7.22	6.67	7.39	6.83	7.67	7.00
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	6.33	6.89	7.22	7.83	7.56	7.47	8.67	6.61	
Grand mean 7.29	Fstat 3.79	CV% 6.0							

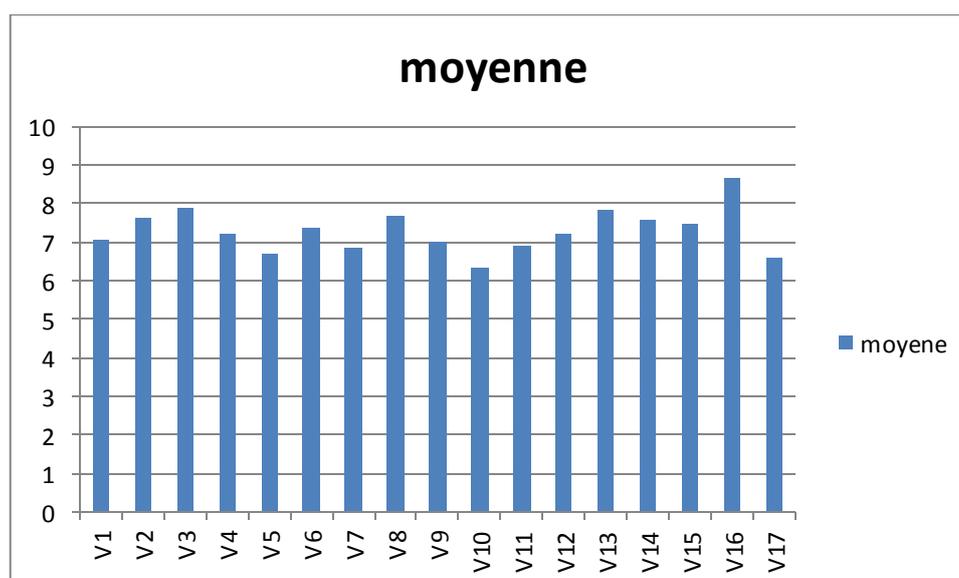


Figure n° V : représentation graphique de la langueur de l'épi

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

on remarque que la variété V16 présente la longueur la plus élevée avec (8.67cm) et V10 présente la plus faible valeur avec (6.33cm).

La longueur de l'épi est un caractère variétale peu influencée par les variations du milieu plus précisément, elle est en fonction de quantité d'eau réservé durant le cycle végétatif(**Jonard, 1964**).

**Delecolle et Gurnard (1980)**,détermine une corrélation positive liant le rendement grain à la longueur de l'épi, l'épi assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage du grain et sa contribution à la photosynthèse de la plante serait comprise entre 7 et 13%(Biscope et al.,1975).En cas de déficit hydrique , la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard(**Bammoun,1997**).

Les caractéristiques de l'épi ( épi court) contribuent également à une limitation des pertes en eau (**Feberro et al,1990**).

Un épi court permet une meilleure compact cité des grains ce qui permet de lutter contre les aléas climatiques.

**Achouri (1985)** trouve que la longueur des épis est fonction inverse de la densité de semis.

### a-1-4 la longueur de pédoncule:

Les résultats relatifs à la longueur de pédoncule sont représentés par le tableau N°12 annexe n°4 et illustrés par histogramme, figure n° VI .

Tableau N° 12: Les moyennes de la Langueur de pédoncule.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
Moyenne	24.7	20.2	34.4	16.3	16.6	14.1	16.9	23.3	15.7
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
Moyenne	19.6	19.6	14.4	18.9	15.4	22.5	28.7	22.9	
Grand mean 20.2	F stat 1.67	cv% 11.9							

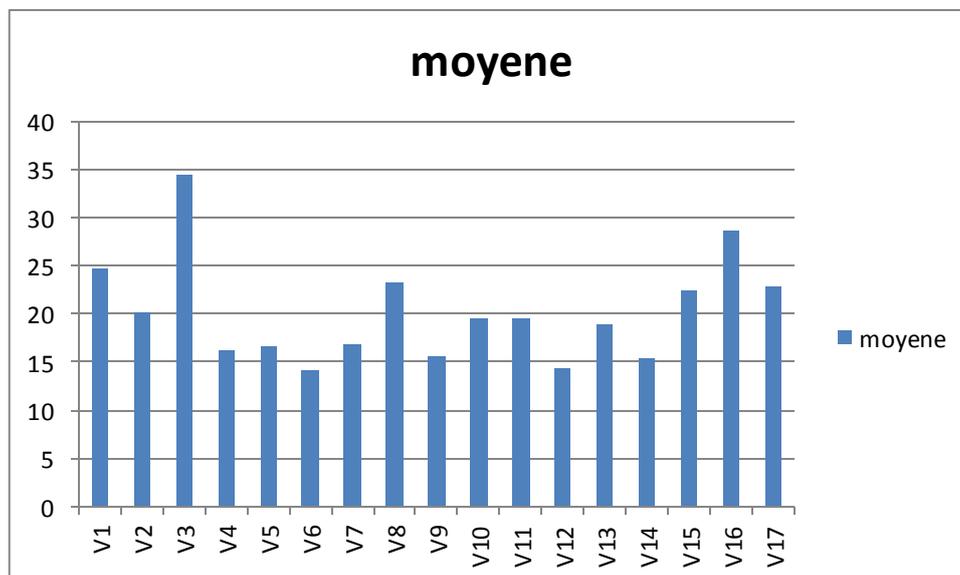


Figure n° VI : représentation graphique du longueur de pédoncule

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété V3 présente la plus grande valeur avec (34.4cm), cependant la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété V6 (14.1cm).

### a-1-5 Longueur de a barbe:

Les résultats relatifs à la longueur de la barbe sont représentés par le tableau n°13, annexe n° 5 et illustrés par histogramme, figure n°VII .

Tableau N° 13: Les moyennes de la Longueur des barbes.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
moyenne	16.94	18.33	17.11	13.56	13.67	15.11	16.28	15.78	17.56	14.78	11.39	16.39	16.39	17.78	19.22	21.08	16.33
Grad mean 16.3	Fst at 6.38	cv % 7.6															

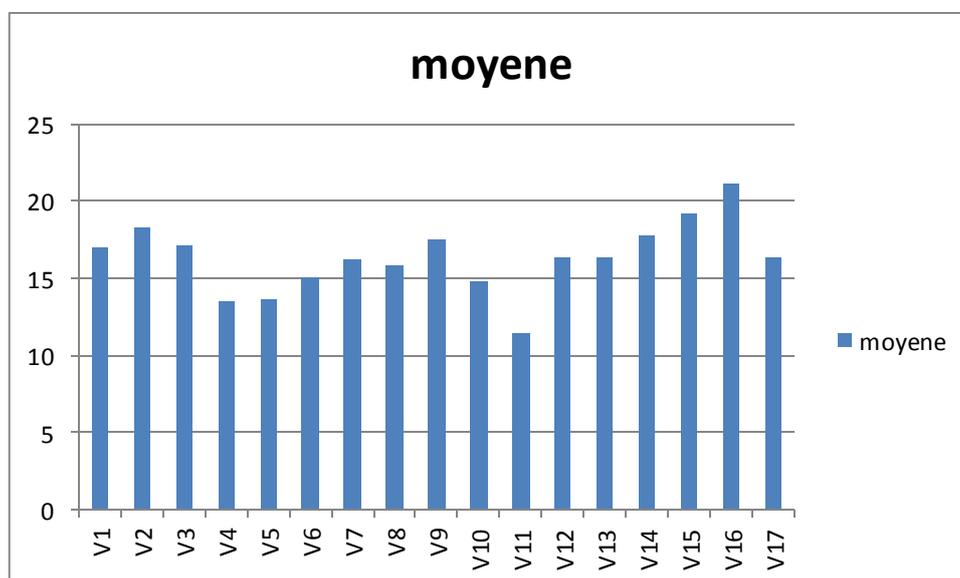


Figure n° VII : représentation graphique de la longueur des barbes

L'analyse de la variance révèle une différence significative.

La valeur la plus élevée est enregistré par la variété v16 (21.08cm),

et la plus faible valeur est enregistrée par v11 (11.39).

**Nemmar** (1990) , mentionne que la présence des barbes chez les céréales augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation du grain.

Lors de la phase remplissage du grain, la photosynthèse est moins sensible à l'action inhibitrice des hautes températures. (**Fokar et al1998**).

La longueur de la barbe est un paramètre morphologique qui semble également étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique.(**Hadjichristo Doulou,1985 in Mazouz,2006**).

**Grignac(1965)** indique que les blés barbus sont les plus résistants au déficit hydrique .En effet ,photosynthèse est moins sensible a l'action inhibitrice des hautes

températures chez les génotypes barbus comparativement aux génotypes glabres .(Fokar et al.,1998).

Selon **Teich (1982)**, les génotypes barbus sont recherchés surtout dans les zones ou le climat est sec et chaud, alors que les génotypes sans barbes sont prédominants dans les régions tempérées et humides.

### a-1-6 La surface de la feuille

Les résultats relatifs à La surface de de la feuille sont représentés par le tableau n°14 annexe n° 6 et illustrés par histogramme, figure n°VIII

Tableau N° 14: Les moyennes de surface de la feullie.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
Moyenne	69.7	80.4	83.6	77.8	85.8	67.0	75.7	67.3	75.6
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
Moyenne	77.9	75.0	73.8	81.2	78.3	76.1	70.8	72.4	
Grand mean 75.8	F stat 0.05	cv% 26.5							

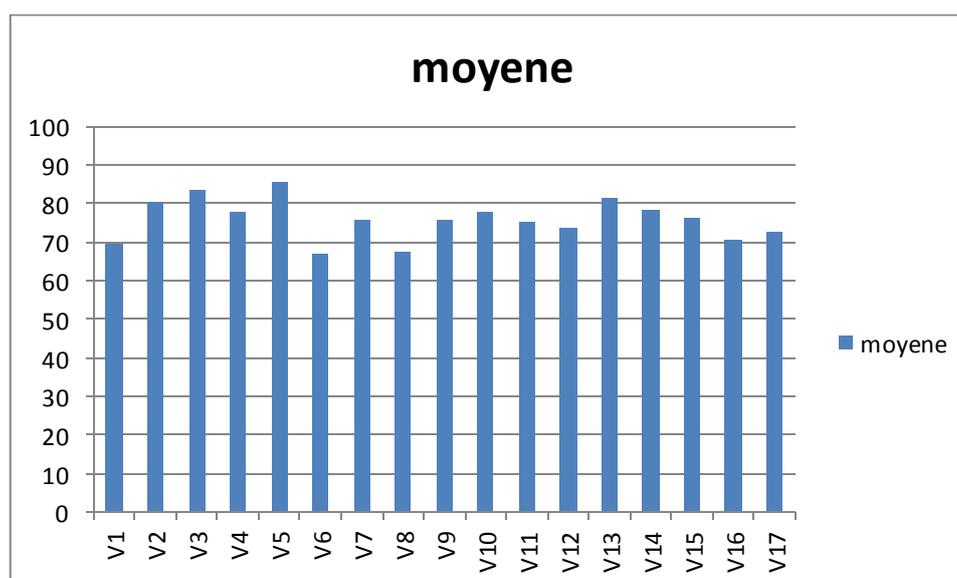


Figure n° VIII : représentation graphique de La surface de la feuille

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

La variété V5 avec  $85.8 \text{ mm}^2$  suivie par la variété V3 avec ( $83.6 \text{ mm}^2$ )

Alors que la plus faible valeur est obtenue par la variété V6 ( $67.0 \text{ mm}^2$ )

Selon Blum(1996), observe une diminution de la surface de la feuille, sous stress hydrique .Cette diminution est considérée comme une réaction de résistance moyenne ou d'adaptation au manque d'eau.

L'autre type d'adaptation foliaire développé par les plantes face à un manque d'eau est l'enroulement de la feuille. Chez le blé l'enroulement foliaire observé chez certaines variétés résistantes peut être considérée comme un indicateur de perte de turgescence en même temps qu'un caractère d'évitement de la déshydratation.(**Amokrane et al, 2002**).

**O'tool et al (1980)**, montrent que l'enroulement des feuilles entraîne une diminution de 40% à 60% de transpiration.

**Selon Clark et al(1989)**, la pilosité des feuilles et leur clarté conduisent à une diminution de la température par augmentation de la réémission de la lumière UV reçue ce qui conduit à une réduction des pertes en eau.

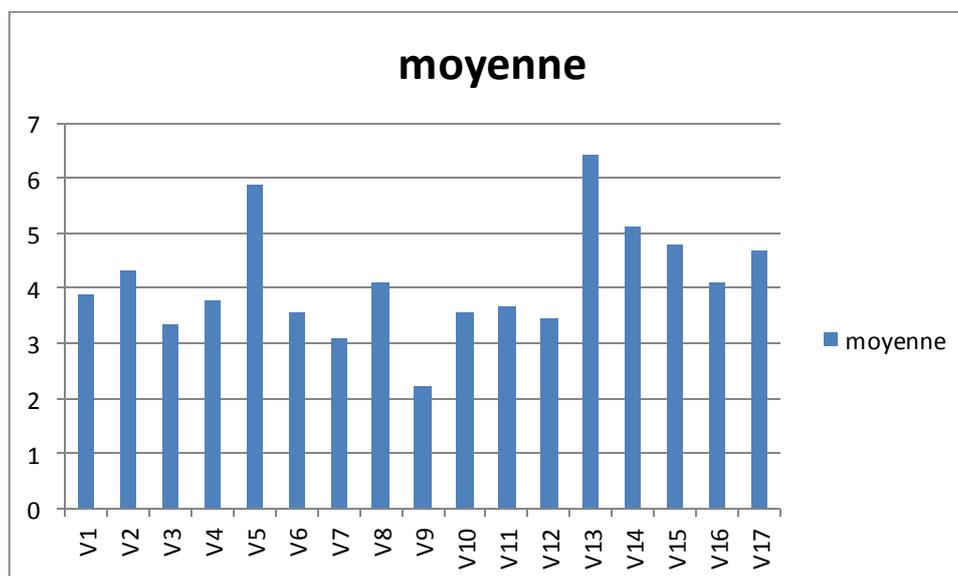
L'activité photosynthétique globale de la dernière feuille pendant la phase floraison-maturité conditionne en grande partie le rendement des céréales (**Thorne,1966in auriau ,1978**).

### **a-1-7-nombre de talle fertile**

Les résultats relatifs de la nombre de talle fertile sont représentés dans le tableau N°15 annexe n°7. et illustrés par la figure n° IX

Tableau n° 15: Les moyennes la nombre de talle fertile

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	3.89	4.33	3.33	3.78	5.89	3.56	3.11	4.11	2.22
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	3.56	3.67	3.44	6.44	5.11	4.78	4.11	4.67	
Grand mean 4.12	Fstat 1.55	CV% 34.9							



**Figure n°IX :** représentation graphique de La nombre de talle fertile

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

La variété V5 avec 85.8 mm<sup>2</sup> suivie par la variété V3 avec (83.6mm<sup>2</sup>)

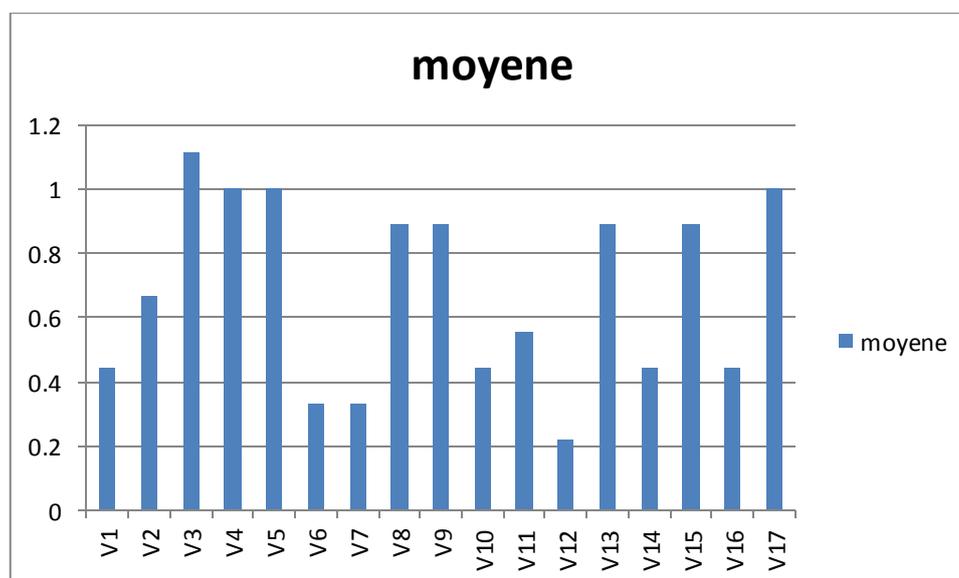
Alors que la plus faible valeur est obtenue par la variété V6 (67.0 mm<sup>2</sup>)

**a-1-8-nombre de talle stérile :**

Les résultats relatifs du nombre de talle stérile sont représentés dans le tableau N°16 annexe n° 8. et, illustrés par la figure n° X

Tableau n° 16: Les moyennes la nombre de talle stérile

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
moyenne	0.444	0.667	1.111	1.000	1.000	0.333	0.333	0.889	0.889	0.444
Variétés	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17			
moyenne	0.556	0.222	0.889	0.444	0.889	0.444	1.000			
Grand mean 0.680	F stat 0.68	cv% 0.6								



**Figure n° X :** représentation graphique de talle stérile

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété v3 présente la plus grande valeur avec (1.111cm) , cependant la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété v12 (0.222cm)

### a-1-9 de taux de chlorophylle:

Les résultats relatifs de taux de chlorophylle sont représentés dans le tableau N° 17 annexe n° 9 , illustrés par la figure n°XI :

Tableau N°17: les moyennes de taux de chlorophylle

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
moyenne	43.31	43.28	41.54	39.98	40.42	42.97	37.92	43.63	40.56	39.38
Variétés	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17			
moyenne	43.34	41.11	39.21	43.49	42.88	43.47	41.08			
Grand mean 41.62	Fstat 0.77	cv% 36.9								

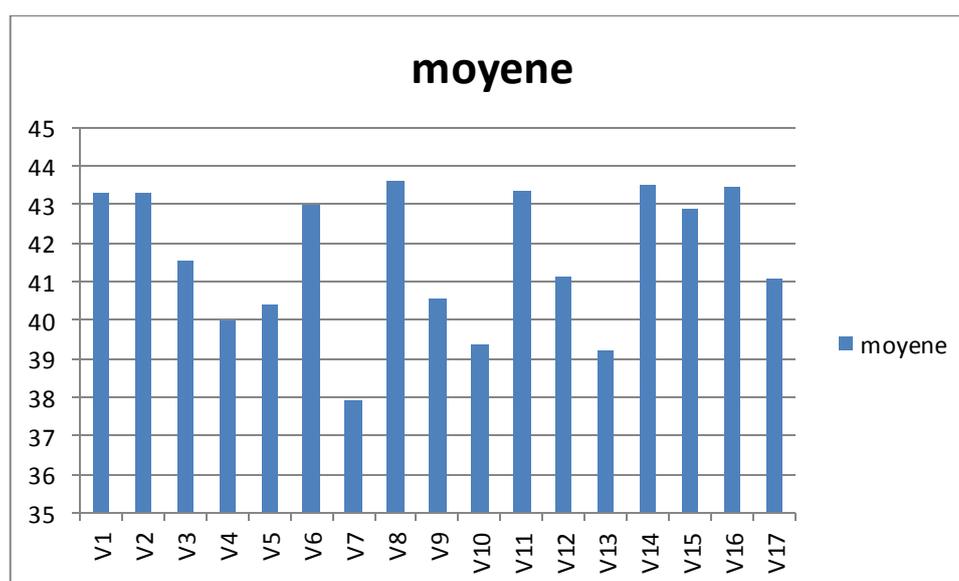


Figure n°XI: représentation graphique de taux de chlorophylle

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété v8 présente la plus grande valeur avec (43.63cm), cependant la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété v17 (41.08cm)

### a-1-10 La vitesse de croissance

Les résultats relatifs de la vitesse de croissance des racines sont représentés dans le Tableau N°18, annexe n° 10 et illustrés par la figure n°XII

Tableau n° 18: Les moyennes de la vitesse de croissance

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	0.1190	0.0869	0.1286	0.1726	0.0881	0.1595	0.1238	0.1167	0.1405
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	0.1202	0.1643	0.1298	0.1714	0.0976	0.2012	0.1262	0.1226	
Grand mean 0.1335	Fstat 19.97	cv% 39.5							

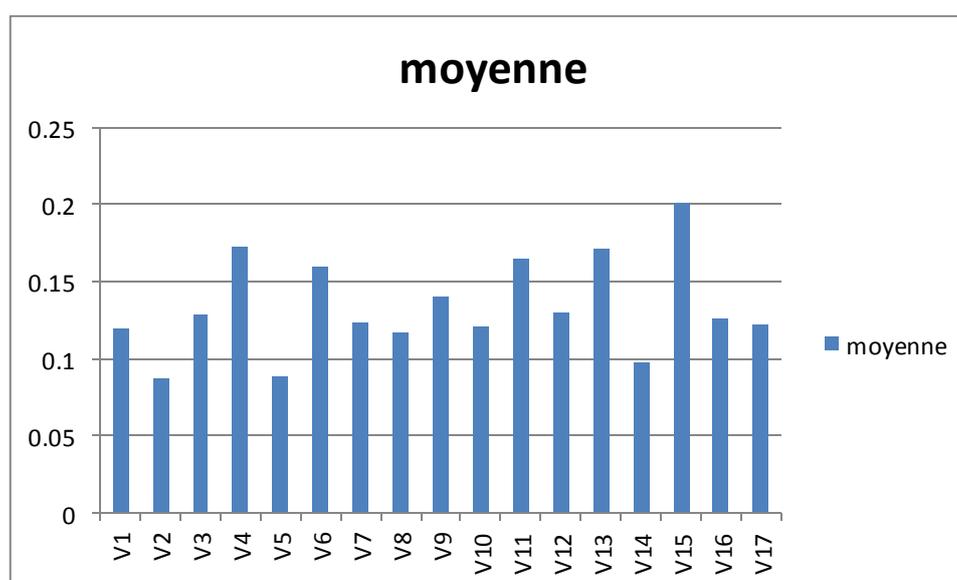


Figure n°XII : représentation graphique de la vitesse de croissance.

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété v15 présente la plus grande valeur avec (0.2012 cm), cependant la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété v2(0.0869 cm)

### a-1-11 rendement

Les résultats relatifs de la rendement sont représentés dans le Tableau N°19, annexe n° 11 et illustrés par la figure n°XII

Tableau n° 19: Les moyennes de la vitesse de croissance

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	0.994	0.735	1.182	0.978	1.107	1.323	1.460	1.314	1.386
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	1.323	0.903	1.364	1.395	1.583	1.386	1.006	1.602	
Grand mean 1.238	.Fstat 0.13	CV% 2.7							

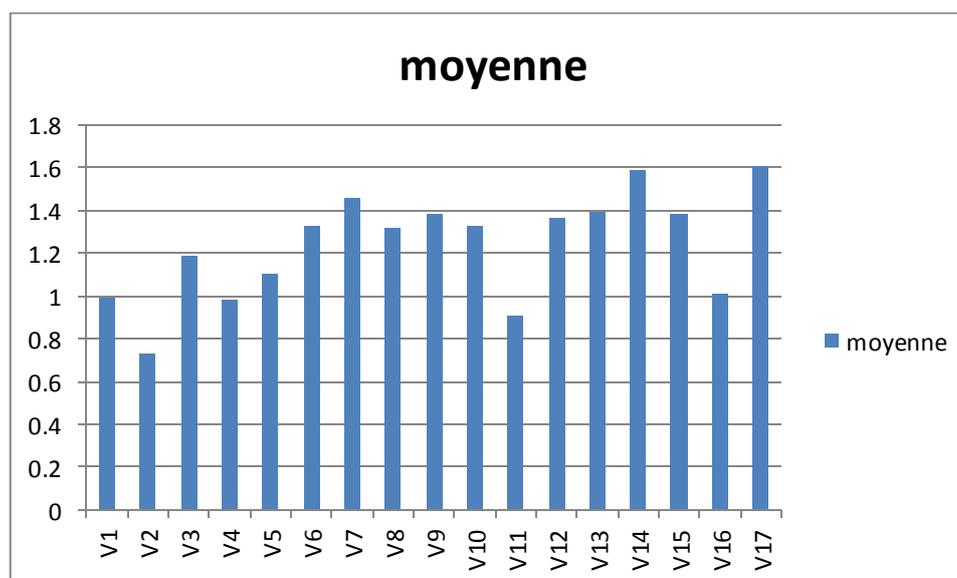


Figure n°XIII: représentation graphique de rendement (qx)

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété V17 présente la plus grande valeur avec (1.602qx) cependant la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété V2 (0.735qx)

### a-1-12 longueur de racine

Les résultats relatifs de taux de chlorophylle sont représentés dans le tableau N° 20 annexe n° 12 et illustrés par la figure n°XIV.

Tableau N° 20 : Les moyennes de la longueur de racine.

Varites	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyene	6.59	4.97	7.34	6.46	5.74	8.37	7.44	6.27	7.39
Varites	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyene	5.65	4.16	6.21	7.14	5.43	6.22	7.59	5.44	
Grand mean 7.45	Fstat 3.61	CV% 7							

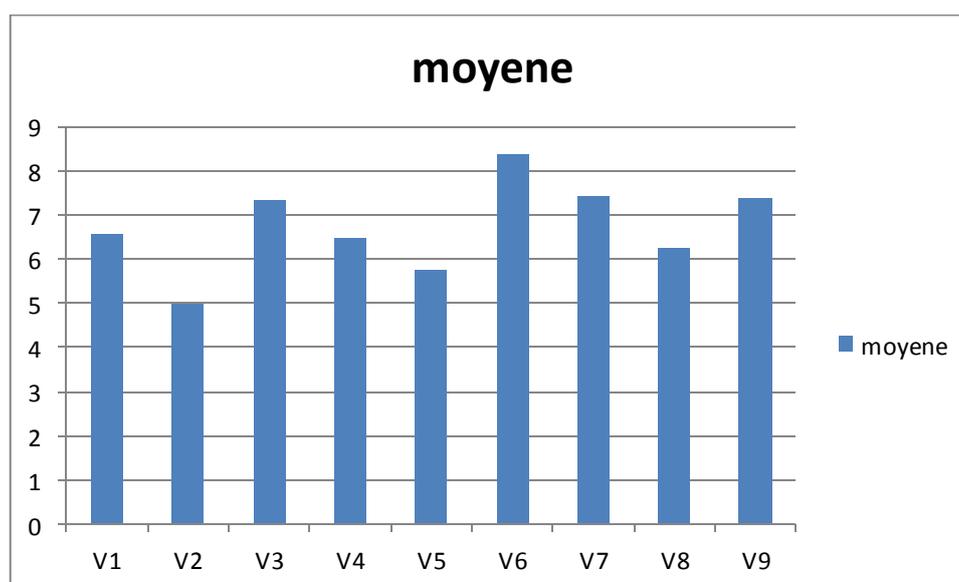


Figure n°XIV: Représentation graphique du longueur de la racine (qx)

L'analyse de la variance révèle une différence non significative.

On remarque que la variété V6 présente la plus grande valeur avec (8.37cm),

Cependant la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété V11 (4.16cm)

### Conclusion générale :

L'introduction de nouvelles variétés en céréaliculture dans les essais expérimentaux étaient la prélude de l'intensification et de la diversification des grandes cultures en Algérie.

A fin de tester et de déterminer les potentialités de 17 variétés de blé dur, nous avons établi un protocole expérimentale qui consiste à étudier leurs comportements à travers des paramètres , agronomiques dans des conditions pédoclimatiques propre à la zone semi-aride.

Le but visé , et de sélectionner les meilleurs géotypes à introduire dans le programme de multiplication de semence , en vue de les inscrire au catalogue nationale , se basant ainsi sur deux principales préoccupation agronomique à savoir :

- Une meilleure productivité.
- Une bonne précocité.

Concernant les stades de développement, l'ensemble des variétés tastées sont semi –précoce.

Nos résultat ,ont montré que toute nos variétés ont un rendement faible, elles appartiennent toutes au même groupes ,mais la valeur la plus élevée est représentée par variétés V17 avec (1.602qx), et la plus faible valeur est donnée par la variété V2 (0.735qx)

Nos résultats, ont montré que :

- La variété V 16 à donne le plus longue épis 8.67cm).
- La variété v5 présente la hauteur la plus élevé (85.8cm).
- La variété v16 présente une résistance à la sécheresse par sa longue barbe avec 21.08cm).

- **Anonyme, 1999 : ITGC**, Analyse des contraintes liées à la céréaliculture. Programme de développement de la filière céréale, pp 8-10.
- **Anonyme I, (2000)**: les céréales. Thèse ING. INA (ministère de l'agriculture).
- **Anonyme I, (2003)** : INA. P-G. Botanique et écophysiologie des céréales à paille. Céréales, pp 17-27.
- **Anonyme II, (2003)** : Le blé dur : qualité, importance et utilisation dans la région des hauts plateaux (Tiaret et Tissemsilt).: iTGC. 7p.
- **Anonyme, 2007/2008** : INA, sécurité alimentaire de blé dur dans le monde et en Algérie.
- **Anonyme I, (2008)** : la filière céréales en Algérie, ministère de l'agriculture, (contraintes) .25p.
- **Anonyme, (2009)** : ITGC, céréaliculture, revue n°52-volumel-1<sup>er</sup> semestre 2009, p18-19,
- **Anonyme, 2010** : Les céréales principales (blé dur, blé tendre) en Algérie, ministère de l'agriculture et développement durable.
- **Acevedo, E. (1989)**. Improvement of winter wheat crops in Mediterranean environments Use of yield, morphological traits. Dans : Physiology Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. *Les Colloques de l'INRA*, 55 : 273-305.

- **Arumuganathan, E., and Earle, E.D., (1991).** Nuclear DNA content of some important plant species. *Plant molecular biology reporter* 9: 208-218.
  
- **A. Gallais et H. Bannerot 1992 :** Amélioration des espèces végétales cultivées objectifs et critères de sélection. Paris . 768 P
  
- **Abbassenne, F., Bouzerzour, H. et Hachemi, L. (1998)** Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride. *Ann. Agron. INA.* N°18, p.24 - 36.
  
- **ADE, (2000).** Le marché mondial du blé dur et la place de l'Union Européenne. Rapport D'évaluation de la politique Communautaire du blé dur, 30.p.
  
- **Ammar, K., Lage, J., Villegas, D., Crossa, J., Hernandez, E., Alvarado, G., (2006).** Association among durum wheat international testing sites and trends in yield progress over the last twenty two years. *International symposium on wheat yield potential. Cd. Obregón, Sonora, Mexico, March 20-24th, pp: 19-20.*
  
- **-Boyer J. S. 1982.** *Plant productivity and environment. Sci, New series.* 218: 443 - 448 p.
  
- **-Blouet A., Gaillard B. et Masse J. 1984.** Le gel et les céréales. *Perspectives Agricoles* 85 : 20-25.
  
- **Bozzini, A.,(1988).** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In:Fabriani, G., & Lintas, C. (eds.). *Durum - Chemistry and technology.* American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, pp. 1-16.
  
- **Bouzerzour H. et Benmahammed A. 1994.** Environnemental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. *Rachis,* 12 : 11-14.

- **-Bootsma A., Boisvert J. B., Dejong R. et Baier W. 1996.** La sécheresse et l'agriculture canadienne. *Sécheresse*: 277 - 285 p.
- **Benbelkacem, A., Kellou, K.,(2001).** Évaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie. *Options méditerranéennes*. 6: 105-10.
- **Boulai H., Zaghouane O., El mourid M et Rezgui S. 2007 :** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Co-edition ITGC/INRA/ICARDA. 176 p.
- **Chennafi, H., Aidaoui, A., Bouzerzour, H. et Saci, A. (2006)** Yield response of *durum* wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. *Asian J. Plant Sci* N°5, p. 854 - 860.
- **Day, W., legg, B.J., French, B.K., Lohnston, A.E., Lawlor, D.W. et Jeffers, W.DE.C. (1978)** A drought experiment using mobile shelters : The effect of drought on barley yield. *J. Agric. Sci. Camb.* N° 91, p. 599 - 623.
- **-Dakheel A. J., Nasi I., Mahalakshmi V. et Peacock J. M. 1993.** Morpho-physiological traits associated with adaptation of durum wheat to harsh Mediterranean environments. *Aspects of Applied Biology* 34. *Physiology of varieties* 307- 297.
- **Debaeke, P., Cabelguenne, M., Casals, M.L. et Fuech, J. (1996)** Élaboration du rendement du blé d'hiver en conditions de déficit hydrique. II. Mise au point et test d'un modèle de simulation de la culture de blé d'hiver en conditions d'alimentation hydrique et azotée variées : Epie phase-BI. Elsevier, INRA, *Agronomie : Agronomie and Environnement* N° 16, p. 25 - 46.
- **Fischer R. A. 1985.** Number of kernels in wheat crops and influence of solar radiation and temperature. *Journ. Agric. Sci. Camb.* 105: 447-461.

- **Feliachi K., 2000** Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Symposium blé 2000 : Enjeux et stratégies, pp 21-26.
- **Feldman, M., (2001).** Origin of cultivate wheat. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (eds.). *The world wheat book-A history of wheat breeding*. Lavoisier Publishing; Paris; France. Pp.3-55.
- **Gâte P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Tec Doc. Lavoisier. Paris. 429p.
  
- **Hachemi MM., Saidani., Bouattoura et Ait ameur C, 1979 :** Situation des céréales en Algérie. Céréaliculture, N° 11, pp 7-12.
  
- **Hauchinal R. R., Tandon JP. et Salimath PM. 1993.** Variation and adaptation of wheat varieties to heat tolerance in Peninsular India. Saunders, DA. and Hettel GP. Eds, wheat in heat stressed environments, irrigated, dry areas and rice-wheat farming systems, Mexico, D. F., Cimmyt, 175-183.
  
- **-Hazmoune T. 2000.** Etude comparée de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). *1er Symposium International sur la filière blé*. Enjeux et Stratégie du 07 au 09 fev. Alger. P 181-185.
  
- **Huang, S., Sirikhachornkit, A., Su, X., Faris, J., Gill, B., Haselkorn, R., Gornicki, P., (2002).** Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegilops* complex and the evolutionary history of polyploidy wheat. *Proceedings of the national academy of science of the USA* 99: 8133-8138.
- **Jones H.G., Flowers T.J. et Jones M.B. 1989.** Plants under
  
- **-Karou M., R. El hanfid., D. H. Smith. et K. Samir .1998.** Physiological attributes associated with early season drought resistance in spring durum wheat cultivars. *Can. J. Plant Sci.*, 78, 227-237.

- **Kantety, R.V., Diab, A., Sorrells, M.E., (2005).** Contribution à la mise en place d'une approche intégrée de lutte contre la sécheresse chez le blé dur au Maroc In: Conxita .
- **Kimber, G., and Sears, E.R., (1987).** Section 5A: Evolution in the genus *Triticum* and the origin of cultivated wheat. In: Heyne (ed.). *Wheat and wheat improvement*. American Society of Agronomy, Inc. USA.pp. 154-164.
- **Keller, B., Feuillet, C., Yahiaoui, N., (2005).** Map-based isolation of disease resistance gene from bread wheat: cloning in a superset genome. *Genetical research (Camb)* 85: 93-100.
- **Levitt J. 1982.** Responses of plants to environmental stresses. *Academic Press*. New York San Francisco – London: 607p.
- **Levy, A.A., and Feldman, M., (2002).** The impact of polyploidy on grass genome evolution. *Plant physiology* 130: 1587-1593.- stress. Univ. Cambridge.
- **Moule.C (1980) :** Les céréales. Ed. Maison rustique. Paris. 318p.
- **-Madhava Rao K.V., Raghavendra A. S. et Janardhan Reddy K. 2006.** Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants. Springer:* 1-14 p.
- **-Mekhlouf A., Bouzerzour H., Bemahammed A., Hadj Sahraoui A. et Harkati N. 2006.** Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum*, Desf.) au climat semi- aride. *Sécheresse* 17 (4) :507-513.
- **Mac Key, J., (2005).** Wheat: Its concept, evolution, and taxonomy. In: Conxita.
- **Nemmar, M. (1983)** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) évolution des teneurs en proline au cours de cycle de développement. Thèse de Doctorat, ENSAN, 142 p.
- **Prats j., 1966 :** les céréales. ED. Bailliere.332p.

- --**Passioura J. B. 1996.** Drought and drought tolerance » *Plant growth regulation*, 20: 79- 83.
- -**Rawson H. M. 1988.** High temperature effect on the development and yield of wheat and practices to reduce deteriorous effects. In conf. On wheat production constraints in tropical environment. Eds Klatt. UNDP- Cimmyt : 44-62.
- **Ruel T., 1996.** La culture du blé. Collection parcours multimédia. Edition Educ Agri. (Sur support CD) [Http: //138. 102. 82.2/agronomie/phytotechnie/PDF/cerp.pdf](http://138.102.82.2/agronomie/phytotechnie/PDF/cerp.pdf).
- **Rachedi MF., 2003 :** Les céréales en Algérie : problématique et option de réforme. Céréaliculture. N° 38, pp 6-9.
- **Soltner D,(1990) :** Les grande production végétales céréalières, plantes sarclé-prairies 16<sup>èr.e</sup>Ed, collection sciences techniques agricoles.463p.
- **Soltner .D, 2005 :** Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclé- prairies. 20<sup>ème</sup>Ed, collection sciences techniques agricoles.464p.
- -**Tsimilli-Michael M. M., Pêcheux R. J. et Strasser. 1998.** Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed *in hospite* by the fluorescence kinetics O-J-I-P. *Archs. Sci. Genève*.51: 205 - 240 p.
- -**Wardlaw I. F., Dawson I. A. et Munibi P. M. 1989.** Tolerance of wheat to high temperature during reproductive stage. *Australian Journal research* 46: 15-24.



## Annexe

### Annexe n° 1 : la hauteur du plant.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	69.7	80.4	83.6	77.8	85.8	67.0	75.7	67.3	75.6
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	77.9	75.0	73.8	81.2	78.3	76.1	70.8	72.4	
Grand mean 75.8	F stat 0.05	cv% 0.6							

### Annexe n° 2 : la Longueur de la tige.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	72.7	77.8	66.6	73.0	68.1	74.1	73.3	67.1	64.3
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	76.1	73.3	61.2	71.3	66.3	68.6	53.1	55.3	
Grand mean 68.4	Fstat 0.97	CV% 9.6							

### Annexe n° 3 : la Longueur de l'épi.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	7.06	7.62	7.89	7.22	6.67	7.39	6.83	7.67	7.00
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	6.33	6.89	7.22	7.83	7.56	7.47	8.67	6.61	
Grand mean 7.29	Fstat 3.79	CV% 6.0							

**Annexe n°4** : la Longueur de pédoncule.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
Moyenne	24.7	20.2	34.4	16.3	16.6	14.1	16.9	23.3	15.7
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
Moyenne	19.6	19.6	14.4	18.9	15.4	22.5	28.7	22.9	
Grand mean 20.2	F stat 1.67	cv% 11.9							

**Annexe n° 5** : la Longueur des barbes.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17
moyenne	16.94	18.33	17.11	13.56	13.67	15.11	16.28	15.78	17.56	14.78	11.39	16.39	16.39	17.78	19.22	21.08	16.33
Grand mean 16.3	Fstat 6.38	cv% 7.6															

**Annexe n° 6** : La surface de la feuille.

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
Moyenne	69.7	80.4	83.6	77.8	85.8	67.0	75.7	67.3	75.6
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
Moyenne	77.9	75.0	73.8	81.2	78.3	76.1	70.8	72.4	
Grand mean 75.8	F stat 0.05	cv% 26.5							



**Annexe n° 10 : la vitesse de croissance**

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	0.1190	0.0869	0.1286	0.1726	0.0881	0.1595	0.1238	0.1167	0.1405
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	0.1202	0.1643	0.1298	0.1714	0.0976	0.2012	0.1262	0.1226	
Grand mean 0.1335	Fstat 19.97	cv% 39.5							

**Annexe n° 11 : le rendement**

Variétés	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyenne	0.994	0.735	1.182	0.978	1.107	1.323	1.460	1.314	1.386
Variétés	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyenne	1.323	0.903	1.364	1.395	1.583	1.386	1.006	1.602	
Grand mean 1.238	.Fstat 0.13	CV% 2.7							

**Annexe n° 12 : la longueur de racine.**

Varites	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
moyene	6.59	4.97	7.34	6.46	5.74	8.37	7.44	6.27	7.39
Varites	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	
moyene	5.65	4.16	6.21	7.14	5.43	6.22	7.59	5.44	
Grand mean 7.45	Fstat 3.61	CV% 7							