



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 الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم الفلاحية

Département des Sciences Agronomiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Amélioration des plantes

**Etude de la stabilité et l'adaptation de quelques variétés
algériennes du blé dur (*Triticum durum* Desf)
dans la zone semi-aride**

Présenté par : HERIZI Houssem Eddine
GAHFIF Meriem

Devant le jury :

Président : M^{me} TABTI D. MCB

Encadrant : M^r OULD KIAR R. MAA

Examineur : M^r BAHLOULI F. Pr

Année universitaire : 2019/2020

Tables de matières

Résumé	I
Remerciements	II
Dédicaces	III
Liste des tableaux	IV
Liste des figures	V
Liste des abréviations	VI
INTRODUCTION	1
PARTIE I - Etude bibliographique	
Chapitre I. Généralités sur le blé dur	
1. Historique	4
2. Morphologie et histologie du grain de blé	4
3. Classification botanique	7
4. Origines du blé dur	7
5. Importance du blé dur	9
PARTIE II - Etude expérimentale	
Chapitre 01. Matériel et méthodes	
1. Présentation de la région d'étude	11
1.2. Mise en place de l'essai	11
1.3. Mesures réalisées	15
1.1.1. Hauteur finale de la plante (HF)	15
1.1.2. Extrusion	15
1.1.3. Longueur de l'épi	16
1.1.4. Longueur des barbes	16
1.1.5. Rendement en grains (RDT)	16
1.1.6. Taux d'humidité des grains	16
1.1.7. Dureté des grains	17
1.1.8. Epiaison	17
1.1.9. Floraison	17
1.4. Analyse statistique des données	17

Chapitre 02. Résultats et discussion

2.1. Résultats des paramètres étudiés	18
2.1.1. Hauteur finale de la plante (HF)	18
2.1.2. Extrusion	19
2.1.3. Longueur de l'épi	19
2.1.4. Longueur des barbes	20
2.1.5. Rendement en grains (RDT)	21
2.1.6. Taux d'humidité des grains	22
2.1.7. Dureté des grains	23
2.1.8. Epiaison	23
2.1.9. Floraison	24
2.2. Corrélation	26

CONCLUSION	27
-------------------	-----------

Références bibliographiques	
------------------------------------	--

**« Etude de la stabilité et l'adaptation de quelques variétés algériennes du blé dur
(*Triticum durum* Desf) dans la zone semi-aride».**

Résumé

En Algérie, près de 95% des sols soumis par des climats arides et semi- arides. La période sèche affecte la culture du blé dur presque chaque année, ceci coïncideavec le remplissage du grain et influe négativement sur les rendements. Dans ces conditions, il est recommandé donc de rechercher des variétés qui tolèrent ces fluctuationsdu climat par l'obtention de nouvelles variétés tout en exploitant la diversité du grand Magreb.

La présente étude a été conduite au niveau de la Station Expérimentale Agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) de Sétif au cours de la campagne agricole 2019/2020. Trente génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) constitués de 25 variétés marocaines introduites et 05 variétés locales qui ont été mises en expérimentation afin d'étudier l'adaptation de chaque génotype en premier lieu, et en deuxième lieu la stabilité de ces génotypes et leurs productivités tout en comparant avec un deuxième essai dans un autre étage climatique. La variété marocaine V2 (Zeramik) a montré la hauteur la plus élevée avec 93 cm par contre la variété Amjad est la plus courte avec 61,77 cm d'hauteur lui donnant une résistance à la verse. Les deux variétés marocaines Zeramik et Oued Znati qui ont montré une bonne hauteur finale n'ont donné que de faibles rendements qui n'ont pas dépassé 86 g par micro-parcelle. On a obtenu des deux variétés V15 (Fradj) et V2 (Hamadi) un rendement élevé de 168,2 et 173,87 g par micro-parcelle, l'équivalent de 33,6 et 3,8 qx/ha. En revanche, les variétés V13 (Razak) et V7 (Oued Znati) ont les rendements les plus faibles avec environ 86 g par micro-parcelle.

Mots clés : *Triticum durum*, blé dur, adaptation, stabilité, rendement.

**« Stability and adaptation study of some Algerian varieties of Durum wheat
in semi-arid zone »**

Abstract

In Algeria, nearly 95% of the soils are affected by arid and semi-arid climates. The dry period affects the cultivation of durum wheat almost every year, coinciding with grain filling and negatively affecting yields. Under these conditions, it is therefore recommended to search for varieties that tolerate these climate fluctuations by obtaining new varieties while exploiting the diversity of the great Magreb.

This study was conducted at the Agricultural Experimental Station of the Technical Institute of Field Crops (ITGC) of Setif during the 2019/2020 agricultural season. Thirty genotypes of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) consisting of 25 introduced Moroccan varieties and 05 local varieties were experimented in order to study firstly the adaptation of each genotype and secondly the stability of these genotypes and their productivities while comparing with a second trial in another climatic stage. The Moroccan variety V2 (Zeramik) showed the highest height with 93 cm, while the Amjad variety is the shortest with 61.77 cm in height, giving it one to the pour. The two Moroccan varieties Zeramik and Oued Znati which showed a good final height gave only low yields which did not exceed 86 g per microparcel.

From the two varieties V15 (Fradj) and V2 (Hamadi), we obtained a high yield of 168.2 and 173.87 g per micro-plot, the equivalent of 33.6 and 3.8 qx / ha. On the other hand, the varieties V13 (Razak) and V7 (Oued Znati) have the lowest yields with around 86 g per micro-plot.

Key words: *Triticum durum*, hard wheat, adaptation, stability, yield.

"دراسة استقرار وتكيف بعض الأنماط الجزائرية من القمح الصلب في المناطق شبه الجافة"

ملخص:

يتأثر ما يقارب 95 ٪ من التربة في الجزائر بالمناخ الجاف وشبه الجاف. حيث يكون إنتاج القمح في هذه الحالة، خاضعا لتداخل موسم الجفاف مع الفترة الحساسة لمرحلة ملء الحبوب والتي بدورها تأثر في هاته الحالة بشكل خطير على المحصول الذي تم الحصول عليه. في ظل هذه الظروف، يوصى بالبحث عن الأصناف والأنماط التي تتحمل هذه التقلبات الدورية في المناخ الجزائري، وذلك من خلال استغلال التنوع الحيوي في المغرب الكبير للحصول على أنماط جديدة.

أجريت هذه الدراسة في المحطة التجريبية الزراعية سطيف التابعة للمعهد الفني للمحاصيل الكبرى، خلال الموسم الزراعي 2020/2019 حيث تم اختبار ثلاثين نمطاً وراثياً من القمح الصلب مكونة من 25 نوعاً مغربياً و05 محلياً، وذلك من أجل:
- أولاً، دراسة تكيف كل نمط وراثي.
- ثانياً، دراسة مدى استقرار هاته الأنماط الوراثية مع مقارنتها مع تجربة أخرى أجريت في إقليم مناخي آخر.

سجل الصنف المغربي V2 (زراميك) أعلى ارتفاع في الطول وذلك عند 93 سم، بينما سجل صنف أمجد أقصر ارتفاع بتقدير 61.77 سم والذي منحه أفضلية لتفادي ميلان وسقوط النبتة. وسجل الصنفان المغربيان زراميك ووادي الزناتي اللذان أظهرتا ارتفاعاً نهائياً جيداً أقل غلة منخفضة من حيث الإنتاج بحيث لم تتجاوز 86 غرام في القطع المصغرة.

بينما حصلنا من الصنفين V15 (فرج) و2V (حمادي)، على محصول مرتفع يبلغ 168.2 و173.87 جم لكل قطعة ميكروية، أي ما يعادل 33.6 و3.8 قنطار/ هكتار. من ناحية أخرى، فإن الأصناف V13 (رزاك) و7V (واد زناتي) لديها أقل إنتاجية بحوالي 86 جم لكل قطعة صغيرة.

الكلمات المفتاحية: القمح، التأقلم، التكيف، الثبات، الإنتاج.

Remerciements

Avant tout, nous remercions **ALLAH** tout puissant de nous avoir donné la force, la patience et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tout particulièrement notre promoteur Mr **Ould-kiar** pour sa patience, son implication personnelle, son soutien, ses orientations, sa disponibilité et tout le temps qu'il nous a consacré, mais aussi pour la liberté d'action qu'il nous a laissée. Qu'il trouve ici l'expression de toute notre reconnaissance, de notre profonde admiration et de notre respectueuse considération.

Nous tenons à remercier également toute l'équipe pédagogique, les enseignants de l'université de Mohammed el Bachir el Ibrahimy et tous les intervenants professionnels responsables de notre formation.

Nous remercions spécialement le directeur du laboratoire
SCI Pharma Docteur Akbach de nous avoir aidés.

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué à notre succès et qui nous ont aidés avant et lors de la rédaction de ce travail.

Enfin, à tous ceux dont le nom nous échappe à cet instant et que nous regretterons de n'avoir pas cité ... tous nos remerciements.

Dédicace

Afin d'être reconnaissant envers ceux qui m'ont appuyé et encouragé
à effectuer ce travail de recherche,

Je dédie ce modeste travail :

À ma très chère mère **Meriem** et à mon très cher père **Abdel Hak** qui n'ont
cessé de me combler par leurs amour et leurs tendresse.

Qui me sont très chers en témoignage à leurs soutien pendant toute ma vie
car aucun mot ne pourra exprimer ma haute gratitude et profonde affection.

À tous les membres de ma famille Sœurs et frère **Sana, Ama, Chouaib**, à qui je
souhaite un avenir radieux plein de réussite.

A mon équipe talentueuse de recherche et développement.

Lynda, Moussa.

et à tous ceux qui tiennent à ma réussite.

'Housseem'

Dédicace

- ♥ *À mes très chers parents **Choukri et Kheira** qui m'ont tout donné sans rien en retour, Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Vous avez toujours été mon école de patience, de confiance et surtout d'espoir et d'amour. Vous êtes et vous resterez pour moi ma référence, la source de tendresse, le symbole de la bonté par excellence, la lumière qui illumine mon chemin. sans votre affection, vos conseils, vos encouragements, vos sacrifices, vos prières, vos efforts et vos soutiens que vous avez déployés durant le long chemin de mes études et de toute ma vie, ce travail n'aurait jamais pu être réalisé. Ce travail et le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation le long de ces années. Je vous présente ma pleine gratitude et mon profond respect, j'implore Dieu le tout puissant, de vous accorder une bonne santé, beaucoup de bonheur, une longue vie et vous bénisse pour moi. Je vous aime énormément.*
- ♥ *À mes très chères sœurs et frère **Rached, Imed, Djihen et Ritedj**, je vous exprime à travers ce travail mes sentiments de fraternité et d'amour. Je vous souhaite un avenir plein de joie et de réussite.*
- ♥ *À mes meilleures amies en qui j'ai toujours trouvé le soutien et le réconfort.*

'Meriem'

Liste des tableaux

Tableau I : Classification botanique du blé dur (Hennouni, 2012)	06
Tableau II : Codage des variétés du blé dur utilisé dans l'expérimentation.....	14
Tableau III : Origine de sélection et pédigrées des variétés algériennes	14
Tableau IV : Date d'inscription et origine des variétés marocaines.....	14
Tableau V : Corrélations entre les paramètres étudiés.....	26

Liste des figures

Figure 01 : Appareil végétatif du blé dur.....	4
Figure 02 : Appareil reproducteur du blé dur	4
Figure 03 : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé	6
Figure 04 : Situation géographique du site expérimental	11
Figure 05 : Dispositif expérimental	12
Figure 06 : Champ expérimental de l'essai	13
Figure 07 : Récolte manuelle épi par épi	14
Figure 08 : Batteuse expérimentale utilisé.....	14
Figure 09 : Mesure de la hauteur finale de la plante	15
Figure 10 : Mesure de la longueur du col	16
Figure 11 : D'uromètre	17
Figure 12 : Variation montrant la hauteur finale de la plante	18
Figure 13 : Variation montrant l'extrusion	19
Figure 14 : Variation montrant la longueur de l'épi.	20
Figure 15 : Variation montrant la longueur des barbes.....	20
Figure 16 : Variation montrant l'estimation du rendement en grains	21
Figure 17 : Variation montrant le taux d'humidité des grains	22
Figure 18 : Variation montrant la dureté des grains	23
Figure 19 : Variation montrant l'épiaison des variétés étudiées	23
Figure 20 : Variation montrant la floraison des variétés étudiées.....	24

LISTE DES ABREVIATIONS

ANOVA : Analyse de la variance.

CEI : Communauté des États indépendants.

CIC : Conseil international des céréales.

CIMMYT : Centre international d'amélioration du maïs et du blé.

CM : Carré moyen.

CV : Coefficient de variation.

Ddl : Degré de liberté.

FAO : Food and Agriculture Organization.

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Ha : Hectare.

H : Humidité.

HP : Hauteur finale de la plante.

ICARDA : International Center for Agriculture Research in Dry Areas.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique.

ITCF : Institut Technologique des Céréales et des Fourrages.

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures.

ONM : Office nationale de la météorologie.

ONIC : Office national interprofessionnel des céréales.

PMG : Poids de mille grains.

Introduction

Introduction

Le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. Le blé dur représente la première céréale cultivée en Algérie dont il occupe plus de un million cinq cent hectares. Cette production ne couvre que 30 à 35% des besoins (**Benbelkacem, 2013 in Hannachi, 2017**). Le défi de notre pays est de satisfaire la demande locale tout en tournant vers l'exportation. Cependant, la réussite de la culture du blé dur dépend en grande partie du choix de la variété (**De Silguy, 1994**). Très peu de recherches ont été initiées pour sélectionner des variétés adaptées à l'agriculture du blé dur alors que la sélection est un facteur primordial du rendement et de la qualité des productions (**De Silguy, 1994**).

Aguiriano *et al.* (2006) décrivent que l'étude de la diversité et la caractérisation des ressources génétiques sont indispensables pour créer de nouvelles variétés adaptées aux variations climatiques, dotées d'un rendement élevé et de meilleure qualité. Il est bien évident que l'objectif principal du programme national d'amélioration de blé dur est de sélectionner les génotypes qui possèdent un haut potentiel de rendement en grains. Donc lorsque nous cultivons différentes variétés dans un environnement connu, pour voir leurs comportements vis-à-vis le stress hydrique surtout, elles doivent également être cultivées dans un environnement adapté, car un haut potentiel de rendement lui-même n'est pas suffisant (**Lin et al., 1986**). Le développement et la sélection de variétés performantes et adaptées aux conditions pédoclimatiques des zones semi-arides est une importante préoccupation dans le domaine de la sélection (**Fellahi et al., 2016**). L'adaptation est engendrée par la tolérance des stress des milieux de production où la tardiveté fait courir le risque du déficit hydrique et des hautes températures de fin de cycle (**Abbassenne et al., 1997 ; Hannachi, 2017**). La précocité est un critère important pour l'adaptation à des milieux variables (**Hannachi, 2017**).

La stabilité du comportement des génotypes, face à la variation des milieux, ou adaptabilité, est une caractéristique indispensable qui doit exister chez les nouvelles obtentions (**Haddad et al., 2016**). Il est reconnu que le rendement d'un cultivar donné varie d'un endroit à l'autre et d'une année à une autre en pensant à l'adaptabilité. L'instabilité est provoquée par des interactions du génotype avec les milieux de vie qui sont induits à l'aide de la sensibilité aux stress biotiques et abiotiques.

Notre expérience rentre dans un projet essais multi-locaux en vue d'estimer la stabilité des variétés étrangères en comparant les résultats des deux régions étudiées. Cependant, l'adaptation de ces variétés pourra nous donner des indications par rapport à la sélection des variétés étrangères dans les programmes d'amélioration.

L'objectif de notre travail est basé sur une étude comportementale entre des variétés locales et d'autres étrangères (Maroc). C'est donc faire les comparaisons nécessaires entre les variétés algériennes et marocaines tout en sélectionnant les meilleurs génotypes en se basant sur des paramètres agro-morphologiques. Notre but final est d'offrir une variabilité utile dans les programmes d'amélioration du blé dur algérien.

Notre travail est subdivisé en deux parties, la première sur une étude bibliographique et la deuxième partie étude expérimentale comportant un chapitre matériel et méthodes puis un chapitre sur les résultats obtenus avec les discussions.

Partie

Bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le blé dur

1. Historique

La domestication des blés constitue un jalon dans l'histoire des sociétés humaines marquant le début de l'ère Néolithique qui se traduira par l'adoption d'une économie de production fondée sur l'agriculture et l'élevage. C'est vers 10 000 ans av. J-C que les blés ont été domestiqués avec pour centre d'origine la région du "croissant fertile" entre le Tigre et l'Euphrate (**Shewry, 2009**). Les données archéologiques fournissent des preuves tangibles de la synchronie entre les débuts de la culture des blés et l'organisation de sociétés sédentaires, marquant ainsi la fin de la période nomade au cours de laquelle chasse et cueillette constituent les principaux moyens de subsistance (**Diamond, 2002**).

En effet, l'histoire de l'homme est intimement liée à celle des céréales qu'il a très tôt appris à domestiquer, cultiver et sélectionner (**Bonjean et Picard, 1991**). Ces dernières sont considérées comme la base des grandes civilisations, car elles ont constitué l'une des premières activités agricoles, fournissant un moyen d'alimentation régulier, autour duquel l'activité humaine pouvait s'organiser. C'est ainsi que les civilisations européennes et moyen-orientales se sont construites autour du blé, celles de l'Extrême-Orient autour du riz, celles des peuples amérindiens autour du maïs et celles d'Afrique noire autour du mil.

2. Morphologie et histologie du grain de blé

❖ Morphologie

a) L'appareil végétatif

✚ Les racines

On a deux sortes de racines : Les racines primaires ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination, un système racinaire fasciculé assez développé, (racines adventives ou coronaires) ; qui sont produites par le développement de nouvelles talles. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1m 50cm (**Soltner, 1990**).

✚ La tige

Ce sont des tiges, cylindriques, souvent creuses par réabsorption de la pulpe centrale mais avec 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 (figure 1). Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longuefeuille (**Soltner, 1990**).

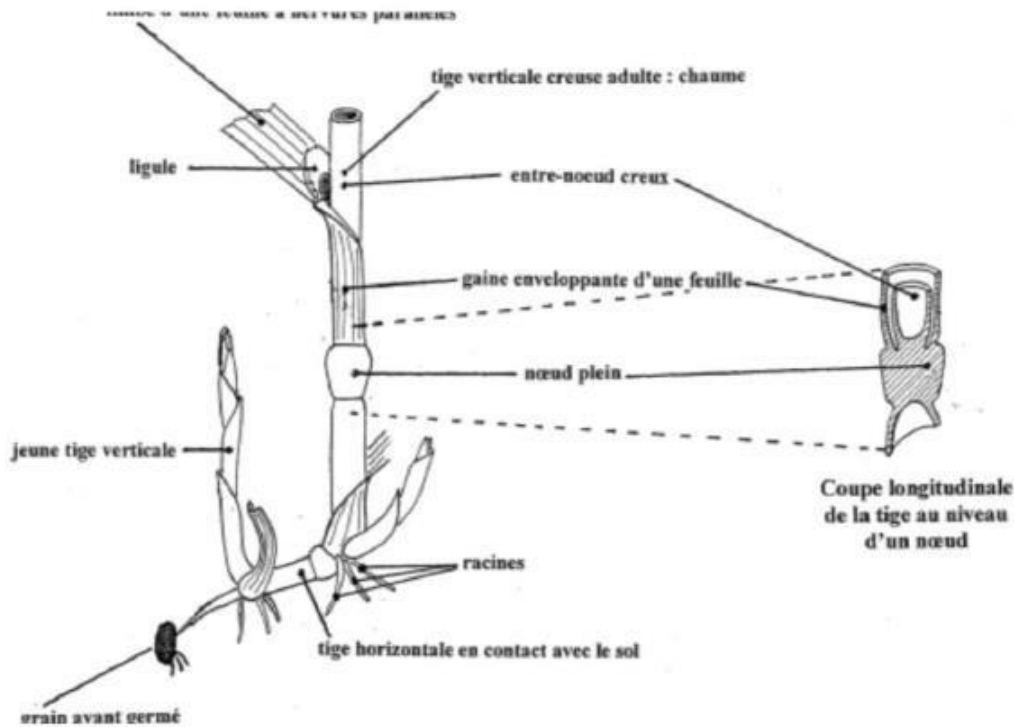


Figure 1 : Appareil végétatif du blé dur (Jouve et Daoudi, 2001).

b) Appareil reproducteur

Les fleurs sont regroupées en inflorescence correspondant à l'épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet constitué de grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes inférieure et supérieure (figure 2) (Gate, 1995).

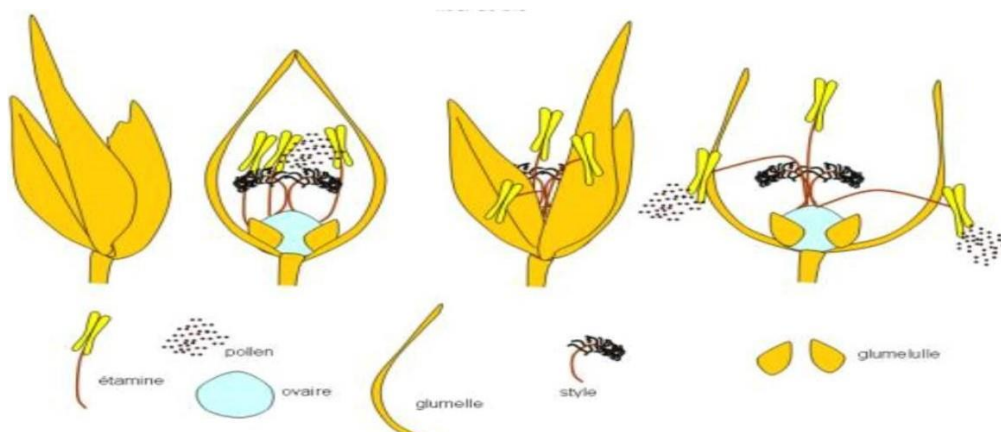


Figure 2 : Appareil reproducteur du blé dur (Gate, 1995).

❖ Histologie

Les graines de blé sont des fruits appelées caryopses. Elles ont une forme ovoïde, possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale (le sillon) et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils (la brosse) (Ait kaki *et al.*, 2008). Le grain de blé se compose de trois parties principales :

➤ Les enveloppes

Selon ait kaki *et al.*, 2008, les enveloppes sont de nature cellulosique qui protège le grain et représentent 14-16% de la masse du grain. Elles renferment une teneur importante en protéines, en matières minérales et en vitamine du complexe B ; elles contiennent en outre les pigments qui donnent la couleur des grains. Les enveloppes ont une épaisseur variable et sont formées de trois groupes de tégumentssoudés :

- Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de 3 assises cellulaires :
 - Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
 - Mésocarpe, formé de cellules transversales.
 - Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.
- Le testa ou tégument de la graine constituée de 2 couches de cellules.
- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'album en sous-jacent (Ait kaki *et al.*, 2008).

➤ L'endosperme (amande ou albumen)

Constitue presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon. On y trouve l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination. Il forme environ 80% du poids d'un grain et est constitué de granules d'amidon enchâssés dans le réseau protéique (gluten) (Ait kaki *et al.*, 2008).

➤ Le germe (embryon)

Il constitue un organe de réserve, riche en protéines et en lipides pour la jeune plantule et forme environ 2,5% à 3% du grain de blé (figure 3). Le germe comprend deux parties : la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain. Enfin, le germe est riche en vitamine B1 et B6 (Nedjah, 2015).

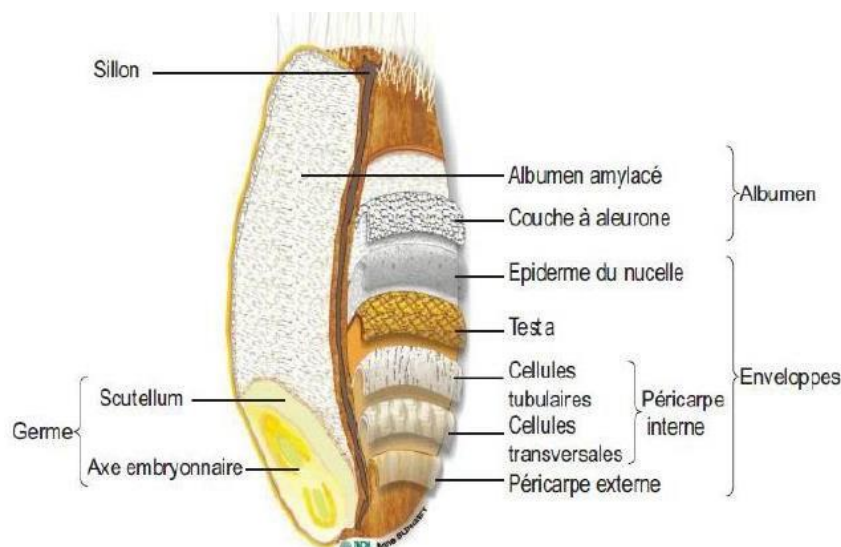


Figure 3 : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé
(Bounneche, 2015)

3. Classification botanique

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille qui sont caractérisée par des critères morphologiques particuliers. Le blé dur est une monocotylédone qui obéit à la classification détaillée est donnée par le tableau ci-dessous.

Tableau I : Classification botanique du blé dur (Hennouni, 2012).

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Super Ordre	Commeliniflorales
Ordre	Poales
Famille	Graminacée
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

4. Origines du blé dur

La culture de blé est très ancienne, on trouve ses traces dès le néolithique. Le blé a été cultivé 2700 ans avant notre ère en Chine. Les civilisations babyloniennes et égyptiennes se sont développées autour du blé (Moule, 1980).

✓ Origine génétique

L'allopoléidie a joué un rôle fondamental dans l'évolution des plantes en permettant l'apparition de nouveaux types qui n'ont souvent que de lointains rapports avec les espèces qui leurs ont donné naissance (Prevost, 1976). De par leur constitution chromosomique, Boyeldieu (1980) et Simon *et al.* (1989) distinguent l'existence de trois sous-groupes de céréales :

Le groupe diploïde ($2n = 14$ chromosomes) ou en grain.

- *Triticum beoticum* ;
- *Triticum monococcum*.

Le groupe tétraploïdes ($2n = 28$ chromosomes) ou groupe de *Triticum dicoccum* (amidonier) ; on distingue :

- *Triticum diccocoïdes* ou amidonnier sauvage ;
- *Triticum turgidum* ou blé poularde ;
- *Triticum polonicum* ou blé de Pologne ;
- *Triticum durum* ou blé dur.

Le groupe hexaploïdes ($2n = 42$) ou groupe de *Triticum spelta* (épeautre) ; on distingue :

- *Triticum vulgare* ou blé tendre ;
- *Triticum compactum* ou blé hérisson.

Selon Prevost (1976), les blés à 28 chromosomes sont des allotétraploïdes possédant les génomes A et B. Prevost (1976) et Grignac (1978) soulignent l'origine hybride des tétraploïdes dont le blé dur (*Triticum durum*), ceux-ci proviendraient du croisement suivi du doublement des chromosomes entre *Triticum monococcum*, apportant le génome A, et *Egilops speltoïdes* apportant le génome B.

Une telle hybridation aurait donné naissance au *Triticum diccocoïdes* qui serait diversifié en *Triticum dicoccum* et *Triticum durum* (Moule, 1980).

✓ Origine géographique

Vavilov cité par Erroux et Laumont (1961) situe l'origine du blé dur en Abyssinie, ce dernier considérait trois centres d'origine distincts pour les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* :

- Le foyer Syrien et nord Palestinien pour le groupe diploïde ;
- Le foyer Abyssinien pour la diversification des blés tétraploïdes ;
- Le foyer Afghano-Indien pour la diversification des blés hexaploïdes.

L'Algérie se trouvant à proximité de ce centre primaire d'origine, la diversification et le polymorphisme considérable de l'espèce blé dur dans nos régions ont invité Vavilov à considérer l'Afrique du nord comme centre secondaire d'origine du *Triticum durum*. Grignac (1978) désigne le Moyen-Orient comme l'origine géographique où coexisteraient les espèces parentales. C'est à partir de cette zone d'origine que l'espèce s'est différenciée vers trois différentes régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de l'ex URSS et le proche orient, chaque centre de différenciation donne des caractères morphologiques et physiologiques particuliers.

5. Importance du blé dur

5.1. Importance alimentaire

Les blés constituent la première ressource alimentaire de l'humanité, et la principale source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles (**Nedjah, 2015**).

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.

En Algérie, la céréaliculture constitue la principale activité, notamment dans les zones arides et semi-arides. Les terres annuellement emblavées représentent 3,6 millions d'hectares. Le blé dur est une ancienne culture dont l'origine remonte à la venue des arabes.

La superficie occupée par le blé dur est, en moyenne, de 1.3 millions d'hectares, durant la période 2000-2010 (**Ouanzar, 2012**).

5.2. Importance économique

Le blé dur représente environ 8% des superficies cultivées en blés dans le monde dont 70% sont localisées dans les pays du bassin méditerranéen. La Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, et les pays d'Afrique du nord sont parmi les principaux producteurs. En 2012, la production a atteint 51,2 MQ contre une production mondiale de 690 MT. Sur une superficie de 3 Mha réservée à la céréaliculture, 1 785 000 ha sont destinés à la culture du blé (**Nedjah, 2015**). Le blé dur occupe une place centrale dans l'économie Algérienne.

5.3. Dans le monde

La production mondiale en blé dur connaît des interannuelles importantes. En 2002, selon les statistiques du conseil international des céréales sur la scène mondiale, la superficie 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. En 2009, année relativement favorable, la production mondiale de blé dur a atteint 40 millions de tonnes, puis a baissé vers 34 millions de tonnes en 2014.

L'Europe (hors CEI) a assuré en moyenne, au cours de la décennie 2000, 26 % de la production mondiale (la balance commerciale de l'Union européenne en blé dur est en général excédentaire depuis 1985, mais l'Italie importe), ensuite l'Amérique du Nord et centrale (24%), le Moyen-Orient (avec en particulier la Turquie et la Syrie (18%)), puis la CEI (12%) et l'Afrique du nord. La production de blé dur est soumise à deux variabilités : la récolte en Afrique du nord très irrégulière car dépendante des pluies d'hiver et de printemps, et la production en Amérique du Nord découlant de décisions de semis sur des bases économiques et agronomiques (avec peu d'alternatives en zone aride). La zone méditerranéenne dans son ensemble consomme 62% du blé dur mondial et est la principale zone importatrice de la planète. L'Amérique du Nord et centrale est la principale zone exportatrice de la planète. Elle réalise 72% des exportations mondiales. Le Canada est le premier exportateur de blé dur et l'Algérie est le premier importateur (**Merouche, 2015**).

5.4. En Algérie

La production céréalière, y compris les jachères, occupe environ 80° de la surface agricole utile (SAU) du pays. La superficie annuelle ensemencée en céréales varie de 3 à 3,5 millions d'hectares. Les superficies récoltées annuellement représentent les superficies ensemencées sur 63. Il semble donc qu'il s'agisse d'une spéculation dominante (**Djermoun, 2009**). La spéculation pratiquée par la plupart des exploitations 60% la main-d'œuvre en général (**R.G.A., 2001**), associée à la jachère dans la plupart des exploitations. Spéculation présente dans toutes les phases bioclimatiques également dans les régions sahariennes.

Le blé dur est semé sur une superficie moyenne de 1,2 million d'hectares et sa production représente 45% de la production céréalière totale. Ils sont suivis par l'orge et blé tendre avec une part respective de 28 % et 2 % (**Fellahi et al., 2013**).

Partie

Expérimentale

Chapitre 1. Matériel et méthodes

L'expérimentation a été menée en deux parties ; la première au champ de l'ITGC et la deuxième à El-Anasser Bordj Bou Arréridj au laboratoire de recherche et de développement des analyses technologiques des semences.

1.1. Présentation de la région d'étude

L'essai a été conduit à l'Est du pays chez la ferme expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) Mezloug - Sétif à une altitude de 976.48 m, une latitude de 36.16 N et une longitude de 5.3636 E. Elle est limitée au Nord par la région de Kherrata, au Sud par la wilaya de Biskra, à l'Est par la région d'Eulma et à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou arréridj.

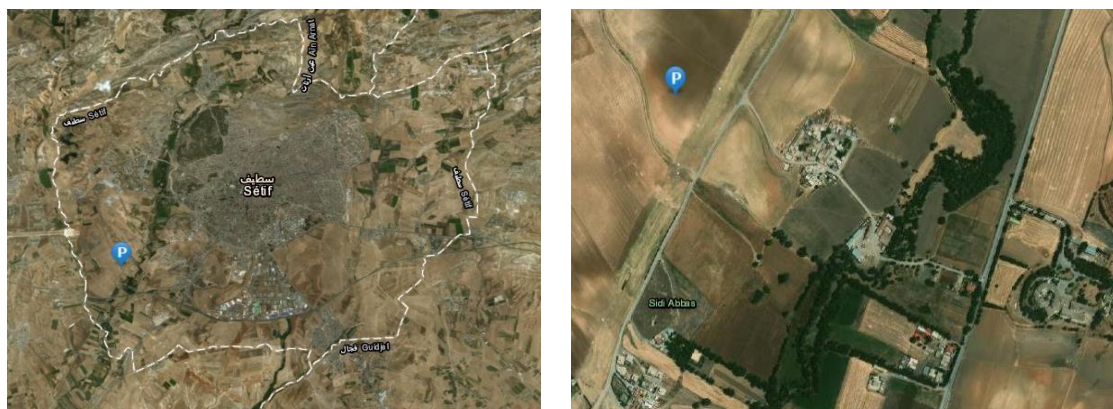


Figure 4. Situation géographique du site expérimental

Cette région est sous la dominance d'un climat méditerranéen continental semi-aride, caractérisé par une saison hivernale pluvieuse et fraîche et une saison estivale sèche et chaude. Avril est le mois le plus pluvieux et Juillet le plus sec. Les données climatiques utilisées proviennent du centre météorologique de Nasa, sur la période de 1990 à 2020.

Le sol de notre site expérimental est caractérisé par une topographie plate, appartiennent au groupe des sols argilo-limoneux avec une profondeur de 120 cm (**Kribaa, 2002**).

1.2. Mise en place de l'essai

L'essai a été réalisé durant la campagne 2019-2020. Le dispositif expérimental adopté est le bloc aléatoire complet (BAC) avec trois répétitions. Les 30 variétés de blé dur étudiées ont été réparties au hasard dans les blocs (figure 5). Chacune des parcelles élémentaires mesure 100 centimètres de longueur sur 60 centimètres de largeur (3 lignes distantes de 20 cm) avec un espacement de 40 cm entre les micro-parcelles et 1m entre les blocs soit une superficie de 150 m². Le travail du sol et le plan de fertilisation ont été

effectué par le personnel de l'ITGC. Le précédent cultural est une jachère travaillé. L'essai (figure 6) a été installé le 23 décembre 2019 suite à une chute abondante de pluie. Les parcelles élémentaires ont été délimitées par la ficelle et les roseaux. Le semis a été effectué manuellement avec une dose de semis d'environ 120 grains/m². Nous avons récolté manuellement (figure 7) les micro-parcelles le 21 Juin 2020 et le battage a été effectué durant la même journée à l'aide d'une batteuse expérimentale (figure 8).

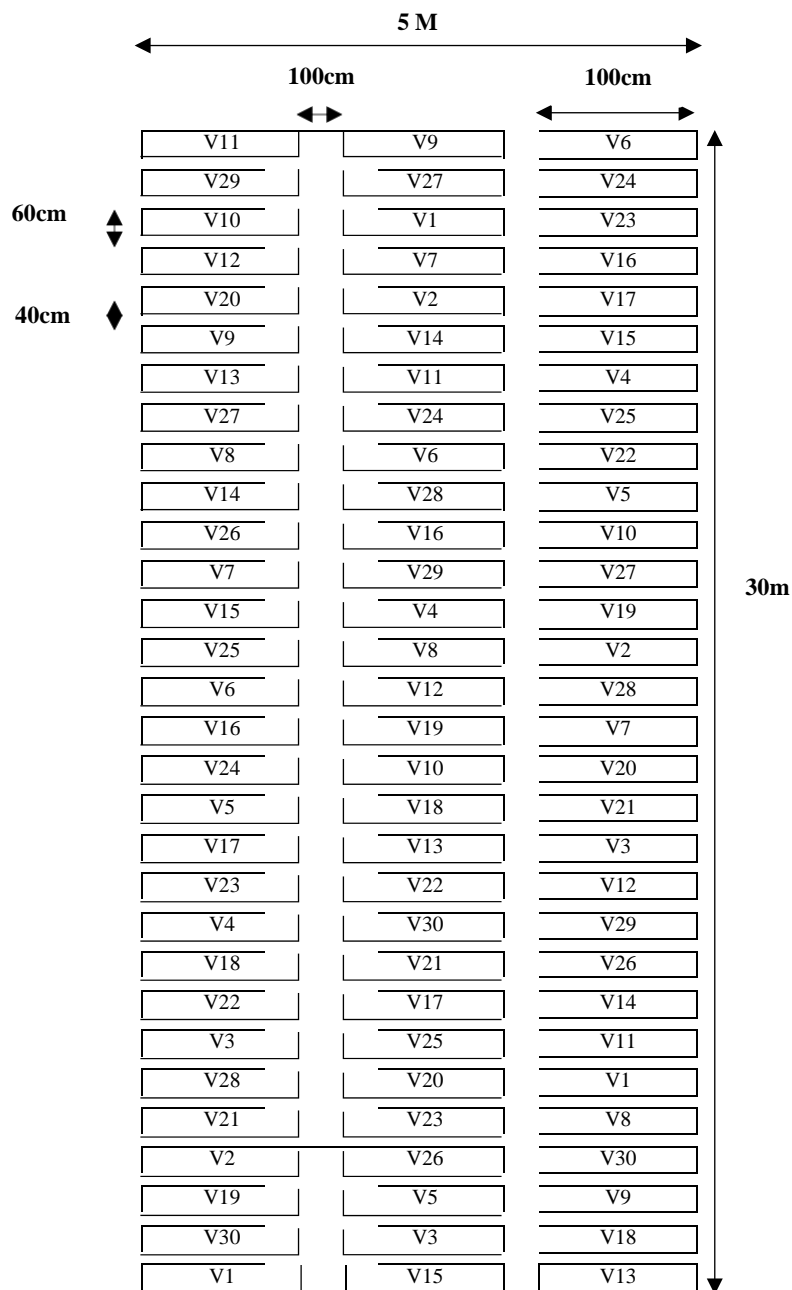


Figure 5 : Dispositif expérimental de notre essai



Figure 6 : Champ expérimental de l'essai



Figure 7 : Récolte manuelle épi par épi



Figure 8 : Batteuse expérimentale utilisé

- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est le blé dur, 5 variétés algériennes et 25 variétés étrangères (Marocaines) (tableau II).

Tableau II. Codage des variétés du blé dur utilisé dans l'expérimentation.

Variétés marocaines	Code	Variétés marocaines	Code	Variétés locales	Code
Marjana	V11	Hamadi	V24	Simeto	V21
Jori	V29	Anouar	V5	Bidi ₁₇	V1
Oorgh	V10	Irden	V17	Gta dur	V6
Tomouh	V12	Chaoui	V23	Megress	V14
Cocorit	V28	Karim	V4	Ofanto	V9
Razak	V13	Nassira	V18		
Marouane	V27	Marzak	V22		
Amria	V8	Kypironda	V3		
Louiza	V26	Amjad	V19		
Ouedznati	V7	zeraimik	V2		
Faraj	V15	Sebeu	V20		
Jawhar	V25	Yassmine	V30		
Nachit	V16				

Tableau III. Origine de sélection et pédigrées des variétés algériennes.

Nom	Pedigree/croisement	Obtenteur / sélection
Gta dur	Crane/4/PolonicumPI ₁₈₅₃₀₉ /T.gl Utin en/2* Tc60/3/GII	CIMMYT-ICARDA, Sélection ITGC, FDPS, Guelma, Algérie
Simeto	Capeiti8/Valvona	Introduction d'Italie, Projet IAO-ITGC
Megress	Ofanto/Waha/MBB	ITGC, FDPS, Sétif, Algérie
Ofanto	Appulo/Adamello	Italie
Bidi ₁₇	Sélection locale	INRA Algérie

Tableau IV. Date d'inscription et origine des variétés marocaines.

Nom	Date d'inscription	Origine
Tomouh	1997	Sélection marocaine sur matériel introduit (Oum Rabia 6 provenant de l'ICARDA).
Marjana	1996	Sélection dans population hybride entre matériel marocaine et matériel introduit.
Marouane	2003	Croisement et sélection marocaines.
Kyperounda	1956	Sélection dans une ancienne population locale marocaines
Oorgh	1995	Croisement et sélection marocaines sur matériel introduit.
Chaoui	2003	Croisement et sélection marocaines
Yassmine	1993	Croisement et sélection marocaines sur matériel introduit
Amria	2003	Croisement et sélection marocaines
Amjad	1995	Croisement et sélection marocaines sur matériel introduit
Anouar	1993	Croisement et sélection marocaines sur matériel introduit
Irden	2003	Croisement et sélection marocaines
Jawhar	1993	Sélection dans hybridation avec matériel introduit
Karim	1985	Sélection parmi les lignée du CIMMYT (lignée sœurs de Yavaros, Vitron, ...)
Marzak	1984	Croisement marocains avec matériel CIMMYT
Sebou	1987	Croisement et sélection marocaines sur matériel introduit
Oued znati	1949	Sélection dans une ancienne population locale marocain
Zeraimik	1949	Sélection dans une ancienne population locale marocain

1.3. Mesures réalisées

Les mesures ont porté sur la hauteur finale des plantes, l'extrusion du pédoncule de l'épi, longueur des épis et des barbes, rendement en grains, taux d'humidité des grains récoltés, l'estimation de la dureté des grains sous une pression et enfin l'épiaison et la floraison pour estimer la précocité.

1.3.1. Hauteur finale de la plante (HF)

Mesurée à l'aide d'un mètre ruban au stade récolte, à partir du niveau du sol jusqu'au sommet sans barbes (figure 9). Cette hauteur est exprimée en cm.



Figure 9 : Mesure de la hauteur finale de la plante

1.3.2. Extrusion (longueur du col)

Nous avons mesuré ce paramètre à l'aide d'une mètre graduée depuis la base de l'épi jusqu'à la base du limbe.



Figure 10 : Mesure de la longueur du col

1.3.3. Longueur épi

La mesure en cm a été effectuée à partir de la base de l'épi jusqu'à l'extrémité supérieure des barbes. Elle est déterminée après le stade épiaison en prenant six plantes aléatoirement.

1.3.4. Longueur barbes

Cette mesure en cm est effectuée à partir du point terminal du dernier épillet jusqu'à l'extrémité supérieure de l'épi.

1.3.5. Rendement en grains (RDT)

Après la récolte, les graines de chaque parcelle élémentaire sont pesées pour déterminer le rendement grain en gramme par micro-parcelle.

1.3.6. Taux d'humidité des grains

Cette mesure a été effectuée à l'aide d'un humidimètre appelé déshumidificateur numérique en prenant dix graines puis les mettre dans l'appareil pendant 5 minutes dans une température de 100 c.

1.3.7. Dureté des grains

Elle est déterminée par un appareil qui applique une pression sur les grains (quatre grains) pour estimer la résistance de ces grains. L'appareil est appelé D'Uromètre pharmaceutique.



Figure 11 : D' uromètre

1.3.8. Epiaison

Cette mesure et celle de la floraison sert à estimer la précocité des variétés. Elle est déterminée par le calcul du nombre de jours entre la date de semis et la date d'apparition des épis. L'épiaison de plus de 50% est considérée.

1.3.9. Floraison

Elle est déterminée par le calcul du nombre de jours entre la date de semis et la date de floraison de plus de 50 % des pieds. La floraison est connue par l'apparition des étamines sur les épillets.

1.4. Analyse statistique des données

L'analyse statistique unidimensionnelle (analyse de la variance - ANOVA) des données a été adoptée pour déduire les effets significatifs du facteur génotype étudié à l'aide d'un logiciel informatique STATISTICA version 8. Le test de Tukey a été utilisé pour faire ressortir les groupes homogènes. Les résultats obtenus sont représentés sous forme d'histogrammes grâce au logiciel Office Excel.

Une analyse bidimensionnelle (corrélations) a été effectuée entre les différentes variables deux à deux, selon la méthode décrite par Snedecor et Cochran (1981). Ces corrélations donnent une idée sur les paramètres susceptibles d'être utilisés comme critères de sélection. Les caractères qui jouent un rôle important dans la détermination du rendement grain, sont identifiés par l'analyse de la régression progressive (**Fellahi *et al.*, 2013**).

Chapitre 2. Résultats et discussions

L'étude statistique est effectuée pour les paramètres mesurés et nous allons présenter ceux qui statistiquement sont significatifs seulement.

2.1. Résultats des paramètres étudiés

2.1.1. Hauteur finale de la plante

D'après l'analyse de la variance nos résultats pour la hauteur de la végétation sont très hautement significatifs entre les différentes variétés.

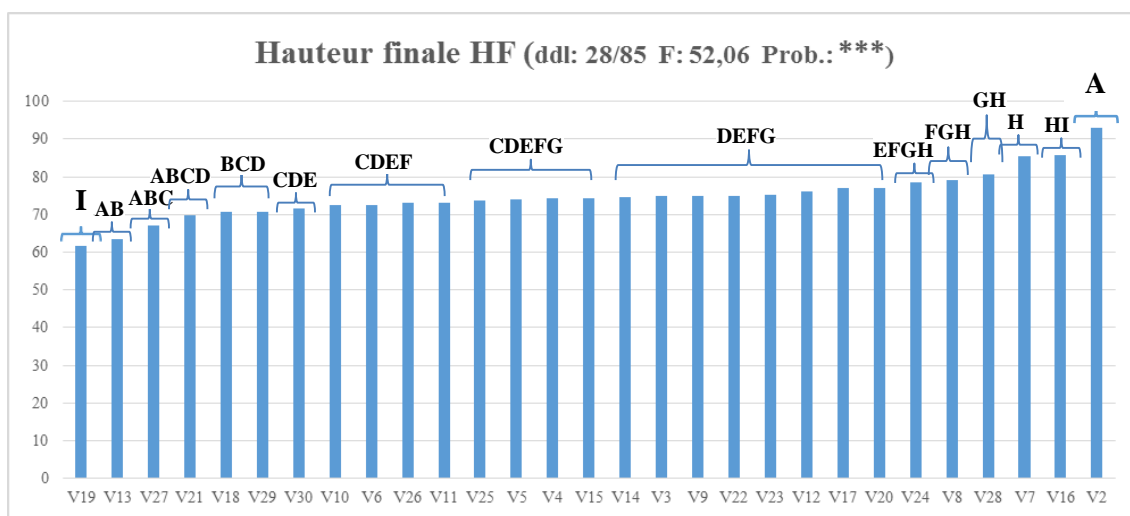


Figure 12 : Variation montrant la hauteur finale de la plante

La variété V2 (Zeramik) suivi de V7 (Oued Znati) et V8 (Amira) montre la hauteur la plus élevée avec respectivement 93, 85.77 et 85.44 cm, alors que les variétés V19 (Amjad) suivie par V13 (Razak) présentent les hauteurs les plus faibles à l'ordre de 61.77 et 63.55 cm. Ces résultats ont été confirmés dans le deuxième site de Médéa où Zeramik et Oued Znati ont donné les hauteurs les plus élevées contrairement à Amjad et même Razak qui ont donnés des faibles hauteurs. Nous pouvons confirmer une certaine stabilité chez les variétés marocaines.

La hauteur de la plante apparaît comme un critère important pour la sélection. **Meklich-Hanifi (1983)** trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille. Les variétés hautes répondent mieux aux concurrences vis-à-vis la lumière et les adventices. Les variétés courtes tolèrent mieux aux conditions de stress. D'autre part, la compacité de l'épi et la grosseur se favorisent la verse surtout après les pluies ou l'irrigation (**Rezgui et Hamza, 1995**) ; les variétés hautes sont donc exposées à la verse. La variété haute en moyenne résiste à la verse ; la rigidité de sa tige peut être

à l'origine de la résistance à la verse (**Maamouri *et al.*, 1988**). Les variétés hautes présentent généralement un cycle végétatif plus ou moins long.

2.1.2. Extrusion

D'après l'analyse de la variance nos résultats pour l'extrusion sont très hautement significatifs entre les différentes variétés.

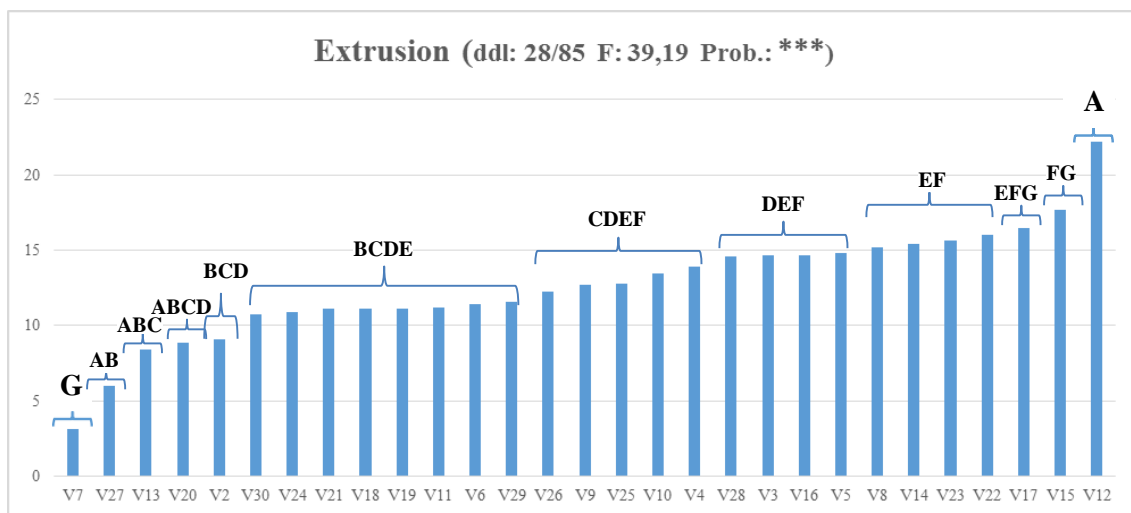


Figure 13 : Variation montrant l'extrusion

L'extrusion est très élevée chez la variété V12 (Toumouh) avec 22.22 cm. La variété qui présente l'extrusion la plus faible est la V7 (Oued Znati) avec 3.11 cm.

Nous pouvons dire que la variété Oued Znati à paille haute n'a montré qu'une faible extrusion qui est la distance entre la base de l'épi et le limbe de la feuille étendard.

2.1.3. Longueur d'épis

L'analyse de la variance a montré une différence significative et le test de Tukey a révélé deux groupes homogènes chevauchants.

La longueur de l'épi la plus élevée est marquée par la variété V20 (Sebeu) avec 7,77 cm tandis que la variété V21 (Simeto), qui a montré la plus faible longueur, n'a donné que 4,11 cm.

Les caractéristiques de l'épi (épi court a barbes peu développées) contribuent également à une limitation des pertes en eau (**Febrero *et al.*, 1990**). Les plantes du blé dur présentant une longueur de l'épi réduite peuvent être influencé négativement du point de vue nombre de grains/épi (**Biscope *et al.*, 1975 ; Araus *et al.*, 1991 ; Hannachi *et al.*, 1996 ; Bammoun, 1997**).

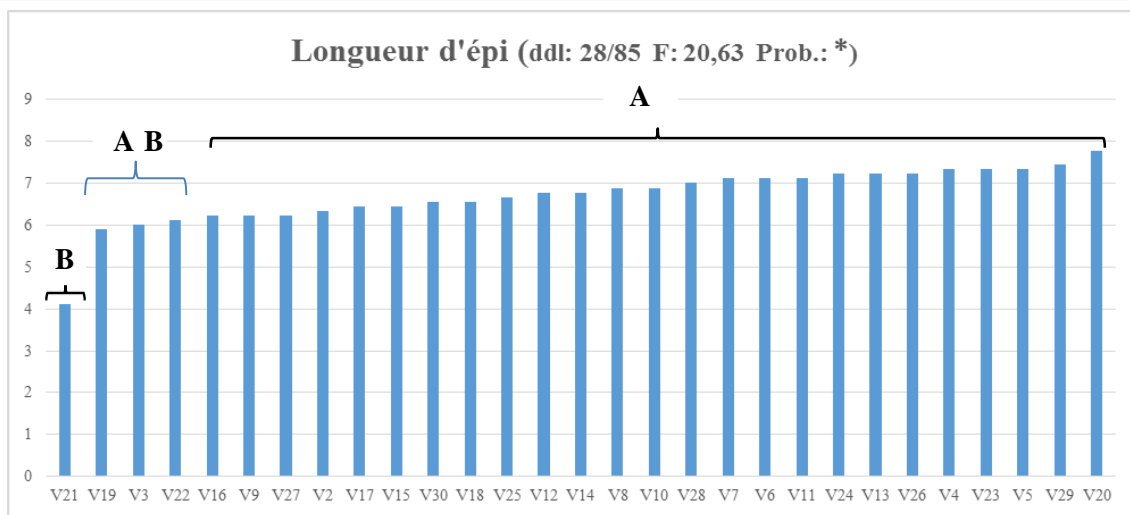


Figure 14 : Variation montrant la longueur de l'épi

Les critères les plus utilisés par les évaluateurs pour argumenter leur choix étaient le remplissage, la taille en termes de longueur et de largeur, la couleur de la barbe et dans un moindre degré la forme d'épis en termes de rangées et son aspect visuel général. Tout cela peut s'expliquer par l'ancrage des épis longs compacts à barbes longues noires (Nassif *et al.*, 2012).

2.1.4. Longueur des barbes

D'après l'analyse de la variance nos résultats pour la longueur du barbe sont très hautement significatifs entre les différentes variétés et le test Tukey nous montre l'apparition de 8 groupes homogènes chevauchants.

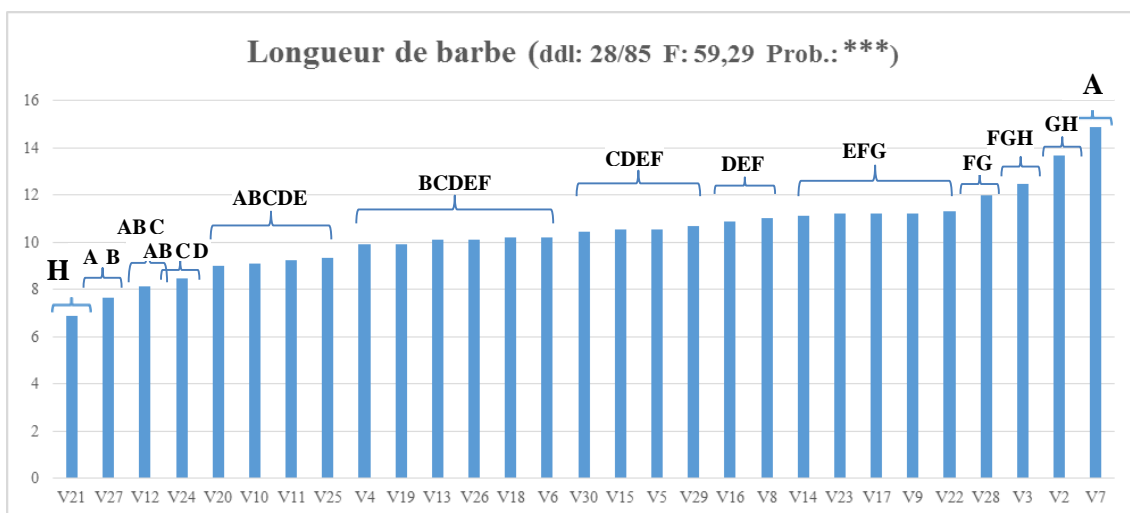


Figure 15 : Variation montrant la longueur des barbes

La longueur de la barbe la plus élevée est marquée par la variété V7 (Oued Znati) avec 14.88 cm, tandis que la variété V21 (Simeto) a donné la longueur de barbe la plus faible avec 6.88 cm.

La longueur des barbes est un paramètre morphologique semble être étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (**Hadjchristodoulou, 1985**). Slama (2002) mentionne que la variété ayant la barbe la plus développée, sous contrainte hydrique, présente le meilleur rendement. En plus, la présence des barbes augmente l'efficacité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation du grain (**Nemmar, 1980**). **Baldy (1973)** et **Gate et al. (1992)** confirment que les barbes contribuent à l'adaptation à la sécheresse, grâce à leurs capacités de compenser la sénescence foliaire. Teich (1982) mentionne que les génotypes barbus sont recherchés surtout dans les zones où le climat est sec et chaud, alors que les génotypes sans barbes sont prédominants dans les régions tempérées et humides.

2.1.5. Rendement en grains

L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative entre les variétés testées. Le test de Tukey a révélé 6 groupes homogènes chevauchants.

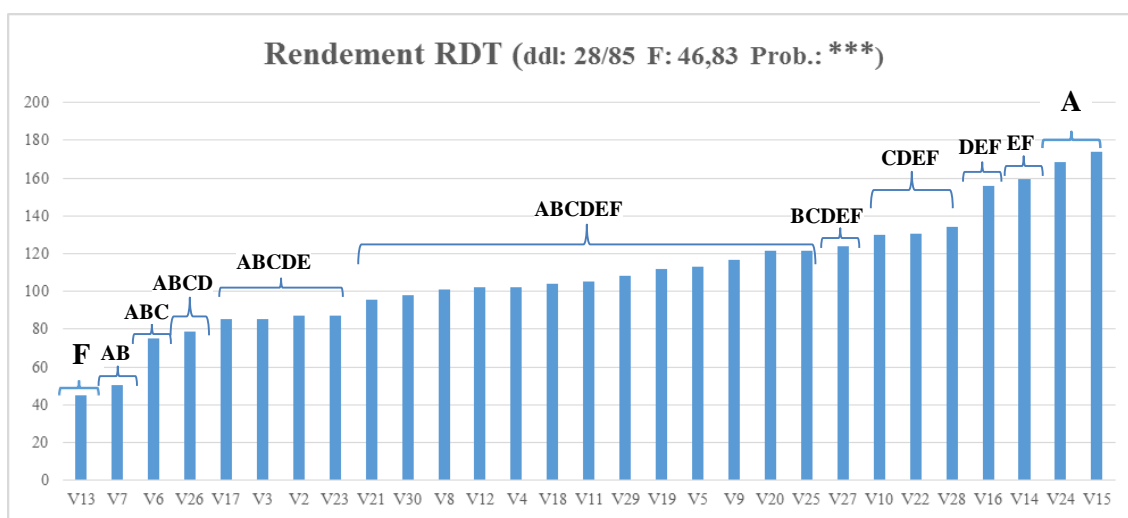


Figure 16 : Variation montrant l'estimation du rendement en grains

D'après ces résultats on remarque que les deux variétés V15 (Fradj) et V24 (Hamadi) présentent un rendement élevé avec 168,24 et 173,87 g par micro parcelle l'équivalent de 33.6 et 34,8 qx/ha. Par contre les variétés V13 (Razak) et V7 (Oued Znati) présentent les plus faibles rendements avec respectivement 45,26 et 50,4 g par micro-parcelle l'équivalent de 9 qx/ha. Les autres variétés présentent des rendements intermédiaires. Ces résultats ont été confirmés dans l'essai de Béni Slimane de cette année

qui a montré une faiblesse de rendement de la variété Oued Znati, par contre la variété Fradj a donné des rendements importants.

Le rendement en grains est défini comme la résultante du produit de la biomasse aérienne (**Bouzerzour, 1998**).

De ce fait la sélection sur la base de cette caractéristique est, certes, faite dans le sens de la réduction de la durée de cette phase mais tout en tenant compte de la relation avec le rendement en grains. En effet en absence de stress les génotypes relativement tardifs produisent plus, alors que sous conditions de stress, les génotypes précoces évitent le sinistre (**Bahlouli et al., 2005**).

2.1.6. Taux d'humidité des grains en %

D'après l'analyse de la variance nos résultats pour le taux d'humidité sont très hautement significatifs entre les différentes variétés.

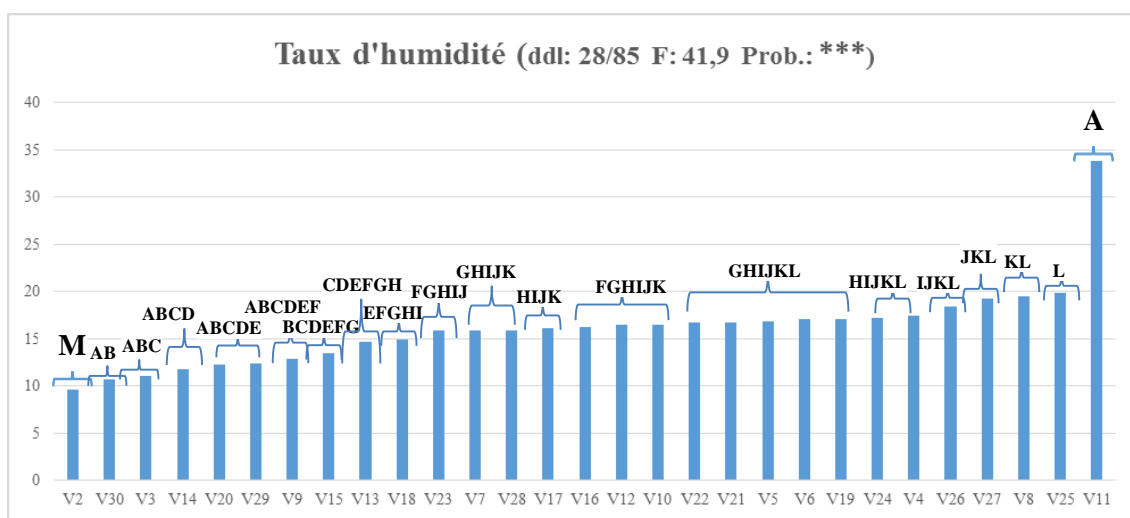


Figure 17 : Variation montrant le taux d'humidité des grains

La variété de V11 (Marjana) présente un taux d'humidité très élevé par rapport aux autres variétés, avec 33.87% par contre la variété V2 (Zeramik) montre la valeur la plus faible avec 9.60.

Lorsque le taux d'humidité des céréales dépasse 16 %, des moisissures risquent de se développer et de produire des mycotoxines, qui vont dégrader leurs qualités sanitaires. Il est donc impératif de récolter et stocker des grains mûrs, avec une humidité proche de la norme commerciale. Elle est généralement fixée à 15 % pour le blé.

2.1.7. Dureté des grains

D'après l'analyse de la variance nos résultats pour la dureté sont très hautement significatifs entre les différentes variétés et le test Tukey a distingué 12 groupes homogènes chevauchants.

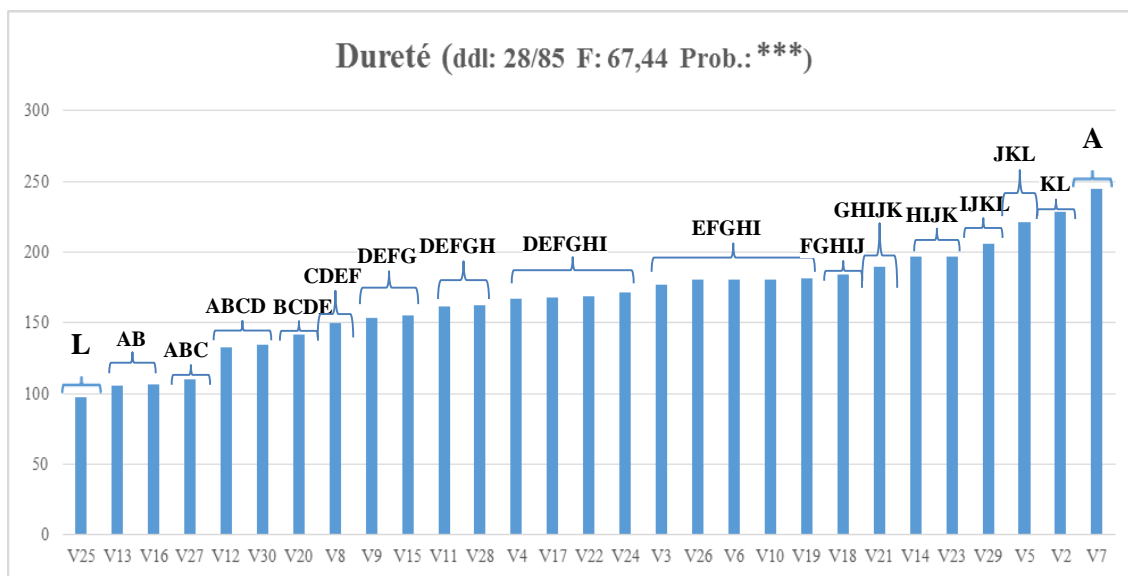


Figure 18 : Variation montrant la dureté des grains

La variété V7 (Oued Znati) figure la valeur de dureté la plus élevée de 244.83, tandis que la variété V25 (Jawhar) a donné la valeur la plus faible de 97.58.

La dureté est un paramètre mesurable facilement, rapidement et faible cout, soit par un appareil de d'urromètre ou par spectrométrie infrarouge. Au niveau technologique, la dureté intervient dans le comportement du grain à la mouture et sur la qualité des farines (granulométrie, endommagement de l'amidon, hydratation...).

La dureté physique des grains se définit comme leur résistance à l'écrasement, à la fragmentation, à la réduction en farine. Il s'agit donc d'une propriété mécanique. Pour le blé, il ne faut pas confondre cette dureté physique avec la caractéristique génétique "durum".

2.1.8. Epiaison

L'analyse statistique de la variance des dates d'épiaison a montré des effets significatifs entre les variétés étudiées et le test Tukey a révélé deux groupes homogènes chevauchants.

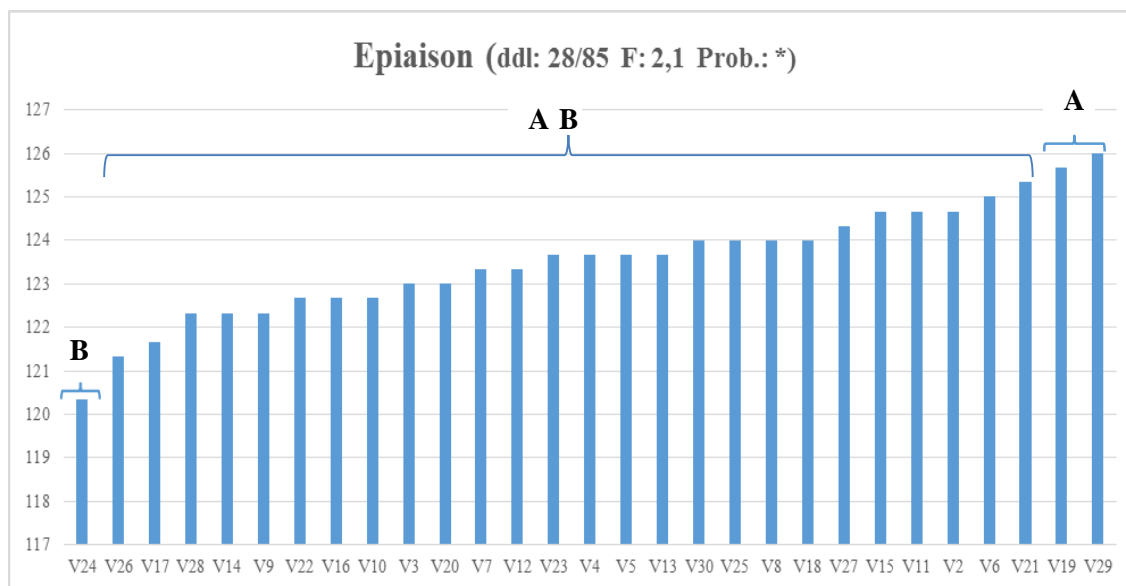


Figure 19 : Variation montrant l'épiaison des variétés étudiées

Les valeurs d'épiaison les plus élevées sont enregistrées chez V29 (Jouri) suivi par la variété V19 (Amjad) avec 126.00, 125.66 jours après semis, tandis que la variété V24 (Hamadi) a la plus courte épiaison par 120.33 jours après semis.

L'épiaison est une caractéristique très importante dans l'adaptation de la céréale à un milieu donné (**Wardlaw and Moncur, 1995**).

La durée des phases de développement joue un rôle important dans l'élaboration des composantes du rendement et dans l'évitement des accidents climatiques défavorables (**Abbassenne et al., 1997**).

2.1.9. Floraison

L'analyse de la variance de nos résultats pour la floraison nous montre des différences hautement significatives entre les différentes variétés. Le test Tukey nous montre deux groupes homogènes chevauchants.

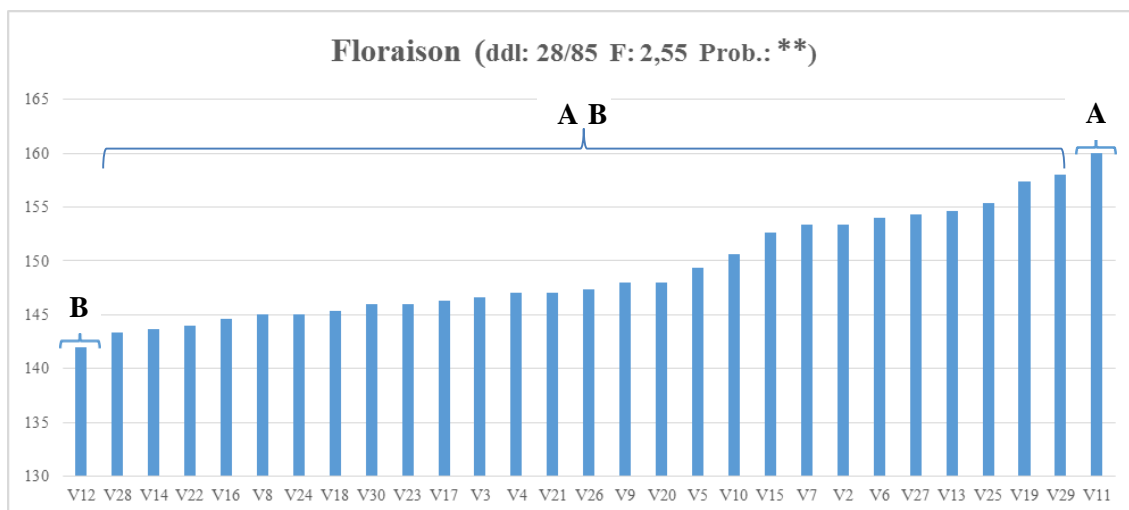


Figure 20 : Variation montrant la floraison des variétés étudiées

Selon les résultats enregistrés, les variétés V11 (Mardjana) et V29 (Jori) présentent les valeurs les plus élevées de floraison qui signifie qu'elles sont des variétés tardives, avec respectivement 160 et 158, par contre la variété V12 (Toumouh) présente la valeur la plus faible avec 142, variété précoce.

Le blé dur est une culture sensible au déficit hydrique durant la montaison et la floraison ce qui nous incite à être vigilants pendant cette période. Il faudra également anticiper et mettre une forte dose d'irrigation au stade gonflement. En cas de sécheresse sévère il est préférable de réduire les irrigations après l'épiaison pour éviter la verse (Baldy, 1993).

2.2. Corrélations

Tableau V. Corrélations entre les paramètres étudiés.

Paramètres	Dureté	HF	Long Barbe	Extrusion	Long épi	RDT	Taux Humid	Floraison
HF	0.26							
Long Barbe	0.32	0.31						
Extrusion	-0.03	-0.09	0.01					
Long épi	0.12	0.16	-0.30	-0.26				
RDT	-0.15	0.16	-0.28	0.08	0.03			
Taux Humid	-0.20	-0.11	-0.30	-0.06	0.09	0.03		
Floraison	0.01	-0.21	-0.07	-0.33	0.03	-0.10	0.27	
Epiaison	0.04	-0.23	0.06	-0.03	-0.02	-0.06	0.06	0.33

HF: hauteur finale, **RDT:** rendement, **Long épi :** longueur épi, **Taux humid:** taux d'humidité.

La hauteur finale est corrélée positivement avec la longueur des barbes (0.31**) et négativement avec l'épiaison (-0.23).

L'extrusion est corrélée négativement avec la longueur d'épi $r=-0.26^{**}$

Les paramètres fortement corrélés peuvent nous offrir la possibilité de ne pas mesurer tous ces paramètres prochainement, il suffit d'étudier un seul paramètre suffira s'il est fortement corrélé avec l'autre.

Pour compléter l'analyse unidimensionnelle d'ANOVA, il est souhaitable d'y aller à une analyse bidimensionnelle par l'estimation de la force de liaison de type linéaire entre deux variables quantitatives en présentant la matrice des corrélations entre les variables deux à deux (Tableau V).

Conclusion

Conclusion

Les études comportementales des variétés locales en comparaison avec des variétés étrangères donne beaucoup de résultats surtout lorsqu'il s'agit des essais multi-locaux. L'adaptation d'un certain nombre de variétés étrangères pourra être très bénéfique pour notre pays en donnant plus de variabilité pour l'obtention de nouvelles variétés de blé dur.

Nous avons constaté que les variétés algériennes n'ont pas été très présentes dans les interprétations, ce qui explique l'importance des variétés marocaines. D'autres parts, les résultats obtenus durant notre expérimentation montrent une diversité entre les variétés algériennes et les variétés marocaines ce qui augmente les chances d'avoir de nouvelles variétés plus performantes de ce que nous disposons actuellement.

La hauteur de la végétation a montré une certaine stabilité entre les deux sites de notre étude des variétés marocaines, citant les variétés Zeramik et Oued Znati à paille haute et Amjad et Razak à paille courte. Après l'analyse stastique on a conclu que la variété Simeto a montré aussi de faible hauteur.

La précocité est un critère important pour l'adaptation à des milieux variables dont nous avons enregistré un certain nombre de variétés montrant une précocité meilleure que les variétés locales étudiées. Les variétés les plus précoces sont V24 (hamadi), V28 (cocorit), V14 (megress) et V22 (marzak).

L'analyse des essais multi-locaux pour évaluer et recommander des variétés est une étape importante des programmes de sélection végétale. Notre analyse de stabilité des performances de rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en conditions semi-arides porte à la fois sur la stabilité génotypique et les performances. Cette contribution compare plusieurs approches pour mesurer la stabilité des rendements en utilisant les données de rendement de 30 génotypes de blé dur dans des conditions semi-arides.

Les variétés ayant un rendement élevé sont les suivantes : V15 (Fraj) et V14(megress) qui ont donné des rendements élevés au niveau des deux sites expérimental Sétifet Médéa, contrairement à V24 (Hamadi) qu'elle a donné de bon rendement à Sétif et des rendements moyens à Médéa. Nous devrions ici signaler la stabilité des deux variétés Fradj marocaine et Megress algérienne qui ont montré une supériorité dans deux climats différents. La variété Oued Znati a aussi présenté une certaine stabilité mais avec des faibles rendements.

En terme de productivité et rendement la variété Megress a montré des rendements élevé, elle a été classé troisième après Hamdi et fredj.

Notre étude à Sétif et celle de Béni Slimane à Médéa nous ont montré l'importance des variétés marocaines et la possibilité d'exploiter cette diversité dans un programme d'amélioration génétique du blé dur afin de créer des variétés performantes, stables et productives.

Comme perspective, les essais multi-locaux apportent beaucoup pour les programmes d'amélioration afin de mieux étudier l'effet des interactions génotype X environnement, et aller chercher de la variabilité chez nos voisins pourra aussi enrichir notre catalogue variétale non seulement pour le blé dur mais pour toutes les espèces.

Références

Bibliographiques

Références bibliographiques

- Adjabi A., Bouzerzour H. et Benmahammed A. (2014).** Stability Analysis of Durum Wheat (*Triticum durum Desf.*) Grain Yield. *Journal of Agronomy*, 13, 131-139.
- Adjabi A., Bouzerzour H. et Benmahammed A. (2016).** Study of the Effects of Physiological Trait Selection on the Yield potential in Durum Wheat (*Triticum durum Desf.*) under Semiarid Conditions. *Advances in Environmental Biology*, 10(5), 153-163.
- Ait Kaki S. (2008).** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse Doctorat. Université d'Annaba. pp 88-95.
- Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., & Hassous, K. L. (2005).** Selection of high yielding of durum wheat (*Triticum durum Desf.*) under semi arid conditions. *Journal of Agronomy*, 4 (4): 360-365.
- Baldy C. (1993).** Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum sp.*). *Ann. Agron.*24(2), 241-276.
- Belaid A., Nsarellah N., Laamari A., Nachit M. et Amri A. (2005).** Assessing the economic impact of durum wheat research in Morocco. Aleppo, Syria: International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA).
- Benbelkacem A. et Kellou K. (2000).** Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum L. var. durum*) cultivées en Algérie. In: Royo C., Nachit M., Di Fonzo N., Araus J.L. Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. Zaragoza: Ciheam, pp 105-110.
- Bencharif A., Chaulet C., Chehat F., Kaci M. et Sahli Z. (1996).** La filière blé en Algérie. Le blé, la semoule et le pain. Paris : Karthala. *Biointerfaces* 45, 131-135.
- Benseddik, B. et Benabdelli K. (2000).** Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur en zone semi-aride. *Approche éco- physiologique, Sécheresse*, 11(1), 45-51.
- Bonjean A. et Picard E. (1991).** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé ; Poitiers : *Aubin imprimeur*, pp 112-119.
- Bounneche H. (2015).** Technologie de fabrication et qualité, mémoire de Magister, université Constantine 1, pp 35-38.
- Bouzerzour H. et Oudina M. (1989).** Association de certains caractères morphologiques au rendement en grains chez le blé dur (*Triticum durum Desf*) en conditions semi-arides. *Ann INA. Alger.* 13(1), 157-161.
- Bouzerzour H., Adjabi A., Benmahammed A., Hadj Sahraoui A. et Harkati N. (2002).** Productivité et adaptation comparée des variétés de céréales en zone semi-aride d'altitude. *Céréaliculture*, 37(1), 4-13.
- Bousba, R., (2012).** Caractérisation de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Analyse de la physiologie et de la capacité en production. Thèse Doc. Univ Mentouri Constantine, 187 p.
- Bouzerzour H. et Oudina M. (1989).** Association de certains caractères morphologiques au rendement en grains chez le blé dur (*Triticum durum Desf*) en conditions semi-arides. *Ann INA. Alger.* 13(1), 157-161.

- Boyardieu J. (1980).** Les cultures céréalières. Ed Hachette. France, pp 22-45.
- Brancourt-Hulmel M., Biarnès-Dumoulin V. et Denis J.B. (1997).** Point de repère dans l'analyse de la stabilité et de l'interaction génotype-milieu en amélioration des plantes. Elsevier/Inra. Agronomie, 17, 219-246.
- Chennafi H. (2012).** Amélioration de la Productivité du Blé en Environnement déficitaire en eau. Revue Agriculture, 3, 24-27.
- CIC. (2014).** Conseil International des Céréales. <http://www.agpb.com/documentation-et-publications/recoltes/160-monde-donnees-globales-et-par-pays-sur-le-marche-des-cereales>.
- Diamond J. (2002).** Evolution, consequences and future of plant and animal domestication. *Nature*, 418(6898), 700-707.
- Djermoun A. (2009).** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Nature & Technology*, 1, 45-53.
- Erroux J. et Laumont P. (1961).** Mémoire de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du nord, 95 p.
- Fellahi Z., Hannachi A., Chennafi H., Makhlof M. et Bouzerzour H. (2013).** Effets des résidus et du travail du sol sur la production de la biomasse et le rendement du blé dur (*Triticum durum Desf.*, variété MBB) en lien avec l'utilisation de l'eau dans les conditions semi-arides des Hautes Plaines Sétifiennes. *Revue Agriculture*. 06, 1-11.
- Gate P. (1995).** Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.
- Grignac P. (1978).** Le blé dur : Techniques agricoles. Tome I, pp 6-10.
- Hacini N. (2014).** Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum Desf.*) sur les aptitudes adaptatives et qualitatives, Thèses doctorat, Université d'Annaba, pp 95-125.
- Hannachi, A, Fellahi, Z. & Bouzerzour, H. (2017).** Genetic analysis of some metric traits in 6X6 half-diallel crosses of durum wheat (*Triticum turgidum L. var durum*) under semi-arid conditions. Comm. In second international workshop management and genetic improvement of plant and microbial resources (GRPM2017), 19 to 21 march 2017, Faculty of medicine, University of Tlemcen, Algeria.
- Henry Y. et De Buyser J. (2001).** L'origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed). De la graine à la plante. Réunion. Cirad-Ca / 3 P ; UMR PVBMT, 20 p|krina. Ed. Belin, Paris, pp, 69-72.
- Hennouni N. (2012).** Evaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*Triticum durum Desf*) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de plantes traitées avec un fongicide, Thèses de doctorat, Université d'Annaba, pp 52-57.
- I.T.C.F. (2002).** Stades du blé. Institut du végétal. Paris. Pp1-40.
- Jonard P. (1964).** Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. *Annal de l'amélioration des plantes*, pp 101- 130.
- Jouve, P. et Daoudi A. (2001).** Effet de la date de semis sur l'élaboration du rendement du blé tendre et de l'orge en zone semis aride et aride cas du Maroc. *Agri Tropic* 39(3), 193-200.
- Lafon I.P., Tharaud C. et Levey B. (1990).** Biologie des plantes cultivées. Physiologie de développement génétique et amélioration. Tome II. (1990). 478 p.

- Lin C.S., Binns M.R. et Lefkovitch L.P. (1986).** Stability analysis : Where do we stand ? *Crop science*, **26**, 894-900.
- Meziani L., Bammoun A., Hamou M., Brinis L. et Monneveux P. (1993).** Essai de définition des caractères d'adaptation du blé dur dans différentes zones agro climatiques de l'Algérie. In tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne (diversité génétique et amélioration variétale). Ed. INRA France, Colloque, 64, 191-203.
- Merouche A. (2015).** Besoins en eau et maîtrise de l'irrigation d'appoint du blé dur dans la vallée du Chleff. Thèse doctorat. pp 28-34.
- Moule C. (1980).** Les céréales. Ed. La maison rustique. Paris. 318 p.
- Nadjem K. (2012).** Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride, Magister, Université de sétif, pp 42-45.
- Nedjah I. (2015).** Changements physiologiques chez le Blé dur (*Triticum durum* Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb), Thèses doctorat, Université d'Annaba, pp 25-40.
- Ouanzar S. (2012).** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.), mémoire de magister, département des sciences agronomiques, université Ferhat Abbas Sétif.
- Prevost P.H. (1976).** Génétique. Ed. Lavoisier. Paris, 299 p.
- Rachedi M.F. (2003).** Les céréales en Algérie : problématique et option de réforme. Céréaliculture. 38, 69p.
- RGA. (2001).** Globalisation is good for your health, mostly. *BMJ* 323, 504-6.
- Simon H., Codaccion P. et Lecoeur X. (1989).** Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui. Ed. Lavoisier. Paris, 346p.
- Soltner D. (1990).** Les grandes productions végétales : Céréales, plantes sarclées.