



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 بوعرييريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض 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 Agronomique



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

Intitulé

**Contribution à la caractérisation de quelques lignées avancées
de blé dur (*Triticum durum* Desf.) de la région de Sétif.**

**Présenté par : Benziouche Achouak
Daoud Sabrina**

Soutenu le : 17/09/2019

Devant le jury :

Président : M^{me} Maafi Oula

Maitre assistant A MBBA

Encadrant : M^r Hannachi Abderrahmane

Attaché de recherche INRAA

Examineur : M^r Maamri Khelifa

Maitre assistant A MBBA

Codirigé : M^r Fellahi Zine El Abidine

Maitre confèrent B MBBA

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Nous remercions avant tout ALLAH tout puissant, de nous avoir guidés toutes les années d'étude et de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Nous adressons l'expression de nos très vives gratitude et respects à notre encadreur, Monsieur Hannachi Abderrahmane pour son soutien, pour ses conseils utiles et sa gentillesse et pour ses appréciations sur ce travail.

Nous exprimons notre reconnaissance aux membres de jury qui ont accepté de juger ce travail.

Nous ne pouvons bien sûr oublier tous nos enseignants de graduation auxquels nous sommes reconnaissantes de nous avoir donné toutes les connaissances et formation toute au long de nos parcours universitaire.

Merci

DEDICACES

Je commence par remercier DIEU le tout puissant, pour tout ce qu'il m'a apporté... Afin d'être reconnaissante envers ceux qui m'ont appuyée et encouragée à effectuer ce travail de recherche, je dédie cette thèse :

A LA MEMOIRE DE MON frère. Nous ne t'oublierons jamais et dans nos cœurs, tu resteras à jamais,

A mon cher père. Aucun hommage ne saurait transmettre à sa juste valeur ; l'amour, le dévouement et le respect que je porte pour toi. Je te dédie à mon tour cette thèse qui concrétise ton rêve le plus cher et qui n'est que le fruit de tes encouragements. Tu n'as pas cessé de me soutenir et de m'encourager, ta générosité exemplaire et ta présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui. Tes prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes études. J'espère que tu trouveras dans ce modeste travail un témoignage de ma gratitude, ma profonde affection et mon profond respect.

A ma chère sœur Jumelle « Keltoum »

A Mes frères : Khaled et Abdelrezak

Mes sœurs : Nadia et Souad

A mon mari Hichem

A ma petite fille Tasnim

Ma copine : Achouak

A tous mes collègues de la promotion «Amélioration Végétale »

A toute la famille : Daoud et Benziane

Sabrina

DEDICACES

Au nom d'ALLAH tout puissant

Je dédie ce modeste travail à:

*A mes très chers parents Farida ET Slimane qui m'ont
communiqué leur passion ET leur savoir-faire, pour leurs
sacrifices et leur dévouement.*

A ma sœur Sabrina que j'adore énormément.

A ma belle soeur Nora

A mes copines depuis 3ans Sarah, Ibtisem, Sabrina

*A mon frère de vie Abbas qui m'a tous le temps soutenu dans les
moments difficiles.*

A ma grande famille Benziouche

Achouak

Sommaire

Résumé

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des photos

Liste des tableaux

Introduction	1
Chapitre I : Revue bibliographique	2
I.1. Historique et origine de blé	2
I.2. Classification du blé dur	3
I.3. Les principales caractéristiques du blé dur	4
I.3.1 La morphologie du blé :	4
I.3.2 L'histologie du grain de blé dur	6
I.4. Production du blé dur en Algérie	7
I.4.1 Les zones de production du blé dur en Algérie	7
I.4.2 Variétés du blé dur cultivées en Algérie	8
I.5 Les contraintes environnementales à la production et l'adaptation du blé	9
I.5.1 Le stress hydrique	9
I.5.2 Le stress thermique	9
I.6 Mécanismes de production et d'adaptation	9
I.6.1 Notion de production	9
I.6.2 Notion d'adaptation	9
I.6.3 Morphologie de la plante et adaptation au milieu	10
I.7 La création variétale	13
1.7.1 La sélection pour la productivité	14
1.7.2. La sélection pour l'adaptabilité	15
	16
Chapitre II : Matériel et méthodes	
II. 1 Localisation et mise en place de l'expérimentation	16
II.2 Matériel végétal et Dispositif expérimental	16
II.3 Paramètres mesurés	18
II.3.1 Paramètres végétatifs	22
II.3.2 Paramètres à épi sec	24
II.3.4 Paramètres agronomiques	27
II.3.5 Paramètre supplémentaire	28

Chapitre III : Résultats et discussion	30
III.1 Les conditions climatiques de la région de Sétif aux cours de la campagne.....	30
2018/2019.....	
III.2 Analyse des données.....	30
III.2.1 La Date d'épiaison	45
III.2.2 La hauteur de la plante	32
III.2.3 Nombre d'épis au Mètre carré (m ²).....	34
III.2.4 Nombre des grains par épi.....	34
III.2.5 Le Poids de Mille Grains (PMG).....	35
III.2.6 La biomasse aérienne :	35
III.2.7 Rendement de grains q/ha	37
III.2.8 Taux de chlorophylle.....	37
III.2.9 L'indice de récolte.....	39
III.2.10 Le taux de germination.....	40
III.2.11 Relation entre caractères.....	40
III.2.12 Sélection sur la base du rendement.....	42
III.3 Fiche descriptive des lignées de blé dur selon l'UPOV	44
Conclusion	31

Références bibliographiques

Annexes

Liste des tableaux

Liste des tableaux

Tableau I : Classification du blé dur.....	03
Tableau II : liste des géotypes de blé dur étudiés.....	17
Tableau III : La liste des différentes notations de l'UPOV (1990).....	18
Tableau IV : analyse de la variance des caractères 33mesurés.....	33
Tableau V : Matrice de corrélation entre les variables mesurées	41
Tableau VI : performances moyennes des lignées sélectionnées.....	42
Tableau VII : Fiche descriptive pour les lignées 14, 18, 61 et la variété Gta dur.....	46

Liste des figures

Liste des figures

Figure 1: Origine génétique du blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) (Croston et Williams, 1981)..	2
Figure 2: Origine et diffusion de <i>Triticum turgidum</i> (Bonjean, 2001).....	3
Figure 3: Fleur et grain (caryopse) de blé (Heiser, 1990).....	5
Figure 4: Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005)	7
Figure 05 : localisation des aires de production des céréales.....	8
Figure 6: La sélection pédigrée (Bouharmont).....	14
Figure 7 : Localisation du site D'expérimentation.....	16
Figure 8 : Evaluation du port de tallage.....	23
Figure 9 : Intensité de la pilosité du dernier nœud.....	23
Figure 10 : Forme de la glume inferieur.....	24
Figure 11 : Formes de la troncature.....	24
Figure12 : Largeur de la troncature.....	24
Figure 13 Longueur du bec.....	25
Figure 14 : Moelle en section transversale.....	25
Figure 15 : Forme de l'épie.....	26
Figure 16 : Compacité de l'épie.....	26
Figure 17: Forme de la graine.....	26
Figure 18: Longueur des poils de la brosse.....	26
Figure19 : Pluviométrie et température dans la région Sétif durant la campagne agricole 2018/2019.....	30
Figure 20 : Date épiaison de 30 variétés étudiées.....	32
Figure 21 : Hauteur de la plante de 30 génotypes étudiés.....	33
Figure22 : Le nombre d'épi/m ² (NE).....	35
Figure 23 : Le nombre de grain par d'épi (NGE).....	36
Figure 24 : Le poids de mille grains (PMG).....	37
Figure 25: La biomasse aérienne totale.....	39
Figure 26: Le rendement en grains (q/ha) de 30 variétés étudiés.....	38
Figure 27 : le Taux de chlorophylle en %.....	37
Figure 28 : Indice de récolte IR (%) des 30 génotypes de blé dur.....	45
Figure 29: Le taux de germination de 30 génotypes de blé dur.....	40
Figure 30 : Comparaison entre la performance moyenne des lignées sélectionnées et les variétés Gta dur et Meicali75.....	43

Liste des figures

Figure 31 : Comparaison entre la performance des lignées 14, 18 et 61 et les variétés Gta dur et Mexicali75.....	44
Figure 32 : Présentation des caractères communs et différents entre les cinq génotypes sélectionnés.....	40

Liste des photos

Liste des photos

Photo 1 : Photo descriptive d'un épi, épillet, rachis et de grain de blé.....	5
Photo 2 : Graine de blé dur.....	7
Photo 3 : Dispositif de l'expérimentation	16
Photo 4 : Pigmentation anthocyannique de coléoptile (Waha/Mexicali75)	22
Photo 5 : Evaluation du port de tallage	23
Photo 6 : Forme du bec (ITGC, 2006).....	25
Photo 7 : Mesure de chlorophylle de la feuille étendard avec le CCM-200	28
Photo8 : Mise en place des grains sur boîte pétri	28

Liste des abréviations

Liste des abréviations

CCM : chlorophyll content meter

CHL : taux de chlorophylle

CNCC : Centre National de Contrôle et Certification des Semences et Plants

CV% : Coefficient of Variation

DDL : degré de liberté

DE : date d'épiaison

FAO : Food and Agriculture Organisation

HP : hauteur de la plante

INRAA : institut national de la recherche agronomique d'Algérie

IR % : indice de récolte

ITGC : institut technique des grandes cultures

LSD : Least Significant Difference de Fisher

MADRP : Le Ministre de l'Agriculture du Développement Rural et de la Pêche

Mex75 : Mexicali

NE : nombre des épis

NE/m² : nombre des épis par mètre carré

NGE : nombre de grains par épis

ONFAA : L'Observatoire national des filières agricoles et agroalimentaires

PB : poids de biomasse

PE : poids des épis

PMG : poids de mille grains

RDT M : rendement machine

Liste des abréviations

UPOV : Union Internationale pour la Protection des Obtentions Végétales

ZB :zenati bouteil

Introduction

Introduction

Les blés sont les céréales les plus cultivées à l'échelle mondiale. Ils contribuent pour plus de 20 % de calories et de protéine dans l'alimentation humaine et sont utilisés par plus de 35% de la population du monde répartie dans plus de 40 pays (Curtis et al., 2002). Plus de 80% de la superficie en blé dur se rencontre en Afrique du Nord et au moyen Orient. Malgré son importance dans l'alimentation humaine, l'amélioration du blé dur n'a reçue une grande attention qu'en Italie, alors que de très grands progrès ont été faits en la matière sur blé tendre. Ceci est dû peut être au fait que le blé dur est cultivé en zone moins favorable que le blé tendre (Bouzerzour et Oudina 1989).

En Algérie, le blé dur est une culture ancestrale dont le produit constitue la base de l'alimentation de la population sous diverses formes notamment semoule et pâtes (Hannachi, 2013). La production, quoi qu'en augmentation, passant de 1,35 millions de tonnes, moyenne de la période en 2000-2008, à 3,15 millions de quintaux pour l'année 2017-2018, est loin de couvrir les besoins du pays, estimés à plus 8 millions de tonnes par an Benbelkacem.(2013).

De nature essentiellement pluviale, la culture du blé dur en Algérie reste fortement tributaire des conditions climatiques notamment les précipitations. Les zones de production se caractérisent par une variabilité interannuelle et une distribution saisonnière erratique des précipitations. Les effets combinés des facteurs climatiques et des pratiques culturelles inappropriés sont la cause majeure de la fluctuation des rendements qui demeurent faibles et très variables. (hannachi, 2013).

L'utilisation de variétés locales bien adaptées aux conditions les plus difficiles, mais possédant un faible potentiel de rendement reste dominante dans la mesure où l'adoption des nouvelles obtentions reste conditionnée par la stabilité de leurs productions d'une année à l'autre. (hannachi, 2013).

L'amélioration de la production peut se voir par la recherche de nouvelles variétés plus performantes et adaptées au milieu.

Le présent travail porte sur la caractérisation morpho-phénologiques et agronomiques de 24 lignées avancées et 6 variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) en se basant sur les recommandations de l'Union International de Protection des Obtentions Végétales (UPOV 1994) dans le but de sélectionner les meilleures génotypes en vu de proposition pour l'homologation.

Chapitre I
Revue bibliographique

Chapitre I : Revue bibliographique

I.1. Historique et origine de blé

Le blé est une céréale autogame appartenant au groupe des angiospermes monocotylédones, de la famille des *Poaceae*, tribu des *Triticées* et genre *Triticum*. Ces derniers sont des herbacées annuelles produisant un fruit sec indéhiscant, le caryopse. Le blé dur (*Triticum durum*) est parmi les espèces les plus cultivées dans le monde et en Algérie. Selon (McKey, 1966), l'origine génétique du blé dur remonte au croisement entre deux espèces ancestrales *Triticum monococcum* et une graminée sauvage du nom *Aegilops speltoides*. Le blé dur *Triticum durum*, appelé ainsi en raison de la dureté de son grain. Le nombre chromosomique de base est de $2n = 4x = 28$, le chromosome hérité du genre *Triticum monococcum* est désigné par A et celui dérivé de l'*Aegilops* est dénommé B, de sorte que *Triticum durum* a une garniture chromosomique AB (Figure 1).

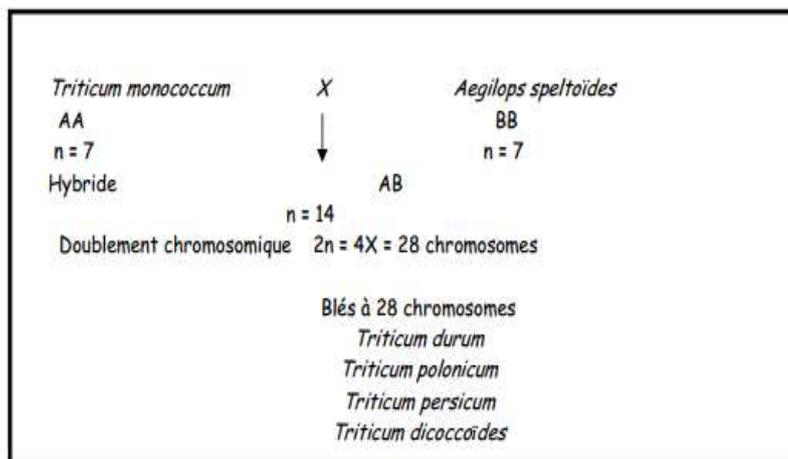


Figure 1: Origine génétique du blé dur (*Triticum durum* Desf.) (Croston et Williams, 1981)

La domestication du blé dur a eu lieu dans le croissant fertile (Dubcovsky et Dvorak, 2007). Selon (Lev-Yadun et al., 2000), le creuset de la céréaliculture se situerait dans une zone localisée autour de l'amont du Tigre et de l'Euphrate, dans les territoires de la Syrie et de la Turquie.

Les blés sauvages tétraploïdes sont largement répandus au Proche-Orient (Bozzini, 1988). Comparativement aux blés diploïdes, leurs grands épis et leurs gros grains, les rendaient beaucoup plus intéressants pour la domestication (Feldman, 2001).



Figure 2: Origine et diffusion de *Triticum turgidum* (Bonjean, 2001)

I.2. Classification du blé dur

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 suivante (Prats, 1960); (Crête, 1965) ; (Feillet, 2000).

Tableau I : Classification du blé dur

Embranchement	Angiosperme
Sous Embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumi florales
Super ordre	Comméliniflorales
Famille	<i>Gramineae</i>
Tribu	<i>Triticeae</i>
Sous tribu	<i>Triticineae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

I.3 Les principales caractéristiques du blé dur

I.3.1 La morphologie du blé

Le blé se présente d'abord comme une plante herbacée, dont l'appareil végétatif se caractérise par un :

a. Appareil racinaire

L'appareil racinaire du type fasciculé peu développé. 55% du poids total des racines se trouve entre 0 et 25 cm de profondeur, 17,5% entre 25 et 50 cm, 14,9% entre 50 et 75%, 12% au-delà. En terre très profond (sols de limon), les racines descendent jusqu'à 1,50 mètre, (Hacini, 2014).

b. Tige et feuille

La tige ne commence vraiment à prendre son caractère de tige qu'au début de la phase végétative, la tige en quelque sorte télescopée à partir d'un massif cellulaire qui forme le plateau de tallage. La tige elle-même ou chaume s'allonge considérablement à la montaison, et porte 7 ou 8 feuilles rubanées, engainantes sur toute la longueur d'un entre nœud. Les feuilles ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe, (Hacini, 2014)

c. Épi

Il est issu du bourgeon terminal du plateau de tallage. Lorsque le développement de la tige est terminé, l'épi apparaît enveloppé dans la dernière feuille, et après quelques jours on peut étudier sa structure en détail, c'est l'épiaison.

L'épi comporte une tige pleine ou rachis coudée et étranglée à intervalles réguliers et portant alternativement à droite et à gauche un épillet, (Hacini, 2014)

d. Épillets

Ne comportent pas de pédoncule il est attaché directement sur le rachis. Les épillets nombreux (jusqu'à vingt-cinq). Ils représentent Petits groupes de fleurs, inséré sur l'axe de l'épi. Il est protégé à sa base par deux glumes (bractées), les fleurs sont protégées par des glumelles. Après la fécondation, la fleur donne naissance à un fruit unique, le caryopse ou grain, qui comporte un embryon ou germe plaqué sur les réserves (Clément, 1971).



Photo 1 : Photo descriptive d'un épi, épillet, rachis et de grain de blé (photo personnel).

e. L'appareil reproducteur

Les fleurs sont groupées en inflorescences de type épi, l'épi est composé d'épillets, l'épillet est une petite grappe de une à cinq fleurs enveloppées chacune par deux glumelles (Moule, 1971). L'épi est constitué d'un axe appelé le rachis sur lequel sont fixés les épillets (Belaid, 1996). Le blé est une plante monoïque à fleurs parfaites (Cook *et al.*, 1991). Elle se reproduit par voie sexuée et par l'autofécondation (espèce autogame) (Soltner, 1999). Il existe un pourcentage faible (< 3%) de pollinisation croisée (Cook *et al.*, 1991).

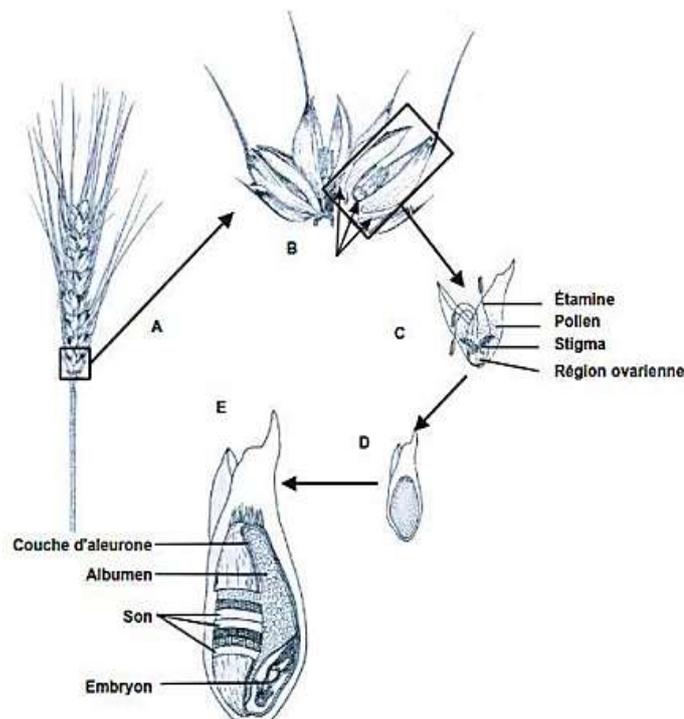


Figure 3: Fleur et grain (caryopse) de blé (Heiser, 1990)

I.3.2 L'histologie du grain de blé dur

Les grains de blé, sont des fruits secs indéhiscents, le caryopse de blé est nu, blanc plus ou moins roux, ovoïde et pesant de 35 à 50 mg (Soltner, 1990). Possédant sur une de leurs faces une cavité longitudinale " le sillon" et a l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poiles " la brosse" (photo 2) (Feillet, 2000).Le grain de blé se compose de trois parties principales (**Figure 4**)

- a. les enveloppes (13 - 17 % du grain) : donne le son en semouleries elles sont d'épaisseur variable et sont formées de trois groupes de téguments soudés:
 - 1) Les péricarpes ou tégument du fruit : constitué de trois assises cellulaires ;
 - Epicarpe ; protégé par la cuticule et les poiles.
 - Mésocarpe ; formé de cellules transversales.
 - Endocarpe ; constitué par des cellules tubulaires, il est particulièrement riche en cellulose, hémicelluloses et pentosanes, ainsi qu'en éléments minéraux (Godon, 1991).
 - 2) Les testa ou tégument de la graine constitué de deux couches de cellules.
 - 3) L'épiderme (di) nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.
- b. L'albumen (80 - 85 % du grain) : principalement amylicé et vitreux chez le blé dur, possède à sa périphérie une couche à aleurone riche en protéines, lipides, pentosanes, hémicellulose et minéraux.
- c. Le germe (3 % du grain) : composé d'un embryon, lui-même formé d'un cotylédon unique ou scutellum riche en lipides et protéines, une plantule plus ou moins différenciée :
 - La radicule ou racine embryonnaire protégée par le coléorhize.
 - La gemmule comportant un nombre variable de feuilles visibles enfermées dans un étui producteur nommé sa coléoptile (Feillet, 2000).



Photo 2 : Graine de blé dur

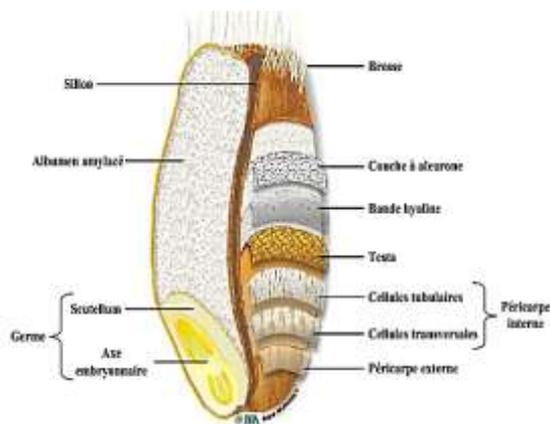


Figure 4: Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

I.4. Production du blé dur en Algérie

1.4.1 Les zones de production du blé dur en Algérie

La culture des céréales est pratiquée sur un air géographique, très variable du point de vue climat, allant du subhumide à l'aride, avec une forte concentration de près de 50 % dans la franche 300 - 400 mm, qui marque d'une profonde empreinte la production, qualitativement et quantitativement (Mekhlouf, 1998). Cette répartition est souvent faite au détriment d'autres cultures qui seraient mieux appropriées à certaines régions, c'est le cas des cultures pérennes et fourragères (MADR, 1992).

La majeure partie des emblavures céréalières se trouve donc concentrée sur, les hautes plaines. Cette région se caractérise par de l'altitude (900 à 1200m), des hivers froids, un régime hydrique irrégulier et faible (Baldy, 1974). La superficie cultivable empiète sur cinq grands ensembles qui se différencient surtout par le cumul annuel des pluies qui déterminent dans une large mesure le potentiel de production.

Les hautes plaines sont soumises à la triple influence de l'Atlas tellien, qui limite les précipitations hivernales, de l'Atlas saharien, qui est à l'origine de vents secs et desséchants intervenants dès le printemps, et de l'altitude qui entraîne des gelées tardives (Baldy, 1974). Ces contraintes climatiques limitent du potentiel de production de ces zones, accentué par le fait que la céréaliculture est conduite en pluviale, (Figure 5)

Le déficit hydrique coïncide avec les stades végétatifs déterminants où les besoins de la plante en eau deviennent intenses (Oudina *et al.*, 1989).

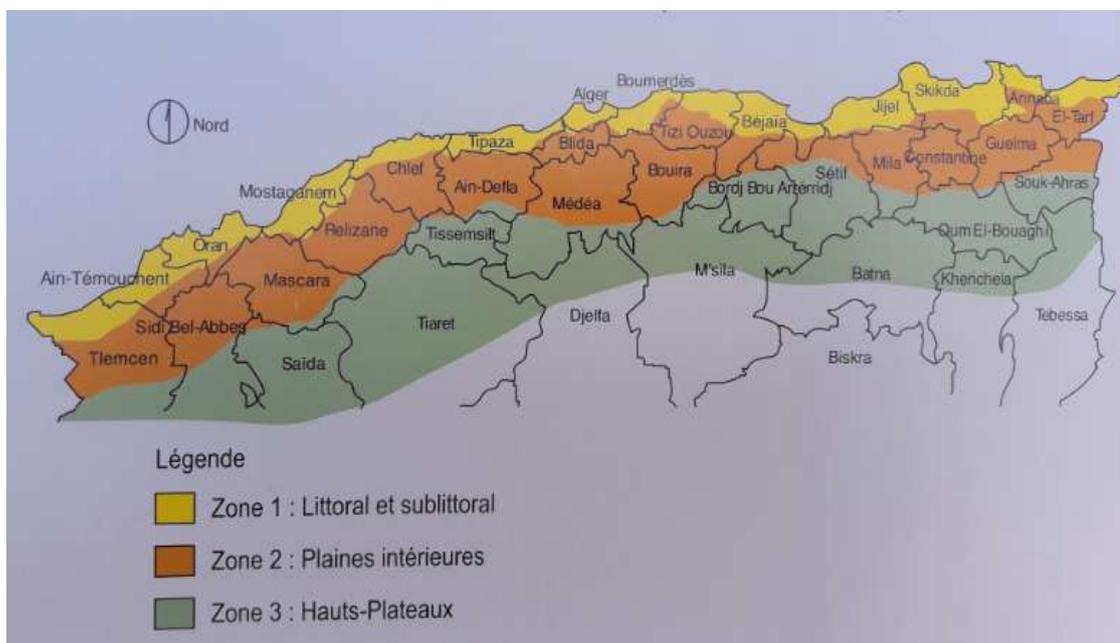


Figure 5 : Localisation des aires de production des céréales (ITGC, 2006)

I.4.2 Variétés du blé dur cultivées en Algérie

Les géotypes d'introduction nouvellement sélectionnés et caractérisés par un haut potentiel de production disparaissent plus rapidement à cause de leur inadaptation et leur sensibilité à la sécheresse. Néanmoins, l'introduction de ce matériel génétique a fait régresser les variétés locales en les marginalisant pendant les années favorables avant de disparaître à son tour après les années défavorables.

Les variétés de blé dur homologuées dont les semences peuvent être produits et commercialisées en Algérie sont éditées par le centre national de contrôle et de certification des semences et plants (CNCC) sur le bulletin des variétés 'céréales' de l'année 2015. On compte au total trente variétés à savoir : les variétés locales: Ardente, Belikh 02, benchicao, Bidi 17, bolenga, bousellam, capieiti, cannizzo, carioca, cham 3, chen'S, Ciccio, Cirta, Colosseo, Core, Durbel, Eider, Gloire de Montgolfier, Gta Dur, GuemgoumR'KHem, Hdba 03, Kebir, Mansourah, Massinissa, Megress, Mohamed benbachir, Ofanto, ORjaune, Oum Rabi, Poggio, Polonicum, Saoura, Sabaou, Setifis, Simeto, Tassili, Taslemt, Targui, Vitron, Waha, Wahbi. (CNCC, 2015).

I.5 Les contraintes environnementales à la production et l'adaptation du blé

I.5.1 Le stress hydrique

Le manque d'eau ou déficit hydrique représente le stress abiotique le plus sévère auquel la culture du blé dur fait face dans les conditions de productions des zones arides et semi-arides (Chennafi *et al.*, 2006). En effet, l'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement de la culture du blé dur. Le manque d'eau se traduit par une réduction de la croissance de la plante et de sa production par rapport au potentiel du génotype. Un manque d'eau précoce affecte principalement la croissance des racines, le développement des feuilles et des organes reproducteurs (Debaeke *et al.*, 1996).

I.5.2 Le stress thermique

La température est un facteur important pour la durée de pré et de la post -anthèse. Le taux de développement des génotypes dans les durées du pré et de la post- anthèse sont différents en raison de la variation de la température selon les années et les environnements (Akkaya *et al.*, 2006). Dans les environnements méditerranéens, Les hautes températures de fin de cycle sont considérées comme un facteur important de limitation de rendement. Des températures, au-dessus de 30°C, affectent le poids final de grain (Al-Khatib et Paulsen, 1984). L'effet des hautes températures peut modifier, non seulement le poids final de grain, mais aussi le nombre de grains par épi et par unité de surface (Wardlaw *et al.*, 1989) ; (Calderini *et al.*, 1999).

I.6 Mécanismes de production et d'adaptation

I.6.1 Notion de production

La productivité s'exprime par le rendement le plus élevé qui s'écarte le moins du potentiel génétique du génotype en question. Elle est notée généralement dans les conditions de croissance plus favorables (Blum et Pnuel, 1990). Bouzerzour *et al.* (2000) ainsi que (Fellah *et al.*, 2002) montrent que les génotypes performants, en conditions favorables, perdent cette capacité sous conditions de contraintes abiotiques

I.6.2 Notion d'adaptation

La notion de l'adaptation se confond parfois avec celle de résistance et de tolérance aux stress en fait l'adaptation n'est que la résultante de la tolérance aux contraintes .une plante adaptée est donc celle qui tolère ou résiste à un stress donnée et réussit à produire à un niveau satisfaisant par rapport à une autre plante qui sera dite non adaptée (Ceccarelli *et al.*, 1992), (Fellah *et al.*, 2002).

Il existe chez les plantes trois formes distinctes de résistance. La première se manifeste sous la forme d'un ensemble de mécanismes qui induisent chez la plante la capacité à accepter la contrainte mais sans subir les effets, c'est la résistance génétique. Elle permet à la plante de résister à la déformation mécanique, à la dégradation membranaire et de maintenir ses activités métaboliques même sous des niveaux assez élevés de la contrainte. La deuxième est la situation où la plante fait appel à différents mécanismes (développement du système racinaire en profondeur) pour se maintenir à un niveau de contrainte nettement inférieur à celui exercé par le milieu extérieur. La troisième forme est la capacité de la plante à terminer l'essentiel de son cycle en dehors de la période de contrainte intense .exprimée en terme de rendement en grains. (Roseille et Hamblin, 1981) définissent l'adaptation comme la capacité d'un génotype à donner des rendements en grains élevée aussi bien en présence qu'en absence du stress.

L'adaptabilité au milieu est un phénomène essentiel chez les plantes qui ne possèdent pas la capacité de se déplacer vers un environnement plus favorable. Elle est aussi essentielle pour que la culture puisse s'exprimer et produire tant soit peu ou à la limite survivre et se reproduire (Papadakis, 1938).

I.6.3 Morphologie de la plante et adaptation au milieu

Sont les paramètres correspondant à une stratégie d'adaptation de la culture qui fait Impliquer des mécanismes propres à la plante :

➤ Les barbes

Nemmar (1980) mentionne que la présence des barbes chez les céréales augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation. Lors de la phase de remplissage du grain, la photosynthèse est moins sensible à l'action inhibitrice des hautes températures chez les génotypes barbus comparativement aux génotypes glabres (Fokar *et al.*, 1998). La longueur des barbes est un paramètre morphologique qui semble également étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique terminal tout au moins chez le blé dur (Hadjichristodoulou, 1985). Les barbes, par leur port dressé et leur position au voisinage immédiat de la graine, conditionnent sa formation (Gate *et al.*, 1992).

➤ Le col de l'épi

La longueur du col de l'épi a souvent été proposée comme critère de sélection de génotypes tolérants au déficit hydrique (Fisher et Maurer, 1978) .Ce caractère a toutefois un

déterminisme génétique plus complexe que celui de la hauteur de la plante (El- Hakimi, 1992). Le rôle de ce caractère s'expliquerait par les quantités d'assimilats stockés dans cette partie de la plante qui sont susceptibles d'être transportés vers le grain en conditions de déficit hydrique terminal (Gate *et al.*, 1992).

Un col de l'épi long constitue une protection contre la contamination de l'épi par les spores de *Septoria* à partir des dernières feuilles (Wardlaw, 1967).

➤ **La hauteur de la plante**

La hauteur de la plante apparaît comme un critère de sélection important. (Meklich, 1983) trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille. Ceci s'expliquerait par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure (Bagga *et al.*, 1970).

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

➤ **Le système racinaire**

Le développement de l'appareil racinaire, joue un rôle essentiel dans l'alimentation hydrique et minérale de la plante. (Ben Salem *et al.*, 1991) notent qu'un appareil racinaire extensif permet au blé de mieux résister à une contrainte hydrique.

➤ **La dernière feuille (feuille étendard)**

De part son âge, sa position. La feuille étendard joue un rôle primordial dans le remplissage du grain. La durée de vie de la feuille étendard estimée par l'évolution de sa surface verte apparaît comme un révélateur du niveau de fonctionnement de l'appareil photosynthétique en présence de déficit hydrique (Austin, 1987 ; Clarke, 1987 ; (Monneveux, 1991) in Kehali. (1997). Selon Boyer. (1970) et Hsiao. (1973) in Gettouche. (1990), lors du déficit hydrique, la plante réagit par la diminution de la biomasse aérienne, en particulier la surface de sa dernière feuille, D'après Planchon. (1973) in Auria. (1978) l'assimilation nette potentielle de la dernière feuille dépend :

- De sa surface foliaire
- Du nombre de stomates.
- De la teneur en chlorophylle.
- De l'âge de la feuille.

Cette assimilation est faible d'abord lorsque la feuille se développe, elle passe par un maximum et diminue aussi vite à la floraison (sénescence plus ou moins précoce).

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

Cependant certains travaux soulignent une relation entre les capacités photosynthétiques de l'unité de surface de la feuille et la production agricole d'une plante ; c'est le cas chez le blé, ou les variétés modernes à fort rendement ont une photosynthèse par unité de surface plus faible, mais ont une surface assimilatrice plus grande que les variétés peu productives (Dunstone, 1970) ; (Evan, 1975) in Malet et Gunarde (1981).

➤ **L'enroulement foliaire**

L'autre type d'adaptation foliaire développé par les plantes face à un manque d'eau est l'enroulement des feuilles. Chez le blé, l'enroulement foliaire chez certaines variétés résistantes (Polinicum) peut être considéré comme un indicateur de perte de turgescence en même temps qu'un caractère d'évitement de la déshydratation (Amokrane *et al.*, 2002). (O'toole *et al.*, 1980) montrent que l'enroulement des feuilles entraîne une diminution de 40 à 60 % de la transpiration.

➤ **Le tallage**

Ce caractère est influencé par les caractéristiques variétales et les techniques culturales (Massle, 1981, Gonde *et al.*, 1986). Le potentiel de tallage est associée avec les composants de rendement telles quel e nombre d'épi, qui dépend énormément des talles herbacées. Le poids du grain dépend lui aussi du nombre de talles que fait de la compétition des différents épis pour l'accumulation des assimilés et également pour la nutrition minérale et l'eau (Massle, 1981).

➤ **Pigmentation anthocyanique**

Les anthocyanes sont des pigments et des composés phénoliques intra-vacuolaires qui donnent une coloration rouge-brun ou violacée. Aux feuilles, la pigmentation anthocyanique prédomine le plus souvent à l'apex, où la coloration peut être très marquée. Celle-ci est bien sûr très dépendante de l'insolation et du temps froid, lorsque les feuilles cessent de produire de la chlorophylle (Hopkins, 2003).

➤ **La glaucescence**

La glaucescence se caractérise par une pellicule poudreuse- cireuse donnant un aspect blanc-bleuté (ITGC, 1991). Elle permet à la plante de se protéger contre la sécheresse en diminuant sa transpiration qui s'accroît par un temps sec (UPOV, 1994).

➤ **La pilosité**

Le terme pilosité désigne la présence de poils. La pilosité des feuilles et des tiges, est considérée comme un facteur d'adaptation à la sécheresse.

➤ **La cire**

La production de cire est liée à plusieurs facteurs d'environnement : faible humidité, forte radiation lumineuse, et réduction de la disponibilité de l'eau du sol (Levitt, 1980 ; Johanson *et al.*, 1983).

I.7 Création variétale

Le processus de création d'une nouvelle variété commence par la production d'hybrides F1 par croisement de deux parents ou plus. Les sélectionneurs doivent veiller à ce que tous les parents servant au croisement possèdent collectivement la majorité des caractères recherchés pour la nouvelle variété. Dans le cas des populations autogames, la génération F2 (Figure 6) dérivée de l'autofécondation de sujets F1 affiche une grande variabilité génétique.

La sélection des plants possédant les caractères recherchés commence en F2 (figure6). Elle se poursuit jusqu'en F7-F8, lorsque la descendance devient uniforme. Cette sélection précoce se fait sur la base des caractères dont l'expression dépendra peu des conditions du milieu, telles que la hauteur, la précocité, la sensibilité aux maladies. La sélection pour des caractères complexes, comme le rendement et la qualité du grain, s'effectue plus tardivement sur un matériel plus génétiquement homogène, en utilisant des dispositifs plus rigoureux pour maîtriser la variation environnementale (Anonyme, 2006).

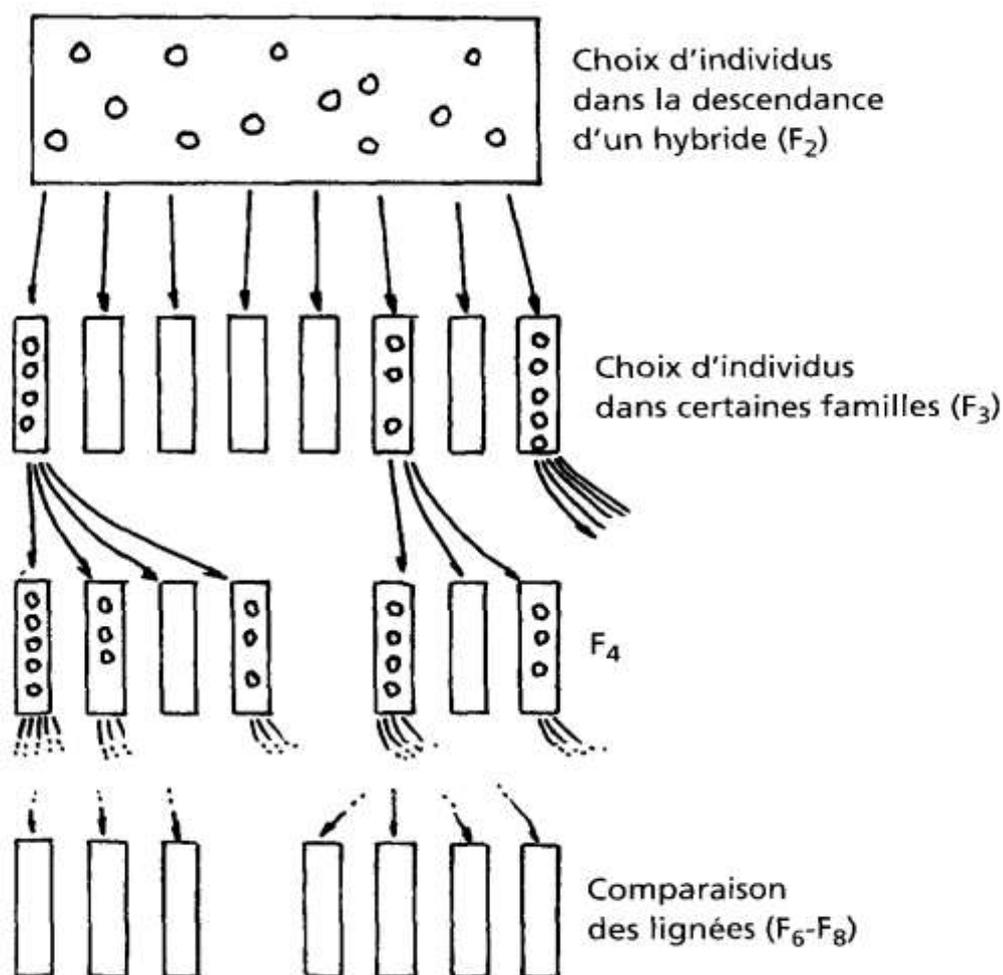


Figure 6 : la sélection pédigrée (Bouharmont)

II 1.7.1 La sélection pour la productivité

Le rendement grain est un caractère génétiquement complexe et son amélioration passe par la sélection conjointe de la productivité et des caractères adaptatifs aux milieux biotiques et abiotiques. L'amélioration génétique du rendement se fait de manière progressive et continue, suite à la modification des composantes (Doré et Varoquaux, 2006). La connaissance des liaisons qui existent entre les composantes et le rendement permet d'identifier les composantes à utiliser comme critères de sélection. Ces informations permettent d'orienter le processus de sélection de manière à promouvoir les caractères capables d'engendrer une amélioration du rendement (Mekhlouf et Bouzerzour, 2000).

Le nombre de grains produit par unité de surface, résultante du produit du nombre des épis et du nombre de grains par épi, est le caractère le plus fortement lié au rendement. De ce fait, la sélection concomitante pour les épis et le nombre de grains par épi débouchent forcément à l'amélioration de la productivité. (Bahlouli *et al.*, 2005).

II.1.8.2. La sélection pour l'adaptabilité

Pour le sélectionneur une bonne variété doit être stable dans le temps et adaptée dans l'espace. La stabilité dans le temps la rend attractive pour l'agriculteur dont l'objectif est d'obtenir un haut rendement régulièrement. Par contre le semencier cherche une variété qui soit adaptée à une large zone de production pour intéresser le plus grand nombre d'agriculteurs (Witcombe *et al.*, 2004). Cependant adaptabilité, stabilité et haut rendement grainier ne sont pas toujours positivement corrélées (Sinebo, 2005). Les variétés stables et adaptées sont les moins productives. Elles répondent moins à la fertilité du milieu (Menad, 2008). Dans ce contexte l'adaptabilité est liée à la tolérance des stress (Annichiarico *et al.*, 2002). De ce fait, la sélection pour l'adaptabilité reste basée sur les caractères indicateurs de la tolérance des stress.

L'adaptation variétale est liée à la phénologie et à une croissance hivernale permettant de valoriser les eaux de pluie. Une croissance active en début du cycle nécessite une moindre sensibilité aux basses températures (Canterro-Martinez *et al.*, 1995). Elle améliore l'utilisation de l'eau et permet une production de biomasse aérienne plus importante (Oosterom et Acevedo, 1992). Par ailleurs, une moindre sensibilité à la photopériode permet à la variété d'épier plus tôt, et donc d'être moins exposée aux stress abiotiques de fin de cycle (Ceccarelliet *al.*, 1998).

Chapitre II

Matériel et méthodes

Chapitre II : Matériel et méthodes

II. 1 Localisation et mise en place de l'expérimentation

L'étude a été conduite au laboratoire de l'Institut National de la recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) et à la station expérimentale de l'Institut technique des grandes cultures (ITGC) de Sétif au cours de la campagne agricole 2018/2019. La station expérimentale est située aux coordonnées géographiques $36^{\circ} 08'15''$ N et $5^{\circ} 20'45''$ E, à une altitude de 981 m au-dessus du niveau de la mer, le climat de la région est de type méditerranéen, continental, semi-aride, caractérisées par un été chaud et sec, un hiver froid et humide (Chennafi et al., 2006), alors que le printemps et l'automne sont brefs et peu marqués (Figure 07), (Baldy, 1974). (Figure 07)



Figure 7 : localisation du site D'expérimentation Google Earth)

II.2 Matériel végétal et dispositif expérimental

Le matériel utilisé est constitué par 30 géotypes de blé dur, les 6 premiers sont des variétés fixes alors que le reste sont issues des croisements entre ces 6 variétés (Tableau II). Le semis a été réalisé le 26 du mois de novembre 2018, sur des parcelles élémentaires de 6 m^2 ($5 \text{ m} \times 1.20 \text{ m}$), dans un dispositif en blocs complètement randomisé avec trois répétitions (Photo3)

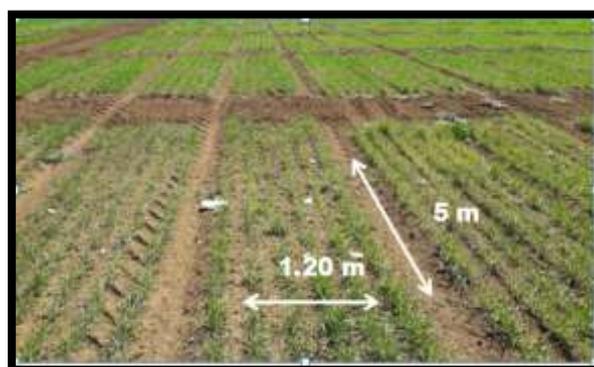


Photo 3: Dispositif de l'expérimentation (photo personnel)

Tableau II: liste des génotypes de blé dur étudiés

Ordre	N°	Génotype	Origine
1	1	Waha	Syrie
2	2	ZB/Fg 2	Algérie
3	3	Mexicali 75	Mexique
4	4	Ofanto	Italie
5	5	Gta dur	Mexique
6	6	Guengoum R	Algérie
7	9	waha//ZB/Fg	croissement local
8	10	waha//ZB/Fg	local
9	12	waha/Mexicali	local
10	13	waha/Mexicali	local
11	14	waha/Mexicali	local
12	15	waha/Mexicali	local
13	18	waha/Mexicali	local
14	26	waha/Ofanto	local
15	29	waha/Gta dur	local
16	30	waha/Gta dur	local
17	31	waha/Gta dur	local
18	33	waha/Gta dur	local
19	34	waha/Gta dur	local
20	44	ZB/Fg//Ofanto	local
21	46	ZB/Fg//Gta dur	local
22	47	ZB/Fg//Gta dur	local
23	52	ZB/Fg//Gta dur	local
24	61	Mex75/Ofanto	local
25	62	Mex75/Ofanto	local
26	65	Mex75/Ofanto	local
27	66	Mex75/Ofanto	local
28	68	Mex75/Ofanto	local
29	69	Mex75/Gta dur	local
30	84	Gta dur /Guem	local

II.3 Paramètres mesurés

La caractérisation des variétés a été basée sur quelques paramètres liés à la phénologie, la morpho-physiologie de la plante.

Le but de l'analyse des caractères morphologiques est d'identifier et caractériser les génotypes en utilisant les recommandations de l'Union Internationale de Protection des Obtentions Végétales (UPOV, 1994). Ces derniers consistent en une série de mesures et de notations des différents caractères morphologiques qui sont au nombre de 31 caractères pour le blé dur.

Les caractères suivis se rapportent à l'appareil végétatif, l'appareil reproducteur et au grain. A cet effet les plantes sont suivies durant tout leur cycle biologique : c'est à dire depuis le semis jusqu'à la maturité et la récolte du grain.

Fiches descriptives :

Tableau III: La liste des différentes notations de l'UPOV (1990)

caractère code UPOV	Désignation du caractère	Note	Niveau d'expression
1	Coléoptile : pigmentation anthocyanique	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
2	Première feuille : pigmentation anthocyanique	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
3*	Plante : port au tallage	Dressé	1
		Demi – dressé	3
		Demi dressé à demi étalé	5
		Etalé	7
		Demi étalé	9
4	Plante : fréquence des plantes ayant la dernière feuille retombante	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9

5*	Epoque d'épiaison	Très précoce	1
		Précoce	3
		Moyenne	5
		Tardive	7
		Très tardive	9
6*	Dernière feuille : glaucescence de la gaine	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
7*	Dernière feuille : glaucescence du limbe	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
8	Barbes : pigmentation anthocyaniques des pointes	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
9	Tige : pilosité du dernier nœud	faible	3
		moyen	5
		forte	7
10*	Tige : glaucescence du col de l'épi	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
11*	Epi : glaucescence	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
12*	Plante : hauteur	Très courte	1
		Courte	3
		Moyenne	5
		Longue	7
		Très longue	9

13	Distribution des barbes	Sans barbes	1
			3
		Seulement à l'extrémité	5
		Sur la moitié supérieure	7
		Sur toute la longueur	
14*	Barbe dépassant l'extrémité de l'épi	Plus courtes que l'épi	3
		De même longueur	5
		Plus longues que l'épi	7
15	Glume inférieure : forme	Arrondie	1
		Ovoïde	3
		Allongée	5
		Fortement allongée	7
16	Glume inférieure : forme de la troncature	Inclinée	1
		Arrondie	3
		Droite	5
		Echancrée	7
		Echancrée + 2 bec	9
17	Glume inférieure : largeur de la troncature	Etroite	1
		Moyenne	2
		large	3
18*	Glume inférieure : longueur du bec	Très court	1
		Court	3
		Moyenne	5
		Longue	7
		Très longue	9
19	Glume inférieure : forme du bec	Droit	1
			3
		Légèrement coudée	5
		Fortement coudée	7
20*	Glume inférieure ; pilosité de la face externe	Absente	1
		Présente	9
21*	Section de la paille	Peu épaisse	3
		Moyenne	5
		épaisse	7
22*	Barbes : couleur	Blanchâtre	1
		Brune pale	2
		Brune	3
		noire	4

23*	Epi: longueur à l'exclusion des barbes	Très court	1
		Court	3
		Moyen	5
		Long	7
		Très long	9
24	Epi: pilosité du bord du 1 ^{er} article du rachis	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
25*	Epi: couleur	Blanc	3
		Faible coloré	5
		Fortement coloré	7
26*	Epi: forme en vue de profil	Pyramidale	1
		A bords parallèles	3
		En demi-massue	5
		En massue	7
		Fusifforme	9
27*	Epi: compacité	Lâche	3
		Moyen	5
		Compact	7
28	Grain: forme	Ovoïde	3
		Demi allongée	5
		allongée	7
29	Grain: longueur des poils de la brosse	Courte	3
		Moyens	5
		Longs	7
30	Grain: coloration au phénol	nulle ou très faible	1
		faible	3
		moyen	5
		forte	7
		très forte	9
31*	Type de développement	Hiver	3
		Printemps	5
		Alternative	7

(*) : Caractère obligatoire

II.3.1 Paramètres végétatifs

➤ Coléoptile : pigmentation anthocyanique (C1)

Les anthocyanes sont des pigments et des composés phénoliques intra-vacuolaires qui donnent une coloration rouge-brun ou violacée.

Pour l'évaluation de la pigmentation anthocyanique on a suivi cette méthode :

- Choisi un nombre de grains par essai : 100 grains pour l'examen de la distinction et de l'homogénéité
- Préparation des grains : placer des grains non dormants sur du papier filtre humide et les recouvrir avec le couvercle d'une boîte de Pétri pendant la germination
- Lieu en laboratoire ou en serre Lumière : une fois qu'ils ont atteint une longueur d'environ 1 cm dans l'obscurité, placer les coléoptiles sous un rayonnement artificiel (équivalent à la lumière du jour) de 12 000 à 15 000 lux de façon continue pendant 3 à 4 jours Température 15 à 20 C°
- Époque d'observation : coléoptiles à développement complet (environ 1 semaine) au stade 09-11.
- Échelle de notation : de 1 à 9 (Tableau 3).

On a vérifiée et noté la présence et l'absence de l'anthocyane sur la coléoptile de 30 échantillons visuellement (Photo 4)



Photo 4: pigmentation anthocyanique de coléoptile (Waha/Mexicali75)(photo personnel)

➤ Première feuille : pigmentation anthocyanique (C2)

La pigmentation anthocyanique prédomine le plus souvent à l'apex, où la coloration peut être très marquée. Celle-ci est bien sûr très dépendante de l'insolation et du temps froid, lorsque les feuilles cessent de produire de la chlorophylle (Hopkins, 2003). La pigmentation anthocyanique doit être déterminée visuellement au laboratoire

➤ **Plante : port au tallage (C3)**

Le port doit être évalué visuellement d'après le port des feuilles et des talles au stade de tallage (stade de développement 25-29) selon l'échelle de zadoks, sur la base de l'angle formé par les feuilles externes et les talles par rapport à un axe médian imaginaire (photo5). On détermine la a forme de talle de 30 génotypes/3 répétitions.

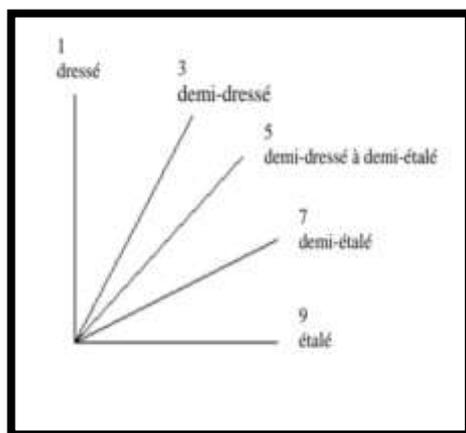


Figure 8 : Evaluation du port de tallage

Photo 5 : Port de tallage

(UPOV, 2012)

(Photo personnel)

➤ **Plante : Fréquence des plantes ayant la dernière feuille retombante (C4) :**

Notation faite sur la dernière feuille. (Feuille drapeau)

➤ **Date d'épiaison (DE) (C5) :** Pour déterminer l'époque d'épiaison, il faut mentionner la date du premier épillet visible sur 50% des plantes au stade dégagement du ¼ de l'inflorescence. (UPOV, 2012).

➤ **Dernière Feuille : Glaucescence de la gaine (C6) :** Visualiser sur la partie inférieure entourant la jeune pousse, réalisée sur un échantillon/génotype.

➤ **Dernière Feuille : Glaucescence du limbe (C7) :** Visualiser sur la face inférieure,

➤ **Barbes : Pigmentation Anthocyanique des pointes(C8)**

➤ **Tige : Pilosité de dernier nœud (C9) :** Evaluer la pilosité sur le dernier nœud

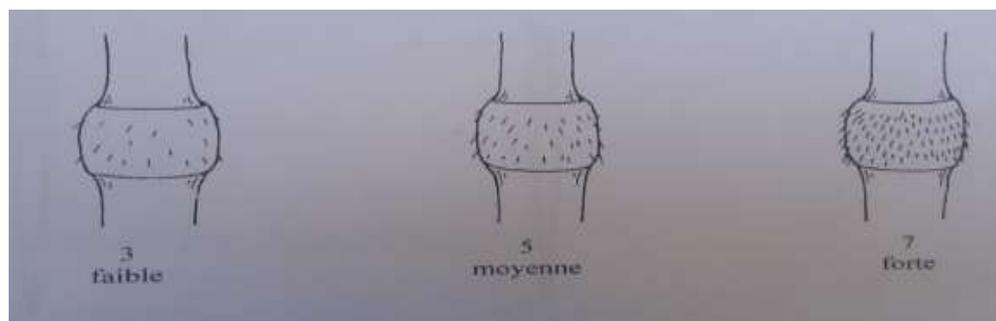


Figure 9 : Intensité de la pilosité du dernier nœud (UPOV, 2012)

- **Tige : Glaucescence du col de l'épi (C10) :** Evalué visuellement sur le col de l'épi (apparaît sous forme de poudre blanc-bleuté).
- **Epi : Glaucescence (C11) :** On vérifie la présence de poudre blanc-bleuté.
- **Plante : Hauteur (tige, épi et barbes) (C12) :** La longueur est mesurée de la base de la plante à l'extrémité de l'épi sans barbes.

II .3.2 Paramètres à épi sec

- **Distribution des barbes (C13) :** On a évalué la répartition des barbes sur l'épi
- **Barbe dépassants l'extrémité de l'épi (C14)**
- **Glume inférieure : forme (épillet au tiers moyen de l'épi (C15)**

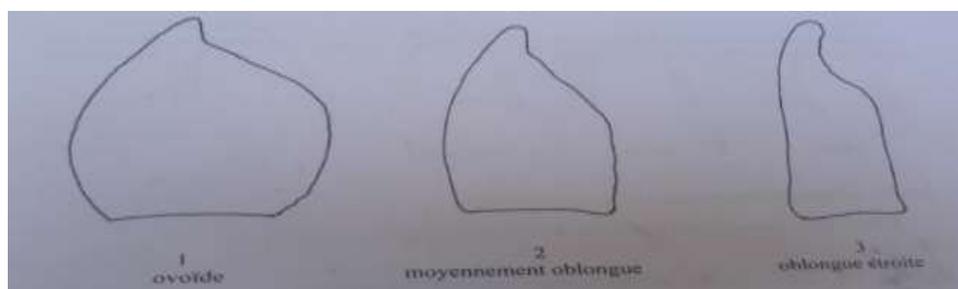


Figure 10 : Forme de la glume inférieure (UPOV, 2012)

- **Glume inférieure : forme de la troncature (C16)**

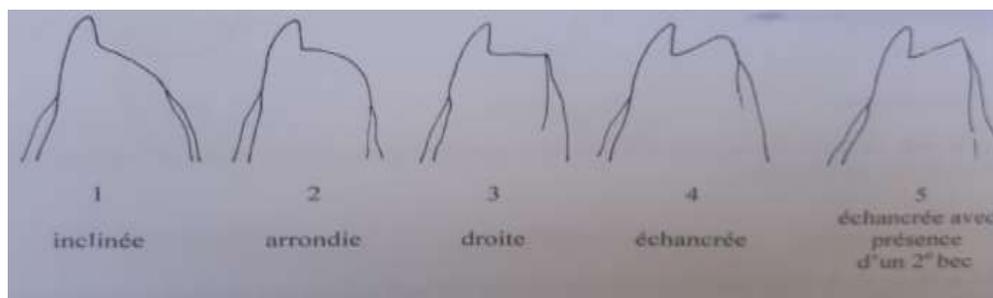


Figure 11: Forme de la troncature (UPOV, 2012)

- **Glume inférieure : largeur de la troncature (C17)**

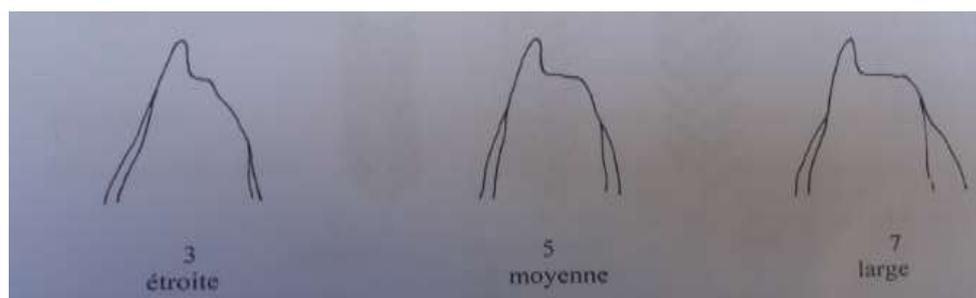


Figure 12: Largeur de la troncature

- **Glume inférieure : longueur du bec (C18)**



Figure 13 : Longueur du bec (UPOV, 2012)

- **Glume inférieure : forme du bec (C19) (Photo 6)**



Photo 6 : Forme du bec (ITGC, 2006)

- **Glume inférieure : pilosité de la face externe (C20)**
- **Section de la paille (C21)**

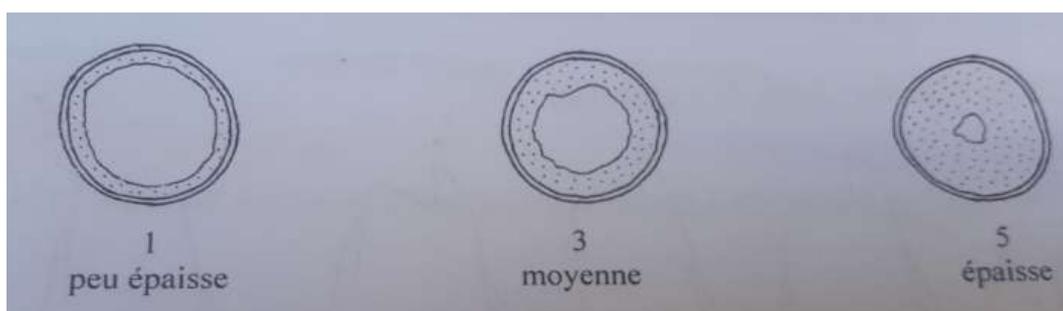


Figure 14: Moelle en section transversale (UPOV, 2012)

- **Barbes : couleur (C22)**
- **Epi : longueur à l'exclusion des barbes (C23)**
- **Epi : pilosité du bord du 1 er article du rachis (C24)**
- **Epi : couleur (C25)**
- **Epi : forme en vue de profil (C26)**



Figure 15: Forme de l'épie (ITGC, 2006)

➤ **Epi : compacité (C27)**



Figure16 : Compacité de l'épie (UPOV, 2012)

➤ **Grain : forme (C28)**

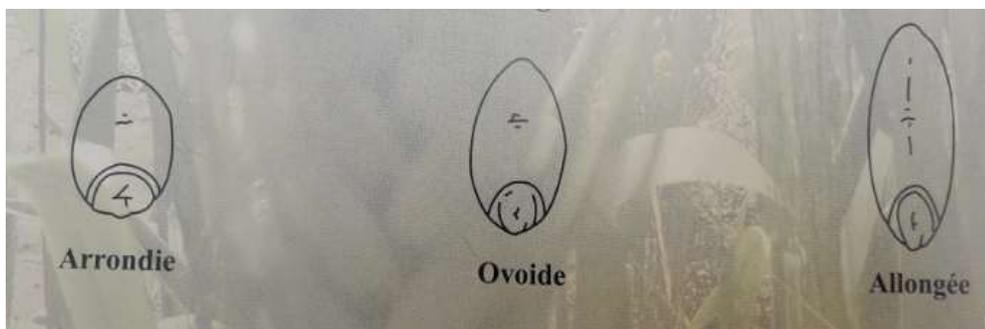


Figure 17 : Forme de la graine (ITGC, 2006)

➤ **Grain : longueur des poils de la brosse (vue dorsale) (C29)**

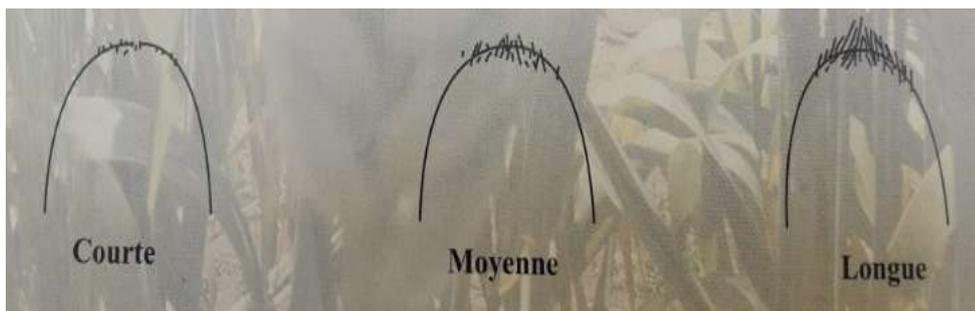


Figure 18 : Longueur des poils de la brosse (ITGC, 2006)

- **Grain : coloration au phénol (C30)**
- **Type de développement (C31)**

III.3.4 Paramètres agronomiques

- **Le rendement et ses composantes :** Le rendement étant un caractère quantitatif complexe
- **Le nombre d'épi (NE/m²) :** Il est déterminé par comptage direct du nombre d'épis formés sur un segment de 1mètre linéaire puis le résultat est rapporté au M²
- **Le nombre de grains par épi (NG/E) :** Il est obtenu par comptage direct du nombre de grains d'un échantillon de 3 épis / génotype. Puis on déduit la moyenne.
- **Le poids de mille grains (PMG)** Il est déterminé par pesée 250 grains de chaque variété, à l'aide d'une balance de précision, dont le poids est multiplié par 4, les résultats sont rapportés en g.
- **Poids total de la biomasse aérienne (PB) :** avant la récolte à la machine, nous avons coupé et pesé le poids total de la biomasse d'un segment de 1mètre linéaire au niveau de chaque parcelle élémentaire le résultat est rapporté à l'hectare.
- **Rendement en grain:** le rendement grain de chaque parcelle élémentaire est pesé et le résultat est rapporté au q/ha.
- **Indice de récolte (Ind R) :** Cet indice est obtenu par le rapport du poids des épis sur le poids total.
- **La teneur en chlorophylle**

La teneur en chlorophylle est un indicateur direct de la santé de la plante et son niveau de nutrition azotée, Elle peut être mesurée par un chlorophylle-mètre ou un dosage spectrométrique ce qui permet aux agronomes, aux chercheurs et aux agriculteurs d'obtenir des informations fiables sur la culture ou la physiologie de la plante.

La teneur en chlorophylle est déterminée au stade épiaison sur la feuille étendard à l'aide du chlorophylle-mètre portable CCM-200 (Opti-science, Tyngsboro, Massachusetts, USA) (photo) trois lectures sont réalisées par parcelle élémentaires et par répétition au stade épiaison (Photo7)



Photo 7: Mesure de chlorophylle de la feuille étendard avec le CCM-200 (photo personnel)

II.3.5 Paramètre supplémentaire

Germination de grains de blé dur

- **L'Essai de la germination**

La germination est une phase physiologique qui correspond à la transition de la phase de vie latente de la graine sèche à la phase de développement de la plantule. Le processus de germination commence dès que la graine sèche est hydratée. La cinétique de prise d'eau permet de caractériser la germination en trois phases (Photo 8) (Beweley, 1997).

- Phase d'imbibition
- Phase de germination au sens strict
- Phase de croissance post-germinative



Photo 8: Mise en place des grains sur boîte pétri (photo personnel)

- **La conduite de l'essai :**

Nombre de grains par essai : 100grains /boite pétri

Préparation des grains : On a comptés100 grain sains, et les mettre dans des boites pétries contient de papier absorbant puis on a arrosé par l'eau normale, et emballé avec le papier film pour maintenir l'humidité aux grains

Lieu : laboratoire

Lumière : Lumière du jour, à l'abri d'un ensoleillement direct

Température : T° Ambiante (c°)

Durée de suivi : 4jour

Date d'observation : 03/04/2019

Chapitre III

Résultats et Discussion

Chapitre III: Résultats et Discussion

III.1 Conditions climatiques de la région de Sétif aux cours de la campagne 2018/2019

Durant la campagne agricole 2018/2019, le cumul pluviométrique enregistré de septembre à juin a atteint 340 mm avec un déficit de 83 par rapport à la normale (423mm). La répartition de la pluviométrie mensuelle par rapport à la normale a été déficitaire pour les mois de Septembre, Novembre, Décembre, Février, Mars et Juin et légèrement excédentaire pour les mois d'Octobre, Janvier, Avril et Mai.

Au cours de cette année, on a noté, une forte pluviométrie particulièrement durant le mois de Janvier (77.1 mm) avec un déficit au mois de Juin (0 mm).

La température moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée au mois de Juin (25.6 C°), alors que la plus basse au mois de Janvier (3,35 C °).

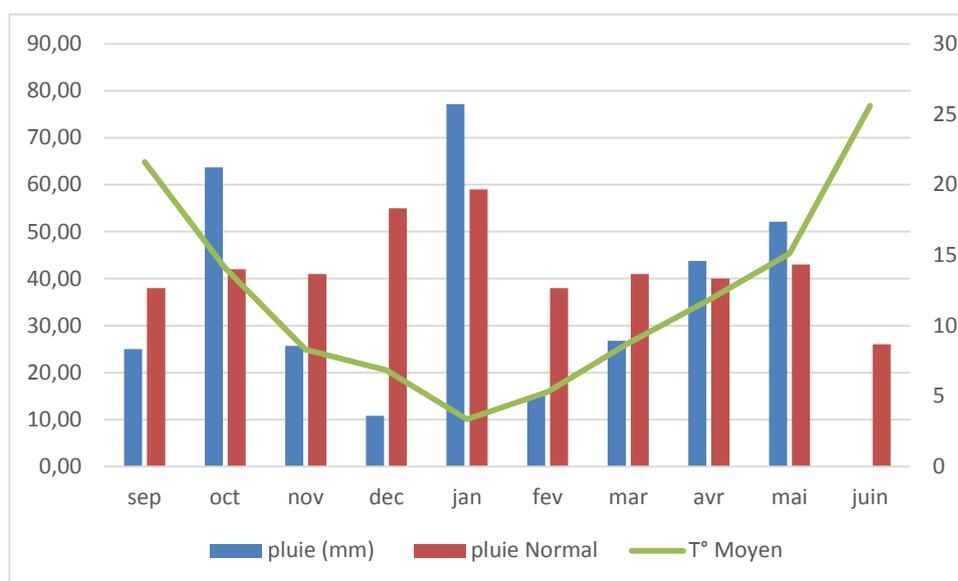


Figure 19 : Pluviométrie et température dans la région de Sétif durant la campagne agricole 2018/2019.

III.2 Analyse des données :

Les données récoltées sont soumis à des analyses en utilisant les logiciels :

Costat: a été utilisé pour l'analyse de la variance et la comparaison de moyennes des paramètres mesurés.

Statistica (version 7) : a été utilisé pour l'étude de la corrélation entre les paramètres mesurés.

III.2.1 La daté d'épiaison

Cette phase est observée sur une période allant de 153 à 168 jours chez les 30 génotypes. L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative (Tableau IV). Les comparaisons de moyennes réalisées par le test de PPAS au seuil de 5%, mettent en évidence deux groupes. La durée la plus élevée est observée chez les génotypes Guemgoum Rkh(6), ZB/Fg//Gta dur (47), Mexicali 75 (3), ZB/Fg//Gta dur (46), Zenati Bouteille/Flamengo (2), Gta dur (4), waha/Mexicali(14), waha/Gta dur (33), waha/Mexicali(13), Mex75//Ofanto (66), waha/Mexicali(15), waha/Gta dur (34), Mex75/Gta dur (69) Avec une durée de 168 à 157 jours. Ces génotypes sont considérés comme tardifs. L'autre groupe est constitué des génotypes Waha/Ofanto (26), waha/Gta dur (31), ZB/Fg//Ofanto (44), Gta dur /Guem(84), Mex75//Ofanto (62), Mex75/Ofanto (65), Mex75/Ofanto (66), waha/Mexicali (12), waha/Mexicali(18), Mex75/Ofanto (68), waha//ZB/Fg (10), waha/Gta dur (29), waha/Gta dur (30), ZB/Fg//Gta dur (46), waha//ZB/Fg (9), Mex75/Ofanto (61), Ofanto (4). Dont la durée est de 156 à 153 jours, ce sont les génotypes précoces (Figure 20).

Selon Hadjchristodoulou, (1989) l'épiaison est souvent utilisée comme indicateur de précocité et également considérée comme un important caractère qui influence les rendements des céréales, particulièrement dans les zones où la distribution de la pluviométrie et de la variabilité des températures affectent la longueur du cycle de développement. La précocité qui consiste en un développement phénologique rapide de cycle végétatif permet d'éviter la sécheresse et les hautes températures survenant à la fin du cycle de la culture (Monneveux, 1991 ; Brisson, 1996).

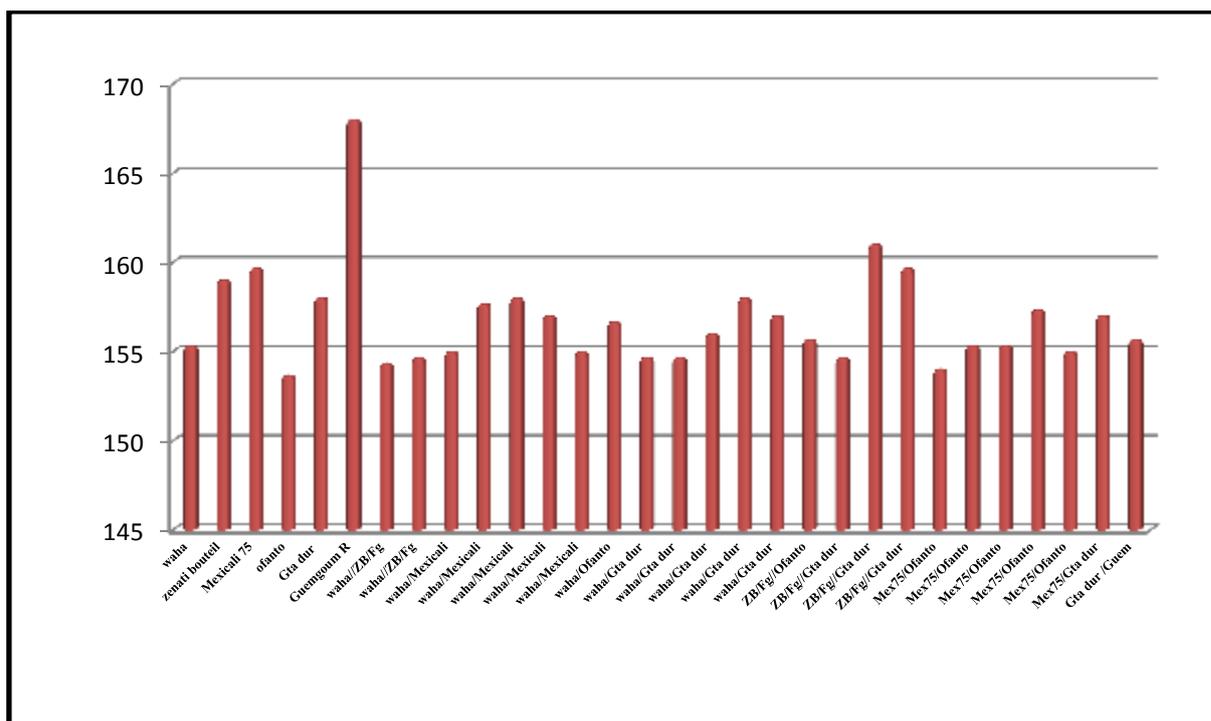


Figure 20: Date d'épiaison de 30 variétés étudiées.

III.2.2 La hauteur de la plante

La hauteur des plantes des 30 génotypes étudiées varie de 64cm pour le génotype ZB/Fg//Gta dur (52) à 102 cm pour Guemgoum Rkhem (6).

L'analyse de la variance a montré des différences hautement significatives entre les génotypes étudiés (Tableau II), Le test de LSD à 5%, a fait ressortir deux groupes différents, dans lesquels d'une part les génotypes Guemgoum Rkh (6), ZB/Fg//Gta dur (47), Waha/Gta dur (31), Mex75/Ofanto (68), Waha/Ofanto (26), waha/Mexicali (12), Mex75/Ofanto (65), Waha/Mexicali(18), Waha(1), waha//ZB/Fg (9), Mex75/Ofanto (61), ZB/Fg (2), waha/Gta dur (30), waha/Gta dur (33), waha/Mexicali(14), Mexicali 75(3), Waha/Mexicali(13), Ofanto (4) possèdent les moyennes les plus élevées de la hauteur de la plante et d'autre part les génotypes : Gta dur /Guem (84), Gta dur (5), Mex75/Ofanto (62), Mex75/Gta dur (69), waha//ZB/Fg (10), waha/Mexicali (15), waha/Gta dur (29), waha/Gta dur (34), ZB/Fg//Ofanto (44), ZB/Fg//Gta dur (46), Mex75/Ofanto (66), ZB/Fg//Gta dur (52), avec des moyennes moins importantes.

Plusieurs auteurs cités par Allam *et al.*, (2015) indiquent que les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse sont des variétés paille hautes. Selon le même auteur, cette tolérance est induite par un développement racinaire important en profondeur permettant l'extraction de l'eau des horizons profonds.

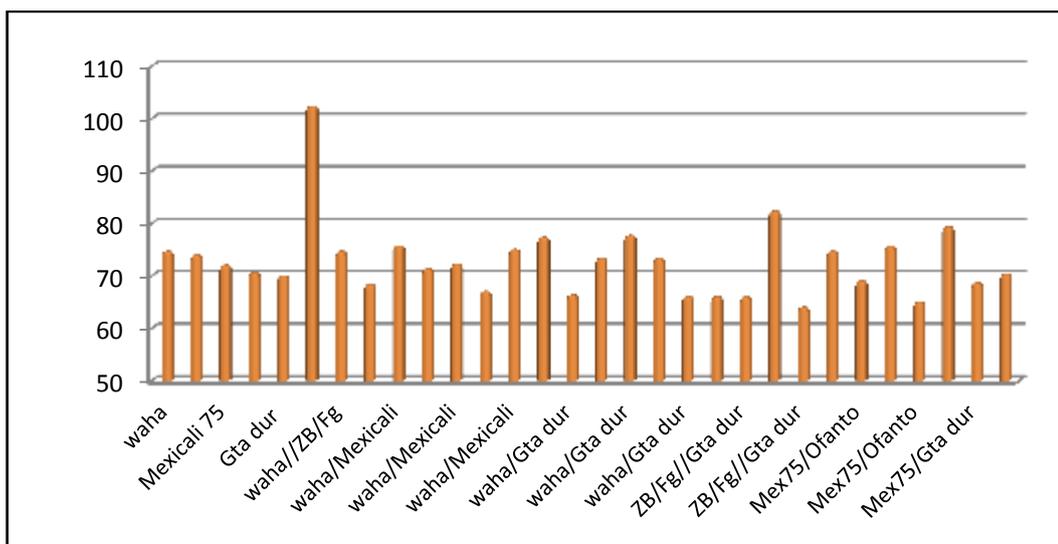


Figure 21: Hauteur de la plante de 30 génotypes étudiés.

Tableau IV : analyse de la variance des caractères mesurés

Caractère/ Source	DDL	CM	P	CV
DE	29	23.952192	.0000 ***	0.9081971%
HP	29	154.87727	.0000 ***	5.5722373%
NE	29	151.91571	.5404 ns	17.695044%
NGE	29	130.57816	.0003 ***	19.023599%
BIO	29	2302.1977	.0232 *	18.7428%
PMG	29	48.840609	.0402 *	12.993686%
PE	29	880.08582	.0427 *	18.665281%
RDT M	29	73.213071	.0128 *	17.03129%
IR %	29	120.55	0.080 ns	22.60 %
CHL	29	50.301287	0.102*	12.58121%

DE: Date d'épiaison (jour), HP hauteur de la plante, NE : nombre des épis, NGE : nombre des grains par épis, BIO : biomasse totale, PMG : poids de mille grains, PE : poids des épis, RDTM : rendement machine .IR : indice de récolte, CHL : taux de chlorophylle, ns : effet non significatif, *: effet significatif, **: effet hautement significatif, *** : effet très hautement significatif

III.2.3 Nombre d'épis au mètre carré

Le nombre d'épis par mètre carré a varié de 295 épis/m² pour le génotype Waha//Gta dur (30) à 433.3 épis/m² pour le génotype ZB/Fg// Gta dur (52). Les valeurs moyennes sont illustrées sur la figure 22.

L'analyse de la variance a montré une différence non significative pour le nombre d'épi/m² entre les génotypes étudiés (Tableau IV)

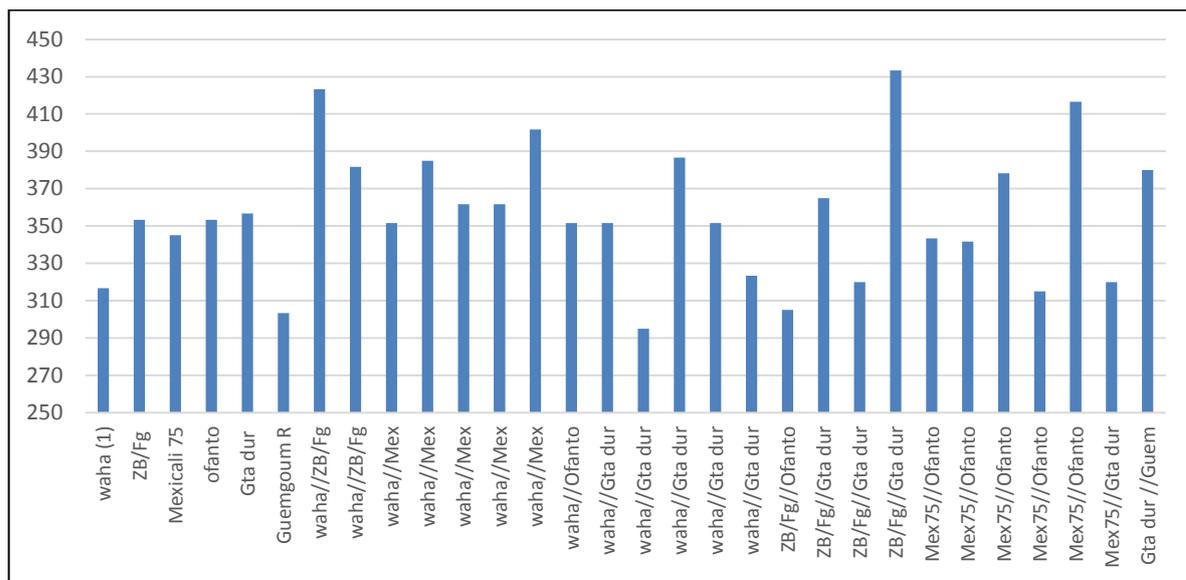


Figure 22 : le nombre d'épi/m² (NE)

III.2.4 Nombre des grains par épi

L'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative (Tableau IV).

Le nombre de grains par épis varient entre 21.33 pour Guemgoum rkhem (6) à 46 pour Mexicali (3) (Figure 23).

Les valeurs les plus élevée du nombre des grains par épi oscillent entre 35.1à 46. Ces valeurs ont été observées chez les génotypes Mexicali 75 (3), waha/Mexicali(15), waha/Mexicali (V12), waha/Gta dur (V29), Gta dur, waha/Gta dur (V33), Gta dur /Guem, waha/Mexicali(V14), waha/Gta dur (V31), waha/Gta dur (V34,) Ofanto, Mex75/Ofanto (V61), waha/Ofanto, Mex75/Ofanto (V65), Mex75/Ofanto (V68).

D'autre part les valeurs les plus faibles (21.3 à 34.6) sont enregistrées chez les génotypes waha/Mexicali(18), ZB/Fg//Gta dur (47), Mex75/Ofanto(66), waha//ZB/Fg(10), ZB/Fg//Gta dur (52), ZB/Fg//Gta dur (46), waha/Mexicali(13), Mex75/Ofanto (62), Waha, Zenati Bouteil, Waha/Gta dur (30), Mex75/Gta dur, Waha//ZB/Fg (9), ZB/Fg//Ofanto(44), Guemgoum Rkh(6).

Jonard. (1964) note que la variation du nombre de grains par épi est surtout due aux conditions d'alimentation minérale. Selon Grignac. (1981), les valeurs optimales de ce paramètre qui permettent l'obtention des rendements les plus élevés, en zones méditerranéennes et en absence de déficit hydrique, oscillent entre 38 et 51 grains par épi.

(Gate, 1995), souligne qu'une carence en azote aux alentours de la fécondation réduit le nombre de grains par épi en augmentant le nombre de fleurs avortées. (Bouzerzour et Benmahamed, 1995) constatent que le nombre de grains par épi varie en fonction des variétés et des dates de semis.

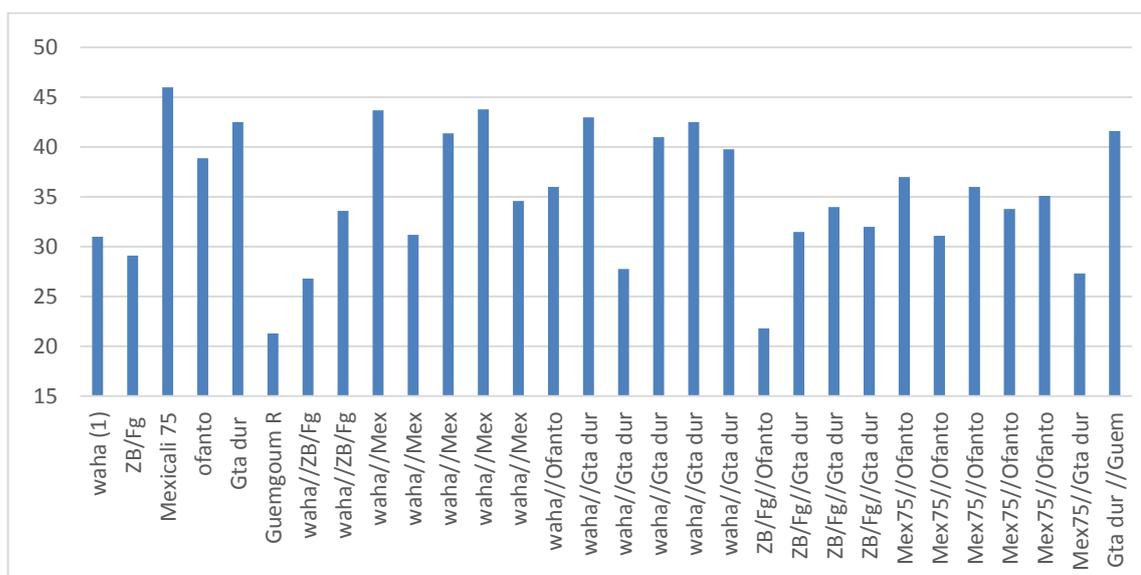


Figure 23 : le nombre de grain par d'épi (NGE)

III.2.5 Le Poids de mille grains (PMG)

L'analyse de la variance a montré des différences significatives (Tableau IV), la figure 24 illustre les valeurs moyennes enregistrées.

Le génotype Guengoum Rkhem (6) a enregistré la valeur du PMG la plus élevée (58.45 g) alors que la valeur la plus faible (33.69 g) est observée chez le génotype Méxi75/Ofanto (62). La variété Guengoum Rkhem (6) est une variété locale qui se caractérise par un fort poids de mille grains (PMG). Elle a dépassé tous les génotypes étudiés. Les génotypes ZB//FG/Ofanto(44), Waha/Mex75 (18), ZB//FG/Gta (46) dur, Ofanto(4), Waha/GtaDur (30), Waha/ZB/FG (10), Zenati Bouteil(2), Mex75/Gta Dur(69), Mex75(3), sont les plus performants pour ce caractère avec des valeurs allant de 40.02 à 58.45 g. Alors que les génotypes Waha/ZB/FG (9), Mex75/Ofanto (61), Waha/Ofanto(26), Gta Dur/Guengoum Rkh(48), Waha(1), waha/Mex75 (15), Gta Dur(5), constituent le groupe ayant le poids de mille grains le plus réduits, dont les valeurs sont limitées entre 39.87g à 33.69g (figure 23).

Le poids de 1000 grains dépend des conditions de nutrition et de peuplement (Masle, 1982), Un poids de mille grains faible peut être le résultat de maladies de fin de cycle (fusariose), ou de pluies tardives associées à de fortes chaleurs (Gate *et al.*, 1991). Une élévation brusque de la température durant la phase d'accumulation des réserves cause l'échaudage fait chuter le taux d'azote dans le grain et le rend léger (Chevalier, 1957 ; Paquet, 1961). Selon Grignac, (1970) cette baisse du taux d'azote dans le grain ne favoriserait pas la formation d'un grain vitreux, ce même auteur relève une relation étroite entre le poids de 1000 grains et le mitadinage.

Selon (Gate, 2008), le poids des grains, qui sont principalement composés d'amidon nouvellement formé après floraison dépend donc en premier lieu de la photosynthèse des 2 dernières feuilles. L'optimum thermique de ce processus, pour le blé, se situe pour le remplissage des grains entre 14°C et 17°C.

Le poids de mille grains est sous l'effet des composantes suivantes : matière fraîche, matière sèche, eau et matière protéique qui diminuent sous l'effet de l'élévation de la température (Rousset, 1978). D'après Bendjama. (1977), le poids de 1000 grains est peu influencé par les densités de semis.

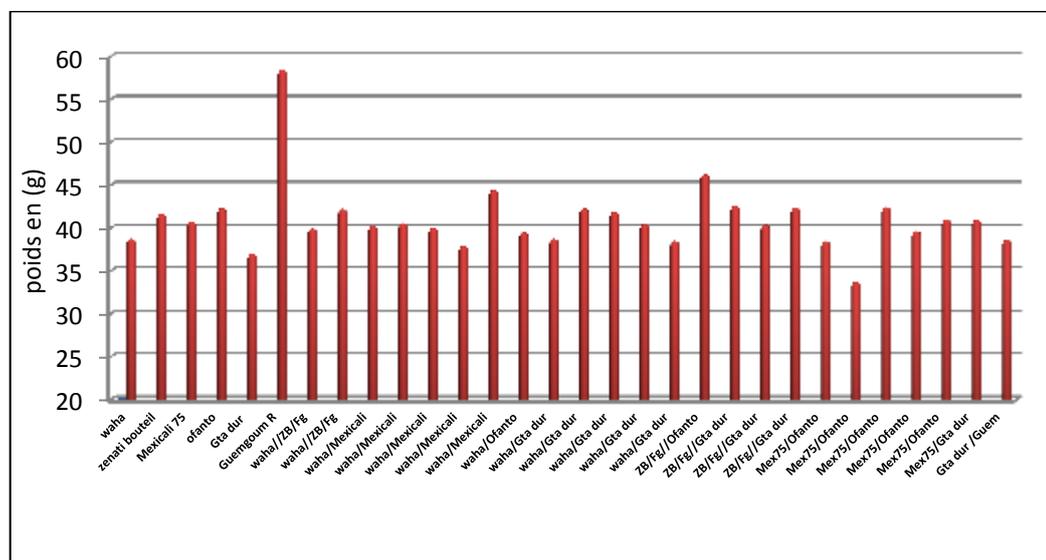


Figure 24: Moyennes de poids de mille grains étudiés des génotypes (PMG)

III.2.6 La biomasse aérienne

L'analyse de la variance révèle des différences significatives pour ce caractère (Tableau IV).

Les valeurs moyennes montrent que la biomasse aérienne totale varie de 54.33 q/ha à 130.66 q/ha, waha//ZB/Fg (10) a enregistré la valeur la plus faible et ZB/Fg//Gta dur (47) la plus grande. Sur les 30 génotypes évalués, 9 génotypes ont enregistré des valeurs dépassant le seuil de 100q/ha (Figure 25).

Selon Austin *et al.*, (1980) in Mekliche et Sehabi, (2001), la capacité d'un génotype à produire une forte biomasse est indicatrice d'une meilleure adaptation au milieu de production.

Certains auteurs tels que Bouzerzour et Oudina, (1989), Bouzerzour *et al.*, (1996), (Bouzerzour et al., (2000) et Mekhlouf et Bouzerzour, (2000) affirment qu'il faut assurer une production de biomasse aérienne suffisante pour garantir un rendement en grain considérable grâce à une redistribution optimale des ressources.

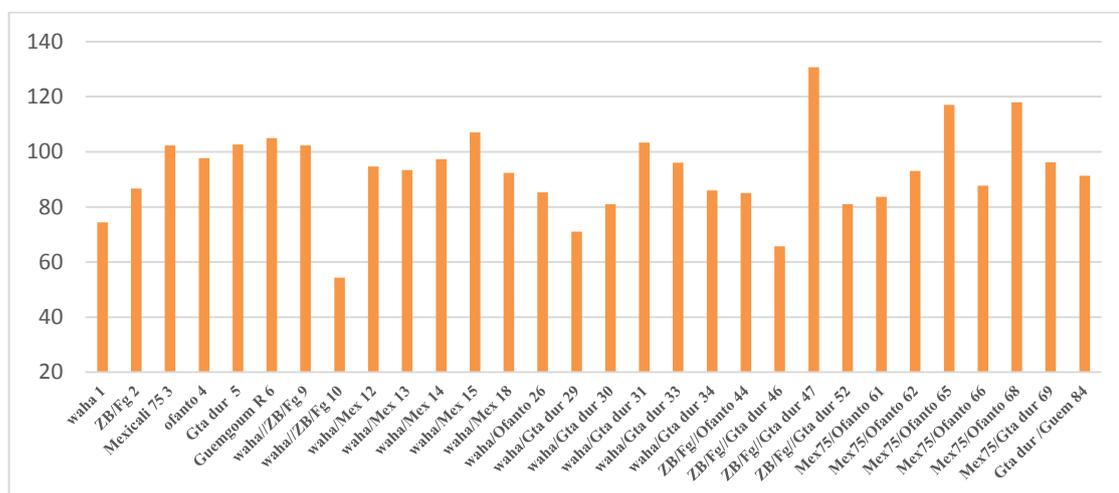


Figure 25 : Moyennes de la biomasse aérienne totale

III.2.7 Rendement de grains q/ha

L'analyse de la variance a montré des différences significatives (Tableau IV). Le rendement en grain moyen varie de 24.86 q/ha à 43.50 q/ha. 90% des génotypes évalués ont réalisés des rendements dépassant 30q/ha et plus de 53% ont dépassés le seuil de 35 q/ha. Sur les 30 génotypes évalués, les génotypes N° (14,61, 18, 5, 3, 84, 15, 68, 10, et 65) se distinguent par des rendements grain supérieure à 39 q/ha (figure 26). Le rendement est un paramètre important et les sélectionneurs sont intéressés à développer des génotypes à haut rendement. En effet ce paramètre est l'objectif final de tout processus de sélection (Sahin et Yildirim, 2006). Plusieurs paramètres contribuent à l'élaboration de ce caractère entre autres, Le nombre d'épi, le poids de 1000 grains et le nombre de grains par épi. L'augmentation du rendement peut être effective sur la base de la performance de ces composantes et d'autres caractères étroitement associés (Sharma *et al.*, 2003).

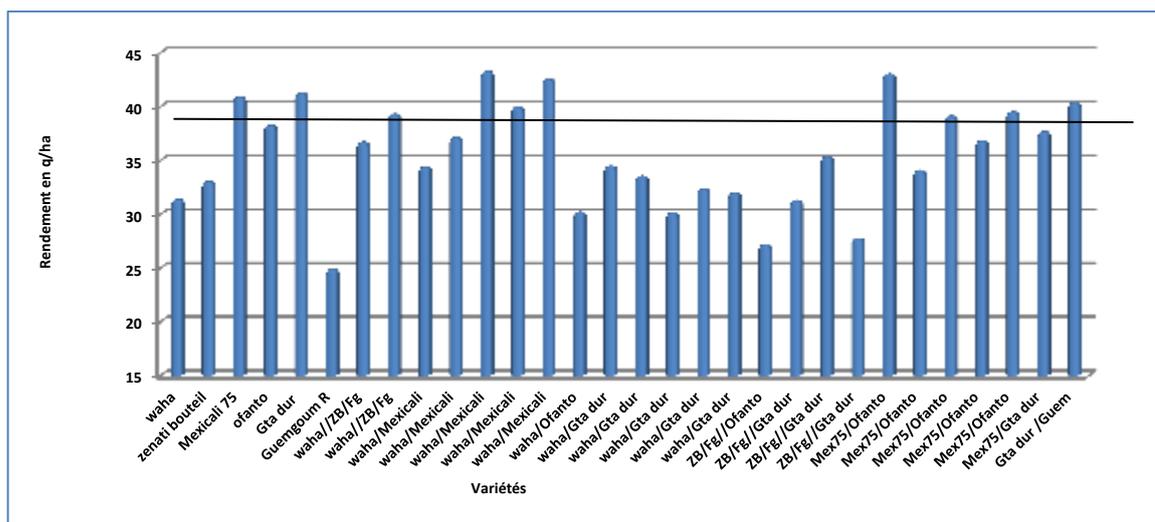


Figure 26 : Moyennes de rendement en grains (q/ha) de 30 variétés étudiés

III.2.8 Taux de chlorophylle

L'analyse de la variance a montré une différence significative (tableau IV). Le taux de chlorophylle moyen varie entre 25.55 pour Gueumgoum RKh(6) et 51.2 pour Ofanto(4). Les grandes valeurs sont enregistrées chez les géotypes Mex75/Ofanto(61), ZB/Fg//Gta dur (46), waha/Mex (18). Alors que les faibles valeurs sont enregistrées chez les géotypes Guemgoum R (6), Mex75/Gta dur(69), ZB/Fg//Gta dur (52). (Figure 27)

L'augmentation des teneurs en chlorophylle totale est la conséquence de la réduction de la taille des cellules foliaires sous l'effet d'un stress hydrique qui engendre une plus grande concentration (Siakhène, 1984). Par contre la chute des teneurs en chlorophylle est la conséquence de la réduction d'ouverture des stomates visant limiter les pertes en eau par évapotranspiration et par augmentation de la résistance à l'entrée du CO₂ Atmosphérique nécessaire à la photosynthèse (Bousba *et al.*, 2009).

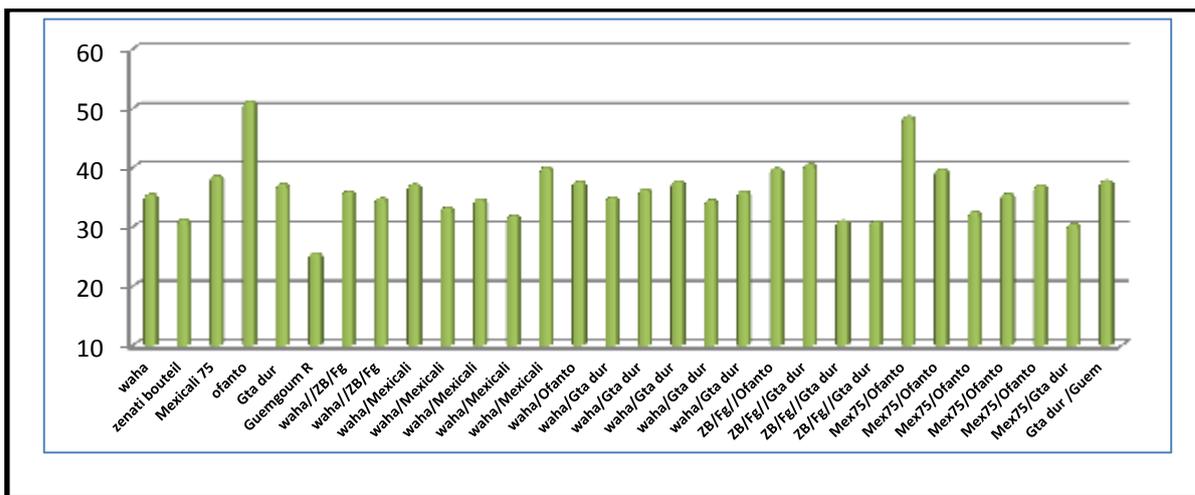


Figure 27 : Taux de chlorophylle en %.

III.2.9 L'indice de récolte

L'analyse de la variance, représenté dans le tableau IV, nous montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les 30 génotypes pour ce caractère. Le génotype Mex75/Ofanto (61) a enregistré la plus grande valeur avec 51.37%, tandis que Guemgoum R(6) a enregistré la plus petite valeur avec 23.68%. (Figure 28).

Dakheel *et al.* (1993) notent que l'indice de récolte est positivement corrélé avec le rendement engrain sous tous types d'environnements.

Richards *et al.* (1997) remarquent que l'indice de récolte sous les conditions de croissance non-limitantes, est de 50 %, il chute à des valeurs de 35% dans les régions arides. Ce qui fait douter sur les possibilités que l'amélioration de cet indice engendre des augmentations du rendement grain, sous stress hydrique. Ce rôle semble conditionné par la réalisation d'une biomasse aérienne élevée, dont le maximum se matérialise sous forme de grains.

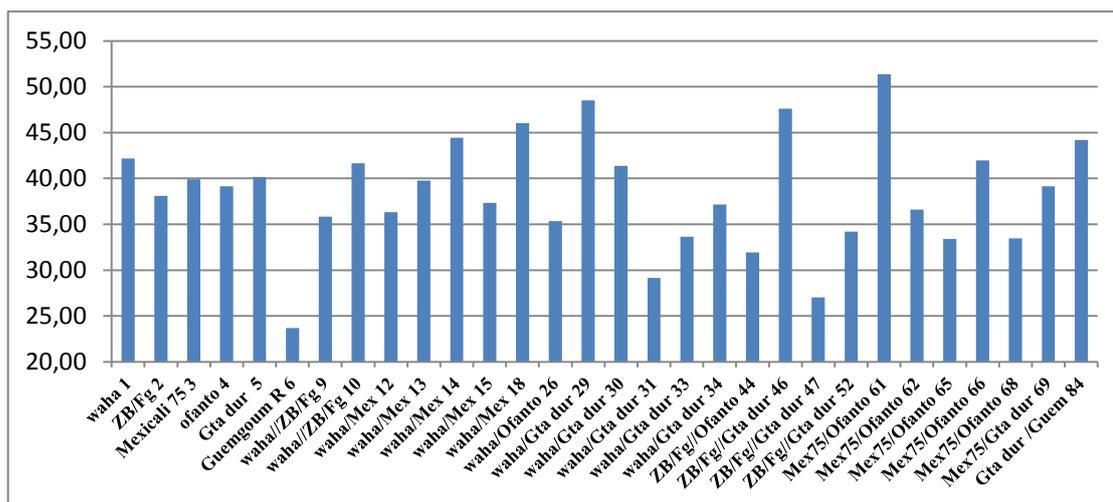


Figure 28: Moyennes de l'indice de récolte IR (%) des 30 géotypes de blé dur.

III.2.10 Le taux de germination

Le taux de germination enregistré pour les géotypes étudiés a dépassé 90% pour l'ensemble du matériel végétal évalué à l'exception de la lignée 47 qui a enregistré un taux de 82% (Figure 29).

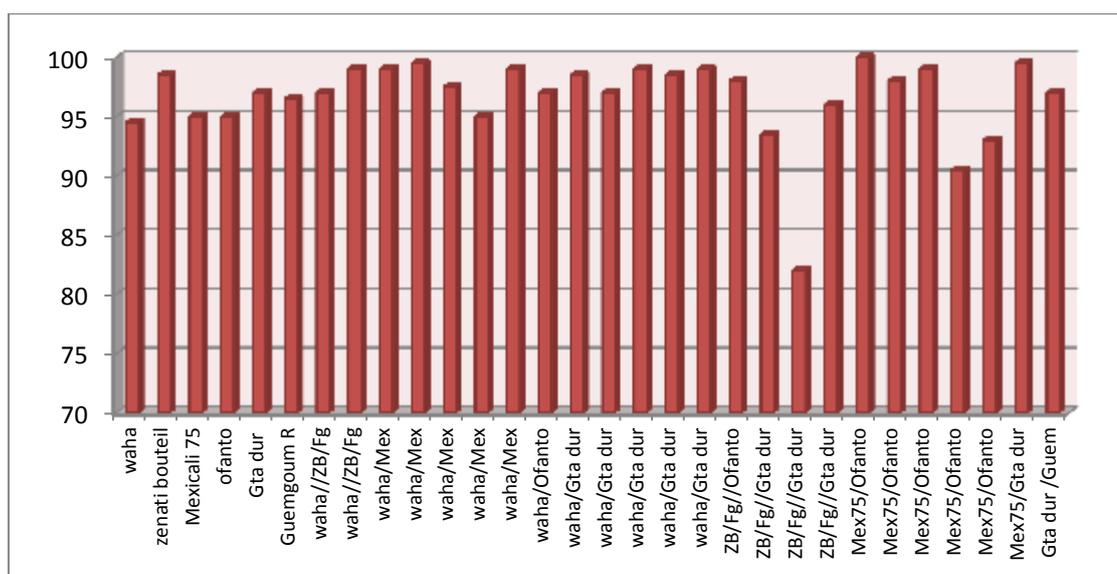


Figure 29: Moyennes de taux de germination de 30 géotypes de blé dur.

III.2.11 Relation entre caractères

Le succès de tout programme d'amélioration de blé dépend de l'efficacité de la sélection. Les sélectionneurs avaient longtemps tenté d'établir des relations fiables entre caractères, pour réaliser des sélections indirectes. Comme le rendement grain est le caractère d'intérêt le plus ciblé par la sélection, il est évident que la contribution des autres caractères au rendement devient objet de recherche. Par conséquent, l'information sur l'association du

rendement avec ses composantes est utile pour élaborer des critères efficaces de sélection (Zhang, 1983).

L'étude des corrélations entre les paramètres mesurés a montrée l'existence des liaisons significatives entre plusieurs caractères étudiés. Les coefficients de corrélation entre les différentes caractéristiques mesurées sont rapportés dans le tableau V. Plusieurs corrélations significatives sont observées entre la majorité des paramètres. Les résultats de la matrice des corrélations des différents caractères étudiés indiquent que la hauteur des plantes (HP) a présenté une forte corrélation positive avec la date d'épiaison (DE), le poids de mille grain (PMG) et la biomasse aérienne (BIO) avec des coefficients $r = 0.59$, 0.65 et 0.47 respectivement. Par contre, une corrélation négative et significative a été enregistrée entre la hauteur de la plante (HP) et l'indice de récolte (IR) $r = -0.55$. Cela s'explique que les lignées hautes représentées par Gueumgoum Rekhem sont plus tardives ayant une biomasse forte, un PMG élevé et un rendement faible. La date d'épiaison (DE) est positivement corrélée avec le PMG et négativement corrélée avec le rendement (RDT). Le taux de chlorophylle (CHL) est négativement corrélé avec la date d'épiaison (DE). Par contre, elle est positivement corrélée avec l'indice de récolte (IR), le rendement grain est positivement corrélé avec le nombre de grains par épi (NGE) et le poids des épis et négativement corrélé avec le PMG. Nos résultats corroborent avec ceux trouvés par Oudjani. (2009), Megherbi *et al.* (2012) et Ouriniche *et al.* (2016).

Tableau V : Matrice de corrélation entre les variables mesurées

	Means	Std.Dev.	CHL	HT	DE	NE/m ²	NGE	PMG	BIO q/ha	PE q/ha	RDT q/ha	IR (%)
CHL	36.27	5.02	1.00									
HT	72.76	7.21	-0.30	1.00								
DE	156.76	2.82	-0.66*	0.59*	1.00							
NE/m ²	355.76	35.47	0.05	-0.15	-0.26	1.00						
NGE	35.17	6.59	0.26	-0.26	-0.21	0.22	1.00					
PMG	41.04	4.03	-0.32	0.65*	0.59*	-0.16	-0.52*	1.00				
BIO q/ha	94.06	13.85	-0.25	0.47*	0.32	0.16	0.13	0.10	1.00			
PE q/ha	60.70	8.56	-0.12	0.22	0.09	0.14	0.23	-0.13	0.94*	1.00		
RDT q/ha	35.56	4.93	0.32	-0.22	-0.37*	0.28	0.49	-0.45*	0.31	0.41*	1.00	
IR (%)	38.35	6.23	0.48*	-0.55*	-0.57*	0.07	0.28	-0.44*	-0.61*	-0.49*	0.55*	1.00

Semcheddine (2008) a trouvé une forte corrélation existante entre la précocité à l'épiaison et le rendement. En effet la date repère d'épiaison est négativement corrélée au rendement. Aussi les résultats indiquent que les génotypes les plus précoces à l'épiaison sont les moins stressés.

La sélection pour le rendement en grain, peut-être envisagé en basant la sélection sur l'une des composantes, à savoir le nombre de grain ou le poids de mille grains. Selon (Gallais, 2015), l'utilisation de ces composantes peut être problématique, car il y a souvent une corrélation négative entre chacune des composantes, pour des raisons physiologiques. Ainsi, chez les céréales plus le nombre de grains par épi est élevé, plus le poids d'un grain est faible.

III.2.12 Sélection sur la base du rendement.

La sélection sur le rendement est généralement directe, c'est-à-dire par évaluation du rendement des génotypes candidats à la sélection. Par contre, ce caractère est très influencé par le milieu (sol, climat...). Pour tenir compte de ces effets, le sélectionneur doit donc avoir recours à une évaluation de son matériel dans différentes conditions. L'utilisation des caractères associés, liés génétiquement au rendement, mais moins affectés que lui par le milieu, est une façon d'augmenter l'efficacité de la sélection pour le rendement. Il s'agit d'une sélection totalement indirecte, sur ces seuls caractères associés, ou d'une sélection combinant à la fois la mesure du rendement et la mesure d'un ou de plusieurs caractères associé (Gallais, 2015). Les résultats enregistrés pour les caractères étudiés indiquent qu'aucun génotype n'est performant pour tous les caractères. Néanmoins, quelques génotypes se démarquent par leurs scores notamment pour le rendement grains. Le tableau VI représente les scores enregistrés par les génotypes sélectionnés. Les génotypes sélectionnés représentent une intensité de sélection de 10%. Ainsi les meilleures lignées sont : L 14, L 18 et L 61. Ces trois génotypes ont un parent commun en l'occurrence Mexicali75. Ils seront comparés à leur parent commun et la variété Gta dur qui a enregistré le meilleur rendement par rapport aux variétés témoins.

Tableau VI : performances moyennes des lignées sélectionnées.

No	Génotype	CHL	HT	DE	NE/m ²	NGE	PMG	BIO	PE	RDT	IR (%)
3	Mexicali 75	39	72	160	345	46	41	102	68	41	40
5	Gta dur	37	70	158	357	43	37	103	65	41	40
14	waha/Mex L14	35	72	158	362	41	40	97	63	43	44
18	waha/Mex L18	40	75	155	402	35	44	92	60	42	46
61	Mex/Ofanto L61	49	75	154	343	37	38	84	55	43	51
Moyennes des 3 lignées		41	74	156	369	38	41	91	59	43	47

Les performances des lignées sélectionnées ont dépassés la variété Gta dur et leur parent commun Mexicali75 pour la majorité des caractères étudiés (Figure 30, 31). Ainsi, les valeurs enregistrées pour le rendement grain, l'indice de récolte, le taux de chlorophylle, la hauteur de

la plante, le nombre d'épis, le poids de mille grains et la précocité sont meilleures. Cependant, en comparant chaque génotype par rapport aux variétés Gta dur et Mexicali75, l'écart varie d'un génotype à l'autre.

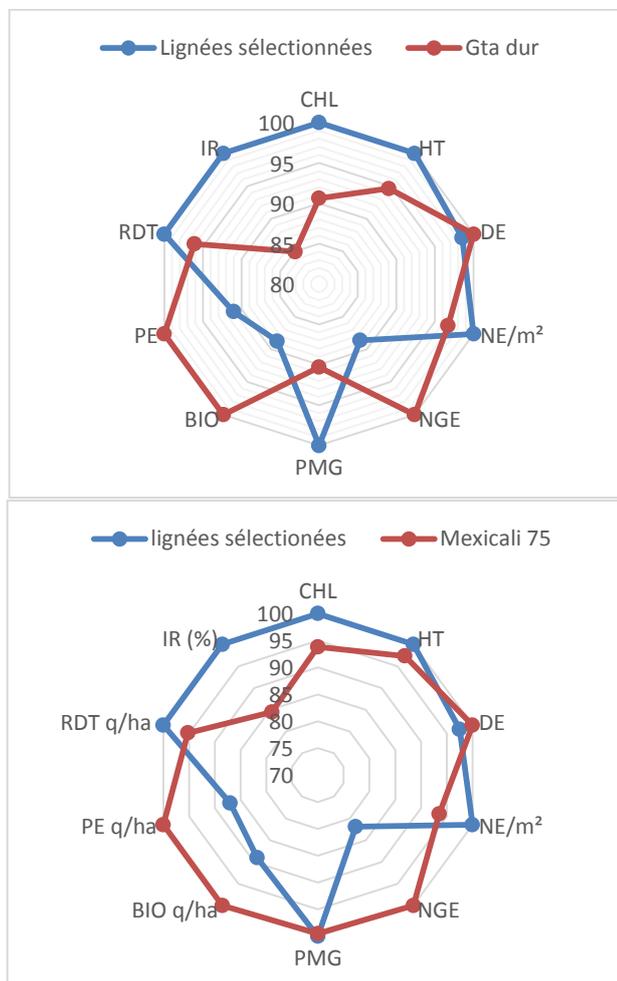


Figure 30 : Comparaison entre la performance moyenne des lignées sélectionnées et les variétés Gta dur et Mexicali75.

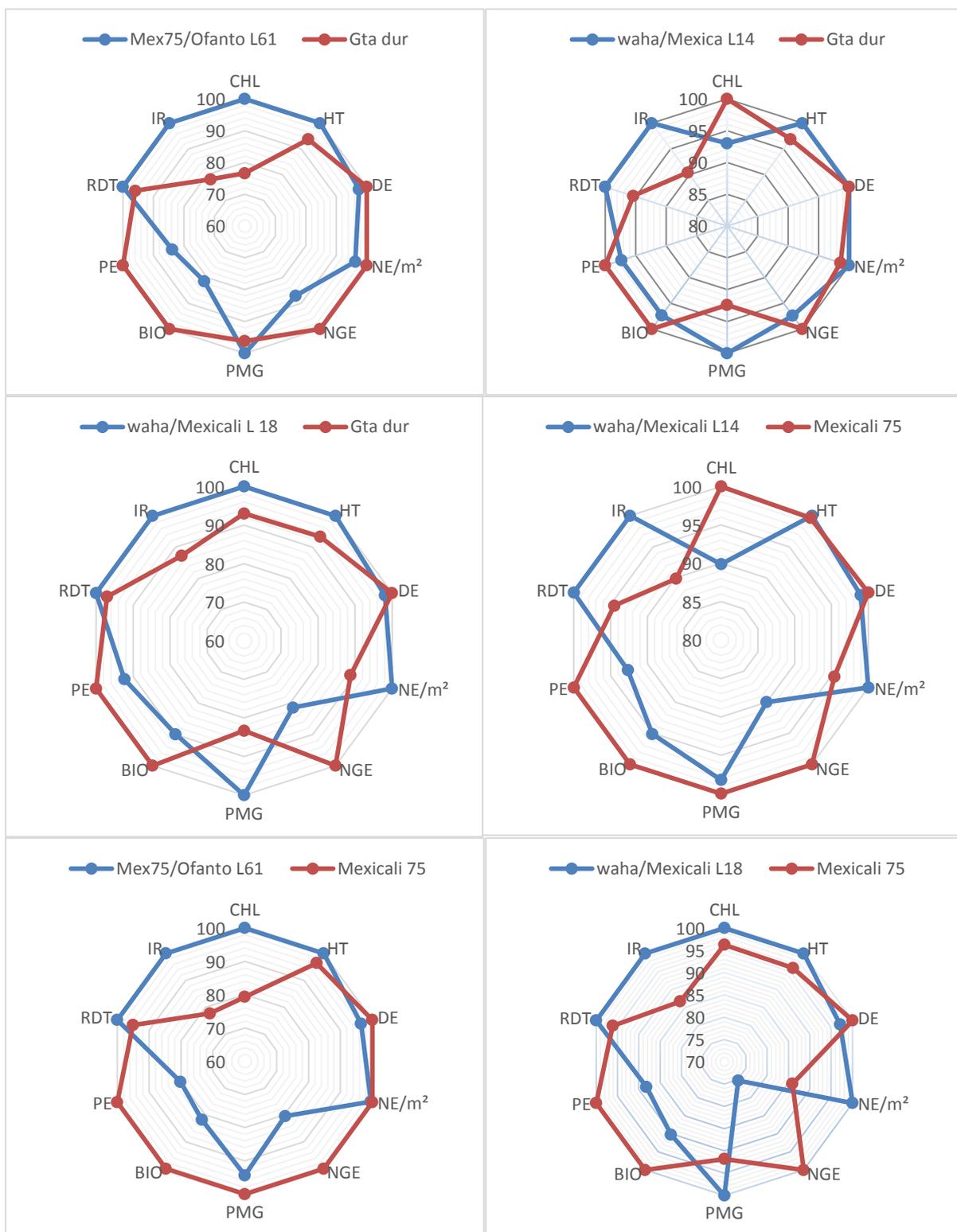


Figure 31 : Comparaison entre la performance des lignées 14, 18 et 61 et les variétés Gta dur et Mexicali75.

III.3 Fiche descriptive des lignées de blé dur selon l'UPOV :

Des fiches descriptives ont été établies selon les principes directeurs de l'Union Internationale de la Protection des Obtentions Végétales (U.P.O.V) pour l'ensemble des

génotypes étudiés (UPOV, 2012). Les résultats concernant les 30 génotypes étudiés sont présentés en annexe. Le tableau VII représente les fiches descriptives des lignées Gta dur, waha/Mex(L 14), waha/Mex (L 18), Mex75/Ofanto(L 61) à titre d'exemple. Ces lignées sont sélectionnées sur la base de leurs performances agronomique. La comparaison sera entre la variété Gta dur qui a montré une meilleure performance pour le rendement par rapport aux variétés témoins et les trois génotypes les plus productifs.

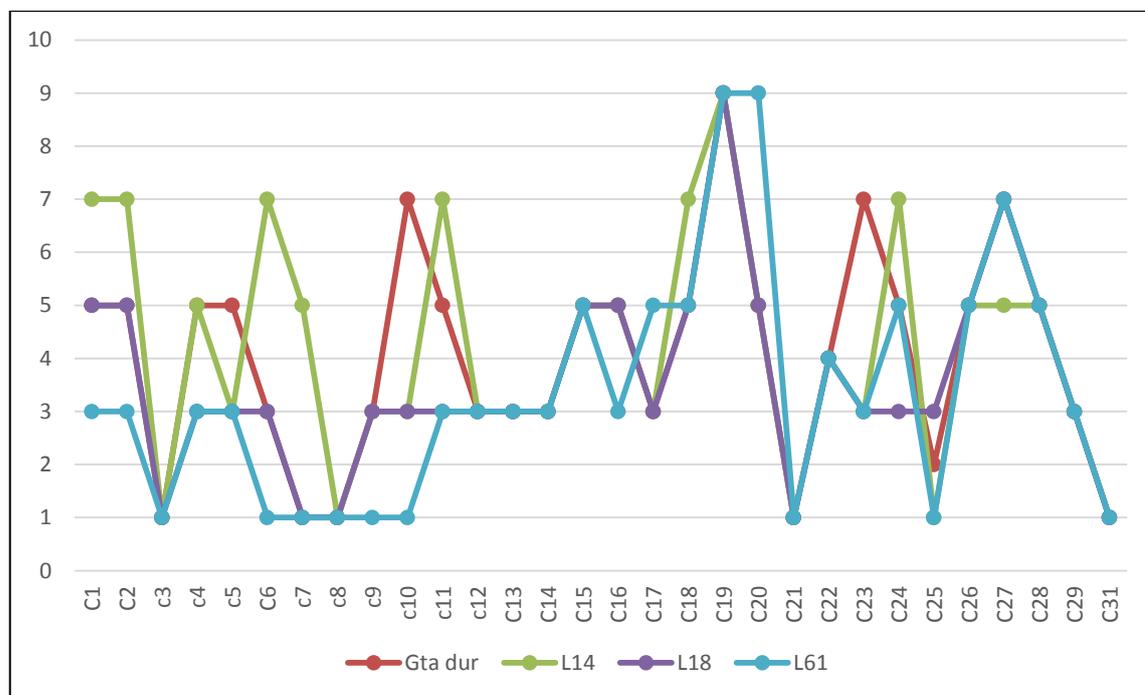


Figure 32 : Présentation des caractères communs et différents entre les cinq génotypes sélectionnés.

Les résultats décrits dans les fiches descriptives globales sont ceux déterminés au champ et au laboratoire, dans les conditions environnementales de la zone d'étude. L'interprétation de ces fiches a permis de rassembler les caractères en deux groupes de caractères : caractères communs dont les notes sont différentes et ne sortent pas des limites de fluctuation, sont considérés comme caractères communs, et les caractères différents dont les notes sont différentes et sortent des limites de fluctuation sont considérés comme des caractères différents. Les gaines et les épis de la lignée 14 (Waha /Mexicali75) sont caractérisés par la présence de forte glaucescence. La variété Gta dur a montré également une forte glaucescence de l'épi (Figure 30). La glaucescence est un caractère qui réduit le taux de perte d'eau (transpiration cuticulaire) en condition de déficit hydrique et qui influence fortement le rendement et retardant la sénescence foliaire (Ludlow et Muchow, 1990). Selon Hakimi. (1992), la glaucescence est considérée comme un paramètre morphologique d'adaptation au déficit hydrique. Les lignées 18 et 61 ont plusieurs caractères communs (Figure 32).

Tableau VII : Fiche descriptive des lignées 14, 18, 61 et la variété Gta dur

Caractère code UPOV	Désignation du caractère	Gta dur	Waha/Mex (14)	Waha/Mex (18)	Mex75/Ofanto (61)
1	coléoptile: pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible	forte	Moyenne	Faible
2	première feuille: pigmentation anthocyanique	Nulle ou très faible	forte	Moyenne	Faible
3*	plante: port au tallage	Demi dressé	Dressé	Dressé	Dressé
4	plante: fréquence des plantes ayant la dernière feuille retombante	Faible	Moyenne	Faible	Faible
5*	Epoque d'épiaison (1 ^{er} épillet visible sur 50% des plantes)	Précoce	Précoce	Précoce	Précoce
6*	Dernière feuille: glaucescence de la gaine	Moyenne	Forte	Faible	Nulle ou très faible
7*	Dernière feuille: glaucescence du limbe	Faible	Moyenne	Nulle ou très faible	Nulle ou très faible
8	Barbes: pigmentation anthocyanique des points	Nulle à très faible	Nulle ou très faible	Nulle ou très faible	Nulle ou très faible
9	Tige: pilosité du dernier nœud	Nulle à très faible	Faible	Faible	Nulle ou très faible
10*	Tige: glaucescence du col de l'épi	Moyenne	Faible	Faible	Nulle ou très faible
11*	Epi: glaucescence	Faible	Forte	Faible	Faible
12*	Plante: hauteur (tige, épi et barbes)	Moyenne	Courte	Courte	Courte
13	Distribution des barbes	Sur toute la longueur			
14*	Barbes dépassant l'extrémité de l'épi	Plus longue	Plus longue	plus longue	Plus long
15	Glume inférieure : forme (épillet au tiers moyen de l'épi)	Allongée	Allongé	Allongée	Allongé
16	Glume inférieure : forme de la troncature (cf, C15)	Echancrée	Echancrée	Echancrée	Echancrée
17	Glume inférieure : largeur de la troncature (cf, C15)	Moyenne	étroite	Etroite	Moyenne
18*	Glume inférieure : longueur du bec (cf, C15)	Moyen	long	Moyen	moyen
19	Glume inférieure : forme du bec (cf, C15)	Légèrement coudé	Légèrement coudé	Demi-coudé	Légèrement coudé
20*	Glume inférieure : pilosité de la face externe (cf, C15)	Présente	Présence	Présence	Présence
21	Section de la paille	Peu épaisse	Peu épaisse	Peu épaisse	Peu épaisse
22*	Barbes : couleur	Noire	Noire	Noire	noire
23*	Epi: longueur à l'exclusion des barbes	Moyen	Court	court	Court
24	Epi: pilosité du bord du 1 ^{er} article du rachis	Moyenne	Forte	Faible	Moyenne
25*	Epi: couleur	Blanc	Blanc	Fortement coudé	Blanc
26*	Epi: forme en vue de profil	Pyramidal	Fusiforme	Fusiforme	Fusiforme
27*	Epi: compacité	Moyen	Moyen	Compact	Compact
28	Grain: forme	Allongé	Demi-allongée	Demi-allongé	Demi-allongée
29	Grain: longueur des poils de la brosse	Courts	Courts	Courts	Courts
30	Grain: coloration au phénol	Moyenne	-	-	-
31*	Type de développement	Hiver	Hiver	Hiver	hiver

* : caractère obligatoire

Conclusion

Conclusion

Conclusion

La présente étude s'est fixé comme pour objectif la caractérisation agronomique et morpho-phénologique de quelques lignées avancées de blé dur. Tous les caractères agronomiques observés dans l'étude ont révélé l'existence de variations considérables entre les génotypes étudiées qui pouvant être utilisées pour une sélection efficace en vue de mettre en place un programme d'amélioration. Plusieurs lignées ont dépassés pour le caractère rendement grain la barre de 40 q/ha. Ces lignées sont prometteuses pour devenir des futures variétés.

L'étude des corrélations a mis en évidence des liaisons intéressantes entres certains caractères étudiés. Ainsi, le nombre de grain par épi, caractère facilement mesurable avant la récolte peut servir comme critère de sélection.

La comparaison entre les variétés témoins et les lignées avancées a montré également la performance de certaines lignées : Mexicali 75, Gta dur, Waha/Mex L14, Waha/Mex L18, Mex/Ofanto L61 par rapport aux témoins pour la majorité des caractères du rendement et ces composantes.

L'étude a permis l'élaboration des fiches descriptives pour les différentes lignées étudiées selon les principes directeurs de l'UPOV. Ces fiches descriptives serviront pour la distinction entre les lignées ce qui facilitera par la suite la préparation des dossiers de proposition à l'inscription au catalogue officiel.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abbo S., Lev-Yadun S. & Gopher A. (2000).** The cradle of agriculture. *Science*, 288: 1602-1603.
2. **Aidaoui A., Bouzerzour H., Saci A. (2006).** Yield response of durum wheat (*Triticum Durum* Desf) Cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth Conditions. *Asian Journal of Plant Sciences* 5: 854-860.
3. **Akkaya A., Dokuyucu T., Kara R. & Akcura M. (2006).** Harmonization ratio of post- to preanthesis durations by thermal times for durum wheat cultivars in a Mediterranean environment, 404–408.
4. **Al Khatib K., Paulsen G.M. (1984).** Mode of high temperature injury to wheat during grain development. *Plant Physiol.* 61: 363-368.
5. **Allam A., Tirichine A., Madani H., Benlamoudi W. & Attali Y. (2015).** Évaluation agro morphologique des cultivars locaux de blé dur: *Triticum durum* Desf. Cultivés dans les palmeraies de la vallée d'oued Righi (sud-est algérien). *Revue des Bio Ressources* 5 (2). 67- 76 p.
6. **Allan R. E., Cook J. & Johnson V.A. (1991).** Le blé. In: Greff .M.W. (Eds). *Méthodes traditionnelles de sélection des plantes: un aperçu historique destiné à servir de référence pour l'évaluation du rôle de la biotechnologie moderne.* Organisation de coopération et de développment économiques, Belgique, 27-38
7. **Amokrane A., Bouzerzour H., Benmahammed A. D. & Jekoun A. (2002).** Caractérisation des variétés locales, syriennes et européennes de blé dur évaluées en zone semi-aride d'altitude. *Sciences et Technologie, Université Mentouri Constantine. Numéro spécial D*, 33-38
8. **Annicchiarico P., Chiari T., Bazzani F., Bellah F., Doucene S., Yallaoui-Yaici N., Abdellaoui Z., Belloula B., Bouazza L., Bouremel L., Hamou M., Hazmoune T., Kelkouli M., Ould-Said H. & Zerargui H. (2002).** Response of durum wheat cultivars to Algerian environments. *I.Yield. J. Agric. Environ. Int. Dev.* 96 : 157–187.
9. **Annicchiarico P., Iannucci A. (2008).** Adaptation strategy ,germplasm type and adaptive traits for field pea improvement in Italy based on variety responses across climatically contrasting environments. *Field Crops Res.* 108: 133-142
10. **Anonyme, (2006).** La biologie de *Triticum turgidum* ssp. Durum (Blé dur).
11. **Auriau P. (1978).** Sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé dur. *Ann Argon d'El-Harrach. Vol 8 N°2*, 1- 14.
12. **Austin R.B. Bingham J. Blackwell R.D. Evans L.T. Ford M.A. Morgan C.L. & Taylor M., 1980.** Genetic improvements in winter wheat yield since 1900 and associated physiological changes. *The journal of agricultural science, Cambridge* 94: 675-689.
13. **Bagga A.K., Ruwali K.N. & Asana R.D. (1970).** Comparison of responses of some Indian and semi dwarf Mexican wheat to irrigated cultivation. *Indien J, Agri, Sci*, 40: 421-427.
14. **Bahlouli, F., Bouzerzour, H., Benmahammed, A., and 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.
15. **Baldy G. (1974),** contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et leurs influences sur la production des principales zones céréalières, document du projet céréale, 170 pages.
16. **Baldy G. (1974).** Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques et leurs influences sur la production des principales zones céréalières, document du projet céréale, 170 pages.
17. **Barron C., Surget A. (2005).** Histologie du grain de blé, *Industrie des céréales* 145, 4-7.

Références bibliographiques

18. **Belaid D. (1996)**. Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p
19. **Ben Salem M., Vierra Da Siva J.B. (1990)** Mécanismes physiologiques à la sécheresse et création variétale. Rapport d'activité numéro 1, MA/DGFRA /INRAT, Tunisie, 23 pages.
20. **Benbelkacem A. (2013)**. Rapport national des activités du projet INRA-Icarda 2012-2013: 45p.
21. **Bendjama O. (1977)**. Contribution à l'étude de l'élaboration du rendement de quelques variétés de blé dur en fonction des densités de semis dans les conditions écologiques de la station d'El-Kharoub. Thèse. Ing. INA. 105 p.
22. **BEWELEY D. (1997)**. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, 9: 1055-1066
23. **Blum A., Pnuel Y. (1990)**. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Aust J. Agri. Res.* 41, 799-810.
24. **Bonjean A. (2001)**. Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (*Triticum aestivum L.*). Dossier de l'environnement de l'INRA, N°21 :29-37.
25. **Bousba R., Ykhlef N. & Dhekoun A. (2009)**. Water use efficiency and flag leaf photosynthesis in response to water deficit of durum wheat (*Triticum durum Desf.*). *World Journal Of Agricultural Sciences* 5 : 609-616
26. **Bouzerzour H., Oudina H. (1989)**. Association de certains caractères morphologiques au rendement grain chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*) en conditions semi-arides. *Ann. Inst. Nat. Agron. El-Harrach*, 1983, Vol. 13, N° 1, 57 - 167.
27. **Bouzerzour H. et Benmahammed A. (1995)**. Analyse graphique d'un croisement dialléle d'orge. *Céréaliculture* 28, 9-12.
28. **Bouzerzour H., Benmahammed A., Benbelkacem A., Hazmoune T., Mimoun H., Bourmel S. & Mekhlouf A. (2000)**. Stabilités des performances et caractéristiques phéno – morphologiques de quelque variété de blé dur (*Triticum durum Desf.*) issues d'une sélection multilocale. Proc du Premier Symposium International sur la Filière Blé – Enjeux et stratégies, Alger, 7-9 Février, 2000 . 178-184.
29. **Bouzerzour H., Djekoun A. & Benmahammed A. (1996)**. Analyse du déterminisme génétique et de l'indice de récolte dans un croisement dialléle de l'orge (*Hordeum vulgare L.*). *Annales agronomique INA*, 17 (1 et 2), 150-158.
30. **Boyer J.C., Bowen B.L. (1970)**. Inhibition of oxygen evolution in chloroplasts isolated from leaves with low water potentials. *Plant Physiol.* N° 45, p. 612 - 615.
31. **Bozzini A. (1988)**. Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In: Fabriani G. et Lintas C. (éd). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC (American Association of Cereal Chemists), Inc. St. Paul, Minnesota, États-Unis. p 1-16.
32. **Brisson N. (1996)**. Bien remplir le grain. Sécheresse : la tolérance variétale. Colloque perspectives blé dur. Toulouse La bége, 152p.
33. **Calderini D. F., Reynolds M. P. & Slafer G. A., (1999)**. Genetic gains in wheat yield and associated physiological changes during the twentieth century. In: Satorre, E.H., Slafer, G.A. (Eds.), *Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination*. The Haworth Press Inc., New York, p: 351–377
34. **Canterro-Martinez C., Villar JM., Romagosa I. & Fereres E. (1995)**. Growth and yield responses of two contrasting barley cultivars in a Mediterranean environment. *Eur J Agron* ,4 : 317-26.
35. **Ceccarelli S., Grando S. & Impiglia A., (1998)**. Choice of selection strategy in breeding barley for stress environments. *Euphtica*, 103:307-318

Références bibliographiques

36. **Ceccarelli S., Grando S. (1992)** Selection environment and environmental sensitivity in barley. *Euphytica*; 57: 157-167.
37. **Chenafi H., Aidaoui A., Bouzerzour H. & Saci. A. (2006)**. Yield response of durum wheat (*Triticum Durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. *Asian Journal of Plant Sciences* 5: 854-860.
38. **Chevalier R. (1957)**. Echaudage chez les blés tendres et poids de mille grains. *Ann. Amélior. Des Plantes* 4. B, 413- 430
39. **Clement G. (1971)**. Les céréales, « grand court ». Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78-91.
40. **CNCC, 2015** : Bulletin des variétés de céréales autogames. Edition 2015
41. **Crête P. (1965)** Précis de botanique .Tome II, systématique des angiospermes .2 Ed .Paris : 11-38
42. **Croston R. P., Williams J. T. (1981)**. A world survey of wheat genetic resources. IBRGR. Bulletin /80/59, 37 pages
43. **Curtis B. C., Rajaram S. & Gómez Macpherson H. (2002)**. Bread wheat.
44. **Dakhell A. J., INadji V., Mahalazkshmi J. M. & Peacock. (1993)**. Morphophysiological traits with adaptation of durum wheat to harsh Mediterranean environments .*Aspects of Applied Biology* 34,297-307.
45. **Debaeke, P., Purch, J. & Casal, M. L., (1996)**. Elaboration du rendement de blé d'hiver en condition de déficit hydrique; I ; Etude en lysière ; agronomie 16: 3-23.
46. **Dere S., Yildirim M.B. (2006)**. Inheritance of Grain Yield per Plant, Flag Leaf Width, and Length in an 8×8 Diallel Cross Population of BreadWheat (*T. aestivum L.*). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 30: 339-345
47. **Doré, C., Varoquaux, F., (2006)**. Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées, p145
48. **Dubcovsky J., Dvorak J. (2007)**. Genome Plasticity a Key Factor in the Success of Polyploid Wheat Under Domestication. *Science* 316 [Issue 5833], p 1862.
49. **El -Hakimi A. (1992)**. Evaluation de la variabilité génétique des caractères d'adaptation à la sécheresse chez Les espèces tétraploïdes sauvages et cultivées du blé .Thèse
50. **Feillet P. (2000)**. Le grain de blé, composition et utilisation, INR éditions, 308 p.
51. **Feldman M. (2001)**. " Origin of Cultivated Wheat ". Dans Bonjean A.P. et W.J. Angus (éd.) *The World Wheat Book: a history of wheat breeding*. Intercept Limited, Andover, Angleterre, p 3-58
52. **Gallais A. (2015)**. Comprendre l'amélioration des plantes : Enjeu, méthodes, objectifs et critères de sélection. Editions Quae, 231 pages.
53. **Gate P. (2008)**. Le blé et le changement climatique : impacts et perspectives. Journée de l'ASF du 1er février 2007" "Nouveaux objectifs de sélection face aux enjeux climatiques, énergétiques et environnementaux de demain". "Le Sélectionneur Français" (n° double 58 - 59), 15 – 30 p.
54. **Gate P., Bouthier A., Casablanca H. & Deleens E. (1992)**. Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France. Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).
55. **Gate P., Dagneaud J. & Vignier L. (1991)**. Bilan climatique des céréales : principaux faits marquants et comportement variétal. *Rev. Perspectives agricoles* 163, 77- 86
56. **Godon (1991)**. Biotransformation des produits céréaliers (o) Agroalimentaire. édit. Lavoisier, p. 10 - 19.

Références bibliographiques

57. **Gonde P., Ratamahenina R., Arnaud A. & Galzy P. (1986).** Purification and properties of the exocellular β -glucosidase of *Candida molischianan* (Zikes) Meyer and Yarrow capable of hydrolyzing soluble cellodextrins. *Can. J. Biochem. Cell. Biol.* 363:1160-1166
58. **Grignac P. (1970).** Amélioration de la qualité des variétés de blé dur. *Ann. Amélio. des Plantes* 20 (2), 159-188
59. **Grignac P. (1981).** Limites de potentialité de production dans différents systèmes de cultures et dans différentes zones méditerranéennes. Agrimed. Séminaire Bari, Italie
60. **Guettouche R. (1990).** Contribution à l'identification des caractères morpho physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse de diplôme d'Agronomie approfondie. Mise en valeur du milieu naturel. ENSAM.
61. **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. Thèse doctorat, Université BADJI MOKHTAR –ANNABA, 26 pages
62. **Hadjichristodoulou A. (1985).** The stability of the number of tiller of barley varieties and its relation with consistency of performance under semi- arid conditions. *Euphytica* 34: 641-649.
63. **Hadjichristodoulou A. (1989).** Environmental correlations among grain yield and other important traits of wheat in dry lands. *Euphytica*, 44: 143-150.
64. **Hakimi M. (1992).** Les systèmes traditionnels basés sur la culture de l'orge. Proc. Symp. On the Agrnometeorology of rain fed barley and durum wheat in dry areas. *J. Agri. Sci. Camb.*, 108 : 599-608.
65. **Hannachi A. (2013).** Analyse diallèle de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (*Triticum durum Desf.*) au climat semi-aride. Mémoire de Magister, Université Saad Dahlab, Blida, 2013, 106 pages.
66. **Heiser C. B. (1990).** Seeds to civilization: the story of man's food. Freeman, San Francisco, pp 67-79.
67. **Hopkins W.G. (2003).** Physiologie végétale. 536p.
68. **Hsiao T. C. (1973)** .Plant responce to water. *Revue plant physiol.* N° 24, p. 519 - 570.
- Improvement and production. FAO Plant Production and Protection Series
69. **ITGC. (2006).** guide des principales variétés des céréales a paille en Algérie , Boufenar-Zaghouane Fatiha et Zaghouane Omar première édition p 21, 27, 31, 53
70. **ITGC. (1991).** Campagne d'agrèage. Laboratoire des semences d'El-Khroub, 26 p.
71. **ITGC. (2006)** guide des principales variétés des céréales à paille en Algérie,
72. **Johanson D.A., Richards R.A. & Turner N.C. (1973).** Yield water relation gas exchange and surface reflectance on near- isogenic wheat linesdiffering in glaucousness. *CropSci*, 23 :318-325.
73. **Jonard P. (1964).** Etude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre. *Ann. Amélior. Plant.*, 14 (2)
74. **Kehali L. (1997).** Etude des paramètres d'élaboration du rendement hez le blé dur (*Triticum durum Desf.*) Cultivées en conditions de déficit hydrique. Thèse de Magister. Université de Constantine.
75. **Levitt J. (1980).** Reponses of plants to environmental stresses, in water radiation, salt and other stress: 275-282.
76. **Ludlow MM., Muchow RC. (1990).** A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environments. *Advances in agronomy*, 43 : 107-153
77. **Mackey J. (1966).** Species relationship in *Triticum*. Proc. 2nd Int. Whea tGenet.Symp. Lund 1965. *Hereditas*, suppl; 2: 237-276

Références bibliographiques

78. **MADR, (1992).** Le secteur agricole et les perspectives de sa promotion et de son développement. Rapport général de la commission national consultative sur l'agriculture, 292 pages
79. **MADRP (2018).** Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche
80. **Masle J. (1982).** Comment se fait le rendement. Extrait Rev, entreprise agricole, 142 p
81. **Massele M. J. (1981).** Relation entre croissance et développement pendant la montaison d'un peuplement de blé d'hiver. Influence des conditions de nutrition. Agronomie, 13 :365-370.
82. **Megherbi A., Mehdadi Z., Toumi F., Moueddene K. & Bouadhra B. (2012).** Tolérance a la sécheresse du blé dur (*Triticum durum Desf.*) et identification des paramètres morpho-physiologique d'adaptation dans la région de sidi Bel-abbes (Algérie occidentale) .vol 159, No.1, p 137-143
83. **Mekhlouf A. (1998).** Etude de la transmission héréditaire des caractères associés au rendement en grains et de leur efficacité en sélection chez le blé dur (*Triticum durum Desf*) Thèse de magistère, INA, El harrach, 67 pages.
84. **Mekhlouf A., Bouzerzour H. (2000).** Comparaison de l'efficacité de la sélection précoce directe et indirecte pour améliorer le rendement en grain chez le blé dur (*Triticum durum Desf*), en zone semi-arides d'altitude.
85. **Mekhlouf, A., Bouzerzour H., (2000).** Déterminisme génétique et associations entre Le rendement et quelques caractères à variation continue chez le blé dur (*Triticum durum desf.*). Recherche Agronomique (INRAA) ,7 : 37-49.
86. **Mekliche H. L. (1983).** Etude agronomique, analyses diallèles et cytogénétique de quatre variétés de blé tender cultivées en Algérie. Thèse de Magister. I.N.A. El-Harrach, 150 p.
87. **Menad A. (2008).** Rythme de développement, utilisation de l'eau et rendement de l'orge (*Hordeum vulgare L.*) sous climat de type Méditerranéen. Mémoire magister, INA, EL Harrach, 105 pages.
88. **Monneveux P. (1991).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance à au déficit hydrique des céréales d'hiver ? In amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. N. Chalabi and Y. Demarly (eds). Tunis (Tunisie), AUPELF- UREF, 165-186 p.
89. **Moule C. (1971).** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. (Ed). La maison rustique, Paris, 236p.
90. **O'toole J.C., Cruz R.C. (1980).** response of leaf water potential, stomacal resistance, and leaf rolling to water stress . Plant physiology 51 :993- 997.
91. **ONFAA. (2017).** Note de conjoncture N°11: 2
92. **ONFAA. (2018)** Bilan du commerce extérieur algérien des céréales p2
93. **Oosterom EJ., Acevedo E. (1992).** Adaptation of barley (*Hordeum vulgare L.*) to harsh Mediterranean environments. III. Plant ideotype and grain yield. Euphytica, 62 : 29-38.
94. **Oudina M., Bouzerzour H. (1988).** Variabilité du rendement de l'orge (*hordeum vulgare L.*) variété Tichedrett sous l'influence du climat des hauts plateaux Sétifiens. In : Proc. Symp Inter. On the agrometeorology of rainfed barely-based farmin systems. Eds WMO/ Icarda, 100-199.
95. **Oudjani W. (2009).** Diversité de 25 génotypes de blé dur (*Triticum durum Desf.*) : étude des caractères de production et d'adaptation. Mémoire de Magister, Université Constantine.
96. **Ouriniche S., Nsrallah N., Lhaloui S., Nachit M., Otmane R. & Hilali A. (2016)** : Etude de la variation des caractères morpho-phénologiques, du rendement et de ses composantes dans une population de lignées recombinantes de blé dur ségréguées pour la résistance à la mouche de Hesse : *Mayetiola destructor* (say). Revue Marocaine de Protection des Plantes, 2016, N° 10: 83-95
97. **Papadakis J. S. (1938)** .Ecologie agricole .Eds Jules Duculot .Gembloux . 303p.

Références bibliographiques

98. **Paquet J. (1961)**. Notation visuelle de l'aspect échaudage du grain de blé tendre à maturité. Ann. Amélio. des Plantes 11 (3), 325-334
99. **Prats H. (1960)**. Vers une classification des graminées. Revue d'Agrostologie. Bull. Soc Bot. France, 32-79.
100. **Roseille A. A., Hamblin J. 1981**. Theoretical aspect of selection for yield in stress and non stress environments. Crops. 21, 923- 932.
101. **Rousset H. (1978)**. Amélioration du blé tendre pour sa valeur d'utilisation. Ann. Amélio. Des Plantes 8 (2), 45-81.
102. **Sharma S. N., Sain R. S. & Sharma R. K. (2003)**. The genetic control of the flag leaf length in normal and late sown durum wheat. Journal of Agricultural Science 141: 323-331
103. **Siakhène N. (1984)**. Effet du stress hydrique sur quelques espaces de luzerne annuelle. Mémoire ing agr. INRAA. El Harrach : 90 p
104. **Sinebo W. (2005)**. Trade off between yield increase and yield stability in three decades of barley breeding in a tropical highland environment. Field Crops Res, 92: 35-52.
105. **Soltner D. (1990)**. Les grandes productions végétales. Collection Sciences et Techniques agricoles, édition N° 17, 464 p.
106. **Soltner D. (1999)**. Les grandes productions végétales. 19^{ème} édition, Ed. Collection sciences et techniques agricoles, France, 464 p
107. **Soltner D. (2005)**. Les grandes productions végétales. 20^{ème} Edition. Collection science et techniques agricoles. 472p
108. **Steele K.A., Price A. H., Shashidhar J.R. & Witcombe H.E. (2006)**. Marker assisted selection to introgress rice QTL controlling grain traits into an Indian upland rice variety. Theor. Appl. Genet. 109: 1247-1260.
109. **UPOV. (1990)**. Union internationale de protection des obtentions végétales. principes directeurs pour la Conduite des caractères distinctifs de l'homogénéité et stabilité. Genève
110. **UPOV. (1994)**. Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité. Blé tendre (*Triticum aestivum L.*). 55p.
111. **UPOV. (2012)**. Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, d'homogénéité et de la stabilité, Blé dur (*Triticum durum Desf*) p 19-23.
112. **Wardlaw I. F. (1967)**. The effect of water stress on translocation in relation to photosynthesis and growth. I. effect during grain development in wheat. Aust. J. Biol. Sci; 20: 25-39
113. **Wardlaw I. F., Dawson I. A., Munibi P. & Fewster R. (1989)**. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. I. Survey procedures and general response patterns. Aust. J. Agric. Res. 40: 1-13
114. **Zhang Z. F. (1983)**. Studies on the effectiveness of selection for quantitative characters in wheat. I. Heritability and direct selection. Acta Agronomica. Sinica, 9: 129-138

Annexe

Annexe 1 : Echelle de zadoks

Échelle de Zadoks	Définition
00	graine sèche
01	début de l'imbibition
03	imbibition complète
05	sortie de la racine
07	sortie du coléoptile
09	feuille juste au sommet du coléoptile
10	première feuille traversant le coléoptile
11	première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
14	4 feuilles étalées
15	5 feuilles étalées
16	6 feuilles étalées
17	7 feuilles étalées
18	8 feuilles étalées
19	9 feuilles étalées ou plus
20	maître brin seulement
21	maître brin et 1 talle
22	maître brin et 2 talles
23	maître brin et 3 talles
24	maître brin et 4 talles
25	maître brin et 5 talles
26	maître brin et 6 talles
27	maître brin et 7 talles
28	maître brin et 8 talles

29	maître brin et 9 talles ou plus
30	redressement de la partie aérienne
31	premier nœud décelable
32	deuxième nœud décelable
33	troisième nœud décelable
34	quatrième nœud décelable
35	cinquième nœud décelable
36	sixième nœud décelable
37	dernière feuille visible
39	dernière feuille ou collerette visible

40	-
41	extension de la gaine de la dernière feuille
45	gonflement
47	gaine de la dernière feuille
49	premières barbes visibles
50	premier épillet de l'inflorescence à peine visible
53	1/4 de l'inflorescence dégagé
55	1/2 de l'inflorescence dégagée
57	3/4 de l'inflorescence dégagés
59	inflorescence complètement dégagée
60	début de l'anthèse
65	mi-anthèse
69	anthèse complète
70	-
71	caryopse
73	début laiteux
75	mi-laiteux
77	fin laiteux
80	-
83	début pâteux
85	pâteux tendre
87	pâteux dur
90	-
91	le caryopse est dur (difficile à couper avec l'ongle)
92	le caryopse est dur (ne peut plus du tout être entamé avec l'ongle)

93	le caryopse se détache dans la journée
94	sur maturité, la paille est morte et s'affaisse
95	semence dormante
96	semence viable donnant 50% de germination
97	semence non dormante
98	dormance secondaire induite
99	dormance secondaire levée

**Annexe 2 : Les notations (résultats) de la caractérisation des 30 génotypes étudiées
selon l'UPOV**

Génotype	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
1	5	5	1	3	3	5	5	1	3	5
2	1	1	1	7	5	5	7	1	1	3
3	3	3	1	7	5	5	1	1	1	5
4	2	2	1	1	3	3	1	1	1	1
5	5	5	1	5	5	3	1	1	3	7
6	1	1	1	7	7	3	1	1	3	3
9	1	1	1	5	3	3	1	1	1	3
10	1	1	1	5	3	7	3	1	3	5
12	5	5	1	3	3	7	7	1	1	3
13	5	5	1	5	3	5	3	1	3	3
14	5	5	1	5	3	7	5	1	3	3
15	5	5	1	5	3	7	7	1	3	7
18	5	5	1	3	3	3	1	1	3	3
26	1	1	1	3	5	7	7	1	1	3
29	5	5	1	1	3	5	1	1	3	3
30	5	5	1	5	3	3	1	1	3	3
31	5	5	1	5	3	5	1	1	3	5
33	5	5	1	5	5	7	7	1	3	7
34	7	7	1	5	5	5	5	1	1	5
44	1	1	3	5	3	1	1	1	1	5
46	7	7	1	5	3	3	3	1	1	5
47	3	3	1	5	5	3	3	1	1	5
52	5	5	1	7	5	3	1	1	3	5
61	3	3	1	3	3	1	1	1	1	1
62	5	5	1	3	3	3	1	1	3	5
65	5	5	1	5	3	5	5	1	1	5
66	5	5	1	1	5	3	3	1	3	1
68	5	5	1	3	3	7	7	1	3	5
69	3	3	1	3	3	7	7	1	3	7
84	3	3	1	3	3	5	1	1	3	5

ملخص:

تم اختبار ثلاثين نمطا وراثيا من القمح الصلب يتكون من أربعة وعشرين نمطا متقدما وستة أصناف كشواهد تم اختبارها لتوصيف وتقييم وجود التنوع في الصفات الزراعية الفينومورفولوجية باستخدام تصميم التوزيع العشوائي بثلاث تكرارات على مستوى محطة البحث للمعهد الوطني الجزائري للأبحاث الزراعية بسطيف والمحطة التجريبية للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى بسطيف. توصيف الأنماط الوراثية تم حسب توصيات الاتحاد الدولي لحماية ابتكار الأصناف (UPOV). كشف تحليل التباين اختلافات كبيرة جدا بالنسبة لمعظم الصفات المدروسة مما يشير إلى إمكانية تحسين الأنماط الوراثية للقمح الصلب بالنسبة لهاته الصفات ، مكنت الدراسة من إعداد بطاقات وصفية لمجموع الأنماط الوراثية التي تمت دراستها وفقا لتوصيات الاتحاد الدولي لحماية ابتكار الأصناف (UPOV).

الكلمات المفتاحية: القمح الصلب ، الأنماط الوراثية متقدمة، الصفات الزراعية، التنوع ، تحليل

Résumé :

Trente géotypes de blé dur comportant vingt quatre lignées avancées et six variétés témoins ont été testés pour caractériser et évaluer la présence de variabilité pour les caractères agronomiques et phéno-morphologiques en utilisant un dispositif en blocs complètement aléatoires avec trois répétitions au niveau de la station de recherche de l'INRAA de Sétif et la station expérimentale de l'ITGC de Sétif. La caractérisation des lignées est réalisée selon les principes directeurs de l'UPOV. L'analyse de la variance a révélé des différences significatives à hautement significatives pour la majorité des caractères agronomiques suggérant de possibilité d'améliorer des géotypes de blé dur pour ces caractères. L'étude a permis l'élaboration des fiches descriptives pour l'ensemble des géotypes étudiés en selon les recommandations de l'UPOV.

Mots clé : *Triticium durum*, F8, caractère agronomique, variabilité, fiche descriptive

Abstract:

Thirty durum wheat genotypes including twenty-four advanced lines and six control varieties were tested to characterize and assess the presence of variability for agronomic and phenomorphological traits using a completely randomized block design at the INRAA research station and ITGC experimental station of Sétif. The characterization of the lines is carried out according to the guiding principles of UPOV. Variance analysis revealed significant to highly significant differences for most agronomic traits suggesting the possibility of improving durum genotypes for these traits. The study enabled the development of descriptive sheets for all the genotypes studied according to the recommendations of UPOV.

Key words: *Triticium durum*, F8, agronomic traits, variability, descriptive sheets