



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
STÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQ



Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et Ecologie Végétale

قسم : البيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biotechnologies

Spécialité : *Biotechnologie et Génomique Végétale*

Intitulé :

*Contribution à l'étude comparée des paramètres
phénologiques morpho-physiologiques et de rendement
chez les variétés anciennes et modernes de blé dur
(Triticum durum, Desf) cultivées à Constantine*

Présenté et soutenu par : LEGHBEICHE Khaoula

Le : 07/07/2021

KHALFALLAH Ibrahim Zakaria

Jury d'évaluation :

Président du jury : *KELLOU Kamel* (MAA - UFM Constantine).

Encadrant : *BENBALKACEM Abedelakber* (prof - UFM
Constantine).

Examinatrice : *KHANAOUI Amina* (MCB - UFM Constantine).

*Année universitaire
2020 - 2021*

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent:

En tout premier lieu, au bon Dieu, tout puissant, de nous avoir accordé la puissance et la volonté pour achever ce travail.

A notre promoteur Mr. Benbelkacem Abdelkader qui nous a dirigés dans ce labeur, et qui a accepté de nous encadrer ainsi que pour ses précieux conseils et orientations, sa disponibilité, sa gentillesse, sa patience, sa modestie et pour l'intérêt bienveillant manifesté pour notre travail qu'elle trouve ici le témoignage d'une profonde gratitude.

Aux membres du jury pour leur honorable présence à fin d'évaluer ce modeste travail, Mr KELLOU Kamel pour présider le jury et à Mme KHENNAOUI Amína pour examiner et juger ce travail. Vous nous faites un grand honneur en acceptant de juger ce travail.

Afin de n'oublier personne, nos vifs remerciements s'adressent à tous ceux qui nous ont aidés à la réalisation de ce modeste mémoire.

DEDICACES

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect,
reconnaissance et de remerciement :*

*A ma mère qui m'a entouré d'amour, d'affection et qui fait
tout pour ma réussite.*

*A mon père qui m'a aidé à devenir ce que je suis
aujourd'hui.*

Que dieu les garde et les protège

*A Rayan Boudjada, la personne qui a été mon point fort
dans mes moments difficiles.*

*A mon frère et mes sœurs, je dédie ce travail dont le grand
plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils,
aides, et encouragements.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui
étaient toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagnaient
durant mon chemin d'études supérieures.*

*A tout ceux qui ont participé à l'élaboration de ce modeste
travail et tous ceux qui nous sont chers.*

Khalfallah Zakaria Ibrahim

Dédicaces

On dédie ce modeste travail

A nos chers parents,

Kamel, zelikha

A nos frères et sœurs,

Djamel, Redha, Souad, Samir,

A nos neveux et nièces,

Ritel, doudi, doudia

A notre famille,

A tous nos collègues et amis partout,

Wafa, Hind, Wila, Meissa, Rahma, Amel, Chouchou, Lamis

A tous ceux qui nous sont chers,

A tous ceux qui ont sacrifié leur temps pour la science et à tous ceux qui utilisent la science pour le bien et la prospérité de l'humanité.

Merci pour tout

LEGHBECH Khaoula

Résumé

Le blé dur est l'une des cultures céréalières les plus importantes dans la région méditerranéenne, il est considéré comme une source principale d'alimentation humaine et animale.

L'Algérie a adopté la production de blé dès anciens siècles, les agriculteurs s'intéressant à introduire des nouvelles variétés modernes plus que les variétés locales pour améliorer l'agriculture et l'économie.

Notre travail expérimental s'est situé au niveau de la ferme pilote Baaraouia El-khroub, afin de comparer des génotypes locaux et améliorés ou modernes.

L'étude s'est basée sur des paramètres phénologiques, morpho-physiologiques, biochimiques et de rendement des différents groupes de variétés.

Les résultats obtenus indiquent qu'il y a des différences significatives entre les différentes variétés étudiées pour tous les caractères à l'exception pour le taux de chlorophylle chez les variétés modernes. Des corrélations positives existent pour les variétés améliorées dites modernes, entre l'épiaison et le rendement grain (0,88) et le taux de protéines (0,84). La hauteur avec le PMG (0,93) ; le taux de chlorophylle ainsi que le nombre de grains par épi sont corrélés au rendement grain (0,81 et 0,97). Il est à remarquer que le rendement est faiblement corrélé au taux de protéines (0,037). Des groupes homogènes se sont aussi constitués pour les 2 types de matériel génétique.

Les mots clés : *blé dur, phénologie, physio-morphologique, biochimique, rendement.*

Abstract

Durum wheat is one of the most important cereal crops in the Mediterranean region and is considered a major source of human and animal food.

Algeria has adopted the production of wheat from ancient centuries, with farmers interested in introducing new modern varieties more than local varieties to improve agriculture and the economy.

Our experimental work was located at the Baaraouia El-khroub pilot farm to compare local and improved or modern genotypes. The study was based on phenological, morpho-physiological, biochemical, and yield parameters of the different variety groups. The results obtained indicate that there are significant differences between the different varieties studied for all traits except for chlorophyll levels in modern varieties. Positive correlations exist for so-called modern improved varieties, between the heading and grain yield (0.88) and the protein content (0.84). The height with the PMG (0.93); the chlorophyll content and the number of grains per ear are correlated with the grain yield (0.81 and 0.97). It should be noted that yield is slightly correlated with protein content (0.037). Homogeneous groups were also formed for both types of genetic material.

Key words: *Durum wheat, phenological, morpho-physiological, biochemical, yield.*

ملخص

يعتبر القمح الصلب من أهم محاصيل الحبوب في منطقة البحر الأبيض المتوسط، ويعتبر مصدرًا رئيسيًا لغذاء الإنسان والحيوان. فقد تبنت الجزائر إنتاج القمح منذ قرون ، حيث كان المزارعون مهتمين بإدخال أصناف حديثة جديدة أكثر من الأصناف المحلية لتحسين الزراعة والاقتصاد. من أجل المقارنة بين الأنماط الجينية المحلية والمحسنة أو الحديثة قمنا بعمل تجريبي في مزرعة بعراوية بالخروب حيث استندت الدراسة إلى معاملات فينولوجية ، مورفو- فسيولوجية، بيوكيميائية، ومعايير إنتاجية لمجموعات مختلفة من الأصناف. تشير النتائج المتحصل عليها إلى وجود فروق بين الأصناف المختلفة المدروسة لجميع الصفات باستثناء مستوى الكلوروفيل في الأصناف الحديثة. كما توجد ارتباطات موجبة بما يسمى بالأصناف المحسنة الحديثة بين تاريخ بداية نمو السنبله ومحصول الحبوب (0.88) ومستوى البروتين (0.84). و بين قامة الأصناف ووزن الألف حبة قمح (0.93) PMG؛ يرتبط معدل الكلوروفيل وكذلك عدد الحبات بإنتاجية النواة (0.81 و 0.97). وتجدر الإشارة إلى أن المحصول يرتبط ارتباطاً ضعيفاً بمستوى البروتين (0.037). تم تشكيل مجموعات متجانسة أيضاً لنوعين من المواد الوراثية

الكلمات المفتاحية : القمح الصلب , الفينولوجيا ، علم التشكل الفيزيولوجي , البيوكيميائية ، المحصول

Figure 01 : Carte du centre d'origine et la diffusion de la culture de <i>Triticum turgidum</i> (Bonjean, 2001).
Figure 02 : Structure anatomique du grain de blé (Wikipidia, 2019°).
Figure 03 : production du blé dans le monde en 2017/2018 (en Mt) (USDA, 2018).
Figure 04 : Production mondiale de blé dur par pays en 2016 et projections en 2017 (Conseil International des Céréales, 2017).
Figure 05 : La production céréalière en 2017 (Anonyme, 2017).
Figure 06 : Cycle de développement de blé (ry et al.,2000).
Figure 07 : Image satellite de la parcelle de l'essai à El Baraouia-El Khroub.
Figure 08 : Période d'épiaison des variétés de blé dur.
Figure 09 : compteur à grains électronique (Numigral).
Figure 10 : appareil pour mesurer la teneur de la chlorophylle.
Figure 11 : appareil pour mesurer le taux de protéine.
Figure 12 : Dendrogram variétés modernes
Figure 13 : Dendrogram variétés locales

Tableau N°01 : Classification de Cronquist, (1981) et APG III, (2009)
Tableau N°02 : composition chimique du grain de blé (Feillet, 2000)
Tableau N°03 : Patrimoine Local Blé Dur 2021
Tableau N°04 : Patrimoine moderne du Blé Dur 2021
Tableau N°05 : l'analyse physico-chimique d'un échantillon du sol
Tableau N°06 : pluviométrie moyenne enregistré pendant l'année 2020/2021
Tableau N°07 : pluviomètre moyenne enregistrée sur 20 ans
Tableau N°08 : températures moyennes enregistrées durant la campagne 2020/2021
Tableau N°9 : Le Tableau global des moyennes des différentes variétés locales testées à Constantine.
Tableau N°10 : taux de la chlorophylle (Spad) chez les génotypes locaux étudiés.
Tableau N°11 : nombre moyen d'épis par m ² des variétés locales étudiés.
Tableau N°12 : poids de 1000 grains des variétés locales étudiés.
Tableau N°13 : rendement en grains des variétés locales étudiés.
Tableau N°14 : taux des protéines des variétés locales étudiés
Tableau N°15 : Le Tableau global des moyennes (tableau N°) des différentes variétés modernes testées à Constantine
Tableau 16 : nombre moyen d'épis par m ² des génotypes étudiés.
Tableau 17 : nombre de grains par épi des variétés modernes étudiés.
Tableau 18 : poids de 1000 grains des variétés modernes étudiés.
Tableau 19 : rendement en grains des variétés modernes étudiés.
Tableau 20 : taux des protéines des variétés modernes étudiés.

APG : Angiosperme Phylogénie Groupe

USDA : United States Department of Agriculture

UE : Union européenne

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

OAIC : L'Office algérien interprofessionnel des céréales

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

CCE : Capital Culturel Européen

ICARDA : the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas

NWIP : New Work Item Proposal

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures

PCR : Polymerase Chain Reaction

ADN : Acide désoxyribonucléique

PNAB : programme national de l'amélioration du blé

RDT : rendement

T : température

PMG : poids de mille grains

Haut : hauteur

Prot : protéine

TABLEAU DES MATIERE

Dédicace.....	
Remercîment.....	
Abstract.....	
Résumé.....	
Introduction	2

CHAPITRE I : Revu bibliographique

I. Généralités sur le blé dur.....	5
1. La culture de blé dur.....	5
2. Origine de blé dur	5
2.1. Origine génétique.....	5
2.2. Origine géographique.....	5
3. Classification de blé dur (<i>Triticum durum</i> , Desf.)	6
4. Structure du grain de blé	7
5. Composition chimique du grain de blé	8
6. Localisation de la production du blé dur	9
6.1. Dans le monde	9
6.2. En Algérie.....	10
7. Historique d'amélioration du blé dur	11
8. Objectifs d'amélioration du blé dur en Algérie.....	12
8.1 L'objectif de l'amélioration génétique.....	14

8.1.1 Outils biochimiques et technologiques.....	15
8.1.2. Outils biotechnologiques.....	15
9. formation du rendement de blé dur.....	16
9.1. Physiologie du rendement.....	16
10. composant de rendement.....	17
10.1 Nombre d'épis par plante.....	17
10.2 Nombre de grains par épis.....	18
10.3 Poids de mille grains.....	18
11. durée de cycle végétative de développement.....	19
11.1. La biologie du blé.....	19
11.2. Le cycle physiologique du blé.....	19
11.2.1 Période végétative.....	20
11.2.1.1 Phase Germination - levée La germination.....	20
11.2.1.2 Phase Levée- Tallage.....	20
11.2.2. Période reproductrice.....	21
11.2.2.1 Phase Montaison.....	21
11.2.2.2 Epiaison – fécondation.....	21
11.2.2.3 Grossissement du grain.....	21
11.2.2.4 Maturation du grain.....	21
12-Tolérance aux Stress biotiques.....	22
12-1-Les maladies du blé.....	22

12-2-La réponse de la plante.....	22
13. Tolérance des stress abiotique.....	23
13.1. Notion de stress.....	23
13.2. Stress abiotiques.....	23
13.3. Stress thermique.....	23
13.4. Stress hydrique.....	24
13.5. Stress salin.....	24
13.6. Stress induit par le froid.....	24
14. La qualité technologique du blé.....	25

CHAPITRE II Matériel et méthodes

1. Localisation de l'essai.....	28
2. Matériel végétal utilisé.....	28
3. Caractéristique de la parcelle	30
4. conditions climatiques.....	31
4.1. La Pluviométrie.....	31
4.2. La Température.....	32
5. analyses statistiques.....	32
5.1. Analyse de variance	32
6. condition cultural et entretien phytosanitaire de l'essai.....	32
6.1. Préparation de sol.....	32
7. paramètre mesure.....	33

CHAPITRE III : Résultats et discussion

I. Les variétés locales.....	37
I.1. La hauteur des variétés.....	38
I.2.Taux de la chlorophylle chez les variétés locales.....	39
I.3 Nombre d'épi par m ²	40
I.4 Le nombre de grains par épi.....	40
I. 5 Le poids de 1000 grains.....	41
I. 6 Rendement en grains.....	42
I. 7 Le taux des protéines chez les variétés locales.....	43
II. Les variétés modernes.....	44
II.1. La hauteur des variétés	45
II.2. Taux de la chlorophylle chez les variétés modernes.....	45
II.3 Nombre d'épi par m ²	45
II.4 Le nombre de grains par épi.....	46
II. 5 Le poids de 1000 grains.....	47
II. 6 Rendement en grains.....	48
II. 7 Le taux des protéines chez les variétés modernes.....	49
III. Discussion des résultats.....	51
1. Corrélations inter caractères.....	53

CHAPITRE VI : Conclusion

Conclusion.....	57
-----------------	----

Référence bibliographique.....58

Annexe.....66

Introduction



Les céréales sont très essentiels pour la vie de l'être humain, ils constituent une grande part des ressources alimentaires de l'homme et l'animal (**Karakas et al., 2011**). Le blé

dur (*Triticum durum* Desf.) est une de ces céréales, il compte parmi les espèces les plus anciennes qui ont une importance économique mondiale.

En Algérie la culture du blé dur occupe une surface importante représentant environ 65% de la surface céréalière. Généralement il est transformé en semoule et en pâtes alimentaires.

Au cours des siècles le blé dur (*Triticum durum*.Desf.) a assimilé une véritable valeur symbolique en Algérie, du fait de son importance dans l'agriculture et l'alimentation humaine et animal. Pour les Algériens son grain contient un produit de base dans l'alimentation (couscous, pattes, pain, galette, le frik, et divers gâteaux...). Il est estimé aussi comme une très grande source de protéines et d'hydrate de carbones, il contient aussi des acides aminés, des lipides et des vitamines. Par ailleurs, ses sous-produits (paille) sont très utile à l'aliment pour le bétail. La paille est utilisée comme litière et comme aliment pour les animaux. **(Benkolli et Bouzeghaia., 2016).**

Le manque d'eau est le facteur le plus limitant auquel fait face la culture du blé dur en Algérie, des études récentes montrent que ce sont plutôt les basses températures hivernales et printanières qui handicapent le plus cette spéculation **(Annichiarico et al.,2002 , Annichiarico et al.2005)**. Tout progrès sensible des agros systèmes basés sur cette culture, dans l'étage bioclimatique semi-aride semble conditionné par l'amélioration de l'efficience de l'eau **(Richards et al., 1997)**.

La plupart des travaux effectués sur le blé dur dans le cadre de l'amélioration génétique de la tolérance au stress hydrique, ont ciblé pendant longtemps l'objectif primordial qui est l'augmentation de la productivité.

Zhou et al., (2014), rapportent que connaître les changements, associés au progrès génétique induit par la sélection, est important pour déterminer les facteurs limitant l'augmentation du potentiel de rendement et développer des stratégies pour réaliser des gains génétiques futurs plus important. Le développement de nouvelles variétés plus productives est un moyen pour réduire la pression de la demande en céréales et réduire la dépendance alimentaire des fluctuations d'un marché international très volatil (Rabti, 2021). Dans ce contexte Mackay et al.,(2016) ainsi que Lannucci et codianni (2019) suggèrent une utilisation plus efficace de la diversité dans les programmes d'amélioration génétique. Flore et al.,(2019) suggèrent que la ré-adoption des variétés anciennes en culture et/ou leur utilisation dans un programme d'amélioration peut améliorer la résilience de la culture du blé dur à cause des caractères morphologiques qui sont utiles pour faire face aux ressources limitées des zones arides et semi-arides.

L'objectif de cette recherche est de comparer les caractéristiques phéno-morpho-physiologiques des variétés modernes introduites plus récentes et des variétés populations locales anciennes.

Notre mémoire est subdivisé en trois chapitres :

Chapitre I : représente une synthèse bibliographique sur le blé dur, on a parlé en général de ce céréales, leur production, localisation superficie, amélioration et rendement.

Chapitre II : qui englobe l'ensemble du matériel et méthodes utilisées pendant notre expérience au niveau de parcelle : Baaraouia.

Chapitre III : consacrée l'ensemble des différents résultats obtenus et discussions des paramètres étudié (phénologique : épiaison, morphologique : hauteur, physiologique : chlorophylle, biochimique : protéine, et les composants de rendement : épis par m², grain par épis, poids de mille grain.

Et finalement une conclusion et perspectives suivi par une liste de références bibliographiques.

Chapitre I :

**Revu
bibliographique**

Chapitre I : Revu bibliographique

I. généralités sur le blé dur

1. la culture de blé dur

La céréaliculture dont la production annuelle oscille depuis l'indépendance entre 10 et 45 millions de quintaux, semble être le domaine le plus vulnérable car pratiquée sur de grandes superficies en pluviale. La culture du blé dur a commencé et s'est développée en Algérie au lendemain de la conquête arabe. La plupart des auteurs s'accordent pour considérer que la céréaliculture algérienne est depuis cette date et jusqu'à la colonisation, très largement dominée par le blé dur (**Nachit et al, 2000**). Mais le problème de la culture du blé dans les régions semi-arides est soumis à différentes contraintes abiotiques qui minimisent de façon très significative le rendement en grains.

Sur les hauts plateaux algériens, les performances de rendement de la culture du blé dur (*Triticum durum*, Desf.) sont limitées par l'action des stress de nature abiotique. La variation des rendements, d'une année à l'autre et d'un lieu à l'autre, a pour origine la sensibilité du matériel végétal à l'effet combiné des basses températures hivernales, du gel printanier, du stress hydrique et des hautes températures de fin de cycle de la culture (**Benmahammed et al, 2010**).

2. origine du blé

2.1. Origine génétique

L'origine du blé dur remonte à la fusion du génome de deux espèces ancestrales : *Triticum urartu* (génome A) et *Aegilops speltoides* (génome B). Cette fusion conduit à l'apparition de *Triticum turgidum dicoccoides* (génome AB), espèce qui se répand à la fois dans l'espace et le temps(1).

Génétiquement les espèces cultivées du genre *Triticum* sont classées en groupes: diploïdes avec 14 chromosomes, tétraploïdes avec 28 chromosomes et hexaploïdes avec 42 chromosomes. (- Belaid D. (1996).

2.2. Origine géographique

L'évaluation de l'origine géographique du blé dur est un défi important et émergent, en raison de la valeur ajoutée qu'une allégation d'origine pourrait apporter à la matière première elle-même, et par la suite aux produits finaux (Cavanna et al, 2020).

Depuis longtemps sur le centre d'origine des blés des recherches effectuées basées sur des arguments archéologiques et phylogénétiques, cela permettant d'admettre que les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* aurait trois centres d'origine distincts.

Chapitre I : Revu bibliographique

La saga du blé accompagne l'histoire de l'homme et l'agriculture (Feillet, 2000). La domestication du blé, liée à la naissance de l'agriculture, survient au proche orient, dans la région du croissant fertile « l'ouest de l'Iran, l'est de l'Irak, et le sud et l'est de la Turquie », il y a environ 10000 ans (Naville, 2005). le moyen orient est le centre géographique d'origine à partir duquel l'espèce *Triticum durum* Desfs'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont : le bassin occidental de la méditerranée le sud de la Russie et le proche orient (Cook et al., 1991).



Figure 01 : Carte du centre d'origine et la diffusion de la culture de *Triticum turgidum* (Bonjean, 2001)

3. Classification du blé dur (*Triticum durum*, Desf.) :

Le blé dur est une plante annuelle, monocotylédone qui appartient à la famille Poaceae qui comprend plus de 10000 espèces différentes (Mac keg,2005). Ce dernier est un allo tétraploïde $2n=28=AABB$ (Huang et al,2002).

L'organisation des différentes espèces du blé dur, n'est pas triviale. En effet, il existe de nombreuses classifications différentes, très inconsistantes selon qu'elles se basent sur des critères botaniques ou génétiques (Charles, 2010).

Chapitre I : Revu bibliographique

D'après la classification de Cronquist, (1981) et APGIII (2009), le blé dur est classé comme suit (Tableau 01) :

Tableau 01 : Classification de Cronquist, (1981) et APG III, (2009)

	Cronquist, (1981)	APG III, (2009)
Règne	Plantae	/
Sous-règne	Tracheobionta	/
Division	Magnoliophyta	/
Classe	Liliopsida	/
Sous-classe	Commelinidae	/
Ordre	Cyperales	Poales
Famille	Graminées	Poacées
Tribu	Triticeae	/
Genre	<i>Triticum</i>	/
Espèce	<i>Triticumturgidum</i>	/
Sous-espèce	<i>Triticumturgidumsubsp.durum</i> (Desf.)	/
Synonyme	<i>Triticumdurum</i>	/

4. Structure du grain de blé

Le grain de blé est un caryopse, type de fruit sec indéhiscant, vitreux dits « nus » à la maturité. Le grain de blé présente une structure très hétérogène (Abecassis,2015), une enveloppe extérieure protectrice appelée testa, un embryon qui se développera au moment de la germination et des réserves nutritives qui permettront la croissance et le développement de l'embryon jusqu'à l'acquisition de l'autonomie par la jeune plantule. Il existe une grande diversité de formes pour chacune de ces parties :

Chapitre I : Revu bibliographique

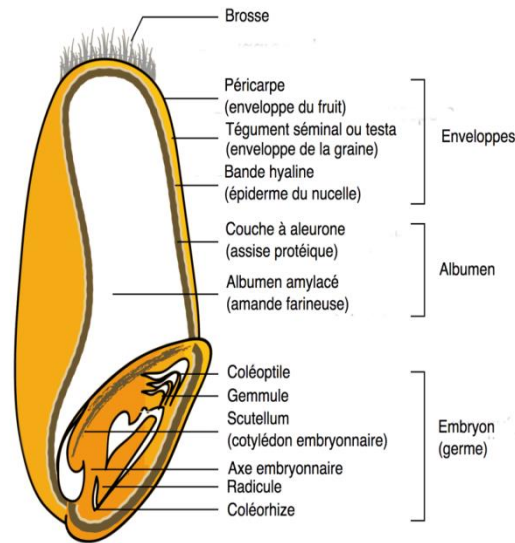


Figure 02 : Structure anatomique du grain de blé (Wikipidia, 2019)

-La testa : peut être relativement fine est aisément détachable.

-L'embryon : peut être considéré comme une plante miniature, avec une racine (la radicule), une tige (la plume) et une ou deux feuilles (les cotylédons).

-Les réserves de la graine : se composent de protéines, de glucides et des lipides qui sont indispensables au développement de l'embryon et à la croissance de la jeune plantule. Ces réserves sont stockées dans un tissu externe à l'embryon : l'endosperme. En plus de cette source d'énergie très concentrée, la graine contient (en assez grandes quantités) des éléments minéraux, tels que du phosphore, du potassium, du magnésium et du calcium ainsi que des micronutriments tels que le fer, le manganèse et le zinc (Turner, 2014).

5. Composition chimique du grain de blé

Le grain de blé dur est constitué principalement d'amidon, de fibres, de protéines, de fibres et d'un faible pourcentage de lipides, de minéraux et de sucre réducteur répartis dans les différentes couches de la graine. Sont montrés dans (Tableau N° 02).

Chapitre I : Revu bibliographique

Tableau 02 : composition chimique du grain de blé (Feillet, 2000)

Nature des composants	Teneur (%ms)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pentosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucre libre	2-3
Lipides	2-3
Matière minérale	1,5-2,5

6. localisation de la production du blé dur

6.1. Dans le monde

le blé dur est la principale céréale cultivée au monde, la superficie mondiale cultivées se mesurent en millions d'hectares et la récolte a atteint des millions de tonnes (**figure03**)

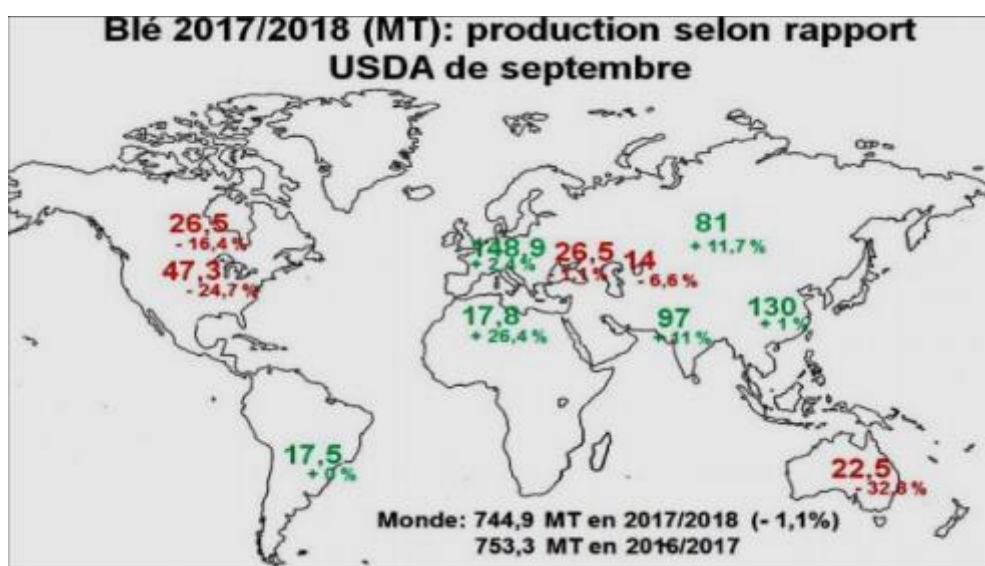


Figure 03 : production du blé dans le monde en 2017/2018 (en Mt) (USDA, 2018)

Le dernier classement des principaux pays producteur de blé dur indique que l'UE est toujours en premier, le Canada en deuxième, alors que les Etats unis se situent en sixième position après le Mexique (**Anonyme, 2017**)

Chapitre I : Revu bibliographique

L'UE et le continent américain sont excédentaires en blé, ce qui leur confère un avantage économique et géopolitique indéniable. Au contraire de l'Asie et l'Afrique qui apparaissent déficitaires, ce qui renforce leur dépendance à l'égard des grands pays exportateurs.

Le marché mondial du blé dur est reparti en différents groupes de pays qui ont divers capacités de production et de consommation de blé (Ansart, 2017).

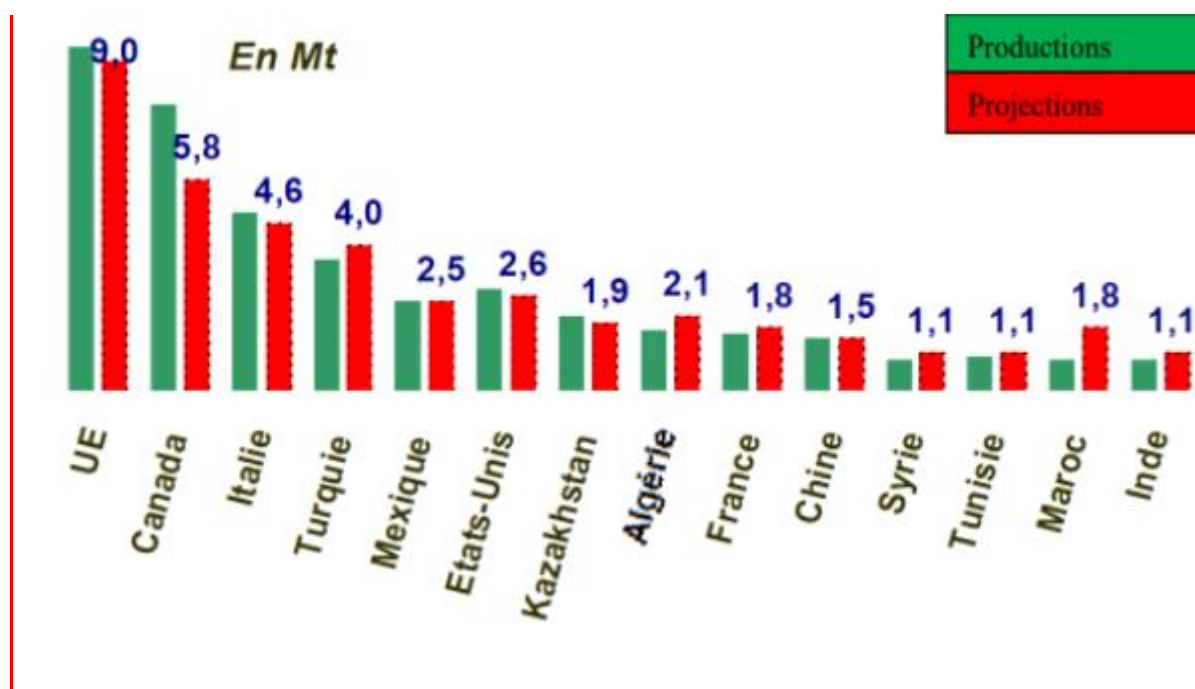


Figure 04 : Production mondiale de blé dur par pays en 2016 et projections en 2017 (Conseil International des Céréales, 2017).

La production mondiale de blé pour la campagne 2017/2018 a atteint 760 millions de tonnes selon la FAO (FAO, 2019). Pour satisfaire la demande de l'humanité, selon la FAO, il faut augmenter d'au moins 60 % la quantité des produits agricoles disponibles, entre 2005 et 2050 (Gallais, 2015).

6.2. En Algérie

La culture de céréales algériens occupe une superficie de 3,5 millions d'hectares de blé dur, une amélioration nette dans la production des céréales qui a enregistré durant la

Chapitre I : Revu bibliographique

saison 2016/2017 une production de 34 millions de tonnes d'après l'office Algérien inter professionnel des céréales (OAIC, 2017).

Ainsi, pour l'Algérie, la production de blé pour la saison 2018/19 est estimée à 3,0 mm, en hausse de 0,6 million par rapport à 2017/18. Cette perspective favorable est due principalement aux précipitations abondantes au niveau des régions de l'Est, l'Ouest et le Centre du pays. (Nadjoua, 2018).

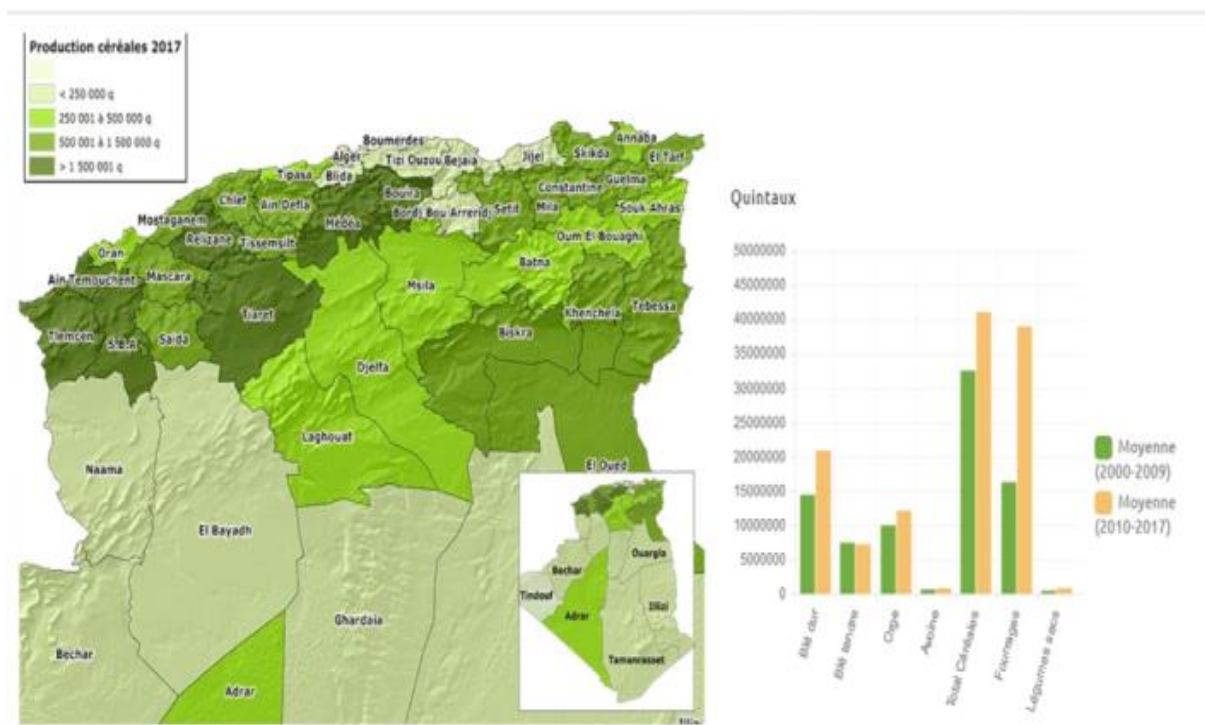


Figure 05 : La production céréalière en 2017 (Anonyme, 2017)

7. histoire d'amélioration du blé dur

La recherche sur le blé en Algérie a commencé il y a plusieurs siècles. Dans la pré-colonisation (avant 1830), ce n'était qu'une curiosité botanique et c'est successivement que nous avons commencé à faire une véritable sélection, en utilisant la plupart des moyens connus pour augmenter la variabilité génétique des nouvelles variétés (hybridation, sélection, essais, dissémination de variétés végétales). Et cela, afin d'obtenir de meilleures variétés pour répondre aux besoins d'une population croissante et plus rapide.

Depuis longtemps, les chercheurs pensaient que le blé tendre n'existait pas en Afrique du Nord avant l'arrivée des Arabes. En 1930, pendant l'occupation française de l'Algérie, seul le blé dur était cultivé dans les basses terres.

Chapitre I : Revu bibliographique

Le blé tendre était considéré comme une culture distincte, qui poussait spontanément dans les champs de blé dur. Entre la fin du XVIII^e siècle et le début du XIX^e siècle, les agriculteurs ne s'intéressaient qu'au blé dur, qui était donc largement cultivé.

Beaucoup de données archéologiques, historiques et phylogénétiques révèlent la présence du blé dur en Algérie. Après la période coloniale et la première ère des études botaniques jusqu'à la période post-indépendance, plusieurs programmes d'amélioration génétique ont été entrepris pour améliorer l'adaptation et augmenter le potentiel de rendement.

La collaboration avec les centres internationaux depuis la fin des années 1960 (FAO, CC européen et CIMMYT), a été très forte et interactive et a atteint tous les objectifs prévus en matière d'agrotechnie.

En 1980, l'ICARDA a contribué à la recherche et au développement de grandes cultures en Algérie. Afin d'atteindre l'objectif principal du gouvernement de garantir la sécurité alimentaire jusqu'à 2015, en produisant 10 millions de tonnes de blé, une nouvelle approche de recherche bilatérale (NWIP) (INRAA/ITGC) a été lancée en collaboration avec le CIMMYT et l'ICARDA. Des approches régionales et multidisciplinaires ont été adoptées et un certain nombre de cultivars prometteurs ont été développés grâce à l'utilisation d'une approche participative dans la phase finale. Ce matériau a contribué à augmenter le rendement au cours de la dernière décennie. (Benblkacem ;2014).

8-Objectifs de l'amélioration du blé dur en Algérie :

Le taux de croisement distant parmi les espèces principalement autogames peut atteindre jusqu'à 10% et varier selon les populations, les génotypes et les diverses conditions du milieu (Jain, 1975). Ainsi, les populations de graminées ayant un taux de croisement éloigné inférieur à 1 % ont affiché un taux de 6,7 % certaines années (Adams et Alard, 1982). Si pour Harrington (1932) ce taux ne dépasse pas 1,1 %, pour Bozzini (1988) certains auteurs ont rapporté des taux de 5 %. Pour le blé hexaploïde, le taux de croisement hétérogène moyen varie de 0 à 6,7 % selon le cultivar (Martin, 1990 ; Hucl, 1996 et Hucl et Matus-Cadiz, 2001).

Pour procéder à l'amélioration d'une plante il faut tout d'abord connaître la plante en question tout en suivant des étapes indispensables :

Chapitre I : Revu bibliographique

1. Choix variétal :

Les qualités recherchées dans une variété dépendent de l'objectif que s'est fixé l'agriculteur et des conditions climatiques et pédologiques locales. Pour choisir une variété, il faut avoir en tête les caractéristiques fondamentales suivantes :

a) Productivité : Sans aucun doute, la capacité de production de la variété est un facteur fondamental qui doit orienter notre choix. Cependant, selon les particularités agro climatiques, la production peut être plus au moins régulière.

b) Qualité : Le critère de qualité est complexe et recouvre plusieurs facteurs dont ; les caractéristiques technologiques, certaines variétés peuvent ainsi mieux répondre que d'autres à une spécificité recherchée par le sélectionneur et l'industrielle.

c) Précocité : Les variétés modernes présentent une période de floraison- maturité plus courte que les anciennes, ce qui permet de concilier beaucoup plus facilement les deux facteurs ; floraison tardive pour éviter les gelées et maturité précoce pour éviter le dessèchement.

d) Résistance : Aux maladies et aux accidents. Il est indispensable que la variété possède une résistance suffisante aux maladies et aux accidents les plus fréquents dans la région.

e) Pouvoir de multiplication : Non seulement la multiplication naturelle des plantes permet d'économiser beaucoup de graines, ce qui n'est pas négligeable, mais en plus elle permet de compenser une naissance déficiente si peu de plantes parviennent à émerger (Ait kaki, 1993 ; Canado et al., 2003).

f) Alternativité : C'est une caractéristique variétale ; le degré d'alternativité est fonction du besoin en vernalisation. Il devrait être déterminé par la date limite à partir de laquelle la montée ne se produit plus.

g) Qualité de la récolte : En ce qui concerne les blés durs, la culture est destinée à la fabrication des semoules et des pâtes alimentaires. La semoulerie recherche des lots ayant des rendements élevés en semoule (Dulcir, 1978).

2. Travail du sol :

Les labours profonds d'été (25 à 30 cm) permettent d'assurer l'accumulation de l'eau des pluies d'automne (Clement et Prats, 1970), la destruction des mauvaises herbes, le

Chapitre I : Revu bibliographique

maintien et l'amélioration de la structure du sol, l'enfouissement des engrais et des résidus de récolte et la réalisation de lit de semences. On utilise généralement une charrue à socs ou à disques (Belaid, 1996). La terre doit être affinée en surface par passage de pulvérisateur à disques ou de herse, et retassée au croskill avant et après le semis (Clement et Prats, 1970 ; Kribaa et al., 2001).

3. Le semis :

Le semis dépend de la variété. Elle permet de maîtriser la période optimale de floraison pour éviter les gelées tardives et les siroccos précoces. Elle permet aussi de profiter, pour le semis tardif, de l'action favorable des pluies sur les structures du sol ; mais un semis tardif provoque une diminution du nombre de racines primaires (Chabi et al., 1992) et limite le tallage herbacé. Selon Clement et Prats (1970), l'époque la plus favorable est comprise entre le 01 novembre et le 15 décembre.

4. La fertilisation :

La fertilisation est l'ensemble des apports d'engrais (substances chimiques apportant des éléments minéraux à une plante cultivée), et la fumure (désignant l'apport de fumier). Henry et De Buyser (2000), notent qu'il est préférable que la fumure soit apportée lors de la culture sarclée précédent le blé. Plusieurs recherches et démonstrations menées pratiquement dans tous les pays ont montrés que les engrais minéraux contribuent jusqu'à plus de 50% des augmentations de rendement par unité de surface, la fertilisation est donc un facteur très important de production (Fink, 1982 ; Joly, 1988 ; Kribaa et al., 2001). Les effets des engrais sur les rendements sont aussi grandement influencés par l'amélioration des autres facteurs de production tels que l'irrigation, les techniques culturales, sans oublier la qualité de l'assolement –rotation des systèmes de cultures (Chahrour, 2004).

8.1. L'objectif de l'amélioration génétique :

L'un des objectifs importants de l'amélioration est de pouvoir utiliser de manière combinée des outils biotechnologiques et biochimiques avec ceux de la sélection classique (Nachit et al., 1998). Notamment, l'utilisation des techniques biochimiques qui permettent une caractérisation génétique des variétés ; actuellement, ce sont les techniques d'électrophorèses, et dans certains cas d'électrofocalisation, qui paraissent présenter le meilleur compromis entre la finesse et la reproductibilité des résultats. Et les biotechnologies,

Chapitre I : Revu bibliographique

tel que l'haplodiploidisation qui s'est révélée être un outil efficace tant en sélection qu'en marquage moléculaire (Nachit et al., 1998).

8.1.1 Outils biochimiques et technologiques :

L'application des outils biochimiques diffère suivant l'étape du cycle de sélection. Les premiers tests d'approche de la qualité génotypique ou intrinsèque mis au point par les sélectionneurs et les chimistes céréaliers, sont basés sur l'étude de la fraction protéique. Comme l'a souligné Autron (1981), c'est en se basant sur les caractéristiques biochimiques du grain que de véritables tests de sélection peuvent être découverts et développés. Parmi les différents constituants biochimiques susceptibles d'être retenus, il convient de distinguer : la qualité et la rétention en principes constituants de la graine.

8.1.2. Outils biotechnologiques :

L'apport des biotechnologies végétales, notamment l'utilisation des méthodes in vitro, constitue un instrument complémentaire aux méthodes conventionnelles, en particulier l'haplo-diploidisation, la culture de cellules isolées embryogènes, la culture de microspores isolées, le sauvetage d'embryons immatures, et l'utilisation des marqueurs moléculaires (L'amplification par P.C.R., technique rapide et simple et de l'haplodiploidisation), permettent l'accélération des schémas de sélection (D'ovidio et al., 1990 ; Nachit et al.,1998 ;Ait Kaki, 2007).

Les biotechnologies se caractérisent par le fait qu'elles s'adressent, en général, à des éléments dissociés de la plante. Elle permet une nouvelle ouverture vers la génétique moderne par :

- Dissociation de la plante en organes, tissus, cellules, protoplastes, noyaux, ADN etc...
- Manipulation et modification de l'élément dissocié.
- Reconstitution d'individus – plantes nouvelles.
- Sélection des produits obtenus.
- Mise en évidence de gène candidats.
- Cartographie d'une population de blé. (Demarly, 1995).

Chapitre I : Revu bibliographique

Le développement de la biotechnologie a permis la réduction des délais d'obtention de lignée pure, objective du sélectionneur, ainsi la caractérisation phénotypique et l'appréciation de la valeur génétique des génotypes pourront se faire précocement. Les biotechnologies mettent donc à la disposition des biologistes des possibilités dont la variété et la puissance sont incomparables et ont ouvert une nouvelle voie à l'étude des réactions de la plante face à l'environnement (Mon neveux, 1997). Il est important de souligner que la biotechnologie est l'étape de l'art dans l'amélioration des plantes.

9-Formation du rendement chez le blé

9.1-Physiologie du rendement

L'objectif principal dans un programme d'amélioration des plantes vise en premier lieu à accroître le rendement qui est un caractère polygénique (Picard, 1991), très variable selon les conditions éco-climatique et techniques (Bœuf, 1948).

L'expression de ce caractère résulte du fonctionnement d'un peuplement, c'est-à-dire de l'ensemble des plantes qui, pendant la durée du cycle végétatif sont en concurrence pour l'utilisation des ressources du milieu (Masle et al, 1981).

Le rendement s'élabore tout au long du cycle de développement de la plante (Couvreur et Masse, 1983 ; Amboulet et al, 1983) ; c'est le résultat de l'interaction d'un certain nombre de composantes et de nombreux effets physiologiques qui se forment successivement ou simultanément durant le cycle végétatif, entre lesquels des phénomènes de compensation interviennent (Ingoat et Couvreur, 1979). Dans certaines limites, les composantes du rendement entrent en concurrence entre elles, ce qui peut affecter le rendement (Grignac, 1978 et Vilain, 1987).

La progression génétique dans l'accroissement du rendement en grain est le résultat de deux facteurs essentiels :

Accroissement du rendement biologique : le progrès génétique doit résulter d'une augmentation de l'efficacité photosynthétique des céréales qui est la résultante de l'effort consenti sur les caractères morphologiques et physiologiques (Amboulet et al, 1983).

Accroissement de la ration grain par rapport à la paille du blé, toute la valeur avoisine les 50 % (Balla et al, 1989) ce qui est dans certains cas un objectif de sélection.

Chapitre I : Revu bibliographique

Le cas le plus extrême dans ce domaine c'est la sélection de variétés naines pour lesquelles le rapport grain sur paille est le plus élevé possible. Cependant, dans ce cas une baisse de la taille des plantes risque d'entraîner une réduction des autres organes de la plante (épi, graines) et peut même avoir des conséquences quant à la sensibilité aux maladies ainsi que la qualité technologique (Paquet, 1968) par des effets de corrélations négatives.

La qualité technologique est un caractère variétal très influencé par les facteurs de milieu (Bœuf, 1948 ; Sadli, 1993). C'est ainsi qu'une nutrition azotée et potassique convenable engendre une bonne formation du grain ainsi qu'une bonne qualité (Rousset, 1986 et Roy, 1989) ; de même qu'un sol riche en phosphore accélère la précocité et donne une bonne qualité du grain avec plus de résistance à la verse (Grignac, 1978).

En conditions humides, lors de la maturation, les grains du blé dur deviennent farineux à cause des fissurations intercellulaires (Percival, cité par Grignac, 1970) : c'est le mitadinage.

Une forte évapotranspiration pendant le remplissage des grains engendre des grains ridés : c'est l'échaudage (Chevalier, 1957 ; Boyeldieu, 1980 et Masle, 1982).

10. Composantes du rendement :

Chez les céréales un certain nombre de caractéristiques mesurables constituent les composantes de rendement que l'on peut schématiser selon la formule suivante :

Nombre d'épis /m² x Nombre de grains /épi x Poids de 1000 grains (Vilain, 1987)

La part de chaque composante dans l'élaboration du rendement dépend du génotype ainsi que des conditions du milieu. De nombreux travaux relatifs aux liaisons entre différentes composantes du rendement ont été réalisés.

10.1 Nombre d'épis par plante :

Bensalem et al (1991) ont établi une liaison entre le tallage épi et le rendement ; par contre ils n'ont pas trouvé de liaison entre le tallage herbacé et le rendement en grain. Selon Austenson et Walton cités par Nass (1973), le nombre d'épis par plante est la composante la plus prépondérante du rendement.

L'accroissement du nombre d'épis n'entraîne pas toujours une augmentation du rendement à cause de la compétition induite par le nombre de grains par épi (Combe, 1981).

Chapitre I : Revu bibliographique

C'est ainsi que le rendement chez l'orge est pratiquement identique pour des peuplements allant de 50 à 800 plants par mètre carré (Boyeldieu, 1980).

Pour Bouzerzour (1992), le nombre d'épis par mètre carré est négativement corrélé au rendement en grain, au nombre de grains /m² et au nombre de grains par épi, ceci vient probablement du fait que les conditions du milieu des hauts plateaux favorisent la production d'épis par unité de surface qui agissent négativement sur la fertilité et indirectement sur le rendement.

10.2 Nombre de grains par épi

Selon Dunder (1976), le rendement du blé est très dépendant du nombre de grains par épi, le coefficient de corrélation entre les deux caractères est de 0,917.

Le nombre de grains par épi est influencé par le nombre d'épis par m², par les caractéristiques variétales, par la disponibilité en eau et par la nutrition azotée et phosphopotassique (Belaid, 1986). Aussi le nombre de grains par épi est fonction du nombre d'épillets par épi et du nombre de grains par épillets (INA, 1979), chez le blé tendre, on peut trouver 3 à 5 grains par épillets alors que chez l'orge, il n'y a qu'un grain par épillet (Lafarge et Gaul., 1985).

Selon Bendjama (1977), le nombre de grains par épi varie fortement, il diminue avec l'augmentation de la densité de semis.

10.3 Poids de mille grains

Le poids de 1000 grains dépend des conditions de nutrition et de peuplement (Masle, 1982).

Un coefficient de corrélation variable de 0,08 à 0,80 est trouvé par Aissani (1989) entre le rendement et le poids de 1000 grains, dans les conditions des hauts plateaux sétifiens. 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 et à un degré moindre à la verse (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 et Paquet, 1961). Selon Grignac (1970) cette baisse du taux d'azote dans le grain ne favoriserait

Chapitre I : Revu bibliographique

pas la formation d'un grain vitreux, ce même auteur relève une relation étroite entre le poids de 1000 grains et le mitadinage.

Un apport de la fumure azotée pendant la croissance des grains accroît le poids de 1000 grains (Combe, 1981). Une relation positive a été établie entre le niveau moyen du palier hydrique du grain et le poids spécifique à la maturité (Malet et Gurnade, 1981), cependant, Sadli (1993) n'a trouvé aucune relation entre le rendement et le mitadinage.

Fonseca et Paterson (1968) ont trouvé une héritabilité au sens étroit du poids de 1000 grains de 0,472.

11. Durée de cycle végétatif de développement :

11.1. La biologie du blé :

Qu'elle soit vivace ou annuelle, toutes les graminées ont un rythme de végétation et de fructification annuel. Au cours de ses différents stades de croissance, le blé présente des exigences variables en eau et en matières minérales.

Ainsi les différents stades du cycle de développement du blé sont tous très importants mais, toutefois, trois phases peuvent être retenues, ils s'agissent de la phase : Levée début Montaison, Montaison Floraison et Floraison Maturation, chacune d'elles coïncidant avec les phases d'élaboration du rendement caractérisées par l'une des composantes : épis/plant, grains/épis et poids du grain (Gate et al., 1997).

11.2. Le cycle physiologique du blé (Annexe tableau C) :

Dans ce cycle annuel, une série d'étapes séparées par des stades repères, permettent de diviser le cycle évolutif du blé en deux grandes périodes :

- Une période végétative Et une période reproductrice.

Chapitre I : Revu bibliographique

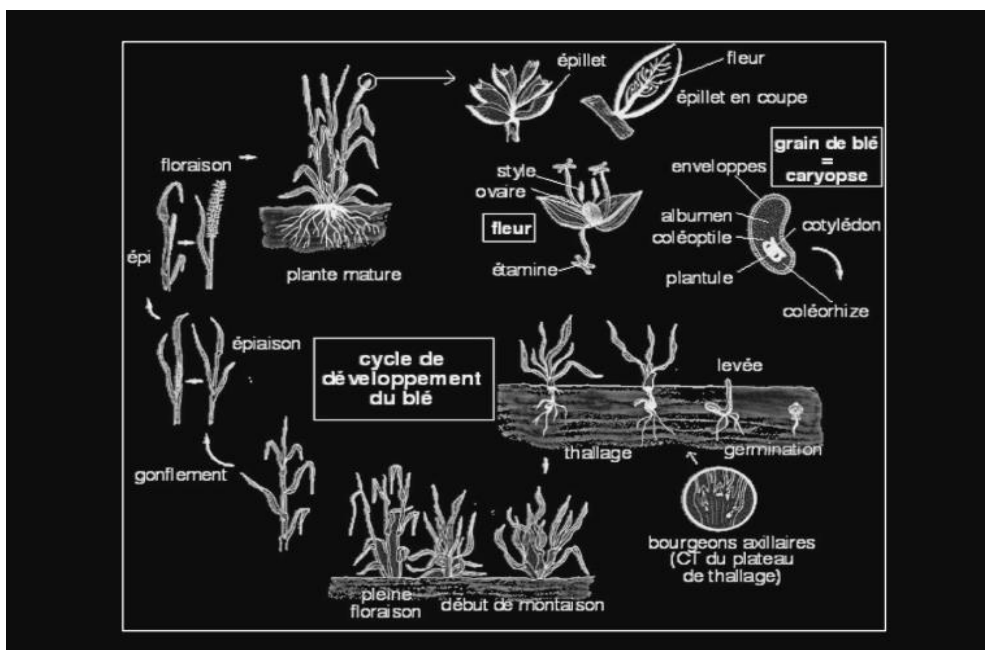


Figure 06 : Cycle de développement de blé (ry et al. 2000)

11.2.1 Période végétative :

Elle s'étend de la germination à l'ébauche de l'épi. On y trouve deux stades :

11.2.1.1 Phase Germination - levée La germination

Est le passage de la semence de l'état de vie lente à l'état de vie active. Le grain de blé ayant absorbé au moins 30% de son poids en eau. La coléoptile joue un rôle protecteur et mécanique pour percer le sol. A la levée les premières feuilles amorcent la photosynthèse. Néanmoins les réserves du grain continuent à être utilisées. On parlera de levée lorsque 50% des plantes seront sorties de la terre (Chabi et al., 1992).

11.2.1.2 Phase Levée- Tallage

Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale primaire. Il est caractérisé par trois caractéristiques : • Formation du plateau de tallage. • Emission des talles. • Sortie de nouvelles racines.

L'importance du tallage dépendra de la variété, de la densité de semis, de la densité d'adventices et de la nutrition azotée (Chikhi, 1992). Le tallage marque la fin de la période

Chapitre I : Revu bibliographique

végétative et le début de la phase reproductive, conditionnée par la photopériode et la vernalisation qui autorisent l'élongation des entre-nœuds (Gate, 1995).

11.2.2. Période reproductrice

Elle comprend la formation et la croissance de l'épi ; elle se caractérise par :

11.2.2.1 Phase Montaison

Gonflement Elle se manifeste à partir du stade épi à 1 cm, c'est la fin du tallage herbacé et la tige principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entre nœuds, auparavant emplies sous l'épi (Belaid, 1996). Il est suivi du stade 1 à 2 nœuds, ici les nœuds sont aisément repérables sur la tige. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Merizek, 1992).

11.2.2.2 Epiaison – fécondation

C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que va s'effectuer la fécondation. Le nombre de fleurs fécondées durant cette période critique dépendra de la nutrition azotée et l'évapotranspiration (Clement et Prats, 1970). Elle correspond au maximum de la croissance de la graine qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de transpiration qui influencent le nombre final de grain par épi.

11.2.2.3 Grossissement du grain

Il correspond à la croissance de l'ovaire. Il s'agit d'une phase d'intense activité de la photosynthèse. A la fin de cette phase 40 à 50% de réserves se sont accumulées dans le grain qui, ayant bien sa taille définitive, reste mou et de couleur verte. C'est le stade grain laiteux (Chabi et al., 1992).

11.2.2.4 Maturation du grain

C'est la dernière phase du cycle végétatif. D'après Belaid (1996) la maturation correspond à l'accumulation de l'amidon dans les grains. Par la suite, les grains perdent leur humidité :

Chapitre I : Revu bibliographique

- A 45% d'humidité, c'est le stade pâteux.
- A 20% d'humidité, c'est le stade rayable à l'ongle.
- A 15 – 16% d'humidité, c'est le stade cassant (mûr pour la récolte).

12-Tolérance aux Stress biotiques :

Ce type de stress constitue une action défavorable d'un organisme vivant sur un autre organisme comme l'attaque d'un pathogène par exemple (Fakih, 2015).

Ces organismes peuvent être des champignons, des bactéries, des virus, des nématodes, et des insectes. Ils infectent les végétaux, ce qui affecte la croissance et le rendement et peuvent conduire à leur mort (Fakih, 2015).

Les facteurs biotiques représentent donc l'ensemble des influences qu'exercent les êtres vivants entre eux et sur le milieu (Badraoui et Meziani, 2019).

12-1-Les maladies du blé

La septoriose et la fusariose des épis sont des maladies particulièrement délétères pour les blés cultivés. Ces deux maladies sont classées dans le top 10 des maladies fongiques. A ce jour, il n'existe pas de variété 100% résistante à la septoriose ou à la fusariose et la lutte repose principalement sur l'utilisation de fongicides chimiques. Ces derniers n'ont parfois qu'un effet limité et présentent des risques en termes de santé humaine et de protection de l'environnement (Aktar et al., 2009).

12-2-La réponse de la plante

Dans la nature, les plantes répondent aux stress biotiques et abiotiques en déclenchant des réponses immunitaires visant la limitation de la progression du pathogène ou des dégâts causés par les fluctuations abiotiques. Une plante est affectée lorsque le pathogène ou le stress physique se développe plus rapidement que son immunité n'est déclenchée. Il est donc logique d'estimer que si l'immunité de la plante est activée avant que la maladie ou le stress abiotique ne se présente, la plante pourra mieux assurer sa protection. Dans cette optique, la stimulation de l'immunité végétale constitue une alternative pertinente qui s'avère prometteuse dans un certain nombre de cas (Reglinski et al., 1994 ; Sanchez et al., 2012 ; Gruau et al., 2015 ; Comby et al., 2017 ; Theocharis et al., 2012).

Chapitre I : Revu bibliographique

La stimulation préventive des réactions de défense est opérée de 2 manières différentes qui s'inscrivent pleinement dans le bio-contrôle. La première consiste à sprayer des éliciteurs (molécules naturelles non toxiques pour l'environnement) sur différents organes de la plante. La seconde vise à faire coloniser la plante par des micro-organismes bénéfiques (lutte biologique), en surface ou dans les organes de la plante. Ces deux technologies se traduisent in fine par un certain niveau de tolérance/résistance de la plante cible aux stress biotiques et/ou abiotiques.

13. Tolérance des stress abiotique :

13.1. Notion de stress

Le stress est l'ensemble des conditions qui provoquent des changements des processus physiologiques résultant éventuellement des dommages, blessures, inhibition de la croissance ou de développement (Hopkins, 2003). Selon Laval-martin et Mazliak (1995) le stress est toute pression dominante exercée par un paramètre de l'environnement perturbant le fonctionnement habituel de la plante et tout facteur qui limite la production de la matière sèche au-dessous de son potentiel génétique.

13.2. Stress abiotiques

Les facteurs abiotiques sont dûs principalement à des facteurs environnementaux (Lezzar et Meziani, 2015) .ces contraintes abiotiques peuvent êtres dues à des conditions météorologiques défavorables (froid, chaleur excessive, sécheresse) ou à des compositions adverses du sol (salinité) Les stress abiotiques sont généralement dus à la salinité (Luhua et al.,2008), la sécheresse (Giraud et al.,2008), , les hautes ou les basses températures (Larkindale et Vierling,2007; Juan et al.,2008), la lumière (Giraud et al.,2008), l'excès ou le déficit en aliments (Zsigmond et al.,2008), les métaux lourds (Klein et al.,2008), les polluants (Chen et al.,2007) indépendamment ou en combinaison. Les stress abiotiques peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques. (shilpi et Narendra, 2005 ; Less et GalilI,2008). Et peuvent même entrainer la mort des plantes (Guo et David ho, 2008).

Chapitre I : Revu bibliographique

13.3. Stress thermique

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes (Oukarroum, 2007). 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).

L'action de la température est permanente tout le long du cycle. Elle conditionne l'absorption des éléments nutritifs, l'activité photosynthétique, l'accumulation de la matière sèche et le passage d'un stade végétatif à un autre (Van Oosterom et al., 1993, Mekhlouf et al., 2006).

Les hautes températures sont particulièrement néfastes, parce qu'elles affectent indirectement les rendements et directement les processus physiologiques notamment le statut hydrique de la plante (Paulsen, 1994). Le froid hivernal limite la croissance au moment où l'eau est disponible et allonge le cycle de la plante pour l'exposer à la sécheresse au début de l'été (Chenafi et al., 2006).

13.4. Stress hydrique

Le stress hydrique est l'un des stress environnementaux les plus importants, affectant la productivité agricole autour du monde (Boyer, 1982). Il occupe et continuera d'occuper une très grande place dans les chroniques agro-économiques. C'est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi-arides, où les précipitations changent de déficit hydrique (Boyer, 1982). Il se traduit chez la plante par une série de modifications qui touchent les caractères morpho-physiologiques, biochimiques, génétiques et même les niveaux d'expression des gènes associés à la sécheresse (Mefti et al., 2000).

12.5. Stresse salin

Le stress salin est une brusque augmentation de la concentration en sels qui conduit d'un part, un afflux plus élevé d'ions dans la cellule suite à la chute de la concentration du milieu externe, d'autre part, à une perte d'eau par voie osmotique (Ben hebreche et Djafour, 2011). De ce fait, ainsi la salinité constitue un problème majeur des régions arides et semi-arides dans le monde où les précipitations sont insuffisantes pour lessiver les sels de la rhizosphère (François et Maas, 1994).

Chapitre I : Revu bibliographique

13.6. Stress induit par le froid

Le gel sur les plantes En hiver, les plantes subissent un effet prolongé des basses températures (Chilling : températures positives et inférieures à cinq degrés) et plus transitoirement, un effet du gel (freezing : températures négatives) (Charrier, 2011). En réalité, ce que l'on définit comme stress dû au gel est une contrainte supplémentaire due à la formation de glace engendrée par le stress des basses températures. Lorsqu'il y a gel, au stress strictement thermique s'ajoute d'autres stress secondaires tels que stress osmotique, hydrique, mécanique.

14. La qualité technologique du blé :

Elle est influencée par chacun des constituants du grain qui joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité. Parmi ces composants : les protéines l'amidon, les lipides, les enzymes, etc...

-Les protéines : Le grain de blé dur est constitué d'environ 12% de protéines, qui sont essentiellement localisées dans l'albumen et la couche d'aleurone. Cette teneur est susceptible de varier (de 8 à 20% de MS), en fonction des variétés, des facteurs climatiques, agronomiques et des conditions physiologiques de développement de la plante, des parties histologiques du grain et de la maturation du grain. La teneur en protéines est un facteur déterminant des propriétés rhéologiques et culinaires des semoules. Elles sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires à 87%.

La qualité des protéines est un caractère extrêmement héritable et, seulement une partie est influencée par l'environnement (Liu et al., 1996). Sur le plan quantitatif la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante (Mok, 1997).

Sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, celles-ci étant liées au patrimoine génétique de la variété.

- L'amidon : L'amidon est le composant essentiel du grain de blé. C'est une substance de réserve stockée dans les cellules de l'albumen du grain qui représente 65-70% (environ $\frac{3}{4}$ de M.S.). Chimiquement l'amidon est un polymère de glucose. Il se présente sous deux formes: l'amylose et l'amylopectine. La qualité de l'amidon dépend du rapport : amylose /amylopectine (Gibson et al., 1997).

Chapitre I : Revu bibliographique

- Les lipides Les lipides du blé représentent en moyenne 2 à 3% du grain sec. Ce sont des constituants mineurs du blé, certains sont libres, mais la majorité est associée aux composants majeurs qui sont l'amidon et les protéines. Leurs effets sont importants dans les processus technologiques. Les lipides jouent un rôle important dans la technologie des produits céréaliers, que ce soit lors de leur fabrication en intervenant sur les caractéristiques rhéologiques, émulsification et production de composés volatiles des pâtes, et par conséquent sur la qualité du produit fini, ou au cours du stockage, en raison des altérations consécutives de leurs acides gras poly insaturés facilement oxydables (Feillet et Dexter, 1996).

Les travaux qui associent la fraction lipidique à la qualité du blé, sont peu nombreux. Généralement, les lipides qui représentent 1-2% de la semoule de blé dur et des pâtes, jouent un rôle relativement important dans la qualité culinaire, en s'associant aux protéines au cours du malaxage ou du séchage des pâtes (Laignelet, 1983). L'effet des lipides sur les propriétés fonctionnelles de la pâte dépend d'un équilibre entre lipides polaires et non polaires. - Les substances minérales Dexter et Matsuo (1977) ont montré que la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. Les études de Matweef (1946), montrent que les cendres des enveloppes peuvent varier du simple au double pour la même variété de blé suivant son milieu de culture. Pour la teneur en cendres d'une semoule ne peut réellement servir de critère de pureté que dans la mesure où elle peut être ramenée à celle du grain entier par la détermination du rapport de la teneur en cendres des semoules sur la teneur en cendres du blé qui doit être inférieur à 0,5. Matweef (1966).

Chapitre II :

Matériels et méthode :

Chapitre II : Matériels et méthode

1. localisation de l'essai:

L'essai est mené sur une parcelle de la ferme Pilote Baaraouia d'Elkhroub, à une quinzaine de kilomètre au sud-est de Constantine a une :

- Altitude moyennede 640 m.
- Latitude : 6°
- Longitude : 36°

Ce site est représentatif des hautes plaines intérieures constantinoises, il se caractérise par des terres vallonnées, assez fertiles avec quelques risques de gel tardif et de sécheresse en fin de cycle.

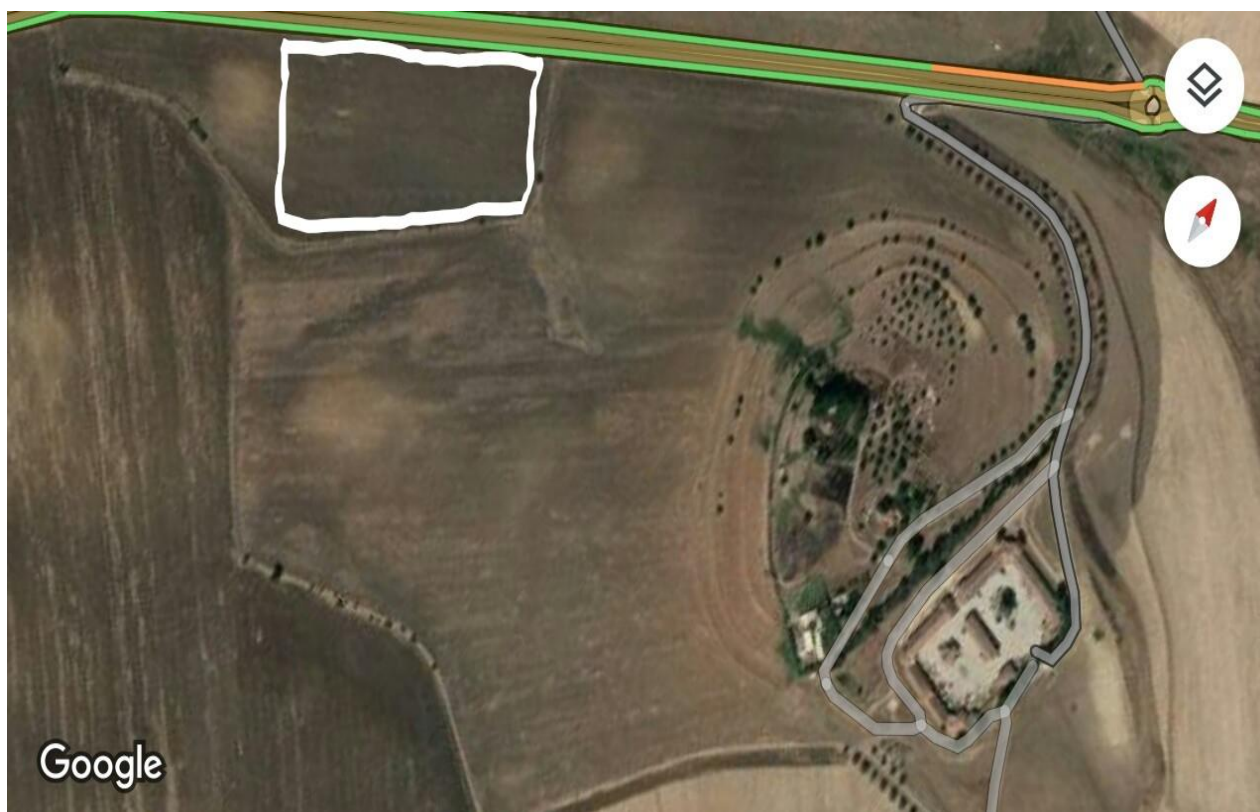


Figure 07 : Image satellite de la parcelle de l'essai à El Baraouia-El Khroub

(36.276524°Nord ; 6.687069°Est)

2. Matériel végétal utilise :

Dix-huit variétés de blé dur ont été choisi, pour la réalisation de cet essai, ce matériel utilisé consiste en une collection de blé dur du programme national de l'amélioration du blé (PNAB) de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA). Les

Chapitre II : Matériels et méthode

variétés utilisés sont : dix variétés populations locales et huit variétés modernes (Tableaux N°03 et N°04).

Tableau N°03 : représente Patrimoine Local Blé Dur 2021

2021	201920	Varieties ou lignées	Caractéristiques
01	BD01	Djennah Khetifa	Variété population très ancienne, tardive, bonne adaptation au zones semi-arides, bonne qualité , MS maladies
02	BD03	M.B.Bachir	Adapt mais tardif, MR.mal, Mod Tol Salinité
03	BD05	T.PoloxZB	Adapt, qual, MS.mal, Mod Tol salinité
04	BD07	Hedba3	tard, qual, Adapt, MS mal,Paille, sensible sel
05	BD09	BIDI17	tard, qual, Adapt, MR mal,Paille pleine, Mod Tol Salinité
06	B D11	O.Zenati 368	tard, qual, Adapt, MS mal
07	BD13	Rahouia	tard, qual, Adapt, MS mal
08	BD15	Guemgoum Rkhem	tard, qual, Adapt, MS mal,Gros grain
09	BD17	Adjini	tard, qual, Adapt, MS mal
10	BD19	Langlois	tard, qual, Adapt, MS mal

Tableau N°04 : Représente le patrimoine moderne du Blé Dur 2021

N ° 2021	Origine	Pedigree	Caractéristiques
11	BDbaa 2020/21	Bellaroi/4/Bcris/Bcum//Iaretalnia/3/ Dkem_12/....	Rdt, Adapt,MR.mal.(bon indice jaune)
12	BDbaa 2020/22	Simeto/3/Sora/2*Plata_12//SRN_3/ Nigris_4/5/Toska_26/...	Rdt, Adapt,MR.mal.qual(Rdt.semoule)
13	BDbaa 2020/23	Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3/4/Mgnl3/ Aghrass2	Rdt, Adapt,MR.mal.
14	BDbaa 2020/24	Ossl1/StjS5/5/Bicredera1/4/BEZAI Z_SHF//SD19539/Waha/3/Stj/Mrb3 /6/Mgnl3	Rdt. Bonne Apt.combinaison

Chapitre II : Matériels et méthode

15	BDbaa 2020/27	Hedba03/M1084	Rdt, Adapt,MR.mal.
16		WAHA	Prec,Rdt, MS.mal
17		BENI MESTINA	Rdt, Adapt,MR.mal.(beau grain, moyen à gros)
18	BDbaa 2020/26	Ter1//Mrf1/Stj2/3/lcasyr1 ICD07- 349-BUMSD-0AP-0Tr-4AP-0Tr- 4AP-0THT-0AP	Rdt, Adapt,MR.mal.

3. caractéristiques de la parcelle :

La parcelle d'étude représente par un terrain plat, homogène, le sol est profond (plus de 2m de profondeur).

D'après les résultats de l'analyse physico-chimique d'un échantillon du sol, prélevé sur une profondeur de 40 cm (tableau N°05) ; il s'agit d'un sol lourd qui nécessite beaucoup de travaux culturales (labour profond, hersage,..etc).

Tableau N°05 : Représente l'analyse physico-chimique d'un échantillon du sol :

Caractéristiques du sol ;		Profondeur du sol 0-40 cm
Granulométrie (%)	Argile	69,25
	Limon fin	19,5
	Limon grossier	2,03
	Sable fin	7,23
	Sable grossier	1,99
texture		Argilo-lourde
Bases échangeables (meq/100g)	K ⁺	1,14
	Na ⁺	1,65
	Ca ⁺⁺	11,1
	Mg ⁺⁺	16,57
Capacité d'échange cationique (CEC) meq/100g		34,4
PH (H2O)		8,32
Conductivité électrique (CE) mmhos / cm		0,38
Calcaire (CaCO ₃)	Actif (%)	18,5
	Total (%)	28,63
Carbone (%)		1,14
Matière organique (%)		1,96
Azote total (%)		0,098
Phosphore (ppm)		338,33
Potassium (%)		0,44

Chapitre II : Matériels et méthode

C/N		11,63
-----	--	-------

FP Baaraouia EL-Khroub (2021)

4. conditions climatiques :

La zone d'EL-Khroub est caractérisée par un climat continental semi-aride à hiver froid, et été chaud et sec ; les premières pluies apparaissent généralement au mois de septembre et la période pluvieuse s'étend jusqu'à la fin du mai. La moyenne pluviométrique annuelle est de 450 mm (Anonyme, 1997)

L'année agricole 2020/2021 a été relativement inférieure à la moyenne avec une répartition pluviométrique irrégulière. Dans l'ensemble, le climat de l'année était doux.

4.1. La pluviométrie :

Le totale des pluies enregistré de septembre 2020 à juin 2021 est de 326mm, il dépasse celui de la moyenne enregistrée sur 20 ans (534.2mm) (Tableau N°06).

Tableau N°6 : pluviométrie moyenne enregistré pendant l'année 2020/2021 :

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Ja	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Tot
Pluv (mm)	40	50	51	55	34,8	9	16	28,8	36,6	4,8	326

(Station : Ain El Bey, Constantine 2020/2021)

Tableau N°7 : pluviomètre moyenne enregistrée sur 20 ans

(1993-1984/ 2003-2004) :

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Ja	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Total
Pluv (mm)	41,2	40	55,6	92,9	79	56	55	53,4	40,4	20,4	534,2

La période automnale a été relativement moyennement humide de septembre 2020 à décembre 2020 avec un cumul pluviométrique de 196mm ; le cumul des 20 ans était de 229,7mm soit un déficit de 33,7mm., ceci a permis un semis correct et dans les temps, des pertes important à la levée ont été notées à cause de la relative période de sécheresse survenue entre janvier et fin mars (59,8mm contre 190mm en moyenne). Les pluies d'avril et de mai ont pu sauver un peu la saison malgré une augmentation progressive des températures (voir tableau N°07).

Chapitre II : Matériels et méthode

4.2. Température :

Tableau N°08 : températures moyennes enregistrées durant la campagne 2020/2021:

mois	sep	oct	nov	dec	jan	fev	mar	avr	mai	juin	juillet
T Min (°)	14,7	12,6	5,8	4,3	0,1	0,9	5,6	7,6	11,1	16,1	19,7
T Max (°)	28,8	27,2	14,7	11,9	9,9	8,9	16,9	19,3	27,3	31,4	34,7
Tmoy (°)	21	19,4	9,9	7,9	4,6	4,7	10,8	13,2	19,2	23,9	26,8
Gel (jours)	0	0	0	3	14	5	2	0	0	0	0

(Station ain El bey, constantine)

La température est un facteur important pour la croissance, elle effectue la disponibilité de l'énergie et c'est grâce aux degrés-jours que la végétation manifeste son rythme biologique (**Halimi,1980**)

La température s'élevée très vite dès le mois de février. Des températures assez hautes sont été enregistrées a partir de mois de mai. Il est signalé que les hautes températures durant le printemps ont coïncidé avec la montaison et l'épiaison, provoquant un raccourcissement du cycle végétatif de la plante.

5. Analyses statistiques :

5.1. Analyse de variance :

Une analyse statistique utilisant le logiciel Statistica a servi pour faire une « ANOVA », la matrice des corrélations et les groupes homogènes avec un dendrogramme a été réalisée sous excelstat.

6. Conduite cultural et entretien phytosanitaire de l'essai :

6.1. Préparation du sol :

Le précédent cultural est une jachère travaillé. La conduite culturale adoptée est celle utilisée en grandes culture. En effet, les travaux réalisés consistent en:

Un labour profond réalisé au cours du mois février, suivi de trois passages du cover-crop, aux mois d'Avril, Mai et Octobre 2020 pour la destruction des mottes et les adventices. L'épandage de lqu/ha de superphosphate à 46% réalisé à l'aide d'un épandeur et le passage d'un cultivateur est effectué juste avant l'opération semis pour la préparation du lit de semence.

Chapitre II : Matériels et méthode

Le semis a été effectué le 12 du mois de Décembre 2020. Au semoir expérimental Oyod, la densité de semis est de 250 grains par m². Elle a été raisonnée en tenant compte de la faculté germinative et du poids de 1000 grains de chaque génotype.

L'apport de 1,5 q/ha d'engrais azoté sous forme d'urée à 46% , suivi du désherbage au Topik+Zoom,(double action) ont été réalisés à l'aide d'un épandeur lors du stade plein tallage.

7. Paramètres mesurés :

Les paramètres étudiés sont :

Paramètres phénologiques :

- La date d'épiaison, pour estimer la durée de la phase végétative, comptée en degrés jours du semis au jour ou 50% des épis sortent de leur graine et la biomasse aérienne accumulée à ce stade.



Figure 08 : Période d'épiaison des variétés de blé dur

Paramètres morphologiques :

- La hauteur de la plante (Cm) a été prise du sol au sommet de la strate moyenne des épis barbes non incluses avant la récolte à l'aide d'une planche graduée.

Les composants du rendement :

- Le nombre d'épis par m² : il est estimé par comptage au niveau de chaque répétition.
- Le nombre de grain par épi : est déterminé sur un échantillon de 10 épis par répétition et par génotype, pris au hasard puis divisé par 10.
- Le poids de mille (1000) grains est obtenu par pesée de 1000 grains (à l'aide d'un compteur à grains électronique (Numigral) puis pesé sur une balance de précision, il est exprimé en grammes.

Chapitre II : Matériels et méthode



Figure 09 : compteur à grains électronique (Numigral)

- Le rendement théorique : déterminé par ses composants comme suit :

$$\text{Rendement théorique} = (\text{nbre épis par m}^2 \times \text{nbre grains par épis} \times \text{PMG}) / 1000$$

- Le taux de la chlorophylle a été mesuré par un appareil qui est le SPAD, il est déterminé sur un échantillon de 3 épis par répétition au hasard.



Figure 10 : appareil pour mesurer la teneur de la chlorophylle.

Chapitre II : Matériels et méthode

Paramètres biochimiques :

- La quantité de protéines totales est mesurée en pourcentage sur un appareil appelé PERTEN.



Figure 11 : appareil pour mesurer le taux de protéine

Chapitre III :

Résultats et discussion

Chapitre III : Résultats et discussion

I. Les variétés locales :

Summary ANOVA

Carrés moyens de l'analyse de la variance

SV	ddl	Epi	Haut (Cm)	Spad	Nbr/M ²	NbreG G/E	PMG	RDT q/h	Prot %
Variété	9	2086,82	182,87	119,15	1383,00	2175	96,87	50,53	0,357
Rep	2	679,18	9,23	85,74	8,63	184	0,55	0,26	0,044
Erreur	18	644,56	28,86	40,92	23,71	1159	1,43	0,82	0,070
CVe (%)		2,01	4,09	12,85	5,41	9,93	2,43	3,44	2,38

NB: valeurs en rouge sont statistiquement significatives au seuil de 5%

D'après l'analyse de variance globale regroupant tous les paramètres, il y a lieu de conclure qu'hormis les valeurs du nombre de grains par épi, il y a des différences significatives entre les différentes variétés pour tous les paramètres mesurés. Les coefficients de variation sont assez faibles (2,01 à 12,85%) induisant une bonne fiabilité des résultats.

Les analyses de variance individuelles sont représentées en annexe.

Le Tableau global des moyennes (tableau N°9) des différentes variétés locales indique pour l'épiaison qui est mesurée en degrés jours la moyenne d'épiaison est de 1262,07°C, les variétés ont atteint le stade épiaison entre 1215,94°C pour la variété V1 à 1308,38°C pour la variété V7. Les différences sont significatives entre les variétés (Tableau en annexe N° A.1).

Tableau N°9 : Le Tableau global des moyennes (tableau N°) des différentes variétés locales testées à Constantine.

Variété	Epi	Haut (Cm)	Spad	Nbr/m ²	NbreG G/E	PMG	RDT q/h	Prot %
V1	1215,94	141,67	59,93	128,33	382,00	46,20	19,13	10,87
V2	1278,92	128,00	50,83	78,33	317,67	46,00	21,90	10,70
V3	1232,60	142,00	39,90	81,33	355,00	50,40	30,50	10,80
V4	1261,03	120,33	53,57	86,00	317,00	49,60	23,70	11,17
V5	1273,11	126,33	43,67	79,00	327,33	48,33	26,20	10,93
V6	1249,54	128,67	48,53	64,00	307,00	51,50	27,90	11,77
V7	1308,38	129,00	52,83	127,67	373,67	46,00	32,00	11,27
V8	1272,63	141,00	41,73	89,33	326,67	63,00	28,80	10,93
V9	1279,03	132,33	54,10	91,00	368,67	41,30	23,70	11,43
V10	1249,54	123,33	52,89	74,67	354,67	50,00	29,20	11,47
Moyenne	1262,07	131,27	49,80	89,97	342,97	49,23	26,30	11,13
Ppds (5%)	43,55	9,22	10,97	8,35	58,39	2,05	1,55	0,45

Chapitre III : Résultats et discussion

I.1. La hauteur des variétés :

Les résultats relatifs à la hauteur des variétés locales indiquent aussi qu'il y a des différences significatives entre les variétés (Annexe N° A.2). V3 (T. Polo x ZB) est la variété la plus haute avec 142 cm, la V4 étant la plus courte avec 120,33 cm.

I.2. Taux de la chlorophylle chez les variétés modernes :

Les résultats relatifs au taux de la chlorophylle chez les variétés locales montrent une différence significative entre les différentes variétés avec une moyenne de 49,80 U. spad. La variété V1 (Djennah Khetifa) a marqué la grande valeur avec 59,93 U. spad au contraire de V3 (T. Polo x ZB) a été la plus faible avec 39,90 U. spad.

Tableau N°10 : taux de la chlorophylle (Spad) chez les géotypes locaux étudiés.

N°	Variété ou ligné e	Spad
1	Djennah Khetifa	59,93
2	MBBachir	50,83
3	T. Polo xZB	39,90
4	Hedba3	53,57
5	BIDI 17	43,67
6	O.Zenati 368	48,53
7	Rahouia	52,83
8	Guemgoum Rkhem	41,73
9	Adjini	54,10
10	Langlois	52,89

Moyenne générale = 49,80 U. spad

Chapitre III : Résultats et discussion

I.3. Nombre d'épi par m² :

Le nombre d'épis au mètre carré indique des différences significatives (Anova en annexe N°A.4) et varie de 64 épis chez O. Zenati 368 à 128,33 pour la lignée V1 (Djennah Khetifa).

Tableau N°11 : nombre moyen d'épis par m² des variétés locales étudiés.

N°	Variété ou ligné e	Epi/m ²
V1	Djennah Khetifa	128,33
V2	MBBachir	78,33
V3	T.Polo xZB	81,33
V4	Hedba3	86
V5	BIDI 17	79
V6	O.Zenati 368	64
V7	Rahouia	127,67
V8	Guemgoum Rkhem	89,33
V9	Adjini	91
V10	Langlois	74,67

Moyenne générale = 89,97

I.4. Le nombre de grains par épi :

Au niveau de ce paramètre, les résultats ne montrent aucune différence significative (Annexe N° A.5).

I.5. Le poids de 1000 grains :

Les résultats relatifs au poids de 1000 grains montrent qu'il y a des différences significatives entre les différentes variétés (voir Anova en Annexe N° A.6). Le poids de mille grains le plus faible a été celui du V9 avec 41,30 grammes, par contre la lignée V8 plafonne à 63 gr.

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau N°12 : poids de 1000 grains des variétés locales étudiés.

N°	Variété ou ligné e	PMG (g)
V1	Djennah Khetifa	46,20
V2	MBBachir	46
V3	T.Polo xZB	50,40
V4	Hedba3	49,60
V5	BIDI 17	48,33
V6	O.Zenati 368	51,50
V7	Rahouia	46
V8	Guemgoum Rkhem	63
V9	Adjini	41,30
V10	Langlois	50

Moyenne générale = 49,23 g

I.6. Rendement des grains :

Les différentes variétés ou lignées diffèrent significativement aussi pour le rendement (Annexe N° A.7). L'intervalle de rendement grain fluctue entre 19,13 q/ha pour V1 à 32 pour la variété Rahouia V7.

Les résultats relatifs au rendement des grains sont reportés dans le tableau suivant :

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau N°13 : rendement en grains des variétés locales étudiés.

N°	Variété ou ligné e	Rdt en grains (q/ha)
1	Djennah Khetifa	19,13
2	MBBachir	21,90
3	T.Polo xZB	30,50
4	Hedba3	23,70
5	BIDI 17	26,20
6	O.Zenati 368	27,90
7	Rahouia	32
8	Guemgoum Rkhem	28,80
9	Adjini	23,70
10	Langlois	29,20

Moyenne générale = 26,30 (q/ha)

I.7. Le taux des protéines chez les variétés locales :

Le taux de protéines totales montre aussi des différences significatives entre les variétés ou lignées (Annexe N° A.8), en effet on a atteint un taux de 11,77% chez la lignée V6, Rahouia qui a donné le meilleur rendement en grain n'a que 11,27 % de taux de protéines totales.

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau N°14 : taux des protéines des variétés locales étudiés.

N°	Variété ou ligné e	Protéines (%)
1	Djennah Khetifa	10,87
2	MBBachir	10,70
3	T.Polo xZB	10,80
4	Hedba3	11,17
5	BIDI 17	10,93
6	O.Zenati 368	11,77
7	Rahouia	11,27
8	Guemgoum Rkhem	10,93
9	Adjini	11,43
10	Langlois	11,47

Moyenne générale = 11,13%

II. Les variétés modernes :

Summary ANOVA

Carrés moyens de l'analyse de la variance

SV	ddl	Epi	Haut (Cm)	Spad	Nbr/M ²	NbreG/E	PMG	RdtG q/h	Prot %
Variété	7	2440,23	72,18	64,51	2325,2	8807,33	82,11	170,75	17,55
Rep	2	901,41	55,17	157,68	30,1	323,38	0,25	0,57	0,10
Erreur	14	726,01	11,60	40,25	106,2	1381,76	1,22	2,60	0,11
CVe (%)		2,16	3,88	12,46	7,95	9,70	2,56	4,08	3,02

NB: valeurs en rouge sont statistiquement significatives au seuil de 5%

D'après l'analyse de variance globale regroupant tous les paramètres, il y a lieu de conclure qu'hormis les valeurs du SPAD pour la teneur en chlorophylle, il y a des différences significatives entre les différentes variétés pour tous les paramètres mesurés. Les coefficients de variation sont assez faibles (2,16 à 9,70%) induisant une bonne fiabilité des résultats.

Les analyses de variance individuelles sont représentées en annexe.

Chapitre III : Résultats et discussion

Le Tableau global des moyennes (tableau N°15) des différentes variétés modernes indique pour l'épiaison qui est mesurée en degrés jours la moyenne d'épiaison est de 1245,24°C, les variétés ont atteint le stade épiaison entre 1190,5°C pour la variété V17 à 1273,11°C pour la variété V18. Les différences sont significatives entre les variétés (Tableau en annexe N° B.1).

Tableau N°15 : Le Tableau global des moyennes (tableau N°) des différentes variétés modernes testées à Constantine.

Variété	EPI (°)	Haut (Cm)	Spad	NP/M2	NbreG/E	PMG (g)	RdtG q/h	Prot (%)
V11	1261,84	86,67	48,47	170,33	316,00	34,33	42,18	14,43
V12	1255,82	92,33	51,00	145,00	343,00	45,20	25,47	15,20
V13	1214,25	81,67	45,87	138,33	388,33	42,70	44,33	9,17
V14	1244,19	87,00	58,33	127,67	408,33	48,20	43,10	10,20
V15	1255,24	90,33	49,03	126,00	464,33	46,70	31,53	10,80
V16	1266,97	83,67	49,57	128,33	351,00	39,80	49,07	8,70
V17	1190,50	96,33	57,67	71,00	450,67	38,70	41,20	10,33
V18	1273,11	84,33	47,30	130,33	343,33	49,50	39,37	9,67
Moyenne	1245,24	87,79	50,90	129,63	383,13	43,14	39,53	11,06
Ppds (5%)	47,19	5,96	11,11	18,05	65,10	1,93	2,82	0,59

II.1 La hauteur des variétés :

Les résultats relatifs à la hauteur des variétés modernes indiquent aussi qu'il y a des différences significatives entre les variétés (Annexe N° B.2). V17 (Beni Mestina) est la variété la plus haute avec 96,33 cm, la V13 étant la plus courte avec 81,13cm

II.2 Taux de la chlorophylle chez les variétés modernes :

Les résultats relatifs au taux de la chlorophylle chez les variétés modernes ne montrent aucune différence significative entre les différents génotypes.

II.3 Nombre d'épi par m² :

Le nombre d'épis au mètre carré indique des différences significatives (Anova en annexe N° B.4) et varie de 71 épis chez Beni Mestina à 170,33 pour la lignée V11 (Bellaroi/4/Bcris...).

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 16 : nombre moyen d'épis par m² des géotypes étudiés.

N° 202 1	Origine	Pédigrée	Nbre d'épi/m ²
V11	BDbaa 1920/21	Bellaroi/4/Bcris/Bcum//IIaretalnia/3/Dkem_12/....	170,33
V12	BDbaa 1920/22	Simeto/3/Sora/2*Plata_12//SRN_3/Nigris_4/5/Toska_26/...	145,00
V13	BDbaa 1920/23	Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3/4/Mgnl3/Aghrass2	138,33
V14	BDbaa 1920/24	Ossl1/StjS5/5/Bicredera1/4/BEZAIZ_SHF//SD19539/Waha/3/St j/Mrb3/6/Mgnl3	127,67
V15	BDbaa 1920/27	Hedba03/M1084	126,00
V16		WAHA	128,33
V17		BENI MESTINA	71,00
V18	BDbaa 1920/26	Ter1//Mrf1/Stj2/3/lcasyr1 ICD07-349-BUMSD-0AP-0Tr-4AP- 0Tr-4AP-0THT-0AP	130,33

Moyenne général : 129,63

II.4 Le nombre de grains par épi :

Au niveau de ce paramètre aussi, les différences sont significatives (Annexe N° B.5). Ce paramètre a varié de 31,6 G/épi chez la variété V11 à 46,43 G/épi chez la V15. Les résultats relatifs au nombre moyen de grains par épi sont reportés dans le tableau suivant :

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 17 : nombre de grains par épi des variétés modernes étudiés.

N° 202 1	Origine	Pédigrée	NbreG/épi
V11	BDbaa 1920/21	Bellaroi/4/Bcris/Bcum//Iaretalnia/3/Dkem_12/....	31,6
V12	BDbaa 1920/22	Simeto/3/Sora/2*Plata_12//SRN_3/Nigris_4/5/Toska_26/...	34,3
V13	BDbaa 1920/23	Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3/4/Mgnl3/Aghrass2	38,83
V14	BDbaa 1920/24	Oss11/StjS5/5/Bicrederaa1/4/BEZAIZ_SHF//SD19539/Waha/3/Stj/Mrb3/6/Mgnl3	40,83
V15	BDbaa 1920/27	Hedba03/M1084	46,43
V16		WAHA	35,1
V17		BENI MESTINA	45,07
V18	BDbaa 1920/26	Ter1//Mrf1/Stj2/3/lcasyr1 ICD07-349-BUMSD-0AP-0Tr-4AP-0Tr-4AP-0THT-0AP	34,33

Moyenne générale = 38,31

II.5 Le poids de 1000 grains :

Les résultats relatifs au poids de 1000 grains montrent qu'il y a des différences significatives entre les différentes variétés (voir Anova en Annexe N° B.6). Le poids de mille grains le plus faible a été celui du V11 avec 34,33 grammes, par contre la lignée V18 plafonne à 49,50 gr.

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 18 : poids de 1000 grains des variétés modernes étudiés.

N° 202 1	Origine	Pédigrée	PMG (g)
V11	BDbaa 1920/21	Bellaroi/4/Bcris/Bcum//IIaretalnia/3/Dkem_12/....	34,33
V12	BDbaa 1920/22	Simeto/3/Sora/2*Plata_12//SRN_3/Nigris_4/5/Toska_26/...	45,20
V13	BDbaa 1920/23	Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3/4/Mgnl3/Aghrass2	42,70
V14	BDbaa 1920/24	Ossl1/StjS5/5/Bicrederaa1/4/BEZAIZ_SHF//SD19539/Waha/3/St j/Mrb3/6/Mgnl3	48,20
V15	BDbaa 1920/27	Hedba03/M1084	46,70
V16		WAHA	39,80
V17		BENI MESTINA	38,70
V18	BDbaa 1920/26	Ter1//Mrf1/Stj2/3/lcasyr1 ICD07-349-BUMSD-0AP-0Tr-4AP- 0Tr-4AP-0THT-0AP	49,50

Moyenne générale = 43,14 g

II.6 Rendement en grains :

Les différentes variétés ou lignées diffèrent significativement aussi pour le rendement (Annexe N° B.7). L'intervalle de rendement grain fluctue entre 25,47 q/ha pour V12 à 49,07 pour la variété Waha V16.

Les résultats relatifs au rendement des grains sont reportés dans le tableau suivant :

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 19 : rendement en grains des variétés modernes étudiés.

N° 202 1	Origine	Pédigrée	Rdt en grains (q/ha)
V1 1	BDbaa 1920/21	Bellaroi/4/Bcris/Bcum//Ilaretalnia/3/Dkem_12/....	42,18
V1 2	BDbaa 1920/22	Simeto/3/Sora/2*Plata_12//SRN_3/Nigris_4/5/Toska_26/...	25,47
V1 3	BDbaa 1920/23	Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3/4/Mgnl3/Aghrass2	44,33
V1 4	BDbaa 1920/24	Ossl1/StjS5/5/Bicrederaa1/4/BEZAIZ_SHF//SD19539/Waha/3 /Stj/Mrb3/6/Mgnl3	43,10
V1 5	BDbaa 1920/27	Hedba03/M1084	31,53
V1 6		WAHA	49,07
V1 7		BENI MESTINA	41,20
V1 8	BDbaa 1920/26	Ter1//Mrf1/Stj2/3/lcasyr1 ICD07-349-BUMSD-0AP-0Tr- 4AP-0Tr-4AP-0THT-0AP	39,37

Moyenne générale = 39,53 (q/ha)

II.7 Le taux des protéines chez les variétés modernes :

Le taux de protéines totales montre aussi des différences significatives entre les variétés ou lignées (Annexe N° B8), en effet on a atteint un taux de 15,20% chez la lignée V12, Waha qui a donné le meilleur rendement grain n'a que 8,70 % de taux de protéines totales.

Chapitre III : Résultats et discussion

Tableau 20 : taux des protéines des variétés modernes étudiés.

N° 202 1	Origine	Pédigrée	Prot (%)
V11	BDbaa 1920/21	Bellaroi/4/Bcris/Bcum//Iaretalnia/3/Dkem_12/....	14,43
V12	BDbaa 1920/22	Simeto/3/Sora/2*Plata_12//SRN_3/Nigris_4/5/Toska_26/...	15,20
V13	BDbaa 1920/23	Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3/4/Mgnl3/Aghrass2	9,17
V14	BDbaa 1920/24	Oss11/StjS5/5/Bicredera1/4/BEZAIZ_SHF//SD19539/Waha/3/Stj/Mrb3/6/Mgnl3	10,20
V15	BDbaa 1920/27	Hedba03/M1084	10,80
V16		WAHA	8,70
V17		BENI MESTINA	10,33
V18	BDbaa 1920/26	Ter1//Mrf1/Stj2/3/lcasyr1 ICD07-349-BUMSD-0AP-0Tr-4AP-0Tr-4AP-0THT-0AP	9,67

Moyenne générale = 11,06 %

Chapitre III : Résultats et discussion

Discussion des résultats

Ces résultats indiquent que le germoplasme introduit se caractérise par une réduction moyenne de la Durée Phase Végétative de 7 jours, relativement au germoplasme local. Cette valeur moyenne de 7.00 jours est similaire à celle rapportée par Dotlacil et al., (2003), comparant les variétés anciennes locales à celles introduites au niveau européen. En prenant les extrêmes (entre le matériel introduit et le local), la réduction est plus importante, puisque la différence entre la variété la plus précoce (Waha, récente) et la plus tardive (Adjini, ancienne locale) est de 13 jours

L'intérêt de la sélection pour la précocité est probablement l'échappement et la minimisation des effets du manque d'eau et des hautes températures de fin de cycle. A cet effet, Mekhlouf *et al.*, (2006), comparant le comportement du cultivar ancien standard MBB à celui de Waha, variété relativement plus récente, rapportent que si la précocité est désirable en milieu semi-aride pour échapper le déficit hydrique et les hautes températures de fin de cycle, elle fait courir le risque du gel printanier tardif sur les hauts plateaux. Selon Álvaro *et al.*, (2008), la sélection de la précocité à la floraison du blé dur en Espagne a réduit la DPV de 8 jours. Ce chiffre est très voisin de la valeur trouvée dans la présente étude qui est de 7 jours.

Selon Royo et al., (2014) la DPV chez les variétés anciennes locales varie aussi en fonction de leur origine géographique. La durée de cette phase végétative augmente progressivement des zones les plus chaudes et sèches vers les zones plus froides et humides. Cette affirmation semble être partiellement confirmée par les résultats de la présente étude où Bidi17, variété ancienne locale adaptée des zones de faibles altitudes, à température douce (Guelma) est précoce (120.08 j), comparativement à MBB, Guemgoum, Gloire de Montgolfier, qui sont plus tardives (+125.00 j) et adaptées à des zones d'altitudes froides, comme Sétif et Tiaret

La stabilité de la chlorophylle est une caractéristique associée à la tolérance et l'adaptation au stress thermique (Bahlouli et al., 2005). Selon Fokar et al. (1998), le contenu en chlorophylle diminue après l'anthèse mais plus fortement chez les génotypes sensibles au stress thermique que chez ceux qui sont résistants. Comparativement à la valeur seuil prise par la Ppds5%, qui est de 4.22 cci, la différence entre les moyennes du CHL (SPAD) des sources de germoplasme récentes et ancienne, 35.56 vs 35.58 cci, n'est pas significative.

Chapitre III : Résultats et discussion

Au sujet de la hauteur de la plante, Amokrane et al., (2002) notent que la réduction de la taille des plantes, en réponse aux contraintes du milieu, est plus élevée en valeur chez les variétés anciennes hautes que chez les variétés récentes semi-naines. Sous stress, les variétés anciennes perdent 40 cm alors que les variétés récentes n'en perdent que 10 cm uniquement, soit l'équivalent de 36 et 15% en valeur relative. Malgré ces différences de l'effet du stress hydrique sur la taille de la plante, les variétés anciennes restent, sous stress, significativement plus hautes ou de même hauteur que les variétés récentes (Amokrane et al., 2002). Les résultats obtenus par Mohammadi *et al* (2015) d'après une étude menée sur l'interprétation des interactions génotype \times environnement pour le rendement en grains du blé dur pluvial en Iran ont confirmé que la hauteur des plantes est un trait important responsable de l'interaction GE observée et suggèrent que l'interaction GE pourrait être réduite en optimisant la hauteur des plantes (en sélectionnant des plantes de hauteur moyenne), et que les génotypes extrêmement hauts peuvent être éliminés en toute confiance même aux premiers stades de sélection.

Comprendre les performances de rendement des cultivars de blé dans différentes conditions environnementales est essentiel pour sélectionner des objectifs potentiels pour les programmes de sélection et pour prédire le comportement des plantes dans les conditions climatiques futures. La sécheresse et le stress thermique sont plus susceptibles de se produire aux derniers stades du cycle de culture. Ces conditions auront un impact sur la durée des étapes critiques de développement, telles que le développement des grains, limitant les rendements (Pennacchi et al, 2018).

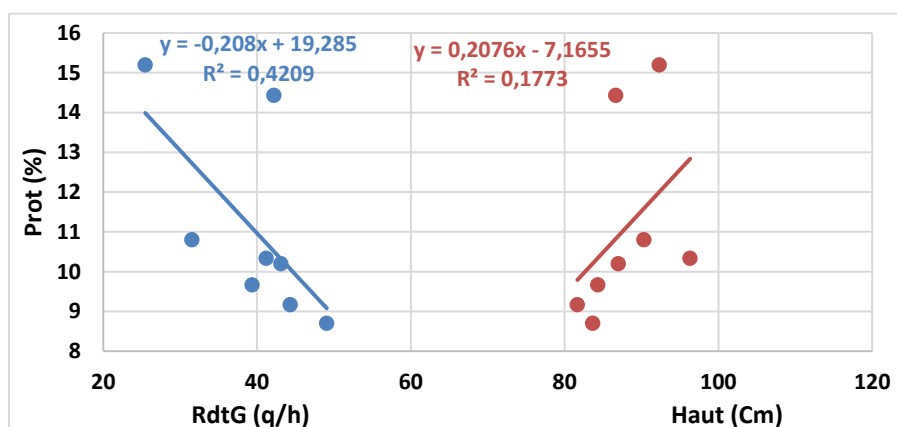
La combinaison d'un rendement élevé et d'une stabilité de rendement est un trait recherché pour la sélection végétale. Selon Pennacchi et al., (2018) l'hypothèse selon laquelle la stabilité du rendement dans des conditions sous-optimales est liée à des pénalités de rendement dans des conditions optimales n'était pas étayée par les résultats rapportés par la même étude. Ils rapportent ainsi une corrélation positive entre la productivité et la stabilité ($r = 0,40$, $p < 0,001$), et la performance des cultivars mis en étude, Gladiator, Humber, Mercato et Zebedee, combinent haute et stable rendements de ces cultivars au cours des trois saisons et des conditions environnementales respectives.

Chapitre III : Résultats et discussion

1-CORRELATIONS INTER CARACTERES

VARIETES MODERNES :

Les corrélations de rang de Spearman (r_s) entre les caractères mesurés des variétés anciennes et des variétés récentes sont données aux tableaux .. Pour les variétés améliorées dites modernes, l'épiaison est corrélée positivement avec le rendement grain (0,88) et le taux de protéines (0,84). La hauteur quand à elle n'est fortement corrélée qu'avec le PMG (0,93) ; le taux de chlorophylle ainsi que le nombre de grains par épi sont corrélés au rendement grain (0,81 et 0,97). Il est à remarquer que le rendement est faiblement corrélé au taux de protéines (0,037). La figure N° montre bien les courbes ascendantes entre la hauteur et le taux de protéines et descendante entre le rendement et le taux de protéines.



p-values: Variétés Locales

Pour les variétés locales, les corrélations positives existent entre l'épiaison et le taux de chlorophylle et le nombre d'épis/m² (0,82 et 0,81) ; la hauteur et le rendement (0,96) ; le nombre de grains par épi et le rendement (0,98) et le taux de protéines (0,86).

La spécification des cultivars les plus pratiques sur la base d'indices de caractères multiples est une nouvelle approche dans les études d'adaptation et de stabilité du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Cette approche permet de définir le meilleur cultivar sur la base de plusieurs caractères et de plusieurs emplacements car les cultivars sont affectés par des conditions climatiques imprévisibles. Certains caractères (épis par mètre carré, longueur des épis, nombre de grains par épi, rendement des épis et teneur en chlorophylle des feuilles, entre autres) peuvent être produits à des fins de sélection primaire car ils sont influencés par des facteurs environnementaux et affectent indirectement le rendement et la qualité des grains (Kendal et al., 2019).

Chapitre III : Résultats et discussion

Les caractères les plus influencés par l'effet année sont la durée de la phase végétative, la hauteur de la végétation, la longueur du col de l'épi, le rendement, la fluorescence de la chlorophylle, le poids de mille grains, la longueur de l'épi, la teneur relative en eau et la durée de la maturité (Mohammadi et al., 2018).

Ainsi, les corrélations positives les plus importantes ont été trouvées entre le rendement et la fluorescence de la chlorophylle ; entre le PMG, la longueur de l'épi et la longueur du col de l'épi ; entre la durée de la phase végétative, la durée de la maturité et le taux de croissance relatif ; entre la lecture SPAD, la teneur relative en eau et le nombre de grains par épi. Une forte corrélation négative existait pour le rendement avec durée de la phase végétative, la durée de la maturité et le taux de croissance relatif (Mohammadi et al., 2018). Abinasa et al. (2011) rapportent une corrélation significative et positive de la hauteur de la plante avec la biomasse et une corrélation négative significative avec l'indice de récolte, cependant une corrélation négative mais non significative pour la hauteur de la plante avec le nombre de grains par épi et le rendement en grains a été enregistré.

Abinasa et al., (2011) ont observé une association positive significative pour le rendement en grains avec la durée de la phase végétative, le nombre de grains par épi et l'indice de récolte. Akram et al. (2008) ont rapporté une corrélation positive significative entre le nombre de grains par épi, le nombre d'épillets par épi et le rendement en grains du blé. Syme et al (1970) rapportent que le rendement en grains était fortement corrélé à l'indice de récolte et au nombre de grains fixés par rapport au poids de la paille.

Cependant, les jours à 50% de l'épiaison et la hauteur de la plante ont contribué négativement au rendement en grains aux deux niveaux. Aziz et al., (2018) ont enregistré une corrélation négative entre la durée de la phase végétative et le rendement en grains dans les environnements soumis à des contraintes thermiques mais l'absence d'une variation significative du rendement en grains dans les environnements optimaux.

Les groupes homogènes formés dans les dendrogrammes montrent que pour les variétés modernes, deux grands groupes se séparent. L'un formé des variétés 11, 12, 16 et 18 et l'autre regroupant les variétés 17, 15,14 et 13.

Chapitre III : Résultats et discussion

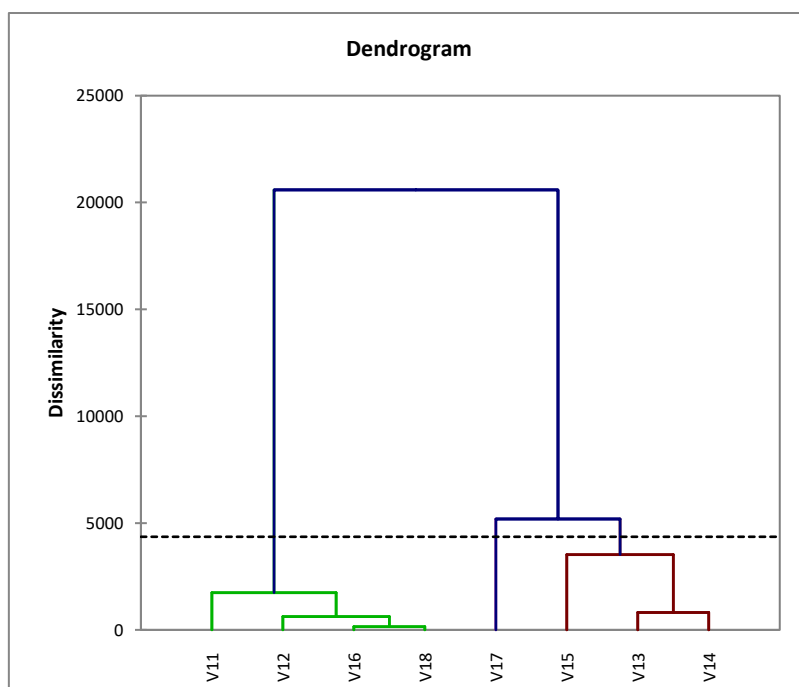


Figure 12 : Dendrogram variétés modernes

Pour les variétés locales, on aperçoit un grand ensemble formé des variétés 3, 10, 6, 8, 4, 2 et 5 et un autre des variétés 1, 7 et 9.

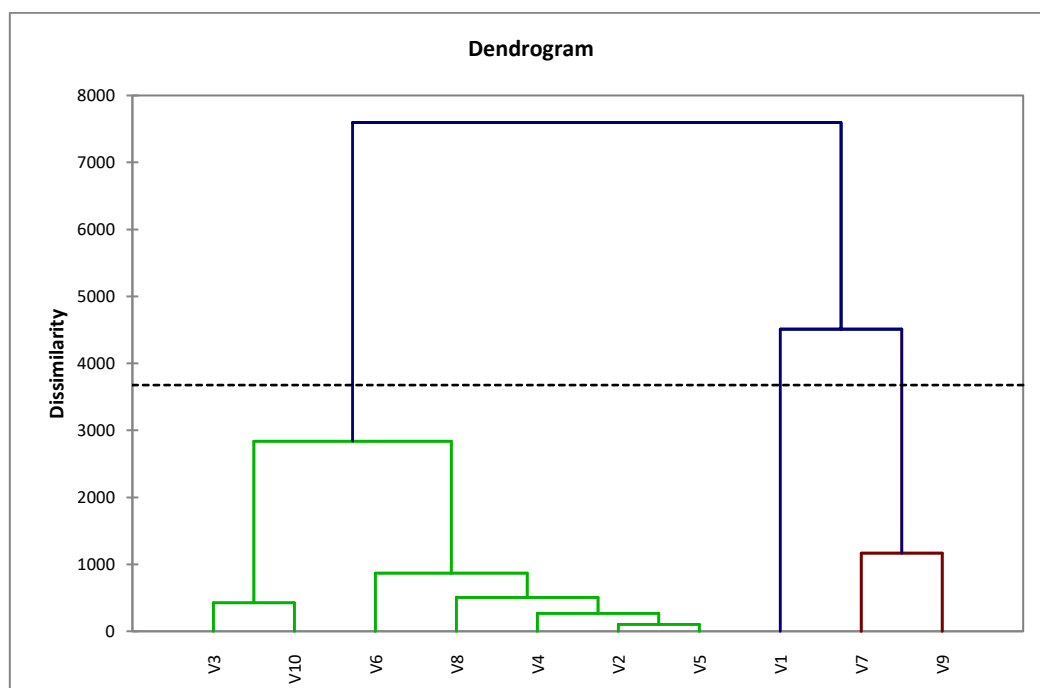


Figure 13 : dendrogram variétés locales.

Chapitre VI :

Conclusion

Chapitre VI : Conclusion

Conclusion générale :

Bien que les programmes d'amélioration génétique du blé dur dans le monde aient réalisé des gains significatifs en céréales, les sélectionneurs conviennent que les futurs programmes seront réalisés grâce à une intégration des enquêtes disciplinaires et donc, il est urgent d'utiliser de nouveaux caractères ainsi que des outils (procédures de sélection et statistiques) (Ahmadizadeh et al. 2011). Plusieurs études suggèrent que la sélection pour le stress hydrique a le potentiel d'améliorer les gains de rendement génétique du blé dur (Mohammadi et al. 2011; Karimizadeh et al. 2012). De plus, la reproduction dans des environnements marginaux a indiqué que certains caractères agronomiques, mesurés dans des conditions de stress hydrique, étaient associés aux performances de rendement dans les régions de culture de blé dur à travers le monde (Zarei et al.2013). Les caractéristiques morphologiques associées à l'augmentation du potentiel de rendement en grain dans le blé dur comprennent les composantes de rendement et l'indice de récolte (Khan et al. 2013).

Dans la présente étude, la variété Waha (# 16), qui a enregistré un rendement en grain relativement élevé de 49 q/ha et semble être le génotype le plus prometteur de par sa performance et sa stabilité.

Cette étude a identifié 18 cultivars modernes Algériennes, avec un potentiel de rendement en grains relativement élevé combiné à des rendements stables sur quatre environnements caractérisés par des conditions environnementales contrastées pour l'Algérie. Une étude plus approfondie de la base génétique et physiologique du potentiel de rendement combiné et de la stabilité en utilisant ces cultivars est justifiée. Les résultats sont pertinents pour le développement de la cartographie des populations dans les programmes de sélection visant à augmenter le potentiel de rendement et la résilience climatique pour les régions semi-arides afin d'obtenir des augmentations soutenues des rendements.

Référence bibliographique

Référence bibliographique

- ABECASSIS J., AUTRAN J.C., ADDA J. 1990. La qualité technologique des blés. Le blé à l'INRA : Recherches et innovations. Revue mensuelle INRA. N°4. pp. 6-9.
- ABECASSIS J. 1991. Qualité du blé dur, de la semoule et des pâtes alimentaires. Ind. Des céréales. Juillet - août. pp. 7 - 11.
- Abinasa, M., A. Amsalu, B. Geremew. 2011. Genetic variability, heritability and trait associations in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum) genotypes. African journal of agricultural research. 6 (17).
- AIT KAKI Y. 2007. Etude comparative des potentialités technologiques des blés durs Algériens anciens et récents : Revalorisation de la qualité de ces blés par différentes stratégies d'études : Critères technologiques (infra rouge), Biochimiques (électrophorèse bidimensionnelle) et Moléculaire (P.C.R.). Thèse Doctorat. Univ. Annaba. 137 + Annexes.
- Akram, Z., S.U. Ajmal, M. Munir. 2008. Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rainfed conditions. Pakistan J. Bot., 40(4): 1777-1781.
- Aktar W., Sengupta D., Chowdhury A., 2009. Impact of pesticides use in agriculture: their benefits and hazards. Interdiscip. Toxicol. 2, 1–12.
- ALARY R., CHAURAND M., COMBE D., GARCON-MARCHAND O. 1985. Caractéristiques technologiques des variétés de blés durs. Laboratoire de technologie des céréales. I.N.R.A. Montpellier.pp.1-10.
- Álvaro, F., J. Isidro, D. Villegas, L.F. García del Moral, C. Royo. 2008. Breeding effects on grain filling, biomass partitioning, and remobilization in Mediterranean durum wheat. Agron. J. 100 : 361–370.
- Amboulet A. Masse J et Triboi E., 1983. Colloque International sur les céréales à cambridge. Extrait rev. Perspective agricole n° 76.
- Amokrane, A., H. Bouzerzour, A. Benmahammed, A. Djekoun, A. Mekhlouf. 2002. Etude comparative des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) d'origine Algérienne, syrienne et Européenne sous climat de type méditerranéen. Sciences et Technologie numéro spécial D : 33-38.
- Anonyme, 2017. La production céréalière en 2017
http://www.anagriculture2018.dz/?page_id=4290&lang=fr consulté le 03 juin 2019 13:51.

Référence bibliographique

- Anonyme, 2017. La production céréalière en 2017.
- Ansart, C. (2017). CIC Conférence International des Céréales.
- AURIAU P.H. 1967. L'amélioration du blé dur. Ann. de l'I.N.A de Tunisie. N° 40. Vol. 5. pp 29 – 36.
- Aziz, T. Mahmood, Z. Mahmood, K. Shazadi, A.M. Kazi, and A. Rasheed. 2018. Genotypic Variation and Genotype × Environment Interaction for Yield-Related Traits in Synthetic Hexaploid Wheats under a Range of Optimal and Heat-Stressed Environments. *Crop Sci.* 58 : 295-303.
- Badraoui et Meziani, 2019 Badraoui H, Meziani S. Effet de la contrainte saline sur la germination et la croissance de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) [En ligne]. Mémoire de Master. Algérie : Université 8 Mai 1945 Guelma, 2019, p 248.
- Balla L. Bedo Z. Lang L., 1989. The aims and results of wheat breeding in Hungary. Ed. Academy of sci- Hungary. H. 2462 : 109-116.
- Belaid D. (1996) Aspects de la céréaliculture algérienne .INESD'Agronomie, Batna. P. 187.
- BELAID D. 1996. Aspects de la céréaliculture algérienne. INES. D'Agronomie. Batna. 187p.
- Belaid Dj., 1986. Aspect sur la céréaliculture algérienne. O.P.U. 207p.
- BEN SALEM M., DAALOUL A., AYADI A. 1995. Le blé dur en Tunisie. Seminar on Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region. C.I.H.E.A.M /ICARDA / CIMMYT. Zaragoza, 17-19 Nov.
- benbalkacem A, 2014 , The history of wheat breeding in Algeria, p363
- BENBELKACEM A., SADLI F., BRINIS L. 1995. La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. Séminaires Méditerranéens. ICARDA / CIHEAM / CIMMYT. Zaragoza, 17-19 novembre
- Benmahammed, A., Nouar, H., Haddad, L., Laala, Z., Abdelmalek, O., & Bouzerzour, H. (2010). Analyse de la stabilité des performances de rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi-arides. *BASE*.

Référence bibliographique

- Bensalem M. Acevedo E. et Srivastava J., 1991. La sélection des céréales dans les zones arides. Rev. Sécheresse 1 (2) : 17-20. blé. Tr.
- Bœuf F., 1948. Objectifs de la recherche agronomique, méthodes d'expérimentation. Nouvelles encyclopédies agricoles. 481 p.
- Boyeldieu J., 1980. Les cultures céréalières. Ed Hachette. France.
- Boyer P., 1987. Plant productivity and environment. Science 218 : 443-448.
- BOZZINI A. 1988. Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. Durum Wheat: Chemistry technology. pp 1-16.
- Cavanna, D., Loffi, C., Dall'Asta, C., &Suman, M. (2020). A non-targeted high-resolution mass spectrometry approach for the assessment of the geographical origin of durumwheat. *Food chemistry*, 317, 126366.
- CHABI H., DEROUICHE M., KAFI M. et KHILASSI E. 1992. Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de sétif. Thèse. Ing. INA. El Harrach. 317p.
- Charles M.(2010).Évolution des génomes du blé (genres *Aegilops* et *Triticum*) au sein des Poaceae : Dynamique rapide de l'espace occupé par les éléments transposables et conservation relative des gènes. Thèse de Doctorat. Université d'Évry-Val
- ChENAFI H., BOUZERZOUR H., AIDAOUI, A. et SACI , A., 2006. Yield response of durum wheat (*Triticum durum*, Desf) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. *Asian Journal plant Science.*, 5: 854-860.
- CHERDOUH A. 1999. Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve des blés durs Algériens (*Triticum durum* Desf.) : relation avec la qualité. Mémoire Magistère. Univ. Constantine.
- Chevalier R., 1957. Echaudage chez les blés tendres et poids de mille grains. Ann. Améliore. Des Plantes 4. B, 413- 430.
- CHIKHI A. C. 1992. Situation de la céréaliculture et perspectives de l'irrigation de complément du blé au niveau de la Mitidja. Thèse Ing. INA. El Harrach. 317p.
- CLEMENT G. 1971. Les céréales, « grand court ». Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78-91.

Référence bibliographique

- CLEMENT G. et PRATS J. 1970. Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351 p.
- Combe L., 1981. Effet du gaz carbonique et de la culture en climat artificiel sur la croissance et le rendement d'un blé d'hiver. Rev. Agro, 177-186.
- Cook J. Johnson V. A. Allan R. E, 1991. Le blé. In: Greef. 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 développement économiques. Belgique. 27-38p.
- DEXTER J.E., MATSUO R.R. 1977. Changes in semolina proteins during spaghetti processing. Cereal Chem. N° 54. pp.882 - 894.
- Dötläcil, L., J. Hermuth, Z. Stehno. 2003. Earliness, spike productivity and protein content in European winter wheat landraces and obsolete cultivars. Plant Soil Environ. 49: 67-74.
- Erosion des variétés de blé dur cultivées en Algérie : perspectives. In : Royo C.(ed.), Nachit M. (ed.), Di Fonzo N. (ed.), Araus J.L. (ed.). Durum wheat improvement in the
- Fakih, 2015. Analyse protéomique nucléaire comparative chez Arabidopsis lors de la réponse au chitosane [En ligne]. Mémoire de Master. Canada : Université du Québec à Trois-Rivières, 2015, p 82
- Feillet P, 2000. Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA.
- Feillet P. (2000). Le grain de blé: composition et utilisation. France. Editions Quae. INRA, p 40-300.
- FERRET M. 1996. Blé dur, objectif qualité. Ed. ITCF. 43p.
- Fokar, M., H.T. Nguyen, and A. Blum. Heat tolerance in spring wheat. I. Estimating cellular thermotolerance and its heritability. 1998. Euphytica. 104 : 1- 8.
- Gallais, A. (2015). Structure des exploitations agricoles. Agreste - DRAAF Nord - Pas-de-Calais, p 7-25.
- GATE P. 1995. Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. Ed Lavoisier. 429p.

Référence bibliographique

- Gate P., Dagneaud J. et Vignier L., 1991. Bilan climatique des céréales : principaux faits marquants et comportement variétal. Rev. Perspectives agricoles 163, 77- 86.
- GATE P., VIGNIER L, VADON B., SOUCI D., MINKOV D., LAFARGA A., ZAIRI M. 1997. Céréales en milieu méditerranéen. Un modèle pour limiter les risques climatiques. Perspectives agricoles. 217 : 59-70.
- GIBSON T.S., SOLAH V.A., McCLEARYT B. V. 1997. A procedure to measure amylose in cereal starches and flours with concanavalin A. Journal of Cereal Science N° 25. pp. 111 - 119.
- GODON B., LOISEL W. 1984. Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Coll. Scien. Et Tech. Agro-Alimentaires. APRIA. pp. 47 - 50.
- GODON B., WILLM CL. 1991. Les industries de première transformation des céréales. Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp . 78 – 91.
- Halimi A., 1980. L'Atlas Blideen : climats et etages vegetaux .O.P.U Alger, 523 p.
- Huang,S.,Sirikhachornkit,A.,Su,X.,Faris,J.,Gill,B.,Haselkorn,R.,Gornicki,P.,(2002).Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the Triticum/Aegilops complex and the evolutionary history of polyploid wheat. Proceedings of the national academy of science of the USA 99:8133-8138.
- INA., 1979. Cours de céréaliculture. Première partie INA, 1979-1980. 87p.
- Ingoat G. Couvreur F., 1979. Du nouveau sur la croissance du blé. Extrait rev.
- Joel ABECASSIS, 2015 Kendal, E. 2019. Comparing durum wheat cultivars by genotype × yield × trait and genotype × trait biplot method. Chil. j. agric. res. 79: 4.
- Lafarage M. & Gaul C.A., 1985. Effet des conditions de sol et de fertilisation phosphocalcique sur la croissance de l'orge à 1100 m dans le massif central. In agronomie. (4), 313-323
- Mac Key, J., (2005). Wheat: Its concept, evolution, and taxonomy. In: Conxita.
- Malet P. Gurnade J., 1981. Macrophysiologie de la maturation du blé d'hiver en conditions naturelles, étude réalisée dans le cadre d'une action concertée entre l'INRA et l'ITCF (notion de représentativité chronologique et normes d'échantillonnage). Agronome 1(3), 235-242

Référence bibliographique

- Masle J. Meynard K. et Sebillotte M., 1981. Etude de l'hétérogénéité d'un peuplement de blé d'hiver. Notion de structure de peuplement. Rev. Agricole, 107-116.
- Masle J., 1982. Comment se fait le rendement. Extrait rev, entreprise agricole, 142 p.
- MATWEEF M. 1966. Influence du gluten des blés durs sur la valeur des pâtes alimentaires. (In French) Bull. ENSMIC. pp 213.
- MEBIROUK L. 2003. Etude comparative des rendements de 24 variétés de blé dur sur deux sites El khroub et Oum El Bouaghi. Mémoire. Magistère. Institut Agronomie. C.U.El Tarf. 65p + annexes.
- Mediterranean region: New challenges .Zaragoza : CIHEAM, 2000. p. 291-294 (Options
- Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40).
- Mekhlouf A., Bouzerzour H., Benmahammed A., Hadj Sahraoui A., Harkati N., 2006. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi- aride. Sécheresse (sous presse).
- Mekhlouf A., Bouzerzour H., Dehbi F., 2001. Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In : Procceeding séminaire sur la valorisation des milieux semiarides. Oum El Bouaghi, 23 : 75-80.
- Mekhlouf, A., H. Bouzerzour, A. Benmahammed, A. Hadj Sahraoui, N. Harkati. 2006. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. Sécheresse 17 :507-513.
- Mohammadi, R., E. Farshadfara and Ahmed Amri. 2015. Interpreting genotype x environment interactions for grain yield of rainfed durum wheat in Iran. The crop journal, 3: 526 – 535.
- Mohammadi, R., E. Farshadfara and Ahmed Amri. 2015. Interpreting genotype x environment interactions for grain yield of rainfed durum wheat in Iran. The crop journal, 3: 526 – 535.
- MOK C. 1997. Mixing properties of durum wheat semolina as influenced by protein quality and quantity. Food and Technology. Vol. 6. NO. 1. pp. 1-4.

Référence bibliographique

- Naville M , 2005. La biodiversité des espèces cultivées: Analyse dans le cas du Paris.
- Paquet J., 1968. Action d'une élévation brusque de la température sur l'évolution de la teneur en protéine du blé tendre. *Ann. Amélio. des Plantes* 18 (1), 17-27.
- Picard E., 1991. Stratégie de sélection pour les céréales. Intégration de biotechnologie en amélioration des céréales. Conférence de Saragosse, I.N.R.A / I.C.A.R.D.A. 14p.
- Rousset H., 1986. Amélioration des plantes autogames. *Rev. Agronomie* (9), 606-619
- Royo, C., K. Ammar, C. Alfaro, S. Dreisigacker, L. Fernando, L.F. Garcia del Moral, D. Villegas. 2018. Effect of Ppd-1 photoperiod sensitivity genes on dry matter production and allocation in durum wheat .*Field Crops Research* 221: 358–367.
- Sanchez L., Courteaux B., Hubert J., Kauffmann S., Renault J.H., Clément C., Baillieul F., Dorey S., 2012. Rhamnolipids elicit defense responses and induce disease resistance against biotrophic, hemibiotrophic and necrotrophic pathogens that require different signaling pathways in *Arabidopsis* and highlight a central role for salicylic acid. *Plant Physiol.* 160, 1630-1641.
- SIMON H., CODACCIONI P., LEQUEUR X. 1989. Produire des céréales à paille. *Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications.* pp. 63 - 67; pp. 292 - 296.
- Syme, J.R. 1970. A high-yielding Mexican semi-dwarf wheat and the relationship of yield to harvest index and other varietal characteristics. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry.* 10 (44): 350 – 353.
- Turner M et Feyt H(2013). *Les semences.* Paris, France. EditionQuae.
- Van Oosterom E.J., Ceccarelli S., Peacock J.M., 1993. Yield response of barley to rainfall and temperature in Mediterranean environments. *Journal of Agricultural Sciences Cambridge* 121 : 304-313
- Wardlaw I.F., 2002. Interaction between drought and high temperature during grain filling in wheat in controlled environments. *Annals of Botany.* 90 469-476.
- Wardlaw I.F.; Dawson I.A.; Munibi, P.; Fewster, R.; 1989; The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Survey procedures and general response patterns. *Australian Journal of Agricultural Research* 40: 1-13

Référence bibliographique

- Wardlaw I.F.; Moncur L.; 1995. The response of wheat to high temperature following anthesis. I.The rate and duration of kernel filling. Australian Journal of Plant Physiology 22: 391-397.

Sites web :

- <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php/base/lodel/index.php?id=2122>
- <https://www.semencemag.fr/ble-dur-agriculture-selection.html>
- https://www.trafoon.org/sites/trafoon.org/files/download/877/montpellier_joel_abecasis_201511.pdf

Annexe

Annexe

A. Les variétés locales :

Tableau A.1 : Analyse de la variance de l'épiaison pour les variétés locale :

Epiaison

SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	18781	2087	3,24	0,016225
Rep	2	1358	679	1,05	0,369187
Erreur	18	11602	645		
Totale	29	31742			

CVe
=2,01

Tableau A.2 : Analyse de la variance de la hauteur pour les variétés locales :

Hauteur (Cm)

SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	1645,9	182,9	6,34	0,000457
Rep	2	18,5	9,2	0,32	0,730265
Erreur	18	519,5	28,9		
Totale	29	2183,9			

CVe = 4,09 %

Tableau A.3 : Analyse de la variance pour le taux de la chlorophylle pour les variétés locales :

Spad

SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	1072,39	119,15	2,912	0,025627
Rep	2	171,49	85,74	2,095	0,152026
Erreur	18	736,58	40,92		
Totale	29	1980,46			

CVe = 12,85 %

Annexe

Tableau A.4 : Analyse de la variance pour le nombre d'épi par m² pour les variétés locales :

NbrEpis/M ²					
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	12447,0	1383,0	58,34	0,000000
Rep	2	17,3	8,6	0,36	0,699781
Erreur	18	426,7	23,7		
Totale	29	12891,0			

CVe = 5,41 %

Tableau A.5 : Analyse de la variance pour le nombre de grains par épi pour les variétés locales :

NbreG G/E					
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	19579	2175	1,877	0,122106
Rep	2	367	184	0,158	0,854630
Erreur	18	20859	1159		
Totale	29	40805			

CVe = 9,93 %

Tableau A.6 : Analyse de la variance pour le poids de mille grains pour les variétés locales :

PMG					
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	871,80	96,87	67,53	0,000000
Rep	2	1,11	0,55	0,39	0,684952
Erreur	18	25,82	1,43		
Totale	29	898,73			

CVe = 2,43 %

Annexe

Tableau A.7 : Analyse de la variance pour le rendement en grain pour les variétés locales :

		RDT q/h			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	454,80	50,53	61,57	0,000000
Rep	2	0,51	0,26	0,31	0,735644
Erreur	18	14,77	0,82		
Totale	29	470,09			

CVe = 3,44 %

Tableau A.8 : Analyse de la variance pour le taux des protéines pour les variétés locales :

		Prot %			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	3,213	0,357	5,08	0,001668
Rep	2	0,089	0,044	0,63	0,543428
Erreur	18	1,265	0,070		
Totale	29	4,567			

CVe = 2,38 %

Annexe

B. Les variétés modernes :

Tableau B.1 : Analyse de la variance de l'épiaison pour les variétés modernes :

SV	ddl	Epi	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	SCE 17082	2440	3,36	0,025514
Rep	2	1803	901	1,24	0,318865
Erreur	14	10164	726		
Totale	23	29049			

CVe = 2,16 %

Tableau B.2 : Analyse de la variance de la hauteur pour les variétés modernes étudiées :

SV	ddl	Haut (Cm)	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	SCE 505,3	72,2	6,23	0,001874
Rep	2	110,3	55,2	4,76	0,026511
Erreur	14	162,3	11,6		
Totale	23	778,0			

CVe = 3,88 %

Tableau B.3 : Analyse de la variance pour le taux de la chlorophylle chez les variétés modernes :

SV	ddl	Spad	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	SCE 451,59	64,51	1,603	0,214127
Rep	2	315,36	157,68	3,918	0,044545
Erreur	14	563,48	40,25		
Totale	23	1330,43			

CVe = 12,46 %

Annexe

Tableau B.4 : Analyse de la variance pour le nombre d'épi par m² chez les variétés modernes :

		NbrEpis/M ²			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	9	12447,0	1383,0	58,34	0,000000
Rep	2	17,3	8,6	0,36	0,699781
Erreur	18	426,7	23,7		
Totale	29	12891,0			

CVe = 5,41 %

Tableau B.5 : Analyse de la variance pour le nombre de grains par épi pour les variétés modernes :

		NbreG/E			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	61651	8807	6,374	0,001673
Rep	2	647	323	0,234	0,794371
Erreur	14	19345	1382		
Totale	23	81643			

CVe= 9,70 %

Tableau B. 6 : Analyse de la variance pour le poids de 1000 grains pour les variétés modernes étudiées :

		PMG			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	574,77	82,11	67,48	0,000000
Rep	2	0,49	0,25	0,20	0,819688
Erreur	14	17,04	1,22		
Totale	23	592,30			

CVe = 2,56 %

Annexe

Tableau B.7 : Analyse de la variance pour le rendement en grains pour les variétés modernes :

		RdtG q/h			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	1195,23	170,75	65,72	0,000000
Rep	2	1,14	0,57	0,22	0,805607
Erreur	14	36,37	2,60		
Totale	23	1232,74			

CVe = 4,08 %

Tableau B.8 : Analyse de la variance pour le taux des protéines pour les variétés modernes:

		Prot %			
SV	ddl	SCE	CM	F	<i>p</i>
Variété	7	122,850	17,550	157,08	0,000000
Rep	2	0,203	0,101	0,91	0,426480
Erreur	14	1,564	0,112		
Totale	23	124,616			

CVe = 3,02 %

Annexe

Tableau 1 : Stades de développement des céréales : échelle de **Feekes, (1954)** et de **Zadoks, (1974)**.

stade	feeks	zadoks	caractéristique
levée	1	7	Sortie de la coléoptile
		10	1ère feuille traversant la coléoptile
		11	1ère feuille étalée
		12	2ème feuille étalée
		13	3ème feuille étalée
Début de tallage	2	21	Formation de la 1ère talle
Plein de tallage	3	22	2 à 3 talles
Fin de tallage	4	23	
		24 25	
Epi a 1cm	5	30	Sommet de l'épi distant à 1cm du plateau de tallage
1-2 nœuds	6	31	1 nœud
		32	2 nœuds élongation de la tige
Gonflement L'épi gonfle la gaine de la dernière feuille	8	37	Apparition de la dernière feuille
	9	39	Ligule juste visible (méiose male)
	10	45	Gaine de la dernière feuille sortie
Epiaison	10-1	49-51	Gaine éclat
	10-2	53	¼ épiaisons
	10-3	55	½ épiaisons
	10-4	57	¾ épiaisons
	10-5	59	Tous les épis sortis
Floraison	10-5-1	61	Début Floraison
	10-5-2	65	Demi-Floraison
	10-5-3	69	Floraison complète
Formation du grain	10-5-4	71	Grain formé
	11-1	75	Grain laiteux
	11-2	85	Grain pâteux
	11-3	91	Grain jaune
	11-4	92	Grain mure

Présenté par : LEGHBECHÉ Khaoula

Année universitaire : 2020/2021

KHALEFALLAH Ibrahim Zakaria

Contribution à l'étude comparée des paramètres phénologiques morpho-physiologiques et de rendement chez les variétés anciens et modernes de blé dur (Triticum durum, desf) cultivées à Constantine

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie et Génomique Végétale

Résumé :

Le blé dur est l'une des cultures céréalières les plus importantes dans la région méditerranéenne, il est considéré comme une source principale d'alimentation humaine et animale.

L'Algérie a adopté la production de blé dès anciens siècles, les agriculteurs s'intéressant à introduire des nouvelles variétés modernes plus que les variétés locales pour améliorer l'agriculture et l'économie.

Notre travail expérimental s'est situé au niveau de la ferme pilote Baaraouia El-khroub, afin de comparer des génotypes locaux et améliorés ou modernes.

L'étude s'est basée sur des paramètres phénologiques, morpho-physiologiques, biochimiques et de rendement des différents groupes de variétés.

Les résultats obtenus indiquent qu'il y a des différences significatives entre les différentes variétés étudiées pour tous les caractères à l'exception pour le taux de chlorophylle chez les variétés modernes. Des corrélations positives existent pour les variétés améliorées dites modernes, entre l'épiaison et le rendement grain (0,88) et le taux de protéines (0,84). La hauteur avec le PMG (0,93); le taux de chlorophylle ainsi que le nombre de grains par épi sont corrélés au rendement grain (0,81 et 0,97). Il est à remarquer que le rendement est faiblement corrélé au taux de protéines (0,037). Des groupes homogènes se sont aussi constitués pour les 2 types de matériel génétique.

Mots clés : *blé dur, phénologie, physio-morphologique, biochimique, rendement.*

Laboratoire de recherche : INRAA ET Chaabat rsass

Jury d'évaluation :

Président: *KELLOU Kamel (MAA- UFM Constantine),*

Encadrant : *BENBALKACEM Abdelkader (prof - UFM Constantine),*

Examinatrice : *KHENAOUI Amina (MCB - UFM Constantine).*

Date de soutenance : 07/07/2021