



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الجيلالي بونعامة بخميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض

Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
Département des Sciences agronomiques.

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie.

Filière : Sciences agronomiques.

Spécialité : Production végétale.

Thème

Etude de comportement de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans la région de Ain Defla.

Présenté par

Benrabah Abdelhak

Meharzi Mohamed Lamine

Devant le jury :

Président: MAROK M.A. (MCA)

Examineur: TIRCHI N. (MCA)

Promoteur: LADRAA N. (MAA)

Sommaire

Liste des figures

Listes des tableaux

Introduction.....	1
Chapitre I: Synthèse Bibliographique.....	2
1. Historique de blé.....	2
2. Origine et classification.....	2
2.1. Origine du blé.....	2
2.1.1 Origine génétique.....	2
2.1.2. Origine géographique :.....	3
2.2. Classification botanique :.....	3
3. Biologie du blé.....	4
3.1. Le cycle physiologique du blé.....	4
3.1.1. Période végétative.....	4
3.1.1.1. La germination et la levée.....	4
3.1.1.2. Le tallage.....	4
3.1.2-La période reproductrice.....	5
3.1.2.1-La phase montaison – gonflement.....	5
3.1.2.2-La phase épiaison – floraison.....	5
3.1.2.3- La phase maturation.....	5
3.2. Les caractères morphologiques de blé.....	6
3.2.1. L'appareil végétatif.....	7
3.2.2 L'appareil reproducteur.....	7
3.2.3 Le grain.....	7
3.3. Les exigences de la culture de blé.....	9
3.3.1. Les exigences pédoclimatiques.....	9
3.3.1.1 La température.....	9
3.3.1.2. L'eau.....	9
3.3.1.3. La lumière.....	9
3.3.1.4. Le sol.....	9
3.3.2 : Les exigences culturales.....	10
3.3.2.1. Préparation du sol.....	10
3.3.2.2. Semis.....	10
3.3.2.3. Fertilisation.....	10
4. Stress abiotiques et effets sur la plante.....	10
4.1. Stress hydrique.....	11
4.2. Stress thermique.....	11
4.3. Stress salin.....	12
5. Mécanismes d'adaptation des plantes au stress hydrique.....	12

a. Adaptation phréologique	13
b. Adaptation morphologique	13
c. Adaptation physiologique	13
6. Importance de la culture de blé dur.....	14
6.1. Dans le monde	14
6.2. En Algérie.....	15
6.3 La production de blé dur au wilaya de Ain-Defla :	17
Chapitre II: Matériel et Méthodes.....	20
1. Objectif de l'expérimentation.	20
2. Matériel végétal	20
3. Dispositif expérimental	20
4. Présentation du site expérimental	21
5. Conditions de réalisation de l'essai.....	22
5.1 Condition climatique	22
• Précipitations.....	22
• Température	23
5.2 Préparation du sol.....	23
5.3 Semis	23
6. Entretien de la culture	24
6.1 Fertilisation	24
6.2 Désherbage.....	24
6.3 Traitement fongique	24
7. Récolte	25
8. Paramètres mesurés	25
8.1 Nombre de plants levés par mètre carré (NPm ²)	25
8.2 Nombre des talles par plant :	26
8.3 Hauteur des plantes (HP) :.....	26
8.4 Longueur de l'épi (LE).....	27
8.5 Longueur des barbes de l'épi (LBE)	27
8.6 Nombre d'épis par mètre carré (Peuplement épis (NE/m ²)	27
8.7 Nombre d'épillets par épi (NEE)	27
8.8 Nombre de grains par épi (NG/E).....	27
8.9 Poids de 1000 grains (PMG).....	28
8.10 Rendement de plot (qx/ha).....	28
8.11 Rendement réel en grain (qx/ha)	28
9. Analyse statistiques des données	28
Chapitre III : Résultats et Discussions	29
Conclusion.....	46

Liste des tableaux

Les tableaux	Titre	Page
Tableau 01	Noms et pédigrées des lignées testées.	20
Tableau 02	Pluviométrie mensuelles dans la région de Khemis Miliana (2021/2022)	22
Tableau 03	Températures mensuelles dans la région de Khemis Miliana	23
Tableau 04	Opérations culturales effectuées	23
Tableau 05	Nom et dose d'engrais.	24
Tableau 06	Nom et dosage de désherbant	24
Tableau 07	Valeurs moyennes de plants levés par mètre carré	29
Tableau 08	Analyse de variance de nombre de plants levés par mètre carré	29
Tableau 09	Valeurs moyennes de nombre des talles par plant	30
Tableau 10	Analyse de variance de nombre de plants levés par mètre carré	30
Tableau 11	Valeurs moyennes de la hauteur des plantes	31
Tableau 12	Analyse de variance de la hauteur des plantes	32
Tableau 13	Valeurs moyennes de la longueur de l'épi	33
Tableau 14	Analyse de variance de la longueur de l'épi	33
Tableau 15	Valeurs moyennes de la longueur des barbes de l'épi	34
Tableau 16	Analyse de variance de la longueur des barbes de l'épi	34
Tableau 17	Classification selon le test Newman- keuls -au seuil de 5%	35
Tableau 18	Valeurs moyennes de nombre d'épillets par épi	36
Tableau 19	Analyse de variance de nombre d'épillets par épi.	36
Tableau 20	Classification selon le test Newman- keuls -au seuil de 5%	37
Tableau 21	Valeurs moyennes de nombre d'épis par mètre carré	37
Tableau 22	Analyse de variance de nombre d'épis par mètre carré.	37
Tableau 23	Classification selon le test Newman- keuls -au seuil de 5%	38
Tableau 24	Valeurs moyennes de nombre de grains par épi	39
Tableau 25	Analyse de variance de nombre de grains par épi.	39
Tableau 26	Valeurs moyennes poids de 1000 grains	40
Tableau 27	Analyse de variance de (PMG).	41
Tableau 28	Valeurs moyennes de rendement du plot	42
Tableau 29	Analyse de variance de rendement du plot.	42
Tableau 30	Valeurs moyennes de rendement du plot	43
Tableau 31	Analyse de variance de rendement réel.	43
Tableau 32	Matrice de corrélation entre les différents paramètres étudiés	45

Liste des figures

Les figure	Titre	Page
Figure 01	Origine et diffusion de <i>Triticumturgidum</i> (Bonjean, 2001).	03
Figure 02	Cycle de développement du blé(http://acces.ens-lyon.fr/).	06
Figure 03	Morphologie du blé (Soltner, 1998)	08
Figure 04	Les principaux pays importateurs de blé dur.	15
Figure 05	La Production de blé dur en Algérie entre 2012-2021(MADR 2022)	16
Figure 06	La superficie emblavée de blé dur en Algérie entre 2012-2021 (MADR 2022)	17
Figure 07	Evolution de la production de blé dur au niveau de la région de Ain-Defla 2012-2021 (DSA Ain- Defla, 2022)	18
Figure 08	Evolution de la superficie emblavée réservé au blé dur au niveau de la région de Ain-Defla 2012-2021 (DSA Ain- Defla 2022).	18
Figure 09	Evolution du rendement de blé dur au niveau de la région de Ain-Defla 2012-2021 (DSA Ain- Defla 2022).	19
Figure 10	Schéma du dispositif expérimental	21
Figure 11	Présentation de la localisation de l'Institut Technique des Grandes Cultures de KHEMIS MILIANA(GOOGEL EARTH 2022)	22
Figure 12	le semis	24
Figure 13	Stade pleine maturité	25
Figure 14	Comptage de nombre de plant par mètre carrée	25
Figure 15	Comptage de nombre de talle par plant	26
Figure 16	Mesure de la hauteur de plante	26
Figure 17	Comptage de nombre d'épillets par épi	27
Figure 18	variation de chaque variété de blé dur pour la levée (Npm2)	29
Figure 19	Variation de chaque variété de blé dur pour (nbr des talles /pt)	31
Figure 20	Variation de chaque variété de blé dur pour la hauteur des plantes (HP)	32
Figure 21	Variation de chaque variété de blé dur pour la Longueur de l'épi (LE)	33
Figure 22	Variation de chaque variété de blé dur pour la Longueur des barbes de l'épi (LBE)	35
Figure 23	Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre d'épillets par épi (NEE)	36
Figure 24	Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre d'épis par mètre carré (NE/m ²)	38
Figure 25	Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre de grains par épi (NG/E)	40
Figure 26	Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre de(PMG).	41
Figure 27	Variation de chaque variété de blé dur pour le rendement du plot.	42
Figure 28	Variation de chaque variété de blé dur pour le rendement (qx/ha).	43

Résumé

En Algérie, la céréaliculture demeure le pivot de l'agriculture, c'est une filière stratégique et représente un poids considérable dans l'économie agricole. L'objectif de notre étude c'est d'introduire des nouvelles variétés de blé dur qui s'adaptent à notre climat, résistantes aux maladies, de bonne qualité technologique dont le but de les homologuer et les inscrire au catalogue national. Notre essai est un essai de rendement qui a été réalisé dans une zone caractérisée par une sécheresse précoce prolongée de deux mois allant du semis au tallage. Cependant durant le reste du cycle une pluviométrie régulière et suffisante a été enregistrée. Le dispositif expérimental adopté est du type blocs aléatoires complets. Les mesures sur la plante ont porté sur les principaux paramètres morphologiques et de rendement : nombre de plante par mètre carré, hauteur de la plante, nombre de talle par plant, longueur de l'épi, nombre d'épi par mètre carré, nombre d'épillet par épi, nombre de grains par épi, poids de mille grains et le rendement. Ces paramètres ont fait l'objet d'une analyse de variance suivi d'une comparaison des moyennes au seuil de 5%. Le rendement en grain atteint est faible, il est situé entre un minimum de 12.38 à un maximum de 17.5 q/ha. Les résultats obtenus montrent que les géotypes étudiés n'ont pas eu des réponses identiques aux conditions pédo-climatiques du Haut Chélif.

Mots-clés: Blé dur (*Triticum durum* Desf), variétés, adaptation,

ملخص:

في الجزائر ، تظل زراعة الحبوب العمود الفقري للزراعة ، وهي قطاع استراتيجي وتمثل وزناً كبيراً في الاقتصاد الزراعي. تمثل أهداف دراستنا في إدخال أنواع جديدة من القمح الصلب تتكيف مع مناخنا، ومقاومة للأمراض ، وذات جودة تكنولوجية جيدة ، والهدف منها الموافقة على أصناف جديدة وتسجيلها في الكتالوج الوطني. تجربتنا عبارة عن تجربة مردود أجريت في منطقة تتميز بجفاف مبكر طويل امتد لمدة شهرين، من البذر إلى الحرق. ومع ذلك، خلال الفترة المتبقية من الدورة، تم تسجيل هطول الأمطار بشكل منتظم وكاف. المخطط التجريبي المعتمد من نوع الكتلة العشوائية الكاملة. القياسات المعتمدة تمثلت في: عدد النباتات في المتر مربع، طول النباتات، عدد التفرعات في كل نبتة ، طول السنبل ، عدد السنابل في كل متر مربع ، عدد السنيبلات لكل سنبل ، عدد الحبوب لكل سنبل ووزن الألف حبة والمردود. كانت هذه المعاملات موضوع تحليل تباين تليها مقارنة بين المتوسطات عند عتبة 5%. وجدنا ان محصول الحبوب منخفض، ويتراوح من 12.38 كحد أدنى إلى 17.5 ف / هكتار كحد أقصى. أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الأنماط الجينية المدروسة ليس لها استجابات متطابقة للظروف المناخية.

كلمات مفتاحية: قمح صلب، اصناف، تكيف

Abstract :

In Algeria, growing cereals remain the backbone of agriculture, it is a strategic sector and represents a considerable weight in the economy. The objectives of our study is to introduce new varieties of durum wheat adapted to our climate, resistant to diseases, and have a good technological quality, and register them in the national catalog. Our trial is a yield trial that was carried out in an area characterized by a prolonged early drought of two months from sowing to tillering. However, during the rest of the cycle, regular and sufficient rainfall was recorded. The adopted experimental design is a completely random block type. The measurements on the plant focused on the following parameters: number of plants per meter square, height of the plant, number of tillers per plant, length of the plant, number of spike per meter square, number of spikelet per spike, number of grain per spike, thousand-grain weight and yield. These parameters were the subject of an analysis of variance followed by a comparison of the means at the 5% threshold. The grain yield achieved is low, ranging from a minimum of 12.38 to a maximum of 17.5 q/ha. The results obtained show that the genotypes studied do not have identical responses to the pedoclimatic conditions of Haut Chélif.

Keywords: Durum wheat (*Triticum durum* Desf), varieties, adaptation,

Liste des abréviations

CM: Carré moyen.

CV : Coefficient de variation.

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie.

FAO : Organisation des Nations Unis pour l'Alimentation et l'Agriculture.

H : hectare.

ITGC : l'Institut Technique des Grandes Cultures.

MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la Pêche.

Max: Maximum.

Min: Minimum.

MT : million tonne.

NEMC : Nombre d'épis par mètre carré.

(NP/m²) : Nombre de plants levés par mètre carré

HP : hauteur des plantes

NGE : Nombre de grains par épis.

NTMC : Nombre de talle Par mètre carre

P : probabilité.

q/ha: Quintaux /hectare.

RD: Rendement en grain.

Remerciements

*Tout d'abord, louange à **ALLAH** de m'avoir donné la patience, le courage d'accomplir cet humble travail.*

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer toute ma gratitude et mes remerciements à, **Mme. Ladrâa N. cc**, pour tout le temps qu'elle m'a accordée, pour sa disponibilité, et de m'avoir encouragée et crue en moi, et de m'avoir fournie d'excellentes conditions de travail. De plus, les conseils qu'elle m'a prodigués tout au long de la rédaction m'ont beaucoup aidés à terminer ce travail.*

J'adresse mes vifs remerciements :

*A la président du jury **M MAROK M.A.**,. De m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury.*

*A madame. **TIRCHI N.** d'avoir honoré en acceptant de juger ce travail.*

*Mes vifs remerciements vont aussi à **Walid** , **IKRAM** ; , **et toutes les personnes** qui m'ont aidés, et accompagnés dans la réalisation de ce travail.*



Dédicace

Je dédie ce travail à

Mes chères parents,
mes chères frères.

Toutes les familles

MEHARZI et

BENRABAH .et

toute sa famille

Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Les céréales sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama et al., 2005), selon (FAO, 2007) leur production arrive jusqu'à 2001.5 Mt. Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (Bajji, 1999).

Le blé est une céréale importante en termes de consommation intérieure dans de nombreux pays du monde. Il sert principalement à la fabrication de semoule, matière première des pâtes alimentaires (feuillet, 2000). Sur la scène mondiale, la superficie moyenne consacrée annuellement à la culture du blé dur s'étend sur environ 18 millions d'hectares, ce qui donne une production annuelle moyenne approximative de 30 millions de tonnes métriques (Anonyme, 2002).

Le blé est cultivé principalement dans les pays du bassin Méditerranéen à climat arides et semi-arides là où l'agriculture est dans la plus mauvaise passe. Elle se caractérise par l'augmentation de la température couplée à la baisse des précipitations, en plus la désertification et la sécheresse tuent les sols agricoles (Abeledo et al., 2008). L'Algérie avant les années 1830, exporte son blé au Monde entier. Actuellement l'Algérie importe son blé et se trouve dépendante du marché international (Anonyme, 2006).

La sélection de nouvelles variétés spécifiques aux différentes zones et possédant à la fois performance (rendement, qualité...etc.) et tolérance vis-à-vis des contraintes du milieu est un objectif essentiel des institutions de recherche et de développement. En effet, plusieurs variétés améliorées et répondant aux objectifs précédemment cités, ont été sélectionnées durant ces dernières années (Nouar et al ,2010).

L'objectif principal de tout programme de sélection est de créer des variétés avec un rendement élevé et constant. Un facteur clé dans la sélection est l'environnement dans lequel elle se produit. Différents contextes révèlent des variations génotypiques de différentes manières. Les tentatives de reproduction sont entravées par l'interaction génotype-environnement (Sanchez-Garcia et al., 2012).

L'objectif de cette étude est de comparer cinq lignées à un témoin local dans la région de Ain deflaen termes de précocité et de performance des caractères d'adaptation et de production, notamment de rendement et des caractères qui lui sont associés.

Chapitre I: Synthèse Bibliographique

1. Historique de blé

L'homme préhistorique était constamment en déplacement (nomade) à la poursuite de la faune et des fruits pour se nourrir. Cependant, le nomadisme a dû céder la place à une existence sédentaire pour que les céréales puissent être cultivées. De grandes civilisations ont pu émerger et s'épanouir grâce à cela. Le blé fait partie de ces céréales présentes depuis la nuit des temps. Son histoire remonte à la période mésolithique (7000 av. J.-C.) (Anonyme, 1981 ; Ruel, 2006).

Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme. Depuis plus de 7000 à 10000 ans le blé occupe le croissant fertile, zone couvrant la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (Croston et Williams, 1981 in Cherfia, 2010). Des vestiges de blés, diploïdes et tétraploïdes, remontant au VII^{ème} millénaire avant J.C ont été découverts sur des sites archéologiques au Proche Orient (Harlan, 1975 in Cherfia, 2010).

Le blé dur espèce connue depuis la plus haute antiquité, appartient au groupe des tétraploïdes, du genre *Triticum* qui comprend de nombreuses espèces. Le blé (*Triticum*), le riz (*Oriza L.*) et le maïs (*Zeamays L.*) constituent la base alimentaire des populations du globe et semblent avoir une origine commune : issues d'une même espèce ancestrale qui aurait contenu tous les gènes dispersés chez les trois espèces actuelles (Yves et De Buyser, 2000 in Cherfia, 2010).

2. Origine et classification

2.1. Origine du blé

2.1.1 Origine génétique

La lignée génétique du blé est compliquée et mal comprise. Le génome A provient de *Triticum monococcum*, le génome B d'*Aegilops (bicornis, speltoids, longissima ou searsii)* et le génome D d'*Aegilops squarrosa* (également appelé *Triticum tauschii*). Le croisement naturel de *T. monococcum* x *Aegilops* (porteur du génome B) a entraîné la formation de AABB (*Triticum turgidum* ssp. *Dicoccoides*), un type de blé dur sauvage qui a ensuite évolué en *T. turgidum* ssp. *dicoccum*, et enfin *T. durum* (blé dur cultivé). Le résultat d'un croisement tout aussi naturel entre *T. turgidum* ssp. *dicoccum* (AA BB) et *Aegilops squarrosa* est considéré comme du blé tendre cultivé (AA BB DD) (feuillet, 2000).

2.1.2. Origine géographique :

Le centre géographique d'origine, où coexisteraient les espèces parentales, est le Moyen-Orient. L'espèce s'est divisée en trois régions distinctes en fonction de ses origines : le bassin méditerranéen occidental, le sud de l'ex-Union soviétique et le Proche-Orient. Chaque centre de différenciation a ses propres caractéristiques morphologiques et physiologiques (Grignac, 1978) (**Figure 01**).



Figure 1 : Origine et diffusion de *Triticum turgidum* (Bonjean, 2001).

2.2. Classification botanique :

Le blé est une plante monocotylédone appartenant au genre *Triticum* de la famille des *Poaceae*. C'est une graine dont le grain est un fruit sec et indéhiscents appelé caryopse, constitué de graines et de téguments. Les deux variétés les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*), mais il existe de nombreuses autres variétés de blé plus ou moins ploïdiques (blé diploïde : génome AA ; blé tétraploïde : AA et blé hexaploïde BB : génomes AA, BB et DD) et leur nombre de chromosomes (14, 28 ou 42). Le blé tendre a trois génomes, AA, BB et DD, et chaque génome est constitué de 7 paires de chromosomes homologues, numérotés de 1 à 7 (A1...A7, B1...B7, D1...D7), soit un total de 42 chromosomes ; le blé dur ne contient que deux génomes AA et BB et 28 chromosomes (feuillet, 2000). Selon Dhalgren et Clifford, 1985 in Ghanem, 1995 la classification de blé dur est la suivante :

Embranchement : Phanérogames

Sous/ Embranchement : Angiospermes

Classe : Monocotylédones

Ordre : Glumiflorales

Famille : Graminées

Genre : *Triticum*

Espèces : *Triticum durum*.

3. Biologie du blé

3.1. Le cycle physiologique du blé

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repérés, permettant de diviser en deux périodes la vie des céréales. Une période végétative comporte les phases germination, levée et tallage et une période reproductrice comporte les phases montaison, épiaison, floraison et maturation.

3.1.1. Période végétative

3.1.1.1. La germination et la levée

La germination commence quand le grain absorbe de 20 à 25 % de son poids en eau, et que le sol peut lui fournir l'humidité, la chaleur et l'oxygène nécessaire.

La levée commence quand une première feuille paraît au sommet de la coléoptile. L'axe portant le bourgeon terminal se développe en un rhizome dont la croissance s'arrête à 2 cm en dessous de la surface du sol. Le nombre de plants installés par unité de surface de terre ensemencée est établi lors de cette étape. Le stade de levée végétative correspond à l'apparition de 50% des plantes du sol (Henry et Buyser, 2000).

3.1.1.2. Le tallage

Cette phase s'amorce à partir de la quatrième feuille. Le début du tallage est marqué par l'apparition de l'extrémité de la première feuille de la talle latérale primaire puis d'autres talles naissent successivement à l'aisselle de la 2ème et la 3ème feuille de la tige centrale, l'ensemble restant court noué, formant un plateau de tallage situé juste au niveau du sol (**Figure 02**). Le fin tallage est celle de la fin de la période végétative (Henry et Buyser, 2000).

3.1.2. La période reproductrice

3.1.2.1-La phase montaison – gonflement

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entrenœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que, d'autres se trouvent couronnées par des épis.

Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus. La montaison se termine lorsque l'épi prend sa forme définitive dans la gaine gonflée de la feuille étendard, ce qui correspond au stade de gonflement (**Figure 02**) (Henry et Buysen, 2000).

3.1.2.2-La phase épiaison – floraison

La phase épiaison est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille. Les épis dégainés fleurissent généralement entre 4 à 8 jours après l'épiaison, c'est lorsque les étamines sortent des épillets (**Figure 02**). À ce stade, la tige a terminé sa croissance, la fécondation a eu lieu et le nombre maximal de grains a été déterminé (Henry et Buysen, 2000).

3.1.2.3- La phase maturation

La maturation durant laquelle, le grain se développe en deux stades. Le stade laiteux, où le grain vert clair, au contenu laiteux, atteint sa dimension définitive. Le stade pâteux où le grain d'un vert jaune s'écrase facilement. Les glumes et les glumelles sont jaunes striées de vert, les feuilles sèches et les nœuds de la tige encore verts. Puis le grain mûrit. Il prend une couleur jaune. Il est brillant et durci. Les nœuds de la tige deviennent jaunes striées de vert. A maturité complète, le grain prend la couleur typique de la variété et la plante est complètement sèche. À sur-maturité, le grain est mat et tombe tout seul de l'épi (Houot et al. 1990).

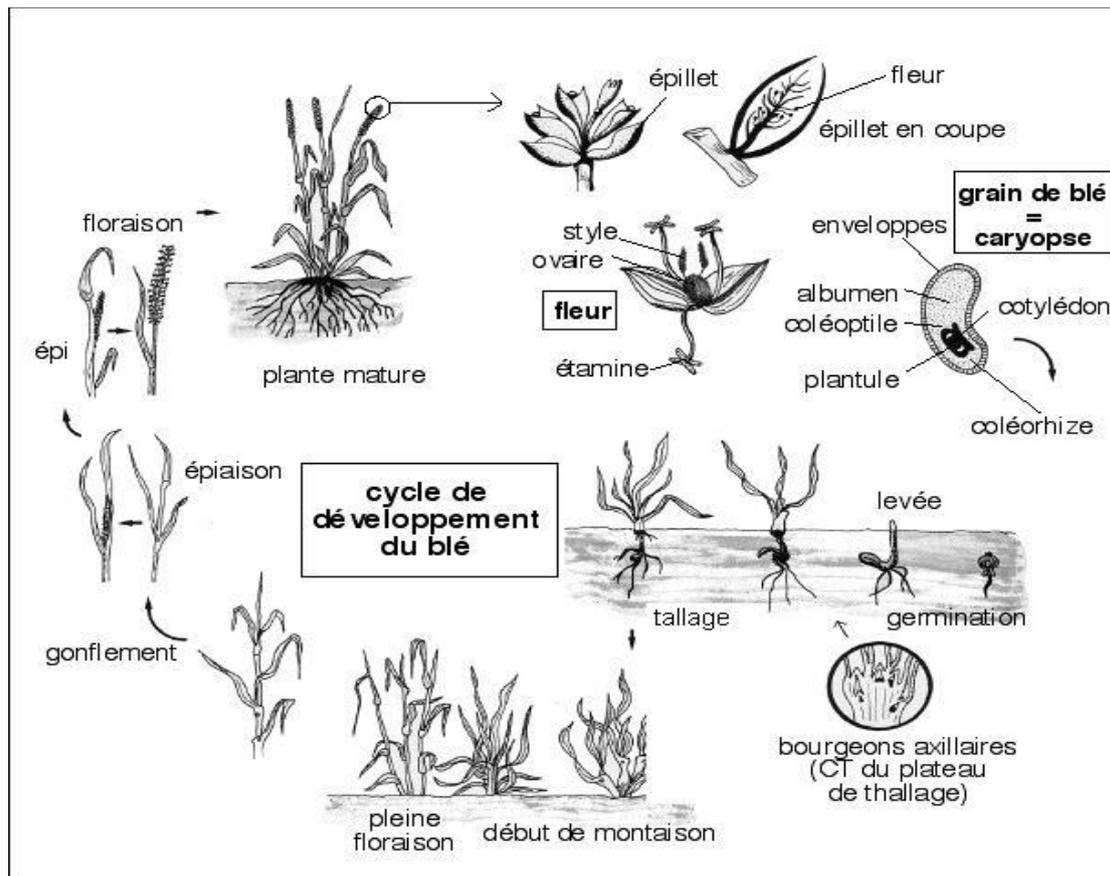


Figure 02 : Cycle de développement du blé(<http://acces.ens-lyon.fr/>).

3.2. Les caractères morphologiques de blé

3.2.1. L'appareil végétatif

Les talles composent le système aérien, sont constituées d'une variété d'éléments biologiques. Chaque talle est constituée d'un pédoncule ou d'une tige feuillée qui se termine par une inflorescence. Les talles sont ce que les branches et les feuilles sont aux arbres en termes d'herbe. Les branches des graminées, en revanche, commencent toutes au même nœud, situé à la base de la tige, le plateau de tallage.

Les entre-nœuds, qui sont divisés par les entre-nœuds, les méristèmes, qui allongent et identifient les feuilles, constituent la tige. Chaque nœud sert de point d'attache de la feuille.

La tige est formée par les inter-nœuds, qui sont divisés par les inter-nœuds, les méristèmes, qui allongent et distinguent les feuilles. Chaque nœud est le lieu d'attache de la feuille (**Figure 3**).

Les feuilles sont alternées (disposées en deux rangées le long de la tige). Chaque feuille a deux parties : une partie inférieure (la gaine) qui encercle l'entre-nœud correspondant et une partie supérieure (le limbe). Les gaines sont emboîtées les unes dans les autres au niveau des

nœuds et créent un tube cylindrique autour de la tige qui se désengage au fur et à mesure que les entre-nœuds se dilatent. Une petite membrane non vasculaire, la ligule, est visible à l'intersection du limbe et de la gaine. Il est plus ou moins long et serré. Les oreillettes sont deux stipules plus ou moins embrassantes, glabres ou poilues près de la base du limbe de chaque côté.

Les racines ou le système racinaire est composé de deux types qui se succèdent. De la levée au début du tallage, le système racinaire primaire ou séminale est actif. Ce système se compose d'une racine principale et de deux paires de racines latérales, pour un total de cinq racines ; une sixième racine pourrait émerger dans le futur. Lorsqu'une plante talle, elle développe un système de racines secondaires ou talles (ou coronales) (**Figure 3**). L'ancien système est progressivement remplacé par celui-ci. Il est de nature fascinée (Soltner, 1998).

3.2.2 L'appareil reproducteur

Les fleurs sont regroupées en inflorescence correspondant à l'épi dont l'unité morphologique de base est l'épillet constitué de grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles et incluses dans deux bractées appelées les glumes (inférieure et supérieure) (Gate, 1995). Le nombre de fleurs fertiles par épillet varie selon l'espèce : chez le blé, de 2 à 4 ; chez l'avoine, de 1 à 3 ; chez l'orge, une seule (**Figure 3**).

3.2.3 Le grain

Les grains de blé sont des fruits, appelés caryopses. Ces derniers sont de forme ovoïdes, possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale «le sillon"et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse". Le caryopse est constitué de 03 parties (**Figure 3**) :

a) Les enveloppes : Selon Godon et Willm, (1991) les enveloppes donnent le son en semoulerie, elles sont d'épaisseur variable et sont formées de 3 groupes de téguments soudés :

- Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de 3 assises cellulaires :

- Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.

- Mésocarpe, formé de cellules transversales.

- Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires.

- Le testa ou tégument de la graine constituée de 2 couches de cellules.

- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.

b) L'albumen : Principalement amylicé et vitreux chez le blé dur, possède à sa périphérie une couche à aleurone riche en protéines, lipides, pectines, hémicelluloses et minéraux (Godon et

Willm, 1991).

c) **L'embryon** : Selon Godon et Willm, (1991) l'embryon comporte :

- Le cotylédon unique ou scutellum riche en lipides et protéines.
- La plantule plus ou moins différenciée :
 - La racicule ou racine embryonnaire protégée par le coléorhize.
 - La gemmule comportant un nombre variable de feuilles visibles, enfermées dans un étui protecteur : la coléoptile.

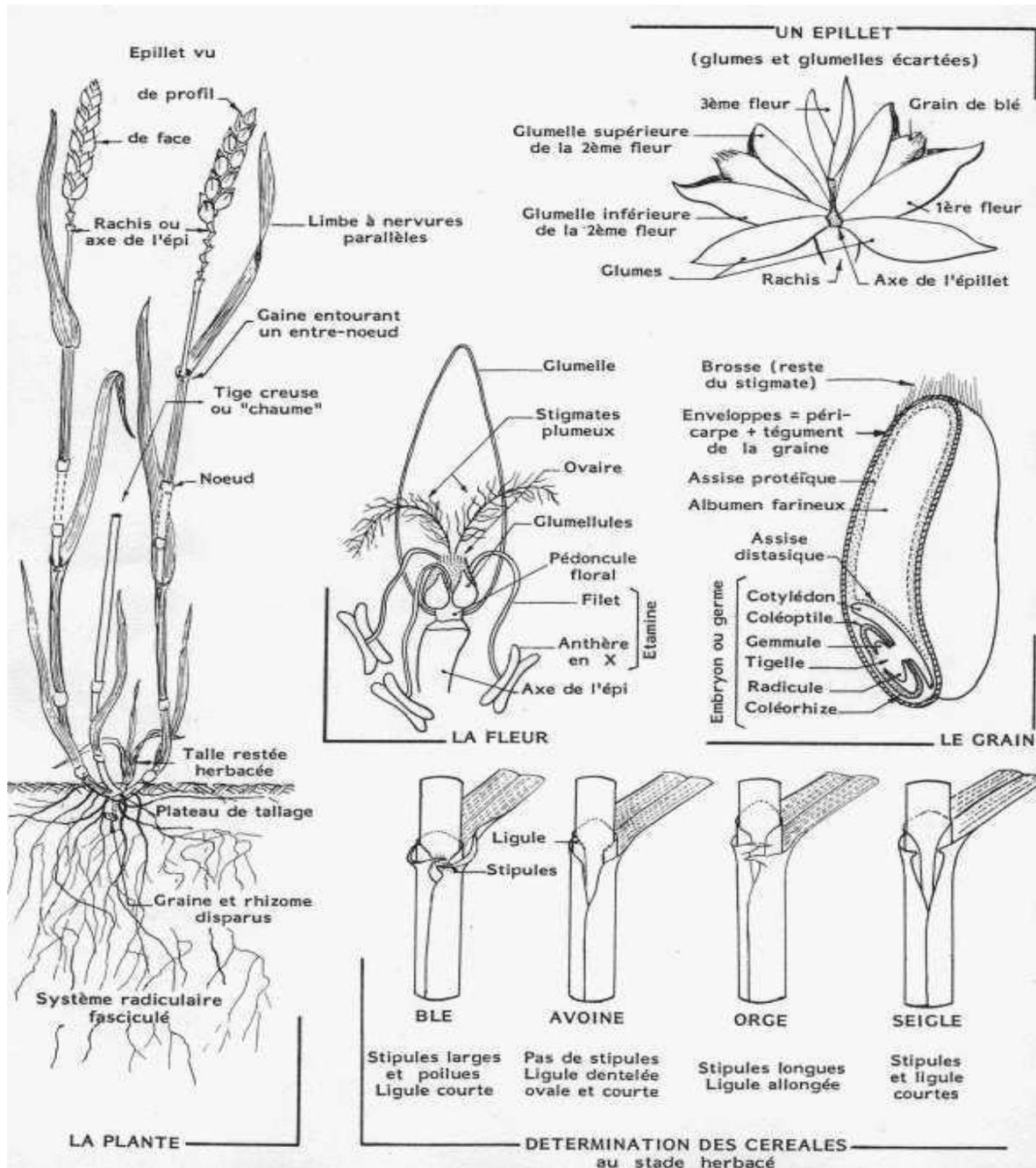


Figure 03 : Morphologie du blé (Soltner, 1998).

3.3. Les exigences de la culture de blé

3.3.1. Les exigences pédoclimatiques

Un bon comportement de la culture durant tout son cycle de développement exige, la réunion de certains facteurs qui conduisent à l'observation d'un meilleur rendement et parmi les exigences on peut citer :

3.3.1.1 La température

La température à partir de laquelle un blé germe et pousse est de 0°C; cependant l'optimum se situe entre 20 et 22 °C. Une température élevée est favorable au développement et à la croissance (Simon et al. 1989). Baldy, (1992), ajoute que les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine. Mekhlouf et al. (2001), situent les exigences en température pour les différents stades de développement du blé de la manière suivante :

- stade levée : la somme des températures = 120 °C.
- stade tallage : la somme des températures = 450 °C.
- stade plein tallage : la somme des températures = 500 °C.
- stade épi 1 cm : la somme des températures = 600 °C

3.3.1.2. L'eau

L'eau est un facteur limitant de la croissance du blé. Ce dernier exige l'humidité permanente durant tout le cycle de développement. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (Soltner, 1988). En zone aride, les besoins sont plus élevés au vu des conditions climatiques défavorables. Ces de la phase épi 1 Cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (Loue, 1982).

3.3.1.3. La lumière

Le blé est une plante à jour long, il a besoin de lumière pour assurer un bon tallage qui sera déterminant pour la plante lors de l'élaboration du rendement. Une certaine durée de jour est nécessaire pour la réalisation de l'épiaison, l'intensité de la photosynthèse dont dépend au même temps la résistance des tiges et le rendement est directement influencé par la lumière (Soltner, 1988).

3.3.1.4. Le sol

Le blé dur apprécie les sols limoneux, argileux calcaires ou les sols argileuxsiliceux profonds,

il a besoin d'un sol sain, se ressuyant bien en hiver et à bon pouvoir absorbant. En terre peu profond, il y a risque de sécheresse en période critique (phase de palier hydrique). Du point de vue caractéristique chimique, les blés durs sont sensibles à la salinité ; un PH de 6,5 à 7,5 semble adéquat puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote ce qui entrave la croissance et en particulier celle des racines (Soltner, 1988 ; Maachi, 2005).

3.3.2 : Les exigences culturales

3.3.2.1. Préparation du sol

Le blé nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres patentes (limoneuse en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres. Le sol doit être légèrement motteux et suffisamment tassé en profondeur, une structure fine en surface pour permettre un semis régulier et peu profond (Ouanzar, 2012).

3.3.2.2. Semis

La date de semis un facteur limitant vis-à-vis rendement, c'est pourquoi la date propre à chaque région doit être respectée sérieusement pour éviter les méfaits climatiques. En Algérie, le semis commence dès la fin d'octobre avec un écartement entre les lignes de 15 à 25 cm et une profondeur de semis de 2,5 à 3 cm (Latreche, 2011).

3.3.2.3. Fertilisation

L'azote c'est un élément très important pour le développement du blé, estime qu'il faut 3Kg d'azote pour produire 1 quintal de blé dur. Jusqu'au début de la montaison, les besoins sont assez modestes 40 à 45 Kg/ha puis jusqu'à la floraison tout l'azote est absorbé, il faut que la plante ait dès le début de la montaison tout l'azote nécessaire son développement. Les besoins en azote de la culture lors de gonflement et à la floraison sont en effet extrêmement importants ; c'est à ce moment que la matière végétale augmente le plus vite et que se détermine le nombre d'épis. Pendant la maturation, la fourniture d'azote minéral du sol ne peut couvrir les besoins de la culture. A la récolte, plus de 75% de l'azote total de la plante se trouve dans les grains. Le phosphore favorise le développement des racines, sa présence dans le sol en quantités suffisantes est signe d'augmentation de rendement. Les besoins théoriques en phosphore sont estimés à environ 120Kg de P₂O₅/ha. Le potassium les besoins en potassium des céréales peuvent être supérieurs à la quantité contenue à la récolte 30 à 50 kg de P₂O₅ de plus/ha. (Bebba, 2011)

4. Stress abiotiques et effets sur la plante

Le stress est l'ensemble des conditions qui provoquent des changements des processus physiologique résultant éventuellement en dégâts, dommage blessures, inhibition de la croissance ou de développement (Hopkins, 2003).

4.1. Stress hydrique

Le stress hydrique peut être défini comme le rapport du volume d'eau au volume d'eau La quantité d'eau nécessaire à la croissance des plantes et la quantité d'eau disponible dans celle-ci l'environnement, sachant que les réserves en eau utiles des plantes sont la quantité d'eau Le sol est accessible par son système racinaire. La demande en eau de l'usine est Déterminé par les niveaux de transpiration ou d'évapotranspiration, qui comprennent Perte d'eau au niveau des feuilles et du sol (Laberche, 2004).

Le déficit hydrique à la montaison se traduit par la production très réduite du nombre d'épis par unité de surface. Il induit aussi la réduction du nombre de sites des grains par épi. Vers le stade méiose- épiaison, c'est l'avortement des fleurs qui devient important (Debaeke et al., 1996).Le manque d'eau après la floraison, ainsi que l'effet des températures élevées, entraînent une réduction du poids moyen des grains. Il a un effet sur la vitesse et la durée de remplissage des grains(Triboi, 1990).L'adaptation est un processus crucial pour l'adoption de cultivars tolérants à la sécheresse dans les milieux arides et semi-arides (Slama et al., 2005).

4.2. Stress thermique

Le stress thermique peut se produire très tôt dans le cycle dans les régions arides et semi-arides de haute altitude. Une réduction de la longueur des coléoptiles se produit en raison des températures élevées pendant le semis (Hazmoune, 2000). Wardlaw et al., (1995), ont démontré que la température optimale pour le développement et le remplissage du grain varie de 12 à 15°C pour de nombreux génotypes de céréales à paille. Ils observent une diminution de 3 à 5% du poids du grain pour chaque degré d'augmentation de la température à partir de la base des 12 à 15°C. Dans cet écart de températures, une réduction de la durée de remplissage est compensée par une augmentation du taux de remplissage, avec pour effet peu de variation du poids moyen du grain (Wardlaw et al., 1995).

L'altitude et l'environnement méditerranéen imposent un hiver extrêmement froid et pluvieux, qui limite la croissance des plantes lorsque l'eau est disponible et allonge le cycle de la plante, l'exposant à la sécheresse du début de l'été (Chenaffi et al., 2006). Les dégâts de gel tardif sont très fréquents sur les céréales, rendant l'adoption des variétés précoces trop risquée

(Bouzerzour et Benmahammed, 1994). Lorsque les génotypes précoces choisis ne sont pas génétiquement résistants au froid, l'adoption de la stratégie d'esquive comme mécanisme pour échapper au stress thermique vers la fin du cycle est inefficace (Mekhlouf et al., 2006).

4.3. Stress salin

Dans les pays arides et semi-arides, le stress salin est une grave préoccupation pour l'agriculture, diminuant les terres cultivables et mettant en péril la sécurité alimentaire (Zaman-Allah, et al. 2009). La salinité peut être causée par des activités agricoles telles que l'irrigation ou l'utilisation d'engrais chimiques, ou elle peut être causée par des facteurs naturels tels que peu de précipitations et un ensoleillement intense. Des niveaux élevés de sel dans les sols sont dangereux pour les plantes, provoquant une perturbation métabolique et une suppression de la croissance et du développement (Djanaguiraman, et al. 2012). Les plantes sont divisées en deux groupes en fonction de leur sensibilité au sel : les glycophytes, qui sont des plantes qui ne peuvent pas supporter de fortes concentrations de sel, et les halophytes, qui sont résistantes au sel. La réponse au sel des céréales, qui sont des glycophytes, varie selon les espèces. Par exemple, le blé dur (*Triticum durum*) est l'espèce la moins tolérante, suivie du blé tendre (*Triticum aestivum*) et enfin de l'orge (*Hordeum vulgare*) qui est la plus tolérante (Munns et Test 2008). La vulnérabilité de la plante au stress salin est également déterminée par son stade de développement. Le stade juvénile est le plus sensible chez certaines espèces, tandis que le stade adulte est le plus sensible chez d'autres. L'orge, le blé, par exemple, sont plus sensibles au stade juvénile qu'au stade mature (Munns, James et Läuchli 2006).

5. Mécanismes d'adaptation des plantes au stress hydrique

Les plantes adoptent des mécanismes d'adaptation pour lutter contre la pénurie d'eau, qui varient selon les espèces et les conditions environnementales (esquive, évitement et patience)(Turner, 1986).D'un point de vue physiologique, la résistance d'une plante au stress hydrique peut être décrite par sa capacité à survivre et à prospérer, et d'un point de vue agronomique, par l'obtention d'un rendement supérieur aux plantes sensibles au stress hydrique(Madhava Rao et al., 2006).La résilience globale d'une plante au stress hydrique est la conséquence d'une variété d'interactions phénologiques, anatomiques, morphologiques, physiologiques, biochimiques et moléculaires qui permettent une croissance, un développement et une production soutenus (Hsissou, 1994).

a. Adaptation phréologique

Certaines espèces terminent leur cycle de croissance avant le début du stress hydrique pour éviter les périodes critiques de pénurie d'eau. Par conséquent, la rapidité est une technique cruciale pour prévenir les pénuries d'eau fin du cycle. L'arrivée précoce permet une utilisation plus efficace de l'eau. Les génotypes à croissance rapide et à maturité précoce, en produisant le plus de biomasse, exploitent mieux l'eau disponible et sont moins soumis aux stress environnementaux que les génotypes tardifs (Bajji, 1999). Par conséquent, la précocité de l'épiaison a une corrélation positive avec le rendement en grains (Gonzalez, 1999). La précocité de l'épiaison est un critère de sélection important pour améliorer la productivité en zone sèche (Ali Dib, 1992 ; Ben Salem et al., 1997).

b. Adaptation morphologique

L'adaptation peut prendre forme à la suite de changements morphologiques afin d'optimiser l'absorption d'eau et/ou de minimiser la compétition sudorale et organique pour les assimilats générés. En conséquence, certains types réduisent la surface foliaire et le nombre de talles pour modifier leur consommation d'eau. Ils sont connus comme des plantes frugales. D'autres ont la capacité d'enrouler le limbe foliaire afin de réduire la transpiration et le stress lumineux. D'autres s'efforcent davantage de développer un système racinaire profond afin d'accéder à des horizons plus humides et d'assurer ainsi une meilleure alimentation hydrique. On pense que ces plantes dépensent de l'eau (Slafer et al., 2005).

c. Adaptation physiologique

La stratégie de tolérance est mise en œuvre par les usines grâce à l'abaissement du potentiel hydrique qui maintient la turgescence (Sorrells et al., 2000). En maintenant un état hydrique propice à la croissance foliaire, les systèmes participant à la tolérance assurent l'hydratation cellulaire et diminuent les pertes en eau. La diminution des pertes en eau par fermeture des stomates est un moyen pour les plantes de répondre au stress. Cette une transpiration réduite signifie moins de photosynthèse. Les génotypes avec l'efficacité d'utilisation de l'eau et la survie les plus élevées sont ceux dont la capacité photosynthétique intrinsèque est la moins impactée (Araus et al., 2002).L'adaptation à des milieux aux régimes hydriques variables est en partie associée à l'ajustement osmotique (Richards et al., 1997).Le mécanisme fondamental qui permet à la cellule de maintenir sa turgescence sous stress hydrique est l'ajustement osmotique(Zhang et al., 1999).La concentration de solutés conduit à un ajustement osmotique, qui maintient le potentiel de turgescence constant. Les acides

organiques, les acides aminés (proline, glycinebétaine), les glucides solubles et certains composants inorganiques sont principalement importants pour le contrôle osmotique (Richards et al., 1997).

6. Importance de la culture de blé dur

6.1. Dans le monde

La production mondiale de blé dur de la campagne 2020 /21 est estimée en hausse de 0,6 % par rapport à 2019/20, grâce à des récoltes volumineuses au Canada, en Australie, en Syrie et en Turquie. En revanche, les productions sont en baisse sur un an pour l'UE, l'Afrique du Nord et le Mexique. La récolte mondiale 2020 est estimée à 33,8 Mt.

La production canadienne de blé dur a augmenté de 32 % par rapport à 2019-2020 pour s'établir à 6,57 Mt. Cette progression est attribuable à l'augmentation des superficies ensemencées et récoltées (+ 16 %) et à une amélioration des rendements de 5 %. L'offre globale du Canada est ainsi estimée à 7,3 Mt, soit 6 % de plus que l'an dernier et 2 % de plus que les offres moyennes des Cinq dernières années. Aux Etats-Unis : Les dernières estimations de production de blé dur de l'USDA s'établissent à 1,9 Mt, soit une progression de 30 % par rapport à la précédente récolte, résultat d'une forte hausse des surfaces consacrées au blé dur (+ 40 %) en particulier dans le Montana et le Nord Dakota.

La production de la récolte 2020 en hausse également pour : l'Australie avec 0,9 Mt (0,2 Mt en 2019/20) grâce à d'excellentes conditions de culture ; la Turquie : 3,4 Mt (3,2 Mt en 2019/20) grâce à une augmentation des surfaces et à l'amélioration des rendements et le Kazakhstan : 1,6 Mt (1,4 Mt en 2019/20).

Des productions en repli pour : l'UE : 7,33 Mt, avec un recul de 2 % sur la récolte 2019 dû aux baisses des rendements moyens ; le Mexique : 1,2 Mt, soit une baisse de 31 % par rapport à la récolte 2019 attribuée essentiellement à une forte baisse des surfaces, soit 24 % de réduction par rapport à 2019 et les pays du Maghreb : L'Algérie : 3 Mt, un recul de 6 % par rapport à la récolte 2019 ; le Maroc : avec 0,8 Mt, subit la plus forte baisse parmi les pays du Maghreb, moins 40 % par rapport à 2019/20 ; et la Tunisie : 0,9 Mt contre 1,2 Mt en 2019/20. Ces baisses de rendements, conséquences de fortes sécheresses survenues durant les cycles de la culture. (FranceAgriMer, 2021)

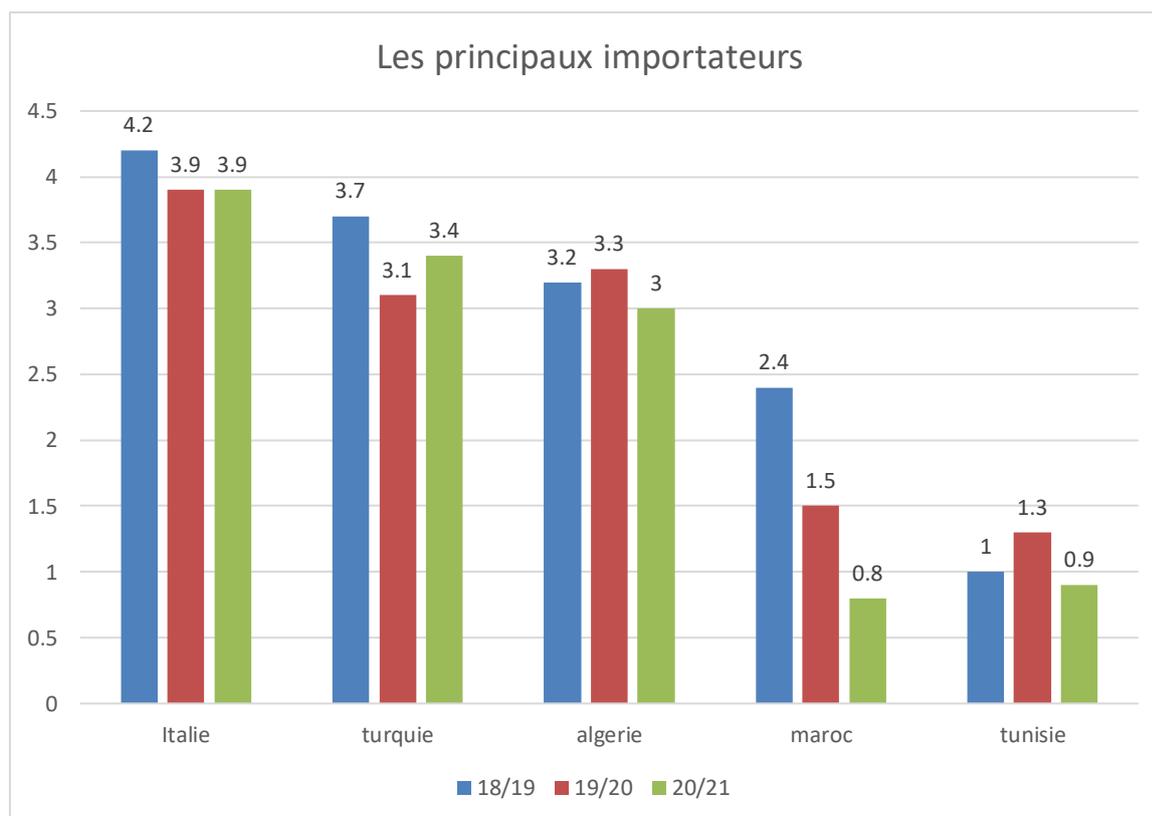


Figure 04 : Les principaux pays importateurs de blé dur.(Source : CIC, 2021).

6.2. En Algérie

Les céréales d'hiver, restent la base de l'alimentation des Algériens et sont essentielles dans l'alimentation humaine et animale, ce qui leur vaut une position favorable dans l'agriculture algérienne (Boulaï et al., 2007). Les besoins de l'Algérie en céréales sont estimés à environ 8 millions de tonnes par an et le blé dur, est la première céréale cultivée dans le pays (Anonyme,2013).

La production céréalière en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif, elle constitue la principale activité, notamment dans les zones arides et semi-arides. Les terres annuellement semées représentent 3,6 millions d'hectares, la superficie occupée par le blé dur est, en moyenne, de 1.3 millions d'hectares. La production de blé dur est très variable, comme dans tout le Maghreb, est due aux travaux de recherches et d'amélioration peu développés, rajoutant les conditions climatiques non stables particulièrement la sécheresse. L'Algérie ambitionne à travers le programme quinquennal 2015-2019 de réduire ses importations de céréales. L'objectif est de réaliser l'autosuffisance

en blé dur (MADR, 2019).

L'évolution de la production et la superficie réservée au blé dur au niveau national pendant la période 2012-2021 est présentée par les figures 04, 05 et 06 (MADR, 2022).

La production blé dur en Algérie entre 2012 et 2021 présente 03 phases distinguant :

1 er phase : de 2012 à 2017 :

On constate que durant cette période, malgré la stabilité des superficies cultivées, la production baisse continuellement de 24071108qx à 19909570qx, soit une baisse de production de 4161538 qx.

2eme phase : de 2017 à 2019 :

Durant cette période, on constate une poursuite de l'augmentation de la surface cultivée qui lui correspond augmentation significative de la production, de 19909570qx à 32087678qx.

3eme phase : de 2019 à 2021 :

Durant cette période, on constate une poursuite de l'augmentation de la surface cultivée qui lui correspond une forte baisse de la production, de 32087678qx à 23856420qx soit une baisse de production de 8231258qx.

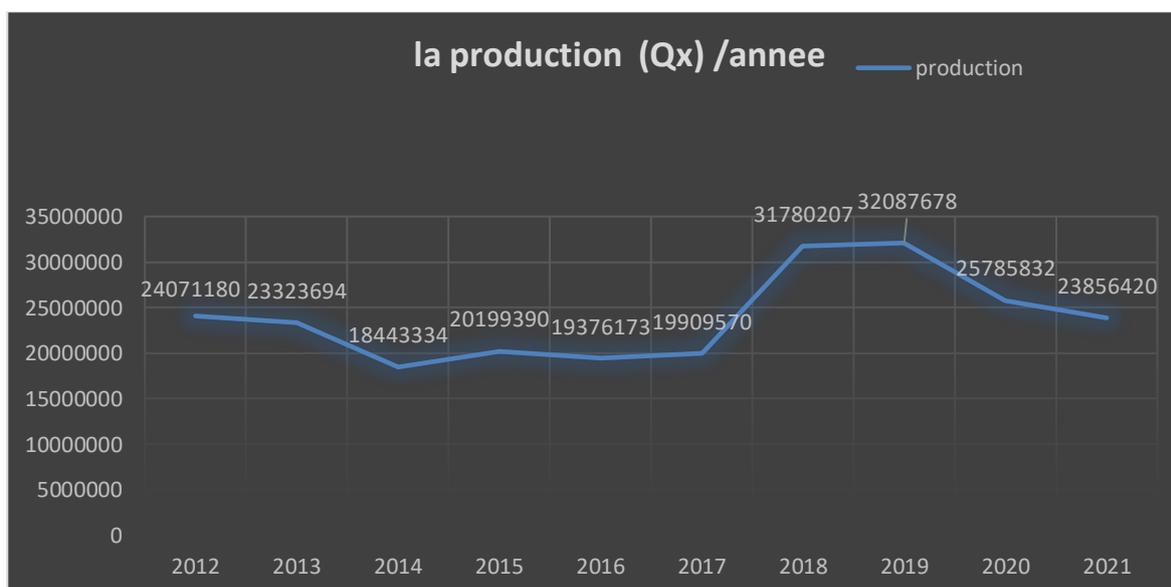


Figure 05 : La Production de blé dur en Algérie entre 2012-2021(MADR 2022)

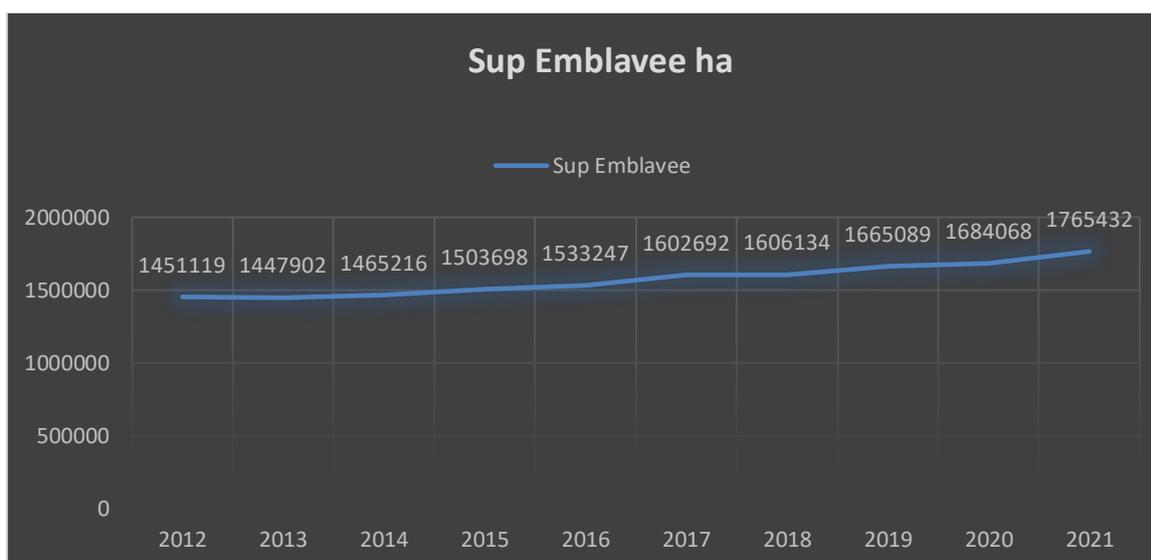


Figure 06 : La superficie emblavée de blé dur en Algérie entre 2012-2021 (MADR, 2022)

6.3 La production de blé dur au wilaya de Ain-Defla :

L'évolution de la production, le rendement et la superficie réservée au blé dur au niveau de la région Ain- Defla durant la période 2012-2021 est présentée par les figures 06, 07 et 08 (DSA, 2022).

De 2012 à 2014 les superficies emblavées sont variées entre 55000 ha et 45000, compensées par une baisse de la production (de 1500000Qx à 686500 Qx) et du rendement (de 27 q/ha à 15q/ha).

De 2014 à 2019 les superficies emblavées sont variées entre 45000 et 575000 ha, compensées par une augmentation de la production (de 686500Qx à 1642400Qx) et du rendement (de 15 q/ha à 28q/ha).

De 2019 à 2021 nous constatons une baisse notable de la superficie (de 57000ha à 34000ha), de la production (de 1600000Qx à 430000Qx) et du rendement de 28 q/ha à 13q/ha).

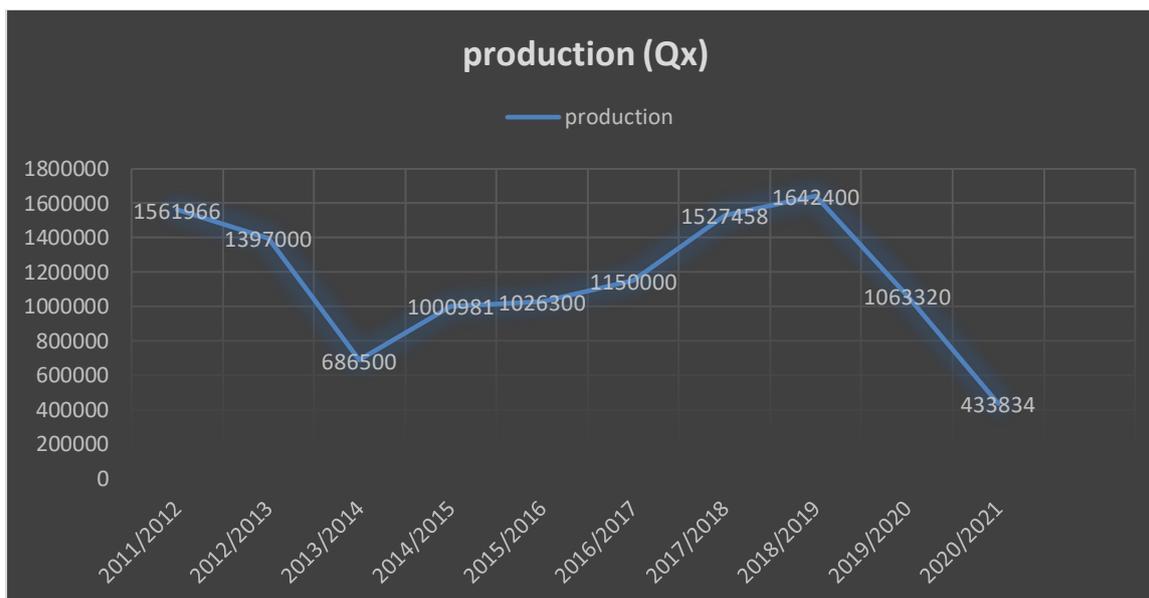


Figure n°07 : Evolution de la production de blé dur au niveau de la région de Ain-Defla2012-2021 (DSA Ain- Defla2022).

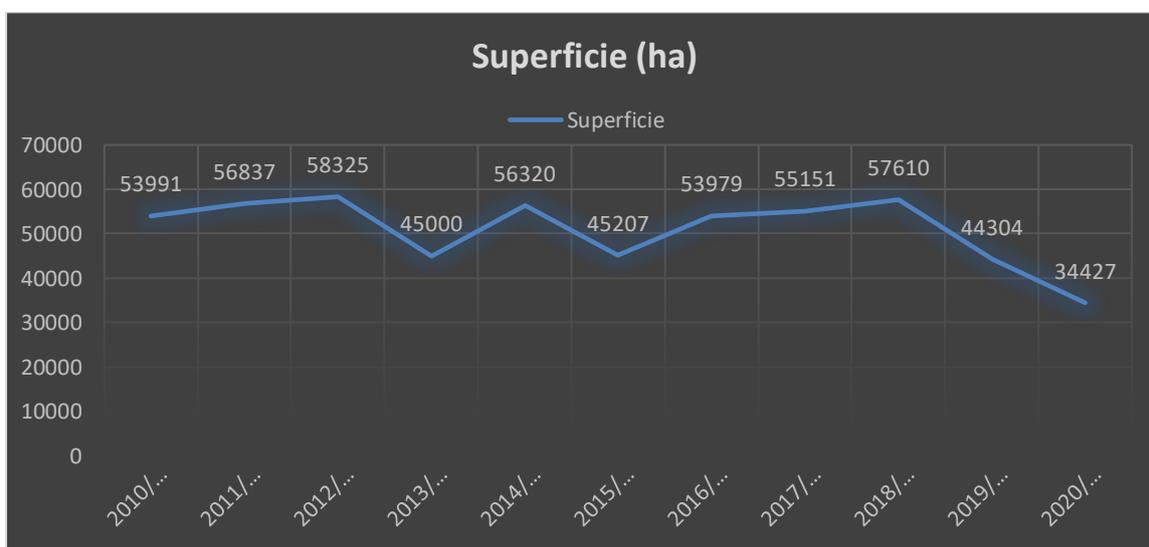


Figure n°08 : Evolution de la superficie emblavée réservée au blé dur au niveau de la région de Ain-Defla2012-2021 (DSA Ain- Defla2022).

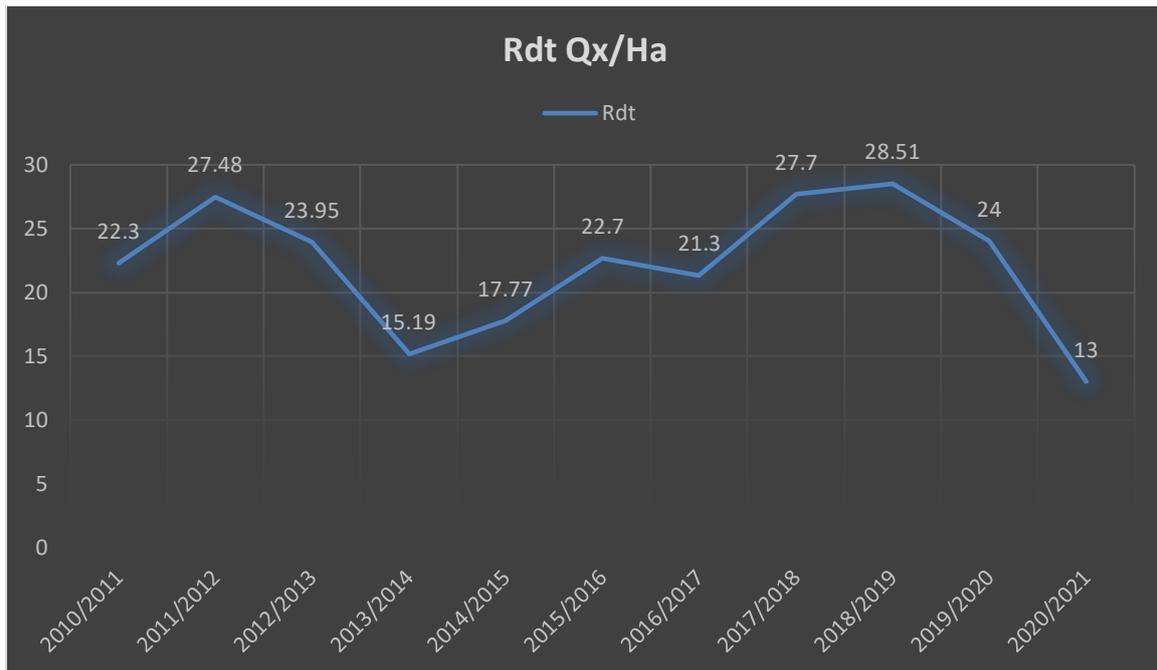


Figure n°09 : Evolution du rendement de blé dur au niveau de la région de Ain-Defla2012-2021 (DSA Ain- Defla 2022).

ChapitreII: Matériel et Méthodes

1. Objectif de l'expérimentation.

L'objet de cet essai est de sélectionner des nouvelles lignées selon les caractères suivants :

1. Un rendement élevé et qui dépasse la variété témoin.
2. Résistance aux maladies
3. L'adaptation aux milieux de culture aux conditions climatiques de la zone de Haut Cheliff

2. Matériel végétal

La présente étude a porté sur 05 lignées issues du programme national de blé et une variété témoin Siméto introduite depuis longtemps et homologuée dans le catalogue variétal de blé dur. La collection de semence utilisée a été fournie par la station ITGC de KHEMIS MILIANA.

Tableau 01 : Noms et pédigrées des lignées testées.

Essais	Nombre des lignées+ le témoin	Lignées sélectionnés	Noms ou pédigrées des lignées testées/historique de sélection
Rép 4	06	L11(V2)	Zegrenses1/3/13376/Bcrch1//Ossl1/Stj5
		L12(V3)	Tdicocum1/Ch1//IcamorTA0469/3/IcamorTA0459//CandocrossH25/Blk204144/4/Mrf1/Stj2//Bcrch1/5/F413/3/Arthur71/Lahn//Blk2/Lahn/4/Quarmal
		L13(V4)	CandocrossH25/3/Mrf2/NormalHamari//Bcr/Lks4/4/Berghouata1
		L15(V5)	Korifla/AegSpeltoidesSyr/Amedakul
		L19(V6)	CANNIZZARA/Orjaune
		témoin (V1)	SIMÉTO

3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté pour cet essai est un dispositif expérimental de FISHER ou bloc aléatoire complet avec 04 répétitions ; chaque bloc est constitué 05 parcelles élémentaires faisant chacune l'objet d'un traitement (variété).

On a en global 06 variétés dont 5 lignées et une variété témoin (SIMÉTO)

*Les parcelles élémentaire sont de dimensions $1.2 * 5 = 06 \text{ m}^2$

*Espace entre chaque bloc 1m

* Ecartement de l'espace 0.3 m

* Les variétés sont tirées au hasard.

* L'essai est implanté dans une parcelle homogène.

* Espacement entre les lignes 20 cm.

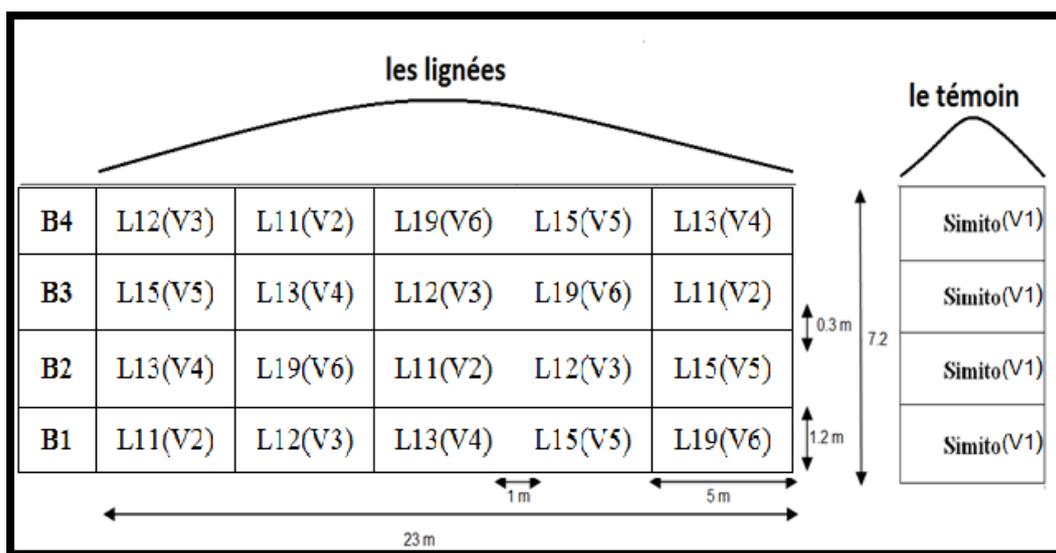


Figure 10 :Schéma du dispositif expérimental

4. Présentation du site expérimental

L'expérimentation a été mise en place au niveau de l'Institut Technique des Grandes Cultures de KHEMIS MILIANA dans la Wilaya de AIN DEFLA au cours de la campagne 2021-2022.

Caractéristique du site expérimental :

- ✓ Localisation : ITGC, FDPS deKhemis-Miliana
- ✓ Latitude : $36^{\circ} 15 \text{ N}$, longitude : $2^{\circ} 14 \text{ E}$, altitude : 289 m
- ✓ Texture du sol : Argilo-Limoneuse
- ✓ Etage bioclimatique : Semi-aride Pluviométrie annuelle moyenne (longue période) : 400-450mm
- ✓ Précédent cultural : Jachère travaillé.

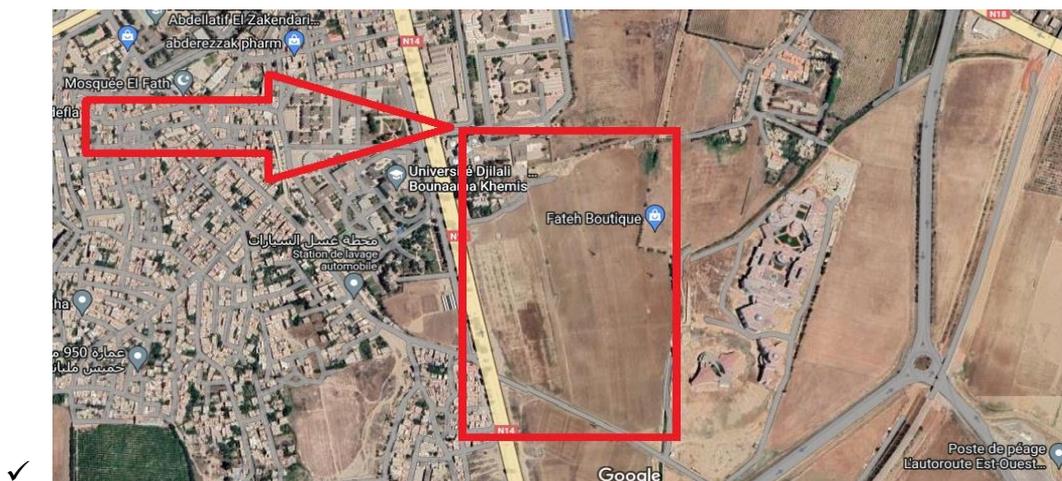


Figure 11 : Présentation de la localisation de l’Institut Technique des Grandes Cultures de KHEMIS MILIANA (GOOGEL EARTH 2022)

5. Conditions de réalisation de l’essai

5.1. Condition climatique

Les valeurs des données climatiques (précipitation et températures enregistrées au cour des différentes phases de la culture de blé dur sont consignées dans les tableaux suivants :

- **Precipitations**

Suivant le tableau N°2, la pluviométrie enregistrée durant la campagne agricole 2021-2022 est de 418.8 mm, Les pluies ont été concentrées durant le mois de novembre avec 141.1mm et les mois de d’hiver (décembre, janvier, février) avec 360.5mm. Ces précipitations sont importantes pour enrichir la réserve du sol et de faciliter le travail de sol, pseudo-labour et les façons superficielles et d’assurer une levée homogène. Les précipitations les plus faibles sont enregistrées durant les mois de septembre, octobre, janvier février et juin avec 25 mm, où on a remarqué une absence de pluies durant les mois d’octobre et juin, ce qui a induit un stress hydrique sur la plante.

Tableau 02 : Pluviométrie mensuelles dans la région de KHMIS MILIANA (2021/2022)

Moins Pluie	Sept	Oct	Nov	Déc	Jan	Fér	Mars	Avril	Mai	Juin	Total
Pluie reçue 2021/2022(m m)	13.7	0.0	141.1	35.9	01.6	09.7	76.3	124.0	1605	0.0	418.8

Source : Station ITGC Khemis-miliana

• **Température**

Par l’analyse du tableau N°3, nous pouvons dire que les mois les plus chauds (septembre octobre et Mai) coïncident avec les phases d’épiaison à la maturation. Ces fortes températures pourraient occasionner une forte évapotranspiration qui peut être défavorable à notre culture, par contre les mois les plus froids de Janvier à Février avec de moyennes de 8.45 et 11.4°C.

Tableau 03 : Températures mensuelles dans la région de KHMIS MILIANA

Moins Temp	sep	oct.	nov.	déc.	jan	fév.	mars	avril	mai	juin	total
T° MOY 2021/2022	26.81	22.24	12.93	11.18	8.45	11.4	13.61	14.9	22.41		15.23

Source : Station ITGC Khemis-Miliana

5.2. Préparation du sol

Le labour a été réalisé à une profondeur d’environ de 30 cm et ce pour garantir les objectifs suivants considérés bénéfique pour la culture à savoir :

- Améliorer l’état physique du sol, l’aération, infiltration.
- Conserver l’eau dans le sol.
- Eliminer les mauvaises herbes.
- Préparer le lit de semence.

Le travail superficiel a été réalisé le 21/12/2022 pour préparer le lit de semences.

Tableau 04 : Opérations culturales effectuées

Date	Opération	Matériel utilisé
19/11/2020	Labour	Charrue
04/12/2020	Reprise de labour	Covercrop
après le semis	Roulage	Rouleau croskil

5.3. Semis

Le semis a été effectué 21/12/2022 a l’aide d’un semoir expérimental avec une largeur de 1.2 m sur 5m de longueur un écartement entre les lignes de 0.2m et une profondeur de 3 à 4 cm. La dose de semis est de 400 plant/m² à cause de la date de semis tardive.



Figure 12 :Lesemis

6. Entretien de la culture

6.1. Fertilisation

Fumure de fond épandue le jour de semis (21/11/2021) à l'aide d'un épandeur centrifuge, l'engrais utilisé est Map 12-52 à raison de 1 q / ha.

Engrais de couverture : épandue le jour de semis 20/03/2022 à l'aide d'un épandeur centrifuge, l'engrais utilisé est Urée 64% à raison de 1.5 q /ha.

Tableau 05 : Nom et dose d'engrais.

Engrais	Nom de produit	La dose	La date
Engrais de fond	Map 12-52	1 q / ha	21/11/2021
Engrais de couverture	Urée 64%	1.5 q /ha	20/03/2022

6.2. Désherbage

Réalisé 05/02/2022 au stade tallage par un désherbant chimique (COSSACK) avec une dose de 1 L/ha.

Tableau 06 : Nom et dosage de désherbant

Nom de produit	La dose	La date
COSSACK	1 L/ha	05/02/2022

6.3. Traitement fongique

Pour ce type d'essai on ne fait pas le traitement fongique afin d'observer les lignées qui résistent aux maladies.

7. Récolte

La récolte a été faite manuellement pour toutes les lignées à l'aide d'une faucille le 19/06/2022.



Figure 13: stade pleine maturité

8. Paramètres mesurés

8.1. Nombre de plants levés par mètre carré (NPm²)

Il a été déterminé par un carré à une superficie d'un m² en calculant le nombre de plants levés du carré pour chaque parcelle expérimentale, la mesure a été faite le 21/03/2022.



Figure 14: Comptage de nombre de plant par mètre carrée

8.2. Nombre des talles par plant :

Au de début de tallage, le comptage des talles par plant a été fait le 10/04/2022 en prenant 3 plants au hasard dans chaque unité.



Figure 15: Comptage de nombre de talle par plant

8.3 Hauteur des plantes (HP) :

Mesurée du sol jusqu'au sommet de la strate moyenne des épis, barbes non incluses, Cette mesure est prise sur 3 plants au hasard pour chaque parcelle expérimentale, on a commencé la mesure le 25/04/2022.



Figure 16 : Mesure de la hauteur de plante

8.4. Longueur de l'épi (LE)

Dans cette étape, la mesure est effectuée avec un mètre ruban du début de l'épi jusqu'à la plus haute graine (barbe non incluse) cette opération a été faite le 18/05/2022 sur 3 épis de chaque parcelle.

8.5. Longueur des barbes de l'épi (LBE)

Comme celle d'avant, la mesure a été faite le 18/05/2022 sur des barbes de 3 épis choisis au hasard en commençant de la fin de l'épi à l'aide d'un mètre ruban.

8.6. Nombre d'épis par mètre carré (Peuplement épis (NE/m²))

Il a été déterminé par un carré a une superficie de 1 m² en calculant le nombre d'épis à l'intérieur du carré pour chaque parcelle expérimentale, le mesure a été faite le 19/05/2022.

8.7. Nombre d'épillets par épi (NEE)

Au stade de maturation, le comptage d'épillets par épi a été fait le 31/05/2022 en prenant 3 plants au hasard dans chaque parcelle expérimentale.



Figure 17 : comptage de nombre d'épillets par épi

8.8. Nombre de grains par épi (NG/E)

Le nombre de grains par épi est réalisé sur la base de la moyenne du nombre de grains d'un échantillon au hasard de 6 plants.

8.9.Poids de 1000 grains (PMG)

Avant la récolte finale des grains en pleine maturation on a pesé 250 graines manuellement puis on a rapporté à 1000 grains en (multipliant par quatre en unité grammes). Le comptage manuel et la pesée des graines gramme à l'aide d'une balance de précision a été réalisée le 23/6/2022 au niveau du laboratoire de l'université Khemis-Miliana.

8.10.Rendement de plot (qx/ha)

C'est le rendement de chaque parcelle, le rendement est rapporté en quintaux à hectare (q/ha).

8.11.Rendement réel en grain (qx/ha)

Après la récolte de toutes les parcelles, nous avons procédé à la pesée des grains et le rendement est rapporté en quintaux à 1 hectare (q/ha).

9.Analyse statistiques des données

Les résultats de mesures obtenus sur les paramètres morphologiques, le rendement et ses composantes ont fait l'objet d'une analyse de variance au seuil de 5 % à l'aide du logiciel statbox. Les variables significativement influencées par le facteur variétal ont fait l'objet d'une comparaison des moyennes deux à deux à l'aide du test LSD au seuil de 5 %.

Chapitre III : Résultats et Discussions

1. Nombre de plants levés par mètre carré (NP/m²)

Les valeurs moyennes des plants levés par mètre carré obtenues sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 07 : Valeurs moyennes de plants levés par mètre carré

variété	V1	V2	V3	V4	V5)	V6
(NP/m ²)	212	165,5	169,75	151,5	149,25	132,75

Les résultats de l'analyse de variance de nombre de plants levés par mètre carré le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 08 : Analyse de variance de nombre de plants levés par mètre carré

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35857,96	23	1559,042				
VAR.FACTEUR 1	14751,71	5	2950,341	2,326	0,09378		
VAR.BLOCS	2080,457	3	693,486	0,547	0,66104		
VAR.RESIDUELLE 1	19025,79	15	1268,386			35,614	21,79%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés et les différents blocs. Comme l'essai présente une précision assez bonne.

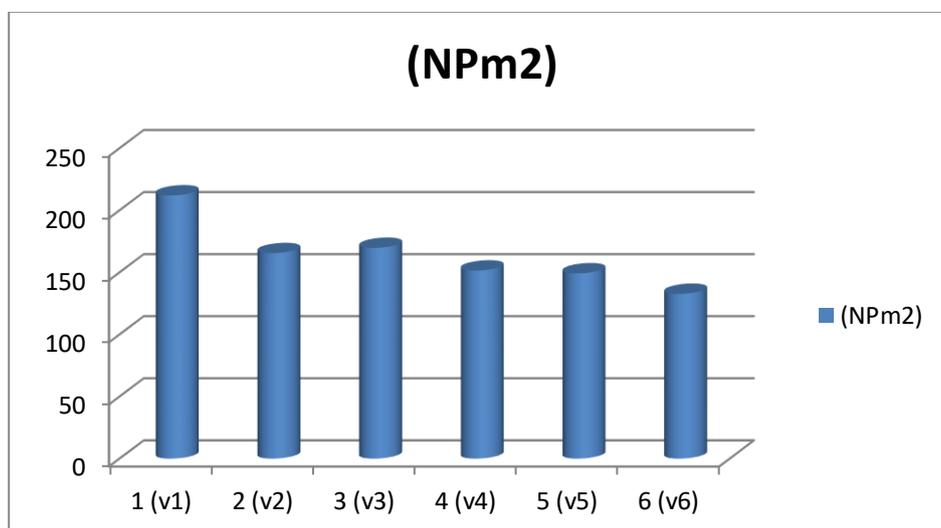


Figure 18 : variation de chaque variété de blé dur pour la levée (NPm²)

- Le nombre de plants levés par mètre carré le plus élevé est celui de V1 (la variété témoin) avec une valeur de 212 plants levés par mètre carré, et le nombre le plus faible est celui de V6 avec une valeur de 132 plants levés par mètre carré.
- Le nombre de plantes levées est souvent inférieure au nombre de graines semés ; ceci est dû en grande partie à plusieurs facteurs, comme les conditions d'installation, mauvaise recouvrement des grains au cours de l'installation et plus particulièrement chez le semoir semis direct à dent et aussi la dureté de la couche superficielle du sol. Dans le semis direct probablement la présence des résidus des cultures précédentes sur la surface pose problème de mauvais recouvrement des graines et aussi la mauvaise décomposition des débris des adventices qui agit négativement sur la levée de la céréale (Soltner, 1998)

2. Nombre des talles par plant

Les valeurs moyennes de nombre des talles par plant obtenues sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 09 : Valeurs moyennes de Nombre des talles par plant

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(nbr des talles /pt)	6,333	9,5	10	11,25	11,5	6,5

Les résultats de l'analyse de variance de nombre des talles par plant et le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 10 : Analyse de variance de nombre de plants levés par mètre carré

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	35857,96	23	1559,042				
VAR.FACTEUR 1	14751,71	5	2950,341	2,326	0,09378		
VAR.BLOCS	2080,457	3	693,486	0,547	0,66104		
VAR.RESIDUELL E 1	19025,79	15	1268,386			35,614	21,79%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés. Comme l'essai présente une précision assez bonne.

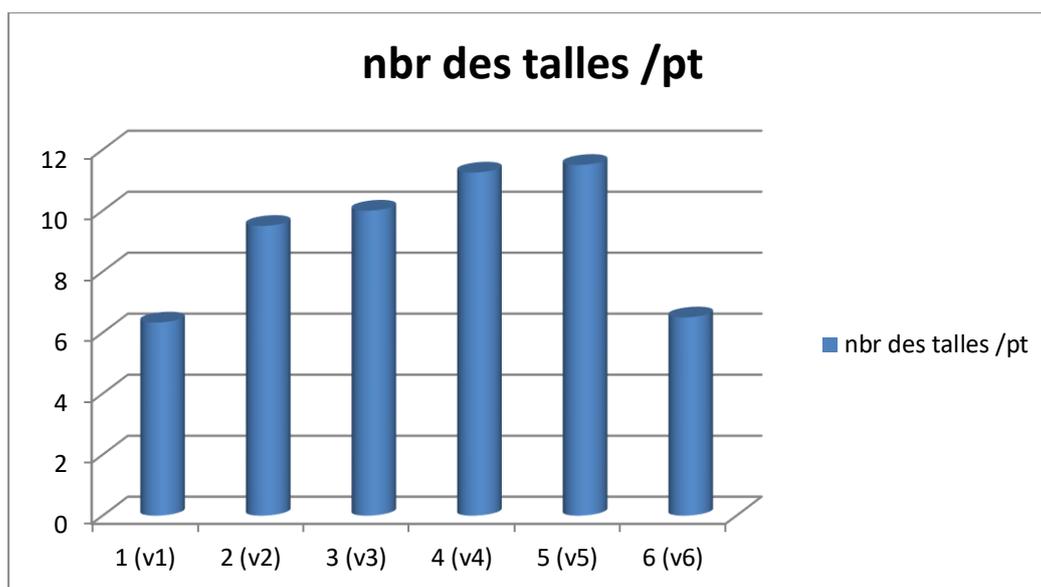


Figure 19 : variation de chaque variété de blé dur pour (nbr des talles /pt)

- En observe la valeur moyenne la plus élevée dans le traitement V5 avec une valeur de 11,5 talles/plante et la faible valeur est pour le traitement V6 avec une valeur de 6,5talles/plante.
- Le paramètre de nombre des talles par plant, on peut déduire que la variété V5 c'est meilleur par rapport à la variété témoin V1 et le reste des variétés(lignées).
- Le coefficient de tallage est dû aux perturbations climatiques et les chutes de températures dans la période du tallage, puisque la température conditionne la nitrification et l'activité végétative du blé au cours du tallage et de la montaison selon (SOLTNER, 1999).
- Un autre facteur qui a influé directement sur le tallage, c'est le déficit hydrique. Si un déficit hydrique se produit pendant la phase de la montaison (RAMOS, 1992 in BOUZIANE, 2001).

3.La hauteur des plantes (HP) :

Les valeurs moyennes de la hauteur des plants obtenues sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 11 :Valeurs moyennes de la hauteur des plantes

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
Hauteur (cm)	63,25	62,375	62,125	64.2	62,225	54,775

Les résultats de l'analyse de variance de la hauteur des plantes et le tableau ANOVA au seuil

de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 12:Analyse de variance de la hauteur des plantes

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	893,62	23	38,853				
VAR.FACTEUR 1	213,432	5	42,686	1,014	0,44402		
VAR.BLOCS	48,938	3	16,313	0,388	0,76601		
VAR.RESIDUELL E 1	631,25	15	42,083			6,487	10,57%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés.

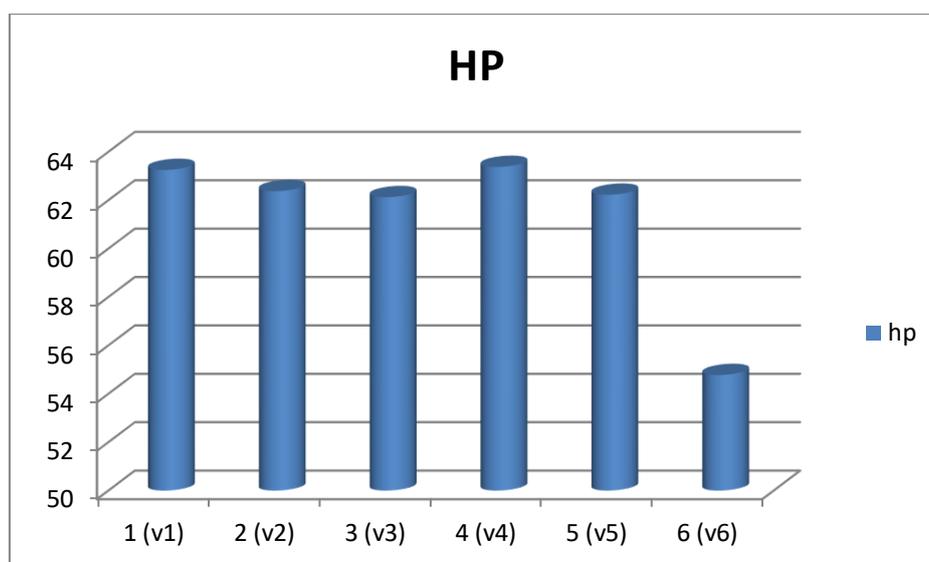


Figure 20 : variation de chaque variété de blé dur pour la hauteur des plantes(HP)

- En observe la valeur moyenne la plus élevée enregistrée dans le traitement V4 avec une valeur de 64.2cm et la faible valeur est le traitement V6 avec une valeur de 54,775cm
- Pour le paramètre de la hauteur des plantes, on peut déduire que la variété V4 est la meilleure.
- Les sélectionneurs ont longtemps admis que les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse étaient des variétés à paille haute. L’existence d’une liaison positive entre la hauteur de la plante et la tolérance à la sécheresse peut s’expliquer d’une part, par l’aptitude des génotypes à paille haute à remplir le grain en cas de déficit hydrique terminal par la quantité d’assimilat stockés dans la tige et la capacité de remobiliser ces réserves vers le grain(Blum,1988;Bahloulietal.,2005 ;Annichia ricoetal.,2005).
- D’après Bahlouliet *al.*, 2006, la participation des assimilât des tiges au remplissage des

grains est relativement plus importante à mesure que le milieu devient contraignant.

4. La longueur de l'épi (LE)

Les valeurs moyennes de la longueur de l'épi sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 13: Valeurs moyennes de la Longueur de l'épi

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
LE(cm)	7,5	7,65	7,95	7,775	7,675	7,225

Les résultats de l'analyse de variance de la longueur de l'épi et le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 14: Analyse de variance de la Longueur de l'épi

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7,47	23	0,325				
VAR.FACTEUR 1	1,227	5	0,245	1,068	0,41689		
VAR.BLOCS	2,795	3	0,932	4,053	0,02687		
VAR.RESIDUELLE	3,448	15	0,23			0,479	6,28%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés et les différents blocs.

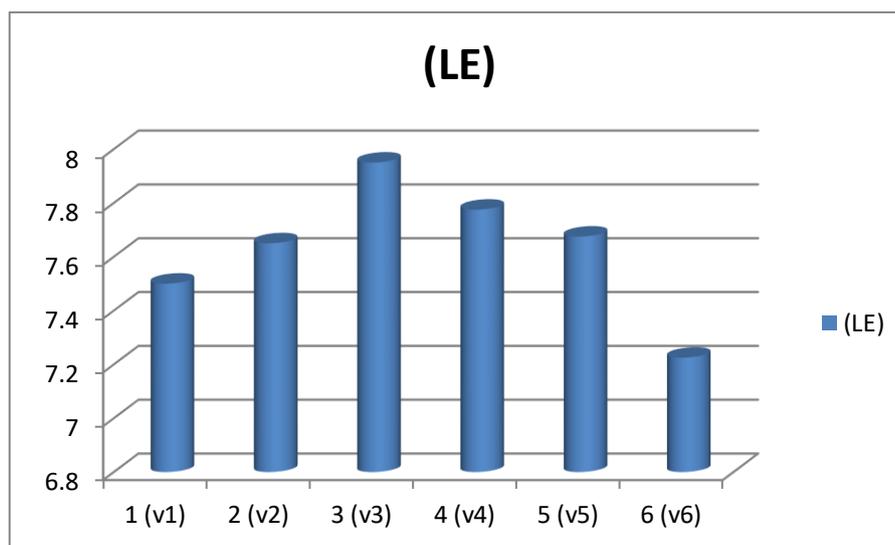


Figure 21 : variation de chaque variété de blé dur pour la longueur de l'épi (LE)

- En observe la valeur moyenne la plus élevée est enregistrée avec le traitement V3 avec une valeur de 7.95cm et la plus faible est le traitement V6 avec une valeur de 7.2cm.
- Pour le paramètre de la longueur de l'épi, on peut déduire que la variété V3 c'est la meilleure par rapport à la variété témoin V1 et le reste des variétés (lignées).

- Les épis assurent une utilisation plus efficace de l'eau que celles des feuilles. Il a été démontré que la contribution des épis est de 40% concernant la fixation du carbone total en conditions de stress hydrique (Evans et Rawson, 1975).
- D'après Blum (1985) et Monneveux et al. (1997), l'épi joue aussi un rôle très important dans la photosynthèse et la transpiration, c'est donc un facteur déterminant dans la tolérance au stress hydrique chez le blé. Sa contribution serait comprise entre 13 et 76% (Biscope *et al.*, 1975) et contribue également à la production d'assimilât nécessaires pour le remplissage du grain. En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun, 1997).
- Selon Djekounetal.2002), une longueur importante de l'épi est un paramètre prédictif d'un indice de récolte et du potentiel de rendement élevé. D'après les auteurs, il est évident que la longueur de l'épi est un caractère de rendement et d'adaptation au stress hydrique.

5 La longueur des barbes de l'épi (LBE)

Les valeurs moyennes de la longueur des barbes de l'épi obtenues sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 15: Valeurs moyennes de la longueur des barbes de l'épi

variété (cm)	V1	V2 (V3	V4 (V5	V6
	12	12,3	9,738	10,975	12,3	11,9

Les résultats de l'analyse de variance la Longueur des barbes de l'épi et le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 16: Analyse de variance de la Longueur des barbes de l'épi .

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	36,76	23	1,598				
VAR.FACTEUR 1	20,258	5	4,052	4,897	0,00755		
VAR.BLOCS	4,091	3	1,364	1,648	0,21991		
VAR.RESIDUELLE 1	12,411	15	0,827			0,91	7,89%

Comme la probabilité calculée est inférieure à 0.01 ou 1%, on peut donc dire que les différences obtenues sont hautement significatives pour les différentes variétés.

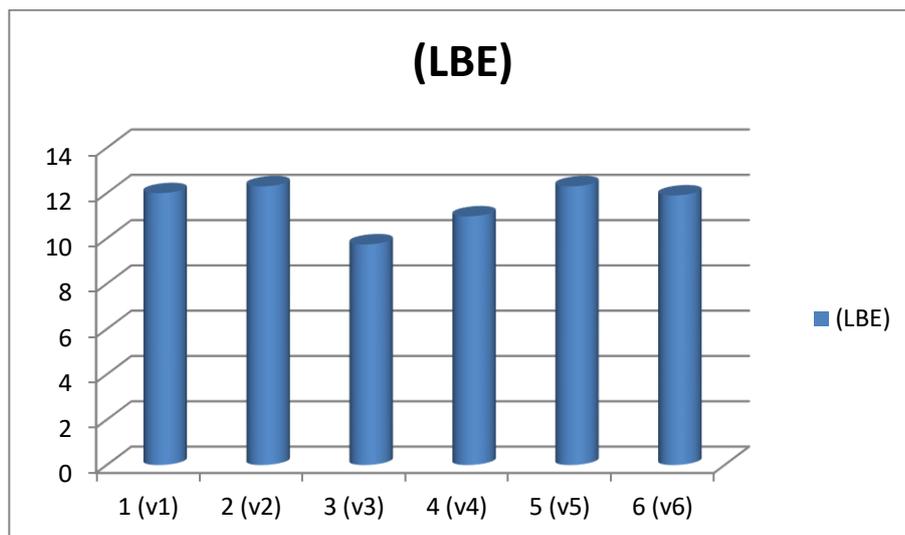


Figure 22 : variation de chaque variété de blé dur pour la longueur des barbes de l'épi (LBE)

* La comparaison des moyennes de la longueur des barbes de l'épi à l'aide du test LSD(Newman et Keuls) au seuil de 5% a abouti aux groupes homogènes suivants

Tableau 17 : Classification selon le test Newman- keuls -au seuil de 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
5.0	v5	12,3	A
2.0	v2	12,3	A
1.0	v1	12	A
6.0	v6	11,9	A
4.0	v4	10,975	A B
3.0	v3	9,738	B

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés en deux groupes homogènes. Le premier groupe est formé de V5, V2, V1, V6 et V4 et le deuxième groupe est formé de V4 avec V3.

- En observe la valeur moyenne la plus élevée enregistrée avec le traitement V5 et V2 avec une valeur de 12.3cm et la faible valeur est le traitement V3 avec une valeur de 9.7cm
- Pour le paramètre la longueur des barbes de l'épi, on peut déduire que les variétés V5 et V2 sont les meilleurs par rapport au témoin V1 et le reste des variétés(lignées).
- La longueur des barbes chez le blé est un paramètre morphologique qui semble étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique (Hadjichristodoulou, 1985 ; Ali Dib *et al.*, 1990).

- Selon Bouzerzour (2004), la tolérance au stress hydrique est liée, dans certaines situations, à la présence de longues barbes qui continuent à assurer la photosynthèse bien après la sénescence de la feuille étendard. La présence des barbes contribue pour plus de 7% à l'augmentation des rendements sous stress hydrique.

6. Nombre d'épillets par épi (NEE)

Les valeurs moyennes de nombre d'épillets par épi obtenu sont indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18: Valeurs moyennes de nombre d'épillets par épi

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(E/E)	19	16	17	16	17,5	17,25

Les résultats de l'analyse de variance de nombre d'épillets par épiet le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 19 : Analyse de variance de nombre d'épillets par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	50,625	23	2,201				
VAR.FACTEUR 1	24,875	5	4,975	3,159	0,03809		
VAR.BLOCS	2,125	3	0,708	0,45	0,72408		
VAR.RESIDUELLE	23,625	15	1,575			1,255	7,33%

Comme la probabilité calculée est inférieur à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont significatives pour les différentes variétés.

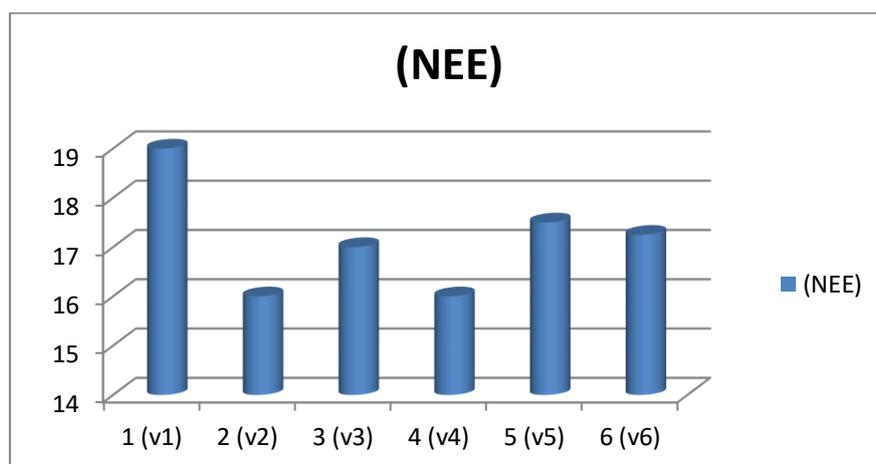


Figure 23 : Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre d'épillets par épi (NEE)

* La comparaison des moyennes de nombre d'épillets par épi (NEE) à l'aide du test LSD(Newman et Keuls) au seuil de 5% a abouti aux groupes homogènes suivants

Tableau 20 : Classification selon le test Newman- keuls -au seuil de 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	v1	19	A	
5.0	v5	17,5	A	B
6.0	v6	17,25	A	B
3.0	v3	17	A	B
4.0	v4	16	B	
2.0	v2	16	B	

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés en deux groupes homogènes. Le premier groupe est formé de V1, V5, V6, V3 et le deuxième groupe est formé de V4 avec V2.

- En observe la valeur moyenne la plus élevée enregistrée avec le traitement V1 (la variété témoin) avec une valeur de 19 épillets par épi et la faible valeur est le traitement V2 avec une valeur de 16 épillets par épi.
- Pour le paramètre de nombre d'épillets par épi (NEE), on peut déduire que la variété V1 (la variété témoin) est la meilleur par rapport au reste des variétés.
- Le déficit hydrique pendant la phase précoce de développement entraîne une réduction d'épillets par épi (Khaldoun et al).

7. Nombre d'épis par mètre carré (NE/m²)

Les valeurs moyennes de nombre d'épis par mètre carré obtenues sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 21 : Valeurs moyennes de nombre d'épis par mètre carré

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(E/m ²)	209,25	185,75	220	283	184,75	270,5

Les résultats de l'analyse de variance de nombre d'épis par mètre carré et le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 22 :Analyse de variance de nombre d'épis par mètre carré.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	71809,96	23	3122,172				
VAR.FACTEUR 1	35464,71	5	7092,942	3,544	0,02585		
VAR.BLOCS	6322,125	3	2107,375	1,053	0,39926		
VAR.RESIDUELL E 1	30023,13	15	2001,542			44,739	19,84%

Comme la probabilité calculée est inférieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont significatives pour les différentes variétés.

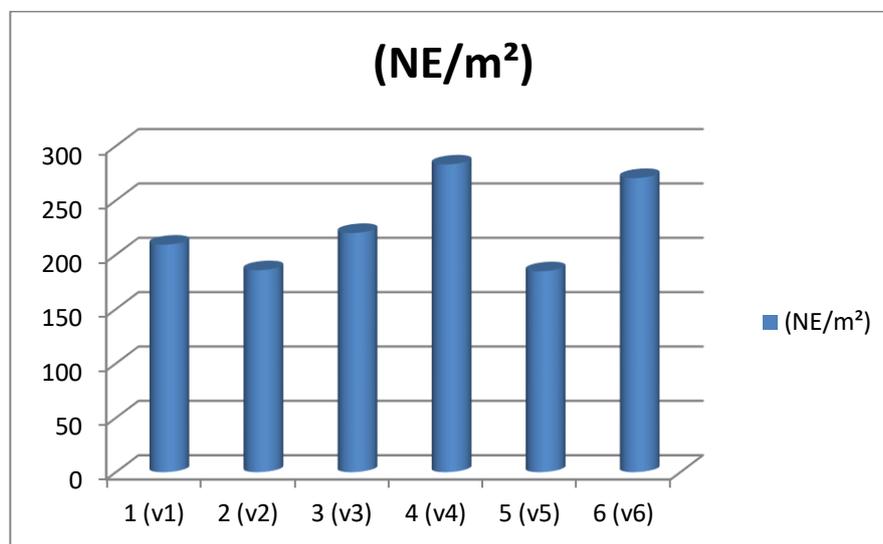


Figure 24 : Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre d'épis par mètre carré (NE/m²).

* La comparaison des moyennes de nombre d'épis par mètre carré (NE/m²) à l'aide du test LSD(Newman et Keuls) au seuil de 5% a abouti aux groupes homogènes suivants :

Tableau 23 : Classification selon le test Newman- keuls–au seuil de 5%

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
4.0	v4	283	A
6.0	v6	270,5	A
3.0	v3	220	A
1.0	v1	209,25	A
2.0	v2	185,75	A
5.0	v5	184,75	A

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés dans un seul groupe homogène. Le groupe est formé de V4, V6, V3, V1, V2, V5.

- En observe la valeur moyenne la plus élevée chez la variété V4 avec une valeur de 283 épis par mètre carré et la faible valeur chez la variété V2 avec une valeur de 184,75 épis par mètre carré.
- Pour le paramètre de nombre d'épis par mètre carré (NE/m²), on peut déduire que la variété V4 est la meilleure par rapport à la variété témoin V1 et le reste des variétés (lignées).
- Selon Masle-Meynard et Sebillotte (1981) et Masle-Meynard (1982) ce caractère est hétérogène car il est lié aux conditions de croissance et de développement de la variété (Individus à cycle de développement décalé dans le temps et à croissance racinaire et aériennes variables) d'où les potentialités de mieux valoriser les nutriments variables (éléments minéraux, lumière....etc.) et aux conditions de l'itinéraire technique, car plus la densité de semi est importante, plus le nombre d'épis par plante diminue. Ce caractère est lié particulièrement aux variations entre milieux ou années (climat : température, pluviométrie....).
- D'après ces auteurs le suivi de ce caractère constitue un outil très pertinent d'analyse de l'élaboration du rendement et de diagnostic cultural. L'apparition d'un déficit hydrique au début de la montaison peut réduire d'environ 10 à 25% le nombre d'épis (Gate et al, 1992 ; Benbelkacem et Kellou, 2000).

8. Nombre de grains par épi (NG/E)

Les valeurs moyennes de nombre de grains par épi obtenu sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 24 : Valeurs moyennes de nombre de grains par épi

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(G/E)	47,75	47	49,75	47	51,25	51,25

Les résultats de l'analyse de variance de nombre de grains par épi le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 25 : Analyse de variance de nombre de grains par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	314	23	13,652				
VAR.FACTEUR 1	81	5	16,2	1,115	0,39421		
VAR.BLOCS	15	3	5	0,344	0,79594		
VAR.RESIDUELLE 1	218	15	14,533			3,812	7,78%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés.

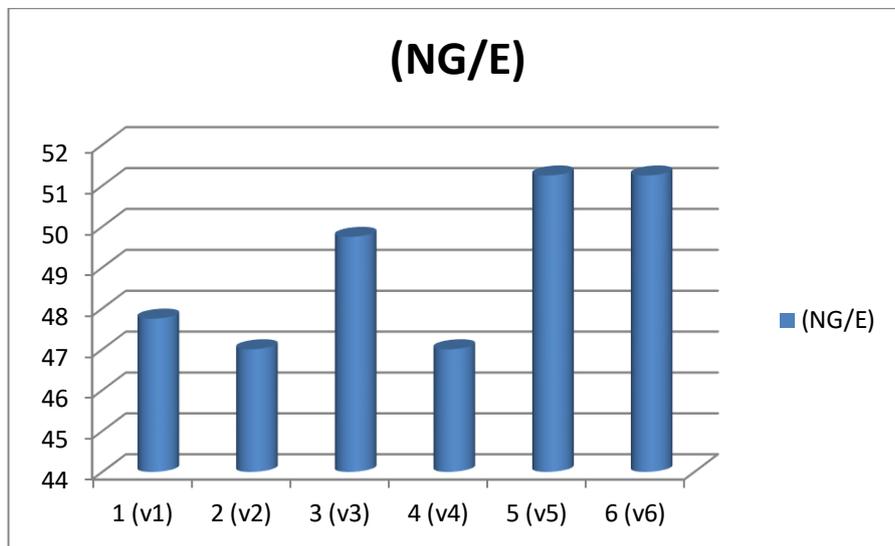


Figure 25 : Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre de grains par épi(NG/E)

- On observe la valeur moyenne la plus élevée est enregistrée avec le traitement V5et V6 avec une valeur de 51,25 grains par épi et la faible valeur est enregistrée avec V4et V2avec47 grains par épi.
- Pour le paramètre le nombre de grains par épi(NG/E), on peut déduire que les variétés V5et V6sont les meilleur par rapport aux autres variétés(lignées).
- Le nombre de grains par épi est une caractéristique variétale très influencée par le nombre d'épi/m², il agit directement sur le nombre de grains /m² (COUVREUR, 1981).
- L'élaboration de cette composante s'étale sur presque toute la totalité de la période reproductrice ; Cette composante influençant le rendement et la variabilité s'explique par la densité des grains par m². Le nombre de grains par épi dépend de la disponibilité de l'eau pendant la phase végétative et pendant la phase d'élongation de la tige (GARCIA DEL MORAL et RAMOS, 1992 in BOUZIANE, 2001).

9.Poids de 1000 grains (PMG)

Les valeurs moyennes de poids de 1000 grains (PMG)obtenues sont indiquées dans tableau ci- dessous :

Tableau 26: Valeurs moyennes poids de 1000 grains

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(PMG)	33,138	35,368	36,365	36,51	35,723	33,315

Les résultats de l'analyse de variance de (PMG) et le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 27 : Analyse de la variance de (PMG).

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	865,891	23	37,647				
VAR.FACTEUR 1	44,318	5	8,864	0,233	0,94094		
VAR.BLOCS	250,139	3	83,38	2,189	0,13087		
VAR.RESIDUELL E 1	571,433	15	38,096			6,172	17,60%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés.

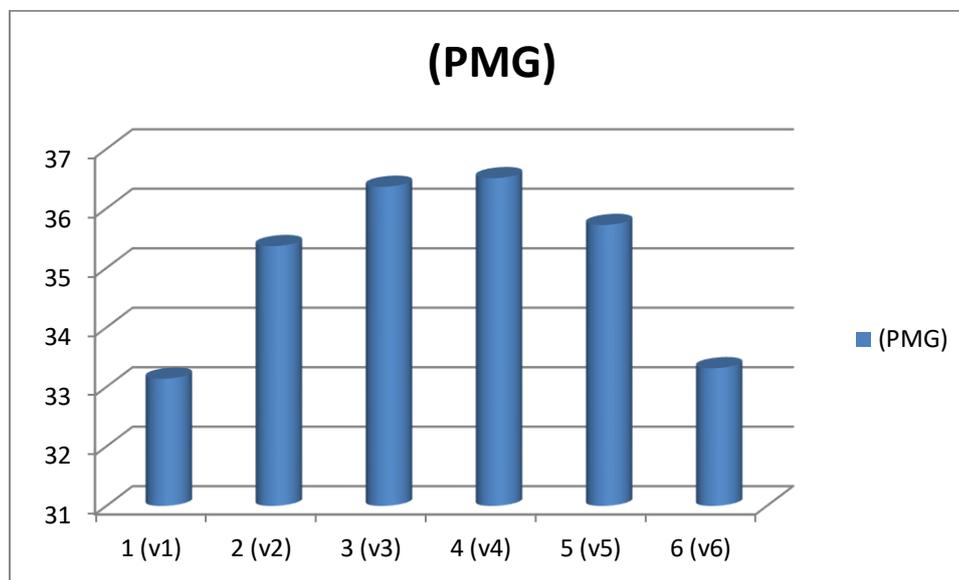


Figure 26 : Variation de chaque variété de blé dur pour le nombre de (PMG).

- En observe la valeur moyenne la plus élevée avec V4 d'une valeur de 36,51 g et la faible valeur enregistrée est celle de V1 avec une valeur de 33,138g.
- Pour le paramètre de (PMG), on peut déduire que les variétés V4 et V3 sont les meilleurs par rapport à la variété témoin V1 et le reste des variétés (lignées).
- Le PMG est un caractère variétal sensible aux variations, notamment celles liées à l'échaudage, et fortement dépendant des facteurs climatiques et de l'alimentation azotée au cours de la maturation.

- D'après Grignac (1981), le poids d'un millier de grains diminue fortement du fait des températures élevées et d'un déficit hydrique au moment du remplissage du grain.

10. Rendement du plot (g)

Les valeurs moyennes de rendement du plot sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 28: Valeurs moyennes de rendement du plot

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(g)	740,25	740,25	1023,5	1053,5	953,75	1032,25

Les résultats de l'analyse de variance de rendement du plotet le tableau ANOVA au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 29: Analyse de variance de rendement du plot.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1685324	23	73274,96				
VAR.FACTEUR 1	288583,1	5	57716,63	0,646	0,67054		
VAR.BLOCS	56135,38	3	18711,79	0,209	0,88846		
VAR.RESIDUELL E 1	1340606	15	89373,71			298,954	30,68%

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés.

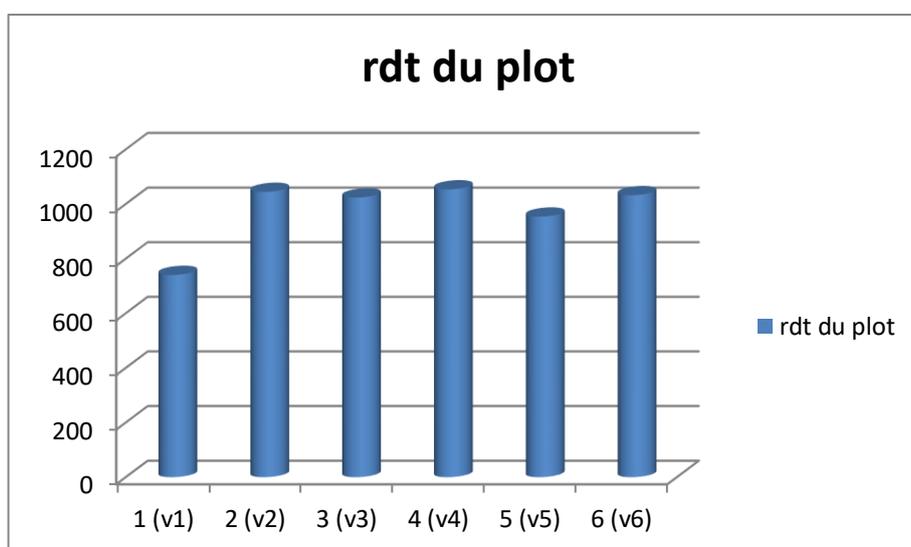


Figure27 : Variation de chaque variété de blé dur pour le rendement du plot.

- En observe la valeur moyenne la plus élevée est enregistrée avec le traitement V4 avec une valeur de 1053,5g et la faible valeur est enregistrée avec V1 avec une valeur de 740,25g.
- Pour le paramètre de rendement du plot, la variété V4est la meilleure par rapport au témoin V1 et le reste des variétés (lignées).

11.Rendement réel en grain (qx/ha)

Les valeurs moyennes de rendement réel obtenu sont indiquées dans le tableau ci- dessous :

Tableau 30: Valeurs moyennes de rendement.

variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6
(qx/ha)	12,337	17,404	17,404	17,558	15,896	15,896

Les résultats de l’analyse de variance de rendement réel et le tableau ANOVA de 5 % sont représentés dans le tableau ci- dessous :

Tableau 31: Analyse de variance de rendement réel.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	468,146	23	20,354				
VAR.FACTEUR 1	80,162	5	16,032	0,646	0,67054		
VAR.BLOCS	15,593	3	5,198	0,209	0,88846		
VAR.RESIDUELL E 1	372,391	15	24,826			4,983	30,68%

Les différences obtenues sont non significatives pour les différentes variétés

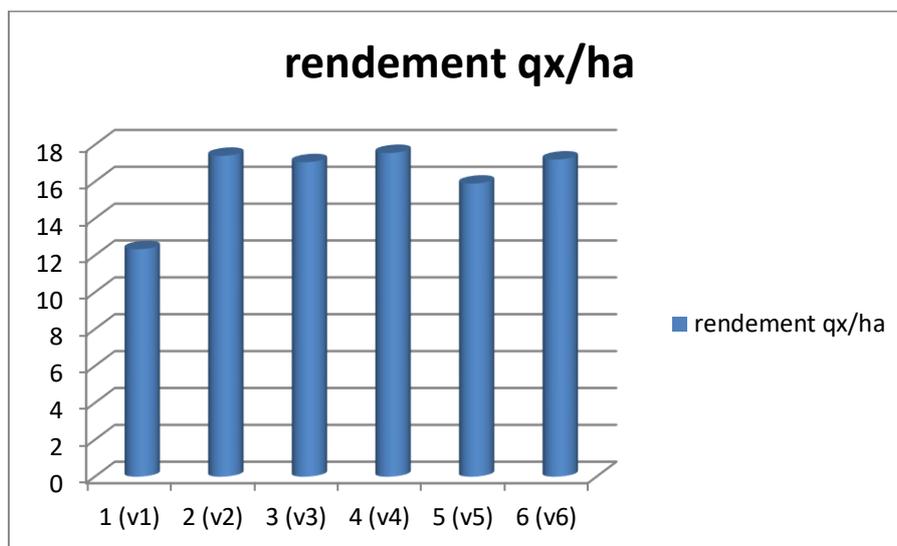


Figure28 : Variation de chaque variété de blé dur pour le rendement (qx/ha).

- Le rendement est le résultat des phases successives de croissance et de développement, comprenant la mise en place d'organes et le processus de leur accroissement en taille directement liée à l'énergie interceptée et à la disponibilité en eau et des éléments minéraux absorbés par le système racinaire (BEBBA, 2011).
- On observe la valeur moyenne la plus élevée enregistrée est celle de V4 avec une valeur de 17,558qx/ha et la plus faible valeur est celle de V1 avec une valeur de 12,337qx/ha.
- Pour le paramètre de rendement réel, on peut déduire que la variété V4 est la meilleure par rapport à la variété témoin V1 et le reste des variétés (lignées).

12. Matrice de corrélation

La hauteur de la plante est corrélée négativement avec le nombre de grains par épi ($r = -0.59$; $p < 0.05$) et le rendement du plot épi ($r = -0.54$; $p < 0.05$) et le rendement (RDT) ($r = -0.54$; $p < 0.05$), ceci implique que les variétés hautes ont un nombre de grain plus faible et un rendement plus faible.

Le nombre d'épillets par épi est corrélé positivement avec le nombre de grains par épi ($r = -0.65$; $p < 0.05$), ceci explique que les variétés qui ont un nombre d'épillets par épi élevé ont aussi un nombre de grains par épi élevé.

Tableau 32 : Matrice de corrélation entre les différents paramètres étudiés

	nbr de plt/m2	nbr de talle/plt	ht	l d'épi	des barbes	nbr d'epilles /épi	nbr d'épi/m2	nbr de grain/épi	pmg	Rdt de plot	rdt qx/ha
nbr de plt/m2	1										
nbr de talle/plt	0,05	1									
ht	0,11	0,33	1								
longeur d'épi	-0,11	0,29	0,16	1							
Longeur Des barbes	-0,02	-0,08	-0,06	-0,13	1						
nbr d'epilles/ épi	0,41	-0,49	-0,31	-0,39	0,17	1					
nbr d'épi/m2	-0,17	-0,26	-0,19	-0,03	-0,25	-0,11	1				
nbr de grain/ épi	0,08	-0,24	-0,59	-0,33	0,01	0,65	0,05	1			
pmg	-0,03	0,15	0,21	-0,07	-0,12	-0,15	-0,23	-0,11	1		
Rdt de plot	-0,07	0,03	-0,54	0,02	0,04	0,03	0,15	0,39	0,22	1	
rdt qx/ha	-0,07	0,03	-0,54	0,02	0,04	0,03	0,15	0,39	0,22	1	1

Conclusion

A travers cette étude, nous avons procédé à l'analyse du comportement de 06 variétés de blé dur dans la zone semi-aride du Haut Chélif. Les résultats de notre étude font ressortir une variabilité génétique importante entre les variétés de blé dur étudiées. En effet, des différences significatives ont été signalées entre les variétés pour la longueur des barbes de l'épis, nombre d'épillets par épis, nombre d'épis par mètre carré, la longueur de l'épi, par contre il n'y a pas eu de différences significatives pour le nombre de plants levés par mètre carré, le nombre de talles par plant, la hauteur des plants, la longueur de l'épi, le nombre de grains par épis, le poids de mille grains, le rendement du plot et le rendement réel. L'analyse des corrélations entre les différents paramètres a permis de montrer que les variétés hautes ont un nombre de grain par épis faible et en conséquence un rendement faible et les variétés avec un nombre d'épillets par épis élevé ont un nombre de grain par épis élevé.

L'analyse globale entre les différents paramètres a permis de montrer que :

- Les variétés qui ont une longueur de la tige principale importante ont aussi des épis longs avec des barbes longues et un rendement en biomasse végétative important par contre elles développent moins de talles épis et donnent moins de rendement en grain.
- Les variétés qui ont un nombre de talles épis élevé avec un nombre de grains par épis élevé donneront un rendement important.
- Pour le rendement nous avons remarqué que la variété V4 est la meilleure avec une valeur de 17,558 qx/ha
- Sur la base de notre expérience, nous avons choisi la variété V4 pour la sélection, mais l'expérience doit être répétée pendant plusieurs années afin de confirmer les résultats.

L'irrégularité des précipitations et les périodes sèches qui en résultent sont particulièrement responsables du faible rendement et de la variabilité de la production. Notre étude a été menée au cours d'une campagne et dans une région. En fait, il doit être répété plusieurs fois et dans différentes régions climatiques du pays, en tenant compte des meilleures variétés et lignées qui ont un rendement stable malgré les conditions climatiques. Les résultats obtenus ne sont que préliminaires et ne représentent que la campagne en cours, et l'étude devrait être répétée pendant plusieurs années pour mieux vérifier les données et fournir les conclusions nécessaires pour sélectionner des nouvelles lignées.

Références Bibliographiques

1. Abeledo L.G., Savin R., Slafer G.A., 2008. Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. *Europ. J. Agronomy*. P : 541.
2. Aibar J., 2006. La lutte contre les mauvaises herbes pour les céréales en semis direct: principaux problèmes. *Options Méditerranéennes, Série A, N°69*. 19-26p.
3. Ali Dib T., Monneveux Ph. Et Araus J.L., 1992. Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*, 12:381-393.
4. Ali Dib, T., 1992. Contribution à l'étude de la tolérance à la sécheresse de blé dur. Etude de la diversité de caractères physiologiques d'adaptation. Thèse de doctorat ; Montpellier, 196.p
5. Anonyme, 1981. Larousse agricole. Edition Larousse. Publié sous la direction de Jean M Clément. 171-253 p.
6. ANONYME, D., 2013. Céréales : hausse de 5% de la facture des importations les dix premiers mois de 2013. www.mincommerce.gov.dz/fiches13/stat021213fr.
7. Anonyme, 2002. Conseil international des céréales. International Grains Council. *World Grains Statistics*. P : 13.
8. Araus J. L., Slafer G.A., Reynolds M. P. et Royo, C., 2002. Plant breeding and water relations in C3 cereals. What should we breed for? *Annals of Botany*. 89: 925-940.
9. Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Hassous K.L., 2006. Etude des liaisons entre le rendement, la durée de vie de la feuille étendard, la vitesse de remplissage et la remobilisation des assimilats de la tige de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous climat méditerranéen. *Ed. Annales de l'INRA, El-Harrach*, 27:15-33.
10. Bahlouli F., Bouzerzour, H. Benmahammed, A. and Hassous, K. L., 2005. Selection of high yielding and risk efficient Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar under semi-arid conditions. *Pak. J. Agro.*, 4:360-365.
11. Bajji M., 1999. Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variantes somaclonales sélectionnés *In vitro*. Thèse de doctorat. Univ. Louvain
12. Bajji, M., 1999. Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variantes somaclonales sélectionnés *in vitro*. Thèse de doctorat, faculté des sciences, université catholique de Louvain.
13. Baldy C.H., 1992. Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale. *in* Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier. Les colloques de l'INRA, 64 : 83-100.
14. Bebbia S., 2011. Essai de comportement de deux variétés de blé dur (*Triticum durum* L. var. Carioca et Vitron) conduite sous palmier dattier au niveau de la région de Ouargla. <http://www.secheresse.info/spip.php?article29109>

15. Benbelkacem A.; Kellou K., 2000. Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 40. p. 105-110. Zaragoza (Spain).
16. Blum A., 1985. Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of wheat and barley varieties. J. exp. Bot., 36:432-440.
17. Blum A., 1988. Plant breeding for stress environments. CRC Press Inc Florida, USA; 223p.
18. Bonjean A., 2001. Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, N°21 :29-37.
19. Bouzerzour H. et Benmahammed A. 1994. Environmental factors limiting barley grain yield in the high plateaux of eastern Algeria. Rachis, 12 : 11-14.
20. Bouzerzour H., 2004. Stratégies de sélection des céréales en présence d'interaction génotype x milieu. Atelier de formation sur l'obtention variétale des céréales d'hiver. Du 16 au 19 mai 2004.
21. Boyer, J., 1982. Plant productivity and environment. Sci, New series. 218 : 443 - 448 p.
22. 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.
23. Cherfia R., 2010. Etude de la variabilité morpho-physiologique et moléculaire d'une collection de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.). Thèse de magistère. Université Mentouri, Constantine.
24. Debaeke, P., Puech, J., & Casals, M. L., 1996. Elaboration du rendement du blé d'hiver en conditions de déficit hydrique. I. Etude en lysimètres. Agronomie, 16 : 3-23.
25. Djanaguiraman, M., P. V. V. Prasad, D. L. Boyle, et W. T. Schapaugh. 2012. Soybean Pollen Anatomy, Viability and Pod Set under High Temperature Stress. Journal of Agronomy and Crop Science 171-177.
26. Djekoun A., Ykhlef N., Bouzerzour H., Hafsi M., Hamada Y. et Kahali L., 2002.
27. DSA Ain- edefla 2022.
28. Evans L.T. et Rawson H.M., 1975. Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. Aust. J. Biol. pp:223-245.
29. FAO., 2007. Perspective alimentaires. Analyse des marchés mondiales. <http://www.fao.org/010/ah864f/ah864f00.htm>.
30. Feuillet P., 2000. Le grain de blé (composition et utilisation). INRA. Paris. PP : 5-6.
31. Gate P., 1995. Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 351p.
32. Gate P., Bouthier A., Casablanca H. et Deleens E., 1992. Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France. Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).

33. Ghanem L., 1995. Caractérisation phénologique et morphologique de 20 variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*). Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. INRA-El Harrach. PP : 6-7.
34. Godon B., et Willm C.L., 1991. Les industries de première transformation des céréales. Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. Pp. 78– 91.
35. Gonzalez, A., Martin, I., Ayerbe, L., 1999. Barley yield in water stress conditions. The influence of precocity, osmotic adjustment and stomatal conductance. *Field Crop Res*; 62: 23-34
36. Grignac P., 1978. Le blé dur : morphologie succincte. INRA-El-Harrach, Vol N°2.
37. Hadjichristodoulou A., 1987. The effects of optimum heading date and diurnal stability on yield consistency of performance of barley and durum wheat in dry areas. *J. Agric. Sci. Camb.* 108:599- 608.
38. Henry Y., Buysier J., 2000. L'origine du blé. *Pour la Science* 26 :60-62.
39. Hopkins, W. G., 2003. *Physiologie végétale*. 2ème édition. De Boeck, Bruxelles : 61-476. Houot, S., Mordélet, P., Tardieu, F., Molina, J., 1990. Effet de tassement du sol sur la biomasse microbienne et la libération d'azote. Symp. INRA-Paris Grignon, France, pp : 201-207. (<http://acces.ens-lyon.fr/>).
40. Hsissou D. 1994. Sélection In vitro et caractérisation de mutants de blé dur tolérants à la sécheresse. Thèse de doctorat. Univ. Catholique de Louvain.
41. Hussain I., Olson K.R. et Siemens J.C. 1998. Hazmoune T. 2000. Etude comparée de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*). 1er Symposium International sur la filière blé. Enjeux et Stratégie du 07 au 09 fev. Alger. P 181-185.
42. Khaldoun A., Bellah F., Mekliche L., 2006. L'obtention variétal en Algérie. Cas des céréales à paille. INRA. Alger, 82 p
43. Laberche, J-C. 2004. La nutrition de la plante In *Biologie Végétale*. Dunod. 2eme (éd). Paris. 154 -163 p.
44. Latrèche F., 2011. Le rendement et l'efficacité d'utilisation de l'eau de la culture de blé dur (*Triticum durum Desf.*) sous les effets du précédent cultural et de l'outil de labour du sol en environnement semi-aride. Mémoire Magister, Département Agronomie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, UFAS. 83p.
45. Levitt J., 1982. Responses of plants to environmental stresses. Academic Press. New York San Francisco –London : 607p.
46. Loue A., 1982. Le potassium et les céréales. Dossier K2O n°02, pp1-41.
47. Maachi L., 2005. Etude de comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla : Evaluation de l'efficacité de l'irrigation et de la fertilisation azotée, Thèse., Ing, agro, Sah. ITAS, Ouargla, 91p.
48. Madhava Rao K.V., Raghavendra A. S. et Janardhan Reddy K. 2006. Printed in the Netherlands. *Physiology and Molecular Biology of Stress Tolerance in Plants*. Springer: 1-14 p
49. MADR 2017.

50. Masle - Meynard J. et Sebillotte M., 1981. Etude de l'hétérogénéité d'un peuplement de blé d'hivers. I. Notion de structure de peuplement. *Agronomie*, 1981, 1(3), pp 207
51. Masle - Meynard J., 1982. Elaboration du nombre d'épis d'un peuplement de blé d'hivers en situation de compétition pour l'azote. II. Modélisation d'un nombre d'épis. *Agronomie*, 1982, 2(1), pp 17-24.
52. Mekhlouf A., Bouzerzour H., Bemahmed A., Hadj Sahraoui A. et Harkati N., 2006. Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum*, Desf.) au climat semi-aride. *Sécheresse* 17 (4): 507-513.
53. Mekhlouf A., Bouzerzour H., Dehbi F., Hannachi A., 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 *Proceeding Séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides*. Université, Oum El Bouaghi.
54. Mrabet R., 2001. Le semis direct : Une technologie avancée pour une Agriculture durable au Maroc. *Bulletin de Transfert de Technologie en Agriculture MADREF-DERD*. N° 76, 4p. <http://agriculture.ovh.org>.
55. Munns, Rana, Richard A. James, et André Läuchli. 2006. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany* 1025-104
56. Nouar, H., L. Haddad, Z. Laala, L. Oulnii, H. Zerargui, A. Benmahammed, H. Bouzerzour. 2010. Performances comparées des variétés de blé dur : Mohammed Ben Bachir. Waha et Boussalam dans la wilaya de Sétif. *Céréaliculture* 54 : 23-28.
57. Ouazar S., 2012. Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse Magister, Université de Sétif, 67 p.
58. Production du blé dur en zones semi-arides : identification des paramètres d'amélioration du rendement. III journée scientifique sur le blé dur 11, 12, 13 février 2002. Univ. Mentouri. Constantine.
59. Rawson H., 1988. High temperature effect on the development and yield of wheat and practices to reduce deteriorous effects. In conf. On wheat production constraints in tropical environment. Edsklatt. UNDP- Cimmyt : 44-62.
60. Richards R. A., Rebtzke G. J., Van Herwardlen A. F., Duggan B. L., Condon A. 1997. Improving yield in rainfed environments through physiological plant breeding. *Dryland Agriculture*, 36: 254-66
61. Ruel T., 2006. Document sur la culture du blé, édition Educagri
62. Sanchez-Garcia M ,Álvaro F , Martín-Sánchez JA, Sillero JC , Escribano J, Royo C, 2012. Breeding effects on the genotype × environment interaction for yield of bread wheat grown in Spain during the 20th century. *Field Crops Research*, 126:79-86
63. Simon H., Codaccioni P., Lequeur X., 1989. Produire des céréales à paille Coll. *Agriculture d'aujourd'hui*. Science, Technique, Application, pp 63-296.
64. Slafer, G.A., Araus, J.L. Royo C., Del Moral, L.F.G., 2005. Promising eco-physiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. *An. Appl. Biol.* 146: 61-70.

65. Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M., Zid E.D. 2005. Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (INRAT). Univ. Elmanar. Tunisie. (http://www.john-libbeyeurotext.fr/fr/revues/agro_biotech/sec/e-docs/00/04/11/2E/telecharger.md).
66. Slama A., Ben Salem M., Ben Naceur M., Zid E.D., 2005. Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (Inrat). Univ. Elmanar. Tunisie
67. Soltner D., 1998. Les grandes productions végétales : céréales, plantes sarclées, prairies. Sainte-Gemme-sur-Loire, Sciences et Techniques Agricoles éd. 464p.
68. Soltner D., 1999. Les grandes productions végétales.
69. Soltner D., 2005. Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies. 20^{ème} Ed., collection sciences techniques agricoles, 464 p.
70. Soltner., 1988. Les grandes productions végétales. Les collections sciences et The role of proline accumulation in halophytes. *Planta*, 120, pp.
71. Sorrells M. E., Diab A. et Nachit M. 2000. Comparative genetics of drought tolerance. *Options méditerranéennes série A (Séminaires méditerranéens)*, 40: 191-201.
72. Turner N. C. 1986 (a). Adaptation to water deficit: a changing perspective. *Australian Journal of Plant Physiology* .13: 175- 90 p.
73. Turner N. C. 1986 (b). Crop water deficits: a decade of progress. *Advances in Agronomy*39:1-51.
74. Wardlaw I.F., 1995. Etude des résultats d'essais de différentes techniques de semis du blé dur (Chen's), Mémoire de magistère: INRA, 35p.
75. Zaman-Allah, Mainassara, BouazizSifi, Boulbaba L'Taief, et Mohamed Hédi El Aouni. 2009. Paramètres agronomiques liés à la tolérance au sel chez le haricot (*Phaseolus vulgaris L.*). *BASE* 113-119.
76. Zhang J., Nguyen H.T. et Blum A. 1999. Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants. *J. Exp. Bot*, 50: 291-302.