

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 8 ماي 1945 قالمة

Université 8 Mai 1945 Guelma

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la terre et de l'Univers

Département: Écologie et Génie de l'Environnement



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité/Option: Phytopharmacie et protection des végétaux

Thème :

Contribution à la sélection de quelques lignées de blé vis-à-vis de la tolérance aux stress dans la région de Guelma

Présenté par : Mme BELBEDJAOUI Aicha Baya

Devant le jury composé de :

Président : Mr ZITOUNI A. M.C.B. Université de Guelma

Examinatrice : Mme BENBELKACEM S. M.A.A. Université de Guelma

Encadreur : Mme ALLIOUI N. M.C.B. Université de Guelma

Juin 2018

Remerciements

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé, donné la volonté, et le courage de reprendre mes études après tant d'années.

*J'adresse l'expression de mes très vives gratitudee et respects à mon encadreur, Madame **ALLIOUI Nora**, Maitre de conférences au département d'Ecologie et génie de l'environnement à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'univers, de l'université de Guelma, pour son soutien, conseils utiles et sa gentillesse inégale, qui a bien voulu superviser ce modeste travail.*

Je remercie également :

***Mr. ZITOUNI Ali**, Maitre de conférences au département d'Ecologie et génie de l'environnement à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'univers de l'université de Guelma, pour avoir accepté de présider ce jury.*

***Mme BENBELKACEM Sofia**, Maitre assistante (A), au département d'Ecologie et génie de l'environnement à la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la terre et de l'univers, de l'université de Guelma, pour bien vouloir faire part du jury et examiner ce modeste travail.*

*Je réitère mes remerciements les plus profonds à Monsieur **Mr. ZITOUNI Ali**, pour son aide dans la réalisation des analyses du sol et le traitement statistique des résultats.*

*J'adresse aussi mes remerciements les plus sincères à Madame **SERIDI Souad**, pour sa compréhension en m'autorisant à accomplir mon master et aussi de m'avoir permis de réaliser mon travail au sien de l'T.T.G.C de Guelma.*

*Un grand merci à mes collègues du service O.V.P.S ; Madame **OUJANI Wided** et Monsieur **BOUKHNEF Soften** de m'avoir ouvert les portes de leur service pour la réalisation de ce travail.*

*Je voudrais exprimer un grand merci à mes collègues au sien du service appui au développent de l'ITGC, a l'heure tête madame **BENDIF Nassima**, notre ressource dans tous les domaines de la céréaliculture, pour ses encouragements et son soutien perpétuelle.*

*A monsieur **ATMANIA Nabil** qui n'aménagé aucun effort pour mettre à ma disposition ses précieuses documentations.*

*Je ne finirais pas sans remercié mes AMIES, **ZIGHIMECH Chafia**, Madame **BENKAMOUCHE Fouzia** et sa fille **Wiem** , ma petite sœur **Ghada Zineb** pour leur aide .*

Dédicace

A la personne la plus impotente dans ma vie, mon très cher père « Panou » qui est toujours là pour moi et qui veille à mon bien être tout le temps. Aucun mot ne peut exprimer ce que tu mérites. Que dieu te garde et te protège.

A ma très chère et douce maman, qui est toujours près de moi, m'encourage, me conseille, me soutient et qui n'a jamais cessé de prier pour moi. Pour tous les sacrifices que tu as fait depuis ma naissance à ce jour. Merci maman. Que dieu te garde et te protège.

A mon très cher mari pour sa patience qui m'ont aidée à surmonter toutes les difficultés rencontrées au cours de cette vie commune.

A mes adorables enfants Iyed et Jouri

A mes chers frères Anis et Raouf et ma chère sœur Doudou, je les remercie pour leur soutien moral.

A toute ma famille et à tous mes amis(es) pour la patience et le dévouement dont ils ont fait preuve

Une pensée spéciale à l'âme de mon défunt Père, je te rends hommage par ce modeste travail en guise de mon infini Amour raby yarhmek « pipes ».

Liste des abréviations

PNAB	: programme national d'amélioration du blé
FDPS	: ferme de démonstration et de production de semences
OVPS	: obtention variétal et production de semences
ITGC	: institut technique des grandes cultures
ITMA	: institut technique moyen agricole
cm	: centimètre
m	: mètre
mm	: millimètre
IMETOS	: station météorologique
C°	: degré Celsius
PMG	: poids de 1000grains
ICARDA	: centre international de recherche agricole dans les zones humides
CIMMYT	: centre international d'amélioration du Mais et du Blé
MADR	: ministère d'agriculture et du développement rural et de la pêche
DSA	: direction des services agricoles

Liste de figures

Figure 01	Le système racinaire du blé.....	04
Figure 02	Les principales parties de la tige du blé	05
Figure 03	Caractères de distinction entre la tige du blé dur et celle du blé tendre	05
Figure 04	Caractéristiques des épillets du blé dur et du blé tendre .	06
Figure 05	La différence entre grain de blé dur et blé tendre.....	07
Figure 06	Evolution des maladies selon le cycle de développement du blé	17
Figure 07	Processus de création et de sélection variétale ...	19
Figure 08	Situation géographique de la F.D.P.S.....	23
Figure 09	Dispositif expérimental de l'essai	26
Figure 10	Codes de notation de la verse	32
Figure 11	Nombre de plants /m ² pour les différents génotypes de blé dur.....	36
Figure 12	Nombre de plants /m ² pour les différents génotypes de blé tendre.....	37
Figure 13	Nombre de talles herbacées /plant pour les différents génotypes de blé dur.....	39
Figure 14	Nombre de talles herbacées /plant pour les différent génotypes de blé tendre.....	41
Figure 15	Nombre de telles épis /plant pour les différents génotypes de blé dur.....	42
Figure 16	Nombre de telles épis /plant pour les différents génotypes de blé tendre.....	44
Figure 17	la Hauteur des plantes des différents génotypes de blé dur.....	47
Figure 18	la Hauteur des la plantes pour les différents génotypes de blé tendre.....	48
Figure 19	la longueur de l'épi des différents génotypes de blé dur.....	50
Figure 20	La longueur de l'épi des différents génotypes de blé tendre.....	52
Figure 21	Nombre d'épis/ m ² pour les différents génotypes de blé dur.....	54
Figure 22	Nombre d'épis /m ² pour les différents génotypes de blé tendre.....	55
Figure 23	Nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé dur	57
Figure 24	Nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé tendre.....	58
Figure 25	Nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé dur.....	60
Figure 26	Nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé tendre.....	62
Figure 27	Nombre de grains/épi pour les différents génotypes du blé dur.....	63
Figure 28	Nombre de grains /épi pour les différent génotypes de blé tendre.....	65
Figure 29	le poids de mille grains pour les différents génotypes de blé dur.....	66
Figure 30	le poids de mille grains(PMG) pour les différents génotypes de blé tendre.....	67
Figure 31	Rendement à l'hectare des différents génotypes de blé dur.....	70
Figure 32	Rendement à l'hectare des différents génotypes de blé tendre.....	71
Figure 33	les différentes maladies observées chez les génotypes de blé dur et blé tendre	75

Liste des tableaux

Tableau 01	Classification botanique des différents genres de la famille de <i>Gramineae</i>	03
Tableau 02	Les stades de développement des céréales suivant l'échelle de	08
Tableau 03	Exigences culturales du blé dur et du blé tendre	13
Tableau 04	Modes de conservation des agents pathogènes des céréales	21
Tableau 05	les pédigrées des géotypes de Blé dur testés.....	22
Tableau 06	les pédigrées des géotypes de Blé tendre testés	22
Tableau 07	Principales caractéristiques des variétés témoins utilisés dans cette étude	24
Tableau 08	Caractéristiques pédologiques du site de l'essai.....	27
Tableau 09	Cumul des précipitations enregistrées dans la région de Guelma, durant la période allant du mois de Novembre 2017 au mois de Mai 2018.....	28
Tableau 10	Températures et humidité moyennes enregistrées dans la région de Guelma, durant la période allant du mois de Novembre 2017 au mois de juin 2018.....	31
Tableau 11	Echelle de notation du type de réaction de la plante lors d'attaques par des rouilles chez les céréales	34
Tableau 12	Les dates des stades phénologiques des différents géotypes de Blé dur.....	34
Tableau 13	Les dates des stades phénologiques des différents géotypes de Blé tendre.....	35
Tableau 14	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de plants / m ² pour le blé dur.....	36
Tableau 15	Résultats du test de Dunnett pour le nombre de plants/m ² pour les différents géotypes de blé dur	36
Tableau 16	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de plants / m ² pour les différent géotypes de blé tendre	37
Tableau 17	Résultats du test de Dunnett pour le nombre de plant/m ² pour le blé tendre	38
Tableau 18	Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles herbacées/plants pour les différents géotypes de blé dur	39
Tableau 19	Résultats du test de Dunnett du nombre de talles herbacées / plant pour les différent géotypes de blé dur	40
Tableau 20	Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles herbacées/plants pour les différents géotypes de blé tendre	41
Tableau 21	Résultats du test de Dunnett du nombre de talles herbacées /plant	42

	pour les différents génotypes de blé tendre	
Tableau 22	Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles épis/plants pour les différents génotypes blé dur	43
Tableau 23	Résultats du test de Dunnett du nombre de talles épis / plant pour les différents génotypes de blé dur	43
Tableau 24	Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles épis/plants pour le blé tendre	44
Tableau 25	Résultats du test de Dunnett pour le nombre de talles épis / plant pour les différents génotypes de blé tendre	45
Tableau 26	Le rapport talles épi /talles herbacées, exprimé en pourcentage de talles épis par rapport aux talles herbacées, pour l'ensemble des génotypes étudiés	46
Tableau 27	Résultats de l'analyse de la variance de la hauteur des plantes pour les différents génotypes de blé dur	47
Tableau 28	Résultats du test de Dunnett, de la hauteur des plantes pour les différents génotypes le blé dur	48
Tableau 29	Résultats de l'analyse de la variance pour la hauteur de la plante pour les différents génotypes de blé tendre	49
Tableau 30	Résultats du test de Dunnett de la hauteur des plantes pour les différents génotypes de blé tendre	49
Tableau 31	Résultats de l'analyse de la variance pour la longueur de l'épi des différents génotypes de blé dur	51
Tableau 32	Résultats du test de Dunnett de la longueur de l'épi pour les différents génotypes de blé dur	51
Tableau 33	Résultats de l'analyse de la variance de la longueur de l'épi pour les différents génotypes de blé tendre	52
Tableau 34	Résultats du test de Dunnett de la longueur de l'épi pour les différents génotypes de blé tendre	53
Tableau 35	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épis/ m ² pour les différents génotypes de blé dur	54
Tableau 36	Résultats du test de Dunnett du nombre d'épis/ m ² pour les différents génotypes de blé dur	55
Tableau 37	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épi/m ² pour les différents génotypes de blé tendre	56
Tableau 38	Résultats du test de Dunnett du nombre d'épi/m ² pour les différents génotypes de blé tendre	56
Tableau 39	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé dur	57
Tableau 40	Résultats du test de Dunnett du nombre d'épillets fertiles/épi pour le blé dur	58

Tableau 41	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets fertiles/épi pour les différents génotypes de blé tendre	59
Tableau 42	Résultats du test de Dunnett du nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé tendre	59
Tableau 43	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets stériles/épi pour le blé dur	61
Tableau 44	Résultats du test de Dunnett pour le nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé dur	61
Tableau 45	Résultat de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé tendre	62
Tableau 46	Résultats du test de Dunnett du nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé tendre	63
Tableau 47	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de grains/épi pour les différents génotypes du blé dur.	64
Tableau 48	Résultats du test de Dunnett du nombre de grains /épi des différents génotypes de blé dur.	64
Tableau 49	Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de grains/épi pour les différents génotypes de blé tendre	65
Tableau 50	Résultats du test de Dunnett du nombre de grains /épi pour les différents génotypes de blé tendre.	66
Tableau 51	Résultats de l'analyse de la variance du poids de mille grains pour les différents génotypes du blé dur	67
Tableau 52	Résultats du test de Dunnett du poids de mille grains pour les différents génotypes du blé dur	67
Tableau 53	Résultats de l'analyse de la variance pour le poids de grains mille grains pour les différents génotypes de blé tendre	68
Tableau 54	Résultats du test de Dunnett du poids de mille grains pour les différents génotypes de blé tendre	69
Tableau 55	Résultats de l'analyse de la variance pour le rendement/ha pour les différents génotypes du blé dur	70
Tableau 56	Résultats du test de Dunnett, du rendement à l'hectare pour les différents génotypes du blé dur	70
Tableau 57	Résultats de l'analyse de la variance pour le rendement à l'hectare pour les différents génotypes du blé tendre	71
Tableau 58	Résultats du test de Dunnett du rendement à l'hectare pour les différents génotypes du blé tendre	72
Tableau 59	Analyse de corrélation conduite pour les paramètres de rendement et le rendement	72
Tableau 60	Comportement des différents génotypes de blé dur envers les maladies foliaires notées au cours du cycle de développement des cultures	74

Tableau 61	Comportement des différents géotypes de blé tendre envers les maladies foliaires notées au cours du cycle de développement des cultures	74
Tableau 62	Taux des précipitations enregistrées au niveau de la parcelle expérimentale de l'I.T.G.C	76
Tableau 63	Comportement de quelques géotypes de blé dur et blé tendre vis-à-vis de la verse	76
Tableau 64	Tableau récapitulatif des résultats pour les différents géotypes du blé dur	79
Tableau 65	Tableau récapitulatif des résultats pour les différents géotypes du blé tendre	80

Sommaire

	pages
Titres	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction	01
Chapitre I : Données bibliographiques sur le blé	
1.1. Caractéristiques des blés	03
1.2. Classification botanique du blé	03
1.2.1. Caractéristiques génétiques	03
1.2.2. Caractéristiques morphologiques	04
1.2.3. Caractéristiques physiologiques	07
1.2.3.1. Période végétative	09
1.2.3.2. Période reproductrice	10
1.2.3.3. Période de remplissage et maturité du grain	10
1.3. Les exigences de la culture du blé	11
1.3.1. Les exigences écologiques	11
1.4. Aires de culture du blé en Algérie	12
1.4.1. Zone à haute potentialité (Z1)	12
1.4.2. Zone à moyenne potentialité (Z2) :	12
1.4.3. Zone à basse potentialité (Z3) :	14
1.5. Situation du blé en Algérie	14
1.6. Ennemis et contraintes de la culture du blé	14
1.6.1. Les champignons	14
1.7. La sélection variétale, objectifs et critères	14
	18
Chapitre II : Matériel et méthodes	
2.1. Objectif de l'étude	20
2.2. Origine et caractéristiques du matériel végétal utilisé	20
2.2.1. Génotypes testés	20
2.2.2. Variétés prises pour témoin	22
2.3. Caractéristiques du site d'essai	23
2.3.1. Localisation	23
2.3.2. Caractéristiques pédologiques	24
2.4. Installation et conduite de l'essai	24
2.4.1. Précédent cultural	24
2.4.2. Travail du sol	25
2.4.3. Apport de la fumure de fond	25
2.4.4. Installation de l'essai	25
2.4.5. Conduite de l'essai	25
2.5. Caractéristiques climatiques de la campagne 2017/2018	27
2.6. Paramètres estimés	28
2.6.1. Détermination des différents stades phénologiques de la culture	28
2.6.2. Paramètres morphologiques	28
2.6.2.1. Nombre de plants par mètre carré	28
2.6.2.2. Le nombre de talles herbacées	28
2.6.2.3. Le nombre de talles épi	29
2.6.2.4. Le rapport tallage épi /tallage herbacé	29
2.6.2.5. La hauteur des plantes	29
2.6.2.6. La longueur de l'épi	29

2.6.3. Les composantes du rendement	29
2.6.3.1. Le nombre d'épillets fertiles par épi	29
2.6.3.2. Le nombre d'épillets stériles par épi	29
2.6.3.3. Le nombre de grains par épi	29
2.6.3.4. Le poids de mille grains	30
2.6.3.5. Le rendement à l'hectare	30
2.7. Notation des maladies	30
2.8. Autres contraintes notées dans la parcelle de l'essai :	31
2.8.1. La verse	31
2.9. Traitement statistique des résultats	32
Chapitre III : Résultats et discussions	
3.1. Détermination des différents stades phénologiques de la culture.	33
3.2. Paramètres morphologiques	33
3.2.1 Nombre de plants par mètre carré	33
3.2.2 Le Nombre de talles herbacés :	38
3.2.3 Le Nombre de talles épis par plant (TE) :	42
3.2.4 Le rapport tallage épi /tallage herbacé	45
3.2.5 La Hauteur des plantes	46
3.2.6 La longueur de l'épi	50
3.3 Les composantes du rendement :	53
3.3.1 Le nombre d'épi par mètre carré	53
3.3.2. Le nombre d'épillets fertiles par épi	57
3.3.3. Le nombre d'épillets stériles par épi	60
3.3.4. Le nombre de grains par épi	63
3.3.5. Le poids de mille grains	66
3.3.6. Le rendement à l'hectare	69
3.4. sensibilité aux maladies	73
3.5. La verse	75
Conclusion	78
Résumés	
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

En Algérie, la céréaliculture demeure le pivot de l'agriculture, c'est une filière stratégique et représente un poids considérable dans l'économie agricole.

Les céréales sont la principale source calorique pour les différentes couches de la population quel que soit leur niveau de vie. Elles assurent 60% de cet apport et 75% à 85% de l'apport protéique (**Ben salem, et al., 1995**).

Le sol céréalière en Algérie, représente en moyenne entre 3 et 3.3 millions d'hectares d'emblavures annuelles (**Zaghouane et al., 2015**). Selon le même auteur le blé dur occupe 43% des sols récoltés annuellement alors que le blé tendre n'est habilité que sur 31% des surfaces cérésières. Avec un rendement annuel national moyen ne dépassant pas les 15 qx/ha dans les meilleures des cas. Ce qui demeure très insuffisant pour satisfaire la demande de ce produit de large consommation estimé par **Ghalem-Djender et al. (2013)** à 220 kg/an/habitant, une demande sans cesse croissante.

Pour cela l'Algérie continue d'importer massivement le blé de l'étranger pour couvrir une partie de ses besoins, ce qui pénalise grandement l'économie du pays. Les données du problème que la céréaliculture Algérienne n'arrive pas à satisfaire les besoins de sa population n'ont pas fondamentalement changé. Elles sont essentiellement dues au régime de production utilisé qui est pluviale ; soumis à des variables pluviométriques bien souvent faibles qui se traduisent par de fortes contraintes hydriques et thermiques. Ceci explique la stagnation du rendement qui dure depuis pré d'un demi-siècle, combiné à l'utilisation d'un itinéraire technique inadéquat et d'un matériel végétal à potentiel génétique faible ou non adapté à sa zone de production , mais aussi et surtout à la prévalence de plusieurs stress biotiques tels que les ravageurs et les maladies cryptogamiques qui contribuent eux aussi à la perte de rendement variant en fonction de l'ampleur des incidences et la sévérités d'attaque de ces différents agresseurs.

Les agents pathogènes occasionnent des pertes importantes lorsque les variétés sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion de ces maladies (**Ezzahiri, 2001**). Pour cela il est primordial d'utiliser un matériel végétal approprié, car les variétés tolérantes mettent en œuvre divers mécanismes d'ordres morphologiques, phénologiques, physiologiques ou biochimiques pour tolérer et réduire les effets du stress (**Douici-Khalifi, 2013**).

A l'heure actuelle, le matériel végétal disponible et utilisé par les agriculteurs présente une sensibilité vis-à-vis des stress biotiques et abiotiques ce qui engendre des interactions génotype x milieux assez importantes, rendant l'identification des génotypes performants difficile (**Benbelkacem, 1991**).

Pour contrer ce problème il est viscérale d'évaluer parfaitement les ressources phytogénétiques des blés cultivés en Algérie et de procéder à leur amélioration tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, qui consiste en une étude d'adaptation de **13** génotypes de blé dur et **14** génotypes de blé tendre, comparés à des témoins locaux, vis-à-vis leur tolérance au stress abiotique et biotique en zone Sub-humide, en vue de leur inscription dans le catalogue national des variétés.

L'étude de ces génotypes, prises en charges dans ce travail, fait partie d'un essai P.N.A.B pour l'année 2017-2018 à l'ITGC Guelma.

Chapitre 01 : Données bibliographiques sur le blé

1.1. Classification botanique du blé

Le blé est une plante monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* et à la famille des *Gramineae*. Le tableau 01 présente la systématique des blés (dur et tendre), ainsi que d'autres céréales de la même famille (Feillet, 2000).

Tableau 01 : Classification botanique des différents genres de la famille des *Gramineae*. (Feillet, 2000).

Famille	Sous famille	Tribu	Sous tribu	Genre	Nom commun (espèce)
<i>Gramineae</i>	Festucoideae	<i>Triticeae</i> <i>Aveneae</i>	<i>Triticineae</i>	<i>Triticum</i>	Blé dur Blé tendre
				<i>Secale</i>	Seigle
				<i>Hordeum</i>	Orge
				<i>Avena</i>	Avoine
				<i>Oryzae</i>	<i>Oryza</i>
	Panicoideae	<i>Tripsaceae</i>		<i>Zea</i>	Mais
				<i>Sorghum</i>	Sorgho

1.2. Caractéristiques des blés

Dans le genre *Triticum*, les deux espèces de blé, les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*), mais il existe de nombreuses autres espèces (Feillet, 2000). Le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et le blé dur (*Triticum turgidum*, var. *durum* L.) se distinguent l'un de l'autre par des caractéristiques génétiques, morphologiques et physiologiques (Hamadache, 2013) :

1.2.1. Caractéristiques génétiques

Les espèces du genre *Triticum* se différencient par leur degré de ploïdie : blés diploïdes, à génome AA, blés tétraploïdes AA et BB, blés hexaploïdes AA, BB et DD, ainsi que par leur nombre de chromosomes qui sont respectivement, 14, 28 et 42 chromosomes (Feillet, 2000).

Selon le même auteur le blé tendre possède les trois génomes AA, BB, et DD constitués chacun de sept paires de chromosomes homologues numérotés de 1 à 7 (A1...A7,

B1.....B7 et D1D7), soit au total 42 chromosomes ; le blé dur ne contient que les deux génomes AA et BB et 28 chromosomes.

1.2.2. Caractéristiques morphologiques

Comme toutes les graminées la plante de blé (dur et tendre) se présente sous forme d'un certain nombre d'unités :

❖ La racine

Le blé possède deux types de racines : les racines séminales ou primaires, issues de l'embryon et qui sont propres au maitre-brin, et les racines secondaires ou adventives propres aux talles secondaires (Fig. 01). Ces dernières prennent naissance des nœuds de la base et deviennent, plus tard, le système racinaire permanent de la plante. Selon **Boulal et al. (2007)** on compte normalement 5 à 8 racines séminales chez le blé tendre alors que chez le blé dur, en général il ne se forme que 6 racines. Pour les racines secondaires ou adventives celles du blé dur sont plus puissantes et descendent à des grandes profondeurs que celles du blé tendre (**Hamadache, 2013**).

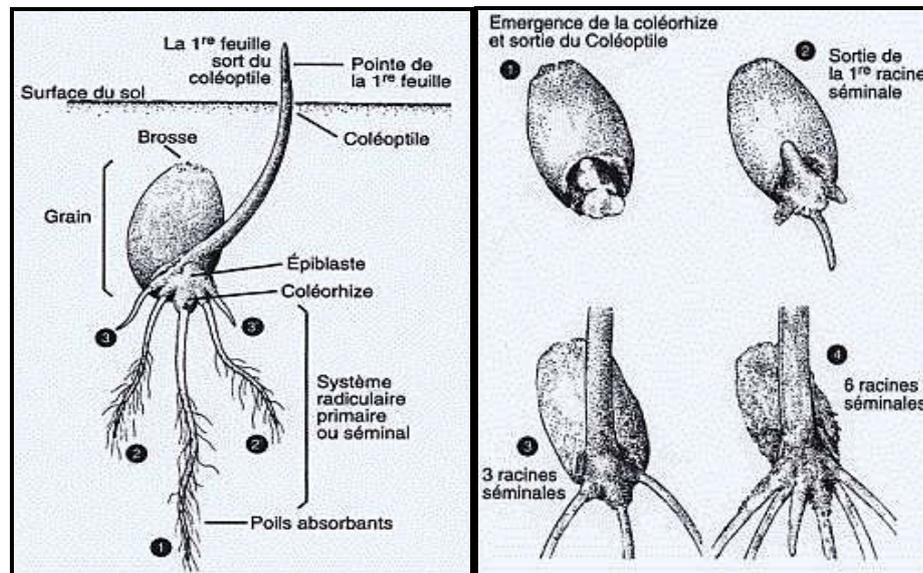


Figure 01 : le système racinaire du blé (Boyeldieu, 1997)

❖ La tige

Sur la partie aérienne du blé on distingue une tige principale appelée le maitre brin, et des tiges secondaires appelées talles ; qui naissent à la base de la plante (Fig. 02). Chaque tige est composée de plusieurs entre-nœuds situés entre la base et le sommet.

À maturité les tiges sont, soit semi-creuses pour certaines variétés de blé dur ou pleines pour le blé tendre (Fig. 03).

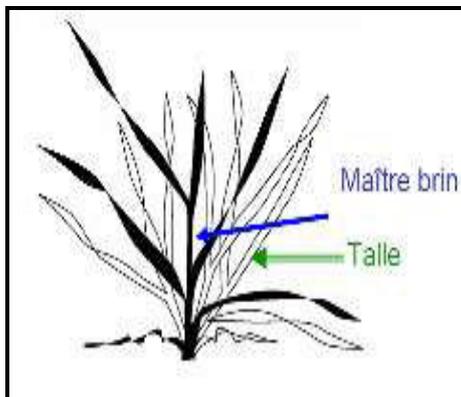


Figure 02 : les principales parties de la tige du blé [1].

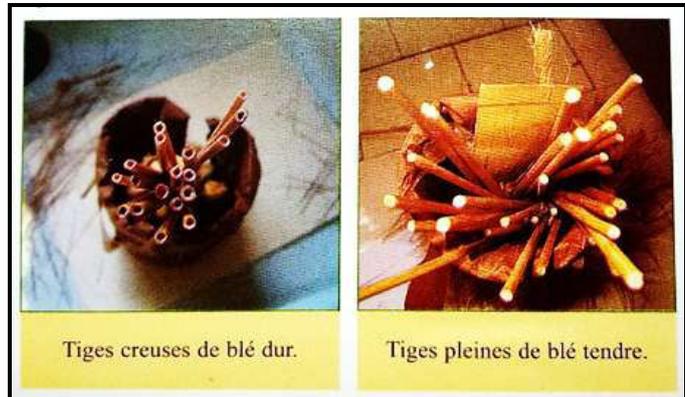


Figure 03 : Caractères de distinction entre la tige du blé dur et celle du blé tendre (Boulal *et al.*, 2007)

❖ La feuille

La feuille est la source principale des assimilats produits par la photosynthèse et exportés vers les graines. Les feuilles sont disposées de part et d'autre de la tige en position opposées. Chaque feuille prend naissance à l'aisselle d'un nœud. Selon Boulal *et al.* (2007), la feuille se compose de quatre parties :

- **Le limbe** qui constitue la plus grande partie de la feuille est parcouru par des nervures parallèles ;
- **La gaine** de chaque feuille s'insère à partir du nœud d'où prend naissance la feuille ;
- **Les stipules ou oreillettes** se trouvent à l'intersection entre le limbe et la gaine ;
- **La ligule** est une mince membrane attachée à la base du limbe.

La plante de blé se caractérise par des limbes foliaires à oreillettes velues et large et à ligule courte (Soltner, 1999). Selon Boufenar- Zaghouan et Zaghouan (2006) le blé dur se distingue du blé tendre par un feuillage plus clair, totalement glabre et un tallage-épi plus faible.

❖ L'inflorescence

Chez le blé le type d'inflorescence est un épi, composé d'unités morphologiques de base, les épillets (groupe de fleurs) fixées directement sur l'axe ou rachis. La fleur comprend typiquement trois étamines et un ovaire c'est une fleur hermaphrodite. L'épillet est

constitué par une petite grappe de fleurs enveloppées de leurs glumelles (**Hamadache, 2013**). C'est une plante autogame, la fécondation a lieu à l'intérieur des glumelles, avant que les étamines n'apparaissent à l'extérieur, de ce fait la conservation de la pureté variétale sera parfaite (**Soltner, 1999**). Le blé dur a un épi compact, barbu à glumes longues fortement carénées (**Hamadache, 2013**). La glumelle inférieure se termine par une longue barbe, le dos de la glume a une courbe régulière, et le rachis est non ridé (**Mazoyer et al., 2002**). Pour le blé tendre le rachis est ridé sur ses bords et la courbe dorsale de la glume présente une rupture presque en angle (**Marc, 2013**). La figure 04 montre les variations morphologiques entre les épillets du blé dur et ceux du blé tendre.

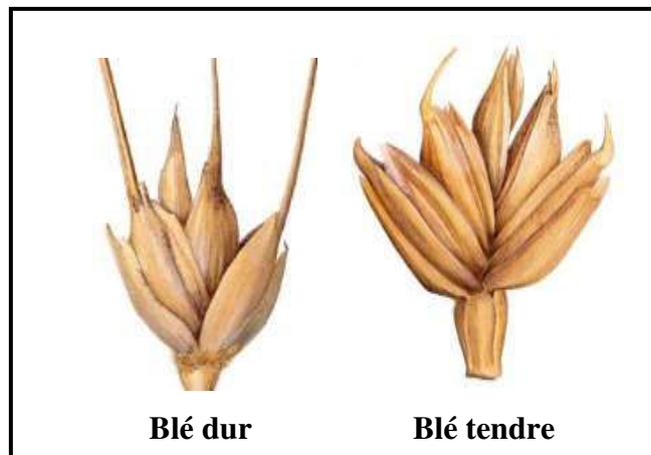


Figure 04 : Caractéristiques des épillets du blé dur et du blé tendre (**Marc, 2013**)

❖ Le fruit (caryopse)

Le fruit est un caryopse (grain soudé à l'ovaire). C'est un fruit sec indéhiscent. Les semences sèches sont communément et commercialement appelées grains ou graines. Selon **Feillet (2000)** le caryopse du blé se compose de trois régions :

- **L'albumen**, partie amylacé au sein de laquelle subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersé au milieu d'une matrice protéique et dont les parois celluloses sont peu visibles, et aussi la couche à aleurone, l'albumen forme 80 à 85 % de la graine.

- **Les enveloppes**, qui sont au nombre de six et forment 13-17 % de la graine : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa, cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe.

- **Le germe**, qui ne constitue que 3 % de la graine est composé d'un embryon lui-même formé du coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize, de la coiffe et du scutellum.

Le grain de blé dur est allongé et à texture vitreuse et à brousse peu développée par rapport au blé tendre (**Boulal et al., 2007**). Selon **Mazoyer et al. (2002)**, du point de vue composition chimique, le blé dur se distingue généralement par des teneurs en protéines et en pigments caroténoïdes élevées, ce qui le rend apte à donner des semoules, et il a une teneur plus élevée en protéines (supérieur à 14%) que le blé tendre (Fig. 05).

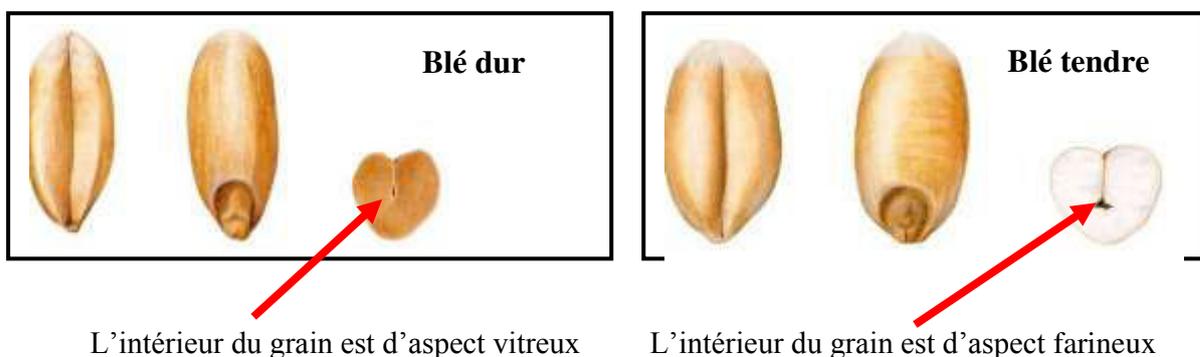


Figure 05 : la différence entre grain de blé dur et blé tendre
(**Marc, 2013**)

1.2.3. Caractéristiques physiologiques

Le cycle de développement du blé est constitué d'une série d'étapes séparées par des stades repères, permettant de diviser en deux ou trois périodes la vie des céréales : Une période végétative durant laquelle, la plante ne forme que des feuilles et des racines ; une période reproductrice dominée par l'apparition de l'épi et la formation du grain (**Soltner, 1999**). **Hamadache (2013)** subdivise le cycle évolutif du blé en trois périodes : végétative, reproductrice et période de remplissage et maturité du grain. Ces périodes sont constituées de stades clés suivant des échelles de développement différentes : telle que l'échelle de Jonard, Feekes et Zadocks (Tab. 02). Selon l'échelle de Feekes, les différentes périodes, sont décrites comme suit :

Tableau 02 : Les stades de développement des céréales suivant l'échelle de Jonard, Feekes et Zadoks [2]

	STADE	JONARD	FEEKES	ZADOKS	CARACTÉRISTIQUES (brin maître)	
Levée	Levée			7	Sortie du coléoptile 1ère feuille traversant le coléoptile 1ère feuille étalée 2ème feuille étalée 3ème feuille étalée	
	1 feuille		1	10		
	2 feuilles			11		
	3 feuilles			12		
Tallage	Début tallage	A		2	21	Formation de la 1ère talle
	Plein tallage		3		22	2 à 3 talles
	Fin tallage				4	
Montaison				24		
				25		
	Début Montaison Épi à 1 cm	B	5	30	Sommet de l'épi distant à 1 cm du plateau de tallage	
	1 nœud	C 1	6	31	1 nœud	élongation de la tige
	2 nœuds	C 2	7	32	2 nœuds	
	Gonflement L'épi gonfle la gaine de la dernière feuille	D	8	37	37	Apparition de la dernière feuille
	Épiaison		E	9	39	Ligule juste visible (méiose mâle) Gaine de la dernière feuille sortie
10					45	
10-1					49-51	
10-2					53	
10-3					55	
Floraison	F	10-4	57	57	Tous les épis sortis	
				10-5		59
				10-5-1		61
Maturation	Formation du grain	M	10-5-2	65	Début floraison Demi-floraison Floraison complète	
				10-5-3		69
				10-5-4		71
				11-1		75
				11-2		85
				91	Grain formé Grain laiteux Grain pâteux Grain jaune Grain mûr	
				11-3		91
				11-4		92

1.2.3.1. Période végétative

❖ **Phase Germination-Levée (stade 1) :** Le blé germe dès que la température dépasse le zéro (0° C). La levée est le premier stade du cycle de développement du blé et le début de la période végétative. Lors de cette phase, le sol est percé par le coléoptile, qui est un étui protecteur de la première feuille (**Soltner, 1999**). La levée est le passage à une vie autotrophe grâce à la chlorophylle contenue dans la première feuille, elle est notée lorsque 50% des plantes sont sorties de la terre. Le taux de levée et sa vitesse dépendent de la faculté germinative de la semence, de l'état du lit de semence et du mode de semis (**Hamadache, 2001**). Durant cette première phase, le blé est très sensible aux conditions climatiques. L'excès d'eau en zones littorales et sublittorales, et le gel en zones des hautes plaines limitent l'enracinement et freinent la croissance (**Hamadache, 2013**).

❖ **Phase 3-4 feuilles (stade 1)**

C'est le début de tallage, l'ébauche de la première talle ou mètre-brin apparaît à l'aisselle de la première feuille.

❖ **Phase Début de tallage (stade 2)**

C'est la ramification du mètre-brin. La première talle apparaît à l'aisselle de la première feuille ; d'autres talles primaires naissent à l'aisselle des 2ème, 3ème et 4ème feuilles du mètre-brin, cette zone de ramification s'appelle le plateau de tallage ; c'est à ce moment qu'apparaissent les racines adventives. Ce sont des racines de tallage, ou coronales (**Hamadache, 2001**). Ce stade est souvent indiqué pour l'apport de l'azote en couverture et l'application des herbicides.

❖ **Phase Fin tallage (stade 4)**

Le fin tallage correspond à la fin de la période végétative et le début de la phase reproductrice du cycle du blé. Les méristèmes apicaux des tiges commencent à former des pièces florales au lieu des feuilles. Le nombre final de talles est arrêté car la photopériode (longueur du jour) permet l'élongation des premiers entre-nœuds (**Hamadache, 2001**). C'est le début de la montaison. Le nombre des talles dépend de la variété, la densité de semis, la densité des racines adventives et la nutrition azotée (**Soltner, 1999**).

1.2.3.2. Période reproductrice

❖ Phase Montaison (stade 5-7)

Durant cette période se différencient les ébauches de l'inflorescence. A ce stade la croissance et le développement de la céréale sont en phase exponentielle le jeune épi se trouve à 1 Cm du plateau de tallage. C'est la bonne période pour le premier ou second (zone-subhumide) apport d'azote, aussi la culture à ce stade craint les gels ou les températures inférieures à - 4° C, qui agissent sur la fertilité de l'épi (**Hamadache, 2013**).

❖ Phase Gonflement (stade 8-10)

La gaine de la dernière feuille se trouve gonflée par l'épi encore dans la tige. A ce stade, le blé a initié une vingtaine d'épillets par épi. Durant cette phase, la méiose pollinique commence et les grains de pollen s'élaborent ; la méiose dure 1 à 2 jours (**Anonyme, 2008**). Une baisse de température peut induire une stérilité des gamètes mâles et une élévation des températures (> 30C°) peut par contre engendrer une stérilité femelle (**Hamadache, 2001**).

❖ Epiaison (stade 10-10.5)

L'épiaison débute lorsque les premières barbes ou le sommet de l'épi deviennent visibles au-dessus du col de la feuille étendard. Elle correspond à la sortie de 50% des épis de la gaine des dernières feuilles (**Soltner, 1999**).

❖ Floraison (stade 10.5.1-10.5.3)

Elle correspond à l'apparition des étamines sur l'épi. La fécondation s'est déjà accomplie. Elle marque la fin de l'épiaison et le début de formation du grain. La tige et l'épi ont à ce stade achevé leur croissance. La tige possède alors 5 à 6 nœuds, le pédoncule, dernier entre-nœud, est le plus long (**Hamadache, 2001**).

1.2.3.3. Période de remplissage et maturité du grain

Au cours de cette dernière période, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substance de réserve.

❖ Phase Grain laiteux (stade 11.1)

C'est une phase de multiplication des cellules au niveau du jeune grain encore vert, en l'écrasant, il sort un liquide laiteux la teneur en eau du grain est de 66%. C'est

le début du pallier hydrique ; un coup de chaleur accompagné d'un vent, à ce moment, provoque l'interruption de la migration des réserves des feuilles et de la tige vers le grain : c'est l'échaudage du grain, et le rendement peut chuter de 50% (**Hamadache, 2013**).

❖ **Phase Grain pâteux (stade 11.2)**

Il y a un remplissage des cellules des enveloppes par les sucres sous forme d'amidon. Le stade pâteux, correspond à la fin de la migration des réserves, le grain est de couleur jaune-vert. Il correspond à une teneur en eau du grain de 44%. C'est la fin du pallier hydrique ; à ce stade le blé dur est utilisé en Algérie pour la fabrication du Frik. (**Hamadache, 2001**).

❖ **Phase Grain dur (stade 11.4)**

Cette phase correspond à la maturation physiologique, qui marque la fin du remplissage du grain. Le grain perd son humidité pour atteindre son poids sec final, il ne se laisse plus rayer par l'ongle. Cependant, le grain ne peut être moissonné qu'à une teneur en eau de 13-14% (**Boulal et al., 2007**).

1.3. Les exigences de la culture du blé

1.3.1. Les exigences écologiques

❖ **La température**

La réalisation des différents stades du blé est sous le contrôle de la somme des températures journalières subies par la plante (**Hamadache, 2013**). Une température supérieure à 0° C est exigée pour la germination des céréales (**Soltner, 1999**).

❖ **L'eau**

Outre son rôle dans la photosynthèse, dans le transport et l'accumulation des éléments nutritifs, ainsi que dans la division cellulaire et la régulation thermique, l'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes cultivées (**Slama et al., 2005**). Durant tout le cycle végétatif, la consommation totale en eau du blé pour un rendement attendu de plus de 60 qx/ha est de 450 à 600 mm. La sensibilité à la sécheresse peut concerner tout le cycle de la plante, du semis au stade maturité. La période végétative est moins sensible que la période reproductrice. C'est à partir de la fin montaison que la plante commence à souffrir de la rigueur du climat (**Chadouli et Djane-hamed, 2015**).

❖ **L'éclairement**

Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade début montaison, et l'intensité lumineuse, et l'aération, agissent directement sur l'intensité de la photosynthèse, dont dépend le rendement (**Soltner, 1999**).

❖ **Le sol**

Le blé apprécie les sols limoneux, argileux calcaires ou les sols argileux-siliceux profonds, il a besoin d'un sol sain, se ressuyant bien en hiver et à bon pouvoir absorbant (**Maachi, 2005**). Le sol doit être profond au moins 40 Cm pour le blé dur et 30 Cm pour le blé tendre (**Anonyme, 2011**). Le blé est sensible au calcaire et à la salinité. Un pH de 6,5 à 7,5 semble indiqué puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote, et un pH très bas diminue l'assimilation, ce qui entrave la croissance et en particulier celle des racines (**Bendif, 2017**).

❖ **Les exigences culturales :**

Les exigences culturales du blé dans les zones sub-littorales, sont résumées dans le tableau 03.

1.4. Aires de culture du blé en Algérie

La zone céréalière en Algérie se subdivise en trois sous zones selon la pluviométrie annuelle total et l'altitude

1.4.1. Zone à haute potentialité (Z1)

Le littorale où l'altitude est inférieure à 300 m et la pluviométrie moyenne annuelle ≤ 600 mm/an. Selon **Mekaoussi (2015)**, les rendements moyens sont de 20 qx/ha et la céréaliculture y est secondaire. Elle correspond au plaines de : Algérois et Mitidja, Oranais, Mostaganem, et Annabi...etc.

1.4.2. Zone à moyenne potentialité (Z2) :

Le sublittoral où l'altitude est comprise entre 300 et 700 m et la pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 450 et 600 mm/an, avec possibilité d'un effet dépressif en hiver les risques de gel dans cette zone ; imposent le choix de variétés adaptées et des dates de semis (**Hamadache, 2013**). Les rendements moyens sont de 5 à 15 qx/ha, elle correspond aux plaines de Sidi-Bel-Abbès, Chéelif, Guelma...etc. (**Mekaoussi, 2015**).

Tableau 03 : Exigences culturales du blé dur et du blé tendre
(Soltner, 1999 ; Batel, 2003 et Hamadache, 2013)

Période	Stade	Opération	Blé dur	Blé tendre	
Septembre à Octobre		Acquisition de la semence certifiée			
		Analyse du sol			
		Labour	Labour moyen de 25 à 30 cm		
		Reprise du labour			
		Façons superficielle	Taille des mottes doit pas excéder e 02 à 03 cm		
		Epandage d'engrais de fond	1.5 d'unité de P et 1.8 unité de K pour 1qt de blé	1.2 d'unité de P et 1.7 unité de K pour 1qt de blé	
Novembre à Décembre		Semis	Dose/ha	Selon PMG, FG, densité	
			période	les variétés tardives sont semées d'abord suivie des précoces	
			profondeur	Profondeur optimal 02 à 04 cm et 03 à 6cm en condition séché	
		Roulage	le roulage est a évité on condition humide		
Décembre	Levée	1 ^{er} apport azoté le 1/3 de la quantité total	Le 1/3 de 03 d'unité d'azote pour produire 01qt de blé		
Janvier	3-4 feuilles	Désherbage	Utilisation de produits herbicides selon les adventices présents dans la culture		
Février	Tallage				
Mars	Montaison	2ème apport azoté le 2/3 de la quantité total	Le 2/3 de 03 d'unité d'azote pour produire 01qt de blé		
		Observation des maladies et des insectes	Application d'un fongicide en préventif		
Avril	Epiaison	Irrigation d'appoint	s'il y a risque de sécheresse		
Mai	Floraison	Observation des maladies et des insectes	Seconde application d'un fongicide		
Juin	Maturité	Récolte	La récolte se fait à une maturité de 14% d'humidité		

1.4.3. Zone à basse potentialité (Z3) :

Elle correspond à la zone semi-aride localisée dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest et dans le Sud du massif des Aurès, avec une altitude supérieure à 700 m et une moyenne de précipitations inférieure à 450 mm/an (Yallaoui-Yaïci *et al.*, 2006). Les rendements sont souvent inférieurs à 8 qx/ha. Les céréales occupent presque la moitié de la superficie agricole utilisable (SAU) de cette zone (Mekaoussi, 2015).

1.5. Situation du blé en Algérie

Selon Yalloui *et al.* (2013) les moyennes des productions céréalières des années 1980 comparées à celle de la dernière décennie, ont évolué d'une manière spectaculaire, en effet la production moyenne est passée de 21.528.824 qx au cours de la période 1987-2001 à 36.710.066 qx sur la période de 2001-2013, soit un taux d'évolution de 71 %. Cependant, cette évolution reste toujours instable, et des fluctuations considérables de la production céréalières en Algérie ont été enregistrées d'une année à l'autre entre 2010 et 2015 (MADR/DSA Guelma, 2018). Pour la wilaya de Guelma qui est Considéré comme une wilaya céréalière par excellence, les pointes de productions sont de l'ordre de 1.697.281 QX pour le blé dur et 394.542 QX pour le blé tendre (MADR/DSA/ ITGC Guelma, 2018).

1.6. Ennemis et contraintes de la culture du blé

Ezzahiri (2001), révèle que la culture de blé est fréquemment exposée et soumise à une multitude de stress abiotiques et biotiques. Parmi les stress abiotiques qui limitent le rendement de blé, certains sont de nature climatique (gel, températures excessives et sécheresse) ou édaphique (sol pauvre, calcaire entraînant un blocage des éléments nutritifs). Les maladies qui s'attaquent au blé sont dues à plusieurs types de pathogènes à savoir les champignons, bactéries, virus, nématodes.

1.6.1. Les champignons

Les champignons sont parmi les ennemis redoutables, qui engendrent des pertes considérables à la culture du blé si les conditions de développement des pathogènes sont favorables (Annexe A). Les principales maladies fongiques répandues en Algérie sont comme suit :

- **L'oïdium**

L'agent causal de l'oïdium est un champignon ascomycète, parasite obligatoire qui passe l'été au repos végétatif sur les feuilles sénescentes sous forme de fructifications noires (cleistothèces). Les symptômes se présentent sous forme de poudre blanche sur les organes aériens (Annexe). C'est une maladie qui se développe beaucoup lorsque l'humidité est moyenne ; les températures favorables sont comprises entre 15 et 20 °C (**Nasraoui, 2008**). Les semis précoces favorisent une forte colonisation par le champignon au printemps, un semis dense le favorise durant la phase de croissance principale. La formation des conidies exige environ 5 jours à 15° C à partir du début de l'infection (**Hennouni, 2012**).

- **Les Rouilles**

Les rouilles sont des parasites biotrophes obligatoires et endophytes causées par des champignons Basidiomycètes de l'ordre des Urédinales. Les rouilles sont parmi les maladies les plus dévastatrices du blé. Le développement épidémique peut avoir lieu dans certaines régions occasionnant des pertes pouvant aller jusqu'à 25% **Sayoud et al., (1999)**. Différents types de rouilles peuvent infecter le blé (Annexe):

• **La rouille noire**

Selon **Zillinsky (1983)**, l'agent causal est *Puccinia graminis*. f. sp. *tritici*. son hôte alternatif est *Berberis vulgaris* ou épine- vinette (**Laffont, 1985**). Cette maladie se manifeste par des pustules sporifères brunes et allongées qui apparaissent surtout sur les tiges et un peu moins sur les feuilles, mais peuvent atteindre même les épis. Lorsque l'attaque est forte, les pustules deviennent coalescentes (**Nasraoui, 2008**).

• **La rouille jaune**

La rouille jaune due à *Puccinia striiformis* (**Zillinsky, 1983**), se présente sous forme de pustules ovales (urédosores) jaunes disposées en stries parallèles le long des nervures (**Cavelier, 1992**). Elle apparaît d'abord au cours du printemps par foyers très distincts de 1 à 2 m² où la maladie est très intense. Elle peut ensuite, selon les conditions climatiques, s'étendre ou non à chaque parcelle. C'est une maladie qui se développe bien lors de printemps frais (**Hennouni, 2012**).

- **La rouille Brune**

Cette maladie est causée par *Puccinia recondita* (Zillinsky, 1983), C'est la plus importante des trois rouilles et c'est la plus répandue dans le Maghreb. Le développement épidémique de cette maladie peut avoir lieu dans certaines régions occasionnant des pertes pouvant aller jusqu'à 25% (Sayoud *et al.*, (1999). Les pertes en grains peuvent atteindre les 50% mais le plus souvent 15 à 20%. La maladie peut avoir de graves conséquences comme la diminution du poids spécifique, et la qualité du grain (Allioui, 1997). Observée surtout sur le blé dur, cette maladie se manifeste par une multitude de petites pustules sporifères brunes souvent arrondies, dispersées irrégulièrement sur les deux faces des feuilles. Les gaines et les tiges sont rarement atteintes (Nasraoui, 2008).

- ***L'Helminthosporiose (Tan spot) ou tache auréolée***

Pyrenophora tritici-repentis est l'agent causal de cette maladie (Zillinsky, 1983). Observée sur blé, cette maladie se caractérise par l'apparition sur les feuilles de petites taches allongées qui sont d'abord brun jaunâtre puis de plus en plus bronzées en s'entourant d'une marge jaune clair (Annexe). Ces taches évoluent *ensuite* en lésions qui deviennent coalescentes (Ezzahiri, 2001). Les feuilles prennent alors un aspect jaunâtre, se nécrosent progressivement du haut vers le bas et meurent (Nasraoui, 2008).

- ***Les septorioses***

La tache septorienne des feuilles est l'une des principales maladies cryptogamiques du blé surtout dans les zones littorales et sublittorales (Annexe). Elle peut causer de chutes de rendement allant jusqu'à 50% (Sayoud, 1987). La maladie est causée par l'attaque d'un champignon qui peut être présent sous deux formes, la forme sexuée *Mycosphaerella graminicola* et la forme asexuée *Zymoseptoria tritici* (Allioui, 2015).

- ***Le charbon nu***

Selon Zillinsky (1983), l'agent causal est (*Ustilago tritici*), cette maladie est observable entre la floraison et la maturité (Aouali et Douici-Khalfi, 2013). Elle envahit totalement l'épi de la céréale. Les épillets sont alors détruits et transformés en une masse poudreuse noirâtre constituée par les téliosporés du champignon (Annexe). Lorsque le vent souffle et emporte les masses sporifères, il ne reste généralement de l'épi que le rachis

(Nasraoui, 2008). L'origine de l'infestation est la semence. Le champignon se conserve dans l'embryon de la graine.

Le tableau 04 résume les modes de conservation des agents pathogènes des céréales, et l'évolution des maladies en fonction du cycle de développement du blé est décrite dans la Figure 06.

Tableau 04 : Modes de conservation des agents pathogènes des céréales (Ezzahiri, 2001)

Mode de conservation	Agents pathogènes	Maladies
Sol	<i>Fusarium culmorum</i>	Pourritures racinaires
	<i>Fusarium graminearum</i>	
	<i>Cochliobolus sativus</i>	Charbon foliaire
	<i>Urocystis agropirii</i>	Charbon nu
Semence	<i>Ustilago nuda</i>	Carie
	<i>Tilletia caries</i>	
	<i>Septoria nodorum</i>	
Chaumes	<i>Erysiphe graminis f. sp. tritici</i>	Oïdium
	<i>Septoria tritici</i>	Septoriose des feuilles (Leaf blotch)
	<i>Septoria nodorum</i>	Septoriose des épis (Glume Blotch)
	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Tache bronzée
Chaumes + hôtes alternatifs	<i>Puccinia triticina</i>	Rouille brune
Repousses des plantes hôtes	<i>Puccinia graminis f. sp. tritici</i>	Rouille noire
	<i>Puccinia striiformis</i>	Rouille jaune

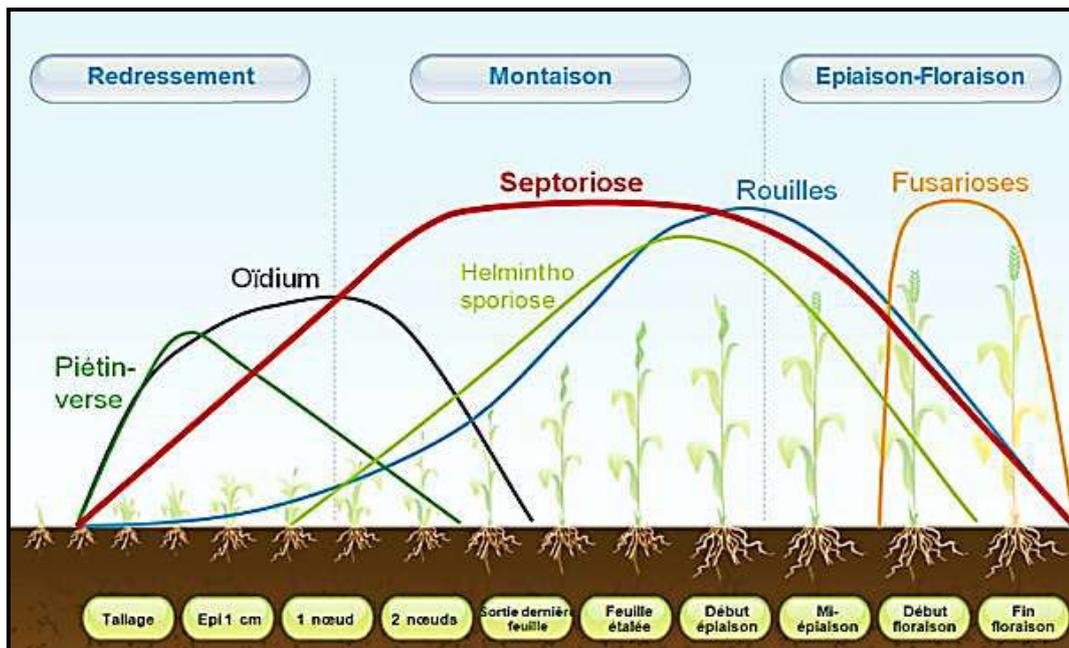


Figure 06 : évolution des maladies selon le cycle de développement du blé (Ezzahiri, 2001)

1.7. La sélection variétale, objectifs et critères

Le but principal de tout programme de sélection met l'accent sur l'amélioration simultanée du comportement agronomique, de la résistance aux maladies et des caractères qualitatifs du blé. **Sadli (1993)** révèle que, les caractères agronomiques sont représentés par le rendement et ses composantes, et la tolérance au stress. La résistance aux maladies porte sur les rouilles, la septoriose, la tache bronzée, l'oïdium... Alors que les caractères qualitatifs concernent surtout le grain et englobent le poids spécifique, le pourcentage de grains durs vitreux, l'indice du jaune, couleur de la pâte et teneur en protéines.

Selon **Benbelkacem (1991)**, le processus de création d'une nouvelle variété commence par la production d'hybrides F1 par croisement de deux parents ou plus. Les sélectionneurs doivent veiller à ce que tous les parents servant au croisement possèdent collectivement la majorité des caractères recherchés pour la nouvelle variété. Dans le cas des populations autogames, la génération F2 dérivée de l'autofécondation de sujets F1 affiche une grande variabilité génétique. La sélection des plants possédant les caractères recherchés commence en F2. Elle se poursuit jusqu'en F7-F8, lorsque la descendance devient uniforme. Cette sélection précoce se fait sur la base des caractères dont l'expression dépendra peu des conditions du milieu, telles que la hauteur, la précocité, la sensibilité aux maladies.

La sélection pour des caractères complexes, comme le rendement et la qualité du grain, s'effectue plus tardivement sur un matériel plus génétiquement homogène, en utilisant des dispositifs plus rigoureux pour maîtriser la variation environnementale (**Laala, 2009**).

La figure 07 affiche, les différentes étapes du processus de sélection, adopté pour l'obtention d'une variété. Ce processus s'effectue en 10 ans, et la variété sera inscrite au catalogue national (**Benbelkacem, 1991**).

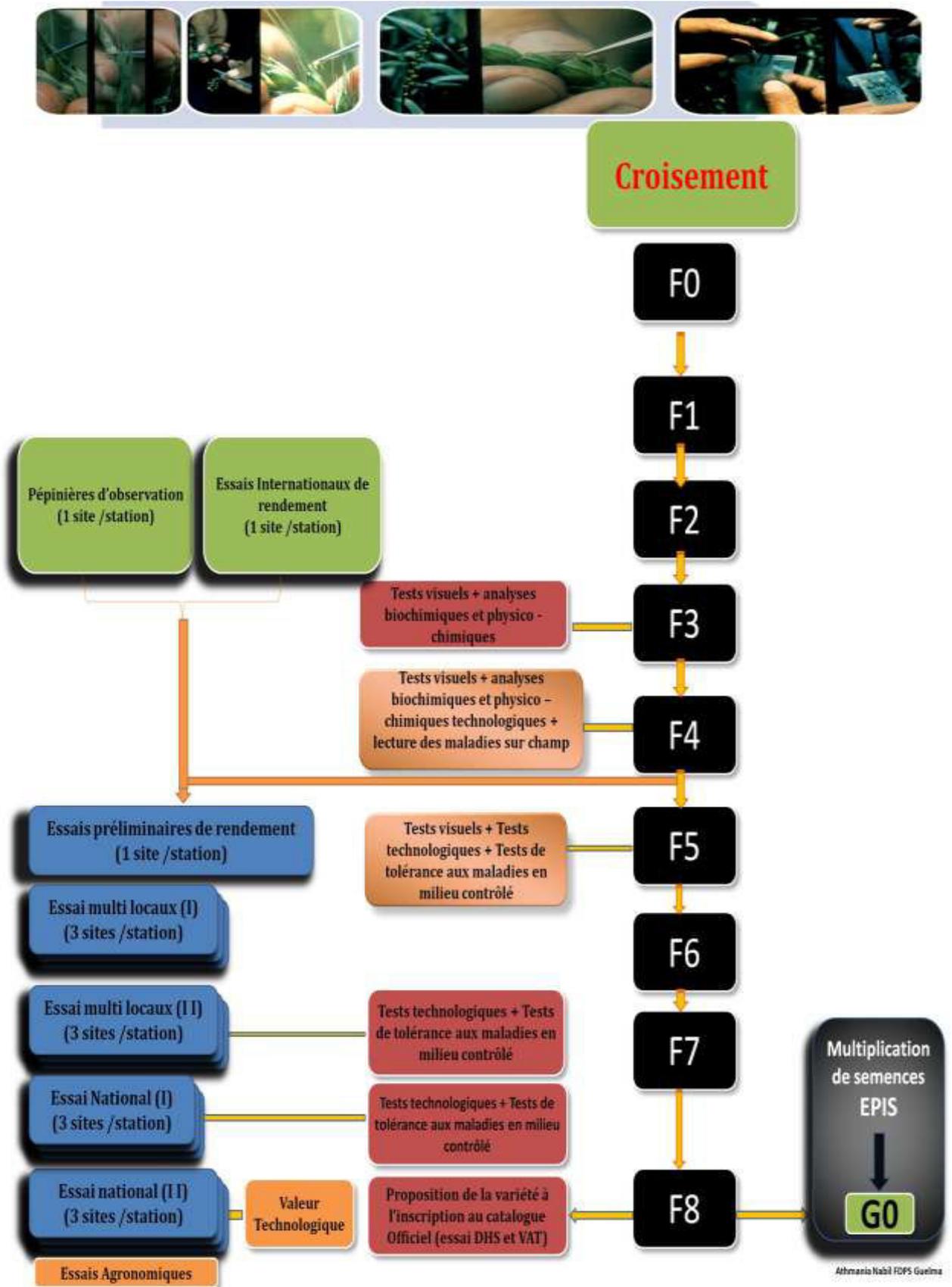


Figure 07 : Processus de création et de sélection variétale (Benbelkacem, 1991)

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

2.1. Objectif de l'étude

Cette étude fait partie du programme national d'amélioration du blé (PNAB), qui est un essai national de deuxième année (répété 02) qui vise à comparer, et à sélectionner de nouveaux géotypes de blé dur et blé tendre à partir des pépinières de rendement et d'observation.

Plusieurs géotypes ont été testés pour vérifier leur plasticité et leur possibilité d'adaptation dans différentes zones agro-climatiques en Algérie, en comparaison avec des témoins locaux et améliorés, et cela en vue de les inscrire au catalogue national et leur introduction dans le programme de multiplication de semence, se basant sur trois principales préoccupations agronomiques à savoir :

- Une bonne précocité
- Une meilleure productivité
- Une résistance aux maladies.

2.2. Origine et caractéristiques du matériel végétal utilisé

2.2.1. Géotypes testés

Les géotypes testés sont issus des tables de croisement effectués et obtenus au niveau des Fermes de Démonstration et de Production de Semences (F.D.P.S.) d'Oued Semar (Alger) et d'El Khroub (Constantine) ; et l'étude a porté sur 14 géotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) et 14 géotypes de blé tendre (*Triticum aestivum*), en plus d'une variété témoin pour le blé dur et une variété témoin pour le blé tendre. Cependant, nous tenons à signaler qu'une contrainte s'est posée lors de l'expérimentation, où nous avons remarqué que le géotype 13 (V 13) de blé dur, était un mélange variétale (plus de 50 % de mélange noté lors de l'épiaison), ce qui a conduit à l'élimination des résultats notés pour ce géotype, et 13 géotypes seulement sont retenus pour le blé dur, en plus du témoin. Les tableaux 05 et 06 représentent les pédigrées des différents géotypes testés.

Tableau 05 : les pédigrées des géotypes de **Blé dur** testés (service OVPS ITGC)

N°	Variétés ou Lignées (Géotypes)
V2	JUPAREC2001*2/IM/6/ADAMAR_15//ALBIA_1/ALTAR84/3/SNITAN/4/SOMAT_4/INTER_8/5/SOOTY_9/RASCON_37/7/GUAYACAN.INIA/KUCUK/4/ARMEN T//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1
V3	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/5/TOSKA_26/RASCON_37//SNITAN/4/AR MENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/6/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3// CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1
V4	CANELO_9.1/SNITAN/10/PLATA_10/6/MQUE/4/USDA573//QFN/AA_7/3/ALBA - D/5/VO/HUI/7/PLATA_13/8/THKNEE_11/9/CHEN/ALTAR84/3/HUI/POC//BUB/R UFO/4/FNFOOT/11/COMARA//SOOTY_9/RASCON_37/3/2*AJAIA_12/F3LOCA L(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/9/USDA595/3/D67.3/RABI//CRA/
V5	BELLAROI/4/BCRIS/BICUM//LLARETA INIA/3/DUKEM_12/2*RASCON_21
V6	ISLOM_1/DUKEM_2//TARRO_3/5/CREX//BOY/YAV_1/3/PLATA_6/4/PORRON _11/6/YAZI_1/AKAKI_4//SOMAT_3/3/AUK/GUIL//GREEN/7/DUKEM_1//PATK A_7/YAZI_1/3/PATKA_7/YAZI_1/8/CBC514CHILE/SOMAT_4/3/AJAIA_12/F3L OCAL(SEL.ETHIO.135.85)//PLATA_13/6/CHEN/ALTAR 84/3/HUI/POC//
V7	Guemgoum Rkhem/4/Stj3//Bcr/Lks4/3/Ter-3
V8	BRAK_2/AJAIA_2//SOLGA_8/3/CANELO_8//SORA//....
V9	SOOTY_9/RASCON_37//STORLOM/5/TOSKA_26/RASCON_37//SNITAN/4/AR MENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1/6/RISSA/GAN//POHO_1/3/PLATA_3// CREX/ALLA*2/4/ARMENT//SRN_3/NIGRIS_4/3/CANELO_9.1
V10	Terbo 1975/Geruftel2
V11	20048 Traikia(Mor)/Mrb5//Stj3
V12	Ouasloukos1/5/Azn1/4/BEZAIZSHF//SD19539/Waha/3/Gdr2
V14	Amedakul1/Tdico SyrCol//Loukos
V15	Terbol97-5/Geruftel2

Tableau 06 : les pédigrées des génotypes de **Blé tendre** testés (service OVPS ITGC)

N°	Variétés ou Lignées (Génotypes)
V2	FRANCOLIN #1*2//ND643/2*WBL1
V3	WHEAR/SOKOLL/4/PRINIA/PASTOR//HUITES/3/MILAN/OTUS//ATTILA/3*BCN
V4	MUU/FRNCLN
V5	WHEAR/VIVITSI//WHEAR/3/BECARD
V6	ATTILLA-7
V7	NAVAJOA M2007
V8	PASTOR/3/VORONA/CNO79//KAUZ/4/MILAN/OTUS//ATTILA/3*BCN/...
V9	ATTILA/3/URES/PRL//BAV92/4/WBL1/5/CROC_1/...
V10	GLADIUS/3/2*KA/NAC//TRCH
V11	SOKOL/WBL1/5/ATTILA/4/WEAVER/TSC//WEAVER/...
V12	SUPER 152
V13	ATTILA*2/RAYON//CATBIRD-1
V14	Ain Abid/4/VEE/MJI//2*TUI/3/2*PASTOR
V15	AS811189'A'

2.2.2. Variétés prises pour témoin

Deux variétés sont prises pour témoin : une variété de blé dur (Var. Simeto), et une variété de blé tendre (Var. Arz), réputées par leur bonne productivité et leur résistance aux stress biotique et abiotiques. Le tableau 07 affiche les caractéristiques des variétés utilisées comme témoin.

Tableau 07 : Principales caractéristiques des variétés témoins utilisés dans cette étude (Boufenar- Zaghuan et Zaghuan, 2006 ; Anonyme, 2015).

Variété	Origine et pédigrée	Caractéristiques culturales	Caractéristiques agronomiques	Résistance aux maladies
V1 : Simeto (blé dur)	Italie Capeiti*Valvona	Semi-précoce	Rendement élevé	- Oïdium sur feuille : moyennement sensible - Oïdium sur épi : résistante - Rouille brune : moyennement sensible
V1 : Arz (blé tendre)	Mexique Mayo 54 ILR64 / « TAC S »			- Oïdium sur feuille : faiblement sensible - Oïdium sur épi : résistante - Rouille brune : résistante

2.3. Caractéristiques du site d'essai

2.3.1. Localisation

L'étude a été réalisée au niveau de la parcelle expérimental de la Ferme de Démonstration et de Production de Semences (F.D.P.S.) de l'institut technique des grandes cultures (I.T.G.C.) de Guelma (Fig. 08), localisée dans le chef-lieu de la commune de Guelma, au lieu- dit Ferme Ecole, limité :

- Au Nord par la SONACOME (S.M.G.),
- A l'Est, par le chemin de fer et les terres de l'Institut de Technologie Moyen Agricole (I.T.M.A.),
- A l'Ouest, par la Route nationale N° 80 et les terres de l'I.T.M.A.,
- Au sud, par les logements de fonction et les terres de l'I.T.M.A.

Les coordonnées géographiques du site de l'essai sont comme suit :
Altitude nord : 36° 28' et longitude 7°26' (**Haouassine et Seba, 2011**).



Figure 08 : Situation géographique de la F.D.P.S. Guelma, site de l'essai [3]

2.3.2. Caractéristiques pédologiques

Un échantillonnage du sol a été effectué avant la mise en place de l'essai, en vue de déterminer les caractéristiques pédologiques de la parcelle de l'essai. Les échantillons prélevés à l'aide d'une tarière, allant jusqu'à environ 30 Cm de profondeur, ont été séchés à l'air libre pendant 10 jours, puis tamisés à 2 mm ; la terre fine obtenue a servi pour différents tests, au laboratoire et plusieurs paramètres ont été estimés :

- La composition granulométrique du sol, déterminée par la technique de la pipette de robinson
- Taux de matière organique (%) par la technique de la perte au feu
- Le pH a été calculé grâce à un pH mètre
- La conductivité a été calculée par un conductimètre

Les résultats obtenus sont portés sur le tableau 08.

Tableau 08 : Caractéristiques pédologiques du site de l'essai

Caractéristiques du sol	Caractéristiques
Texture du sol	Argilo-limoneux
Taux de matière organique (%)	0,840 ± 0,00 (teneur faible)
pH	7.79 ± 0,140 (neutre)
Conductivité électrique	182 ± 5.0 S/m

Les résultats obtenus confirment ceux de Dekkiche et Seba (2011) qui ont signalé que les sols de la ferme de l'I.T.G.C. de Guelma sont des sols à texture argileuse légèrement riches en calcaire et très pauvres en matière organique (<1%). Ils présentent des taux faibles à très faibles en azote et phosphore assimilable.

2.4. Installation et conduite de l'essai

2.4.1. Précédent cultural

L'essai a été mené pendant la campagne 2017/2018 et a été installé sur un précédent cultural qui est la fève, une légumineuse considérée comme un bon précédent cultural du fait de son pouvoir fixateur d'azote, pouvant subvenir jusqu'à 30 % des besoins des céréales au début de leur cycle végétatif (**Bendif, 2017**).

2.4.2. Travail du sol

Les travaux apportés à la parcelle de l'essai se résument comme suit :

- ❖ Un labour profond avec une charrue à soc, à une profondeur de 30 Cm effectué le 15/10/2017.
- ❖ La reprise du labour par un Cover-Crop effectué le 18/10/2018, alors qu'un passage de la herse a été effectué juste avant le semis le 20/11/2017.

2.4.3. Apport de la fumure de fond

La fumure du fond est un engrais phosphaté (P_2O_5) sous le nom commercial M.A.P 52%, apporté à raison de 150 Kg/ha avant le semis (le 22/11/2017).

2.4.4. Installation de l'essai

L'essai a été installé sur une superficie de 1475 m². Le dispositif expérimental adopté est de type : Bloc Aléatoire Complet (BAC), avec quatre répétitions. Il comporte deux parcelles principales : l'une pour les génotypes de blé dur et l'autre pour les génotypes de blé tendre. Chaque parcelle comporte 14 parcelles élémentaires par répétition, correspondant aux différents génotypes testés et une pour le témoin ce qui nous donnera 15 micro-parcelle (Fig. 09).

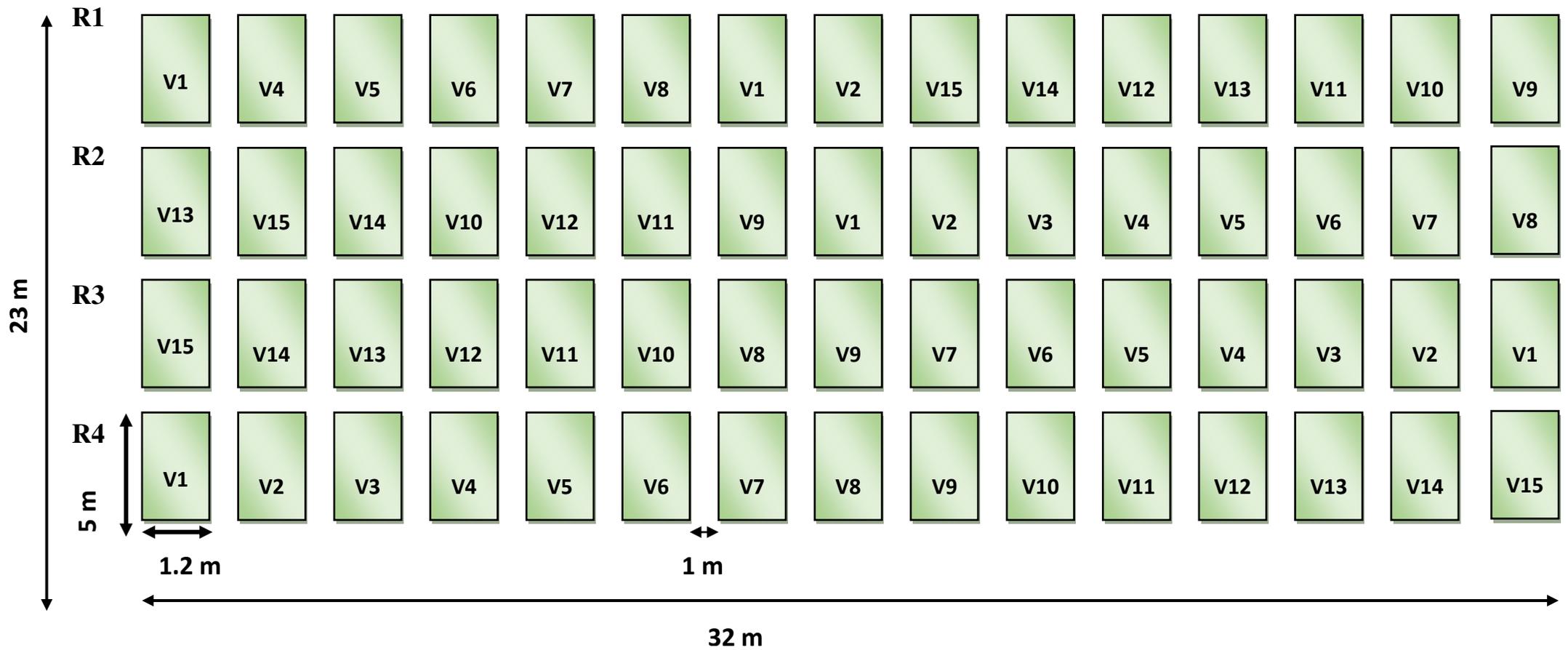
2.4.5. Conduite de l'essai

- Le semis

Le semis a eu lieu le 26/11/2017 à l'aide d'un semoir expérimental, ayant une largeur de 1,2 m, un écartement entre les lignes de 20 Cm et à une profondeur de semis de 3 Cm à une dose de semis de 150 kg/ha (0.09 kg/ parcelle élémentaire).

- La fertilisation

Un apport d'azote sous forme d'urée 46% à une dose de 200 kg/ha, a été effectué le 02/01/2018, au stade 3-4 feuilles, suivi d'un deuxième apport le 04/03/2018 au stade montaison.



V2-V15 : Génotypes testés

V1 : Témoin

R1-R4 : Répétitions

Figure 09 : Dispositif expérimental de l'essai

- Le désherbage chimique

Un désherbage chimique a été réalisé le 15/01/2018, par association de deux désherbants, un anti-monocotylédones (Topik) à raison de 0.75 L/ha et un anti-dicotylédones (Zoom) à raison de 120 g/ha, au stade 3-4 feuilles des adventices, suivi d'un désherbage mécanique à l'aide d'un motoculteur, entre les blocs, le 05/03/2018.

2.5. Caractéristiques climatiques de la campagne 2017/2018

Durant la campagne 2017/2018, les données climatiques enregistrées par la station météorologique de Belheir (6 Km du chef-lieu de la wilaya) et la station IMETOS installée sur la parcelle expérimentale de la F.D.P.S. (ITGC) de Guelma ont montré que cette campagne s'est caractérisée par une bonne répartition pluviométrique tout le long du cycle végétatif de la céréale, où le mois de Novembre était le plus pluvieux avec un cumul 155 mm. Alors que le mois de Janvier était le plus sec avec une pluviométrie de 36 mm (Tab. 09).

Le plus marquant pour cette campagne c'est qu'elle a été caractérisée par un printemps pluvieux, un taux d'humidité élevé et des températures moyennement douces (Tabx. 09 et 10).

Tableau 09 : Cumul des précipitations enregistrées dans la région de Guelma, durant la période allant du mois de Novembre 2017 au mois de Mai 2018

Mois	2017		2018					Total
	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	
Précipitation (mm)	155	65	36	48	84	43	69	561

Tableau 10 : Températures et humidité moyennes enregistrées dans la région de Guelma, durant la période allant du mois de Novembre 2017 au mois de juin 2018

Mois	Température moyenne (°C)			Humidité [%]
	Moyenne	Min.	Max.	Moyenne
Novembre	13,2	3,6	32,1	71,2
Décembre	10,1	1,8	21,4	76,1
Janvier	10,8	1,2	23,9	71
Février	9,2	-0,7	26	73,7
Mars	12,8	1,9	28,4	70,6
Avril	15,7	2,3	32,3	75
Mai	17,8	6,5	37,7	75,6
juin	22,4	11,4	39,5	62,8

2.6. Paramètres estimés

2.6.1. Détermination des différents stades phénologiques de la culture

Le suivi de la culture durant tout le cycle de développement nous a permis de situer les différents stades phénologiques des géotypes testés. Un stade est noté lorsque 50 % du caractère considéré est atteint.

2.6.2. Paramètres morphologiques

Les différents paramètres morphologiques mesurés sont :

2.6.2.1. Nombre de plants par mètre carré

La densité du peuplement a été déterminée pour chaque parcelle élémentaire à l'aide d'un cadre métallique (mètre carré) posé aléatoirement dans la micro parcelle le 24/12/2017.

2.6.2.2. Le nombre de talles herbacées

Il est déterminé par comptage direct du nombre de talles herbacées pour 03 plantes /géotype /bloc, au stade fin tallage le 14/02/2018. La moyenne des talles herbacées / plante est ensuite déterminée.

2.6.2.3. Le nombre de talles épi

Il a été déterminé par comptage direct du nombre d'épis formés de 03 plantes / génotype / bloc, au stade maturité. La moyenne des talles épis / plante est ensuite déterminée.

2.6.2.4. Le rapport tallage épi /tallage herbacé

Ce rapport est estimé par la formule suivante et en (%) :

$$\text{Rapport tallage/tallage herbacé} = \text{Nombre de talles épi} / \text{Nombre de talles herbacés}$$

2.6.2.5. La hauteur des plantes

La hauteur des plantes a été estimée sur un échantillon de 04 plantes / génotype/ bloc, au stade maturité à partir du ras du sol jusqu'au sommet de l'épi, barbes non compris Cauwel *et al.* (2000), à l'aide d'un mètre ruban, et elle est exprimée en Cm.

2.6.2.6. La longueur de l'épi

Elle est estimée sur un échantillon de 04 épis (sans barbes) / génotype/ bloc, au stade maturité à partir de la base de l'épi (1er article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal. Elle est exprimée en Cm.

2.6.3. Les composantes du rendement

2.6.3.1. Le nombre d'épillets fertiles par épi

A maturité le nombre d'épillets par épi est comptabilisé, il sert à indiquer le taux de fertilité des épis, et il est déterminé pour 04 épis /génotype / bloc.

2.6.3.2. Le nombre d'épillets stériles par épi

Les mêmes épis utilisés pour mesurer nombre d'épis fertiles ont été utilisés pour déterminer le nombre d'épillets stériles ; ce paramètre évalue les épillets ne contenant pas de grains.

2.6.3.3. Le nombre de grains par épi

Il est obtenu par comptage direct du nombre de grains / épi d'un échantillon de 04 épis / génotype/ bloc.

2.6.3.4. Le poids de mille grains

Ce paramètre est déterminé sur un échantillon de 03 lots de mille grains/ génotype/bloc.

2.6.3.5. Le rendement à l'hectare

Le rendement moyen en quintaux à l'hectare a été estimé par la formule suivante élaborée par l'institut technique des grandes cultures (I.T.G.C) :

$$\text{Rendement (g/m}^2\text{)} = \text{Nombre d'épis / m}^2 \times \text{nombre de grains / épi} \times \text{poids d'un grain(g)}$$

$$\text{Rendement (qx/ ha)} = \text{Rendement (g/m}^2\text{)}/10$$

Sachant que :

- Le nombre d'épis /m² et le nombre de grains / épi ont été estimés.
- Le poids du grain a été déterminé à partir du poids de 1000 grains (PMG)/1000.

Ce qui donne un rendement biologique, cependant il faut prendre en considération les pertes par égrenage et durant la moisson qui ont été estimés par I.T.G.C à 15%.

2.7. Notation des maladies

La notation des maladies a été basée sur l'incidence et la sévérité. L'incidence est représentée par le pourcentage d'attaque ou d'infestation des champs prospectés mais au niveau d'une parcelle, l'incidence indique le taux de plantes atteintes sur le nombre total de plantes présentes dans la parcelle.

La sévérité, est représentée par l'importance des symptômes sur les différentes parties de la plante où se développe le pathogène selon l'échelle du CIMMYT allant de 1 à 9 (1 pour, pas ou très peu sévère et 9 pour très sévère soit jusqu'à l'épi). Elle montre en quelque sorte le pouvoir du pathogène à se développer sur la plante, ou bien, la faculté de la plante à lutter contre ce pathogène (**Bendif, 1994**).

Cette échelle est utilisée pour la notation de toutes les maladies foliaires des céréales, à l'exception des rouilles, pour lesquelles, la sévérité de la maladie ou degré d'infestation est représenté par le pourcentage des tissus atteints par rapport à la superficie total de la feuille.

Selon Alliouï (1997), la lecture est faite sur une échelle qui va de 0% (pas de pustules) à 100% (forte infestation), et prend en considération le type de réaction de la plante (Tab. 11).

Tableau 11 : Echelle de notation du type de réaction de la plante lors d'attaques par des rouilles chez les céréales (Alliouï, 1997)

Symbole	signification
(o)	Immune : aucune lésion apparente sur les feuilles
(R)	Résistante : présence de petites pustules entourées de nécroses
(MR)	Moyennement résistante : présence de petites pustules entourées de nécroses mais parfois des chloroses
(MS)	Moyennement sensible : les pustules formées sont de taille moyenne et ne sont pas entourées de nécroses mais parfois de chloroses
(S)	Sensible : pustules de grande taille qui peuvent se réunir mais qui ne sont pas entourées de chloroses
(X)	Mixte : des pustules de tailles différentes du type résistant ou du type sensible sur les mêmes feuilles.

La surveillance et la notation des maladies a été effectuée tout le long de la campagne, dès l'apparition des premiers symptômes jusqu'à la sénescence des feuilles.

2.8. Autres contraintes notées dans la parcelle de l'essai :

2.8.1. La verse

Selon Cauwel et *al.* (2000) la notation de la verse se fait selon la méthode élaborée par l'institut Technique des céréales et des fourrages (I.T.C.F.) de France, qui détermine un indice de verse de 0 à 100 à partir du degré d'inclinaison de la paille, et qui est noté de 1 à 5 (Fig. 10) :

Où : 0 : pas de verse, la culture est verticale

5 : complètement versée, la culture est horizontale

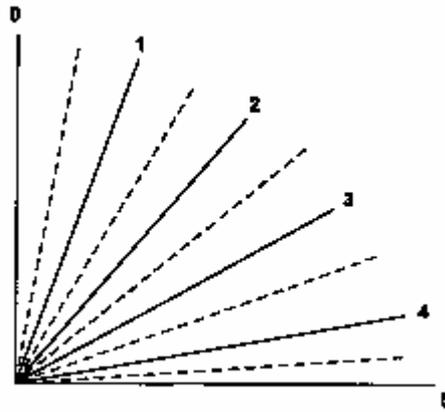


Figure 10 : Codes de notation de la verse (Cauwel *et al.*, 2000)

L'étendue de la verse dans la parcelle peut être déterminée par estimation du pourcentage de la surface affectée par chaque degré d'inclinaison (noté de 0 à 5).

Exemple de calcul :

Si 80 % de la parcelle est versée à un angle de 3 et 20 % de la parcelle est versée à un angle de 5, ceci donne un indice de verse de $[(3 \times 80) + (5 \times 20)] / 5 = 68$.

Pour notre travail nous nous sommes limités à l'évaluation du degré d'inclinaison des plantes dans la parcelle pour les différents génotypes testés.

2.9. Traitement statistique des résultats

Une analyse de la variance a été conduite pour les différents paramètres estimés, en utilisant le logiciel MINITAB 17, ainsi que le Dunnett qui a servi définir les variations entre les génotypes testés et leurs témoins, et ce pour les différents paramètres estimés. Le calcul des moyennes et des écart-types ont été réalisés par l'EXCEL- STAT 2010.

Chapitre 03 : résultats et discussions

3.1. Détermination des différents stades phénologiques de la culture

Les notations effectuées visant la détermination des différents stades phénologiques pour les géotypes étudiés sont comme suit :

❖ Pour les géotypes de blé dur

Une variabilité dans la précocité a été notée entre les différents géotypes étudiés (Tab. 12), d'où, au stade épiaison c'est le témoin qui a été le plus tardif (108 jours) par rapport aux autres géotypes étudiés alors que la (V15) a été la plus précoce avec 95 jours notés pour son cycle végétatif.

❖ Pour les géotypes de blé tendre

Le tableau 13 montre que le géotype (V15) est le plus tardif (108 jours) par rapport aux autres géotypes étudiés alors que la (V10) et (V11) étaient les plus précoces et ont enregistré une moyenne de 95 jours.

La précocité est un caractère apprécié et recherché par les sélectionneurs. Selon **Benbelkacem et Kellou (2000)**, l'épi des variétés sélectionnées doit émerger assez tôt pour que le remplissage des grains se fasse avant que les effets des contraintes thermiques et hydriques ne deviennent assez forts.

3.2. Paramètres morphologiques

3.2.1 Nombre de plants par mètre carré

❖ Blé dur

Les résultats relatifs à ce paramètre (Fig. 11) ont montré que le nombre de plants par mètre carré est légèrement élevé par rapport au témoin pour quelques-uns des géotypes étudiés, notamment le géotype 8 (V8) pour lequel nous avons enregistré une moyenne de 262.5 plants/m², contre une moyenne de 240.25 plants /m² chez le témoin, le géotype V9 avec 251.25 plants/m², et V7 avec 251 plants/m². Cependant les géotypes 3 (V3), 10 (V10) et 6 (V6) ont enregistré une réduction du nombre de plants/m²; la valeur la plus faible a été enregistrée pour le géotype 3 (226.25 plants/m²).

L'analyse de la variance (Tab. 14) a affiché des différences non significatives entre les géotypes, et le test de Dunnett (Tab. 15) qu'entre les différents géotypes et le témoin.

Tableau 12 : Les dates des stades phénologiques des différents génotypes de blé dur

Variété	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V14	V115
Stade														
Semis	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17
Levée	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17
Epiaison	06/04/18	01/04/18	03/04/18	02/04/18	05/04/18	28/03/18	29/03/18	04/04/18	03/04/18	26/03/18	26/03/18	26/03/18	25/03/18	24/03/18
Floraison	12/04/18	08/04/18	09/04/18	08/04/18	11/04/18	04/04/18	10/04/18	08/04/18	08/04/18	04/04/18	03/04/18	02/04/18	02/04/18	28/03/18
Récolte	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18
précocité	108 jours	103 jours	105 jours	104 jours	107 jours	99 jours	100 jours	106 jours	105 jours	97 jours	97 jours	97 jours	96 jours	95 jours

Tableau 13 : Les dates des stades phénologiques des différents géotypes de blé tendre

Variété Stade	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15
Semis	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17	25/11/17
Levée	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17	19/12/17
Epiaison	28/03/18	28/03/18	26/03/18	30/03/18	26/03/18	28/03/18	01/04/18	03/04/18	02/04/18	24/03/18	24/03/18	28/03/18	01/04/18	29/03/18	06/04/18
Floraison	03/04/18	05/04/18	03/04/18	05/04/18	02/04/18	05/04/18	08/04/18	10/04/18	10/04/18	02/04/18	02/04/18	05/04/18	08/04/18	02/04/18	12/04/18
Récolte	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18	07/06/18
précocité	99 jours	99 jours	97 jours	101 jours	97 jours	99 jours	103 jours	105 jours	104 jours	95 jours	95 jours	99 jours	103 jours	100 jours	108 jours

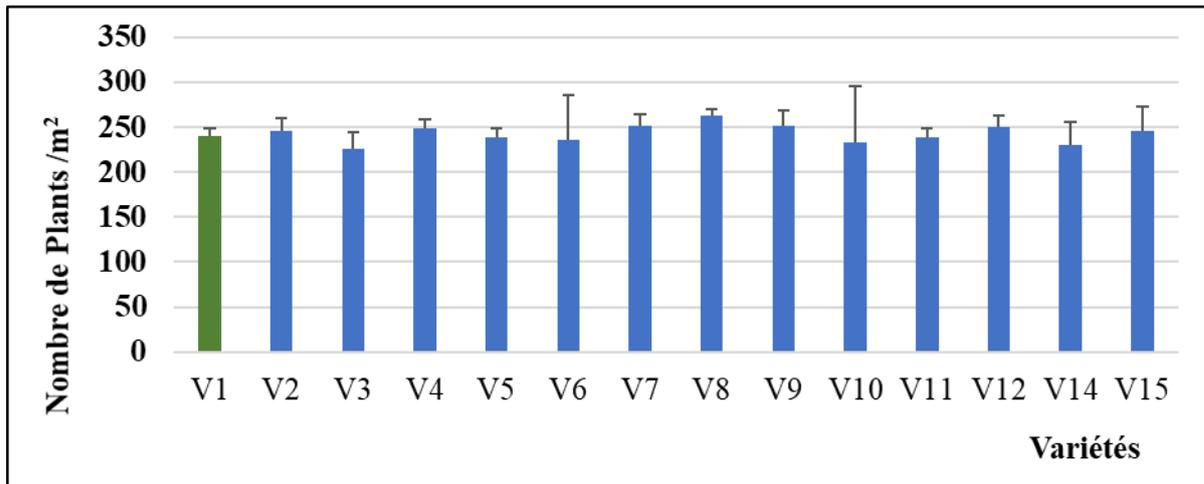


Figure 11 : Nombre de plants /m² pour les différents génotypes de blé dur

Tableau 14: Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de plants / m² pour les génotypes de blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	42	4938	352.7	0.56	0.878 NS
Erreur	55	28145	625.4		
Total	13	33083			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

Tableau 15 : Résultats du test de Dunnett pour le nombre de plants/m² pour les différents génotypes de blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	237 ± 8,057	Témoin		
V2	235 ± 13,793	V8	262,5 ± 6,952	NS
V3	231 ± 18,536	V9	251,25 ± 16,800	NS
V4	238 ± 10,046	V10	233,5 ± 62,730	NS
V5	249 ± 10,436	V11	238,75 ± 9,535	NS
V6	268 ± 49,224	V12	250,5 ± 12,819	NS
V7	258 ± 13,241	V13	230,75 ± 24,554	NS
		V14	246 ± 26,420	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

❖ **Blé tendre**

La Figure 12 montre que le nombre de plants par mètre carré est légèrement élevé chez quelques génotypes étudiés ; les génotypes V12 et V8 ont enregistré les moyennes les plus élevées : 259.25 plant/m² et 259 plant/m² respectivement, par rapport au témoin qui a affiché une valeur de 240.25 plant/m², alors que V10 et V3 ont enregistré des valeurs faibles par rapport au témoin (respectivement 220 et 218 plant/m²). Le génotype 14 (V14) a enregistré la valeur la plus faible avec une moyenne de 204 plant/m².

Le traitement statistique des résultats, à travers l'analyse de la variance (Tab. 16), et le test de Dunnett (Tab. 17) a montré des différences non significatives entre les génotypes, et entre le témoin et les différents génotypes.

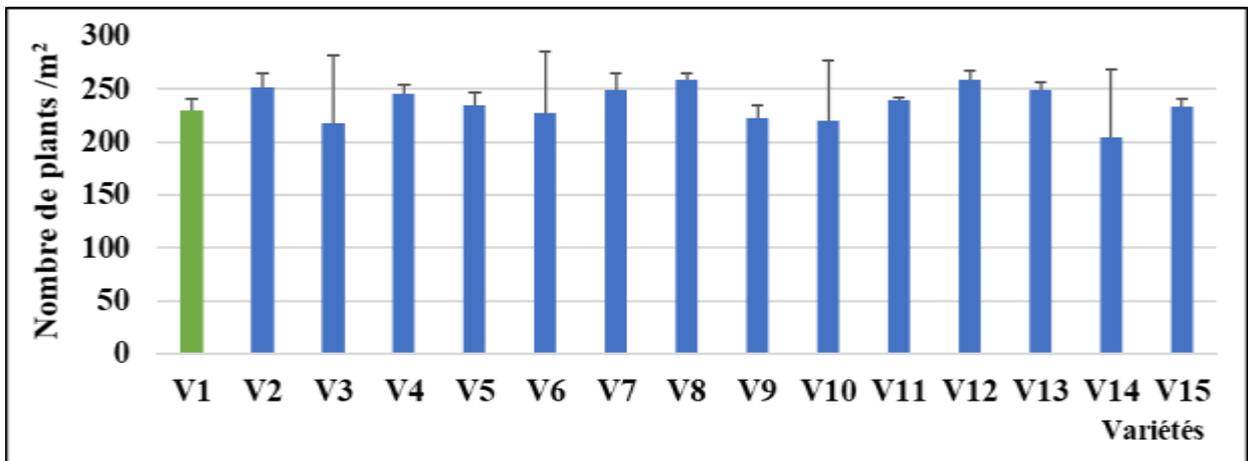


Figure 12: Nombre de plants /m² pour les différents génotypes de blé tendre

Tableau 16 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de plants / m² pour les différents génotypes de blé tendre

Source de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	14445	1032	0.497	0.497 NS
Erreur	45	47827	1063		
Total	59	62272			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de Fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

Tableau 17 : Résultats du test de Dunnett pour le nombre de plant/m² pour le blé tendre

variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	230 ± 11,106	Témoin	V9	223 ± 11,136	NS
V2	251 ± 13,491	NS	V10	220 ± 57,196	NS
V3	218 ± 63,760	NS	V11	239 ± 2,944	NS
V4	246 ± 7,616	NS	V12	259,25 ± 7,932	NS
V5	235 ± 11,747	NS	V13	249 ± 7,528	NS
V6	227,25 ± 58,403	NS	V14	204,5 ± 63,982	NS
V7	249,25 ± 16,070	NS	V15	233 ± 7,616	NS
V8	259 ± 5,598	NS			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

Nous tenons à signaler, que pour les variétés V3, V6, V10 et V14, pour lesquelles nous avons enregistré les valeurs les plus faible, une contrainte expérimentale est survenue lors du semis, qui a fait que des manques à la levée ont été notées pour la 4^{ème} ligne des micro parcelles, causée par un colmatage par la boue, du tube de descente du semoir expérimental lors du semis, et ce pour les deux espèces de blé (dur et tendre).

Hamadache (2013), révèle que le nombre de plants par mètre carré, est influencé par deux conditions importantes : des conditions liées à la graine, regroupées sous la notion de la faculté germinative et l'énergie germinative, et les conditions extérieurs qui sont, l'eau, l'O₂, la température, et le sol. Ceci laisse supposer que les semences utilisés dans cette étude possèdent une bonne faculté germinative, qui est supérieure à celle du témoin.

3.2.2. Le Nombre de talles herbacées

❖ Blé dur

Pour ce paramètre, la figure 13 affiche que, la majorité des génotypes étudiés ont enregistré une moyenne du nombre de talles herbacées par plant supérieure au témoin à l'exception du génotype V12 qui a enregistré la valeur la plus faible, et qui était de l'ordre de 3.25 talles/plant. La valeur la plus élevée a été noté chez la variété V9 (3.92 talles/plant), suivie de la variété V2 (3.82 talles/plant), alors que les variétés V4, V8, V14 et V15 ont

enregistré la même valeur et qui était de l'ordre de 3.75 talles/plant, contre une moyenne de 3.25 talles /plant pour le témoin (variété Semito).

Des différences non significatives ont été notées entre les génotypes (Tab. 18), ainsi qu'entre les différents génotypes et le témoin (Tab. 19).

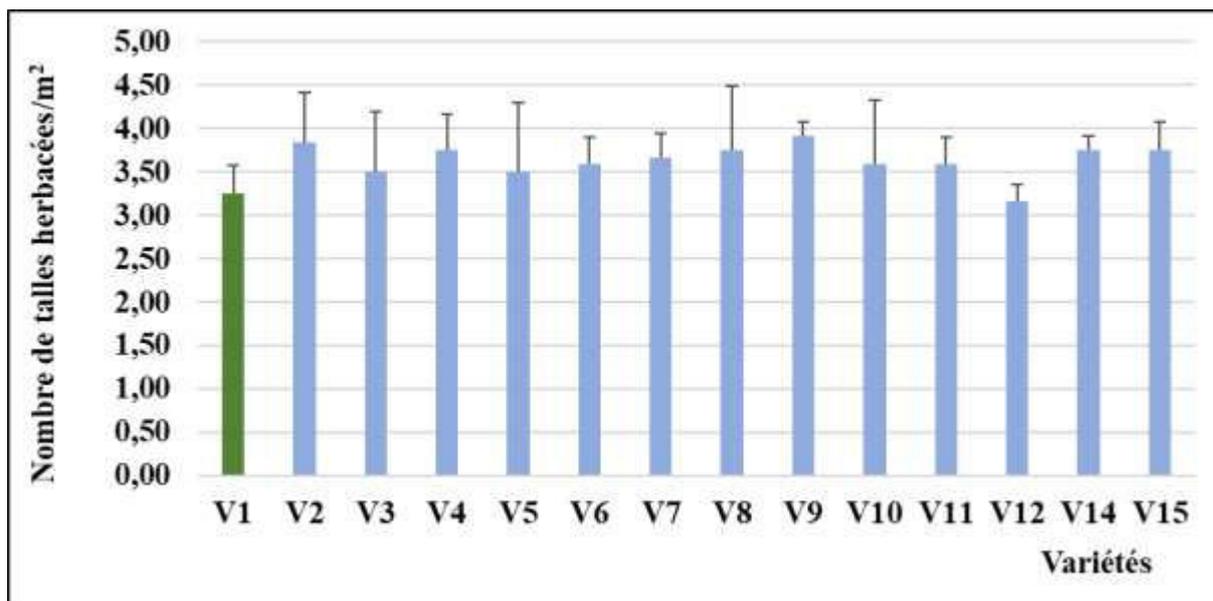


Figure 13 : Nombre de talles herbacées /plant pour les différents génotypes de blé dur

Tableau 18 : Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles herbacées/plants pour les différents génotypes de blé dur

Source de variation	DL	SS	MS	F	P
Variété	13	2.314	0.1653	0.75	0.716 NS
Erreur	42	9.948	0.2211		
Total	55	12.262			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

Tableau 19 : Résultats du test de Dunnett du nombre de talles herbacées / plant pour les différent géotypes de blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	3,25 ±0,319	Témoin	V8	3,75 ±0,739	NS
V2	3,83 ± 0,577	NS	V9	3,92± 0,166	NS
V3	3,50 ± 0,693	NS	V10	3,58 ±0,739	NS
V4	3,75 ±0,419	NS	V11	3,58 ±0,319	NS
V5	3,50 ±0,793	NS	V12	3,17 ±0,192	NS
V6	3,58± 0,319	NS	V14	3,75 ±0,166	NS
V7	3,67 ±0,272	NS	V15	3,75 ±0,319	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

❖ Blé tendre

La figure 14 présente le nombre moyen de talles herbacées par plant pour le blé tendre, où la totalité des géotypes étudiés ont enregistré des valeurs supérieures à celle du témoin (V1); le géotype V7 a enregistré la valeur la plus élevée (4.333 talles herbacées/plants contre 3.417 talles herbacées/plants, chez le témoin), suivi des géotypes V8, V5 et V2 qui ont enregistré la même valeur (4.250 talles herbacées/plants). Les géotypes V13, V6 et V3, ont affiché des valeurs faibles du nombre de talles herbacées par plant par rapport aux autres géotypes étudiés (3.50 talles herbacés/plants).

L'analyse statistique des résultats (Tab. 20 et 21) a montré des différences non significatives entre les géotypes, ainsi qu'entre les différents géotypes et le témoin.

Le nombre de talles par plante est très variable, il dépend de la densité des semis, de la température et de la variété semée. Certaines plantes ont trois talles alors que pour d'autres on peut en compter sept (**Anonyme, 2015**). Une étude réalisée par Haddouche et Mekliche (2008), a montré que la variété Semito, utilisé comme témoin dans notre essai a une capacité moyenne de tallage. Ce qui nous permet de dire que les géotypes étudiés ont une capacité de tallage qui dépasse la moyenne.

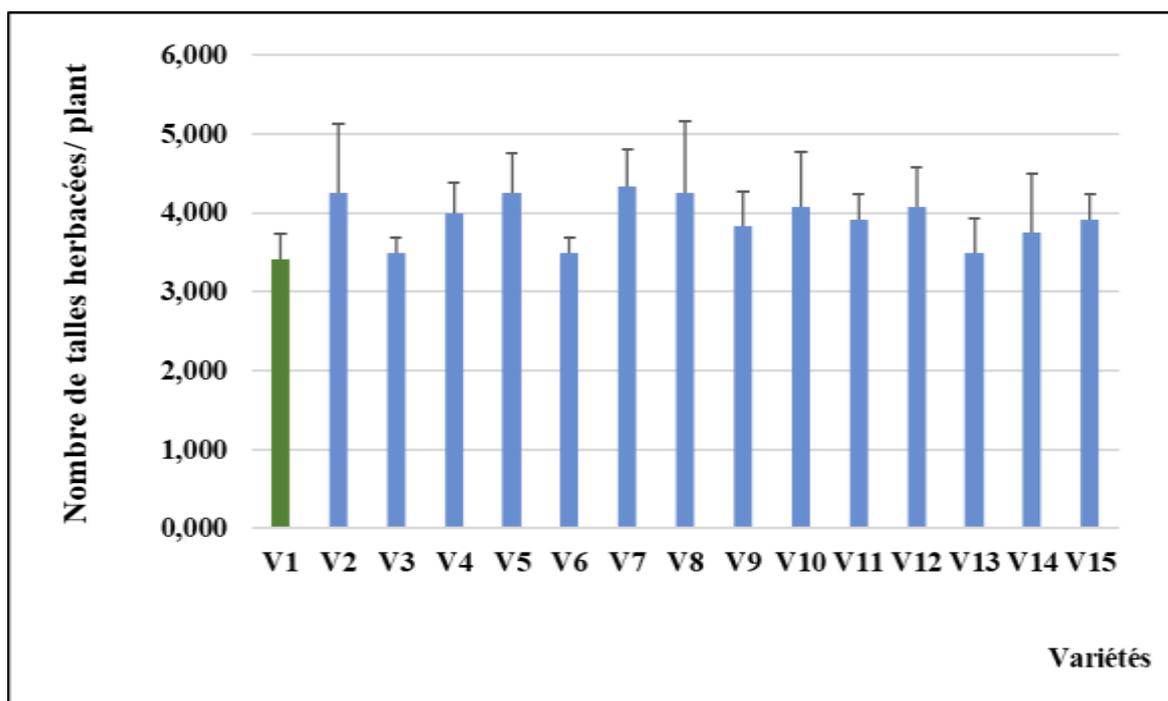


Figure 14 : Nombre de talles herbacées /plant pour les différents génotypes de blé tendre

Tableau 20 : Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles herbacées/plants pour les différents génotypes de blé tendre

Source de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	5.93	0.3923	1.38	0.200 NS
Erreur	45	12.750	0.2833		
Total	59	18.243			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

Tableau 21 : Résultats du test de Dunnett du nombre de talles herbacées / plant pour les différents génotypes de blé tendre

Variété	$\bar{x} \pm \sigma$	Variété	$\bar{x} \pm \sigma$
V1	3,417 ± 0,319	Témoin	
V2	4,25 ± 0,877	NS	
V3	3,500 ± 0,192	NS	
V4	4,000 ± 0,385	NS	
V5	4,250 ± 0,500	NS	
V6	3,500 ± 0,192	NS	
V7	4,333 ± 0,471	NS	
V8	4.250 ± 0,918	NS	
		V9	3,833 ± 0,430
		V10	4,083 ± 0,687
		V11	3,917 ± 0,319
		V12	4,083 ± 0,500
		V13	3,500 ± 0,430
		V14	3,750 ± 0,739
		V15	3,917 ± 0,319

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

3.2.3. Le Nombre de talles épis par plant (TE)

❖ Blé dur

L'examen des résultats obtenus pour ce paramètre (Fig. 15), nous permet de noter que tous les génotypes étudiés ont enregistré des valeurs supérieures ou égales à celle du témoin qui est en moyenne de l'ordre de 1,511 épis/plant, à l'exception du génotype V3 où une réduction du nombre d'épis par plant a été enregistrée (1,400 épis/plant). Le génotype V11 a affiché la même valeur que le témoin, alors que le génotype V2 a enregistré le nombre d'épis par plant le plus élevé (1.911 épis/plant), suivi des génotypes V4 et V5, qui ont enregistré une même moyenne, de l'ordre de 1.844 épis/plant.

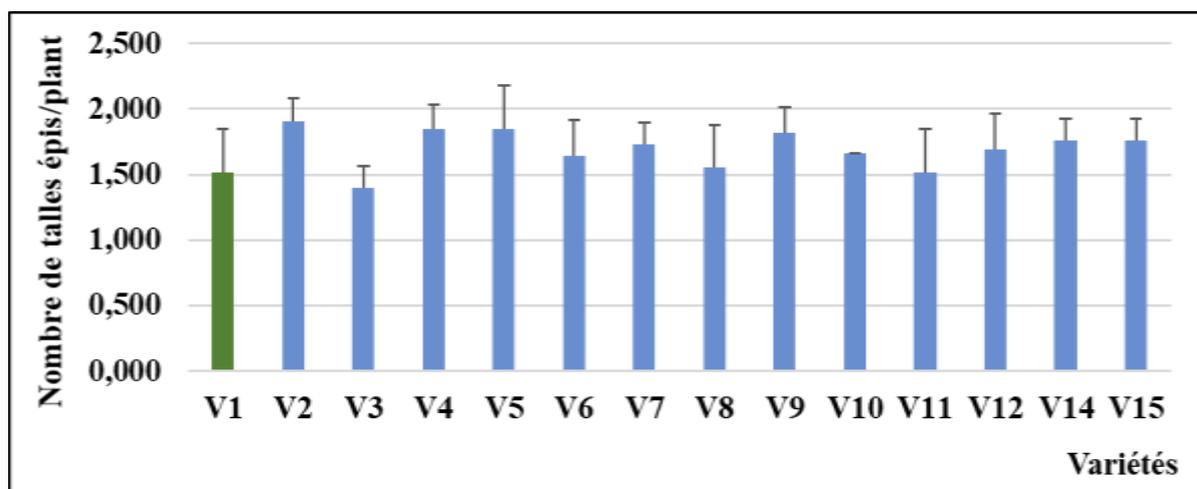


Figure 15 : Nombre de talles épis /plant pour les différents génotypes de blé dur

L'analyse statistique des résultats (Tab. 22 et 23) a montré des différences non significatives entre les génotypes, ainsi qu'entre les différents génotypes et le témoin.

Tableau 22 : Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles épis/plants pour les différents génotypes blé dur

Source de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	1.135	0.08730	1.53	0.145 NS
Erreur	42	2.389	0.5688		
Total	55	3.524			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

Tableau 23 : Résultats du test de Dunnett du nombre de talles épis / plant pour les différents génotypes de blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$
V1	1,511 ± 0,333	Témoin	
V2	1,911 ± 0,167	V8	1,556 ± 0,319 NS
V3	1,400 ± 0,167	V9	1,822 ± 0,192 NS
V4	1,844 ± 0,192	V10	1,667 ± 0,000 NS
V5	1,844 ± 0,333	V11	1,511 ± 0,333 NS
V6	1,644 ± 0,272	V12	1,689 ± 0,272 NS
V7	1,733 ± 0,167	V14	1,756 ± 0,167 NS
		V15	1,756 ± 0,167 NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

❖ Blé tendre

Les résultats relatifs à ce paramètre (Fig. 16) ont montré que le nombre d'épis par plant est supérieur au témoin (V1) qui a enregistré la valeur de 1.750 épi/plant, et ce pour l'ensemble des génotypes étudiés, à l'exception du génotype V13 qui a affiché la même valeur que le témoin. Alors que la valeur la plus élevée pour ce paramètre a été enregistrée

chez le génotype V2 avec une moyenne de 2.583 épis/plant, suivi du génotype V7 (2.500 épis/plant).

L'analyse statistique des résultats (Tab. 24 et 25) a affiché des différences non significatives entre les génotypes, ainsi qu'entre les différents génotypes et le témoin.

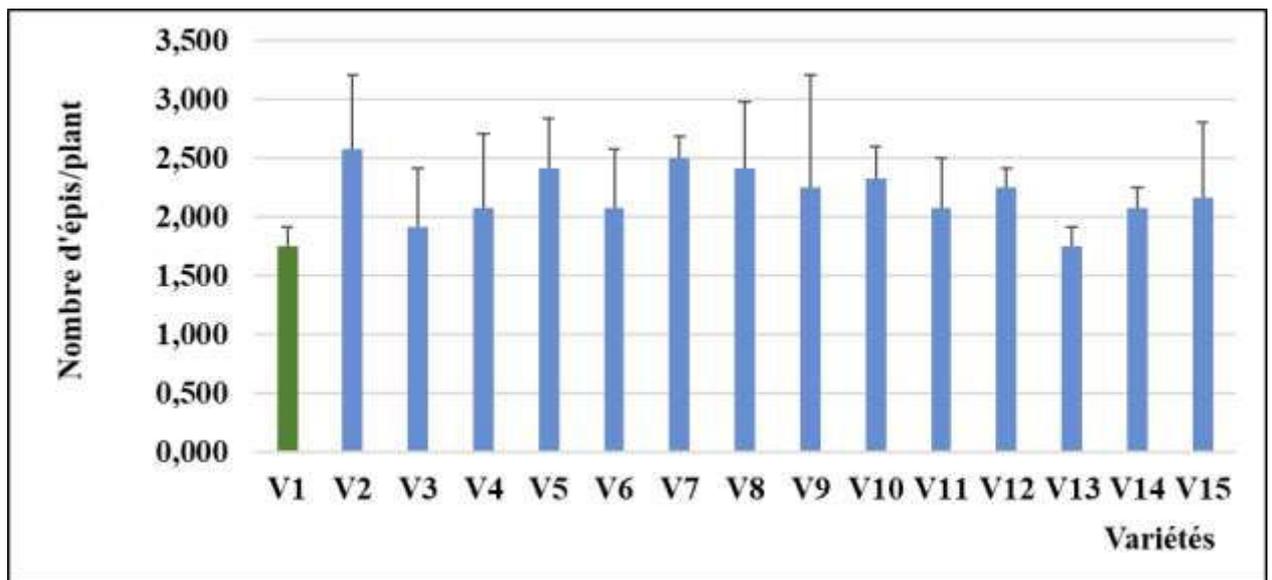


Figure 16 : Nombre de talles épis /plant pour les différents génotypes de blé tendre

Tableau 24 : Résultats de l'analyse de la variance pour nombre de talles épis /plants pour le blé tendre

Source de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	3.548	0.2534	1.08	0.400 NS
Erreur	45	10.556	0.2346		
Total	59	14.104			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

Tableau 25 : Résultats du test de Dunnett pour le nombre de talles épis / plant pour les différents géotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	1,750 ± 0,167	Témoin	V9	2,250 ± 0,957	NS
V2	2,583 ± 0,631	NS	V10	2,333 ± 0,272	NS
V3	1,917 ± 0,500	NS	V11	2,083 ± 0,419	NS
V4	2,083 ± 0,631	NS	V12	2,250 ± 0,167	NS
V5	2,417 ± 0,419	NS	V13	1,750 ± 0,167	NS
V6	2,083 ± 0,500	NS	V14	2,083 ± 0,167	NS
V7	2,500 ± 0,192	NS	V15	2,167 ± 0,638	NS
V8	2,417 ± 0,569	NS			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

La comparaison des résultats obtenus pour les géotypes de blé dur à ceux obtenus pour les géotypes de blé tendre, permet de déduire que les géotypes du blé tendre ont une capacité de formation de talles épis supérieure à celle des géotypes du blé dur. Ces résultats sont similaires à ceux trouvés par **Mazoyer (2002)** et **Hamadache (2013)**.

3.2.4. Le rapport tallage épi /tallage herbacé

Les résultats du rapport talles épis /talles herbacées ont été résumés dans le tableau 26, et montrent que les géotype du blé dur ont subis une réduction du nombre de talle épis par rapport aux géotypes de blé tendre, ce qui s'explique par un taux de mortalité des talles assez important à la sortie de l'hiver chez les géotypes V3 pour le blé dur, avec un taux de 40% et V13 pour le blé tendre avec un taux de réduction de 50 %. Alors que pour l'espèce de blé tendre, le géotype V2 a enregistré le taux le plus élevé, avec 60.78 % de talles herbacées qui sont monté en épis. Pour le blé dur c'est le géotype V6 qui a enregistré le taux le plus élevé (54.92%).

Beaucoup de travaux ont signalé que la mortalité des talles peut être assez importante à la sortie de l'hiver, et ce paramètre est influencé par les doses d'azote, et les densités de semis : plus le semis est clair plus le tallage est important.

Nous tenons à signaler que pour notre étude, une attaque précoce de l'oïdium a été notée, et certains génotypes semblent être plus sensibles que d'autres, et ceci peut avoir un effet négatif sur le développement des talles chez les plantes.

Tableau 26 : Le rapport talles épi /talles herbacées, exprimé en pourcentage de talles épis par rapport aux talles herbacées, pour l'ensemble des génotypes étudiés

Blé dur		Blé tendre	
	Le rapport TEH (%)		Le rapport TEH (%)
V1	46.49	V1	51.22
V2	50	V2	60.78
V3	40	V3	54.77
V4	49	V4	52.075
V5	52.69	V5	56.9
V6	54.92	V6	57.69
V7	47.22	V7	48.11
V8	41.49	V8	56.87
V9	46.48	V9	58.70
V10	46.56	V10	57.06
V11	42.21	V11	53.18
V12	53.28	V12	55.11
V14	46.82	V13	50
V15	46.82	V14	55.54
		V15	55.32

3.2.5. La Hauteur des plantes

❖ Blé dur

La Figure 17 montre que la hauteur de la plante pour l'ensemble des génotypes étudiés a été supérieure au témoin (V1) qui a enregistré une moyenne de 74.188 cm. Alors que la valeur la plus élevée pour ce paramètre a été enregistré chez le génotype V7 (109.781 cm), suivi du génotype V15 (93.188 cm). Une différence de 36 cm est notée entre le témoin et le génotype V7.

L'analyse statistique des résultats (Tab. 27) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, et le test de Dunnett a affiché des différence très hautement significatives entre les génotypes V7, V15, V12, V8, V4 et V14, et des différences non significatives entre le témoin et les autres génotypes (Tab. 28).

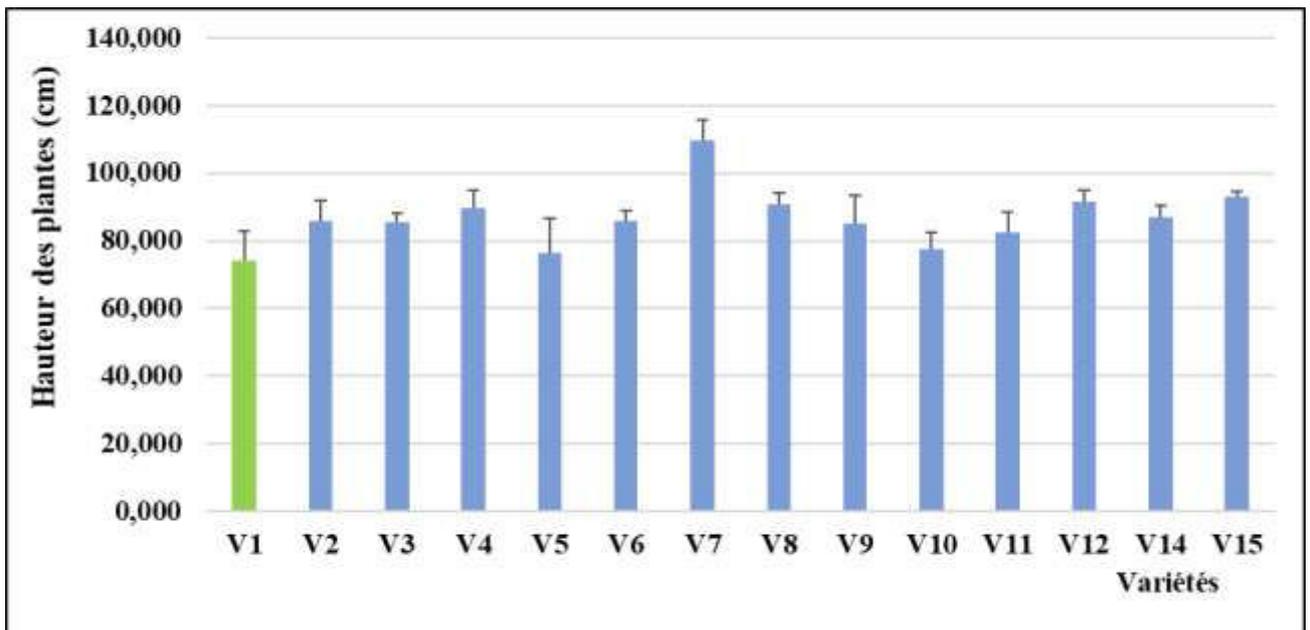


Figure 17 : Hauteur des plantes des différents génotypes de blé dur

Tableau 27 : Résultats de l'analyse de la variance de la hauteur des plantes pour les différents génotypes de blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	3970	305.40	9.20	0.000 ***
Erreur	42	1394	33.18		
Total	55	5364			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 28 : Résultats du test de Dunnett, de la hauteur des plantes pour les différents géotypes le blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	74,188 ± 8,610	Témoin	V8	90,938 ± 3,395	***
V2	85,781 ± 6,323	NS	V9	85,000 ± 8,281	NS
V3	85,656 ± 2,330	NS	V10	77,469 ± 5,168	NS
V4	89,719 ± 5,310	***	V11	82,375 ± 6,273	NS
V5	76,594 ± 10,073	NS	V12	91,406 ± 3,710	***
V6	85,719 ± 3,073	NS	V14	87,125 ± 3,134	***
V7	109,781 ± 5,835	***	V15	93,188 ± 1,434	***

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

❖ Blé tendre

La figure 18 présente la hauteur de la plante en (cm) ; pour ce paramètre tous les géotypes étudiés ont enregistré une hauteur supérieure à celle de la moyenne du témoin (V1) qui est de 79.938 cm. Il est à noter que les géotypes V7, V12, V3, V8, V5, V15 et V11 ont enregistré des hauteurs supérieures à 1 mètre. Le géotype V7 a enregistré la plus grande hauteur avec 110.31 cm.

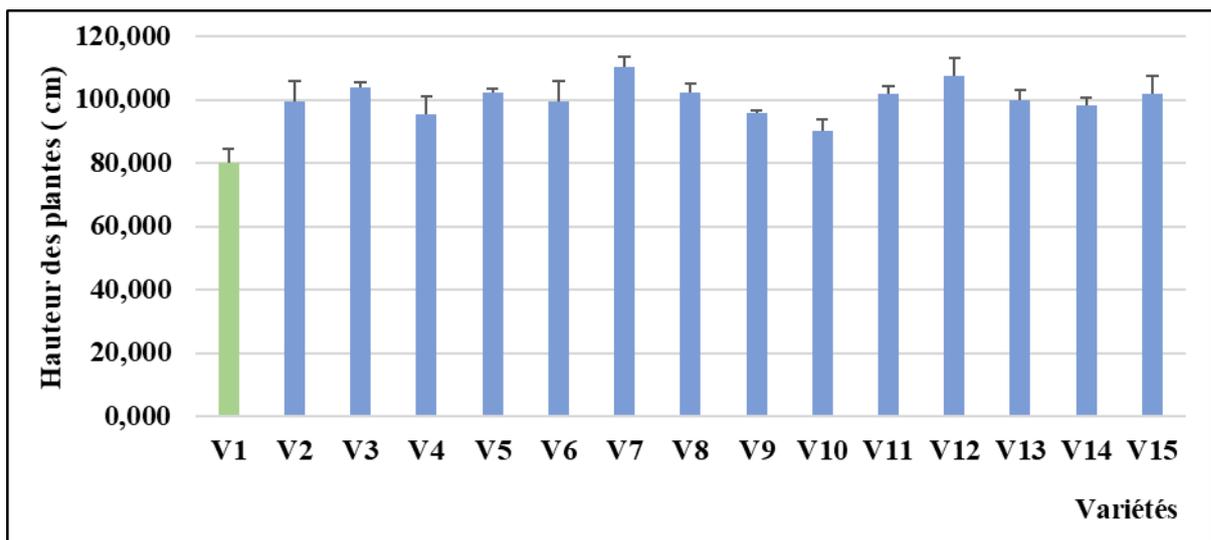


Figure 18 : Hauteur des plantes pour les différents géotypes de blé tendre

L'analyse statistique des résultats (Tab. 29) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, le test de Dunnett a affiché des différences très hautement significatives entre le témoin et tous les génotypes étudiés (Tab. 30).

Tableau 29 : Résultats de l'analyse de la variance pour la hauteur de la plante pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	2919.4	208.53	12.21	0.000 ***
Erreur	45	768.6	17.08		
Total	59	3688.0			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 30 : Résultats du test de Dunnett de la hauteur des plantes pour les différents génotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Témoin	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	79,938 ± 4,370		V9	95,625 ± 0,924	***
V2	99,250 ± 6,529	***	V10	90,156 ± 3,555	***
V3	103,91 ± 1,592	***	V11	101,969 ± 2,117	***
V4	95,281 ± 5,941	***	V12	107,469 ± 5,547	***
V5	102,19 ± 1,329	***	V13	99,875 ± 3,157	***
V6	99,438 ± 6,469	***	V14	98,406 ± 2,154	***
V7	110,31 ± 3,287	***	V15	102,031 ± 5,491	***
V8	102,219 ± 2,952	***			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Soltner (1999), signale que, la hauteur des plants est une caractéristique variétale, mais l'apport d'azote agit positivement sur la hauteur de la tige en favorisant l'allongement des

entre nœuds. Selon **Benabdellah et Ben salem (1993)** cité in **Tellah (2007)**, les variétés à paille haute ont une meilleure adaptation au déficit hydrique. Cependant, l'inconvénient de cette hauteur élevée de paille est le risque de la verse mécanique causée par les vents violents et les pluies torrentielles.

En Algérie, la majorité des variétés cultivées de blé dur sont à paille haute. L'agriculture algérienne a toujours tendance à préférer ces dernières à cause de leur rentabilité en paille, servant pour l'alimentation de bétail (**Lounes et Guerfi, 2011**).

3.2.6. La longueur de l'épi

❖ Blé dur

En analysant les résultats obtenus pour ce paramètre (Fig. 19), nous avons noté que la majorité des génotypes étudiés ont enregistré des valeurs supérieures à celle du témoin qui est de l'ordre de 6.906 cm, à l'exception des génotypes V8 et V7 qui ont enregistré les longueurs d'épis les plus faibles, et qui étaient respectivement, 6.658 cm et 6.656 cm, alors que le génotype V5 a enregistré la valeur la plus élevée (8.262 cm).

L'analyse statistique des résultats (Tab. 31) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, le test de Dunnett a affiché des différences très hautement significatives entre le témoin et les génotypes V5, V9, V14, V12, V6, V2 et V3, et des différence non significatives pour les autres génotypes restants (Tab. 32).

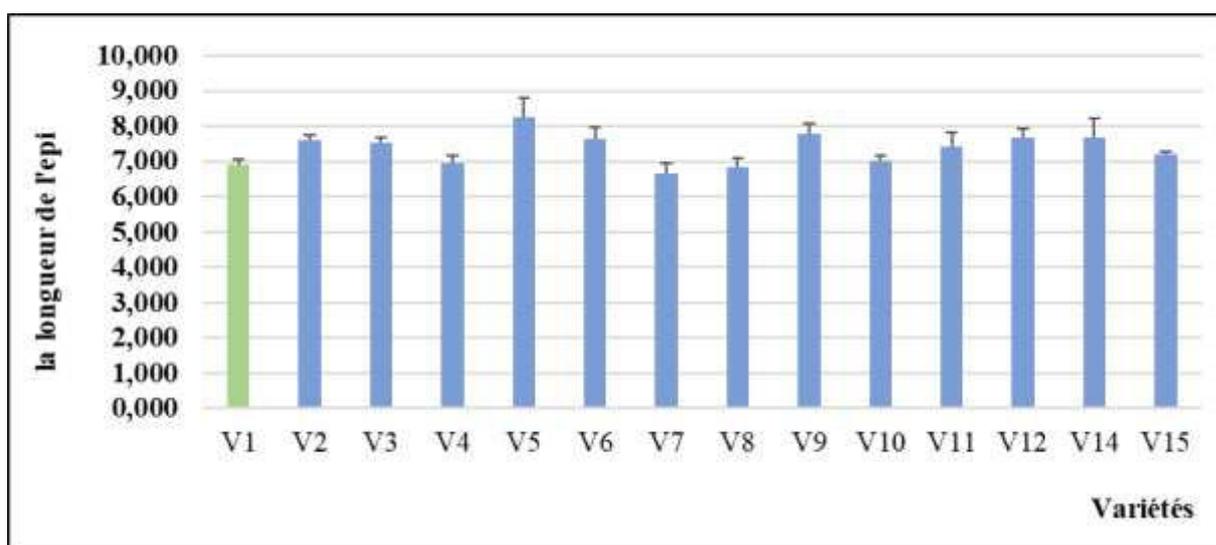


Figure 19 : Longueur de l'épi des différents génotypes de blé dur

Tableau 31 : Résultats de l'analyse de la variance pour la longueur de l'épi des différents géotypes de blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	10.540	0.81075	9.01	0.000 ***
Erreur	42	3.779	0.08998		
Total	55	14.319			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 32 : Résultats du test de Dunnett de la longueur de l'épi pour les différents géotypes de blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	6,906 ± 0,169	Témoin	V8	6,856 ± 0,260	NS
V2	7,613 ± 0,127	***	V9	7,806 ± 0,266	***
V3	7,531 ± 0,151	***	V10	7,031 ± 0,128	NS
V4	7,969 ± 0,186	NS	V11	7,425 ± 0,396	NS
V5	8,263 ± 0,529	***	V12	7,681 ± 0,254	NS
V6	7,638 ± 0,338	***	V14	7,681 ± 0,546	***
V7	6,656 ± 0,284	NS	V15	7,194 ± 0,090	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

❖ Le blé tendre

Les résultats relatifs à ce paramètre (Fig. 20) ont montré que la hauteur de l'épi a varié entre une moyenne de 12.581 cm et 9.806 cm, où une différence de 22% entre le géotype V15 qui a enregistré la valeur la plus élevée et le témoin Arz, qui a affiché la valeur la plus faible par rapport à l'ensemble des géotypes étudiés.

L'analyse statistique des résultats (Tab. 33) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes et entre le témoin les génotypes V15, V3, V11, V12, V9, V8, V5, V6, et V4 (Tab. 34), et des différences non significatives entre le témoin et les génotypes restants (V7, V10, V13, V2 et V14).

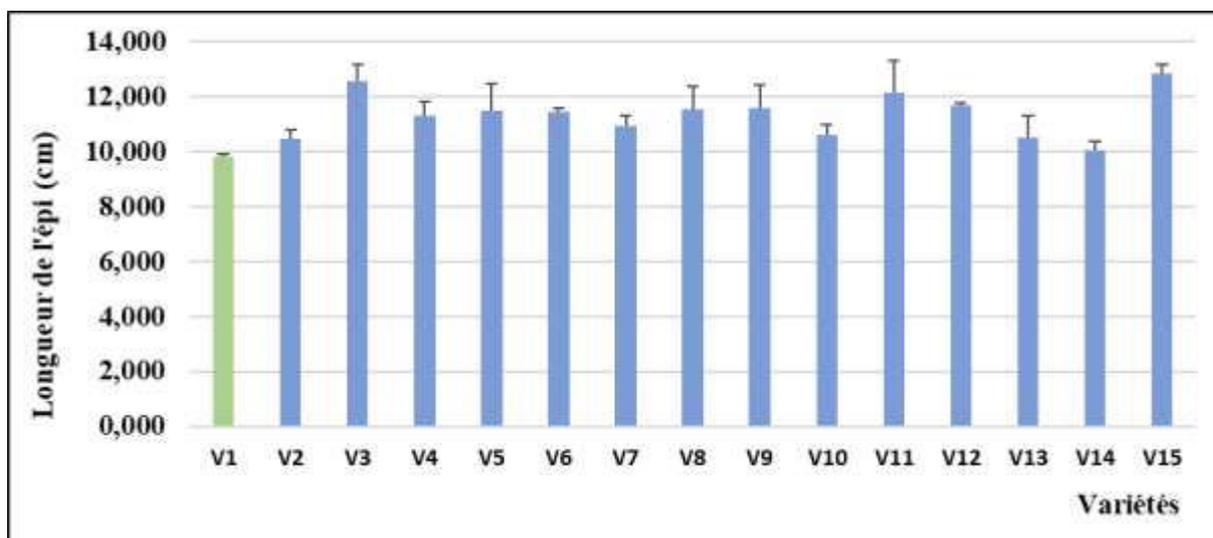


Figure 20 : La longueur de l'épi des différents génotypes de blé tendre

Tableau 33 : Résultats de l'analyse de la variance de la longueur de l'épi pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	43.06	30.755	8.29	0.000 ***
Erreur	45	16.69	0.3708		
Total	59	59.74			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 34 : Résultats du test de Dunnett de la longueur de l'épi pour les différents géotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	9,806 ± 0,077	Témoin	V9	11,594 ± 0,827	***
V2	10,481 ± 0,308	NS	V10	10,619 ± 0,354	NS
V3	12,581 ± 0,606	***	V11	12,163 ± 1,151	***
V4	11,294 ± 0,540	***	V12	11,694 ± 0,066	***
V5	11,500 ± 0,965	***	V13	10,500 ± 0,810	NS
V6	11,450 ± 0,151	***	V14	10,038 ± 0,331	NS
V7	10,938 ± 0,349	NS	V15	12,819 ± 0,369	***
V8	11,531 ± 0,830	***			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$.

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Selon **Boubaker (1995)** cité in **Haddouche et Mekliche (2004)**, la longueur, la densité et la fertilité de l'épi ont une influence sur le contrôle génétique du rendement.

Lounes et Guerfi (2011), rapportent qu'il y a une corrélation positive liant le rendement en grain à la longueur de l'épi, l'épi assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage du grain. Pour notre étude un test de corrélation a été effectué entre la longueur de l'épi et le rendement et les résultats ont démontré une corrélation positive de l'ordre de 0,407 pour le blé dur et de 0,519 pour le blé tendre.

3.3. Les composantes du rendement

3.3.1 Le nombre d'épi par mètre carré

❖ Blé dur

Les résultats représentés dans la figure 21, montrent une grande variabilité dans les valeurs enregistrées du nombre d'épis au mètre carré, entre les différents géotypes de blé dur. La moyenne la plus élevée a été enregistré chez le géotype V2 (385 épis/m²) suivi de près par du géotype V9 (384 épis/m²), alors que la moyenne la plus faible a été enregistré chez les géotypes V3 (343.5 épis/m²).

L'analyse statistique des résultats (Tab. 35 et 36) a montré des différences non significatives entre les génotypes, ainsi qu'entre les différents génotypes et le témoin.

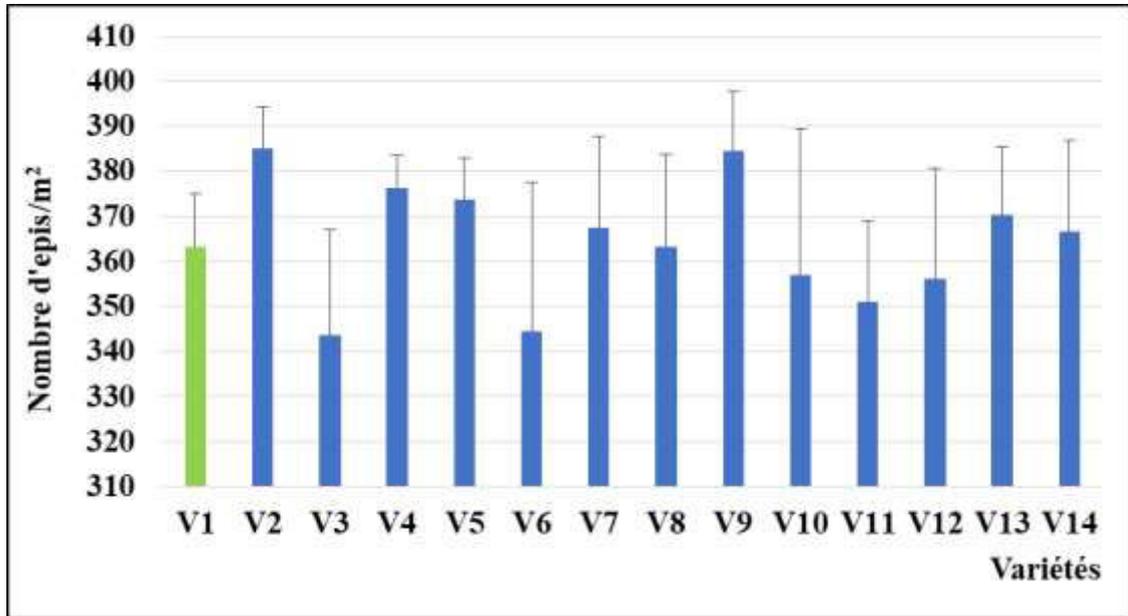


Figure 21 : Nombre d'epis/ m² pour les différents génotypes de blé dur

Tableau 35 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'epis/ m² pour les différents génotypes de blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	8979	690.7	1.71	0.094 NS
Erreur	42	16957	403.7		
Total	55	25936			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

Tableau 36: Résultats du test de Dunnett du nombre d'épis/ m² pour les différent géotypes de blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	363,25 ± 11,615	Témoin	V8	363,25 ± 20,532	NS
V2	385 ± 9,416	NS	V9	384,5 ± 13,279	NS
V3	343,5 ± 23,573	NS	V10	357 ± 32,393	NS
V4	376,25 ± 7,136	NS	V11	351 ± 18,055	NS
V5	373,75 ± 9,179	NS	V12	356 ± 24,779	NS
V6	344,5 ± 33,071	NS	V13	370,25 ± 15,305	NS
V7	367,5 ± 20,141	NS	V14	366,5 ± 20,421	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

❖ Blé tendre

Pour ce paramètre la figure 22 affiche que, la totalité des géotypes étudiés ont enregistré une moyenne de nombre épis par mètre carré supérieure à celle de la variété Arz (V1) prise pour témoin, qui a enregistré une moyenne de l'ordre de 332 épis/m². La moyenne la plus élevée a été notée chez le géotype 8 (V8), et a été de l'ordre de 388.75 épis/m². Les autres géotypes ont enregistré des valeurs comprises entre 378 et 338.25 épis par mètre carré.

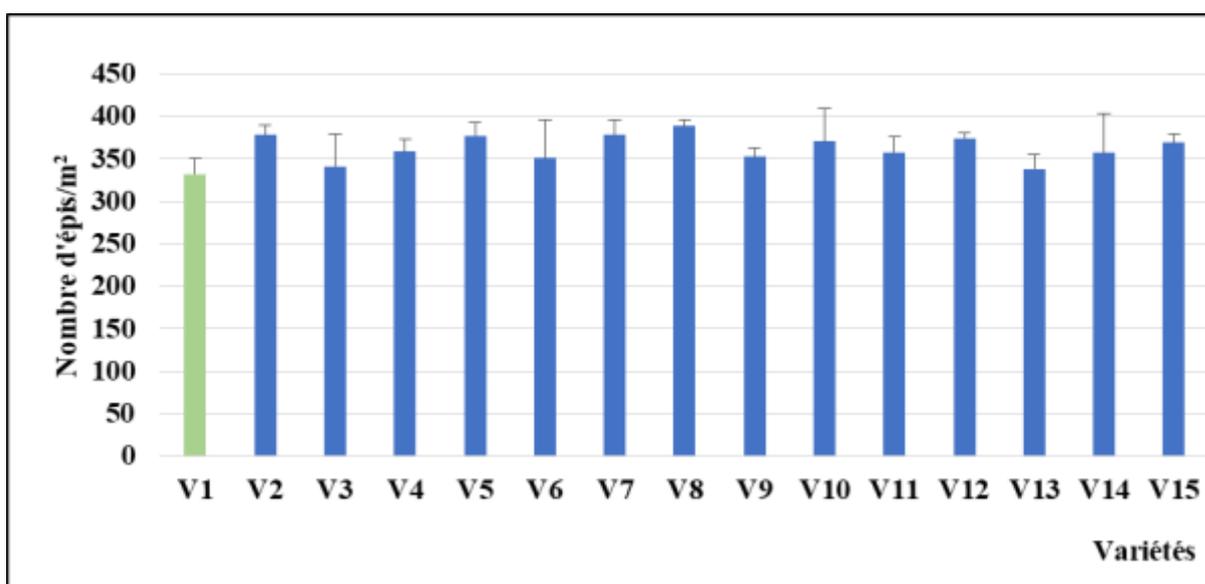


Figure 22 : Nombre d'épis /m² pour les différents géotypes de blé tendre

L'analyse statistique des résultats (Tab. 37) a montré des différences non significatives entre les génotypes, et entre le témoin et l'ensemble des génotypes, à l'exception du génotype V8 où le teste de Dunnett a montré des différences très hautement significatives (Tab. 38).

Tableau 37 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épi/m² pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	15607	1114.8	1.81	0.068***
Erreur	45	27773	617.2		
Total	59	43381			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de Fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 38 : Résultats du test de Dunnett du nombre d'épi/m² pour les différents génotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		
V1	332 ± 18,921	Témoin	V9	352,25 ± 9,743	NS
V2	378 ± 11,690	NS	V10	370,5 ± 39,264	NS
V3	340,75 ± 37,836	NS	V11	357,5 ± 17,991	NS
V4	358,25 ± 14,080	NS	V12	374 ± 6,928	NS
V5	377,25 ± 15,500	NS	V13	338,25 ± 16,317	NS
V6	351 ± 44,699	NS	V14	356,5 ± 46,393	NS
V7	377,75 ± 17,405	NS	V15	368,5 ± 10,878	NS
V8	388,75 ± 6,850	***			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

3.3.2. Le nombre d'épillets fertiles par épi

❖ Blé dur :

La Figure 23 montre que le nombre d'épillets fertiles/épi est élevé chez quelques génotypes étudiés, notamment les génotypes V5 et V6 qui ont enregistré les moyennes les plus élevées et qui étaient respectivement 22.69 et 20.19 épillets fertiles/épi, contre une moyenne du témoin de l'ordre 17.69 épillets fertiles/épi, alors que V14, V11 et V15 ont enregistré des valeurs faibles par rapport au témoin.

L'analyse statistique des résultats (Tab. 40) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, et entre le témoin et les génotypes V5, V6, et V7, et non significatives entre le témoin et les génotypes restants (Tab. 41).

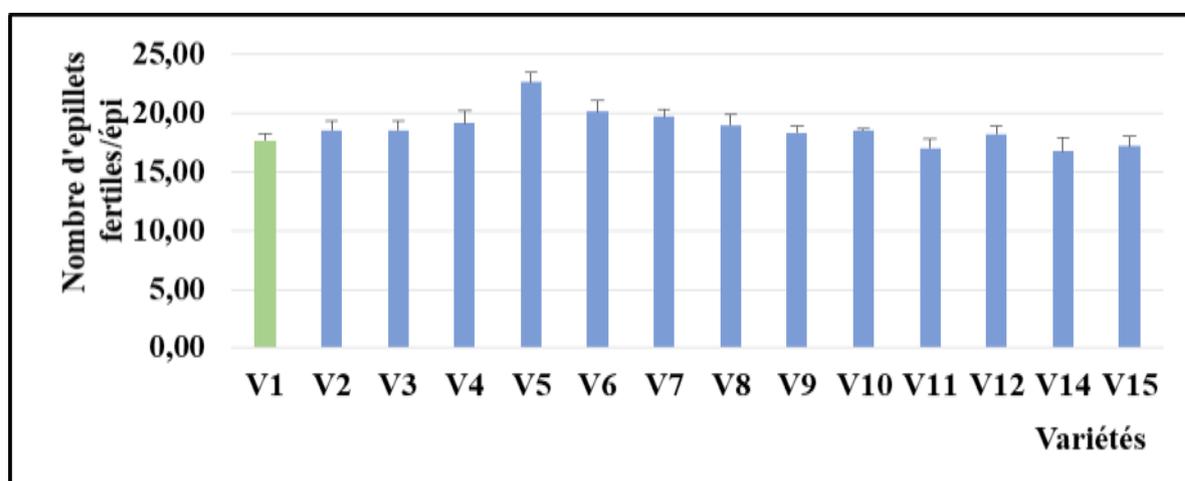


Figure 23 : Le nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé dur

Tableau 39 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé dur

Source de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	118.82	9.1399	14.23	0.000 ***
Erreur	42	26.98	0.6425		
Total	55	145.80			

DL : Degrés de liberté

MS : Carré moyen

SS : Somme des carrés des écarts

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 40: Résultats du test de Dunnett du nombre d'épillets fertiles/épi pour le blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	17,69 ± 0,55	Témoin	V8	19,00 ± 0,91	NS
V2	18,56 ± 0,80	NS	V9	18,38 ± 0,60	NS
V3	18,56 ± 0,77	NS	V10	18,56 ± 0,13	NS
V4	19,19 ± 1,07	NS	V11	17,06 ± 0,77	NS
V5	22,69 ± 0,83	***	V12	18,25 ± 0,65	NS
V6	20,19 ± 0,94	***	V14	16,75 ± 1,21	NS
V7	19,75 ± 0,58	***	V15	±17,19 ± 0,85	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Très hautement significatif $\alpha = 0.001$

❖ Blé tendre

Pour ce paramètre le nombre d'épillets fertiles par épi (Fig. 24) est élevé chez la plus part des génotypes étudiés, où les génotypes V15 et V8 ont enregistré les moyennes les plus élevés : 21.875 et 19.938 épillets fertiles /épi, respectivement, par rapport au témoin qui affiché une valeur de 17.688, alors que les génotypes V10, V14 et V2 ont enregistré des valeurs faibles par rapport au témoin, et c'est le génotype V2 qui s'est classé en dernière position avec une valeur de l'ordre de 16.563) épillets fertiles par épi.

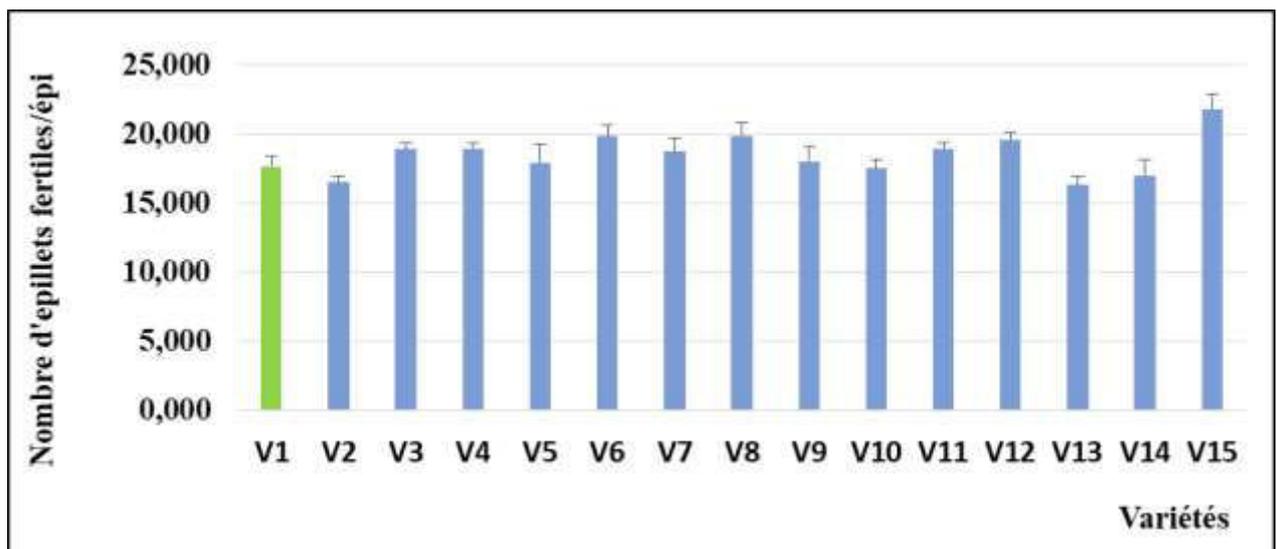


Figure 24 : Le nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé tendre

L'analyse statistique des résultats (Tab. 42) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes et le test de Dunnett a affiché des différences très hautement significatives entre le témoin et les génotypes V15, V8, V6, V12 et non significatives pour les génotypes restants (Tab. 43).

Tableau 41 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	118.56	8.4685	12.94	0.000 ***
Erreur	45	29.45	0.6545		
Total	59	148.01			

DL : degrés de liberté

SS : somme des carrés des écarts

MS : carré moyen

F : valeur observée de fisher

P ; probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 42 : Résultats du test de Dunnett du nombre d'épillets fertiles /épi pour les différents génotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$
V1	17,688±±0,774	Témoin	
V2	16,563±0,427	V9	18,063±1,008 NS
V3	18,938±0,427	V10	17,563±0,657 NS
V4	19,000±0,408	V11	19,000±0,354 NS
V5	18,000±1,258	V12	19,625±0,520 ***
V6	19,875±0,777	V13	16,375±0,595 NS
V7	18,750±1,021	V14	17,063±1,161 NS
V8	19,938±0,898	V15	21,875±1,051 ***

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Selon **Hamadache (2013)**, le taux de fertilité est sensiblement influencé par les conditions climatiques (alimentation en eau et température), ainsi que par la fertilisation, car une carence proche du stade de la floraison provoque une stérilité par absence de fécondation.

3.3.3. Le nombre d'épillets stériles par épi

❖ Blé dur

La figure 25 présentant le nombre d'épillets stériles par épi montre que tous les génotypes étudiés y compris le témoin ont enregistré une moyenne inférieure à 1 épillet stérile/ épi. La valeur la plus élevée a été enregistrée chez la variété Semito (témoin) alors que la valeur la plus faible a été enregistrée pour le génotype V10 (0.313 épillets stérile/ épi) suivi du génotype V3, avec une moyenne de 0.375 épillets stérile/ épi.

L'analyse statistique des résultats (Tab. 44 et 45) a montré des différences non significatives entre les génotypes, ainsi qu'entre les différents génotypes et le témoin.

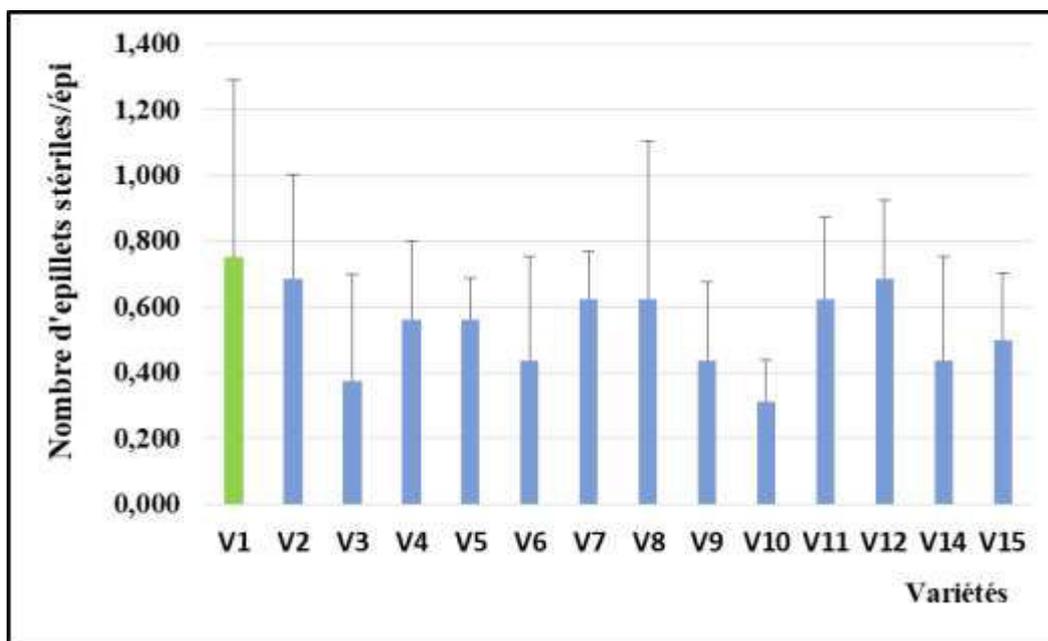


Figure 25 : Le nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé dur

Tableau 43: Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets stériles /épi pour le blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	0.8884	0.06834	0.77	0.690 NS
Erreur	42	3.7500	0.08929		
Total	55	4.6384			

DL : degrés de liberté

SS : somme des carrés des écarts

MS : carré moyen

F : valeur observée de fisher

P ; probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

Tableau 44 : Résultats du test de Dunnett pour le nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$
V1	0,750±0,540	Témoin	V8 0,625±0,479 NS
V2	0,688±0,315	NS	V9 0,438±0,239 NS
V3	0,375±0,323	NS	V10 0,313±0,125 NS
V4	0,563±0,239	NS	V11 0,625±0,250 NS
V5	0,563±0,125	NS	V12 0,688±0,239 NS
V6	0,438±0,315	NS	V14 0,438±0,315 NS
V7	0,625±0,144	NS	V15 0,500±0,204 NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$

❖ Blé tendre

En analysant les résultats présentés dans la figure 26 on peut affirmer que les données sont presque identiques à celle observées chez les génotypes du blé dur où le nombre d'épillets stériles par épi est inférieur à 1. Pour les génotypes du blé tendre la valeur la plus élevée a été enregistrée chez les génotypes V7 et V2 avec une moyenne de 0.875 épillets stérile/ épi, alors que les moyennes les plus faibles (0.438 épillets stérile/ épi) ont été enregistrées pour les génotypes V13, V5, V8 et V15. La variété Arz (témoin) a enregistré avec les génotypes V12 et V9 la moyenne de 0.500 épillets stérile/ épi.

L'analyse statistique des résultats (Tab. 46 et 47) a montré des différences non significatives entre les génotypes, ainsi qu'entre les différents génotypes et le témoin

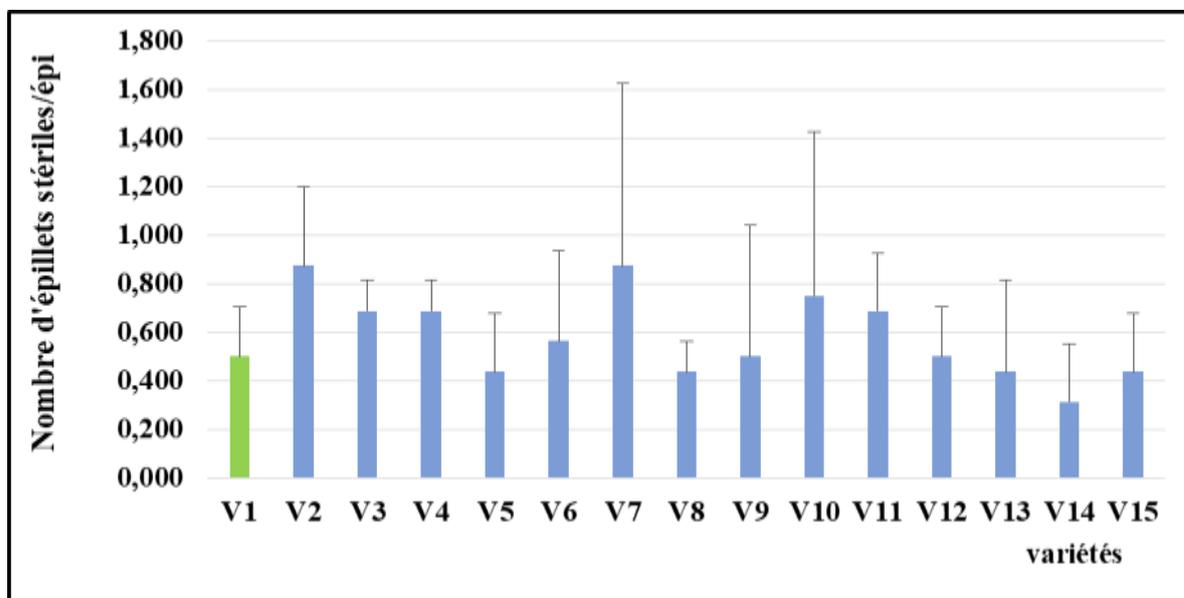


Figure 26 : Le Nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé tendre

Tableau 45 : Résultat de l'analyse de la variance pour le nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	1.640	0.1171	0.85	0.610 NS
Erreur	45	6.172	0.1372		
Total	59	7.811			

DL : degrés de liberté

SS : somme des carrés des écarts

MS : carré moyen

F : valeur observée de fisher

P ; probabilité de mettre en évidence des différences significatives

NS : non significatif pour $\alpha = 0.05$

Tableau 46 : Résultats du test de Dunnett du nombre d'épillets stériles /épi pour les différents génotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$
V1	0,500± 0,204	Témoin	
V2	0,875± 0,323	NS	
V3	0,688± 0,125	NS	
V4	0,688± 0,125	NS	
V5	0,438 ± 0,239	NS	
V6	0,563 ± 0,375	NS	
V7	0,875 ± 0,750	NS	
V8	0,438 ± 0,125	NS	
		V9	0,500 ± 0,540
		V10	0,750 ± 0,677
		V11	0,688 ± 0,239
		V12	0,500 ± 0,204
		V13	0,438 ± 0,375
		V14	0,313 ± 0,239
		V15	0,438 ± 0,239

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type
 NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

3.3.4. Le nombre de grains par épi

❖ Blé dur

La figure 27 montre que, pour ce paramètre il y'a une dominance du génotype V5 sur l'ensemble des autres génotypes étudiés. Nous avons noté une moyenne de 70.145 grains /épi), alors que le génotype V6 qui se classe en deuxième position pour ce même paramètre a affiché seulement une moyenne de 48.553 grains/ épi. La variété Semito utilisée comme témoin dans notre essai a affiché seulement une moyenne de 38.303 grains/épi, et c'est le génotype V11 qui a enregistré la moyenne la plus faible (37.197 grains/épi).

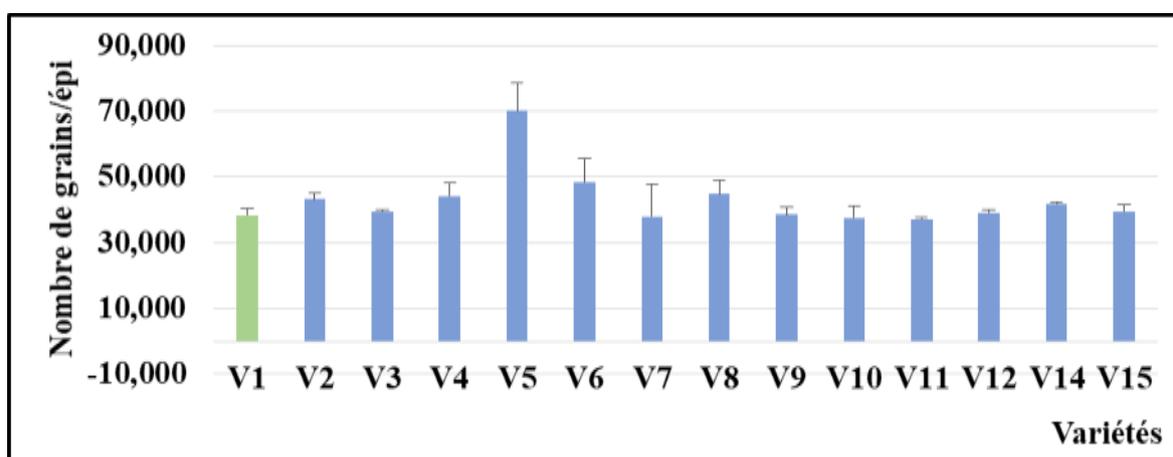


Figure 27 : Nombre de grains/épi pour les différents génotypes du blé dur

L'analyse statistique des résultats (Tab. 48) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, et des différences très hautement significatives entre le témoin et les génotypes V5 et V6, et non significatives entre le témoin et les génotypes restants (Tab. 49).

Tableau 47 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de grains/épi pour les différents génotypes du blé dur.

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	3772.2	290.17	14.23	0.000 ***
Erreur	42	856.6	20.40		
Total	55	4628.8			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 48 : Résultats du test de Dunnett du nombre de grains /épi des différents génotypes de blé dur.

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		
V1	38,303 ± 1,934	Témoin	V8	44,750 ± 4,128	NS
V2	43,342 ± 1,824	NS	V9	38,500 ± 2,170	NS
V3	39,474 ± 0,420	NS	V10	37,632 ± 3,540	NS
V4	44,303 ± 3,843	NS	V11	37,197 ± 0,550	NS
V5	70,145 ± 8,504	***	V12	39,105 ± 0,860	NS
V6	48,553 ± 7,255	***	V14	41,803 ± 0,550	NS
V7	38,000 ± 9,950	NS	V15	39,566 ± 1,985	NS

$\bar{X} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$.

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

❖ Blé tendre

Les résultats relatifs à ce paramètre (Fig. 28) montrent que la totalité des génotypes étudiés ont enregistré des valeurs supérieures au témoin (V1) qui a enregistré une moyenne de l'ordre de 36.19 grains/épi, le génotype V15 a enregistré la moyenne la plus élevée (60.44 grains /épi) suivi du génotypes V6 et V8 avec une moyenne de 58.69 et 54.13 grains /épi),

respectivement. Pour les génotypes V14 et V13, ils ont affiché des valeurs faibles par rapport aux autres génotypes étudiés qui sont de l'ordre de 42.81 grains / épi pour V14 et 38.44 grains / épi pour V13, mais qui restent toujours des moyennes supérieures à la celle affichée par le témoin.

L'analyse de la variance (Tab. 50) a affiché des différences très hautement significatives entre les génotypes, et le test de Dunnett a affiché des différences très hautement significatives entre le témoin et tous les génotypes étudiés, à l'exception des génotypes V2, V10, V13 et V14, pour lesquels les différences étaient non significatives (Tab. 51).

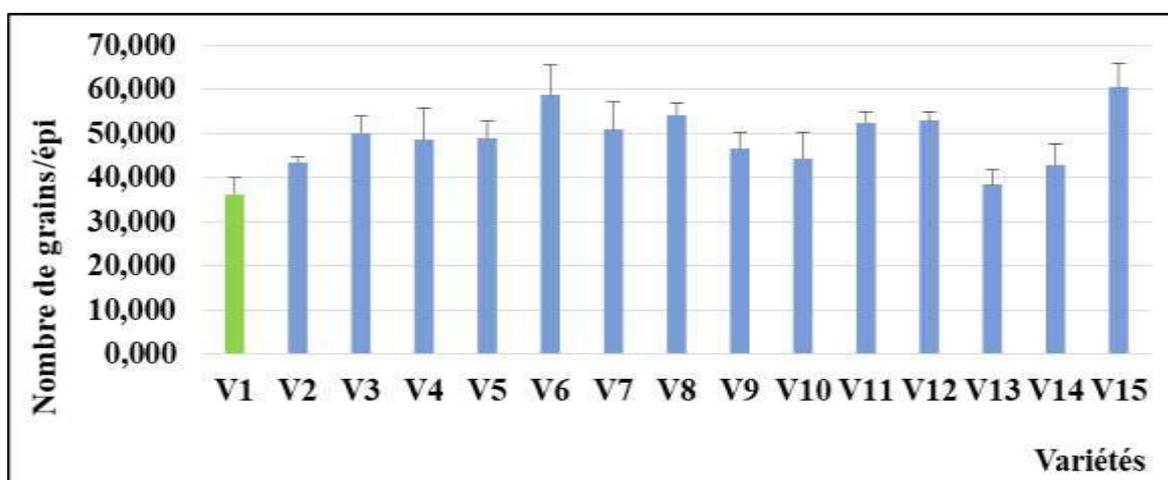


Figure 28 : Nombre de grains /épi pour les différents génotypes de blé tendre

Tableau 49 : Résultats de l'analyse de la variance pour le nombre de grains/épi pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	2608.6	186.33	9.05	0.00 ***
Erreur	45	926	20.58		
Total	59	3534.5			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 50: Résultats du test de Dunnett du nombre de grains /épi pour les différents génotypes de blé tendre.

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	36,188 ± 3,727	Témoin	V9	46,688 ± 3,375	***
V2	43,500 ± 1,061	NS	V10	44,313 ± 5,984	NS
V3	50,188 ± 3,880	***	V11	52,375 ± 2,394	***
V4	48,563 ± 7,198	***	V12	52,938 ± 1,841	***
V5	48,875 ± 3,950	***	V13	38,438 ± 3,350	NS
V6	58,688 ± 6,790	***	V14	42,813 ± 4,741	NS
V7	50,875 ± 6,159	***	V15	60,438 ± 5,440	***
V8	54,125 ± 2,742	***			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

3.3.5. Le poids de mille grains

❖ Blé dur

La figure 29 montre que le génotype V15 a affiché la moyenne la plus élevée avec un PMG de 50.81g, suivi du génotype V7 avec un PMG de 48.737, alors que le témoin (V1) vient en 3^{ème} position et a enregistré un poids moyen de 48.522g. Le poids de mille grains le plus faible a été enregistré chez le génotype V4 avec une moyenne de 36.876 g.

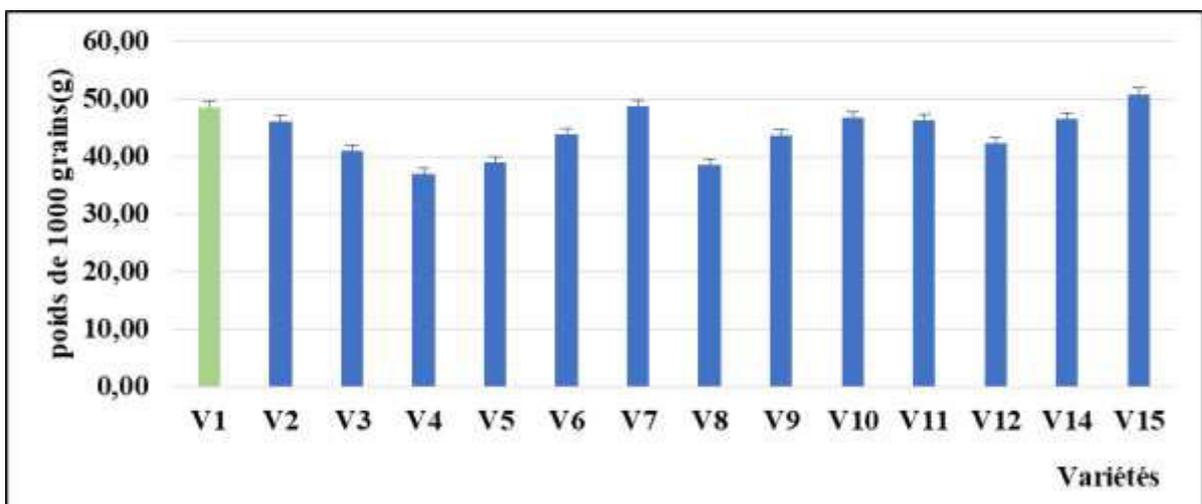


Figure 29 : Poids de mille grains pour les différents génotypes de blé dur

L'analyse statistique des résultats (Tab. 52) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, non significatives le témoin et les génotypes V15, V7, V10, V14, V11 et V2, et des différences très hautement significatives entre le témoin et les autres génotypes restants (Tab. 53).

Tableau 51 : Résultats de l'analyse de la variance du poids de mille grains pour les différents génotypes du blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	917.4	70.569	22.09	0.000 ***
Erreur	42	134.2	3.195		
total	55	1051.6			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de Fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 52 : Résultats du test de Dunnett du poids de mille grains pour les différents génotypes du blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	48,52 ± 1,829	Témoin	V8	38,56 ± 2,129	***
V2	45,94 ± 1,238	NS	V9	43,58 ± 1,343	***
V3	40,89 ± 1,654	***	V10	46,67 ± 2,332	NS
V4	36,88 ± 1,713	***	V11	46,29 ± 1,701	NS
V5	38,93 ± 1,707	***	V12	42,38 ± 2,302	***
V6	43,88 ± 1,768	***	V14	46,40 ± 1,874	NS
V7	48,74 ± 1,288	NS	V15	50,81 ± 1,733	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

❖ **Blé tendre**

En analysant les données relatives à ce paramètre (Fig. 30) nous avons déduit que, l'ensemble des génotypes étudiés ont affiché une moyenne du poids de mille grains supérieure à celle du témoin (V1) qui est de l'ordre de 36.12 g. La moyenne la plus élevée a été enregistrée chez le génotype V5 avec une valeur de 55.37 g suivi du génotype V7 (53.05g).

L'analyse statistique des résultats (Tab. 54) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, et entre le témoin et tous les génotypes à l'exception des génotypes V2, V8 et V13, pour lesquelles les différences étaient non significatives (Tab. 55).

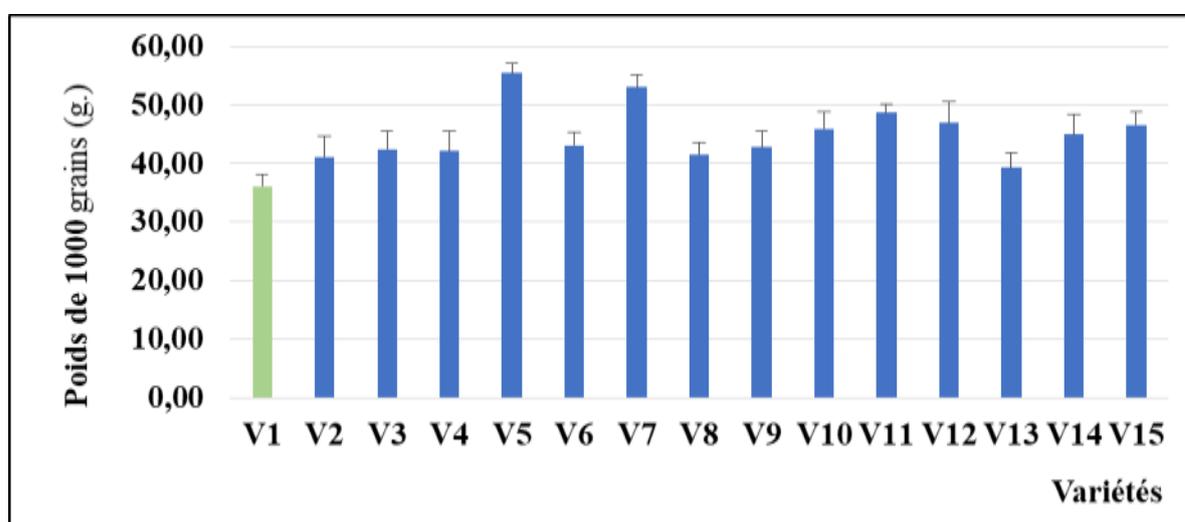


Figure 30 : Poids de mille grains (PMG) pour les différents génotypes de blé tendre

Tableau 53 : Résultats de l'analyse de la variance pour le poids de grains mille grains pour les différents génotypes de blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	1413.4	100.955	14.16	0.00 ***
Erreur	45	320.9	7.131		
Total	59	1734.3			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 54 : Résultats du test de Dunnett du poids de mille grains pour les différents génotypes de blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	36,12 ± 2,124	Témoin	V9	42,76 ± 2,744	***
V2	41,11 ± 3,572	NS	V10	45,99 ± 2,748	***
V3	42,47 ± 3,069	***	V11	48,72 ± 1,423	***
V4	42,11 ± 3,372	***	V12	46,94 ± 3,602	***
V5	55,37 ± 1,680	***	V13	39,32 ± 2,509	NS
V6	43,15 ± 2,173	***	V14	45,00 ± 3,381	***
V7	53,05 ± 2,132	***	V15	46,62 ± 2,153	***
V8	41,57 ± 2,087	NS			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

3.3.6. Le rendement à l'hectare

❖ Blé dur

Les résultats relatifs au rendement à l'hectare (Fig. 31) montrent que le génotype V5 a prédominé l'ensemble des autres génotypes étudiés où il a affiché un rendement moyen de 85.84qx/ha, alors que le génotype V2 qui se classe en deuxième position, a affiché seulement un rendement de (65.66 qx/ha), suivi du génotype V15 avec un rendement de 64,1525 qx/ha. Tandis que la variété Semito (V1) a affiché un rendement moyen de 59,1 qx/ha, et le génotype V3 a affiché le rendement moyen le plus faible avec une moyenne de 47,66 qx/ha.

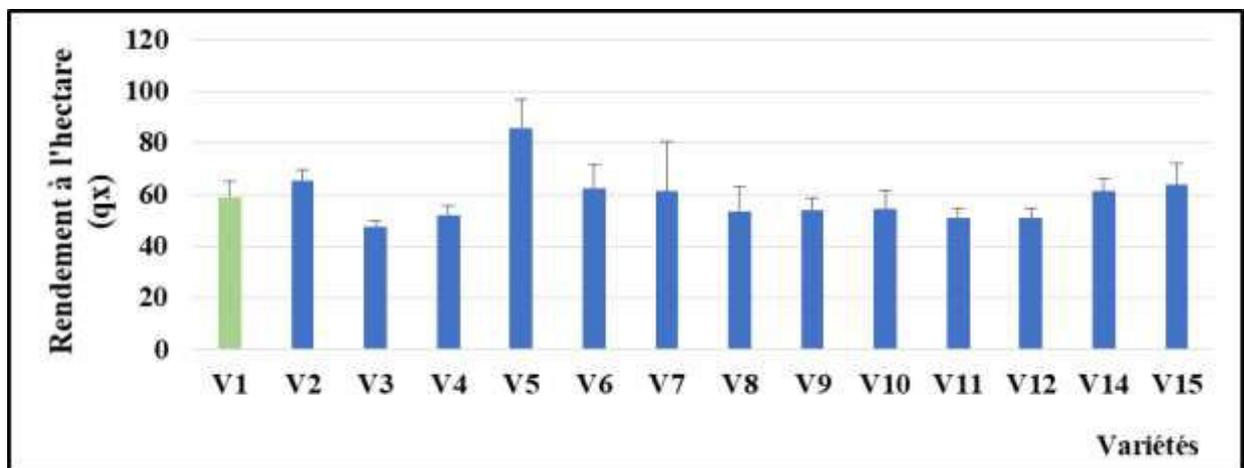


Figure 31 : Rendement à l'hectare des différents géotypes de blé dur

L'analyse statistique des résultats (Tab. 55) a montré des différences très hautement significatives entre les géotypes, et entre le témoin et le géotype V5, alors que des différences non significatives ont été notées entre le témoin et les autres géotypes (Tab. 56).

Tableau 55 : Résultats de l'analyse de la variance pour le rendement/ha pour les différents géotypes du blé dur

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	13	4761	366.25	5.48	0.000 ***
Erreur	42	2808	66.85		
total	55	7569			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 56 : Résultats du test de Dunnett, du rendement à l'hectare pour les différents géotypes du blé dur

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	59,1 ± 6,290	Témoin	V8	53,6125 ± 9,563	NS
V2	65,66 ± 3,819	NS	V9	54,3 ± 4,443	NS
V3	47,66 ± 2,405	NS	V10	54,355 ± 7,510	NS
V4	52,0075 ± 3,670	NS	V11	51,11 ± 3,909	NS
V5	85,84 ± 11,187	***	V12	50,9625 ± 3,987	NS
V6	62,3575 ± 9,162	NS	V14	61,3775 ± 4,921	NS
V7	61,325 ± 19,037	NS	V15	64,1525 ± 8,251	NS

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Tes hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

❖ **Blé tendre**

La figure 32 relative au paramètre rendement moyen à l’hectare montre que pour ce paramètre, l’ensemble des génotypes étudiés ont affiché une moyenne de rendement supérieure à celle du témoin (V1) qui est de l’ordre de 36.693 qx/ha. La moyenne la plus élevée a été enregistrée chez le génotype V15 avec une valeur de 88.005 qx/ha, suivi de V5 (86.533 qx/ha) et V7 (86.345 qx/ha) alors que le génotype V13 a enregistré une moyenne de (43.368 qx/ha) qui est une moyenne très faible par rapport aux autres génotypes étudiés mais qui reste supérieure au rendement affiché par le témoin.

L’analyse statistique des résultats (Tab. 57) a montré des différences très hautement significatives entre les génotypes, et aussi entre le témoin et tous les génotypes étudiés à l’exception du génotype V13, pour lequel des différences non significatives ont été notées avec le témoin (Tab. 58).

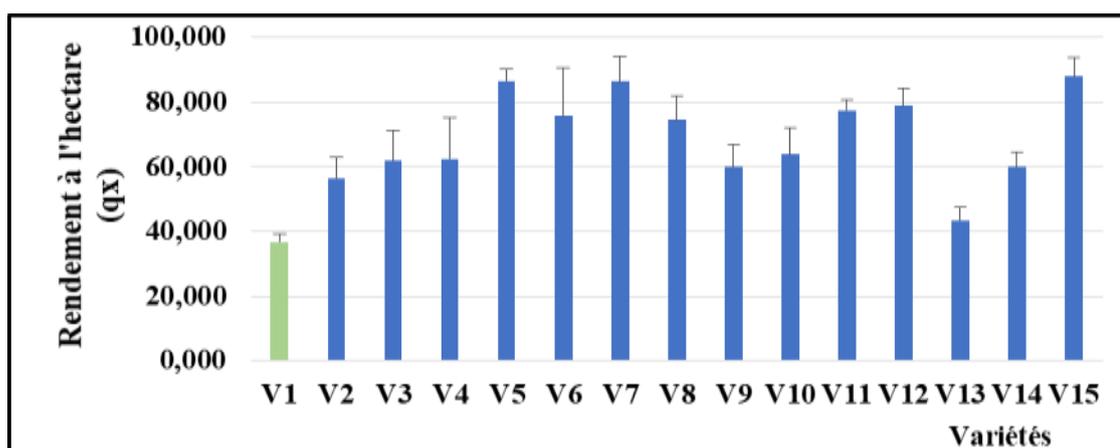


Figure 32 : Rendement à l’hectare des différents génotypes de blé tendre

Tableau 57 : Résultats de l’analyse de la variance pour le rendement à l’hectare pour les différents génotypes du blé tendre

Sources de variation	DL	SS	MS	F	P
Variétés	14	13303	950.20	16.34	0.00 ***
Erreur	45	2617	58.15		
Total	59	15920			

DL : Degrés de liberté

SS : Somme des carrés des écarts

MS : Carré moyen

F : Valeur observée de fisher

P : Probabilité de mettre en évidence des différences significatives

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Tableau 58 : Résultats du test de Dunnett du rendement à l'hectare pour les différents géotypes du blé tendre

Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$		Variétés	$\bar{x} \pm \sigma$	
V1	36,693 ± 2,480	Témoin	V9	59,833 ± 7,098	***
V2	56,418 ± 6,570	***	V10	63,800 ± 8,244	***
V3	61,745 ± 9,476	***	V11	77,413 ± 3,140	***
V4	62,525 ± 12,613	***	V12	78,908 ± 5,301	***
V5	86,533 ± 3,547	***	V13	43,368 ± 4,278	NS
V6	75,730 ± 14,689	***	V14	59,863 ± 4,488	***
V7	86,345 ± 7,863	***	V15	88,005 ± 5,582	***
V8	74,488 ± 7,617	***			

$\bar{x} \pm \sigma$: Moyenne et écart type

NS : Non significatif pour $\alpha = 0.05$

*** : Très hautement significatif pour $\alpha = 0.001$

Une analyse de corrélation a été entreprise dans le but de déterminer les paramètres clés qui ont influencé le rendement, et les résultats obtenus ont montré que pour le blé dur, une corrélation de 0,784 a été notée entre le rendement et le nombre de grains/m², alors que pour le blé tendre, une corrélation de 0,810 a été notée entre le rendement et le nombre de grains /épi (Tab. 59).

Tableau 59 : Analyse de corrélation conduite pour les paramètres de rendement et le rendement

Paramètres	Blé dur	Blé tendre
Nombre de grains/épi	0,784	0,810
Nombre de plants/m²	0,422	0,416
Poids de mille grains	0,119	0,792

Selon Arvalis (2017) le rendement se met en place tout au long du cycle de production au travers de plusieurs composantes :

- La densité de plantes,
- le tallage-épi (que l'on peut diviser en tallage herbacé et en montée à épi),

- la fertilité-épi (nombre d'épillets par épi et nombre de grains par épillet),
- le poids des grains (PMG). D'une manière générale, ces composantes entrent en concurrence entre elles, mais l'intensité de cette concurrence va dépendre des conditions de croissance (rayonnement, eau, azote) et de la variété.

3.4. Sensibilité aux maladies

Lors de la notation des différentes maladies sur les génotypes de blé dur et blé tendre de notre essai, nous avons constaté que la totalité des génotypes des deux espèces ont été attaqués par des maladies foliaires (Fig. 33), mais à des degrés différents selon les génotypes, ce qui dénote d'une différence dans le comportement des génotypes vis-à-vis des maladies. Les tableaux (60 et 61) résument le comportement des génotypes étudiés envers les maladies survenues au cours de la période de l'essai. En termes de dominance des maladies présentes sur l'ensemble des 27 génotypes étudiés, elles sont classées comme suit :

- L'oïdium a attaqué la totalité des génotypes pour les deux espèces étudiées à des degrés de sévérité qui diffèrent d'un génotype à un autre et d'une espèce à une autre.
- La rouille brune est la deuxième maladie qui a affecté la totalité des génotypes mais à des degrés de sensibilité divers d'un génotype à un autre.
- Enfin quelques génotypes ont été attaqués par la tache auréolée à des degrés de sévérité variables.
- Les notations des maladies ont été effectuées depuis l'apparition des premiers symptômes en l'occurrence le 20/02/2018 jusqu'au 15/05/2018.

L'échelle de 1-9 est utilisée pour déterminer la sévérité de l'oïdium et de la tache auréolée, par l'estimation du nombre de plants atteints par rapport à un pourcentage de plants.

Pour la rouille, l'estimation a été effectuée sur la feuille étendard en indiquant le pourcentage de couverture des pustules et aussi la sévérité de l'attaque :

- R : Résistant
- MR : moyennement résistant
- S : Sensible

Tableau 60 : Comportement des différents géotypes de blé dur envers les maladies foliaires notées au cours du cycle de développement des cultures

Maladies Variétés	Oïdium	Rouille brune	Tache auréolée
V1	40% 5	30% MR	3
V2	50% 4	30% MR	Absence
V3	70% 7	60% S	Absence
V4	60% 6	40% S	Absence
V5	40% 3	40% MR	Absence
V6	30% 3	30% MR	Absence
V7	40% 3	20% MR	Absence
V8	70% 9	30% MR	Absence
V9	80% 8	30% S	Absence
V10	60% 6	30% S	Absence
V11	70% 8	20% MR	2
V12	40% 4	15%MR	4
V14	60% 7	20% MS	Absence
V15	50% 4	30%MR	3

Tableau 61 : Comportement des différents géotypes de blé tendre envers les maladies foliaires notées au cours du cycle de développement des cultures

Maladies Variétés	Oïdium	Rouille brune	Tache auréolée
V1	50% 6	30% MS	2
V2	40% 4	30% MR	Absence
V3	60% 5	20% MS	Absence
V4	60%3	30% MS	Absence
V5	50% 2	40% MR	Absence
V6	30% 4	30% MR	Absence
V7	50% 3	20% R	Absence
V8	30% 3	20% R	1
V9	60% 5	30% MR	Absence
V10	50% 3	30% M	Absence
V11	80% 7	20% MR	Absence
V12	40% 4	15%MR	Absence
V13	60% 6	40% MS	Absence
V14	70% 7	30% MS	Absence
V15	50% 3	30%R	2

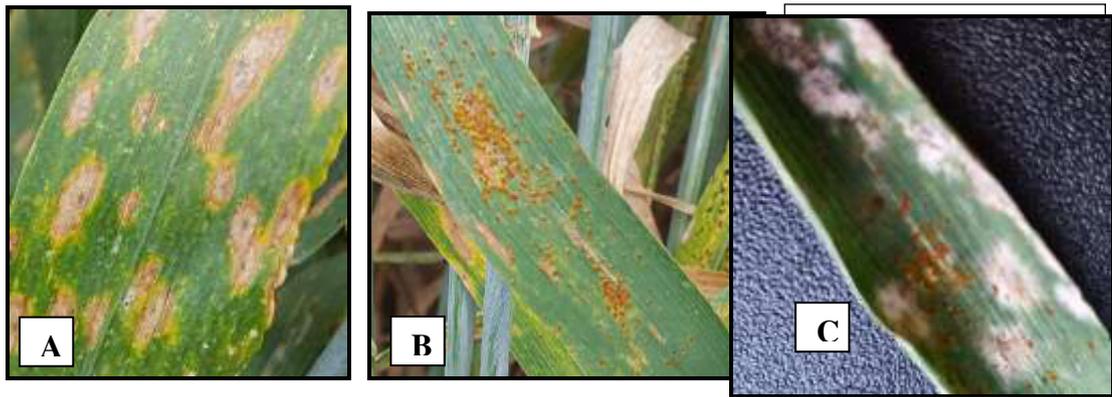


Figure 33 : les différentes maladies observées chez les génotypes de blé dur et blé tendre : A : la tache auréolée, B : la rouille brune, C : l'oïdium
(Photos personnelles)

Les conditions climatiques, de par les pluies enregistrées ainsi que les fluctuations de températures avec une importante humidité relative et une hygrométrie assez importante du feuillage étaient favorables au développement de maladies fongiques citées ci-dessus. Beaucoup de génotypes ont montré une sensibilité envers les maladies observées :

❖ **Blé dur**

Le génotype V5 était très touché par l'oïdium (50% des plantes ont été touchées) avec un degré de sévérité de niveau 2, mais ce génotype a affiché une résistance moyenne à la rouille brune.

❖ **Blé tendre**

Le génotype V15 était le plus touché par l'oïdium (50% des plantes touchées) avec un degré de sévérité de niveau 3, mais il a affiché une résistance assez bonne à la rouille brune.

3.5. La verse

La verse résulte d'un défaut de rigidité des tiges d'une culture. Ce phénomène s'exprime donc souvent suite à des pluies orageuses ou à des vents violents. Mais en fait, la prédisposition à la verse s'acquiert bien plus tôt au cours du cycle de la culture, selon la sensibilité variétale, les conditions culturales et climatiques durant la croissance des plantes, l'ensemble de ces facteurs interagissant entre eux (Soltner, 1999).

Pour notre essai le phénomène de verse est apparu à la suite de pluies enregistrées au cours du 01/05/2018 au 02/05/2018 (Tab. 62). Le tableau 63 affiche le comportement de quelques géotypes étudiés vis-à-vis de la verse. L'échelle de notation de la verse détermine le degré d'inclinaison de la paille, et elle est notée de 1 à 5. Les géotypes non cités dans le tableau n'ont pas subis de verse.

Tableau 62 : Taux des précipitations enregistrées au niveau de la parcelle expérimentale de l'I.T.G.C (Imetos Guelma, 2018)

	Précipitations (mm)
Date	Somme
2018-05-01 20:00:00	3,2
2018-05-01 22:00:00	3,8
2018-05-02 00:00:00	1,6
2018-05-02 02:00:00	3,6
2018-05-02 04:00:00	7
2018-05-02 06:00:00	2
2018-05-02 08:00:00	3
2018-05-02 10:00:00	5,6
2018-05-02 12:00:00	2,4
2018-05-02 14:00:00	0
2018-05-02 16:00:00	0,4
2018-05-02 18:00:00	0,6
2018-05-02 20:00:00	0
2018-05-02 22:00:00	0
2018-05-03 00:00:00	0
Total	33.2 (mm)

Tableau 63 : Comportement de quelques géotypes de blé dur et blé tendre vis-à-vis de la verse

Variétés	Blé dur	Variétés	Blé tendre
V1	1	V3	2
V6	1.5	V4	1
V7	4.5	V7	1
V8	1	V8	2
V9	1	V10	1
V10	2	V11	1
V11	2	V12	1
V12	1	V13	2
V4	2	V15	1
V15	1		

Nous pouvons déduire de nos observations que les génotypes de blé dur sont plus sensibles à la verse et à des degrés plus importants que les génotypes de blé tendre. Selon **Abdelguerfi et Laouar (2000)**, la verse radriculaire est quand la plantule bascule, voire se couche entièrement sur le sol dans les cas extrêmes, ce type de verse est fréquent sur le blé dur à l'épiaison.



Le blé dur

Le tableau 64, montre que le génotype V7 a enregistré une valeur de 4.5, ce qui signifie que les plante sont presque à l'horizontal, sachant que ce génotype a enregistré la hauteur la plus élevée (109.78 cm).

La verse peut être probablement attribuée au poids des épis (stade pâteux laiteux), combiné à la nature des tiges du blé dur qui est en générale creuse ou semi-creuse (**Boulal et al., 2007**) et les pluies enregistrées du 01 et 02 mai 2018 qui ont favorisé l'apparition de la verse a des degré aussi important.



Blé tendre

Les génotypes de blé tendre qui ont versé sont-ceux qui ont les hauteurs les plus élevées par rapport aux autres génotypes. Mais le degré d'inclinaison est plus important chez les génotypes de blé dur que chez ceux du blé tendre. Malgré que, les moyennes des hauteurs du blé tendre sont plus élevées que chez le blé dur (06 génotypes V3, V7, V8 V11 V12 et V15 ont enregistrés des moyennes supérieures à 1 m alors que seul le V7 chez le blé dur a affiché une valeur supérieure à 1 m) pour cela on peut dire que se phénomène a une relation étroite avec la nature de la tige (creuse, semi-creuse ou plaine) qu'à avec la hauteur de la tige.

Conclusion

L'introduction de nouvelles variétés en céréaliculture dans les milieux producteurs est devenue primordiale pour l'intensification et la diversification des grandes cultures en Algérie, et à fin d'y parvenir plusieurs programmes de recherche ont été élaborés dans ce sens par L'I.N.R.A et L'I.T.G.C en collaboration avec des organismes internationaux tels que L'I.C.A.R.D.A et le CMMYT.

Notre travail fait partie d'un programme, élaboré à partir du programme PNAB qui consiste à tester, puis déterminer les potentialités de 13 génotypes de blé dur et 14 génotypes de blé tendre, en étudiant leur comportement, à travers des paramètres morphologiques et agronomiques, et de noter leur tolérance ou sensibilité envers les maladies dans des conditions pédoclimatiques propre à la zone sub-humide de la région de Guelma.

Le but visé, et de sélectionner les meilleurs génotypes à introduire dans le programme de multiplication de semence, en vue de les inscrire au catalogue national, se basant ainsi sur trois principales préoccupations agronomiques à savoir : Une bonne précocité, une meilleure productivité, une résistance accrue aux maladies et ravageurs.

En analysant les résultats obtenus (Tab. 65 et 66), nous pouvons déduire que :

- **Pour le blé dur**, tous les génotypes étudiés ont été précoces par rapport au témoin, et ont enregistré des valeurs plus élevées que le témoin pour tous les paramètres morphologiques, à l'exception du génotype V12 qui a enregistré un nombre de tiges herbacées inférieur à celui du témoin, et V8 et V7, pour la longueur de l'épi.

Pour ce qui est des paramètres agronomiques, la majorité des génotypes ont affiché des valeurs supérieures à celles du témoin, et ce pour l'ensemble des paramètres étudiés, à l'exception du nombre d'épillets stériles/épi, pour lequel tous les génotypes testés ont enregistré des valeurs inférieures à celle du témoin.

Quelques uns des génotypes testés V3, V4, V8, V9 et V10 ont montré une grande sensibilité à l'oïdium, alors que d'autres V2, V3, V4, V5, V6, V14 et V15 ont montré une sensibilité élevée par rapport au témoin, à l'égard de la rouille brune ; et enfin V14 et V15, ont montré une sensibilité élevée à la tache auréolée, quant à V7 elle a montré une grande sensibilité à la verse.

Tableau 64 : Tableau récapitulatif des résultats pour les différents génotypes du blé dur

Paramétrés Variétés	Nombre De plants par m ²	Nombre de Talles herbacées par Plant	Nombre De Talles épis Par Pant	Hauteur De la plante	Longueur de l'épi	Nombre de Plants Par m ²	Nombre D'épillets fertiles	Nombre D'épillets stériles	Nombre de grains par épis	PMG	RDT	Maladie			verse
												O	R	T	
V1															
V2	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	AB	AB
V3	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	AB	AB
V4	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	AB	+
V5	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	-	+	AB	AB
V6	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	AB	+
V7	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	AB	+
V8	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	AB	+
V9	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	AB	+
V10	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	AB	+
V11	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+
V12	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	+	+
V14	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	AB	AB
V15	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+

O : oïdium R : rouille Brune T : tache auréolé AB : Absence

Tableau 65 : Tableau récapitulatif des résultats pour les différents génotypes du blé tendre

Paramétrés Variétés	Nombre de plant Par m ²	Nombre de Talles herbacées Par plant	Nombre De talles épis par plant	Hauteur De la plante	Longueur de l'épi	Nombre de plants par m ²	Nombre D'épillets fertiles	Nombre D'épillets stériles	Nombre de grains par épis	PMG	RDT	Maladies			verse
												O	R	T	
V1															
V2	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	AB	AB
V3	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	AB	AB
V4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	AB	-
V5	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	AB	AB
V6	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	AB	AB
V7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	AB	-
V8	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+
V9	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	AB	AB
V10	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	AB	-
V11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	AB	-
V12	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	AB	-
V13	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	AB	+
V14	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	AB	AB
V15	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-

O : oïdium R : rouille Brune T : tache auréolé AB : Absence

A la lumière de ces résultats nous pouvons conclure que les génotypes V5, V6, V7, V14 et V15 ont de grandes potentialités morphologiques et agronomiques désirées par les sélectionneurs, ils sont probablement capables de s'adaptés aux conditions climatiques des régions sub-humides, mais le génotype V7 avec sa grande hauteur est sujet à la verse et tous ces génotypes sont moyennement résistants aux maladies.

-Pour le blé tendre, Sur le point de vue précocité la majorité des génotypes étudiés sont tardif par rapport au témoin sauf les génotypes V5 V3 V10 et V11 qui sont précoce par rapport au témoin

Pour ce qui est des paramètres agronomiques, la totalité des génotypes ont affiché des valeurs supérieures à celles du témoin, et ce pour l'ensemble des paramètres étudiés, à l'exception du nombre d'épillets fertiles/épi, pour lequel les génotypes V2, V10 V13, et V14 ont enregistré des valeurs inférieures à celle du témoin, et aussi pour le paramétré du nombre d'épillets stériles /épi ou les génotypes V12, V14 V13, et V15 ont affiché des valeurs inférieures à celle du témoin.

Il est aussi a noté que quelques-uns des génotypes testés V11, V14, V13 ont montré une grande sensibilité à l'oïdium, et il a été observé que V14, V13 ont aussi montré une sensibilité élevée par rapport au témoin, à l'égard de la rouille brune ; enfin V15, a montré une sensibilité élevée à la tache auréolée,

A l'issu de ces résultats nous pouvons conclure que les génotypes V15, V5, V7, V12 et V11 ont de grandes potentialités morphologiques et agronomiques désirées par les sélectionneurs, ils sont probablement capables de s'adaptés aux conditions climatiques des régions sub-humides, mais tous ces génotypes sont moyennement résistants aux maladies.

Il est, à signaler que cette campagne par ses conditions climatiques exceptionnelles (hiver doux et printemps pluvieux) a favorisé le développement, et l'expression des potentialités génétiques des génotypes du blé tendre, plus ce que celle du blé dur sur le plans morphologiques et agronomiques ; aussi les génotypes de blé dur ont montré une plus grande sensibilité aux maladies que les génotypes du blé tendre.

En perspectives, il serait intéressant d'élargir l'étude sur d'autres lignées de blé dur et de blé tendre, et dans des différentes conditions agroclimatiques du pays, et procéder à des tests d'inoculation dans des conditions contrôlées (laboratoire ou serre), pour mieux connaître le comportement des lignées testées à l'égard des maladies et des stress les plus prévalents en Algérie.

Résumé

Dans le but, de sélectionner les meilleurs génotypes à introduire dans le programme de multiplication de semence, en vue de les inscrire au catalogue national.

Le présent travail a pour objectif de tester, puis de déterminer les potentialités de 13 génotypes de blé dur et 14 génotypes de blé tendre, dans des conditions pédoclimatiques propre à la zone sub-humide de la région de Guelma

Un certain nombre de paramètres ont été estimés : morphologiques et agronomiques, en plus de leur comportement à l'égard des maladies.

Les résultats obtenus montrent que les génotypes V5, V6, V14 et V15 pour le blé dur et V15, V5, V7, V12 et V11 pour le blé tendre ont de grandes potentialités morphologiques et agronomiques recherchés par les sélectionneurs, cependant tous ces génotypes testés ont montré une sensibilité aux maladies cryptogamiques.

Mots clé : blé dur , blé tendre, sélection, caractéristiques, rendement,

Abstract :

In the purpose, to select the best genotypes to be introduced into the program of multiplication (increase) of seed, to register them on the national catalog.

The present work has for objective to test, then to determine the potentialities of 13 genotypes of durum wheat and 14 genotypes of common wheat, in pedoclimatic conditions appropriate (peculiar) to the zone sub-wet of the region of Guelma

A number of parameters were estimated (esteemed): morphological and agronomic, besides their behavior towards the diseases.

The obtained results (profits) show that genotypes (V5, V6, V14 and V15) for the durum wheat and (V15, V5, V7, V12 and V11) for common wheat looked for big morphological and agronomic potentialities by the selector however, all these genotypes tested

Keywords: durum wheat, common wheat, selection, characteristics, yield (efficiency),

بهدف توسيع قائمة أصناف نبات القمح المزروعة في الجزائر, و باستغلال الظروف الزراعية و المناخية لمنطقة قالمة , قمنا بدراسة مقارنة بين سلوك 13 أنواع جينية من القمح الصلب و 14 أنواع جينية من القمح اللين.

ارتكزت الدراسة على عدة معايير فيزيولوجية و مورفولوجية و زراعية ثم دراسة سلوك الأصناف اتجاه الأمراض.

أظهرت النتائج المتحصل عليها ما يلي:

الأصناف الجينية (V5, V6, V14 et V15) من القمح الصلب, و الأصناف (V15, V5, V7, V11 et V12) من القمح اللين لها قدرات و خصائص كبيرة مورفولوجية و مردودية زراعية مطلوبة من طرف الباحثين بهدف الانتقاء.

و بالمقابل أظهرت جميع الأنواع الجينية المدروسة حساسية مرتفعة للأمراض الفطرية.

المفتاح: القمح الصلب, القمح اللين, الانتقاء, الخصائص, المر دودية.

Références bibliographiques

-**Abdelguerfi A., Laouar M., 2000.** Les ressources génétiques des blés en Algérie : passé, présent et avenir. In “Blé 2000... Enjeux et Stratégie”, Actes du 1er Symposium International sur la Filière Blé, OAIC, Alger, 7-9/02/2000. 133-148.

-**Allioui N., 1997.** Étude de quelques altérations physiologiques et biochimiques causées par la rouille brune du blé « *Puccinia recondita* f.sp. *tritici* » chez le blé dur « *Triticum durum* Desf. » thèse de magister en biologie végétale, option écotoxicologie végétale, université Badji Mokhtar Annaba : 150 p.

--**Allioui N., 2015.** Structure et diversité génétique d'une population algérienne de l'agent causal de la septoriose du blé (*Zymoseptoria tritici* / *Mycosphaerella graminicola*) Thèse de Doctorat en biologie végétale, option phytopathologie, département biologie. Université Badji Mokhtar, Annaba.

-**Aouali S., Douici-Khalfi A., 2009.** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.

Anonyme, 2008 principaux stades repères de la végétation en céréales. Disponible sur www.gembloux.ulg.ac.be/phytotechnie-temperee/pic/Stades.pdf (20/02/2018)

-**Anonyme, 2011.** La culture intensive du blé, 3eme Edition actualisée, ITGC, DFRV, Alger : 31p.

Anonyme a, 2015. bulletin des variétés de céréales autogames. eddi C.N.C.C. Alger. 255p :122-123 et 92-93.

-**Anonyme b, 2015.** Le tallage : les prémices des futurs épis, l'école des céréales. Disponible sur <http://www.lecoledescereales.fr/les-actualites/le-tallage-les-premices-des-futurs-epis> (Consulté 06/05/2018)

- Arvalis, 2017.** Elaboration du rendement des céréales. Disponible sur <https://www.arvalis-infos.fr/comment-s-elabore-le-rendement--@/view-16191-arvarticle.html> ((Consulté 15/03/2018)
- Batel Y., 2003.** Itinéraires techniques des grandes cultures dans les zones sublittorales d'Ain Defla et Chelef, brochure ITGC ,6p
- Benbelkacem A., 1991.** études de l'adaptation variétales des céréales cultivées en Algérie sous différentes condition agro –écologiques, *céréaliculture* n 27, edd I.T.G.C , 33p : 10-13.
- Benbelkacem A., Kellou K., 2000.** Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie. Zaragoza : CIHEAM Option Méditerranéenne : Série A. Séminaires Méditerranéens, n. 40 : 105-110.
- Bendif N., 1994.** La situation actuelle des maladies des céréales en Algérie. I.T.G.C. (Algérie). *Rev. Céréaliculture* 27. 9-12.
- Bendif N., 1994.** Guide de champ. Identification des maladies et des insecte des céréales prévalent dans l'est de l'algérie.edd ITGC :25p
- Bendif N., 2017** .l'itinéraire technique du blé ? Cours de formation programme P.R.C.P. Document interne ITGC.
- Ben Salem M ., Zid E., 1995.**Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 16(3) :225-229.
- Boufenar-zaghoun F., Zaghoun O., 2006.** Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine), 1er édition, ITGC, Alger : 154p.
- Boulal H., Zaghoun O., El Mouradi M. , 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie) :175p
- Boyeldieu J. ,1997** . Blé tendre - Techniques Agricoles Fascicule n°2020.360p.

-Cavalier M., Maroquin C. et Steyer S., 1992. Les maladies des céréales : Fiches signalétiques, station de phytopathologie Gembloux : 26p.

- Cauwel B., Verjux N., Bonin G., 2000. Protocole de suivi d'essais comparant des variétés de céréales à paille d'hiver en conduite biologique, diffusion : ITAB Institut Technique de l'Agriculture Biologique

-Chadouli, A., Djane-hamed, M., 2015. L'irrigation d'appoint du blé. Revu ITGC : 14p.

-Dekkiche, N., Seba S., 2001. Cartographie et caractérisation morpho-pédologique des ferme de démonstration et production de semence de l'I.T.G.C, par l'utilisation du SIG : 22p.

-Deswarte J., 2018. Comment s'élabore le rendement des céréales, Les essentielles d'Arvalis Disponible sur <https://www.arvalis-infos.fr/comment-s-elabore-le-rendement--@/view-16191-arvarticle.html> (Consulté le 10/06/2018).

-Douici-Khalfi A.,2013 enquête sur les principale maladies fongiques des blés à travers l'Algérois, Céréaliculture N° 57 :68p.

-Ezzahiri B., 2001. Les maladies du blé Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA 77, 4p.

-Feillet P., 2000. Le grain de blé composition et utilisation éditions INRA.307P :20-31

-Ghalem-Djender Z.,Boukhousa N., Yalaoui.Yaci N., 2013. Réparation des variété de céréales à paille au niveau des zones agro-écologique, Céréaliculture N° 67 .edd ITGC .69p :29-41.

-Hadouche L., Mekliche I., 2004.étude comparative entre quelques populations de blé dur. Céréaliculture N° 50. edd I.T.G.C .50p :10-15

-Hamadache A., 2001. Stades et variétés de blé, document de vulgarisation, ITGC, DFRV, Alger, 22p.

-Hamadache A., 2013. Grande cultures : principaux itinéraires techniques des principales espèces de grandes cultures pluviales cultivées en Algérie et en Afrique du nord (agriculture conventionnelle), le blé, Tome 1, 1^{er} édition : 256p.

-Hennouni N., 2012. Evaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*Triticum durum Desf*) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de plantes traitées avec un fongicide (ARTEA EC 330) Thèse de Doctorat en biologie végétale, option phytopathologie, département biologie. Université Badji Mokhtar, Annaba.

-Houassine D. et Seba S., 2011. Analyse des déficits pluviométriques dans la région de Guelma, céréaliculture n 57, edd I.T.G.C , 68p : 33-45.

-Laala Z., 2009. Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum Desf.*) sous conditions semi-arides. Mémoire de magister, Dépt. Agronomique. Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif.

-Laffont J.M. les maladies des céréales et du Maïs. Edd AGRI-NATHAN :95

-Lounes A., Guerfi Y., 2011Contribution à l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur en vue de leur inscription au catalogue officiel national. Mémoire d'ingéniera, option phytotechnie, université de Tizi ouzou

-MAACHI L., 2005 : Etude de comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla : Evaluation de l'efficience de l'irrigation et de la fertilisation azotée, Thèse., Ing, agro, Sah. ITAS, Ouargla, 91p.

-M.A.D.R, D.S.A Guelma, 2018. Série B de statistiques documents internes.

-Marc J., 2013. Orge, avoine, blé, seigle, comment les reconnaître Disponible sur petanielle.org/public/Ble_orge_avoine_seigle_octobre_2013.pdf (consulté le 07/01/2018)

-Mazoyer M., 2002. La rousse agricole : le monde agricole au XXI^e siècle, la rousse, 767 p : p98-99.

-Mehenni O., 2018. Production de blé : l'Algérie a un manque à gagner de 14 millions de quintaux disponible sur <https://www.algerie-eco.com/2018/02/13/production-de-ble-lalgerie-a-manque-a-gagner-de-14-millions-de-quintaux/>.<https://www.algerie-eco.com/2018/02/13/production-de-ble-lalgerie-a-manque-a-gagner-de-14-millions-de-quintaux/> (consulté le 15/05/2018)

-Mekaoussi R . , 2015 Etude de comportement variétal du blé dur (*Triticum durum* Desf.) vis-à-vis de *Rhopalosiphum maidis* (Homoptera : Aphididae) dans la région de Batna en vue de l'amélioration de la plante. Thèse de magistère en sciences agronomiques. Université de Batna.127p

-Nasraoui B., 2008. Principales maladie fongiques des céréales et des légumineuses alimentaire en Tunisie. eddi CUT : 129P.

-Sadli F. ,1993. La qualité technologique et biochimique des blés cultivés en Algérie, céréaliculture revue n 26, ITGC, Alger.28p

-Sayoud R.,1987. Les maladies des céréales Céréaliculture, n°17, ITGC, Alger, 30p : 20-22

-Sayoud R., Ezzahiri B., Bouznad Z., 1999. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. Edd. I.T.G.C., Alger. 64 p

-Slama A , Ben Salem M ,Zid E, 2005 . Les céréales enTunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Science et changements planétaires/Sécheresse, 16(3) :225-229

-Soltner D., 1999. Les grandes productions végétales, 19 éditions, sciences et techniques agricoles : 464p.

-Tellah S., 2007. Etude comparative de 20 lignées de blé tendre (*Triticum aestivum*) par rapport aux paramètres de la production et de tolérance aux maladies. Céréaliculture, n°47, ITGC, Alger 51p : 24-29.

-Yalloui-yaici N., Ghalem Y., Kaci A. ,2013. Développement des cultures céréalières en Algérie : suivi-évolution. Céréaliculture, n°61, ITGC, Alger : 05-22

-Yalloui-yaici N., Seba N., Dekkiche N ,2006. Analyse des conditions climatiques de la campagne agricole 2004-2005 en Algérie : suivi-évolution. Céréaliculture, n°46, ITGC, Alger ,50p: 04-09

-Zaghouane O., Abdellaoui Z., El mourid M., 2015. L'agriculture de conservation et perspectives de développement du semis direct dans les systèmes de production céréalières, une nouvelle expérience en Algérie : 207p.

- **Zillinsky F.J., 1983.** Les maladies des céréales à paille. Guide d'identification. Edd. CIMMYT. Mexico. 142p.

Liste des sites et page web

[1] :<http://www.agritechservice.com/news/8-news/565-ble-stades-cles-de-la-protection-fongique-2>

[2] : <https://tice.agroparistech.fr/coursenligne/.../showinframes.php?.../feekes..>

[3] :<https://earth.google.com/web/@36.4605752,7.4477059,252.50399981a,829.80165459d,35y,0h,45t,0r/data=CgAoAq>

Annexe A : Les principales maladies fongiques du blé en Algérie

Nom	Agent causal	Organe touché	Description de la maladie	Moyen de lutte	Références
Caries	<i>Tilletia caries</i> <i>Tilletia foetida</i>	Grain	Grain vert olive, remplis de spores noires à odeur de Poisson pourri. Epi ébouriffé. Contamination Par la semence et par le sol. L'agent causal se conserve dans la semence est se développe a des températures entre 5-15°C	Rotation des cultures. Traitement de semences. (Soltner, 1999)	(Ezzahiri, 2001) (Nasraoui, 2008) Aouali ; Douici-Khalifi, (2009)
Charbon nu	<i>Ustilago tritici</i>	L'épi	Epis noir, épillets transformés en amas de spores brun olive foncé à noir. le contenu de la graine est remplacé par une masse de spores noires Maladie se conserve dans la semence et se développe à des températures de 16-22°C		(Nasraoui, 2008) Aouali ; Douici-Khalifi, (2009)
Les rouilles	Rouille brune <i>Puccinia recondita</i> sp <i>tritricina</i>	Feuilles (faces supérieure)	Pustules circulaires orange à brunes foncé. Se développent à température modérée de 20-25	Rotation des cultures. Variétés résistantes. Traitements fongicides en végétation (épiaison) (Soltner, 1999)	(Zillinsky, 1983) (Allioui, 1997) (Bendif, 2008)

	Rouille jaune <i>Puccinia striiformis</i>	Feuilles Epis et grains	Pustules globuleuses de couleur jaune ou orange disposé en stries le long des nervures de la feuille		(Zillinsky, 1983) (Aouali et Douici-Khalifi, 2009)
	Rouille noire <i>Puccinia graminis</i>	Feuilles Epis et grains	Pustules plus longues que celles de la rouille brune à marron foncé		(Zillinsky, 1983) (Laffont, 1985) (Aouali et Douici-Khalifi, 2009)
Les septorioses	Forme conidienne : <i>Septoria tritici</i> Forme sexuée : <i>Mycosphaerella graminicola</i>	Feuilles	Progression de la maladie des feuilles du bas vers le haut Taches allongées de taille variable, sur les nécroses se développe des fructifications (pycnides) qui ont un aspect de point noir. Se développe au cours des hivers doux et humidité très élevé.	Rotation des cultures. Traitement des semences. Traitement fongicides en végétation (montaison - épiaison). (Soltner, 1999)	(Zillinsky, 1983) (Cavelier et al ; 1992) ((Ezzahiri, 2001) (Bendif, 2008) (Aouali et Douici-Khalifi, 2009)

	<p>Forme conidienne : <i>Septoria nodurum</i></p> <p>Forme sexuée : <i>Leptosphaeria nodorum</i></p>	Feuilles et épis.	<p>Tache ovale ou lenticulaires brunes entouré parfois de chlorose jaune, les pycnides sont de couleur brun clair moins que celle de la <i>Septoria tritici</i></p> <p>Se développe au cours des hivers doux et humidité très élevée</p>		
<p>Helminthosporiose (tan spot) Ou tache auréolée</p>	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>	Feuilles	<p>taches chlorotiques et nécrotiques sur les limbes des feuilles jeunes ou adultes. Présence de tache ovoïde bordé d'un liséré chlorotique devenant brun ; au centre de la tache se trouve toujours un point brun foncé. se développe à des températures entre 18 et 28°C, l'humidité favorise la sporulation.</p>	<p>Variétés résistantes. Traitement de semences. Traitement fongicides en végétation (montaison – épiaison) (Soltner, 1999)</p>	<p>(Zillinsky, 1983) ; (Laffont, 1985) ; (Bendif, 2008) ;(Aouali et Douici-Khalifi, 2009)</p>
<p>Oïdium <i>Erysiphe graminis</i></p>		Gaines Feuilles Glumes	<p>Duvet blanchâtre ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales la sporulation se fait à des températures comprises entre 05 à 30°C. le développement de la maladie se fait à des températures entre 15 et 22°C combiné à un semis dense et un reliquat d'azote élevé</p>	<p>Rotation des cultures. Variétés résistantes. Traitement fongicides en végétation (montaison - épiaison)</p>	<p>(Bendif, 2008) (Aouali et Douici-Khalifi, 2009)</p>
<p>Pourriture racinaire ou du pied</p>	<i>Fusarium culmorum</i> <i>Fusarium graminearum</i>	Racines Collet	<p>Fontes de semis, Dessèchement des jeunes plants, Taches nécrotiques ou noirâtre sur le collet, et les racines. L'apparition d'épis blanc prématurée improductifs. maladie favorisée par les sols secs et températures élevées.</p>	<p>Traitement fongicide de la semence. Semis précoce Rotation des cultures Variétés résistantes (Soltner, 1999)</p>	<p>(Cavelier et al ; 1992) (Ezzahiri, 2001) Aouali et Douici-Khalifi, (2009)</p>

La fusariose de l'épi	<i>Fusarium roseum</i>	Epis	Dessèchement précoce. Echaudage. Les grains contaminés sont toxiques	Rotation des cultures. Bonne préparation du sol avec enfouissement léger des matières organiques. Traitement des semences. Traitement fongicides en végétation (montaison-épiaison) (soltner,1999)	(Zillinsky, 1983) (Nasraoui, 2008)
Piétin-échaudage	<i>Gaeumannomyces graminis</i>	Racines Collet	pourriture sèche au niveau des racines et de la base des tiges qui prennent une couleur brun foncé à noire. L'apparition d'épis blanc prématurée improductifs. présence de foyers caractéristiques dans le champ Un temps humide et des températures entre 10 et 20 °C sont favorables à cette maladie	Rotation des cultures. Réduire la densité du semis Éliminer le cheindent (inoculum primaire)	(Zillinsky, 1983) (Bendif, 2008)
Piétin-verse	<i>Pseudocercospora herpotrichoides</i>	la gaine	taches elliptiques et des points noirs sur la face interne de la gaine, tache elliptique avec une bordure floue de couleur brune au niveau des entrenœuds, Les lésions provoquées par cette maladie la verse. le développement de la maladie se fait à des températures 10-25°C.	Rotation des cultures.	(Zillinsky, 1983) (Nasraoui, 2008)