



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire N série:.....

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمزة لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم الفلاحة
Département d'Agronomie

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences

Agronomiques

Spécialité : Production végétale

THEME

**Etude du comportement et de l'adaptation de quatre
variétés locales du blé dur (*Triticum durum Desf.*)
dans la région d'El Oued**

Présenté Par :

M^{elle} CHIBANI Douha

M^{elle} HOUAMDI Anfel

Devant le jury composé de :

Président : Mme. F.Z .Zouioueche

M.C.B.

Université d'El Oued.

Examineur : M.A.Hadad

M.C.A.

Université d'El Oued.

Promoteur : M.Saraoui Tahar

M.A.A.

Université d'El Oued.

Année Universitaire 2021/2022

REMERCIEMENTS

Alhamdulillah, nous remercions Dieu le Tout Puissant de nous avoir aidé à terminer ce travail.

Ensuite, nous adressons nos sincères remerciements et notre grande gratitude à notre honorable encadreur M. Saraoui Tahar qui a supervisé, guidé et conseillé nos recherches.

Nous adressons tous nos remerciements aux membres du jury composé des Docteurs, Mme F.Z .Zouioueche d'avoir accepté de présider le jury et de M. A. Hadad d'avoir eu la gentillesse d'examiner ce travail.

Nous remercions également chaque enseignant qui nous a enseigné et tous ceux qui nous ont aidé et contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail.

DEDICACES

Au nom (d'Allah), et louange à(Allah,) qui m'a succédé dans cette œuvre, et les

prières et la paix soient sur la création la plus honorable, notre maître

Muhammad, que Dieu le bénisse et lui accorde la paix. Je dédie ce travail

à la mémoire de mon cher père Faouzi, décédé en 2016 Allah yarhmou au

début de mon parcours universitaire qui était un participant du succès,

à mon accompagnante, ma chère mère (Khadija) au cœur tendre.

A mes frères et mes sœurs (aymen, Rami, Antar yahia, Rihab,Aroua)

Et à mon grand-père (Miloud) et ma grand-mère (Lallahem) et à mon futur

mari (Salah Said)Et tous mes oncles et tantes et tous les membres de ma

famille et à mon ami et accompagnante (Assia Saadoun).

A celle qui s'est efforcé d'exceller dans cette recherche (Douha).

J'espère que mon travail serait utile pour les prochaines générations.

Anfel

DEDICACES

Au nom de Dieu, je dédie cet humble travail

*A mes parents :mon cher père Abd Al- Kader, Mama Saida qui a su me
soutenir tout au long de mes études.*

C'était difficile, et sans leur aide, je n'aurais pas pu faire ce travail.

A tous mes frères et sœurs

A mon mari Abd Al -Fateh

Et à mes filles qui me sont chères (Radoua)et (Asaouer) .

A celle qui s'est efforcé d'exceller dans cette recherche (Anfel).

J'espère que mon travail est utile pour les générations futures.

Deuha

Sommaire

<i>REMERCIEMENTS</i>	
<i>DEDICACES</i>	
Sommaire	
Liste des abréviations.....	
Liste des tableaux	
Liste des figures.....	
Résumé.....	11
Introduction :	1

Partie I:Revue bibliographique

Chapitre I:Généralités sur le blé dur

1-Etude de la plante :	5
1-1-Historique et origine du blé dur :	5
1-1-1-Historique:	5
1-1-2-Origine du blé dur	5
Origine génétique.....	6
. Origine géographique.....	7
1-2 Classification botanique <i>Triticum durum</i> Desf: Selon (APG III, 2009) :	7
1- 3- Morphologie du blé dur <i>Triticum durum</i> Desf:.....	8
1-3-1-les racines :	8
-3-2-les tiges :1	9
1-3-3- Les feuilles.....	9
1-3-4-L'inflorescence et les fleurs :.....	9
. 1-3-5-les grains :.....	9
1-4-Cycle de développement du blé <i>Triticum durum</i> Desf:.....	10
--4-1 La période végétative1	10
1-4-2La période reproductrice.....	12
1-5Importance de la culture du blé :	12
3-2-1-Zones de production Le blé dur	13
I.6. Les Exigences de la culture de blé dur	13
1-7 Les principales maladies :	14
-7.1-Piétine échaudage (<i>Gaeumanomyces graminis</i>) :1.....	14
1- 7.2-Fusariose du plateau de tallage (<i>Fusarium</i> sp) :	15

1-7.3-Oïdium (Erysiphe graminis).....	15
1-7.4-Mildiou (Sclerophthora macrospora)	16
1-7.5- Septoriose(septoria tritici et septoria nodorum)	16
1-7-6-Rouille jaune (puccinia striiformis)	17
1-7-7-Rouille brune (Puccinia recondita)	17

Chapitre II: Amélioration et sélection

1-la sélection génétique de blé dur:	20
Méthodes de selection:.....	20
1 La sélection classique :.....	20
A - Sélection massale :.....	20
B - Sélection généalogique :.....	21
C - Sélection en bulk :.....	22
D - La SSD (single seed descent) :	22
E - Rétrocroisement ou back cross :	22

Partie II: Matériel et Méthodes

Étude sur le terrain.....	27
1- Objectifs de l'essai:	27
2-Etude du milieu expérimental (les conditions climatiques et édaphiques):.....	27
2-1-Les conditions édaphiques:.....	28
a- type de sol :.....	28
B - l'eau :.....	28
2-2.Climat de la région d' étude :.....	28
a.Température :.....	28
b. Précipitation :.....	28
c. Les vents :.....	28
3-Matériel végétal.....	29
4-Protocole :	30
5-La conduite de la culture :.....	31
5-2-Semis :	31
5-3-L'irrigation :.....	32
5-4-la fertilisation:	33
5-5- La récolte :	33
6 - Méthode d'étude :.....	33
7-Les paramètres mesurés :.....	34
7-1 -Paramètres morphologiques.....	34

Partie III: Résultats et discussion

1-paramètres morphologiques :	37
1-1-Hauteur de la plante (sans barbes) :.....	37
2- Les Poids :	38
2-1-Poids de la gerbe:	38
2-2-Poids des épis en grammes	39
3-Composantes du rendement	39
3.2-Poids de 1000 grains :.....	40
3.4- Indice de récolte :	41
4- Test de germination % :.....	42
Conclusion générale :.....	44

Liste des abréviations

ONID = Office National de l'Irrigation et du Drainage.

APG = Angiosperm phylogeny group.

SAU= Surface agricole utile.

FAO = Organisation mondiale de l'Agriculture et de l'Alimentation (Food and Alimentation Organisation).

SAM=Sélection assistée par marqueurs

ITGC= Institut Technique des Grandes Cultures

MADR=Ministère de l'agriculture et du développement rural.

BIO = Biomasse aérienne .

HT = Hauteur du chaume .

PE = Poids des épis .

PG = Poids des grains .

RDT = rendement en g m⁻²

PMG = poids de 1000 grains en g .

NE = nombre d'épis m⁻²,

MST = Matière sèche totale.

LF==Longueur des feuilles .

Liste des tableaux

Tableau 1 : Place des biotechnologies dans un programme d'amélioration des plantes (Demarly, 1990).	23
Tableau 02 : Caractéristiques des variétés étudiées de la culture de blé dur.....	30
Tableau 03 : les Caractéristiques du semis pour la variété.....	32
Figure 17: Schéma d'une parcelle élémentaire.....	32
Tableau 04: Date et les doses des engrais:	33

Liste des figures

Figure 1 : Origines génétiques des différentes espèces de blés (Feldman et Sears, 1981).....	7
Figure 02 : Morphologie du blé (Soltner, 1998).....	10
Figure 3 : Cycle de développement du blé (Henry et DE Buyser, 2000).	11
Figure 04 : Les symptômes Piétine échaudage.....	15
Figure 05 : Les symptômes Fusariose du plateau de tallage (Fusarium sp)	15
Figure 06 : Les symptômes Oïdium (Erysiphe graminis).	16
Figure 07 : Les symptômes -Mildiou (Sclerophthora macrospora).....	16
Figure 08 : Les symptômes Septoriose(septoria tritici et septoria nodorum).....	17
Figure 09 : Les symptômes Rouille jaune (puccinia striiformis)	17
Figure 10 : Les symptômes Rouille brune (Puccinia recondita)	18
Figure 11 : Schéma d'une sélection généalogique avec sélection dès la F2 (diapositive expérimentation, 2005).....	21
Figure 12 : Situation géographique du site d'essai	27
Figure 13 : Image extraite de Google Earth du site d'expérimentation.	27
Figure 14 : Photo du Site Expérimental.	30
Figure 15 : Schéma du Dispositif Expérimental.....	30
Figure 16: Travail du sol avant semis (28/11/2021).....	31
Figure 17: Photo d'une parcelle élémentaire.....	32
Figure 18: la pompe utilisée pour irrigation.	32
Figure 19 : Méthode de fertilisation	33
Figure 20 : Un échantillon (1 Mètre carré).....	34
Figure 21: Moyennes de la hauteur des variétés.....	37
Figure 23: Poids de gerbe (matière sèche totale en grammes) des variétés	38
Figure 25 : Poids des grains en grammes des variétés	39
Figure 26 : Poids de 1000 grains des variétés.	40
Figure 27: Le nombre d'épis /m2 variété.....	42

Résumé

Cette étude, qui a été menée au cours de la saison agricole 2021/2022 au niveau du domaine agricole à Trifaoui, dans la wilaya d'El Oued a pour objectif d'étudier le comportement du blé dur (*Triticum durum Desf.*), variétés : Djenah khotaifa ; Bidi17 ; MBB et Cirta et la comparaison entre elles.

Les résultats de l'étude et de la comparaison ont montré que la variété Bidi17 et MBB sont les plus adaptées et tolérantes aux stress de la région, contrairement à la variété Djenah khataifa et Cirta, qui sont moins adaptées, comme preuve de la différence dans les mesures morphologiques et les composantes du rendement.

Nous concluons de cette étude sur le terrain que la variété Bidi17 et MBB sont les plus adaptées et les plus rentables, et grâce à l'étude au laboratoire, elles ont une forte capacité à germer, contrairement aux variétés Djenah khataifa et Cirta.

Mots clés : Blé dur (*Triticum durum Desf.*), paramètres morphologiques, composantes du rendement, capacité germinative .

المخلص :

تهدف هذه الدراسة التي اجريت خلال الموسم الزراعي 2022/2021 على مستوى ميداني زراعي بالطريفوي ، إلى دراسة سلوك اربعة اصناف من القمح الصلب (**Triticum durum Desf.**) جناح خطايفة , بيدي 17, محمد بالبشير و سيرتا و المقارنة بينهم.

حيث اظهرت نتائج الدراسة و المقارنة ان صنف محمد بالبشير و بيدي 17 اكثر تأقلا مع المنطقة و تحمل للعوامل على عكس صنف جناح خطايفة و سيرتا ، من حيث القياسات المورفولوجية ومكونات المردود رغم ان الجودة تتوفر في جميع الاصناف .

نستخلص من هذه الدراسة الميدانية أن صنف محمد بالبشير وبيدي 17 هو الانسب والاكثر تأقلا ، و له قدرة عكس صنف جناح خطايفة و سيرتا .

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب، (**Triticum durum Desf.**) المقاييس المورفولوجية ، مكونات المردود ، القدرة النباتية .

Introduction

Introduction :

La culture du blé occupe une place de choix dans la liste des cultures céréalières vivrières dans le monde et elle arrive en tête des grandes cultures en termes de surfaces cultivées (17% de la surface cultivée mondiale) car elle est cultivée dans 120 pays dans le monde (FAO, 2014) et en tant qu'élément de base de l'alimentation humaine, elle revêt une grande importance. Depuis l'Antiquité, les agriculteurs ont souhaité augmenter la récolte de blé en sélectionnant les meilleures variétés, pour obtenir des qualités spécifiques et souhaitables pour la production et l'adaptation, au fil des âges de sa culture, ce qui a entraîné un développement progressif de l'amélioration de ses souches. Au cours du XIXe siècle, les scientifiques ont mis au point de nouvelles variétés de blé, qui produisent de grandes quantités de grains capables de résister au froid, aux maladies, aux insectes et à d'autres facteurs affectant la récolte de blé, et par conséquent la production de blé a considérablement augmenté.

Le blé dur (*Triticum durum Desf*) est la culture la plus cultivée au monde, et sa culture est concentrée dans les régions méditerranéennes, qui représentent le plus grand marché d'importation pour ce produit, en raison de la grande consommation de blé dur par les habitants. Le blé est une plante annuelle que les gens utilisent dans leur alimentation quotidienne sous forme de farine car il contient de l'albumine féculente. Le blé est considéré comme l'une des familles les plus riches avec un seul cotylédon, et c'est une mauvaise herbe annuelle qui comprend 800 genres et plus de 6700 d'espèces. Le genre *Triticum* comprend 19 espèces, dont quatre sont sauvages et les autres sont agricoles (Hamed, 1979). La culture du blé en Algérie est confinée aux régions du nord, où le pourcentage de précipitations et de températures est élevé et relativement approprié. Quant au sud (le désert), sa culture est limitée à l'agriculture de subsistance ancienne et à l'agriculture moderne utilisant des systèmes d'irrigation, qui se caractérisent par sa dépendance à la culture de variétés locales cultivées dans des zones limitées représentées dans des oasis aux conditions environnementales particulières, où le climat est sec et la température est élevée. La localité est inconnue et n'a pas été suffisamment étudiée pour connaître ses caractéristiques physiques et fonctionnelles.

Dans ce travail, nous étudions le comportement et l'adaptation de 4 variétés de blé dur (*Triticum durum Desf*) dans la région d'El-Oued.

Nous avons essayé de comparer certains caractères morphologiques et les composantes du rendement.

Ce travail est divisé en trois parties :

Revue bibliographique-

Matériel et méthodes-

Résultats et discussion

Nous avons essayé de mesurer quelques paramètres liés à la morphologie (hauteur du chaume, surface foliaire, importance de la matière sèche) et aux composantes du rendement (pour estimer le rendement, finalité de tout programme de culture) et à la fin découvrir la variété la plus adaptée, la plus tolérante aux conditions climatiques arides et la plus productive qui répond aux attentes des agriculteurs.

Partie I

Revue bibliographique

Chapitre I

Généralités sur le blé dur

1-Etude de la plante :

1-1-Historique et origine du blé dur :

1-1-1-Historique:

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme, depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Irak, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman 2001).

Selon *Vavilové in Erroux* (1961), le blé dur (*Triticum durum*) a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord, alors que pour Grignac, (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine). L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce (Chikhi, 1992).

Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques (Monneveux, 1991).

En Algérie, une grande diversité des blés cultivés était observée. En effet, au début du siècle une multitude de variétés et /ou populations de terroirs étaient cultivées, mais depuis la fin des années 1960, la gamme variétale locale a commencé à régresser sous les introductions massives des blés dits à haut potentiel génétique (Abdelguerfi et Laouar, 2000).

1-1-2-Origine du blé dur

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est la base de la nourriture de l'homme (Ruel, 2006), c'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (Yves et Buyer, 2000). Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (Ruel, 2006). La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman et Sears, 1981 ; Mouellef, 2010). C'était à une époque où l'homme pratiquait déjà la cueillette et faisait ses débuts comme agriculteur. Cette période coïncidait avec un épisode climatique sec, aboutissant à l'arrêt du

mode de vie de 'chasseur-cueilleur', et engendrant la domestication progressive des plantes, associée à la création des premières communautés villageoises (Wadley et Martin, 1993 in Ouanzar, 2012). Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. La saga du bléac compagne celle de l'homme et de l'agriculture, sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née en

Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000). Léon Duceillier (1878-1937) en particulier, parcourant le blé fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysé les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Henry et Buyser, 2001)

Origine génétique

C'est il y a environ 10 000 ans, au Proche-Orient, dans la région du Croissant fertile, que le blé a été domestiqué par hybridation entre trois espèces d'une graminée sauvage, l'épeautre ou engrain sauvage : *Triticumspelta* L., *Triticumboeoticum* et *Aegilops longissima*. Il a gagné l'Europe occidentale par deux grands axes : d'une part la Méditerranée dès 5000 avant notre ère, un blé panifiable était cultivé dans le sud de la France, d'autre part la vallée du Danube deux espèces de blés non panifiables (amidonnier et engrain), vieux de 4000 ans, ont été retrouvées dans la région parisienne, ainsi que du

froment en Bretagne et en Normandie. La détermination de l'origine de chacun des génomes du blé est difficile du fait de l'évolution des espèces (Cauderon, 1979 ; Liu et al, 1996 in Nadjem, 2012). Sakamura (1918) cité par Cauderon (1979), fut le premier à déterminer le nombre exact des chromosomes de diverses espèces de *Triticum* de niveaux de ploïdie différents :

- *Triticumaestivum* : 42 chromosomes, hexaploïde.
- *Triticumturgidum* : 28 chromosomes, tétraploïde [$2n = 4x = 28$] Génome AABB
- *Triticummonococcum* : 14 chromosomes, diploïde.

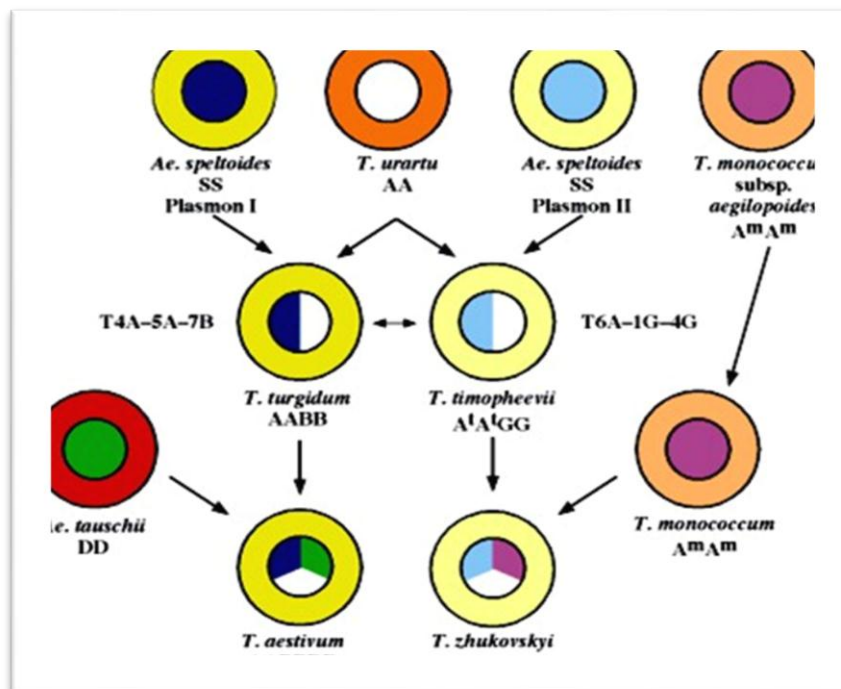


Figure 1 : Origines génétiques des différentes espèces de blés (Feldman et Sears, 1981).

. Origine géographique

Selon Vavilové in Ounzar, (2012), le blé dur a deux origines : l'Abyssinie et l'Afrique du Nord. Alors que pour Grignac (1978), le Moyen Orient est le centre générateur du blé dur, où il s'est différencié dans trois régions : le bassin occidental de la méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient (Syrie et nord de la Palestine).

1-2 Classification botanique *Triticum durum* Desf: Selon (APG III, 2009) :

Règne Plantea

S/règne Tracheobionta

Embranchement Phanérogamiae

S/Embranchement Magnoliophyta (Angiospermes) Division Magnoliophyta

Classe Liliopsida (Monocotylédones)

S/Classe Commelinidae

Ordre Poales (Glumiflorale) Cyperales

Famille Poaceae (Graminées)

S/Famille Pooideae (Festucoideae)

Tribue Triticeae

S/tribu Triticinae

Genre Triticum

Espèce *T. durum* Desf.

1- 3- Morphologie du blé dur *Triticum durum* Desf:

1-3-1-les racines :

Fibres ramifiées en racines embryonnaires qui poussent à partir de l'axe de l'embryon et racines adventives qui poussent à partir des nœuds de la tige inférieure près de la surface du sol à une profondeur de 2,5 cm.

Racines embryonnaires ou primaires:

leur nombre est généralement de cinq racines, qui est la racine d'origine et deux paires de ses branches latérales; ces racines maintiennent et remplissent leur fonction et leur éliminations nuisent à la croissance et réduisent le rendement.

Racines adventives ou coronales:

Elles apparaissent aux nœuds inférieurs sous la surface du sol de la tige d'origine et sont plus nombreuses et répandues que les racines primaires ; Par conséquent, elles remplissent la fonction de base des racines d'absorber l'eau et la nourriture et fixant la plante dans le sol, et ces racines sont plus épaisses que les racines génétiques et elles poussent d'abord sur le côté, puis tournent verticalement vers le bas, et le sol devient de 6 à 9 cm de profondeur, encombré de racines entrelacées, et l'étendue du système racinaire se propage dépend de la disponibilité de nourriture et d'eau à la surface du sol, de la nature du sol et de la hauteur du niveau de la nappe phréatique.

Racines adventives:

Elles sortent à une profondeur presque constante (environ 2,5 cm de la surface du sol, quelle que soit la profondeur à laquelle les graines sont cultivées (Sallah edin A & all 2008).

-3-2-les tiges :1

les tiges Cylindriques, debout dans le blé de printemps et la litière en hiver, principalement creuse, et les nœuds sont toujours pleins. La longueur de la tige varie de 6 à 15 cm et est plus courte dans les zones sèches. Le nombre de phalanges varie de 5 à 7, et les phalanges inférieures sont enveloppées sur leur longueur et la phalange supérieure sur la plupart d'entre elles par des feuilles gainées, qui travaille pour les protéger et les soutenir pendant la croissance (résistance à la position couchée) et la phalange terminale est la phalange la plus longue, la plus fine et portant l'épi. Le nombre de branches 2-3 dans des conditions agricoles normales et peut atteindre 30 ou plus lorsque la terre fertile et fournir une grande distance entre les plantes et la ramification de base commence très loin de la surface du sol, quelle que soit la profondeur différente sur laquelle les grains sont placés et le nombre de branches de base est supérieur à celui de l'orge (Sallah edin A & all 2008).

1-3-3- Les feuilles

Les feuilles sont gainées comme le reste des herbes, et elles se composent d'une gaine, qui est la partie qui les relie à la tige et la lame qui est la partie s'étendant à l'extérieur de la tige et exposée au soleil, la gaine est plus épaisse que la lame et ses bords sont fins et transparents. Le limbe mesure environ 5 à 8 cm de long, les oreilles sont des excroissances griffues de taille moyenne et leurs bords ont souvent de longs poils. La ligule est une longue croissance membraneuse qui entoure la tige à la connexion lorsque la gaine est attaché à la lame (Sallah edin A & all 2008).

1-3-4-L'inflorescence et les fleurs :

C'est un épillets composé qui porte la tige d'origine de l'épi ; L'épi contient environ 20 épillets atrophiées alternativement en deux types opposés, et l'axe de l'épi se compose de nœuds et de phalanges, donnant à l'axe une forme de zigzag. L'épi contient 2 à 8 fleurs disposées en alternance sur un petit axe, et la fleur se compose d'une fleur interne et externe et comprend les principaux membres de la fleur (3 étamines et l'ovaire) (Sallah edin A & all 2008).

. 1-3-5-les grains :

Le fruit du blé est un grain dont la longueur varie entre 3-10 mm et un diamètre de 3-5 mm et est composé de l'enveloppe de fructification, suivie de la couche cornée, suivie de la

couche d'aleurone, et sous la couche endosperme contient des cellules pleines de grains amidon attachés les uns aux autres par un réseau une substance protéique complexe connue sous le nom de gluten qui donne force et capacité à tenir et mâcher de la gomme Un grain de blé mûr contient 2,5% d'embryon et 9 à 10% de fructification, 85 à 86% d'endosperme amylacé, 3 à 4% d'aléron (Sallah edin A & all 2008).

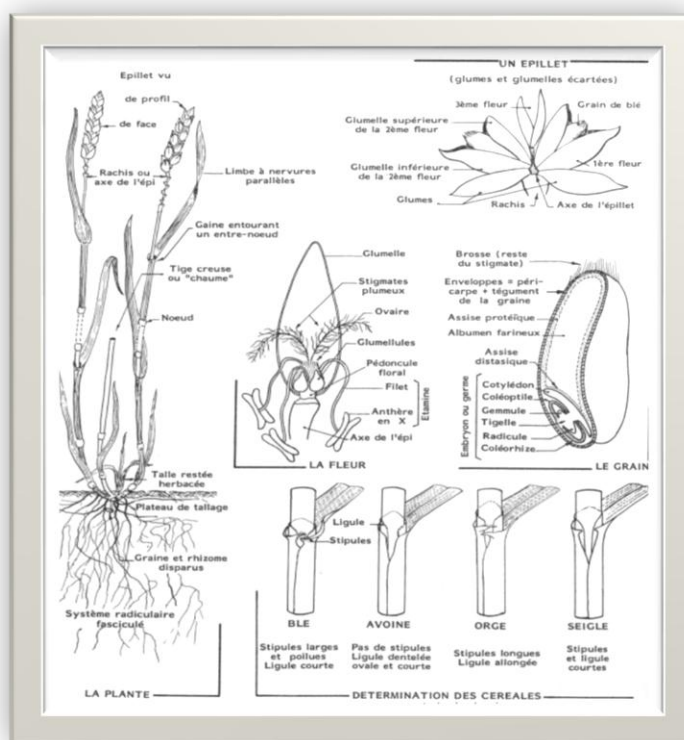


Figure 02 : Morphologie du blé (Soltner, 1998).

1-4-Cycle de développement du blé *Triticum durum* Desf:

Le cycle est décomposé en période végétative, période reproductrice et une période de maturation. Les modifications morphologiques résultent du processus de croissance et du processus de développement (Figure 3).

- -4-1 La période végétative 1

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à la fin tallage. Celle-ci se divise en deux phases :

- La phase germination – levée :*

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et à la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille

fonctionnelle (Bada., 2007). La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol (Gate, 1995).

- ***La phase levée – tallage :**

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires.

Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Masle-Meynard, 1980).

Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (Austin et Jones, 1975).

La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-noeuds (Gate, 1995).

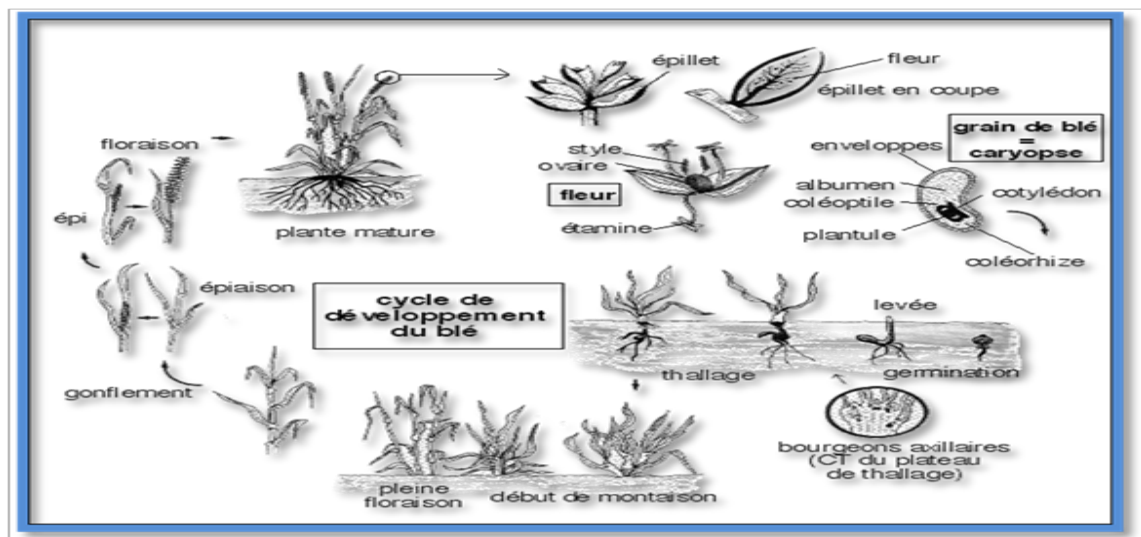


Figure3 : Cycle de développement du blé (Henry et DE Buyser, 2000).

1-4-2 La période reproductrice

- La phase montaison – gonflement :

La montaison caractérisée par l'allongement des entre-noeuds et la différenciation des pièces florales. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Clement et Prats, 1971). La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la gaine (figure3).

- La phase épiaison – floraison :

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation (figure 2). Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (Gate, 1995).

1-5 Importance de la culture du blé :

Dans le monde

Dans le monde, l'union européenne (principalement l'Italie, l'Espagne et la Grèce) est le plus grand producteur de blé dur, avec une récolte annuelle moyenne de huit millions de tonnes métriques (Mouellef, 2010). Le Canada arrive au deuxième rang avec 4,6 millions de tonnes métriques par année, suivi de la Turquie et des Etats-Unis, avec respectivement 4 et 3,5 millions de tonnes métriques (Anonyme, 2008). De point de vue importance alimentaire, les céréales occupent une place de choix parmi toutes les autres spéculations car elle constitue la base alimentaire qui fournit l'essentiel des apports énergétique et protéiques. En effet, le blé a l'avantage de fournir en abondance des calories sous la forme la moins coûteuse qui soit un kilo de pain fournit plus de 3000 calories, 14% de protéines et de 1 à 2% de matière grasse assurant ainsi une énergie suffisante pour travailler chaque jour (Universalisé, 1998 citer par Maamri et al., 2010).

-En l'Algérie :

La culture du blé dur occupe une place très importante vu la superficie consacrée , la superficie la production et le rendement de blé dur en Algérie durant la période 2010-2015.

On remarque que la production durant la période 2010-2015 est passée de 20.385.000 quintaux à 20.199.390 quintaux, soit une chute de production; ceci est expliqué par la sécheresse surtout pendant le stade de remplissage du grain et également, par les mauvaises conditions d'installation de la culture. Le montant de la production cumulée de la campagne 2019/2020 a été estimé à 20,2 millions de quintaux de blé dur (MADR).

3-2-1-Zones de production Le blé dur

est cultivé traditionnellement dans tout le bassin méditerranéen (Ferreira, 2011). Aujourd'hui, il est cultivé pour la semoulerie en Amérique du Nord, en Europe, en Afrique du Nord, en Asie et au proche orient (Cook et al., 1991). Chehat, (2005) in Kellou, (2008), précise les limites des zones géographiques où la céréaliculture domine en Algérie, En fonction des quantités de pluies reçues au cours de l'année et la quantité des céréales produites, il a distingué trois zones céréalières .

• Zone à haute potentialité (Z1)

Dans cette zone, 20 % de la surface agricole utile (SAU) couverte par les céréales. La pluviométrie moyenne >500 mm/an, rendements moyens 20 Qx/ha : Plaines de l'Algérois et de la Mitidja, bassin des Issers, vallées de la Soummam et de l'Oued El Kébir, vallées de la Seybouse...

• Zone à moyenne potentialité (Z2) :

La pluviométrie comprise entre 400 et 500 mm/an, les crises climatiques sont élevées. Les rendements de 5 à 15 Qx/ha : Coteaux de Tlemcen, vallées du Chéelif et massif de Médéa... Moins de la moitié de la SAU est réservée aux céréales.

• Zone à basse potentialité (Z3) :

Zone de climat semi-aride localisée dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest et dans le Sud du massif des Aurès. La moyenne des précipitations

I.6. Les Exigences de la culture de blé dur

a- Température

La température conditionne à tout moment la physiologie du blé, une température supérieure à 0°C (zéro de végétation du blé) est exigée pour la germination des céréales comme elle

conditionne la nitrification et l'activité végétative du blé au cours du tallage et de la montaison, en plus l'intensité de l'évaporation peut amener l'échaudage (Soltner, 2005). Un abaissement brutal de la T° , associé à un dessèchement intense en surface, provoque les dégâts de nécroses (Soltner, 2005). La somme de température nécessaire durant le cycle du blé est de 2350°C (Baldy, 1986)

b-L'humidité

Les besoins en eau de la culture du blé varient entre 450 et 650 mm selon le climat et la longueur du cycle végétatif (Baldy, 1974).

c-La lumière

Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade B précédant la montaison (Soltner, 2005). Quant à l'intensité lumineuse, et à l'aération, elles agissent directement sur l'intensité de la photosynthèse, dont dépend à la fois à la résistance des tiges à la verse et au rendement (Soltner, 2005)

d-Le sol

Les sols qui conviennent le mieux au blé sont des sols drainés et profonds. Des sols limoneux, argilo-calcaires, argilo-siliceux et avec des éléments fins. Du point de vue caractéristiques climatiques, les blés durs sont sensibles au calcaire et à la salinité ; un pH de 6,5 à 7,5 semble indiqué puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote (OE Ondo., 2014)

1-7 Les principales maladies :

-7.1-Piétine échaudage (Gaeumanomyces graminis) :1

C'est un champignon du sol qui contamine les racines. Son pouvoir de dissémination est limité (quelques mm). Il peut être dispersé par le travail du sol.

En- fin de cycle, il conduit à un échaudage des plantes atteintes. Spécifique des graminées.

Le piétin échaudage est une maladie complexe dont le développement est dépendant de multiples interactions. Il n'existe malheureusement pas de solutions miracles. Il est donc impératif de ne pas le laisser s'installer en utilisant toutes les possibilités pour limiter son développement.



Figure 04 : Les symptômes Piétine échaudage

1- 7.2-Fusariose du plateau de tallage (*Fusarium* sp) :

La fusariose du plateau de tallage (également appelée fusariose de la couronne racinaire) concerne surtout le quart sud-est sur blé dur. Elle peut se développer également sur blé tendre principalement suite à des conditions sèches durant la montaison mais également en surinfection des autres maladies du pied. Plusieurs champignons ont été identifiés comme les principaux responsables :

F. culmorum. Et *F. graminearum*



Figure 05 : Les symptômes Fusariose du plateau de tallage (*Fusarium* sp)

1-7.3-Oïdium (*Erysiphe graminis*)

L'oïdium est un champignon qui peut attaquer le blé sur toute la durée de culture, sur feuilles et sur épis. Cette maladie est présente sur tout le territoire, mais on la rencontre essentiellement sur les variétés sensibles. L'oïdium n'est réellement nuisible que s'il contamine l'épi. Sur triticale, l'oïdium est beaucoup plus préjudiciable. Il est indispensable de le maîtriser par des techniques culturales adaptées.



Figure 06 : Les symptômes Oïdium (*Erysiphe graminis*).

1-7.4-Mildiou (*Sclerophtora macrospora*)

Ce champignon du sol provoque des dégâts spectaculaires sur des parcelles ayant été inondées. Ses attaques sont donc localisées.



Figure 07 : Les symptômes -Mildiou (*Sclerophtora macrospora*).

1-7.5- Septoriose(*septoria tritici* et *septoria nodorum*)

Ces deux champignons attaquent les feuilles et pour le deuxième, l'épi, le grain et la tige. ils se conservent sur les débris végétaux. Le blé dur parait globalement moins sensible que le blé tendre.

1-7-6-Rouille jaune (*puccinia striiformis*)

Figure 08 : Les symptômes Septoriose(*septoria tritici* et *septoria nodorum*)

Ce champignon des céréales, qui se développe par temps doux et peu ensoleillé est une maladie de printemps très dépendante du climat. D'importance réduite sur blé dur en raison des régions de culture et d'une tolérance variétale élevée.



Figure 09 : Les symptômes Rouille jaune (*puccinia striiformis*)

1-7-7-Rouille brune (*Puccinia recondita*)

Ce champignon a des besoins particuliers en humidité (eau libre pour la germination des spores) et en chaleur (incubation=10jours à20)qui en font une maladie très dépendante du climat, et surtout nuisible en fin de cycle. Les races sont nombreuses, différentes probablement entre dur et blé tendre.



Figure 10 : Les symptômes Rouille brune (*Puccinia recondita*)

Le développement du plante de blé dur par étapes est soumis a des contraintes qui contraintes a un défaut d un de ses activités et de son cycle de vie . Ces contraintes incluent en grande partie les stress auxquels le blé dur est expose dans ce chapitre suite les types et mécanismes de ces stress seront connus.

Chapitre II

Amélioration et sélection

1-la sélection génétique de blé dur:

Méthodes de selection:

La biologie florale chez le blé lui confère un régime de reproduction en autogamie strict ; c'est-à-dire que le pollen d'une fleur féconde préférentiellement, voire de manière quasiexclusive et de façon forcée, le pistil de la même fleur. Ceci a deux conséquences importantes (Demarly, 1977 ; Henry et Debuyser, 1982 ; Bonjean et Picard, 1990) :

- Du point de vue ressources génétiques de l'espèce, les populations naturelles où les variétés de pays sont principalement constituées de lignées pures ; le brassage génétique naturel entre populations est de ce fait limité. Ceci est à l'origine d'une différence considérable entre la variabilité potentiellement élargie ;

- Du point de vue amélioration génétique de l'espèce, l'échange génétique naturel est provoqué par des fécondations croisées. L'hybridation intra-spécifique permet de regrouper dans un même génotype, le potentiel génétique de plusieurs lignées pures. Les autofécondations successives permettent de mettre à profit des combinaisons nouvelles et de fixer les meilleures.

1 La sélection classique :

En premier lieu, il faut définir les critères de ce choix, ensuite, il faut disposer d'un éventail de choix assez large, c'est-à-dire de plantes suffisamment différentes entre elles c'est ce qu'on appelle la variabilité de départ. Plus cette variabilité est importante, plus on a de chances de trouver les plantes correspondantes à nos exigences et enfin utiliser la méthode de sélection la mieux adaptée à l'espèce. L'objectif est de créer de nouvelles populations cultivables (variétés lignées) présentant des caractéristiques supérieures, tout en conservant le potentiel génétique des plantes de départ, en vue d'autres progrès. (Hanifi Mekliche, 1983). Les principales techniques de sélection appliquées aux céréales autogames sont présentées dans les paragraphes suivants

A - Sélection massale :

On procède à un choix phénotypique d'un certain nombre d'individus, lorsque les individus préférés participent seuls à la réalisation de la génération suivante, l'opération prend le nom de sélection massale. Les cycles de sélection massale peuvent être répétés et donner pendant un certain nombre de génération, un gain appréciable, cette méthode s'adresse à des caractères

en nombre limité, en bonne corrélation positive et possédant une bonne héritabilité (Demarly, 1977).

B - Sélection généalogique :

La sélection généalogique consiste à choisir les individus d'après les caractéristiques de leur descendance (Hervé, 1976). Cette méthode est caractérisée par la sélection du matériel végétal et fixation de celui-ci à chaque génération, on choisit des plantes intéressantes, et on attend la génération suivante pour voir si le caractère retenu s'extériorise à nouveau et de façon homogène (Maciejewski, 1991). La sélection généalogique est de loin la méthode la plus utilisée, elle est efficace pour fixer les caractères à déterminisme génétique simple, et permet l'élimination progressive du matériel et les essais finaux ne sont à envisager qu'avec un nombre restreint de lignées. (Gallais, 1990).

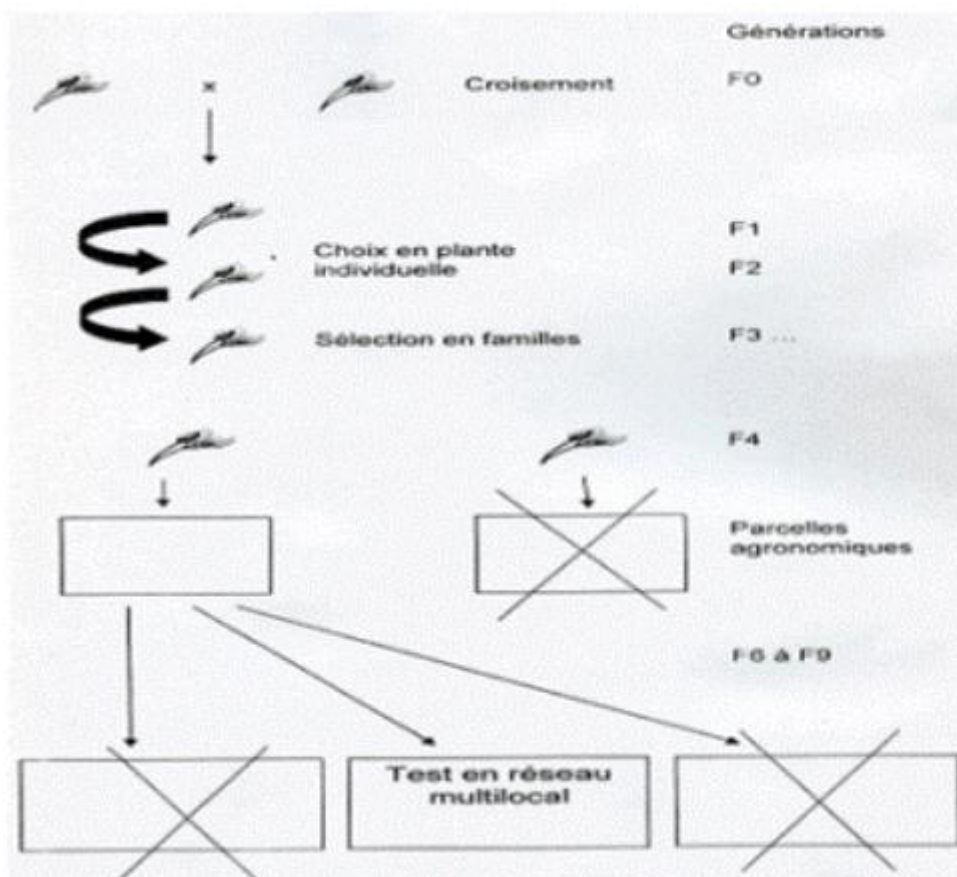


Figure 11 : Schéma d'une sélection généalogique avec sélection dès la F2 (diapositive expérimentation, 2005).

C - Sélection en bulk :

C'est une sélection après une phase d'autofécondation sans sélection. Le passage d'une génération à l'autre est réalisé par récolte en mélange (bulk) de l'ensemble des grains d'une génération et prélèvement aléatoire des grains pour constituer la génération suivante. Ce processus se poursuit jusqu'en F5 ou F6. La sortie se fait alors par sélection généalogique (Gallais, 1990). (figure 1 ; annexe 1).

D - La SSD (single seed descent) :

Egalement appelée sélection par filiation unipare, c'est une méthode qui consiste en un prélèvement d'une graine de chacune des plantes, et ce d'une génération à l'autre. Le but est d'obtenir le maximum de lignées à partir d'un maximum de plantes F2 (Zahour, 1992).

E - Rétrocroisement ou back cross :

C'est une forme d'hybridation récurrente, durant laquelle une caractéristique désirable est transférée à une variété adaptée et productive.

L'hybride F1 est recroisé avec le parent récurrent. C'est le back cross 1. Le produit de ce croisement servira de partenaire pour le back cross 2. Au 5^{ème} ou 6^{ème} back cross une autofécondation à lieu.

2- Les biotechnologies et la création variétale chez le blé

L'amélioration génétique regroupe aujourd'hui l'ensemble des procédés biologiques et biotechnologiques qui permettent au sélectionneur de bien choisir sa stratégie d'action en utilisant au mieux les ressources génétiques et les moyens matériels disponibles (tableau 4). La culture in vitro, le clonage, l'haplodiploïdisation, la fusion cellulaire et le transfert de gènes qui constituent selon Demarly et Sibi (1989), Bonjean et Picard (1990) et Demarly (1990) des techniques nouvelles et complémentaires aux méthodes conventionnelles permettant dans leurs synergies, une plus grande efficacité pour introduire une nouvelle diversité génétique.

Tableau 1 : Place des biotechnologies dans un programme d'amélioration des plantes
(Demarly, 1990).

Etape	Voies classiques	Apport des biotechnologies
1- Ressources	- Protection des populations naturelles - Collections	- Vitrothèque - Banque d'ADN cloné - Sondes
2- Recombinaison et réorganisation	- Hybridations sexuées - Mutagenèse	- Hybridations somatiques - Vitrovariation - Transfert de gènes
3- Sélection et stabilisation	- Choix progressifs dans les familles. - Consanguinité.	- RFLP pour assister les choix - Haplodiploïdisation
4- Multiplication fidèle	- Reprise en lignées et entretien des stocks parentaux.	- Clonage ; vitroplants et semences artificielles.

A - La mutagenèse :

C'est l'une des sources de la variation génétique dans une population. Elle peut être génique ou chromosomique. Les mutations peuvent être spontanées ou artificiellement induites. Elle est appliquée afin d'obtenir des modifications morphologiques et physiologiques des plantes, la production de nombreux allèles pour un gène donné, la recombinaison de gènes étroitement liés, le transfert de gènes et l'augmentation du degré de croisements naturels chez les plantes autogames (Bonjean et Picard, 1990).

B - La variation somaclonale :

Des expériences menées sur les céréales ont montré une large proportion de transformations somaclonales stables. Les variations génétiques, qualitatives et quantitatives, analysées chez le maïs, le riz et le blé incluent les caractères phénotypiques et biochimiques (Demarly, 1977).

C - La culture des cellules et des tissus :

La majeure partie des céréales peut être multipliée in vitro par la culture des cellules isolées (protoplastes) ou par la culture de tissus. Cette méthode permet une sélection pour la résistance à certains stress, aux maladies, et à la salinité des sols au moment de la culture (Zahour, 1992). Les cellules communément isolées à partir des tissus du mésophylle, perdent leur pouvoir de totipotence durant le processus de développement et de différenciation ainsi que leur capacité à initier un processus de division dans

des conditions de culture artificielles (Vasil, 1994). L'utilisation des protoplastes d'origine méristématique comme alternative à ce problème, n'est pas plus facile. A ce jour, seul le riz

régénère régulièrement des plantules vertes d'origine protoplastique mais la recherche de conditions adéquates pour les autres espèces se multiplie.

D – Transgénèse :

C'est la seule technique du génie génétique. Elle permet le transfert de gène d'un organisme « plante » à un autre. On obtient ainsi de nouvelles caractéristiques exprimées par le ou les gènes introduits appelés transgènes. Cette technique permet l'apport de caractères d'intérêt jusque là inaccessible à certaines espèces avec une grande précision (Housset, 2002 ; Le Poivre, 2003).

E - Sélection assisté par les marqueurs moléculaires :

Les marqueurs moléculaires offrent aux sélectionneurs les moyens de rechange efficaces pour obtenir des caractéristiques particulières lorsque les techniques de sélection traditionnelle sont difficiles ou lentes. La régénération d'une plante de céréales à partir d'un tissu embryonnaire transformé élimine la nécessité de transférer les gènes seulement par croisement, on peut alors intégrer les gènes de divers organismes à un génome. (Somers, 2004).

F - L'haplodiploïdisation (HD) :

C'est l'ensemble des techniques qui permettent d'induire la formation de plantes à partir de cellules gamétiques sans passer par la fécondation (Anonyme, 1987).

L'haplodiploïdisation est un système de reproduction en consanguinité qui permet à partir d'un génotype hétérozygote d'obtenir directement les lignées homozygotes dérivables de ce génotype (Gallais, 1990). Cette technique est applicable à toutes les générations au cours de la sélection classique (Bonjean et Picard, 1990). Elle permet d'accélérer la fixation des caractères, ce qui présente un gain de temps par rapport aux croisement traditionnels, l'haploïdisation permet de raccourcir le cycle d'obtention variétale (Maciejewski, 1991).

Il existe trois voies possibles d'haploïdisation :

- La méthode bulbosum
- L'androgenèse « culture d'anthères »
- La gynogenèse « culture d'ovaires » ou « la culture d'ovules in vitro »

Méthode « bulbosum » Un taux élevé d'haploïdes doublés peut être obtenu chez l'orge. Des embryons, provenant de croisements entre *Hordeum vulgare* et *Hordeum bulbosum*, et après

expulsion des chromosomes de l'espèce *bulbosum* peuvent être récupérés et régénérer in vitro des plantes vertes haploïdes. (Bonjean et Picard, 1990).

Culture d'anthère et de grains de pollen in vitro « Androgenèse »

L'androgenèse in vitro consiste à mettre en culture des grains de pollen ou des anthères dans un milieu artificiel. Le grain de pollen haploïde (n chromosome) donne naissance à une plante à n chromosome (haploïde). Durant la croissance on double le nombre des chromosomes de la plante. Celle-ci devient diploïde ($2n$ chromosomes). Cette duplication des chromosomes s'effectue en trempant momentanément la plante dans de la colchicine (Belaid, 1986 ; Zahour, 1992). Cette méthode a été utilisée par Aissa (1977), Boutouchent (1999) sur le blé et qui a permis d'obtenir des plantes haploïdes. Culture des ovaires La culture d'ovaires non fécondés ou d'ovules immatures est un processus similaire à celui de l'androgenèse in vitro, elle est utilisée sur plusieurs espèces telles que le blé, l'orge et le riz. Cette technique peut se faire soit in vitro dans un milieu artificiel soit in vivo qui consiste à obtenir une espèce haploïde à partir d'un ovule non fécondé évolué en embryon sans l'extraire de l'ovaire (Zahour, 1992). Elle permet aussi d'envisager et de mettre au point des systèmes haploïdes monocellulaires ouvrant la voie non seulement à des productions en masse d'haploïdes doublés, mais aussi à des expériences in vitro ou de manipulation génétique avec des chances de réussite accrues par rapport aux autres méthodes existantes (Picard et al., 1994).

Partie II

Matériel et Méthodes

Étude sur le terrain

1- Objectifs de l'essai:

Le but de cette étude est de suivre le comportement de quatre espèces de blé dur dans la région de l'Oued et leur capacité d'adaptation aux facteurs climatiques et texturaux, et La mesure dans laquelle ces facteurs affectent sa croissance et ses performances.

Il s'agit de comparer ces variétés locales bien connues par la capacité de s'adapter aux conditions climatiques et autres étrangères connues pour leur potentiel productif.

2-Etude du milieu expérimental (les conditions climatiques et édaphiques):

L'expérimentation a été menée pendant la campagne agricole 2021/2022 sur Le site expérimental dans la ferme d'Al-Khbna, commune de Trifaoui, wilaya d' El Oued Elle se caractérise par un climat désertique sec et aride



Figure 12 :Situation géographique du site d'essai



Figure 13 :Image extraite de Google Earth du site d'expérimentation.

2-1-Les conditions édaphiques:

a- type de sol :

La région de oued souf se distingue surtout par un paysage dunaire, Les types de sols de la région sont constitués surtout par une seule formation d'apport éolien avec des caractères d'halomorphie et hydromorphie . Les sols halomorphes de la région se situent dans des dépressions ou la nappe est proche de la surface du sol à une profondeur inférieure à 2 mètres. La faible capacité totale d'échange et les fortes teneurs en calcium (carbonate de calcium et gypse) empêchent l'alcalinisation du complexe absorbant . Généralement des sols de la région présentent une texture grossière , une structure particulière , meuble et peut être fondue et particulière . Ils sont très perméables et peu compacts fortement calcaire . On note en général, la présence de graviers et gravillons dans les profils et dépassant rarement les 10% . Le gypse est présent en pourcentage faible , il se trouve à l'état finement divisé ou parfois sous forme de taches , amas et cristaux isolés , affectant peu les propriétés du sol (KHADRAOUI . 2010).

B - l'eau :

L'eau souterraine constitue la principale source d'eau dans la région de Oued Souf. Elle dispose d'un potentiel hydrique très important constitué de trois grands ensembles aquifères, qui sont les nappes phréatiques, complexe terminal et continental intercalaire.

2-2.Climat de la région d'étude :

a.Température :

La région d'El-oued se caractérise par un climat aride de type saharien désertique , en hiver la température baisse au dessous de 0°C alors qu'en été elle atteint 50°C. (ANDI 2013)

b. Précipitation :

La pluviométrie moyenne varie entre 80 et 100 mm / an (période d'Octobre à février) (ANDI 2013)

c. Les vents :

Le Sirocco (vent chaud et sec) peut être observé durant toute l'année . Le Sirocco peut provoquer des dégâts très importants (dessèchement , déshydratation). Les vents de sables envahissent régulièrement les cultures .(ANDI, 2013)

d. Les ressources hydriques :

La région du Souf est classée à l'échelle nationale comme région à fort potentiel hydrique . Les ressources en eaux souterraines mobilisables sont estimées à 4,9 milliards de m³ et sont suffisantes. Elles sont facilement exploitables et à la portée des agriculteurs. L'eau est moyennement salée (3 à 5g / l) ne limitant pas les rendements. (ANDI , 2013)

3-Matériel végétal

Les espèces végétales utilisées de blé dur (*Triticum durum Desf.*) présentées sont représentées dans le tableau suivant :

Les caractéristiques	Cirta	Djenah khotaifa	MBB	Bidi17
Origine	Algérie	Algérie	Algérie	Algérie
Années d'inscription	2004	1930	1998	1998
Zone d'adaptation	Semi-aride	Semi-aride	Semi-aride	Semi-aride
Date de semis	fin-Novembre – Décembre	fin- Novembre – Décembre	fin- Novembre – Décembre	fin-Novembre – Décembre
Dose de semis	120-130kg/ha	120- 130kg/ha	120kg/ha	120kg/ha
Cycle vegetative	semi-précoce	tardif	tardif	tardif
Tallage	faible	faible	Moyen	faible
l'épi	Moyenne Nulle ou très faible blanc	Noir violacé	Forte Faiblement coloré	Faible Blanc
Forme Grain	Demi-allongé	Allongé	Allongé	Allongé
Hauteur de la plante	Moyenne	faible	Moyenne	Moyenne
Rendement en grains	35 à 40 Qx/ha	35 à 40 Qx/ha	20 qx/ha	20 qx/ha
PMG	Elevé	Elevé	Elevé	Elevé
Résistance	Mitadinage et sensible à lamoucheture.	Mitadinage et sensible	Mitadinage Assez sensible	Mitadinage Assez sensible

Tableau 02 : Caractéristiques des variétés étudiées

4-Protocole :

Nous avons préparé la zone de plantation à 12 parcelles élémentaires de dimensions (1 mètre * 1 mètre) .La densité de plantation est de 250 plants dans chaque parcelle plantés sur 5 lignes à raison de 50 plants par mètre linéaire . Le sol a été traité avec du compost organique à une profondeur de 5 cm de la surface du sol



Figure 14 : Photo du Site Expérimental.

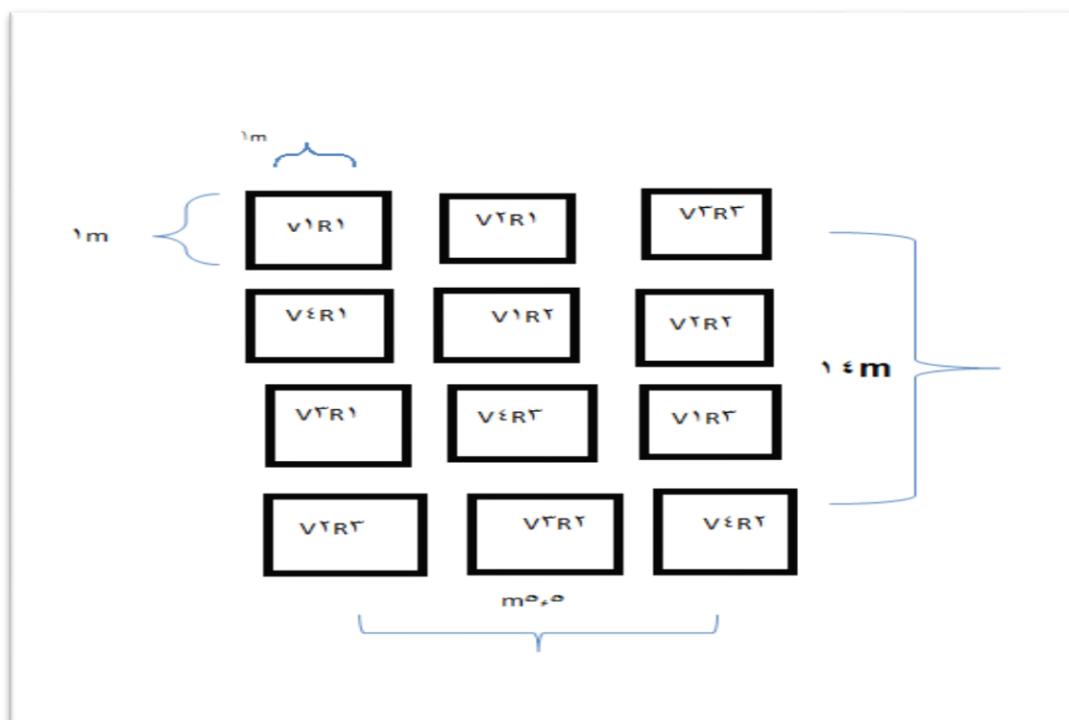


Figure 15 : Schéma du Dispositif Expérimental

V: variétés

V1- Djenah khotaiifa

V2-Bidi17

V3-MBB

V4-Cirta

R:Répétitions

5-La conduite de la culture :

5-1-Le travail du sol :

L'objectif principal du travail du sol est de créer un volume de pores suffisant pour absorber l'eau et l'air et pour permettre un développement facile des racines de plantes en ameublissant le sol dans la couche cultivable.

Les étapes du travail du sol sont :

Par houe

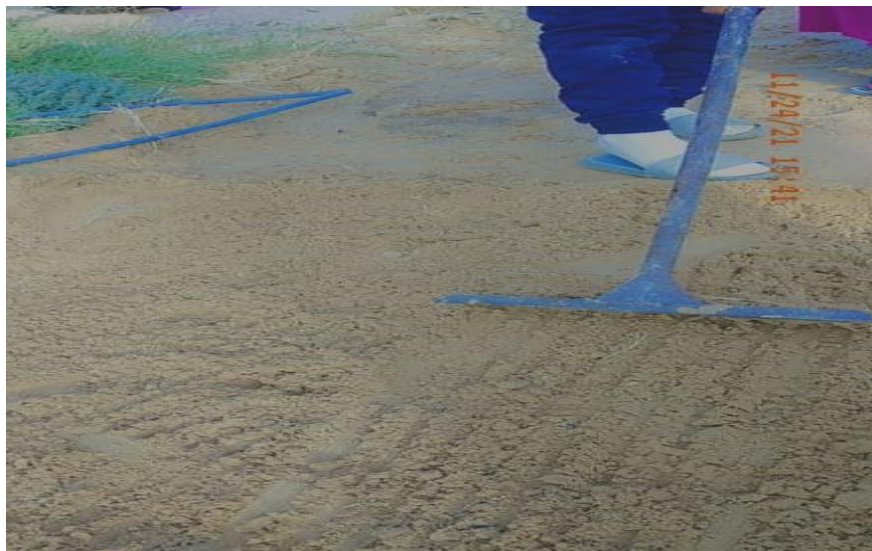


Figure 16: Travail du sol avant semis (28/11/2021)

5-2-Semis :

Il a été fait le 28/11/2021 à l'aide d'un semoir (semis en ligne). Les graines ont été semées à une profondeur de 2 à 3 cm. L'espace entre les lignes était de 20cm et entre les semences de 2cm.

Type de semis	Date de semis	Quantité de semence utilisé/parcelle	Taux de germination dela parcelle
Cirta	28/11/2021	qx 11.91	95 %
Djenah khataifa	28/11/2021	qx10.39	95 %
MBB	28/11/2021	qx9.26	95 %
Bidi17	28/11/2021	qx9.69	95 %

Tableau 03 : les Caractéristiques du semis pour le variété



Figure 17: Photo d'une parcelle élémentaire

5-3-L'irrigation :

L'eau d'irrigation a été extraite des eaux souterraines et des aquifères par puits utilisant des pompes.(l'irrigation par aspersion)



Figure 18: la pompe utilisée pour irrigation.

5-4-la fertilisation:

Le sol a été fertilisé avec (N34) et (NPK)après épandage directement sur la plante.

Tableau 04: Date et les dose des engrais:

Engrais utilise	Date d'application	Dose	Quantité de fertilisant utilisé
N34	05/02/ 2022	10g/m ²	120g
NPK	28/11/2021	25 g/m ²	300g



Figure 19 : Méthode de fertilisation

5-5- La récolte :

Récolté à la main et à la faucille en date du 27/05/2022 sur un mètre linéaire et formé en gerbes

6 - Méthode d'étude :

Le dispositif expérimental retenu est celui en blocs à trois itérations aléatoires de toutes les classes .



Figure 20 : Un échantillon (1 Mètre carré).

7-Les paramètres mesurés :

7-1 -Paramètres morphologiques

➤ Hauteur de la plante(cm) (barbes non incluses) La plante est mesurée depuis le début de la tige (surface du sol) jusqu'au sommet de l'épi, à l'aide d'une règle graduée en centimètres (cm).

➤ Longueur épi (cm) (sans barbes) : La longueur de l'épi a été mesurée de la base de l'épi au sommet de la tige au moyen d'une règle graduée en centimètres (cm).

➤ Matière sèche en grammes :Elle est estimée par pesée directe sur une balance . Elle est exprimée en grammes.

➤ Surface foliaire : La longueur et la plus grande largeur de la feuille étendard ont été mesurées sur un échantillon de 5 feuilles, du brin maître, prises au hasard au stade épiaison. La surface moyenne de la dernière feuille entièrement développée a été estimée selon Spagnoletti-Zeuli et Qualset (1990) in Rabti, 2021

$$SF_{FE} (\text{cm}^2) = 0.607 (L \times l),$$

Où SF_{FE} = surface moyenne de la feuille étendard (cm²), L = longueur moyenne de la feuille étendard (cm), l = largeur moyenne de la feuille étendard (cm), et 0.607 = coefficient de régression de la surface estimée à partir du papier grammage sur celle déduite par le produit ($L \times l$).

4- Nombre et Poids des épis en grammes :

Le nombre d'épis est fait directement par comptage des épis de chaque gerbe.

Le poids des épis est obtenu par pesée directe sur une balance de précision. Il est exprimé en grammes.

7-2- Composantes du rendement

➤ Le nombre d'épis /m² :

Il est déterminé par comptage des épis produits dans une surface de un mètre carré pour chaque variété.

➤ Le nombre de grains / épi (NGE) :

Il est obtenu par comptage direct d'un échantillon des épis par un mètre carré pour chaque variété.

➤ Le poids de mille grains (PMG) :

Est obtenu par pesée directe sur une balance de précision, de 1000 grains / variété. Il est exprimé en grammes.

➤ Estimation du rendement grain : elle est obtenue par calcul en fonction des composantes du rendement par la formule suivante :

Rendement grains (en g / m²) = Nombre des graines/ m² X PMG ÷ 1000

➤ Estimation de l'indice de récolte :

L'indice de récolte (HI, %) est déterminé en utilisant les valeurs parcellaires du rendement en grains et de la biomasse aérienne estimées de l'échantillon de végétation récolté d'un segment de rang de 1 m de long. Il est calculé par la formule suivante :

$$\mathbf{HI\ (\%) = RDT\ (q/ha) / BIO\ (q/ha).}$$

Partie III

Résultats et discussion

Les résultats obtenus sont notés et enregistrés pour chacune des mesures étudiées pour les différentes variétés .

1-paramètres morphologiques :

1-1-Hauteur de la plante (sans barbes) :

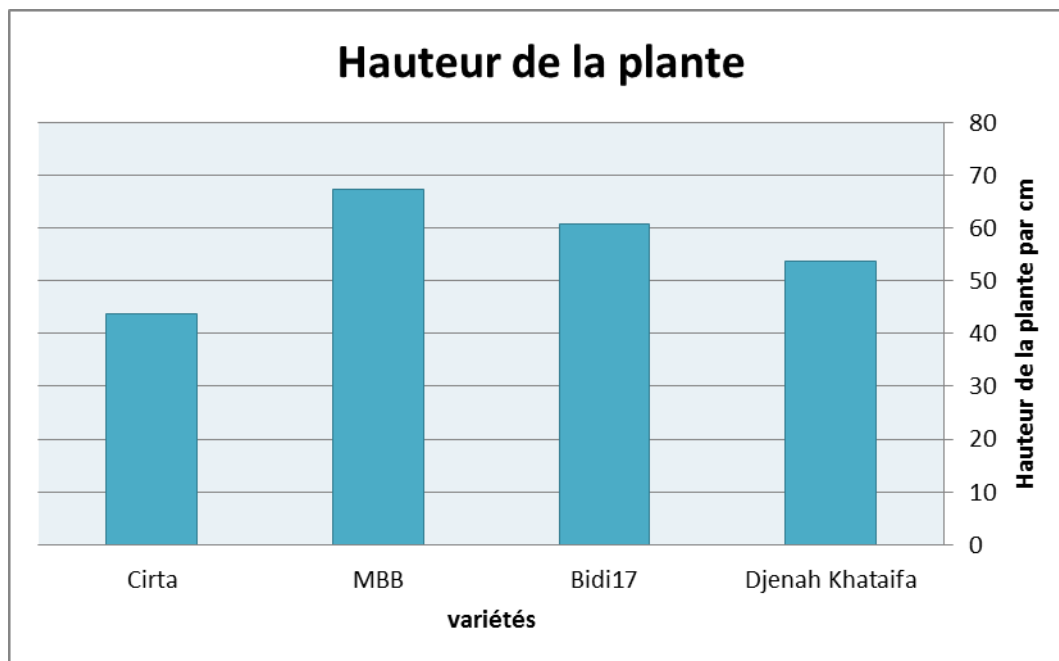


Figure 21: Moyennes de la hauteur des variétés.

La figure 21 représente la hauteur moyenne (hauteur du chaume) des variétés.

Nous remarquons que Djenah Khataifa a une hauteur moyenne de 53, 57 cm . On a enregistré une hauteur maximale d'une tige principale chez MBB. Quant à la variété Bidi17, elle se est 60.74 cm .

- ❖ la variété la plus haute est MBB : 67.41 cm.
- ❖ La variété la moins haute est Cirta : 43.67 cm.

La hauteur de la plante est l'une des caractéristiques qui indiquent la tolérance de la plante à la sécheresse, car plus la plante est haute, plus ses racines seront profondes, absorbant ainsi une plus grande quantité d'eau, et de là le rendement est meilleur (Subbiah et al, 1986) Cependant, les variétés adaptées aux environnements de stress hydrique sont généralement de petite taille, par rapport à celles qui se sont adaptées aux conditions d'humidité optimales (Foulkes *et al.*, 2004 in Rabti, 2021).

1-2. Surface de la feuille étendard -

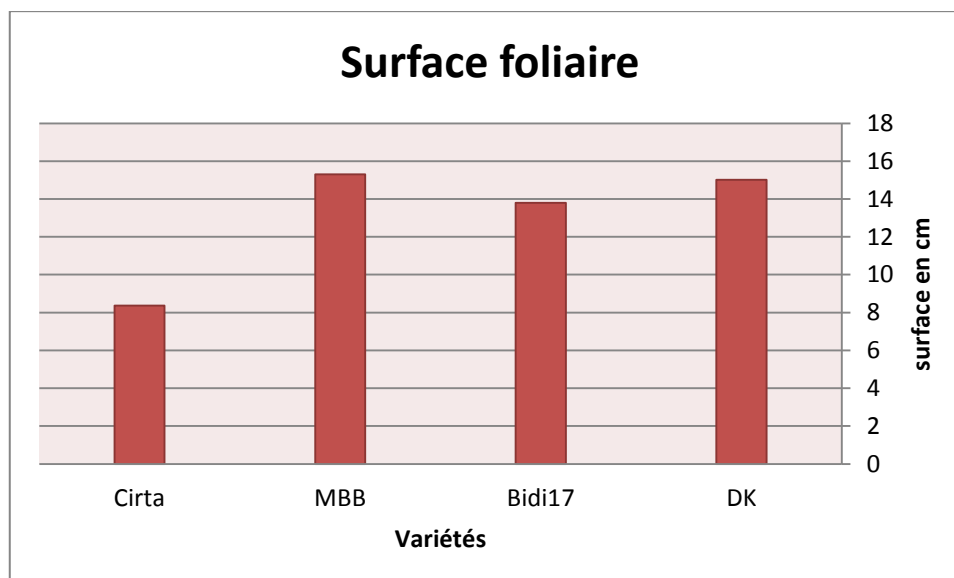


Figure22: Valeurs moyennes de la surface de la feuille étendard en cm² des variétés

La surface foliaire la plus grande est enregistrée chez les variétés MBB , DK et Bidi17 et sont de valeurs proches

La variété Cirta est caractérisée par une surface foliaire étroite.

2- Les Poids :

2-1-Poids de la gerbe:

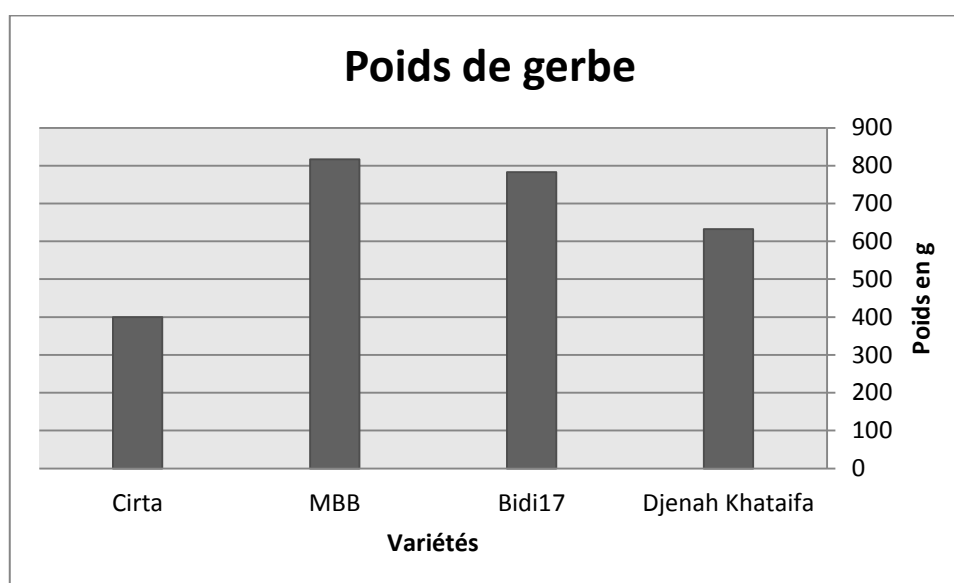


Figure 23: Poids de gerbe (matière sèche totale en grammes) des variétés

Le poids de la matière sèche le plus élevé est enregistré chez deux variétés MBB et Bidi17. Le poids le plus moins est dans variété Cirta.

2-2-Poids des épis en grammes

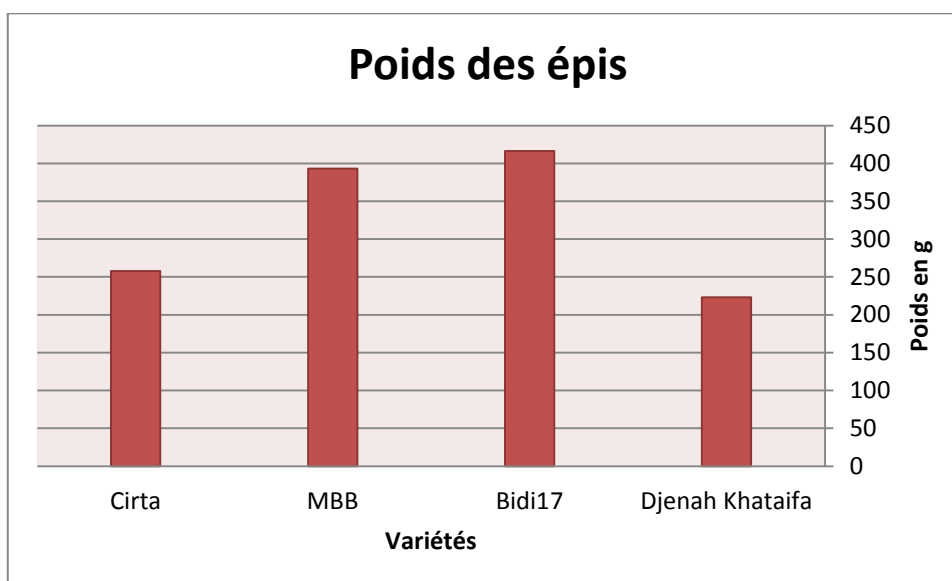


Figure 24 : Le poids des épis en grammes des variétés

On remarque que le poids des épis le plus élevé est enregistré chez les variétés Bidi17 et MBB et sont respectivement de 416.5g et 393g .

Le poids des épis le plus faible est enregistré chez les variétés Djenah Khataifa et Cirta.

Les résultats sont respectivement de 223 g et de 258g .

3-Composantes du rendement

3.1- Poids des grains en grammes :

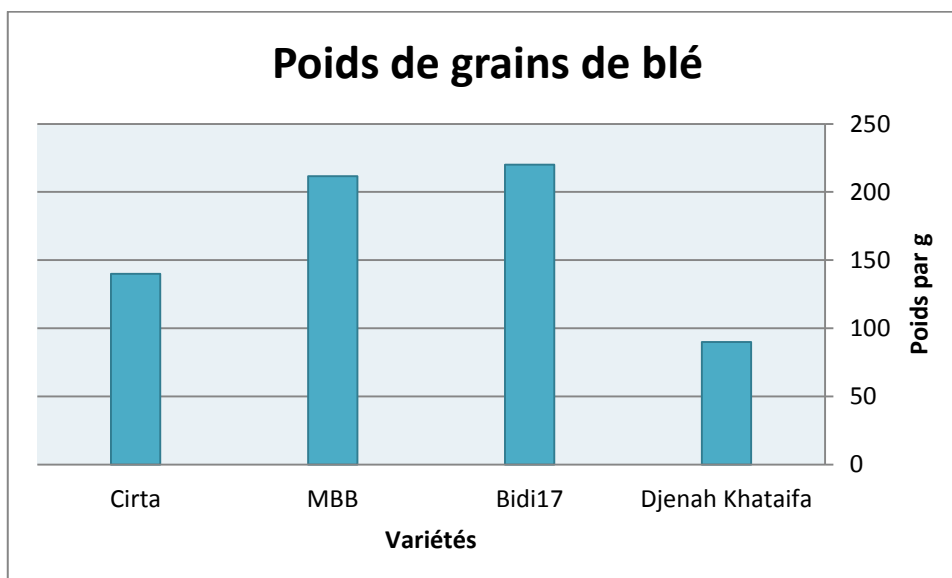


Figure 25 : Poids des grains en grammes des variétés

La variété Bidi17 enregistre la valeur la plus élevée avec 220 g, alors que la variété Djenah Khataifa a la plus faible valeur avec 90 g.

Selon (Siouda A - Benkhelifa Z), Le stress hydrique peut réduire le potentiel de toutes les composantes du rendement, particulièrement le nombre d'épis fertiles par unité de surface ainsi que le nombre de grains par épi (Giunta et al, 1993., Simane et al, 1993., Abayomi et Wright, 1999).

Cependant le poids du grain est négativement influencé par les températures élevées et la sécheresse durant la maturation (Chmielewski et Kohn, 2000).

3.2-Poids de 1000 grains :

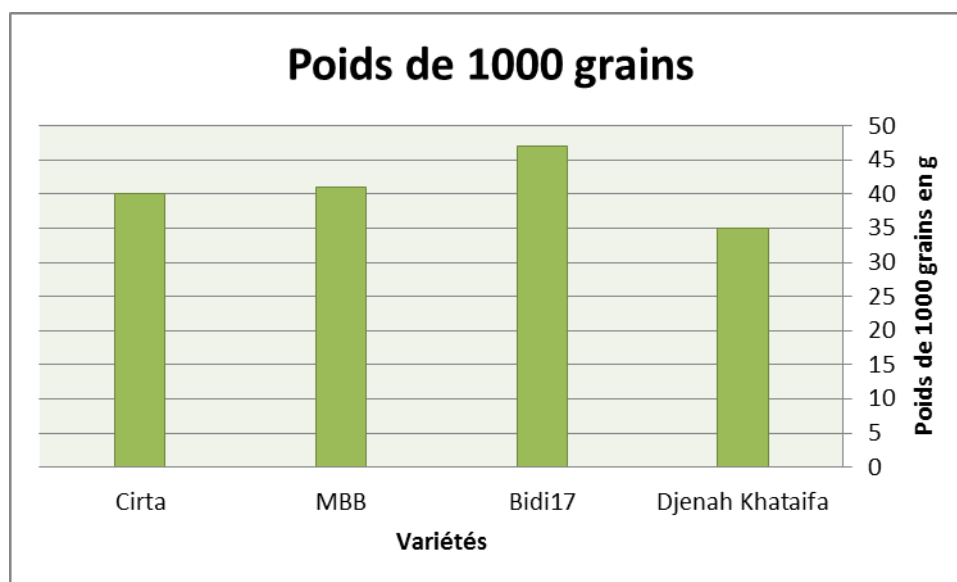


Figure26 :Poids de 1000 grains des variétés.

La moyenne générale est de 47 g , le poids de 1000 grains le plus élevée est enregistré chez la variété Bidi17 (47g) et le plus faible (35g) chez la variété introduite Djenah khataifa .

Le PMG dépend de la variété et des conditions de nutrition hydrique et minérale en fin de cycle.

L'irrigation du mois de mai a favorisé le remplissage des grains. La moyenne s'élève à 45,7g.

3.3- Rendement en grain :

Rendement = Nombre de grains/ m² X PMG ÷ 1000

-Les moyennes du rendement de grains chez la variété (Djenah Khataifa) = 377,39 g/ m².

-Les moyennes du rendement de grains chez la variété (Bidi17) = 639,42 g/ m² .

-Les moyennes du rendement de grains chez la variété (MBB) = 613,46g/ m² .

-Les moyennes du rendement de grains chez la variété (Cirta) = 378,02g/ m².

Nous remarquons que le rendement en grains est enregistré chez la variété Bidi17 et est voisin de celui de MBB.

Les variétés Djenah Khotaifa et Cirta présentent des rendements en grains comparables.

3.4- Indice de récolte :

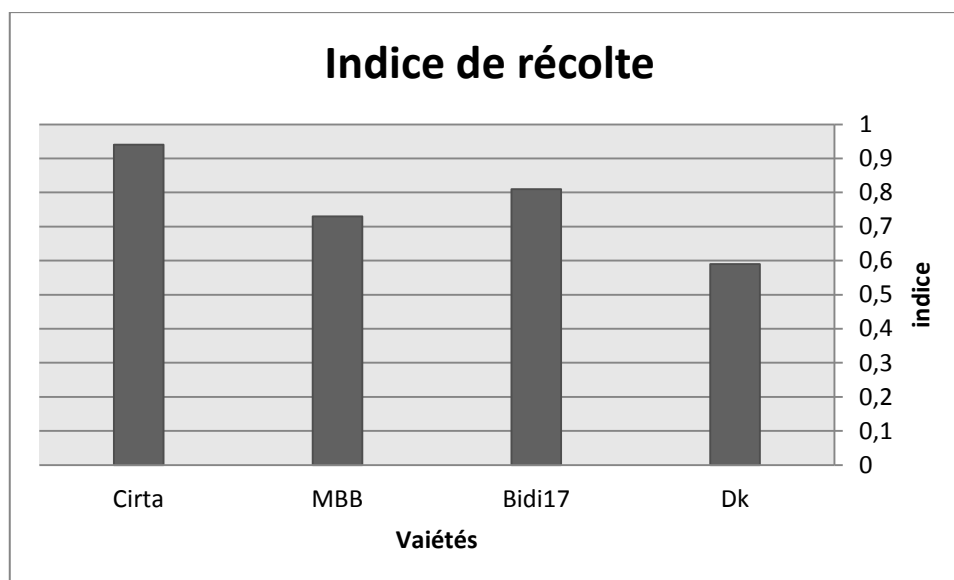


Figure : Valeurs moyennes de la variable indice de récolte des variétés.

A travers histogramme ci-dessus, on observe :

Les résultats de Indice de récolte des variétés Cirta et Bidi17 et MBB et Djenah khotaifa, sont de l'ordre de 0.94 et 0.81 et 0.73 et 0.59 respectivement.

Selon Pan et Deng (2007) in Rabti(2021), l'indice de récolte est un indicateur d'évaluation important du niveau de rendement des cultures et de l'effet de la culture. HI a une capacité héréditaire plus élevée, mais est influencé par la pratique agronomique. Certains facteurs, tels que les caractéristiques photosynthétiques des cultures, la structure du faisceau vasculaire, les caractères de l'épi, le niveau d'azote, la teneur en humidité, etc. y ont une grande influence.

Selon RABTI (2021), Ces résultats suggèrent que le matériel végétal local se différencie globalement du matériel végétal plus récent par un faible indice de récolte

4- Test de germination % :

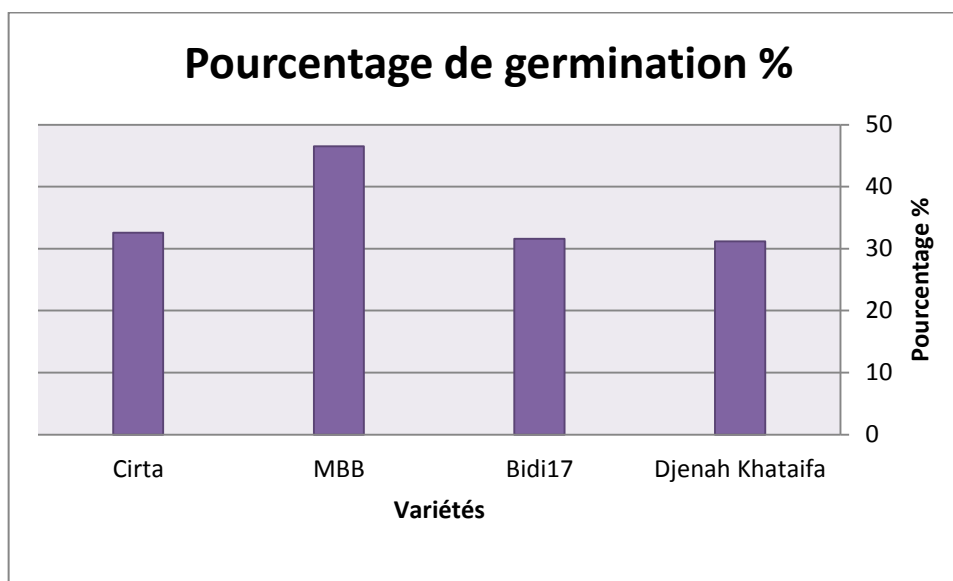


Figure27: Le nombre d'épis /m2 variété

À partir des résultats représentés dans le figure (29), nous remarquons les pourcentages de germination de blé dur dans;; ; les résultats sont : MBB> Cirta> Bidi17> Djenah Khataifa
46.5%>32.6%>31.6% >31.2% , respectivement.

Conclusion générale

Conclusion générale :

Cette étude vise à contribuer à l'observation du blé dur (*Triticum durum Desf.*) en étudiant le comportement de quatre variétés et en les comparant selon leur adaptation aux caractéristiques climatiques de la région d'El Oued.

L'examen au laboratoire par le test de germination a montré que les variétés MBB et Bidi 17 étaient les plus rapides en germination par rapport aux variétés Cirta et Djenah khotaifa.

Cette étude a montré que la variété MBB a une hauteur du plant supérieure comparée aux autres variétés.

Les résultats de l'estimation des caractéristiques de rendement confirment que les deux variétés MBB et Bidi 17 sont proches en poids de 1000 grains, mais en terme de nombre d'épis, il était élevé pour MBB et sa supériorité dans la longueur de la plante, bien que la variété Bidi 17 avait plus dans le poids d'un seul grain, car le rendement de cirta était significativement plus élevé que celui du cultivar Djenah Khotaifa.

A travers l'étude, nous constatons que le blé dur se caractérise par une grande adaptation de la variété MBB et Bidi 17 aux caractéristiques de la région par rapport aux variétés cirta et Djenah khataifa, qui étaient les moins adaptées.

Les meilleurs rendements sont la caractéristique des variétés présentant un indice de récolte élevé et un meilleur statut hydrique. C'est le cas des variétés MBB et Bidi17 dont les indices de récolte sont les plus élevés.

La hauteur contribue fortement à la formation de la biomasse aérienne chez les variétés MBB et Bidi17 mais ce rôle semble absent chez les variétés Cirta et Djenah Khotaifa .

La biomasse affecte peu le rendement et ses composantes chez les variétés Cirta et Djenah Khotaifa. Par contre, elle marque fortement ces caractères chez les variétés MBB et Bidi17. La variation de la surface de la feuille étandard affecte la formation de la biomasse alors que cet effet est absent chez la variétés Cirta. La production de paille est fortement impactée par la hauteur de la végétation et la surface de la feuille étandard chez MBB et Bidi17 alors que l'effet de ces deux caractères est moins marqué chez Cirta et Djenah Khotaifa.

En définitive et en terme de cette étude d'une durée d'une seule saison agricole, nous constatons que les variétés MBB et Bidi17 sont de loin les variétés les plus adaptées à la région d'El Oued par rapport aux deux autres variétés en l'occurrence Cirta et Djenah Khotaifa.

Cette étude constitue une clef d'investigation et de recherche pour d'autres études dans l'avenir et mérite d'être poursuivie et enrichie par d'autres paramètres comme la teneur en chlorophylle, la teneur en proline, la teneur relative en eau etc... avec un plus grand nombre d'échantillons de variétés locales et étrangères pour se pencher sur des cultivars tolérants des conditions climatiques fortement arides de la région et dotés d'un fort potentiel productif en matière de paille comme aliment de bétail ou en grain pour garantir une sécurité alimentaire des habitants dont le blé et ses dérivés constituent des aliments de base.

*Références
bibliographiques*

References bibliographies:

- 1-**Annicchiarico, P., Abdellaoui, Z., Kelkouli, M., Zerargui, H.** (2005) Grain yield, straw yield and economic value of tall and semi-dwarf durum wheat cultivars in Algeria. *J. Agric. Sci.* 143, 57-64.
- 2-**Abbassenne F.**, (1997). Etude génétique de la durée des phases de développement et leur influence sur le rendement et ses composantes chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse magister, INA Alger, 81p.
- 3-**Amokrane A.** (2001). Evaluation et utilisations de trois sources de germoplasme de blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse de Magister, Institut d'Agronomie, 7. Université Colonel El Hadj Lakhdar, Batna, 80P.
- 4-**Akintunde, A.** (2012) Path Analysis Step by Step Using Excel. *J. Tech. Sci. Technol.* 1, 9-15. Mouret JC, Conesa A, Gaid A, Monneveux P.
- 5-**Adjabi, A., Bouzerzour, H. and Benmahammed, A.** 2014. Stability analysis of durum wheat (*Triticum Durum Desf.*) grain yield. *Journal of Agronomy*, 13, 131-139.
- 6-**Annicchiarico p, Abdellaoui Z, kelkouli M, Zerargui H,** 2005. Grain yield, straw yield and economic value of tall and semi-dwarf durum wheat cultivars in Algeria. *J. Afr. Sci.*, 143: 57-64.
- 7-**Anonyme,** (2008) II: la technologie semencière. La production de semences des céréales à paille en Algérie, ITGC.138p.
- 8-**Ali D** , Cultures céréalières, Bibliothèque Mediola, p35-37.
- 9-**BALDY C.** (1993b). Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier. Ed INRA. pp. 83-99
- 10-**Beyoum, Y .& All,** nouvelles grandes cultures , p219-222.
- 11-**Boufenar- Zaghouane F. et Zaghouane O.,** 2006. Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine). ITGC, ICARDA., Alger. 154 p.
- 12-**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, pp: 360-365.
- 13-**Blum A.** (1989). Osmotic adjustment and growth of barley genotypes under drought stress. *Crop Sci.* 29, pp: 230-233.

- 14- **Bajji M., Lutts S., Kinet J-M.** (2001). Water deficit effects on solute contribution to osmotic adjustment as a function of leaf ageing in three durum wheat (*Triticum durum Desf.*) cultivars performing differently in arid conditions. *Plant Sci.* 160, pp: 669-681
- 15-**Couvreur F.**, 1981. La culture du blé se raisonne, cultivar. Juin 1981, ITCF. pp, 39-41.
- 16-**Culley, J.L.B., Larson, W.E. and Randall, G.W.**, 1987. Physical properties of a Typic Haplaquo II under conventional and no-tillage. *Soil science society of america Journal* , 51, pp: 1587-1593.
- 17-**Chaaban I.** 2009. Effets de trois modes de conduite culturale (semis direct, travail simplifié et conduite conventionnelle) sur l'évolution de l'humidité du sol en relation avec le comportement des cultures. . Mémoire d'ingénieur d'état. UFAS 55 p.
- 18-**C.R.E.A.B. MIDI-PYRENEES** , 2008, RESULTATS DE L'ESSAI VARIETES DE BLE DUR EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE CAMPAGNE 2007-2008, CENTRE REGIONAL DE RECHERCHE ET D'EXPERIMENTATION EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE MIDI-PYRENEES.
- 19-**Claire Casnin, Jean-François Madre**, Hervé Levesque (enseignants-associés à l'Ifé-ENS de Lyon) LE BLÉ, UNE PLANTE MODÈLE POUR ÉTUDIER LA BIOLOGIE VÉGÉTALE AU LYCÉE.
- 20-**Chopart J. L et Pitrot R.**1996 . L'amélioration des propriétés physiques du sol, in *Mémento de l'agronome*, (2009). Ed. QUAE, paris, 583 P.
- 21-**Clement-Grandcourt M. et Prats J.**, 1971. Les céréales Collections d'enseignement agricole 2eme Ed, Ballier France. 351p.
- 22-**Condon A. G., Richards R. A., Rebetzke G. J. et Farquhar GD.** 2004. Breeding for high water-use efficiency. *Journal of Experimental Botany* 55, pp: 2447-2460
- 23-**CHERET R., MOREL M.H., SAMSON M.F.** (2003). Caractérisation physico-chimique du mitadinage chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*).Ind. Céréales.131
- 24-**CHEHAT F.** (2007). Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM « Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation » Alger : 7-9 avril 2007.
- 25-**Chennafi, H., Aïdaoui A., Bouzerzour H., and 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.*, 5, 854-860.
- 26- **CHERDOUH A.** (1999). Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve des blés durs Algériens (*Triticum durum Desf.*) : relation avec la qualité. Mémoire Magistère. Univ. Constantine

- 27-**DESCLAUX D** .(2005). Amélioration de la valeur technologique et commerciale du blé dur : vers une réduction des taux de moucheture et de mitadin. Rapport du projet de recherche. INRA. Montpellier. France, P. 120.
- 28-**Djermoun, A.** 2009. La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Nat. Techn., Juin 2009, n. 01, pp : 45-53.
- 29-**El hassani T.A. et Persoons E.** 1994. Agronomie moderne. Bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. (éd). AUPELF-UREF: 544 p
- 30-**Feillet P.** 2000. Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.
- 31-Identification des facteurs de variabilité du rendement de blé dur en conditions hydriques limitantes dans la région de Sidi Bel Abbes. Céréaliculture 1988 ; 23 : 1-9.
- Bensalem M., Daaloul A., Ayadi A., 199532. Le blé dur en Tunisie. CIHEAM – Options
- Anonyme, 2008. Bilan des activités agro-techniques de l'institut technique des Grandes Culture, Algérie ITGC p13 .
- 33-**Mekhlouf A. Bouzerzour H. et Dehbi F/.** (2001) Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum Desf.*) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In : Proceedings séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. Oum El Bouaghi, 23 : 75-80
- 34-**Mekhlouf A., Bouzerzour H., Benmahammed A., HadjSahraoui A., &Harkati N.,** (2006).Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) au climat semi- aride. Sécheresse (sous presse).
- 35-**Nouar, H., Bouzerzour, H., Haddad, L., Menad, M., Hazmoune, H. and Zerargui, H.** 2012. Original submitted in on 10th July 2019. Published online at www.m.elewa.org/journals/ on 31st October 2019.
- 36 – **Rabti A.,** 2021 – Changement des caractères morpho-physiologiques induits par la sélection artificielle du blé dur (*Triticum durum Desf.*) en Algérie. These Doctorat en Sciences, UFASétif, 150 p.
- 37-stabilité des performances de rendement du blé dur (*Triticum durum Desf.*) sous conditions semi-arides. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement, 14(1), 177-186.
- 38-**Siouda A - Benkhelifa Z ,** 2016, Etude écophysiologique des quelques écotypes de blé dur (*Triticum durum Desf.*) dans la région semi-aride de Setif, Filière : Sciences Biologiques Spécialité : Biodiversité et conservation des ecosystems, p 35.

Annexes

Tableau05 : Valeurs moyennes des caractères mesurés variété Djenah khataifa

	R1	R2	R3
HP (cm)	49.62	55,37	67,77
NE	200	125	250
PE(g)	275	125	270
MST(g)	125	35	110

Tableau06 : Valeurs moyennes des caractères mesurés variété Bidi17

	R1	R2	R3
HP (cm)	65.17	55,37	61.7
NE	195	180	125
PE(g)	430	440	380
MST	215	250	195

Tableau07 : Valeurs moyennes des caractères mesurés variété MBB

	R1	R2	R3
HP (cm)	68.5	63,47	70.27
NE	205	150	250
PE(g)	360	300	520
MST	160	190	285

Tableau 08 : Valeurs moyennes des caractères mesurés variété Cirta

	R1	R2	R3
HP (cm)	41.52	42.8	46.75
NE	150	140	160
PE(g)	220	285	270
MST(g)	120	155	145

Tableau09 : Valeurs des caractères mesurés variété(Djenah khataifa/ Bidi17/MBB/ Cirta)

	V1R1	V1R2	V1R3	V2R1	V2R2	V2R3	V3 R1	V3R2	V3 R3	V4 R1	V4 R2	V4R 3
BIO(g)	700	350	850	750	800	800	700	800	950	350	450	400
PMG(g)	36	32	36	48	48	44	40	40	44	44	44	32