



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présentée par : Ammari Naima

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES ET BIOTECHNOLOGIES

Thème

***Contribution à l'étude du comportement phéno-
morphologique de quelques variétés de blé dur (Triticum
durum) cultivées dans la wilaya de Laghouat.***

Jury de soutenance :

Noms et Prénoms	Grade	Qualité
Mlle. Zaza M	Maître assistance B	Président
Mr. Ait Salah B	Maître assistant A	Examineur
Mr. Moulai A	Maître assistant A	Rapporteur
Mr. Mekoudi M	Maître assistant A	Co-rapporteur

Promotion : Septembre - 2017

عنوان المذكرة : المساهمة في دراسة السلوك الفينومورفولوجي لبعض أصناف القمح الصلب التي زرعت في ولاية الأغواط.

المؤطر: مولاي عادل

الإسم: نعيمة

اللقب : عماري

ملخص: وقد أجريت التجربة خلال حملة 2017/2016، على مستوى عملية زراعية في مرحلة مناخية جافة. وتركز الدراسة على تمييز تنوع الأصناف وتحديد الإمكانيات الجينية من خلال دراسة السلوك المظهري والمورفولوجي لأربعة أنواع من القمح الصلب، بما في ذلك صنف محلي، Chen's vitron، semeto. من أجل تسليط الضوء على التعبير الجيني للأصناف في البيئة القاحلة وتحديد أفضل النمط الوراثي. أظهر التحليل الإحصائي للنتائج أن هناك تأثيرا في الصنف على معظم المعاملات المدروسة وهي ارتفاع الساق وطول عنق السنبل وطول لحية السنبل وعدد الإجمالي للسنبلات، وعدد الحبوب الخصبة بالنسبة للسنبل، ووزن ألف حبة. أظهرت دراسة الارتباط وجود علاقة بين ارتفاع الساق ووزن ألف حبة، طول السنبل ووزن ألف حبة، وعدد السنبلات الكلي بالنسبة لعدد السنبلات الخصبة. وتظهر النتائج الفينولوجية أن أصناف Chen's، Simeto، و Vitron هي أصناف شبه مبكرة، و الصنف المحلي في وقت متأخر. **كلمات مفتاحية:** القمح الصلب، السلوك، الصنف، المورفولوجية، الفيزيولوجية.

Memory title Contribution to the study of the phenomorphological behavior of some varieties of durum wheat (*Triticum durum*) grown in the wilaya of Laghouat.

First name : Naima

Name : AMMARI

Directed by : MOULAI. A

Abstract: The experiment was carried out during the 2016/2017 campaign, at the level of an agricultural operation under a dry climatic stage. The study focuses on the valorization of varietal diversity and the identification of genetic potentialities by studying the phenotypic and morphological behavior of four varieties of durum wheat, including Paysane, Simeto, Vitron and Chen's. In order to highlight the genetic expression of varieties in the arid environment and to determine the best genotype.

The statistical analysis of the results shows that there is an influence of the variety on most of the parameters studied, namely the height of the stem, the length of the spike, the length of the barbs, the number of total spikelets per ear, the number of fertile grains per ear, and the weight of one thousand grains.

The correlation study shows that there is a relationship between stem height and PMG, spike length and PMG, and the number of total spikelets in relation to the number of fertile spikelets.

The phenological results show that the varieties chen's, simeto, and vitron are semi-early varieties, and the paysane variety is a late variety.

Key words: durum wheat, behavior, variety, morphology, physiology.

Titre du mémoire : Contribution à l'étude du comportement phéno-morphologique de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum*) cultivées dans la wilaya de Laghouat .

Nom : AMMARI

Prénom : Naima

Encadreur : MOULAI. A

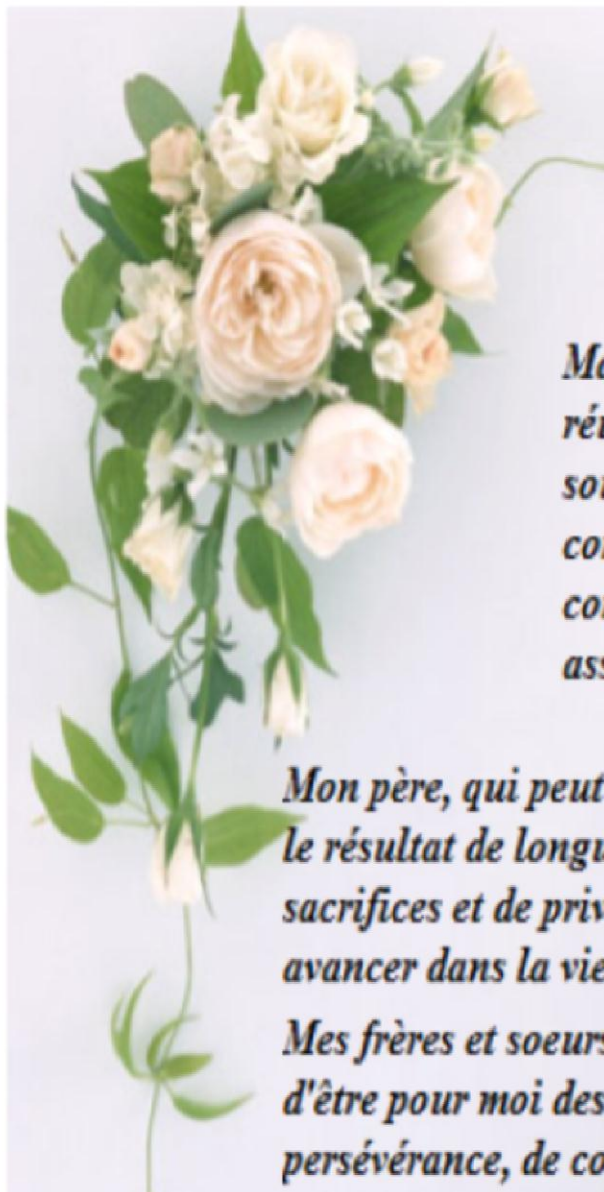
Résumé : L'expérimentation a été réalisée durant la campagne 2016/2017, au niveau d'une exploitation agricole sous un étage climatique aride. L'étude porte essentiellement sur la valorisation de la diversité variétale et une identification des potentialités génétiques par l'étude du comportement phénotypiques, morphologiques de quatre variétés du blé dur dont paysane, Simeto, Vitron, et Chen's. Afin de mettre en évidence l'expression génétique des variétés dans le milieu aride et de déterminer le meilleur génotype.

L'analyse statistique des résultats montre qu'il existe une influence de la variété sur la plus part des paramètres étudiés à savoir la hauteur de la tige, la longueur de col de l'épi, la longueur des barbes, nombre d'épillets totaux par épi, le nombre de grains fertiles par épi et le poids de mille grains.

L'étude de corrélation montre qu'il ya une relation entre la hauteur de la tige et le PMG, la longueur de l'épi et le PMG, et le nombre d'épillets totaux par rapport au nombre d'épillets fertiles.

Les résultats phénologiques montrent que les variétés chen's, simeto, et vitron sont des variétés semi-précoces, et la variété paysane est une variété tardive.

Mots clés : blé dur, comportement, variété, morphologique, physiologique.



Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents

Ma mère, qui a oeuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie.

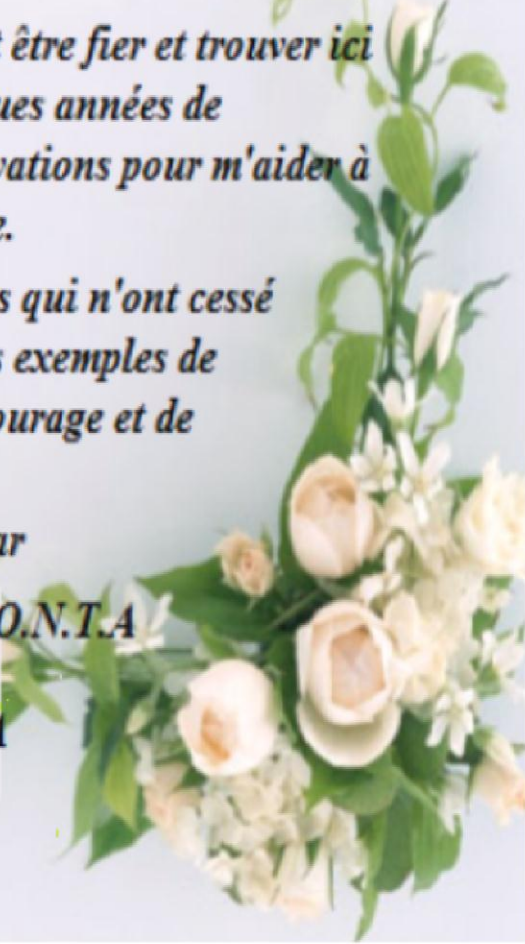
Mes frères et soeurs qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

Mon fils Tahar

Mes collègues de travail O.N.T.A

surtout KADIDJA

NAIMA



Remerciements

Avant tout, je remercie ALLAH tout puissant de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donnée la volonté, la force, le courage pour terminer ce travail;

J'adresse l'expression de mes vives gratitudee et respects à mon encadreur monsieur Moulai Adel

Enseignants au département d'agronomie à l'université Amar Télidji à Laghouat, pour son soutien, pour ses conseils utiles et sa gentillesse et pour sa disponibilité ;

J'adresse tous mes remerciements à mon co-encadreur Monsieur Mekoudi Mourad.

Je tiens à remercier les membres de jury : Mr Ait Salah.B et Mlle Zaza.M accepté de juger ce travail.

A nos enseignants de départements d'Agronomie à l'Université de Laghouat pour leurs efforts et aides durant tous mon cursus universitaires.

Je ne pourrais finir ces remerciements sans penser à tous mes amis et collègues qui ont contribué à la réalisation de ce travail d'une dimension humaine inestimable .

Enfin, nous tenons à remercier tous ceux et celles qui ont apporté leur aide ou contribution de près ou de loin afin de mener à bien ce modeste travail.

TABLE DE MATIÈRES	
RÈSUMÉ	I
DÉDICACES	III
REMERCIEMENTS	IV
TABLE DE MATIÈRES	V
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES FIGURES	X
LISTE DES ABRÉVIATIONS	XI
INTRODUCTION	1
Partie I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	
Chapitre I : Poids et importance du blé	3
1. Situation économique.....	3
1.1 Importance du blé dur dans le monde	3
1.2 Importance du blé dur en Algérie	3
1.3 Principales variétés cultivées en Algérie.....	6
2. Biologie et cycle de la culture du blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.).....	8
2.1 Historique et origine de blé	8
2.2 Classifications botaniques de blé.....	9
2.3 La morphologie du blé dur.....	9
2.4 Le cycle de développement du blé dur.....	10
2.4.1 La période végétative.....	10
2.4.2 La période reproductrice.....	11
2.4.3 La période de formation et de maturation du grain.....	11
2.5 Les exigences de blé.....	13
2.5.1 Le sol.....	12
2.5.2 Le climat.....	13
2.5.3 La fertilisation.....	13
2.6 Les principales maladies de blé dur.....	14
2.6.1 Les principales maladies cryptogamiques.....	14

2.6.2 Les principaux ravageurs sur blé dur.....	16
Chapitre II: Amélioration et Sélection de blé dur	18
1. La création variétale.....	18
1.1 La création du matériel de départ	18
1.1.1 Hybridations.....	18
1.1.2 La sélection récurrente.....	19
1.1.3 Mutagenèse.....	19
1.1.4 Le génie génétique	19
1.2 Les biotechnologies et la création variétale chez le blé	19
1.2.1 L'haplo diploïdisation	19
1.2.2 Androgenèse (culture d'anthers)	20
1.2.3 Gynogenèse (culture d'ovaire)	20
2. La sélection de blé dur	20
2.1 Sélection dans des populations hétérogènes.....	20
2.1.1 La sélection massale.....	20
2.1.2 Sélection généalogique.....	20
2.2 Sélection dans des populations homogènes.....	21
2.2.1 Sélection par méthode de Bulk	21
2.2.2 Sélection par méthode SSD (Single Seed Décent).....	21
2.2.3 Sélection conservatrice.....	22
2.3 Critères de sélection.....	22
2.3.1 Sélection au niveau agronomique.....	23
2.3.2 Sélection sur le plan qualitatif	25
Partie II : PARTIE EXPÉRIMENTALE	
Chapitre III : Matériels et méthodes	27
1. Présentation de la région d'étude.....	27
1.1 Situation géographique.....	27
1.2 Climat.....	27
1.2.1 Pluviométrie.....	28

1.2.2 Température.....	28
1.2.3 Humidité.....	29
2. Protocole expérimental.....	29
2.1 Le matériel végétal.....	29
2.2 L'élaboration de plan d'expérience.....	30
2.3 Démarche d'analyse et d'interprétation statistiques.....	32
3. Présentation des paramètres étudiés.....	32
3.1 Paramètres morphologiques.....	32
3.1.1 Nombre de plantes levées par mètre carré.....	32
3.1.2 Nombre des talles par plant.....	33
3.1.3 Hauteur de la tige.....	33
3.1.4 Longueur du col de l'épi.....	34
3.1.5 Longueur de l'épi.....	34
3.1.6 Longueur des barbes.....	35
3.1.7 La surface foliaire (SF).....	35
3.2 Composante de rendement.....	36
3.2.1 Le nombre d'épis par mètre carré.....	36
3.2.2 Le nombre d'épillets totaux par épi.....	36
3.2.3 Le nombre d'épillets fertiles par épi.....	36
3.2.4 Le nombre d'épillets stériles par épi.....	36
3.2.5 Nombre de grain par épi.....	36
3.2.6 Le poids de mille grains (PMG).....	36
3.2.8 Le rendement réel.....	37
4. Paramètres phénologiques.....	37
Partie III : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
Chapitre IV : Résultats et discussions	38
1. Étude des paramètres morphologiques.....	38
1.1 Nombre de plantes levées par mètre carré.....	38
1.2 Nombre des talles par plant.....	39

1.3 Hauteur de la tige.....	40
1.4 Longueur du col de l'épi.....	41
1.5 Longueur de l'épi.....	43
1.6 Longueur des barbes.....	44
1.7 La surface foliaire (SF).....	45
2. Composante de rendement.....	47
2.1 Le nombre d'épis par mètre carré.....	47
2.2 Le nombre d'épillets totaux par épi.....	48
2.3 Le nombre d'épillets fertiles par épi.....	49
2.4 Le nombre d'épillets stériles par épi.....	50
2.5 Nombre de grain par épi	51
2.6 Le poids de mille grains (PMG).....	53
2.8 Le rendement réel.....	54
3. Etude de corrélation.....	55
3.1 Corrélation entre la hauteur de la tige et le PMG.....	55
3.2 Corrélation entre la longueur de l'épi et le PMG.....	56
3.3 Corrélation entre la longueur de la barbe et le PMG.....	57
3.4 Corrélation entre le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets fertiles..	57
3.5 Corrélation entre le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets stériles.	58
4. Paramètres phénologiques.....	59
CONCLUSION	61
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	63
ANNEXES	71

LISTE DES TABLAUX	
Tableau 01 : Les régions céréalières et principales variétés de blé dur recommandées.....	07
Tableau 02 : Les variétés homologuées.....	08
Tableau 03 : Les principales maladies cryptogamiques.....	14
Tableau 04 : Les principaux ravageurs sur blé dur.....	16
Tableau 05 : Quelques caractéristiques climatiques de la commune de Laghouat et ses environs durant la campagne de la culture de blé.....	27
Tableau 06 : Précipitation moyennes mensuelles de la région de Laghouat en (mm), période (2002-2015).....	28
Tableau 07 : Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat, période (20015-2016).....	28
Tableau 08 : Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat, période (2015-2016)....	29
Tableau 09 : Principales caractéristiques des variétés étudiées.....	29
Tableau 10 : Les résultats relatifs au nombre de plantes levées par mètre carré.....	38
Tableau 11 : Les résultats relatifs au nombre de talles par plant.....	39
Tableau 12 : Les résultats relatifs à la hauteur de la tige.....	40
Tableau 13 : Les résultats relatifs de la longueur du col de l'épi.....	41
Tableau 14 : Les résultats relatifs de la longueur de l'épi.....	43
Tableau 15 : Les résultats relatifs de la longueur des barbes.....	44
Tableau 16 : Les résultats relatifs de la surface foliaire.....	45
Tableau 17 : Les résultats relatifs de nombre d'épis par mètre carré.....	47
Tableau 18 : Les résultats relatifs au nombre d'épillets totaux par épi.....	48
Tableau 19 : Les résultats relatifs au nombre d'épillets fertiles par épi.....	49
Tableau 20 : Les résultats relatifs au nombre d'épillets stériles par épi.....	50
Tableau 21 : Les résultats relatifs au nombre de grains par épi.....	52
Tableau 22 : Les résultats relatifs au poids de mille grains.....	53
Tableau 23 : Les résultats relatifs au rendement réel.....	54
Tableau 24 : Les dates des stades phénologiques des variétés.....	59

LISTE DES FIGURES	
Figure 01 : Localisation des zones céréalières en Algérie.....	05
Figure 02 : Les superficies emblavées et récoltées en blé dur en Algérie Bilan de la campagne céréalière 2014/2015.....	05
Figure 03 : Rendement en blé dur ces dernier ces cinq dernières années.....	06
Figure 04: Origine génétique du blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.).....	09
Figure 05 : Les différents stades de développement du blé.....	12
Figure 06 : Principaux accidents climatiques au cours du développement du blé.....	13
Figure 07 : Schéma de dispositif expérimental.....	31
Figure 08: Le dispositif expérimental.....	32
Figure 09 : Nombre de plantes levées par mètre carré.....	33
Figure 10: Nombre des talles par plant.....	33
Figure 11: Hauteur de la tige.....	34
Figure 12: Longueur du col de l'épi.....	34
Figure 13: Longueur de l'épi.....	35
Figure 14: Longueur des barbes.....	35
Figure 15: Nombre d'épis par mètre carré.....	36
Figure 16: Poids de mille grains.....	37
Figure 17: Rendement réel.....	37
Figure 18 : Les résultats relatifs au nombre de plantes levées par mètre carré.....	38
Figure 19 : Les résultats relatifs au nombre de talles par plant.....	39
Figure 20 : Les résultats relatifs à la hauteur de la tige.....	40
Figure 21 : Les résultats relatifs de la longueur du col de l'épi.....	42
Figure 22 : Les résultats relatifs de la longueur de l'épi.....	43
Figure 23 : Les résultats relatifs de la longueur des barbes.....	44
Figure 24 : Les résultats relatifs de la surface foliaire.....	46
Figure 25 : Les résultats relatifs de nombre d'épis par mètre carré.....	47
Figure 26 : Les résultats relatifs au nombre d'épillets totaux par épi.....	48
Figure 27 : Les résultats relatifs au nombre d'épillets fertiles par épi.....	50
Figure 28 : Les résultats relatifs au nombre d'épillets stériles par épi.....	51
Figure 29 : Les résultats relatifs au nombre de grains par épi.....	52
Figure 30 : Les résultats relatifs au poids de mille grains.....	53
Figure 31 : Les résultats relatifs au rendement réel.....	55
Figure 32 : Corrélation entre la hauteur de la tige et le PMG	56
Figure 33 : Corrélation entre la longueur de l'épi et le PMG	56
Figure 34 : Corrélation entre la longueur de la barbe et le PMG	57
Figure 35 : Corrélation entre nombre d'épillets totaux par épi et le nombre d'épillets fertiles....	58
Figure 36: Corrélation entre nombre d'épillets totaux par épi et le nombre d'épillets stériles.....	58
Figure 37 : Le cycle phénologie des variétés étudiées	60

LISTE DES ABREVIATIONS	
FAO	Food and Agriculture Organisation.
ITGC	Institut Technique des Grandes Cultures
MADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
CV	Coefficient de variation
Prob	Probabilité
P	Probabilité
Qx	Quintaux
SAU	Surface Agricole Utile
kg/hab/an	Kilogramme/ Habitant/ an
EA	Exploitation Agricole
ONFAA	Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaires
OAIC	Office Algérien Interprofessionnel des Céréales
J.C	Jésus-Christ
av. J.-C	Avant Jésus-Christ
NPK	Azote, Phosphore, Potassium
ONM	Office nationale de Météorologique
BAC	Bloc aléatoire complet
Desf	René Desfontaines (abréviation botanique officielle).
F	Hybride ou génération
APFA	Accès à la Propriété Agricole Foncière
moy	Moyenne
Desf.	René Desfontaines (abréviation botanique officielle).
PMG	Poids de Mille Grains
SF	Surface foliaire
Rdt	Rendement
NS	Non Significative
S	Significative
HS	Hautement Significative
THS	Très Hautement Significative

Introduction

Introduction

Les céréales constituent l'alimentation de base de la population de beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Djermoun, 2009).

Parmi les céréales, le blé dur (*Triticum durum*) compte parmi les espèces les plus anciennes et constitue une grande partie de l'alimentation de l'humanité, d'où son importance économique (Dixon, 2007). Cependant, la consommation des céréales repose très largement sur les importations.

La production de blé en Algérie n'arrive pas, à elle seule, à satisfaire tous les besoins domestiques ; elle ne couvre que près de 25 % des besoins nationaux (Malki et Redjel, 2000). Face à une telle situation, il est fait recours, annuellement à des importations massives de céréales pour combler le déficit demande-offre national, exacerbant ainsi la dépendance du pays sur le plan alimentaire vis-à-vis de l'extérieur (Feliachi, 2000). Les rendements fortement soumis aux aléas climatiques de la région méditerranéenne oscillent autour de 10 q/ha.

Cette faiblesse des rendements peut être expliquée par la non-maîtrise des itinéraires techniques (mauvaise préparation du sol, protection insuffisante des cultures contre les prédateurs, les maladies et les mauvaises herbes, la non-maîtrise de la fertilisation du point de vue dose et date d'apport). De plus la monoculture blé-blé est devenue une pratique courante.

À toutes ces contraintes s'ajoutent les contraintes climatiques telles que la pluviométrie.

En effet, le manque d'eau est le facteur le plus limitant auquel fait et doit faire face la céréaliculture algérienne. Tout progrès sensible des agro systèmes basés sur la culture des céréales, dans l'étage bioclimatique semi-aride, semble conditionné par une meilleure gestion des eaux pluviales (Richards *et al*, 1997). La pluviométrie connaît une grande variabilité intra et inter annuelle. Ainsi la culture de blé dur est sujette à un manque d'eau durant l'ensemble des phases de son cycle végétatif (Benlaribi, 1984 et Abbassene, 1997). À ce sujet, Grignac (1981) rapporte qu'en conditions semi-arides le blé est sensible au manque d'eau pendant les mois de mars et avril, période correspondant à la phase montaison. D'autres auteurs, Hachemi (1979), Baldy (1984), Mekliche (1988) notent que le blé est sensible au stress hydrique du début montaison jusqu'au grossissement du grain.

Une autre contrainte qui affecte la production de blé est les gelées printanières fréquentes, et l'apparition du siroco en fin de cycle (Baldy, 1974)

Dans la perspective de pallier au déficit croissant, les centres de décision ont de puis les années soixante-dix misé sur l'introduction de variétés avec une productivité largement supérieure aux variétés locales. Ces variétés introduites n'ont pas donné les résultats escomptés chez les producteurs du fait que leur potentiel génétique ne peut s'exprimer que dans un milieu particulier et un itinéraire technique approprié (ITGC, 1996).

En réalité cette situation ne peut être débloquée que par une augmentation réelle et effective des rendements, grâce à l'application d'une meilleure conduite des itinéraires techniques (préparation du sol, date et dose de semis, irrigation, fertilisation, lutte contre les adventices, lutte contre les maladies) adaptés, et à l'amélioration génétique des céréales permettant de créer de variétés adaptées aux conditions environnementales de culture. C'est aujourd'hui une science qui regroupe l'ensemble des progrès biologiques et biotechnologiques appropriés, dans un même objectif essentiellement économique, celui de l'augmentation quantitative et qualitative de la production. Le sélectionneur se doit de choisir une stratégie d'action qui peut maximiser ses chances de sorties d'une bonne variété en utilisant au mieux, les ressources génétiques, les méthodes de sélection classiques ainsi que les nouvelles techniques de laboratoire.

Plusieurs auteurs s'accordent à dire comme Gallais et Bannerot (1992) que le blé encore première céréale mondiale devant le riz et le maïs, est l'une des espèces pour laquelle les progrès biotechnologiques sont certainement les plus bénéfiques. Associer dans un même génotype des caractères antagonistes tels qu'un rendement élevé et, par exemple, une haute teneur en protéines, ou bien accumulé dans le même génotype plusieurs gènes de résistance aux maladies est désormais accessible. Il suffit de rechercher la bonne balance interne qui permet cette valeur intrinsèque des allèles, soit dans leurs arrangements, soit dans leurs dosages.

Compte tenu de la sévérité des contraintes climatiques et des autres facteurs limitants, l'augmentation des rendements et la limitation de leur variabilité ainsi que l'adéquation aux exigences de la qualité technologique ne peuvent être atteintes qu'en améliorant simultanément les itinéraires techniques et le choix de variétés présentant une meilleure souplesse d'adaptation dans le cadre de respect de l'environnement.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui vise à faire une valorisation de la diversité variétale et une identification des potentialités génétiques par les paramètres phénotypiques, morphologiques de quatre variétés du blé dur dont **payaisane**, Simeto, Vitron, et Chen's. Afin de mettre en évidence l'expression génétique des populations dans le milieu aride et de déterminer le meilleur génotype. Pour cela on recherche de répondre sur l'interrogation suivante : « Quelle sont les caractéristiques morphologiques et phénologiques exprimées pour chaque **variété** et quelle sont les facteurs qui peuvent influencer ces caractères ? »

Pour répondre à cette question on a adopté le plan de travail suivant qui est devisé en quatre grandes parties :

1ère partie : Étude bibliographique qui nous permet de maîtriser les principales parties qui constituent l'essentiel de notre mémoire de fin d'études et permettent de mieux comprendre les bases sur lesquelles nous nous sommes appuyés pour la réalisation de notre travail.

2ème partie : dénommé matériel et méthodes. Elle regroupe toute les informations utiles concernant la région d'étude, matériel végétal utilisé et la méthodologie de travail.

3ème partie : Résultats et interprétation où nous finalisons notre étude en présentant les résultats obtenus en les discutant.

En fin une 4ème partie qui inclut une conclusion générale qui collecte tous les résultats trouvés dans notre travail et répond à notre objectif initial.

Synthèse bibliographique

Chapitre I: Poids et importance du blé

1 Situation économique

1.1 Importance du blé dur dans le monde

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama *et al.*, 2005). Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième place comme source de nourriture pour les populations humaines après le riz. Le blé assure 15% de besoins énergétiques de la population mondiale (Bajji, 1999). Le blé est cultivé principalement dans les pays du bassin méditerranéen à climat aride et semi-aride. Bien que ces régions se caractérisent par l'augmentation de la température couplée à la baisse des précipitations, en plus de la désertification et de la sécheresse (Abeledo *et al.*, 2008), la part du blé (et des céréales) dans la SAU reste importante.

Le blé dur occupe 8 à 10% du total des terres réservées aux blés durs et tendres, dans le monde. La superficie moyenne consacrée annuellement à la culture du blé dur est estimée à 8 millions d'hectares, pour une production annuelle moyenne de 37.9 millions de tonnes, moyennes de la période 2006-2010 (ICE, 2011). La culture du blé dur est importante au Moyen-Orient, en Afrique du Nord, en Russie, aux Dakotas, au Canada, l'Inde et l'Europe méditerranéenne. Avec une production de 900 millions de tonnes par an, moyenne de la période 2006-2010, l'Union européenne est le plus grand producteur de blé dur. Le Canada arrive au deuxième rang avec 4,8 millions de tonnes par an, suivi de la Turquie et des États-Unis, avec 1,99 et 2,67 millions de tonnes par an respectivement. Ces quatre pays fournissent à eux seuls les deux tiers de la production mondiale (ICE, 2011).

Sur le plan alimentaire, en milieu rural l'utilisation du blé dur dans la panification est une pratique courante. Environ 85 pour cent de la production annuelle du blé dur est utilisée en panification (Boujnah *et al.*, 2004). Pour les populations rurales, le pain à base de blé dur (pain et galette) est un composant fondamental du régime quotidien.

1.2 Importance du blé dur en Algérie

L'Algérie importe annuellement environ 5,5 millions de tonnes de blé (dur et tendre) pour répondre à la demande, qui représente 60% des besoins nationaux et environ 40% de la demande de produits de blé dur est importée sous forme de semoule (Kellou R, 2008).

En Algérie la céréaliculture constitue la principale activité, notamment dans les zones arides et semi-arides. Les terres annuellement emblavées représentent 3,6 millions d'hectares. Le blé dur est une ancienne culture dont l'origine remonte à la venue des Arabes (Ducellier, 1930). La superficie occupée par le blé dur est, en moyenne, de 1,3 million d'hectares, durant la période 2000-2010 (MADR, 2011). L'importance des superficies occupées par cette espèce, comparativement à la superficie occupée par l'orge, est influencée par le prix à la production garanti par l'État. Ces prix sont de 4500 DA, 3500 DA et 2500 DA respectivement pour le blé dur, le blé tendre et l'orge.

Selon Hakimi (1993), l'orge et le blé dur assuraient le gros des besoins alimentaires des habitants et de leur cheptel, au cours de la période coloniale et bien avant cette dernière. Depuis l'indépendance, une forte demande alimentaire se faisait sentir sur le blé dur et le blé tendre, alors que l'orge prenait une destination fourragère.

Actuellement, le pays se classe au premier rang mondial pour la consommation de blé avec une moyenne dépassant largement les 200 kg/ha/an, comparativement à l'Égypte dont la moyenne est de 131 kg/hab/an et à la France dont la moyenne est de 98 kg/hab/an (Hervieu *et al.*, 2006).

La croissance démographique, le changement de modèle de consommation et les politiques de soutien des prix des produits de base font que le volume des céréales consommées est en constante augmentation. Ainsi au cours de l'année 2011, les importations, à partir de l'Union européenne, sont passées de 3,98 à 5,5 millions de tonnes pour le blé tendre et de 1,24 à 1,85 million de tonnes pour le blé dur, ces volumes sont les plus élevés depuis l'indépendance, selon la FAO (2011). La production du blé dur, comme celle du blé tendre, est très fluctuante. Pour la période 2000 -2010, la production de blé dur a varié de 9 à 23 millions de quintaux (MADR, 2011).

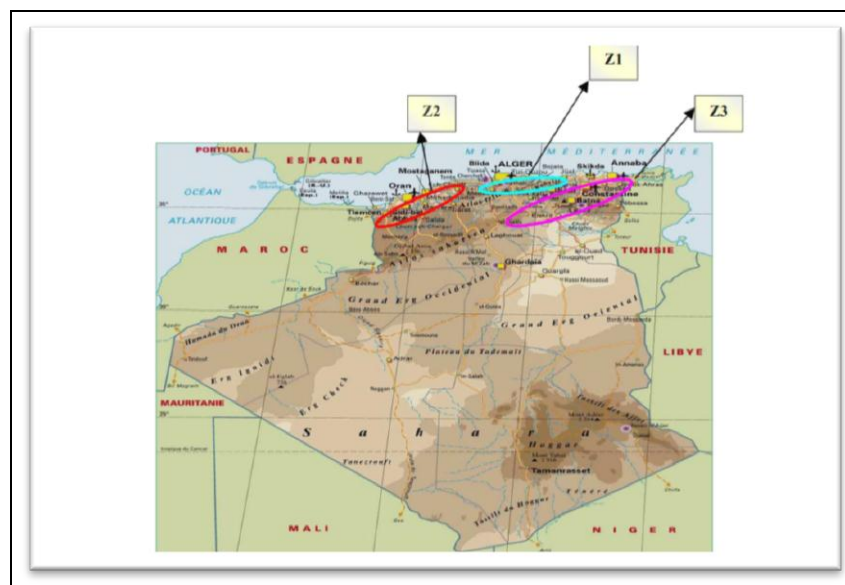
Cette production est loin de couvrir la demande qui est de plus en plus importante, suite au faible nombre de produits de substitution et au soutien des prix des céréales (Badrani, 2004). Les rendements de la céréaliculture algérienne sont très bas, comparativement à la moyenne mondiale qui est de 29 qx/ha, et celles des pays voisins est de 25 qx/ha (FAO stat, 2010). Le rendement de blé dur a varié de 10 à 15 qx/ha, au cours de la période 2000-2010 (MADR, 2011). La faiblesse de la production, dont les causes sont multiples, associées à une forte demande alimentaire, justifie le fait que le pays se présente comme un gros importateur potentiel.

La céréaliculture, d'une manière générale, est pratiquée dans la moitié des exploitations agricoles (EA) en Algérie, estimées à 588 621 EA en 2001. En fonction de la pluviométrie, nous distinguons trois zones géographiques où la céréaliculture est dominante (Chehat, 2005) :

A] Une zone à hautes potentialités (Z1) : on y trouve une pluviométrie moyenne supérieure à 500 mm/an, avec des rendements moyens de 20qx/ha (plaines de l'Algérois et Mitidja, bassin des Issers, vallées de la Soummam et de l'Oued El Kébir, vallée de la Seybouse...). Cette zone couvre une SAU de 400 000 ha dont moins de 20% sont consacrés aux céréales.

B] Une zone à moyennes potentialités (Z2) : caractérisée par une pluviométrie supérieure comprise entre 400 et 500 mm/an, mais sujette à des crises climatiques élevées, les rendements peuvent varier de 5 à 15qx/ha (coteaux de Tlemcen, vallées du Chélif, massif de Médéa...). La zone englobe une SAU de 1 600 000 ha dont moins de la moitié est réservée aux céréales.

C] Une zone à basses potentialités (Z3) : caractérisée par un climat semi-aride et située dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest et dans le Sud du Massif des Aurès. La moyenne des précipitations est inférieure à 350 mm par an. Ici, les rendements en grains sont le plus souvent inférieurs à 8qx/ha. La SAU de la zone atteint 4,5 millions d'ha dont près de la moitié est emblavée (figure.01).

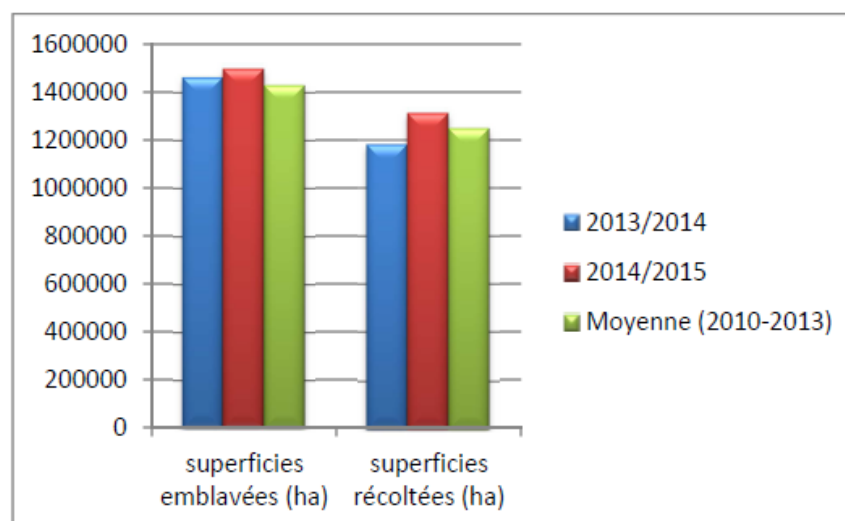


Source : www.lexilogo.com

Figure 01. Localisation des zones céréalières en Algérie.

La production céréalière s'est établie à 37,5 millions de quintaux (q) pour la campagne 2014-2015, en hausse de 10% par rapport à la campagne 2013/2014, selon le ministère de l'Agriculture, du développement rural et de la Pêche. Durant cette campagne, les régions de l'est du pays, où se trouvent des zones céréalières potentielles, ont pâti du stress hydrique durant la période allant de mars à avril, le rendement à l'hectare est resté inchangé par rapport à la campagne précédente, soit 14 q/ha, selon l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC).

Les superficies emblavées et récoltées en blé dur ont connu une augmentation de 2,4% et 10,05% respectivement en 2014/2015 comparativement à la campagne écoulée (ONFAA, 2015) (figure 02).



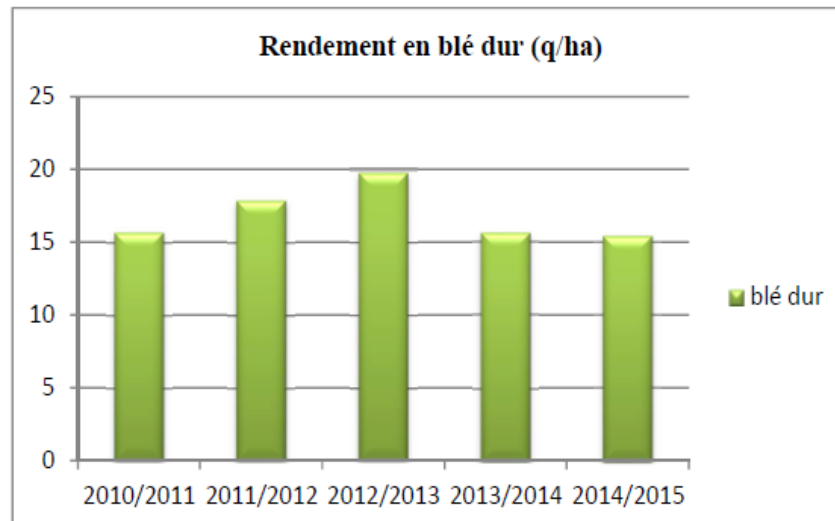
Source : MADRP, 2015.

Figure 02. Les superficies emblavées et récoltées en blé dur en Algérie Bilan de la campagne céréalière 2014/2015.

D'après ONFAA (2015), le total de la production nationale des céréales est de 3,6 millions de tonnes, soit 2 millions de tonnes de blé dur, 1 million de tonnes d'orge et 6361849 tonnes de blé tendre.

Quinze (15) wilayas ont enregistré une production dépassant la barre de 1 million de quintaux, les wilayas de Tiaret et Ain Temouchent se classent successivement première et deuxième avec près de 3,5 millions pour la première wilaya et près de 2,5 millions pour la seconde.

Les rendements en blé dur ont diminué de 1,2% en 2014/2015 (soit 15,4 q/ha) par rapport à la campagne précédente (soit 15,6q/ha) (ONFAA, 2015) (figure 03).



Source : MADRP 2015.

Figure 03. Rendement en blé dur ces cinq dernières années.

1.3 Principales variétés cultivées en Algérie

Le tableau 1 extrait de (Laumont et Erroux ,1949) et le tableau 2 rapportant les variétés homologuées, montrent bien le peu d'intérêt accordé aux variétés ou populations locales au profit des introductions parfois massives de matériel végétal étranger.

Malgré la grande richesse des ressources génétiques, les variétés connues actuellement présentent un spectre assez réduit au regard de la diversité des conditions agro- climatiques de l'Algérie pour plusieurs raisons, dont quelques-unes sont liées à une méthodologie d'amélioration empirique, d'autres à l'introduction précipitée de matériel végétal présentant des caractéristiques d'adaptation spécifique.

Le résultat est que les variétés connues comme très tolérantes à la sécheresse (Oued-Zenati) sont peu productives. Les études comparatives de variétés à adaptation locale et de variétés plus productives à adaptation large ont permis de montrer que le comportement de ces premières s'expliquait surtout par des caractères morphologiques très précis conduisant à une adaptation très stricte à un milieu donné (Ali Dib,1992),(Ait-kaki, 1993) et (Brinis ,1995).

Les tableaux suivants nous renseignent sur les progrès réalisés en matière de création de matériel végétal.

Tableau 1: Les régions céréalières et principales variétés de blé dur recommandées.

Alger. Chlef	O.Zenati 368.Zenati x Bouteille 13.359	Plaines littorales et sub-littorales	<u>Variétés précoces</u> : Mexicali .Inrat 69
Sersou de vialar	Hedba 3, O.Z .368		Cocorit, Capéiti,
Sersou de burdeau	O.Z x Bouteille 13.953		Montpellier, Waha
Berrouaghia-Aumale	O.Z368, 7.687-H.3	Plaines d'altitude (700-900 m)	<u>Variétés tardives</u> : O.Z, Bidi 17,M.B.B
	Langlois 1.527-2 x Bouteille		G.Montgolfier
	P.Zenati 368, Hedba 3.		<u>Variétés précoces</u> :
Bouira	- idem –		Waha, InratT69, Capéiti,
	O.Zenati 368		Acsad 65
Kabylie	Zenati x Bouteille 13.953	Hautes plaines Telliennes	<u>Variétés tardives</u> : O.Z,Bidi17,Polinicum,H3
Mitidja et littoral	O.Zenati 368-Hedba 3, Zenati		<u>Variétés précoces</u> :
Département d'Oran	X Bouteille 13.953		Acsad69, Capéiti,
	Langlois 1.527-H3-O.Z		Mexicali, Waha
Plaine d'Oran	Hedba 3 –O.Zenati	Basses plaines Telliennes	<u>Variétés tardives</u> : O.Z,Polinicum,H.3,
Ain temouchent	Hedba 3- O.Zenati 368		Montpellier
	Biskri Ac2		<u>Variétés précoces</u> :
Tlemcen	H3 , O.Z 368, Biskri Ac2		Inrat 69, Waha, Mexicali
Sidi bel-Abbes			
Mascara	Langlois 1.527		
Saida	O.Zenati 368,Zenati		
	X Bouteille 13.953		
Tiaret	Zenati x Bouteille 13.953		
	- id-		
Montgolfier			
Prévost-Paradol			
Relizane- Sig-Perrégaux	H3-O.Z,M.b Bachir 8.037		
Mostaganem	Bidi 17 , H .3		
Sétif nord	M.B.B, H.3, Langlois 1.527		

Source :Hacini, 2014.

Tableau 2 : Les variétés homologuées.

Variétés ou populations locales	Variétés d'introduction récente et dénominations
O.Zenati 368 Bidi 17 Polonicum (Chougrane) Hedba 3 Zenati B x Flamengo	Capéiti (Aribs) Ardeute Belikh2 Montpellier 37.856 (Bibans) Cham3 Chen'S Duriac Eider G.T.A dur Vitron (Hoggar) Kanis (yavaros) Kebir Ouarsenis O.Rabii Sahel Sebaou (INRAT69) Sersou Tassili Mexiacali75 Acsad65 Waha Zibans

Source :Hacini, 2014.

2 Biologie et cycle de la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf.)

2.1 Historique et origine de blé

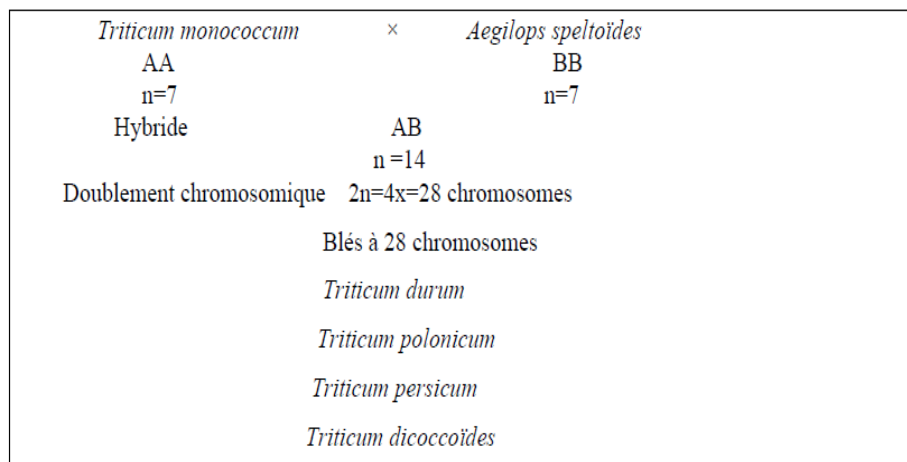
Le blé est l'une des premières espèces cultivées par l'homme. Depuis plus de 10000 ans, le blé occupe le croissant fertile, zone couvrant actuellement la Palestine, la Syrie, l'Irak et une grande partie de l'Iran (Croston et William, 1981). Des vestiges de blés, diploïdes et tétraploïdes, remontant au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

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

Selon Mackey (1968), l'origine génétique du blé dur remonte au croisement entre deux espèces ancestrales *Triticum monococcum* et une graminée sauvage du nom d'*Aegilops speltaoides*.

Le blé dur (*Triticum durum*) appelé ainsi en raison de la dureté de son grain, possède $2n=4x=28$ chromosomes. D'après Feillet (2000), le croisement naturel de *Triticum monococcum* (porteur du génome A) $\times$ *Aegilops speltaoides* (porteur du génome B) a permis

l'apparition d'un blé dur sauvage de type AABB (*Triticum turgidum* sp. *dicoccoides*) qui a ensuite progressivement évolué vers *Triticum turgidum* sp. *Dicoccum* puis vers *Triticum durum* (blé dur cultivé) (figure.04).



Source : Croston et Williams, 1981.

Figure 04. Origine génétique du blé dur (*Triticum durum* Desf.)

L'espèce *Triticum durum* s'est propagée dans trois centres secondaires différents qui sont le bassin occidental de la Méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient. Chaque centre secondaire donna naissance à des groupes de variétés botaniques aux caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques particulières (Monneveux, 1991). Cette diversification morphologique a été mise à profit en sélection, notamment dans la recherche de gènes intéressants tels ceux qui contrôlent la résistance aux basses températures, plus présentes chez les pôles européens, ceux qui contrôlent la durée du cycle (précocité aux stades épiaison et maturité), chez les pôles syriens et jordaniens et ceux contrôlant la grosseur et la vitrosité du grain, chez les pôles méditerranéens (Monneveux, 1991).

2.2 Classifications botaniques de blé

Dans le règne végétal, le blé dur appartient au groupe des Spermaphytes, au sous-groupe des Angiospermes, à la classe des Monocotylédones, la famille des Graminées, au genre *Trititum* et l'espèce *durum*. Chez lequel on distingue 3 sous-espèces : *Méditeraneum*, *Syriacum*, *Europeum* (Grignac, 1981).

2.3 La morphologie du blé dur

Le blé dur (*Triticum durum* sp.) est une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati (Bozzini, 1988).

L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs (Bozzini, 1988). Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent. Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entre-nœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (Clarke *et al.*, 2002). Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation. Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement (Bozzini, 1988).

Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes). La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal.

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre-nœuds (Bozzini, 1988). Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est enfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa). Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur.

2.4 Le cycle de développement du blé dur

Le cycle biologique du blé est une succession de périodes subdivisées en phases et en stades.

2.4.1 La période végétative

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

a. Une phase germination – levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (Gate, 1995). Durant la phase semi-levée, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine.

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et l'humidité (Eliard, 1979). Les caractéristiques propres à la graine comme la faculté germinative et la quantité de réserves (taille des graines) jouent aussi un rôle déterminant. En effet, les plus grosses graines lèvent les premières et donnent des plantules plus vigoureuses (Masle-Meynard, 1980). De plus la composition des réserves (teneur en protéines) agit favorablement sur la vitesse de la germination - levée (Evans et Rawson, 1975) (figure 05).

b. Une phase levée – tallage

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (Moule, 1971). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier égal à celui de l'émission des feuilles. À partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Masle-Meynard, 1980).

La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles, car elle est satisfaite par les ressources de la graine et l'azote minéral présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (Austin et Jones, 1975). Quand le tallage est excessif, les besoins en eau sont très importants, alors que la plupart des talles restent stériles (Belaid, 1986). La fin du tallage

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

2.4.2 La période reproductrice

Elle comprend :

a. Une phase montaison – gonflement

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

Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus (Clement - Grancourt et Prats, 1971). La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la gaine (figure 05).

b. Une phase épiaison - floraison

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (Gate, 1995). Elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi (Masle, 1980) (figure 05).

2.4.3 La période de formation et de maturation du grain

a. Grossissement du grain

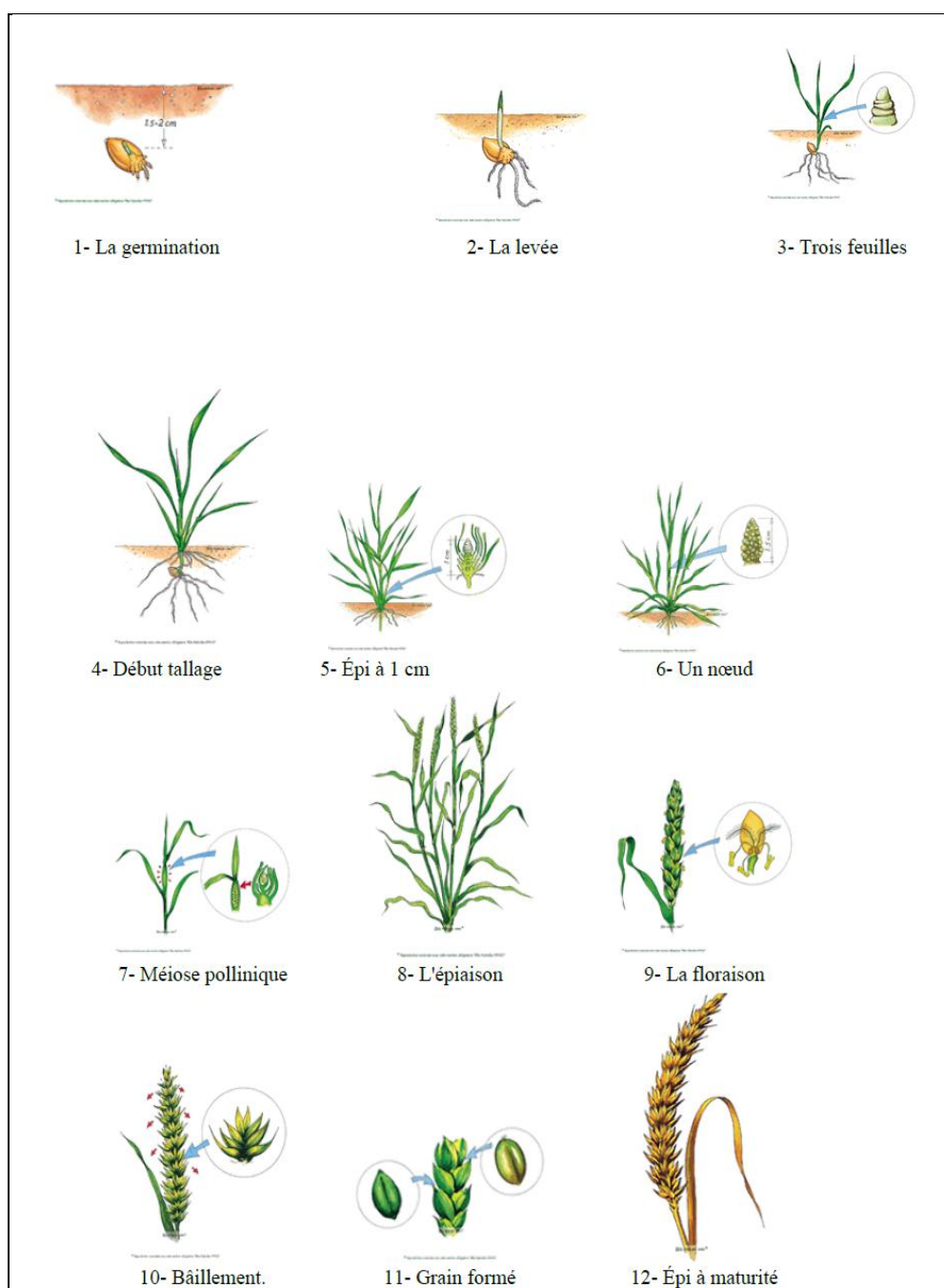
Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera alors orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. Au début, le grain s'organise, les cellules se multiplient. Les besoins des grains sont inférieurs à ce que fournissent les parties aériennes (plus de 3/4 de la matière sèche sont stockés au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, les besoins augmentent et le poids des grains dans l'épi s'élève, alors que la matière sèche des parties aériennes diminue progressivement. Seulement 10% à 15% de l'amidon du grain peut provenir de réserves antérieures à la floraison (Boulelouah, 2002). À l'issue de cette phase, 40 à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade « grain laiteux ».

L'autre partie des réserves se trouve encore dans les tiges et les feuilles qui commencent à jaunir.

Les réserves du grain proviennent en faible partie de la photosynthèse nette qui persiste dans les dernières feuilles vertes. Chez les variétés tardives, cette quantité est de 12 % contre 25 % chez les précoces. La majeure partie des réserves accumulées vient des tiges et les feuilles jaunissantes, mais non encore desséchées (figure 05).

b. Maturation du grain

La phase de maturation succède au stade pâteux (45 % d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades (Gate, 1995). Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours. Au-delà de cette période, le grain ne perdra que l'excès d'eau qu'il contient et passera progressivement aux stades « rayable à l'angle » (20 % d'humidité) puis, « cassant sous la dent » (15-16 % d'humidité) (figure 05).



Source : Soltner, 2005.

Figure 05. Les différents stades de développement du blé.

2.5 Les exigences de blé

2.5.1 Le sol

Les sols les plus favorables à la culture du blé dur sont des sols profonds (plus de 60cm de profondeur), suffisamment riches en matières organiques et minérales, et bien drainés pour éviter tout développement de maladie (Zeghidaet *al.*, 2004).

2.5.2 Le climat

a. La température

Selon Hacini (2014), une température supérieure à 0° (zéro de végétation du blé) est exigée pour la germination des céréales. Cependant l'optimum se situe entre 20°C et 22°C.

La température conditionne la nitrification et l'activité végétative du blé au cours du tallage et de la montaison.

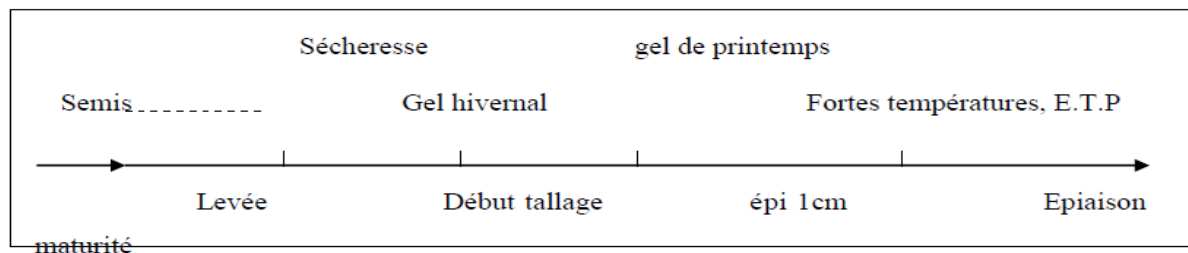
b. L'eau

Pour assurer un rendement intéressant, le blé a besoin d'une quantité importante d'eau (Chaker, 2003).

Il faut environ 500 grammes d'eau pour élaborer 1 gramme de matière sèche de blé, un bref calcul montre que pour une récolte de 50qx/ha, il faut environ 4250 mètres cubes d'eau, soit une pluviométrie de 450mm/an.

c. L'éclairement :

La lumière est la source d'énergie qui permet à la plante de décomposer le CO₂ atmosphérique pour en assimiler le carbone et réaliser la photosynthèse des glucides. La lumière est donc un facteur climatique essentiel et nécessaire pour la photosynthèse (Diehl, 1975). Néanmoins, elle peut devenir une source de stress par son intensité, éclairement trop faible ou trop élevé, conduisant à des phénomènes de photosensibilisation dangereux pour la plante (Leclerc, 1988). Sous les conditions de cultures des hautes plaines, c'est plutôt l'excès de l'éclairement qui est un stress, conduisant à la photo inhibition des centres réducteurs des photosystèmes (Ykhlef, 2001).



Source :Soltner, 1990.

Figure 06. Principaux accidents climatiques au cours du développement du blé.

2.5.3 La fertilisation

Selon Hacini (2014), la fertilisation est raisonnée sur le principe de la restitution au sol des quantités d'éléments (NPK) fertilisants prélevés par les récoltes.

Le blé a besoin de ces trois éléments essentiels et le rôle de chaque élément sur le plant de blé est le suivant :

a. L'azote (N) :

C'est un facteur déterminant du rendement, il permet la multiplication et l'élongation des feuilles et des tiges et, il a pour rôle d'augmentation de la masse végétative.

b. Phosphore(P) :

C'est un facteur de croissance et de qualité qui favorise le développement des racines en cours de végétation, et un facteur de précocité qui favorise la maturation, et il accroît la résistance au froid et aux maladies.

c. Potassium(K) :

- Il régle les fonctions vitales de la croissance végétale, il est nécessaire à l'efficacité de la fumure azotée, il permet une économie d'eau dans les tissus de la plante, et il assure une meilleure résistance contre la verse et contre les maladies.

2.6 Les principales maladies de blé dur

2.6.1 Les principales maladies cryptogamiques

Tableau3: Les principales maladies cryptogamiques.

Nom	Organe touché	Symptômes	Moyen de lutte
Les maladies Charbonneuse Caries <i>Tilletia caries</i>	Grain	Grain vert olive, rempli De spores noires à odeur de Poisson pourri. Epi ébouriffé. Contamination Par la semence et par le sol.	Rotation des cultures. Traitement de semences.
Charbon foliaire <i>Urocystis agropyri</i>	feuilles	stries longitudinales le long des feuilles qui se tordent et s'enroulent. Des masses sporifères noirâtres apparaissent au niveau des stries entre les veines de la feuille.	variétés résistantes. traitement des semences
Charbon nu du blé <i>Ustilago tritici</i>	L'épi	Les fleurs sont remplacées par une masse de spores noires. Contamination par la semence. Le mycélium pénètre à la floraison et se conserve à l'intérieur des téguments du grain. Contamination interne.	Désinfection des semences avec fongicide systémique.
Les fusarioses <i>Fusarium roseum</i>	L'épi	Dessèchement précoce. Échaudage. 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)

Les rouilles <i>Puccinia triticina</i>	Feuilles (faces supérieures)	Pustules brunes, dispersées. Se développent à température moyenne (13 à 18 °C) à la fin du printemps. elles causent des dégâts plus ou moins importants ; les pertes peuvent aller jusqu'à 25%.	Rotation des cultures. Variétés résistantes. Traitements fongicides en végétation (épiaison)
Les septorioses <i>Septoria tritici</i>	Feuilles Rarement les épis.	Taches provoquant un dessèchement des feuilles. Se développe au cours des hivers doux et humides. Contamination par semences. Peu grave (les pertes peuvent aller jusqu'à 40%)	Rotation des cultures. Traitement des semences. Traitement fongicide en végétation (montaison - épiaison).
<i>Septoria nodurum</i>	Plantules. Feuilles. Épis - tiges	Taches ovales pouvant provoquer la destruction. Taches losangiques, souvent au niveau des nœuds. Dessèche les glumes. Contamination par les semences. Peut provoquer de gros dégâts.	Rotation des cultures. Traitement des semences. Traitement fongicide en végétation (montaison - épiaison).
Helminthosporiose (tan spot) <i>Helminthosporium</i> sp.	Feuilles	taches chlorotiques et nécrotiques sur les limbes des feuilles jeunes ou adultes. losangiques, bordés par des zones chlorotiques. pertes peuvent atteindre 50% quand la maladie est présente tout au long du cycle de la culture, et entre 15 et 10% quand elle attaque aux stades tardifs seulement.	Variétés résistantes. Traitement de semences.
Oïdium <i>Erysiphe graminis</i>	Gaines Feuilles Glumes	Feutrage blanc sale.	Rotation des cultures. Variétés résistantes. Traitement fongicide en végétation (montaison - épiaison)

Jaunisse nanisant Virus inoculé par le puceron des céréales. <i>Rhopalosiphum padi</i> BYDV	Feuilles Tiges	Jaunissement et rougissement. Au début de la montaison, on observe un nanisme plus ou moins important. Développement racinaires très ralenti. Dégâts graves.	Variétés résistantes.
Les pourritures racinaires <i>Fusarium culmorum</i>	Racines Collet	Fontes de semis Dessèchement des jeunes plants Taches nécrotiques ou noirâtre sur le collet, et les racines. Les pertes sont estimées à 8.5% ;	Traitement fongicide de la semence Semis précoce Rotation des cultures Variétés résistantes.

Source :Soltner, 1990.

2.6.2 Les principaux ravageurs sur blé dur

Tableau 4: Les principaux ravageurs sur blé dur.

Ravageurs	Organe touché	Biologie, dégâts, conditions favorables, et symptômes	Moyen de lutte
LimacesGrise : <i>Agriolimaxreticulatus</i> Noires : <i>Arion hortensis</i>	Feuilles Et même toute la plantule	À la levée, feuilles dévorées prenant un aspect effiloché. En cas de fortes pullulations, disparition totale des plantules.	Techniques culturales : déchaumage précoce et labour. Lutte chimique en cas d'infestation.
Taupins Plusieurs espèces d'agriotes	Racines	Racines rongées, collet percé, par des larves cylindriques de 2 à 20mm, couleur jaune paille brillant Attaquent surtout en sol frais et humide, au printemps.	Rotation des cultures Bonne préparation du sol Vigueur générale de la culture Lutte chimique de la semence, et du sol dans les cas les plus graves.

Mouche grise des céréales <i>Phorbiaco arctata</i>	Tiges Feuilles	Les jeunes larves écloses dans le sol pénètrent dans les tiges Dégât plus important au stade 2- 3 feuilles	Traitement de semences.
Puceron des feuilles <i>Rhpalosi phumpadi</i>	feuilles	Inocule la jaunisse naissante La contamination se fait par les pucerons ailés, à partir de maïs, les repousse des céréales.	Techniques culturales : désherbages,

Source :Soltner, 1990.

Chapitre II: Amélioration et Sélection de blé dur

1 La création variétale

La nature est un réservoir génétique important et rassemble de très nombreuses lignées. Afin de proposer des variétés toujours performantes, le sélectionneur utilise au mieux ce réservoir naturel de variabilité génétique, voir même l'augmenter en créant de nouveaux matériaux (Vespa, 1984).

Les premières espèces de blé utilisées pour la sélection de variétés, il y'a « presque 10 000 ans étaient diploïdes (*T.beoticum*) et tétraploïdes (*T.dicocoides*).

Le blé tétraploïde est issu d'une polyploidisation par croisement entre *T.beoticum* (diploïde) et *Aegilops speltaicie* (diploïde). Il est allo- polyploïde (Auriau, 1967). La création variétale comprendra plusieurs étapes :

1.1 La création du matériel de départ

1.1.1 Hybridations

L'hybridation consiste à croiser deux plantes ayant des caractères différents et complémentaires. On crée ainsi la descendance de nouvelles combinaisons qui seront des parents de sélection. On cherchera là où les plantes qui regroupe un maximum de caractères intéressants, provenant de chacun des parents (Simon et al. ,1989).

✓ **Hybridations intra spécifiques :**

C'est la plus courante, elle consiste à un croisement de deux lignées pures de la même espèce. Elle est facile à réaliser et ne pose pas de problèmes d'ordre génétique.

Les génotypes sont croisés à l'intérieur d'une même espèce avec un ou plusieurs partenaires qui apportent des qualités complémentaires ou qui intensifient, par l'effet cumulatif, les performances de chaque génotype, lorsqu'on veut compléter entre deux parents tout un ensemble de caractéristiques (Demarly et Sibi, 1989).

✓ **Hybridations interspécifiques :**

On pratique cette méthode lorsque les caractères recherchés n'existent pas au sein de l'espèce, par exemple la rusticité. Dans ce cas. On utilise souvent les plantes issues d'espèces voisines, généralement sauvages (Demarly et Sibi, 1989).

Les hybridations interspécifiques présentent les avantages suivants :

Cette hybridation contribue à la création d'espèces nouvelles, notamment parmi les espèces cultivées (blé, colza, pomme de terre).

C'est une méthode d'haplo diploïdisation. En raison de l'élimination sélective et spontanée du génome du parent pollinisateur au cours des premières divisions cellulaires de l'embryon (Sarafi, 1995).

Les barrières génétiques peuvent parfois être levées entre espèces voire même entre genres différents, normalement interféconds.

L'hybridation interspécifique permet l'augmentation de la variabilité fortement diminuée et qui présente des intérêts agronomiques importants.

En revanche l'hybridation interspécifique présente souvent des difficultés :

Difficultés de croisement dues à des barrières complexes de biologie florale, de compétition pollinique. D'incompatibilité et de non-fécondation. L'absence ou la rareté d'appariement entre chromosomes homologues d'espèces apparentées limitent les combinaisons chez les hybrides interspécifiques et interspécifiques.

Croisements diallèle il est considéré comme une méthode prévisionnelle de meilleure hybridation à réaliser (Mekliche, 1983). C'est un ensemble d'hybridations dirigées entre structures à étudier comprenant systématiquement une série de combinaisons (les grains issus de chaque parent mâle étant individualisés sur chaque parent femelle) : il s'applique aux espèces autogames et aux espèces allogames (Demarly, 1977).

1.1.2 La sélection récurrente

Egalement appelé rétrocroisement ou croisement en retour, durant laquelle une caractéristique désirable est transférée à une variété adaptée et productive.

1.1.3 Mutagenèse

D'après Simon et al. (1989) et Vespa(1984), les mutations se produisent spontanément dans la nature, mais on peut aussi les provoquer par des agents mutagènes : chimiques (sulfamides, formol, hydrocarbure, méthane sulfate d'éthyle : MSH) ou des rayonnements (U.V.Y. X). Ces mutations provoquent l'apparition brutale d'allèles nouveaux : avec l'apparition dans la plupart du temps de caractères défavorables, voire létaux. Dans d'autres cas. Les mutations ne sont pas transmissibles.

Ce procédé a été rapidement délaissé parce qu'il est à l'origine de modifications intempestives du code génétique et de remaniements chromosomiques tendant à rompre l'harmonie d'un arrangement et à apporter un affaiblissement général de la vigueur, même s'il engendre un caractère nouveau. Avec la découverte des méthodes de génie génétique, des modifications beaucoup plus spécifiques sont envisagées (Demarley et Sibi, 1989).

1.1.4 Le génie génétique

Il consiste à associer les gènes intéressants de plusieurs individus ou espèces, passant par l'isolement du gène puis sa transmission (incorporation). Il s'agit ensuite de l'extérioriser par son intégration dans son génome d'accueil et sa manifestation lors de sa reproduction.

1.2 Les biotechnologies et la création variétale chez le blé

Selon Demarley et Sibi (1989), Bonjan et Picard (1990), l'amélioration génétique regroupe aujourd'hui, l'ensemble des procédés biologiques et biotechnologiques qui permettent au sélectionneur de bien choisir sa stratégie d'action en utilisant au mieux les ressources génétiques et les matériels disponibles. La culture « in vitro », le clonage, l'haplo-diploïdisation, la fusion de cellules et le transfert de gènes constituent des techniques nouvelles et complémentaires aux méthodes conventionnelles qui permettent dans leur synergie, une plus grande efficacité pour introduire une nouvelle diversité génétique.

1.2.1 L'haplo diploïdisation

L'haplo diploïdisation consiste en fait à développer une plante à partir uniquement de mâle ou de femelle haploïde (n) et multiplier par deux le nombre de chromosomes par le traitement à la colchicine pour passer à l'état ($2n$). Restaurer la fertilité et fixer les caractères (Maciejewski, 1991). Les plantes ainsi obtenues s'appellent des haploïdes doublées ou « lignées haploïdes doublées ». Ce processus d'obtention de plantes haploïdes à partir de cellules gamétiques puis haploïdes doublés, est appelé soit « haplo méthodes » soit « haplo diploïdisation » ou encore appelé « Haploïdie » (Picard, 1988).

Un haploïde est un sporophyte qui résulte du développement d'un gamétophyte mâle ou femelle, donc de cellules qui ont subi la méiose. De ce fait, un haploïde possède le nombre gamétique de chromosomes (Bonjean et Picard, 1990). Ce sont donc des « plantes sans père » (gynogénèse) ou des « plantes sans mère » (androgenèse) (Demarley et Sibi, 1989).

Selon Teoule (1999), le taux de production d'haploïdes chez le blé est satisfaisant. Des haploïdes doubles sont intégrés dans les programmes de sélection et des variétés dérivées ont été inscrites au catalogue.

1.2.2 Androgenèse (culture d'anthères)

Il s'agit de mettre en culture généralement des anthères, plus rarement du pollen où ce dernier est formé, mais il n'a pas subi encore la dernière division, celle qui donnera un noyau reproducteur et un noyau végétatif.

Si cette technique est simple dans son principe, certaines particularités spécifiques sont essentielles pour sa réussite. Son utilisation présente des taux excessivement faibles de réussite, l'androgenèse « in vitro » aboutit en effet à un taux extrêmement important des plantules albinos inviables : chez le blé dur, ce taux est de 99% (Fouroughi et al. ,1989), comme le taux de plantules chlorophylliennes est forcément influencé par le génotype, il est de l'ordre de 0.1 à 1 hybride double pour 100 anthères mis en culture.

Henry et Debuyser (1982), soulignent que le blé nécessite 10° de 2.4 D pendant 12 jours pour initier les premières divisions lors de l'androgenèse.

1.2.3 Gynogenèse (culture d'ovaire)

Le principe de base et les protocoles sont analogues à ceux décrits pour l'androgenèse, mais ce sont les ovaires ou les ovules qui sont mis dans un milieu de culture un peu plus riche en sucre (de 10 à 12%) et en fer. Après six ou huit semaines de culture, un embryon ou une cal pourra émerger du sac embryonnaire. L'embryon sera ensuite transféré sur un milieu de germination ou la cal sur un milieu de régénération.

2 La sélection de blé dur

2.1 Sélection dans des populations hétérogènes

Les travaux archéologiques montrent que déjà au VIIème siècle av. J.-C., les espèces cultivées de blé avec des épis denses et plus solides avaient été sélectionnées à partir des espèces sauvages dont les épis étaient fragiles et cassants (Ariau, 1967).

Des schémas et des techniques aujourd'hui bien connus ont permis d'explorer presque la totalité de variabilité génétique naturelle et de sélectionner de bonnes variétés cultivées, qui continuent à servir de matériel de base dans de nouveaux programmes d'amélioration génétique, ces dernières sont orientées vers la diminution des coûts de production, une meilleure régularité des rendements, de la qualité, et une adaptation de caractéristiques des grains aux utilisations industrielles (Ariau, 1967).

2.1.1 La sélection massale

La sélection massale est à la base de la domestication de plusieurs espèces végétales. Elle est simple et peu coûteuse. Dans la sélection massale, il suffit de choisir les plantes phénotypiquement supérieures et identiques et mélanger la semence. Cette dernière est alors semée en vrac. La sélection massale peut être également faite par simple élimination des plantes non désirables de la population. Une version améliorée de cette méthode consiste en la sélection de plantes phénotypiquement supérieures, leur semis en lignes séparées où seules les meilleures et identiques sont mélangées pour établir une nouvelle variété. Cette sélection peut être répétée durant plusieurs cycles tant que la variabilité persiste et tant qu'il y a amélioration du caractère recherché (Zahour, 1992).

La sélection massale ne produit pas de lignée pure, mais un mélange de plantes ayant en commun un certain nombre de caractères (Simon et al. ,1989).

2.1.2 Sélection généalogique

Cette méthode est également appelée sélection individuelle ou sélection par la méthode de lignées pures ou pedigree. Elle est utilisée surtout pour l'amélioration des plantes autogames (Zahour, 1992).

Cette méthode consiste à choisir des individus dans une population hétérogène et procéder ensuite à l'étude des descendance en autofécondation en suivant la filiation généalogique de chaque individu (plante ou épi par ligne), d'où le nom de sélection généalogique (Demarly et Sibi, 1989), à chaque génération, on choisit des plantes intéressantes et on attend la génération suivante pour voir si le caractère retenu s'extériorise à nouveau et de façon homogène (Vespa, 1984).

En partant d'une F2 très hétérogène, des autofécondations successives et des éliminations importantes aboutissent à la création d'une lignée très fortement homozygote pour ses caractères, si elle présente des caractères intéressants, cette lignée sera déposée à l'inscription et deviendra une variété commerciale (Maciejewski, 1991).

- La première étape consiste à choisir un nombre important de plantes ou d'épis au sein d'une population hétérogène.

- La deuxième étape consiste à semer les descendance des plantes choisies (plante ou épi par ligne) pour une sélection visuelle. Souvent, des épidémies de maladies sont artificiellement créées pour éliminer les descendance sensibles. Les lignées défectueuses sont alors écartées et seules les lignées supérieures sont gardées.

Après élimination des types non désirables, chaque lignée homogène est récoltée et sa descendance est semée séparément durant une ou plusieurs années pour des observations supplémentaires dans différents environnements (Maciejewski, 1991).

La troisième étape commence lorsque le sélectionneur ne peut plus choisir entre les lignées sur la seule base d'une sélection visuelle. Les lignées restantes (généralement très peu) sont alors comparées entre elles et avec une ou plusieurs variétés déjà établies. Les comparaisons se font généralement pour le rendement et pour d'autres caractères tels que la résistance aux maladies, la précocité, la hauteur, etc. (Zahour, 1992).

La sélection généalogique est une méthode efficace pour les caractères peu influencés par le milieu (Gallais et al., 1992). Son grand intérêt est de fournir à la grande culture des lignées pures dont les avantages sont considérables : végétation uniforme, tiges de même hauteur, grains de même taille et rendement élevé (Khaldoun et al., 2006).

2.2 Sélection dans des populations homogènes

2.2.1 Sélection par méthode de Bulk

Le sélectionneur laisse la population de départ F2 s'autoféconder pendant plusieurs générations, au cours des autofécondations successives, les différents caractères intéressants à l'état récessif peuvent s'extérioriser en devenant homozygotes.

Le choix des plantes intéressantes commence au plus tôt en F4 (alors qu'en sélection généalogique, elle commence en F2) (Maciejewski, 1991).

Jusqu'à ce stade, les premières générations F2, F3 etc. Sont récoltées en vrac et ressemées sans aucune identification de pedigree : aucun choix, sauf des éliminations par compétition ou par sélection naturelle (Demarly et Sibi, 1996).

À partir de la F5, la technique de travail de la méthode Bulk s'identifie à celle de la sélection généalogique (Maciejewski, 1991).

L'intérêt de la stratégie est d'avoir allégé considérablement les premières générations et de reporter les choix sur les structures F4 déjà fortement homozygotes (Demarly et Sibi, 1996).

2.2.2 Sélection par méthode SSD (Single Seed Décent)

Cette méthode, utilisée pour la sélection des plantes à cycle court, s'applique peu chez les céréales. Elle convient pour les espèces qui donnent facilement plusieurs générations par an et peu de graines par gousse, les potagères par exemple (Maciejewski, 1991).

Au lieu de décider quelle plante F2 sera retenue, on récolte systématiquement une seule graine ou un seul épi par plante F2. Lorsque les plantes ont bien progressé vers un taux d'homozygotie satisfaisant, on poursuit par la méthode pedigree (généalogique) qui autorise alors un choix bien plus pertinent. Les autofécondations sans sélection sont répétées sur 4 à 5 générations au total (Maciejewski, 1991).

Le sélectionneur garde ainsi un exemplaire, au moins, de chaque plante de la population de départ (Maciejewski, 1991).

Le but est d'obtenir des lignées à partir d'un maximum de plantes F2. Ceci permet de réduire les risques de perte des génotypes supérieurs par sélection (artificielle ou naturelle) surtout pour les caractères à faibles héritabilités tels que le rendement (Zahour, 1992).

2.2.3 Sélection conservatrice

Une nouvelle variété est exposée à subir des altérations : dégénérescence, hybridations incontrôlées, divergences naturelles par rapport au type d'origine.

La conservation des caractères acquis est assurée par la sélection conservatrice. Comme son nom l'indique, la sélection conservatrice ne crée pas, elle maintient le matériel génétique. Elle a pour but de maintenir une homogénéité parfaite des caractères génétiques de la variété (Maciejewski, 1991).

La sélection conservatrice valorise la sélection créatrice et assure la diffusion de variétés nouvelles ou cultivées. C'est ainsi qu'elle élimine à chaque génération les variations pouvant apparaître, quelques soient d'origine génétique ou d'origine accidentelle (Simon et al., 1989).

À chaque génération, le sélectionneur contrôle la pureté des reproducteurs et élimine systématiquement les familles ou les lots qui présentent une différence avec le type original de la variété.

C'est grâce à ce contrôle de la filiation que le sélectionneur fournit à l'agriculteur des semences de base qui présentent la pureté variétale requise.

La plupart des céréales à paille (blé, orge, avoine, riz) sont des plantes autogames (ce qui limite les risques d'hybridation), très fortement homozygotes, ce qui rend plus aisé le maintien de l'identité génétique au cours des multiplications. Pour ces plantes, la sélection conservatrice est de type généalogique (Maciejewski, 1991).

2.3 Critères de sélection

Un critère de sélection est défini comme « la marque à laquelle on reconnaît une chose parmi d'autres »: il doit permettre de choisir, parmi un grand nombre d'individus, ceux qui correspondent aux objectifs agronomiques ou de qualité définie au départ (Monneveux et This, 1996).

L'aptitude d'un cultivar à être raisonnablement performant dans un environnement, où diverses contraintes de production (stress de sécheresse, de froid, de chaleur...) sont combinées les unes aux autres, influant sur la stabilité du rendement, est un caractère important pour l'aboutissement à de nouvelles variétés. Ces dernières doivent être améliorées, tant sur le plan agronomique (productivité, adéquation au milieu : physique et biologique) que qualitatif pour une meilleure adéquation à la demande de l'industriel (Vespa, 1984).

En Algérie et dans les zones soumises à une forte variabilité climatique, l'amélioration de la tolérance aux stress reste un objectif de sélection prioritaire.

L'amélioration de rendement et de la qualité du blé dur passe par la création variétale et le choix de critères fiables pour l'identification de mécanismes d'adaptation aux contraintes environnementales.

2.3.1 Sélection au niveau agronomique

a. La productivité

La productivité est définie comme le rendement maximal que pourrait atteindre un génotype placé dans un milieu optimal, duquel serait absent tout facteur pouvant limiter l'expression du rendement (Monneveux et This, 1996). Ainsi, pour obtenir un bon rendement, on accumule dans une même plante des gènes favorables, lui permettant de mieux utiliser les ressources du milieu (Zahour, 1992). La productivité est conditionnée par le tallage (nombre d'épis/m²), la fertilité de l'épi (nombre de grains/épi) et le poids du grain.

L'objectif le plus communément déclaré pour les programmes d'amélioration des plantes est la combinaison du potentiel du rendement avec la tolérance aux stress. Celle-ci est définie par la différence du rendement qui existe entre les conditions favorables et les conditions de stress, la productivité moyenne étant le rendement moyen des deux situations (stress ou non-stress).

Selon Monneveux et This (1996) mentionnent que l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse d'une espèce cultivée passe par une sélection pour des caractères liés au rendement en conditions de stress. Ceci vu l'inefficacité de la sélection directe pour le rendement en grain (Ben mahammed et al. ,2005).

Dans ce sens la sélection pour la tolérance au stress est définie comme la capacité génotypique à maintenir un haut rendement en grains, quelles que soient les conditions de croissance prévalences. C'est le concept de la stabilité du rendement (Cattivelli et al. ,2002).

b. Adaptation au milieu physique

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

c. Résistance à la sécheresse

C'est un critère recherché en zones méditerranéennes, où les climats réduisent sérieusement le potentiel de production du blé, le facteur eau étant souvent limitant.

Selon Belaid (1986), la sécheresse se définit comme étant la combinaison complexe des contraintes hydriques et thermiques en interaction, qui peut prendre des formes très différentes d'un lieu à un autre ou d'une année à l'autre.

L'adaptation à la sécheresse se traduit par une succession de modifications au niveau cellulaire et moléculaire qui sont dépendantes des potentialités génétiques de l'espèce. (Monneveux, 1989 in Gallais et Bannerot ; 1992).

d. Précocité

Ce critère définit la durée plus ou moins longue des différentes périodes de développement (Belaid, 1986), elle se détermine par rapport à la date à laquelle intervient chacun des stades principaux de la plante (tallage, montaison, épiaison, maturité). On note généralement la précocité à l'épiaison (il y a stabilité de ce caractère) lorsque 50% des épis sortent de la gaine de la dernière feuille.

La précocité est un caractère souvent recherché en zones méditerranéennes, dans la mesure où il permet, l'évitement du déficit hydrique terminal (Monneveux et This, 1997). Selon Benabdallah et Bensalem (1992), donc la précocité à l'épiaison et à maturité est un mécanisme important d'esquive de la sécheresse tardive (Hadjichristodoulou ,1987) chaque jour gagnée en précocité génère un gain de rendement variant entre 30 et 85 kg / ha (Fisher et Maurer, 1978).

Selon Ali Dib. (1992), la sélection de génotypes précoces permet d'éviter la coïncidence des stades critiques de développement (floraison - maturation) et les stades d'occurrences maximales de certains accidents climatiques (gel, température).

e. Résistance au froid

Le froid influe négativement sur la croissance de la plante, donc tout le métabolisme de celle-ci est freiné sinon arrêté : il y a influence directe sur l'absorption et l'assimilation et également sur la circulation de la sève. Les chutes intenses du froid sont responsables de nombreux troubles physiologiques (Payot, 1979).

Selon Clement et al. (1971), la sensibilité au froid chez le blé varie selon son stade de développement.

Le mécanisme d'adaptation le plus important étant l'endurcissement au froid, L'expression de la résistance potentielle varie au cours du cycle :

- le stade coléoptile correspond à une phase critique ;
- (Gallais et al. ,1992), montre qu'une résistance au froid élevée peut s'exprimer dès le stade 1,5 feuille ;
- à partir du début de l'élongation de la tige, la résistance potentielle chute brusquement, car le jeune épi en formation devient très exposé ; une température de (-4 °C) peut déjà causer des dégâts.

L'expression de la résistance potentielle ne peut se faire qu'après endurcissement au froid des plantes. C'est un processus actif qui est sous la dépendance de la température extérieure : une certaine acclimatation se produit avec des températures de l'ordre de 10 °C, et l'endurcissement semble pouvoir être complet à 0 °C ou en dessous. (Gallais et al. ,1992).

Les différences entre génotypes ne peuvent s'exprimer pleinement qu'après endurcissement. Sans endurcissement, en effet, les génotypes « résistants » (c'est-à-dire ceux qui sont capables de s'endurcir) sont aussi fragiles que les génotypes sensibles. Les efforts des sélectionneurs ont essentiellement porté sur l'amélioration de la résistance potentielle au froid des génotypes, qui est effectivement le premier critère de différenciation du comportement des variétés (Gallais, 1989).

f. Alternativité

C'est l'aptitude pour une variété de pouvoir être semée sur un intervalle plusieurs mois. Dans les pays très froids, elle peut être très intéressante pour la sélection afin d'éviter le froid qui survient durant la période sensible du développement du bit pour alterner la récolte.

g. Résistance à la verse

La verse est un accident de culture préjudiciable aux récoltes, elle provoque chute importante du rendement et diminue leur rigidité.

Outre la verse pathologique qui est due à une attaque de la tige ou des racines des champignons comme le *Fusarium* chez le blé, la verse physiologique et la verse mécanique résultent le plus souvent de la combinaison de facteurs de différentes liés aux techniques culturales et au climat :

- La verse physiologique peut être due à un déséquilibre dans la nutrition (excès d'azote à un moment inopportun du stade de végétation ou déséquilibre de fumure) (Belaid, 1986) ;
- la verse mécanique est surtout due aux vents violents et des pluies orageuses ;
- le facteur génétique, lié au génotype doit être pris en considération : la capacité de la résistance à la verse dépend de la variété (génotype). Les variétés résistantes à la verse présentent une conformation morphologique (hauteur et diamètre de la tige, géométrie du système racinaire), une anatomie (importance des tissus de soutien) et une composition biochimique des parois cellulaires bien spécifiques.

En général, ces facteurs agissent simultanément et il est difficile de dissocier entre la verse physiologique et la verse mécanique.

h. Adaptation au milieu biologique

La protection des cultures par des pesticides devrait être réservée à la lutte contre les épidémies accidentelles ou localisées, l'utilisation prolongée de ces produits n'est pas justifiée

à cause de leur coût, de leurs conséquences écologiques et des adaptations inévitables des parasites (Bouharmonte, 1997).

Les sélectionneurs cherchent comme critère de sélection, la création de variétés génétiquement résistantes aux parasites et aux agents pathogènes. Ils s'intéressent particulièrement aux maladies : rouille, fusariose. Septoriose. Oïdi, piétin-échaudage. piétin-verse et l'helminthosporiose, etc.

La résistance variétale est une méthode de lutte rarement durable et difficile, en raison de l'adaptation des parasites aux gènes de résistance, obligeant le sélectionneur à modifier sans cesse les variétés pour surmonter la virulence des parasites (Lafon et al., 1990).

Il faut par ailleurs noter que les croisements interspécifiques à l'intérieur du groupe des blés tétraploïdes sont susceptibles de permettre l'incorporation chez le blé dur de gène intervenant dans la résistance aux maladies : deux lignées de *T. dicoccoïdes*. Vermal Emmer et Khalpi. Ont été largement utilisées par les sélectionneurs comme source de résistance à la rouille noire (Bensalem et Monneveux, 1993).

2.3.2 Sélection sur le plan qualitatif

La recherche de variétés produisant un rendement élevé en grains peut aboutir à l'obtention de variétés de mauvaise qualité, en particulier de mauvais rendement semoulier.

Pour cette raison, une attention particulière est prêtée aux valeurs nutritionnelles et technologiques des cultivars obtenus. L'étude des paramètres technologiques sert de critères de sélection dans le programme d'amélioration génétique.

On regroupe sous le terme de la qualité technologique deux caractéristiques distinctes : la valeur semoulière et la valeur pastière.

a. Valeur semoulière

Quelques critères de sélection permettent d'appréhender l'aptitude de blé dur à être transformé en semoule :

• Le taux de mitadinage

Les grains mitadinés présentent, dans la base cornée de l'albumen, des tâches plus ou moins étendues d'amidon farineux. Le mitadinage diminue le rendement en semoule et provoque des piquûres blanchâtres dans la semoule et les pâtes alimentaires issues. La fumure azotée tardive avant épiaison limite cet accident. Les conditions climatiques en Algérie ne permettent pas l'application de cette fumure azotée à ce stade tardif qui en plus augmente la sensibilité du blé aux maladies de végétation (Oïdi, fusariose, sept...). C'est pour cette raison que l'adaptation de variétés résistantes au mitadinage ainsi qu'une fertilisation raisonnée constitue une solution plus sûre et plus économique, particulièrement pour notre pays.

• Le poids de mille grains

C'est un critère généralement peu maîtrisable, car il est fortement lié aux effets de l'environnement, au moment de la formation et du remplissage du grain. Un manque d'eau après la floraison combinée aux températures élevées (conditions fréquentes en Algérie) entraîne une diminution du poids de 1000 grains par altération de la vitesse et/ou de la durée de remplissage, ce qui se traduit par l'échaudage des grains (Zouaoui, 1993).

• Teneur en protéines

La teneur en protéines est un critère de qualité fréquemment utilisé dans les échanges commerciaux. Elle est en effet essentielle à plus d'un titre dans la mesure où, fréquence du mitadinage et teneur en protéine sont des paramètres inversement reliés (Samson *et al.*, 2005).

• Moucheture

La moucheture du blé dur, caractérisée par des taches brunes à noires sur le grain de blé à maturité, contribue à déprécier l'aspect des pâtes alimentaires. L'origine de ces taches est encore à ce jour méconnue (Hacini, 2014).

La moucheture est provoquée par trois agents : conditions abiotiques. La coloration et l'intensité des taches varient selon l'agent, les attaques de thrips provoquant les plus forts taux (Hacini, 2014).

b. Valeur pastière

C'est l'aptitude des semoules à être transformées en pâtes alimentaires. Elle regroupe deux aspects principaux (Lounes et Guerfi, 2010):

• **Qualité visuelle**

Les pâtes de couleur jaune ambrée et qui ne représentent pas de piqûres sont à rechercher. Les grains mouchetés présentent des taches brunes à noirâtres sur les enveloppes, au niveau du germe et/ou le sillon, causés par des champignons (*Fusarium*, *Alternaria*). Ces derniers se développent surtout sur les épis versés ou attaqués par certains parasites (Thrips). Ainsi ces zones colorées se retrouvent en partie sous forme de piqûres noires après mouture, dans la semoule et puis dans les pâtes alimentaires entraînant une dépréciation de la valeur commerciale de ces produits (Lounes et Guerfi, 2010).

• **Qualité culinaire**

Elle recouvre plusieurs facteurs dont la tenue des pâtes avant et après cuisson et la texture des produits cuits (fermeté, élasticité, l'état de surface). La qualité culinaire est fortement dépendante des caractéristiques plastiques du blé mis en œuvre, mais elle est influencée par le processus industriel utilisé (pétrissage et séchage en pâtes alimentaires) (Lounes et Guerfi, 2010).

Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériels et méthodes

Notre expérimentation se fait pour objectif d'étudier des comportements morphologiques et phénologiques de quatre variétés de blé dur pour cela on a utilisé des matériels et méthodes différentes qui a montré si dessous.

1. Présentation de la région d'étude

1.1 Situation géographique

Cette étude est réalisée dans une exploitation agricole issue de la loi 83/18 instituant l'Accès à la Propriété Agricole Foncière (APFA) dans la commune de **Ben Naceur Ban Chohra**, au lieu- dit **Begla** au sud de la commune de **Laghout**.

La wilaya de Laghouat est située au piémont de l'Atlas Saharien. La première oasis en venant du nord à 400 Km au sud de la capitale et à 300 Km environ à vol d'oiseau de sud de la mer, à une altitude de 752 m et une longitude Est 2°53 et latitude Nord 33°42 (Sila, 2012).

Par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la wilaya de Laghouat fait partie du groupe des neuf wilayas pastorales du pays ainsi que des wilayas du sud. Elle est issue du découpage de 1974 (Saoudi, 2007).

Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

1- La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de **1.000 à 1.700 m** avec des pentes de **12,5 à 25 %**. Cette zone au Nord-Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida). Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de : **47.095 ha**, de nappes alfatières couvrant une superficie de **315.125 ha** ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de **1.531.766 ha**.

2-La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux sahariens caractérisée par des altitudes allant de **700 à 1.000 m** est des pentes de **0 à 3 %**. Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de **1.900.000 ha** dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées.

La wilaya de Laghouat est limitée au Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa, au Nord-Ouest par les wilayas de Tiaret et d'El Bayadh et au sud par la wilaya de Ghardaïa. Elle compte actuellement 24 communes regroupées en **10 Daïras** (Saoudi .2007).

1.2 Climat

Le climat de la wilaya de Laghouat est continental aride, caractérisé par des hivers froids avec des températures moyennes de (1,84 °C) et marqué par des gelées blanches, et les étés par une forte chaleur de plus de (40 °C) avec de vents de sable (Merzoug, 2014).

Le tableau 05 présente les données climatiques de Laghouat durant la campagne de la culture de blé (2016-2017).

Tableau 05. Quelques caractéristiques climatiques de la commune de Laghouat et ses environs durant la campagne de la culture de blé.

<i>Année et mois</i> <i>Paramètres</i>	<i>janv-17</i>	<i>févr-17</i>	<i>mars-17</i>	<i>avr-17</i>	<i>mai-17</i>	<i>juin-17</i>	<i>Moy</i>
<i>Total précipitation en mm</i>	10,4	0,8	0	8	5,8	13,4	6,4
<i>Température moy en °C</i>	6,6	11,2	14,9	18	25,4	28,1	17,37
<i>Humidité relative moy en%</i>	56	44	32	33	26	23	35,67
<i>Nbre jours de vent de sable</i>	4	5	4	7	5	5	5
<i>Nbre jours de gelée</i>	14	2	0	0	0	0	3

Source : ONM., 2017.

1.2.1 Pluviométrie

Les précipitations moyennes enregistrées font ressortir une pluviométrie moyenne annuelle de 109.2 mm durant l'année 2015-2016.

L'étude de sa variabilité moyenne a été effectuée sur les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous pour la période (2002-2016).

Tableau 06. Précipitation moyennes mensuelles de la région de Laghouat en (mm), période (2002-2015).

Année Mois	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16
Septembre	7,60	21,20	1,00	41,70	38,40	1,20	35,70	138,20	9,90	28,30	18,20	12,20	20,70	36,80
Octobre	12,50	53,40	16,00	7,00	0,10	13,00	80,90	0,90	21,20	54,30	40,80	27,40	3,00	38,40
Novembre	8,80	14,30	3,10	2,80	12,30	2,10	0,00	0,00	14,00	34,40	32,60	2,60	23,50	4,60
Décembre	0,50	17,40	37,40	4,40	45,10	0,40	7,60	1,10	0,30	5,60	0,00	41,60	5,00	0,00
Janvier	31,90	0,40	14,00	31,60	0,50	0,10	27,90	3,40	5,10	4,80	8,40	3,70	4,60	0,20
Février	6,40	0,40	1,40	16,30	2,00	13,80	13,60	29,80	0,20	1,80	12,40	2,20	18,00	0,60
Mars	0,40	33,40	1,40	0,30	8,00	0,00	12,70	1,40	55,60	27,90	2,60	0,40	5,30	1,60
Avril	0,50	46,00	7,60	86,60	28,10	0,00	17,90	17,50	53,40	4,60	7,40	0,20	2,00	5,50
Mai	0,90	36,00	11,10	4,90	31,10	14,90	6,00	26,80	32,40	1,50	9,20	24,20	0,30	1,80
Juin	0,30	24,00	10,20	0,10	0,00	10,20	2,40	11,90	39,40	2,80	0,00	14,60	4,80	0,80
Juillet	1,20	4,50	10,70	0,00	13,00	2,90	4,10	4,10	6,10	8,80	5,60	3,80	0,00	5,80
Aout	6,20	28,20	9,60	15,50	20,10	13,20	11,00	1,54	4,40	3,00	8,00	3,20	15,40	13,80
TOTAL	77,20	279,2	123,5	211,2	198,7	71,8	219,8	236,6	242,0	177,8	145,2	136,1	102,6	109,9

Source : ONM., 2016.

La distribution pluviométrique annuelle dans la région de Laghouat à travers les saisons est assez irrégulière, entraînant ainsi un impact défavorable sur le développement et la croissance des cultures.

1.2.2 Température

Les données relatives aux températures relevées pendant la période (2015-2016) sont enregistrées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 07. Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat, période (20015-2016).

Année et mois	sept-15	oct-15	nov-15	déc-15	janv-16	févr-16	mars-16	avr-16	mai-16	juin-16	JUL-16	AOU-16	Total et/ou moy annuel
Températures moyenne 1/10eme degrés	25,8	39,1	13,1	9,40	10,7	11,4	12,80	19,3	22,9	28,20	31,20	29,80	21,14

Source : ONM., 2016.

Les températures moyennes mensuelles pour les années (2015-2016) sont maximales au cours de la période de juin à septembre (saison chaude), la saison chaude s'étale avec un mois plus (mai à septembre), et atteint leur valeur moyenne maximale pendant le mois du juillet avec une valeur de (31.2°C). Pour le froid il débute du mois de novembre vers mars et atteint sa valeur minimale (9.4 °C) en mois de décembre.

1.2.3 Humidité

L'humidité augmente entre octobre jusqu'au février avec un maximum dans le mois de novembre avec une valeur de (59 %) et une humidité relative à faible moyenne durant toute les autres mois de l'année.

Les données relatives à l'humidité relevées pendant la période (2015-2016) sont enregistrées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 08. Humidité moyenne mensuelle de la région de Laghouat, période (2015-2016).

Année et mois Paramètre	sept- 15	oct- 15	nov- 15	déc- 15	janv- 16	févr- 16	mars- 16	avr- 16	mai- 16	juin- 16	JUL- 16	AOU- 16	Total et/ou moy annuel
Humidité relatifmoy en%	32	50	59	56	59	46	42	34	27	23	21	27	40

Source : ONM., 2016.

2. Protocol expérimental

2.1 Le matériel végétal

Quatre (04) populations de blé dur (*Triticum durum*. Desf) ont été testés, dont (l'une (01) est une population paysanne (locale de la commune d'Aflou, trois(3) sont des lignées pures créées et sélectionnées par l'ITGC :Simeto- VitronG4- Chen's.

Le catalogue officiel de la variété de l'ITGC dresse les caractéristiques des variétés étudiées. Nous les avons résumées dans le tableau suivant.

Tableau 09. Principales caractéristiques des variétés étudiées.

Caractéristiques	Simeto	Vitron	Chen's
Origine	-Italie	-Espagne	- Syrie
Caractéristiques au champ	- Coléoptile à des pigments anthocyaniques nuls ou très faibles. - Première feuille à des pigments anthocyaniques nuls ou très faibles. - Porte au tallage demi-dressé. - Hauteur (tige, épi et barbes) moyenne.	-Coléoptile à des pigments anthocyaniques nuls ou très faibles. -Première feuille à des pigments anthocyaniques nuls ou très faibles. -Porte au tallage demi-dressé à demi – étalé. -Hauteur (tige, épi et barbes) courte.	-Coléoptile à des pigments anthocyaniques nuls ou très faibles. -Première feuille à des pigments anthocyaniques nuls ou très faibles. -Porte au tallage dressé à demi –étalé. Hauteur (tige, épi et barbes) courte.
Caractéristiques sur épi sec	-Barbes distribuées sur toute la longueur avec couleur noire et plus longue par rapport à l'épi.	-Barbes distribuées sur toute la longueur avec couleur noire et plus longue par rapport à l'épi.	-Barbes distribuées sur toute la longueur avec couleur noire et plus longue. -Épi à couleur (à

	- Épi à couleur (à maturité) blanc, avec une forme pyramidale et une compacité moyenne. - a une forme demi-allongée, et une coloration au phénol faible.	-Épi à couleur (à maturité) noire, avec une forme pyramidale et une compacité moyenne. -Grain a une forme demi-allongée, et une coloration au phénol faible.	maturité) blanc, avec une forme pyramidale et une compacité compacte. -Grain a une forme demi-allongée, et une coloration au phénol faible.
Caractéristiques agronomiques et technologiques	- Rendement élevé. -Poids de mille grains (PMG) élevé.	-Rendement élevé. -Poids de mille grains (PMG) élevé.	-Rendement élevé. -Poids de mille grains (PMG) élevé.
Résistance aux maladies	- moyennement à sensible.	-Moyennement sensibles notamment à la septoriose. Par contre résistante à l'oïdium.	-Pas d'information.

2.2 L'élaboration de plan d'expérience

L'essai a été réalisé au cours de la campagne agricole 2016/2017 (à date de 17 décembre 2016 plus exactement) pour étudier quelques comportements agronomiques de 4 variétés de blé dur. La conduite culturale est biologique (l'utilisation de la fumure d'ovins) avec un système d'irrigation par submersion et avec une fréquence d'une seule fois par 10 jours (1/10 jours).

Le dispositif expérimental utilisé dans cette expérimentation est le bloc aléatoire complet (BAC) avec quatre (04) répétitions. Le choix de ce dispositif a été dicté par la présence d'une légère pente au niveau de l'exploitation. Cette pente constitue un gradient de fertilité qui peut influencer les résultats. Le bloc aléatoire complet est recommandé dans ce cas précis car à travers les blocs, le gradient de fertilité est maîtrisé.

Le nombre des unités expérimentales sont seize (16) unités dont chaque variété a été semée dans une parcelle élémentaire ayant des dimensions 1,20 m x 1m. Cette dernière a été divisée en 12 lignes espacées de 10 cm les unes des autres et l'espacement entre chaque plante est 10 cm. Chaque parcelle élémentaire est réservée pour une seule variété. Ainsi, la surface totale occupée par l'essai est de $4 \times 4 \times 1,20 \text{ m}^2 = 19.2 \text{ m}^2$.

L'élaboration de plan d'expérience a été résumée comme suit :

- ☐ Dispositif en s complet (BAC) ;
- ☐ Facteur Variété ;
- ☐ Niveaux de

Le schéma ci-dessous illustre le dispositif expérimental adopté sur le terrain.

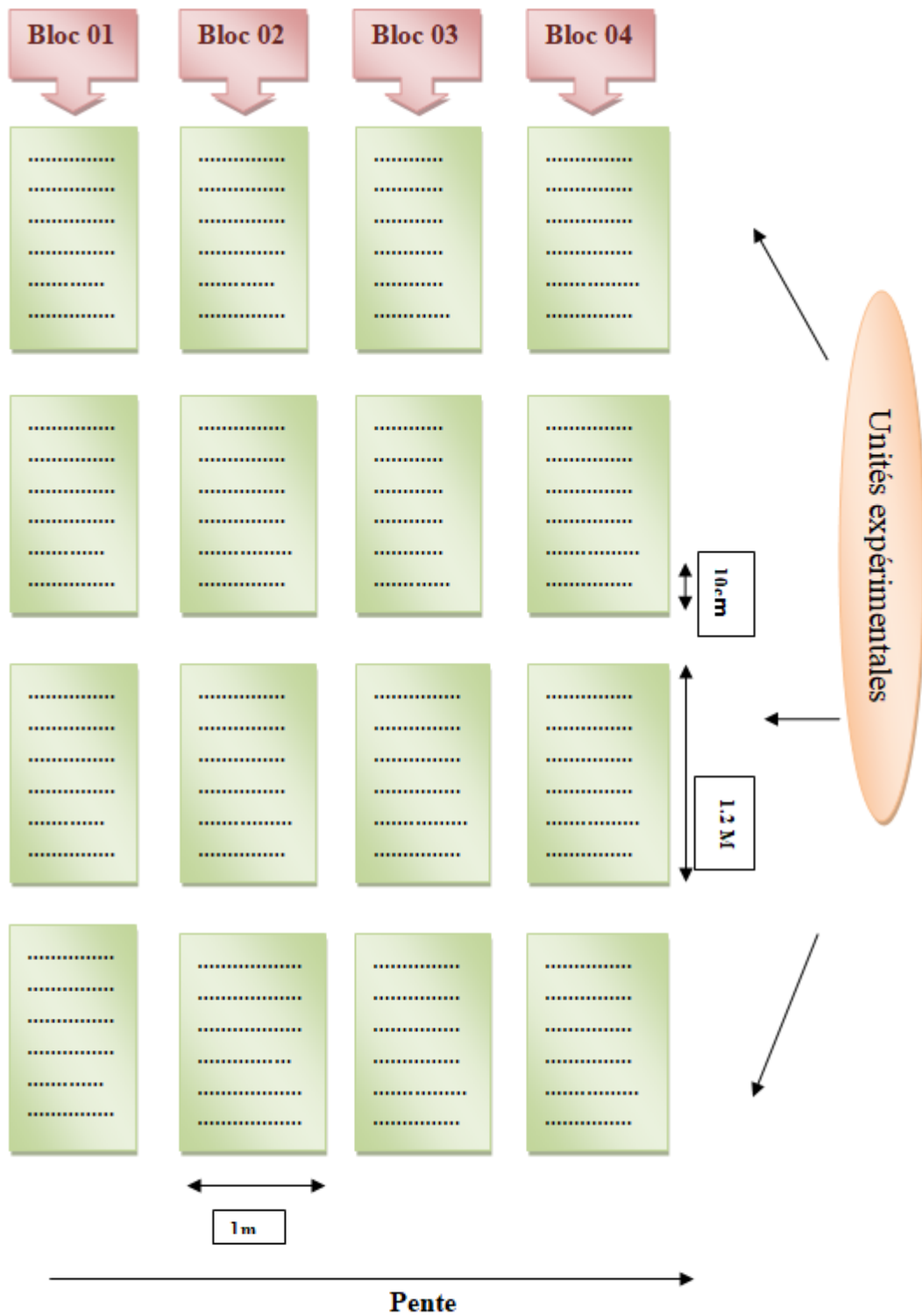


Figure 07. Schéma de dispositif expérimental.



Figure 08. Le dispositif expérimental.

2.3 Démarche d'analyse et d'interprétation statistiques

L'analyse statistique des résultats a été effectuée à l'aide d'un logiciel STATBOX 7. Le premier test qui nous permet de déterminer les différences entre les moyennes des différents traitements est le test de l'analyse de la variance. Ce test global préalable est indispensable.

Le seuil de signification retenu est de 5%, la signification des différences entre les variétés étudiées est exprimée en fonction de probabilité (P ou Prob) :

- $P > 0.05$: il n'y a pas de différence entre les moyennes des différents traitements ;
- $0.0100 < P < 0.05$: la différence entre les moyennes des traitements est significative ;
- $0.0010 < P < 0.0100$: la différence entre les moyennes des traitements est hautement significative ;
- $0.0000 < P < 0.0010$: la différence entre les moyennes des traitements est très hautement significative.

Si les différences qui ont été révélées sont significatives, on complète l'analyse par l'étude de la plus petite amplitude significative (PPAS). Ce test de PPAS nous a permis de classer les moyennes des différents traitements en groupes homogènes, ainsi de ressortir les meilleurs traitements.

3. Présentation des paramètres étudiés

3.1 Paramètres morphologiques

3.1.1 Nombre de plantes levées par mètre carré

Le nombre de plants levés est estimé à partir du comptage de plants levés /m linéaire, ce dernier est rapporté au m² (Nadjem, 2012).



Figure 09.Nombre de plantes levées par mètre carré

3.1.2 Nombre des talles par plant

Le tallage herbacé est déterminé par comptage direct de nombre de talles herbacées (à l'exception de maître brin) de stade quatrième feuille jusqu'au stade début gonflement. On compte 10 échantillons par parcelle / génotype / répétition (Oudjani, 2009).



Figure 10. Nombre des talles par plant

3.1.3 Hauteur de la tige

La hauteur de la tige est mesurée du sol jusqu'au sommet de la strate moyenne des épis, barbes non incluse (Ouanzar, 2012).



Figure 11.Hauteur de la tige.

3.1.4 Longueur du col de l'épi

Le col de l'épi se mesure à partir du dernier entre-nœud (point d'attache du dernier épillet) jusqu'à la base de l'épi (Louneset Guerfi ,2010).

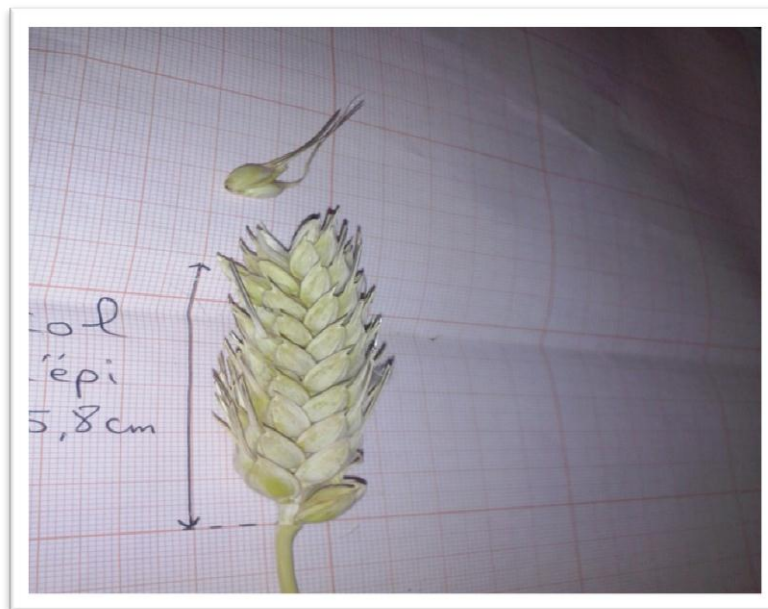


Figure 12. Longueur du col de l'épi.

3.1.5 Longueur de l'épi

La longueur de l'épi est mesurée en centimètre au stade maturité à partir de la base de l'épi (1er article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal (Cherfia 2010).



Figure 13. Longueur de l'épi.

3.1.6 Longueur des barbes

La longueur de la barbe est exprimée en centimètre de l'extrémité du dernier épillet vers l'extrémité des barbes (Cherfia 2010).



Figure 14. Longueur des barbes.

3.1.7 La surface foliaire (SF)

La surface foliaire de la feuille étandard exprimée en cm^2 est définie comme le produit de la longueur totale

(L, cm) par la largeur moyenne (I, cm) des feuilles par 0.7149, d'après Spagnoletti-Zeuli et Qualset, (1990), $SF (cm^2) = L \times I \times 0.7149$

3.2 Composante de rendement

3.2.1 Le nombre d'épis par mètre carré

Le nombre d'épis au m² est déterminé par le comptage du nombre d'épis sur 1 mètre linéaire prélevé aléatoirement de chaque parcelle du bloc (Elhadef, 2015).



Figure 15. Nombre d'épis par mètre carré.

3.2.2 Le nombre d'épillets totaux par épi

Pour chaque parcelle élémentaire, nous avons prélevé d'une manière aléatoire 10 épis après maturation complète de chaque variété. Pour chaque épi nous avons fait le comptage le nombre d'épillets totaux (Louneset Guerfi ,2010).

3.2.3 Le nombre d'épillets fertiles par épi

Pour chaque épi, nous comptons le nombre d'épillets contenant des grains (Lounes et Guerfi ,2010).

3.2.4 Le nombre d'épillets stériles par épi

Les mêmes épis ont été utilisés pour mesurer ce paramètre évaluant des épis ne contenant pas de grains (Lounes et Guerfi ,2010).

3.2.5 Nombre de grain par épi

Nous avons procédé au comptage des grains à partir des épis de l'échantillon qui ont servi à déterminer les paramètres précédents (Lounes et Guerfi ,2010).

3.2.6 Le poids de mille grains (PMG)

Le poids de mille grain est estimé à la partir du comptage et pesage de 1000 graines a l'aide de balance de précision (Ouanzar, 2012).

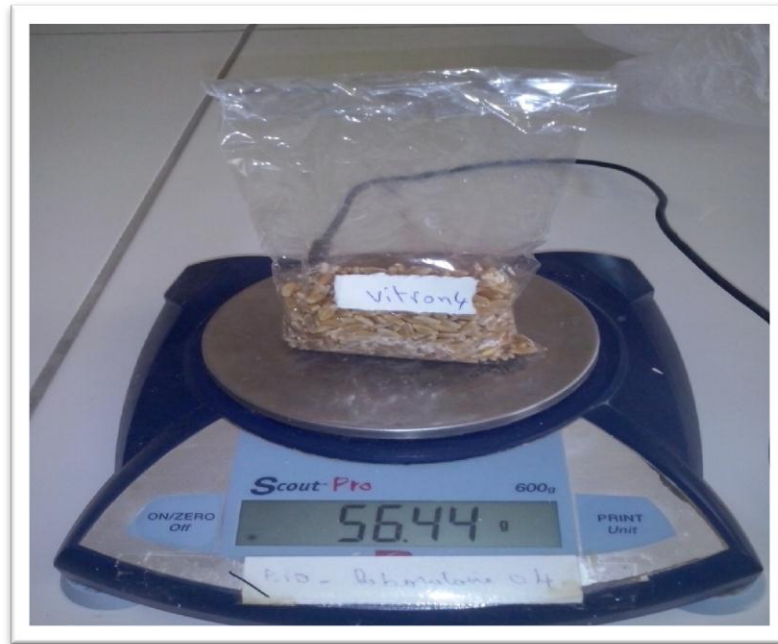


Figure 16. Poids de mille grains.

3.2.7 Le rendement réel

Le rendement réel est estimé sur la base du poids des graines de l'échantillon récolté et à partir de la moisson des parcelles de l'essai (Ouanzar, 2012).



Figure 17. Rendement réel.

4. Paramètres phénologiques

Deux caractères ont été notés ; la précocité à l'épiaison et à la floraison. Pour cela, nous calculons le nombre de jours entre la date de levée et la date de réalisation du stade.

Résultats et discussions

Chapitre IV : Résultats et discussions

D'après le matériel et les méthodes utilisés dans notre expérimentation on a obtenu des résultats qui ont mentionnés si dessous avec l'interprétation.

1. Étude des paramètres morphologiques

1.1 Nombre de plantes levées par mètre carré

Les résultats relatifs au nombre de plantes levées par mètre carré sont représentés dans le tableau 10 et illustrés par l'histogramme figure 18.

Le tableau d'analyse de variance de ce paramètre est représenté dans l'annexe.

Tableau 10. Les résultats relatifs au nombre de plantes levées par mètre carré.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	487,000	15	32,467			NS	6,129
Var.FACTEUR 1	161,500	3	53,833	1,648	0,246		
Var.BLOCS	31,500	3	10,500	0,321	0,811		
VAR.RESIDUELLE1	294,000	9	32,667				

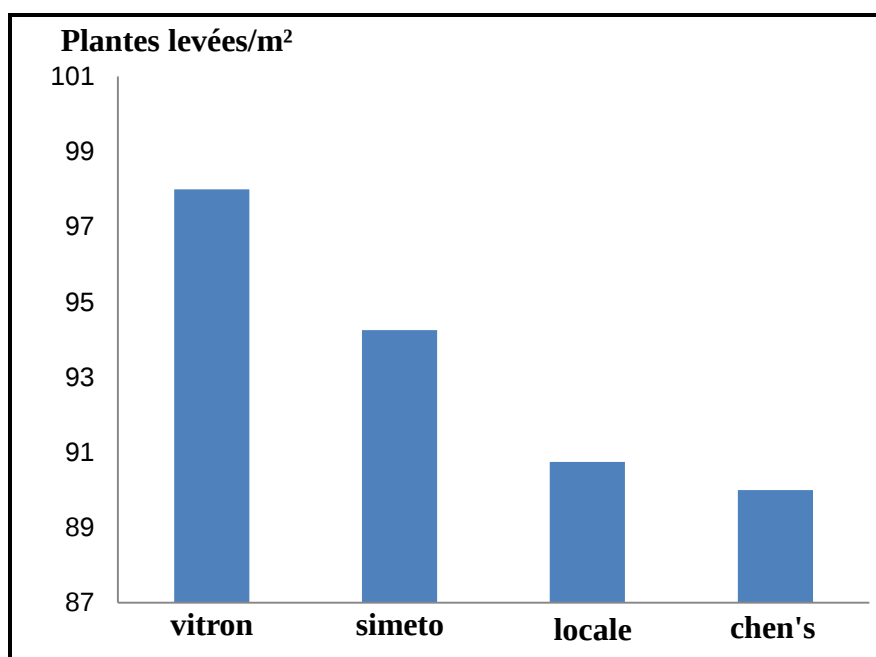


Figure 18. Les résultats relatifs au nombre de plantes levées par mètre carré.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob > 0,05), donc le facteur variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Blouet et al., (1984), trouvent que des températures minimales inférieures à (- 5 °C) sont néfastes durant la phase germination levée. Pour réduire, les risques de baisse de rendement grain lié aux effets du gel tardif, la tolérance aux basses températures est recherchée.

La graine exige un taux d'humidité pour assurer une bonne levée, tant que la graine n'a pas été imbibée, le déficit a pour seule conséquence de retarder la date de levée, nom imbibé, celle-ci devient très sensible au manque d'eau (Deumier, 1987).

Les besoins en eau peuvent être importants (25 à 30 mm) satisfaits par les pluies de la saison, mais la phase levée est sensible au manque d'eau (Handoufe, 1998).

Selon Soltner (1990), un bon sol pour le blé doit avoir une texture fine «limono-argileuse», assurant le développement des racines et une grande surface de contact, d'où une bonne nutrition ; avec une porosité suffisante, et de complexe absorbant important, qui permet à la plante de se nourrir à partir des réserves chimiques (Clement et Prat, 1971).

Selon Prévost (2006), le nombre de plants par mètre carré est influencé par deux conditions importantes :

- condition liée à la graine regroupée sous la notion de la faculté germinative et l'énergie germinative ;
- conditions extérieures qui sont les conditions pédoclimatiques (l'eau, O₂, la température, et le sol).

La densité du peuplement dépend de la faculté germinative, de l'état structural du sol (battance), ainsi que des conditions de semis, état du lit de semence et profondeur de semis et des conditions climatiques postérieures au semis (Gate, 1995).

Le passage de la vie latente à la vie active de la graine nécessite comme il est connu son imbibition. Au fur et à mesure que la teneur en eau augmente, l'intensité respiratoire croît et par suite les besoins en oxygène. Mais le phénomène respiratoire, l'hydrolyse des réserves et les activités enzymatiques qui font suite demeurent sous la dépendance de la température (Bendkhil et al., 2014).

1.2 Nombre des talles par plant

Les résultats relatifs au nombre de talles par plant sont représentés dans le tableau 11 et illustrés par l'histogramme figure 19.

Tableau 11. Les résultats relatifs au nombre de talles par plant.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	15,899	15	1,060			NS	22,7
Var.FACTEUR 1	3,097	3	1,032	1,010	0,433		
Var.BLOCS	3,607	3	1,202	1,177	0,372		
VAR.RESIDUELLE1	9,196	9	1,022				

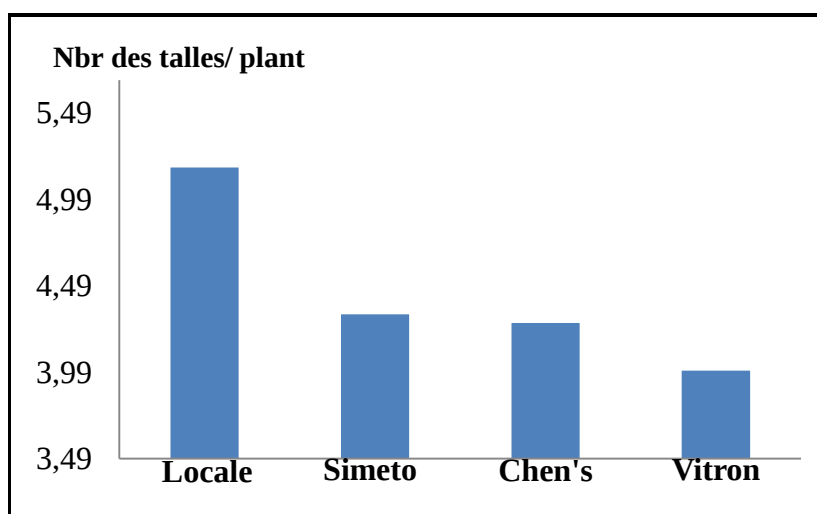


Figure 19. Les résultats relatifs au nombre de talles par plant.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob > 0,05), donc le facteur de variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Clement et Prats (1971) ont constaté que ce paramètre peut être considéré comme une composante qui affecte indirectement le rendement.

Le tallage, phénomène caractéristique de la physiologie des graminées, est l'élément fondamental de la productivité. Sa réalisation et la vitesse de celle-ci sont conditionnées par la température, la lumière, le développement racinaire.

Un stress hydrique non sévère n'affecte pas le nombre des talles par plante. La plante peut rattraper le retard de tallage dès les premières pluies (Handoufe, 1998).

Le nombre de talles herbacées varie en fonction de la variété (aptitude génétique) et de la durée et des conditions de croissance au cours de la phase du tallage (Bonfils, 2000).

Certains auteurs trouvent qu'il est préférable de provoquer un stress hydrique pendant le tallage pour que la plante développe son système racinaire (Monneuvex, 1989).

D'après Gâte (1995), l'azote n'accélère pas la vitesse d'émission des talles, cette dernière dépend essentiellement des facteurs strictement climatiques (durée du jour, température, le rayonnement).

1.3 Hauteur de la tige

Les résultats relatifs à la hauteur de la tige de plant sont représentés dans le tableau 12 et illustrés par l'histogramme figure 20.

Tableau 12. Les résultats relatifs à la hauteur de la tige.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	9735,099	15	649,007			THS ***	11,73
Var.FACTEUR 1	8561,243	3	2853,748	30,440	0,000		
Var.BLOCS	330,102	3	110,034	1,174	0,373		
VAR.RESIDUELLE1	843,754	9	93,750				

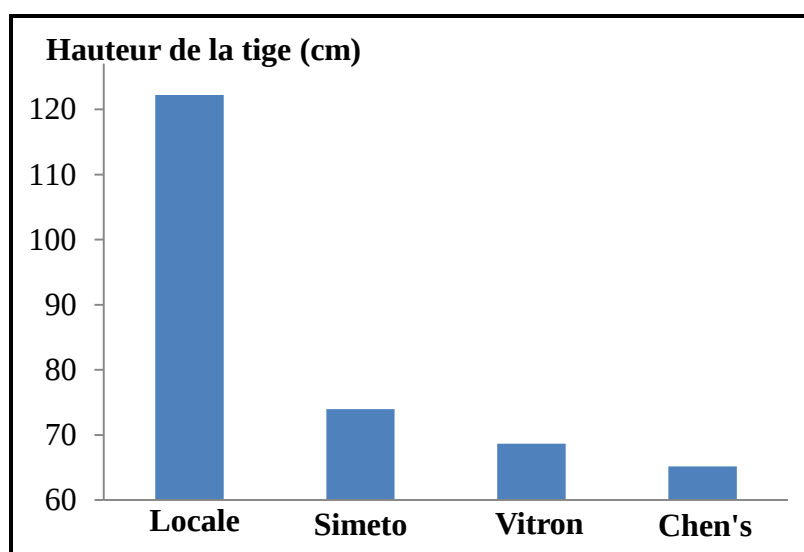


Figure 20. Les résultats relatifs à la hauteur de la tige.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob < 0,05), donc le facteur type de variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne deux groupes homogènes. La variété la plus haute c'est la variété locale avec (122.2 cm) qui représente le groupe A suivi par les autres variétés (simeto- vitron- chen's) qui représentent le groupe B.

La hauteur de la plante apparaît comme un critère de sélection important (Mekliche ,1983) trouve une liaison positive et significative entre le rendement et la hauteur de la paille : les plantes courtes sont plus productives que les plantes à paille haute. Ceci s'exprime que les premières ont une capacité de tallage importante, chaque talle va s'allonger et mettra une inflorescence et ce qui augmente le peuplement épi, par conséquent, on assiste à un accroissement du rendement.

Il est à noter que la hauteur élevée des pailles constitue un avantage important en favorisant une bonne résistance à la sécheresse, ceci s'expliquerait d'une part : par le fait qu'une paille haute s'accompagne souvent d'un système racinaire profond ce qui conférerait à la plante une capacité d'extraction de l'eau supérieure (Bagga et al. ,1970) d'autres parts.

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

Ledent (1978) a établi une bonne corrélation entre le poids sec total (sans l'épi) et celui de l'épi ; ceci montre nettement que les talles bien développées portent les plus beaux épis.

Selon Simpson (1968), les plantes courtes sont plus productives que les plantes hautes, car la capacité de tallage des premiers est plus importante.

Le coefficient de corrélation entre le rendement et la hauteur de la tige est très variable selon les génotypes de blé tendre, il varie de $r = 0,53$ à $r = 0,82$ (Mekliche, 1983).

Fonseca et Paterson (1968) ont établi des corrélations positives entre la hauteur de la plante, les composantes du rendement et le rendement en grain, qui varient selon l'année d'essai et la lignée utilisée.

La hauteur de la plante et les composantes de rendement ainsi que la précocité présentent des corrélations hautement significatives. Les coefficients de corrélation entre d'une part la hauteur de la tige, et d'autre part le nombre d'épis par plante, le poids du grain et la précocité, ont respectivement les coefficients suivants : $r = 0,206$; $r = 0,484$ et $r = -0,222$ (Johnson., 1966).

1.4 Longueur du col de l'épi

Les résultats relatifs de la longueur du col de l'épi sont représentés dans le tableau 13 et illustrés par l'histogramme figure 21.

Tableau 13. Les résultats relatifs de la longueur du col de l'épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	23,319	15	1,555			THS ***	8,634
Var.FACTEUR 1	20,599	3	6,866	28,947	0,000		
Var.BLOCS	0,585	3	0,195	0,822	0,516		
VAR.RESIDUELL1	2,135	9	0,237				

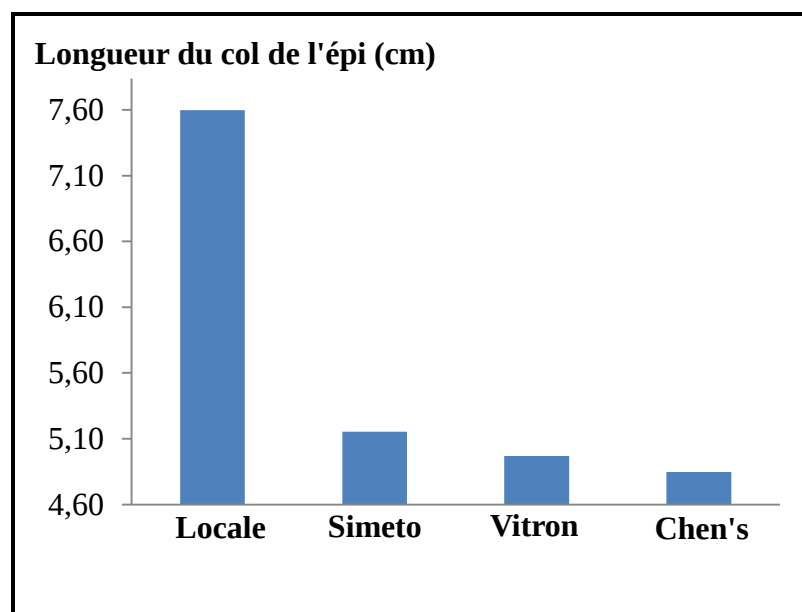


Figure 21. Les résultats relatifs à la longueur du col de l'épi.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes de différents traitements (populations); ($\text{Prob} < 0,05$), donc le facteur variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne deux groupes homogènes. La variété qui possède un long col de l'épi c'est la variété locale avec (7.6 cm) qui représente le groupe A suivis par les autres variétés (simeto- vitron- chen's) qui représentent le groupe B.

La longueur du col de l'épi est associée positivement au rendement de l'épi (Delecolle Et Gurnade, 1980). Wardlaw et al, cité par Auriau (1978), ont souligné l'importance non seulement du rôle du col de l'épi, mais aussi des barbes, dans la finition du grain. Le col jouerait le rôle d'un organe provisoire dans la translocation des assimilés vers l'épi, ils ont trouvé une corrélation positive entre la longueur du col de l'épi et le rendement.

D'après Auriau (1978), le col de l'épi et l'épi lui-même fournissent la quasi-totalité déshydrates de carbone des grains.

Les variétés les plus tolérantes aux contraintes hydriques apparaissent être celles qui ont le col de l'épi le plus long. Par conséquent, ces variétés possèdent les meilleures potentialités du rendement (Baldy, 1973 ; Nachit et jarret, 1986 ; Nachit et Ketata, 1989 ; Ortiz Ferrera *et al.*, 1991 ; Gate et Masse, 1990 ; Ali dib, 1992 ; Ait Kaki, 1993 ; Brisson *et al.*, 1996).

La longueur du dernier entre nœud est importante du fait qu'elle éloigne l'épi du feuillage limitant ainsi les risques d'infestation par d'éventuelles maladies de même que le col de l'épi se situe en pleine lumière, ce qui augmente l'intensité de la photosynthèse (Baldy, 1974 ; Doussinault, 1978).

Grignac (1978) a mis en évidence une liaison positive, mais faible entre le rendement et la longueur du dernier entre-nœud ainsi qu'avec le rapport de la longueur du dernier entre-nœud et celle de la tige.

Selon Gate *et al* (1990), le col de l'épi, organe de photosynthèse situé en pleine lumière peut avoir une part importante dans la composition du rendement en grain final. Ce rôle s'expliquerait par la photosynthèse courante d'une part et par la migration des quantités d'assimilés stockés à son niveau d'autre part.

De nombreux travaux menés dans des zones marquées par les déficits hydriques montrent que les meilleurs rendements sont fournis par les géotypes à col de l'épi plus long (Ortiz Ferrera *et al.*, 1991). Donc, la longueur joue un rôle important dans la résistance aux hautes températures et au déficit hydrique terminal.

1.5 Longueur de l'épi

Les résultats relatifs de la longueur de l'épi sont représentés dans le tableau 14 et illustrés par l'histogramme figure 22.

Tableau 14. Les résultats relatifs de la longueur de l'épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TESTF	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	38,880	15	2,592			THS ***	5,494
Var.FACTEUR 1	36,492	3	12,164	65,735	0,000		
Var.BLOCS	0,723	3	0,241	1,303	0,333		
VAR.RESIDUELLE1	1,665	9	0,185				

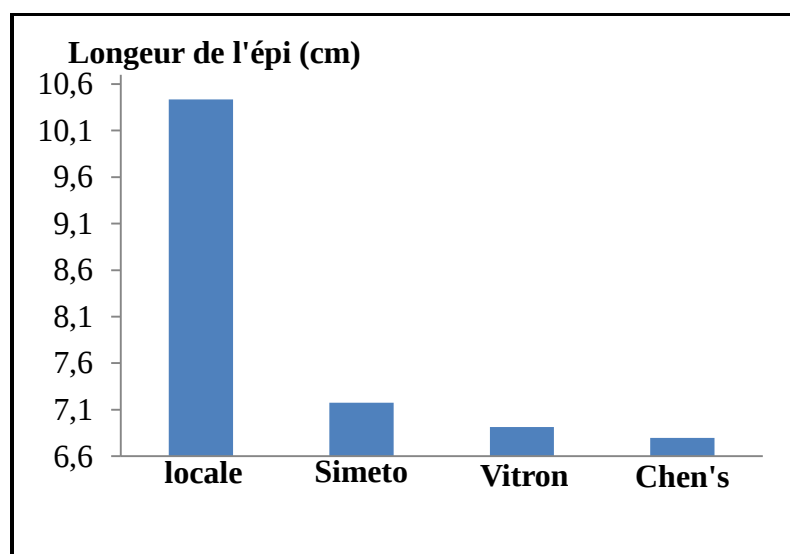


Figure 22. Les résultats relatifs à la longueur de l'épi.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob < 0,05), donc le facteur variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne deux groupes homogènes. La variété la haute c'est la variété locale avec (10,44 cm) qui représente le groupe A suivis par les autres variétés (simeto- vitron- chen's) qui représentent le groupe B.

La longueur de l'épi est une caractéristique variétale peu influencée par les variations du milieu plus précisément, elle est fonction de quantité d'eau réservée durant le cycle végétatif (Jonard, 1964).

Delecolle et Gurnad (1980) déterminent une corrélation positive liant le rendement grain à la longueur de l'épi, l'épi assure une activité photosynthétique importante au cours du remplissage du grain et sa contribution à la photosynthèse de la plante serait comprise entre 13 et 76%.

En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun, 1997).

Les caractéristiques de l'épi (épi court) contribuent également à une limitation des pertes en eau (Febrero et al, 1990).

Un épi court permet une meilleure compacticité des grains ce qui permet de lutter contre les aléas climatiques ainsi que contre l'égrenage.

Achouri(1985) trouve que la longueur des épis est fonction inverse de la densité de semis.

1.6 Longueur des barbes

Les résultats relatifs de la longueur des barbes sont représentés dans le tableau 15 et illustrés par l'histogramme figure 23.

Tableau 15. Les résultats relatifs de la longueur des barbes.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	22,096	15	1,473			S*	8,547
Var.FACTEUR 1	13,903	3	4,634	6,531	0,013		
Var.BLOCS	1,807	3	0,602	0,849	0,503		
VAR.RESIDUELL1	6,386	9	0,710				

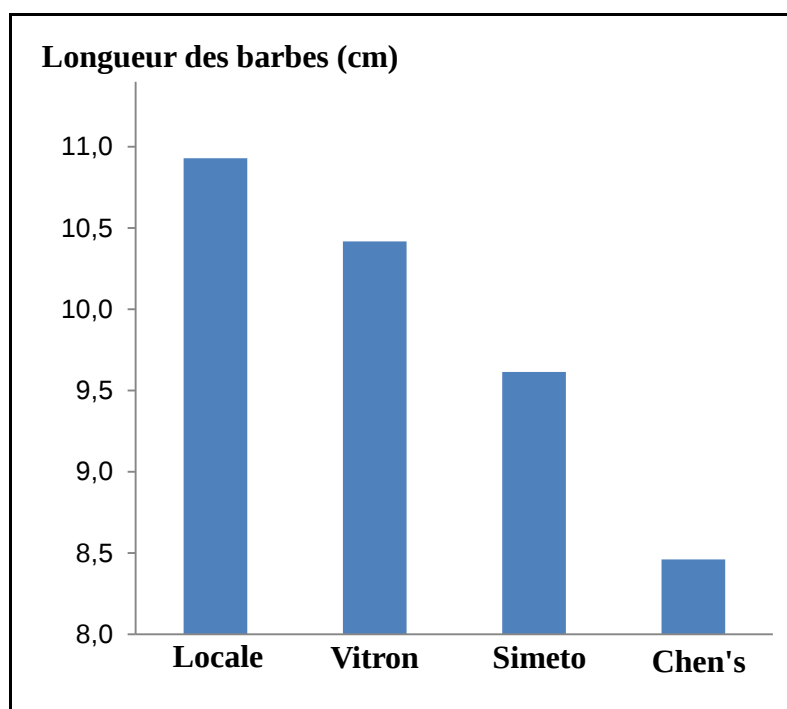


Figure 23. Les résultats relatifs à la longueur des barbes.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob < 0,05), donc le facteur variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne deux groupes homogènes. Les variétés locale, vitron, et simeto qui représentent le groupe A suivi par la variété chen's qui représente le groupe B.

Selon Gate *et al.*, (1992), les barbes contribuent à l'adaptation à la sécheresse grâce à leur capacité à compenser la sénescence foliaire.

Teare et Peterson (1971 cités par Baldy, 1973) trouvent que le rendement photosynthétique des épis barbus peut atteindre 80 p 100 du rendement photosynthétique de la dernière feuille et 38 p 100 seulement pour les blés non barbus. Les barbes par leur surface développée, leur port dressé et leur position au voisinage immédiat de la graine favorisent sa formation.

Nemmar (1980) mentionne que la présence des barbes chez les céréales augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation.

La longueur des barbes est un paramètre morphologique qui semble être étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique terminal tout au moins chez le blé dur (Hadjichristodoulou, 1987).

Grignac (1965) indique que les blés barbus sont les plus résistants au déficit hydrique. En effet, la présence des barbes joue un rôle important dans le remplissage du grain : lors de cette phase, la photosynthèse est moins sensible à l'action inhibitrice des hautes températures chez les génotypes barbus comparativement aux génotypes glabres. (Fokar *et al.*, 1998).

Selon Teich (1982), les génotypes barbus sont recherchés surtout dans les zones où le climat est sec et chaud, alors que les génotypes sans barbes sont prédominants dans les régions tempérées et humides.

1.7 La surface foliaire (SF)

Les résultats relatifs de la surface foliaire (SF) sont représentés dans le tableau 16 et illustrés par l'histogramme figure 24.

Tableau 16. Les résultats relatifs de la surface foliaire.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	104,684	15	6,979			NS	14,24
Var.FACTEUR 1	32,094	3	10,698	1,416	0,301		
Var.BLOCS	4,605	3	1,535	0,203	0,892		
VAR.RESIDUELL1	67,985	9	7,554				

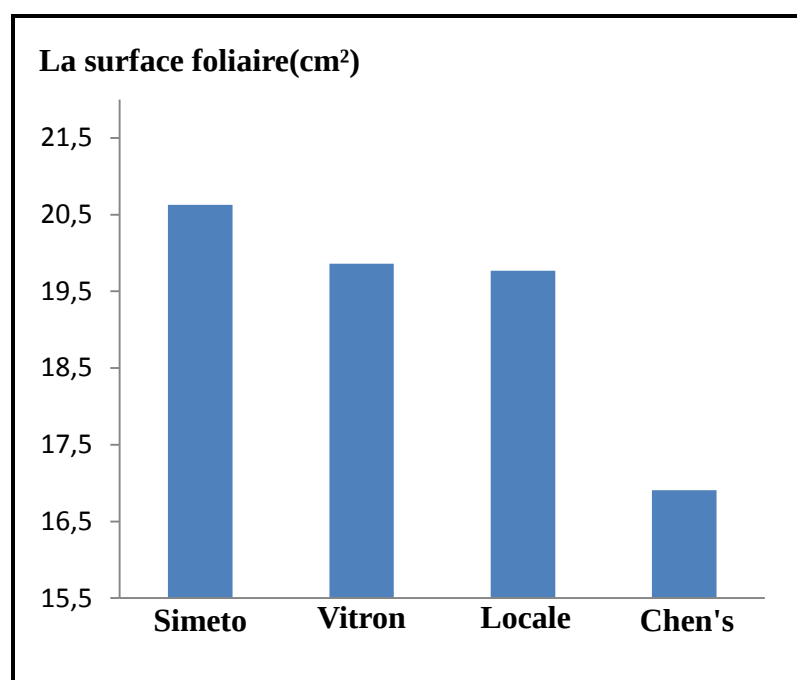


Figure 24. Les résultats relatifs à la surface de la feuille étandard.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); ($\text{Prob} < 0,05$), donc le facteur variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Auriau (1978) l'assimilation nette potentielle de la dernière feuille dépend : de sa surface foliaire, du nombre de stomates, de la teneur en chlorophylle, et de l'âge de la feuille.

La durée de vie de la feuille étandard estimé par l'évolution de sa surface verte apparaît comme un révélateur du niveau de fonctionnement de l'appareil photosynthétique en présence de déficits hydriques (Kehali, 1997).

Ghettouche (1990), lors du déficit hydrique, la plante réagit par la diminution de la biomasse aérienne, en particulier la surface de sa dernière feuille. Cette diminution est considérée comme une réaction de résistance moyenne ou d'adaptation au manque d'eau (Blum, 1996).

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

L'autre type d'adaptation foliaire développé par les plantes face à un manque d'eau est l'enroulement des feuilles.

Chez le blé, l'enroulement foliaire chez certaines variétés résistantes peut être considéré comme un indicateur de perte de turgescence en même temps qu'un caractère d'évitement de la déshydratation (Amokrane et al., 2002).

O'toole et al., (1980) montrent que l'enroulement des feuilles entraîne une diminution de 40 à 60 % de la transpiration.

Oulie (1986) a montré que le rendement en grain est lié à l'activité photosynthétique de la dernière feuille. Ledent (1978) a établi une corrélation positive entre le poids sec de la graine et de la dernière feuille et le rendement, de même qu'il a établi une liaison plus étroite entre la deuxième et la troisième feuille avec le rendement par épi plutôt qu'avec la feuille sommitale.

2. Composante de rendement

2.1.1 Le nombre d'épis par mètre carré

Les résultats relatifs de nombre d'épi par mètre carré sont représentés dans le tableau 17 et illustrés par l'histogramme figure 25.

Tableau 17. Les résultats relatifs de nombre d'épis par mètre carré.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	104,684	15	6,979			NS	25,907
Var.FACTEUR 1	32,094	3	10,698	1,416	0,301		
Var.BLOCS	4,605	3	1,535	0,203	0,892		
VAR.RESIDUELLE1	67,985	9	7,554				

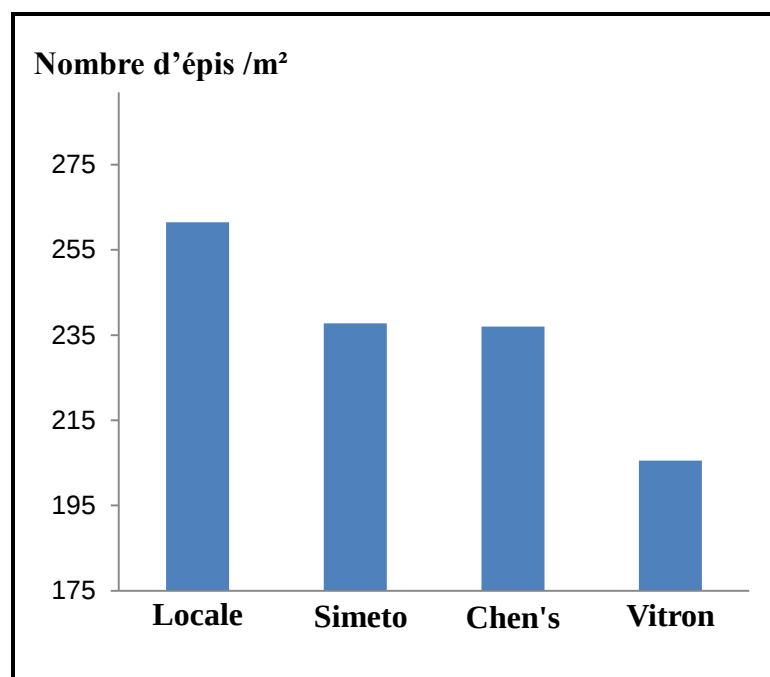


Figure 25. Les résultats relatifs au nombre d'épis /m².

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob > 0,05), donc le facteur variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Selon Zair (1994), le nombre d'épis par mètre carré dépend en premier lieu du facteur génétique, de la densité de semis, de la puissance du tallage, elle-même conditionnée par la nutrition azotée et l'alimentation hydrique de la plante pendant la période de tallage.

De son côté Couvreur (1985), indique que le nombre d'épis/m² est lié à l'état de la végétation à la sortie de l'hiver (nombre des plantes et l'état de tallage).

D'après Belaid (1986), ce caractère est influencé par les caractéristiques variétales, le peuplement, l'azote, l'eau disponible dans le sol, ainsi que la régression au tallage épi et tallage herbacé.

Les travaux de Jonard et Koller (1951) cité par Combe et Picard, (1994) ont mis en évidence l'existence de "compensation" d'un faible nombre de plantes par une augmentation du nombre d'épis par plante et des composantes du rendement suivantes.

Benjemaa (1977), note que l'augmentation du nombre d'épis, produit par unité de surface, se traduit par une diminution de leur fertilité.

Combe et Picard (1994), cité que le nombre d'épis est particulièrement affecté par la nutrition du peuplement au début de la montaison.

Selon Gate et al., (1992), le nombre d'épis subira une forte diminution si le déficit hydrique intervient durant la phase de montée des épis.

L'apparition d'un déficit hydrique au début de la montaison a pu réduire d'environ 10 à 25% le nombre d'épis, ce qui peut être compensé par des composantes ultérieures. Cette compensation dépend du parcours d'élaboration du rendement et des processus physiologiques liés au génotype (Benbelkacem et Kellou, 2000).

2.2 Le nombre d'épillets totaux par épi

Les résultats relatifs au nombre d'épillets totaux par épi sont représentés dans le tableau 18 et illustrés par l'histogramme figure 26.

Tableau 18. Les résultats relatifs au nombre d'épillets totaux par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	406,950	15	27,130			THS ***	6,559
Var.FACTEUR 1	348,495	3	116,165	21,393	0,000		
Var.BLOCS	9,585	3	3,195	0,588	0,640		
VAR.RESIDUELLE1	48,870	9	5,430				

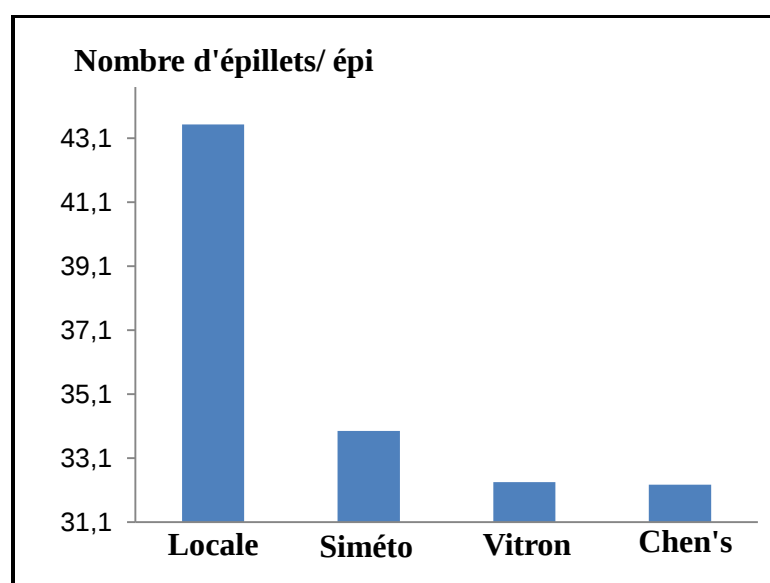


Figure 26. Les résultats relatifs au nombre d'épillets totaux / épis.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob < 0,05), donc le facteur de variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne deux groupes homogènes. La variété locale qui représente le groupe A suivis par les variétés simeto, vitron, et chen's qui représentent le groupe B.

Gate (1995) souligne que le nombre d'épillets atteint le stade B2 (proche du stade épi 1cm) dépend simultanément de la durée de la formation des ébauches.

Jardat (1986), note que le nombre élevé d'épillets par épi est associé à une épiaison tardive.

Hasle et Weir (1974), cité par Belaid (1986) constatent que le nombre total d'épillets par épi est surtout fonction de la somme des températures entre le stade début tallage et la montaison, et de la durée du jour (photopériode). Plus le tallage sera long, plus l'épi sera long avec un nombre d'épillets élevé (Couvreur et Masse, 1983 ; Kayyal, 1973).

Gate (1995) rajoute que la nutrition azotée a peu d'effet sur l'élaboration du nombre total d'épillets dont le déterminisme est avant tout climatique.

2.3 Le nombre d'épillets fertiles par épi

Les résultats relatifs au nombre d'épillets fertiles par épi sont représentés dans le tableau 19 et illustrés par l'histogramme figure 27.

Tableau 19. Les résultats relatifs au nombre d'épillets fertiles par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	328,430	15	21,895			HS **	7,709
Var.FACTEUR 1	262,965	3	87,655	13,164	0,001		
Var.BLOCS	5,535	3	1,845	0,277	0,841		
VAR.RESIDUELLE1	59,930	9	6,659				

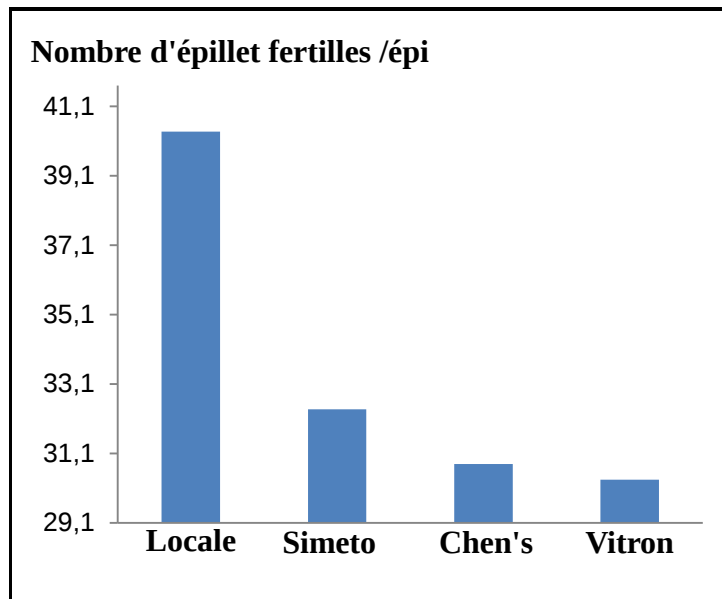


Figure 27. Les résultats relatifs au nombre d'épillets fertiles/ épis.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence hautement significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob < 0,05), donc le facteur variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne deux groupes homogènes. La variété locale qui représente le groupe A suivis par les variétés simeto, vitron, et chen's qui représentent le groupe B.

Mekliche (1983) a noté qu'en année pluvieuse, l'azote tend à diminuer la stérilité des épis.

D'après Melki et al., (1996), la fertilité de l'épi est contrôlée par la température moyenne de la phase épiaison maturation et en second lieu par la durée de jours de cette même phase. Selon Abrol et Ingram(1997), la croissance et le développement qui suivent l'initiation des épillets sont contrôlés par la température et la durée de jours pendant la différenciation des épis en épillets. Les effets aigus d'une température élevée sont les plus frappants quand le stress de chaleur se produit pendant la floraison. D'après Couvreur (1985), 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 de la floraison provoque une stérilité par absence de fécondation.

2.4 Le nombre d'épillets stériles par épi

Les résultats relatifs au nombre d'épillets stériles par épi sont représentés dans le tableau 20 et illustrés par l'histogramme figure 28.

Tableau 20. Les résultats relatifs au nombre d'épillets stériles par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	21,374	15	1,425			NS	40,733
Var.FACTEUR 1	7,282	3	2,427	3,418	0,066		
Var.BLOCS	7,702	3	2,567	3,616	0,058		
VAR.RESIDUELL1	6,391	9	0,710				

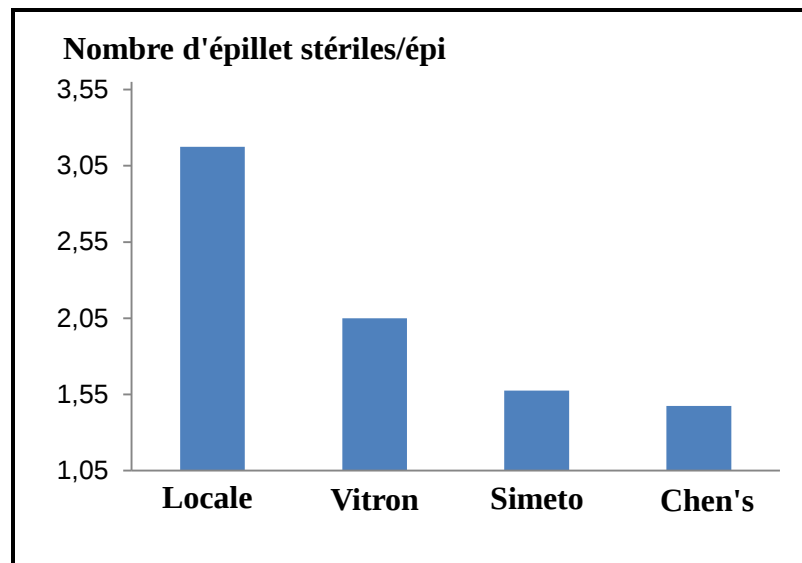


Figure 28. Les résultats relatifs au nombre d'épillets stériles/ épis.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); ($\text{Prob} < 0,05$), donc le facteur variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

D'après Fisher cité par Baldy (1993), si un déficit hydrique se traduit dix jours avant la floraison, l'effet sur le rendement sera maximum et provoque la réduction de la fertilité des épillets.

Selon Gâte (1995), il arrive parfois, suite aux stress climatiques et à la méiose (stress hydrique aux températures basses) que les gamètes ne soient pas fonctionnels et que la fécondation ne puisse pas avoir lieu, ceci limite le nombre de grains formés, car le pollen perd sa viabilité il ne peut féconder le sac embryonnaire.

Selon le même auteur, la carence en azote au début de montaison peut provoquer une augmentation de nombre d'épillets stériles. Cette augmentation affecte en priorité les épillets situés à la base de l'épi, durant notre expérimentation lors du dénombrement, nous avons constaté, qu'effectivement les épillets stériles se situaient à la base de l'épi.

Vez (1975) note qu'un apport d'azote avant la montaison peut favoriser le nombre d'ébauchés d'épillets et diminuer la stérilité de ces derniers.

Houadria (1987) obtient un effet hautement significatif pour la densité de semis, et constate une augmentation de la stérilité, dans les semis denses.

2.5 Nombre de grain par épi

Les résultats relatifs au nombre de grains par épi sont représentés dans le tableau 21 et illustrés par l'histogramme figure 29.

Tableau 21. Les résultats relatifs au nombre de grains par épi.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	584,994	15	39,000			NS	14,67
Var.FACTEUR 1	65,147	3	21,716	0,469	0,713		
Var.BLOCS	103,377	3	34,459	0,745	0,554		
VAR.RESIDUELLE1	416,471	9	46,275				

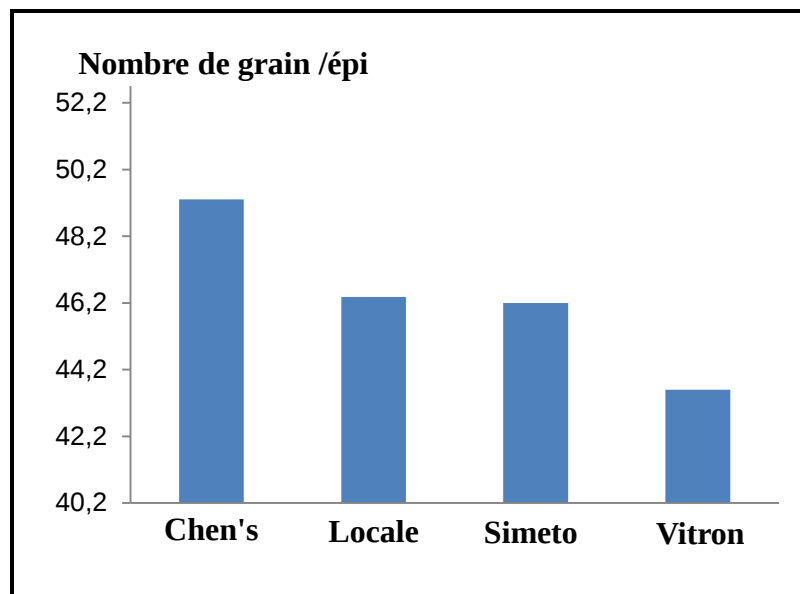


Figure 29. Les résultats relatifs au nombre de grains par épis.

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob > 0,05), donc le facteur variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le nombre de grains par épi est selon Fisher (1985) surtout sensible aux variations de nutrition pendant les semaines de croissance active de l'épi (3 ou 4 semaines avant l'épiaison).

Selon Jonard (1980), cité par Belaid (1986), le nombre de grains par épi est influencé par des facteurs trophiques dont l'azote est l'un des principaux éléments.

Une carence en azote au moment de la fécondation réduit le nombre de grains par épi, en augmentant le nombre de fleurs avortées (Gate, 1995).

Grignae (1986) et Gate (1987), le déficit hydrique en période de montaison affecte le nombre d'épis et surtout sa fertilité. Il indique aussi que les quelques jours qui suivent la floraison sont une phase délicate pour la réalisation du nombre de grains par épi.

D'après Melki et al., (1996), la fertilité de l'épi est contrôlée par la température moyenne de la phase épiaison maturation et en second lieu par la durée de jours de cette même phase. Plus la température moyenne augmente, moins est important le nombre de grains par épis, contrairement la durée de jours est associée positivement à cette composante de rendement.

Ledent (1978) trouve que la fertilité est la composante du rendement la plus importante. Couvreur (1981) note que le poids moyen du grain, composante formée le plus tardivement, est associé négativement au nombre de grains formés par unité de surface

Achouri (1985) constate que l'augmentation des doses de semis diminue le nombre de grains/épi.

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

Bouzerzour et Benmahamed (1995) constatent que le nombre de grains par épi varie en fonction des variétés et des dates de semis.

2.6 Le poids de mille grains (PMG)

Les résultats relatifs au poids de mille grains sont représentés dans le tableau 22 et illustrés par l'histogramme figure 30.

Tableau 22. Les résultats relatifs au poids de mille grains.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	872,799	15	58,187			THS ***	5,765
Var.FACTEUR 1	782,509	3	260,836	34,666	0,000		
VAR.RESIDUELLE1	90,290	12	7,524				

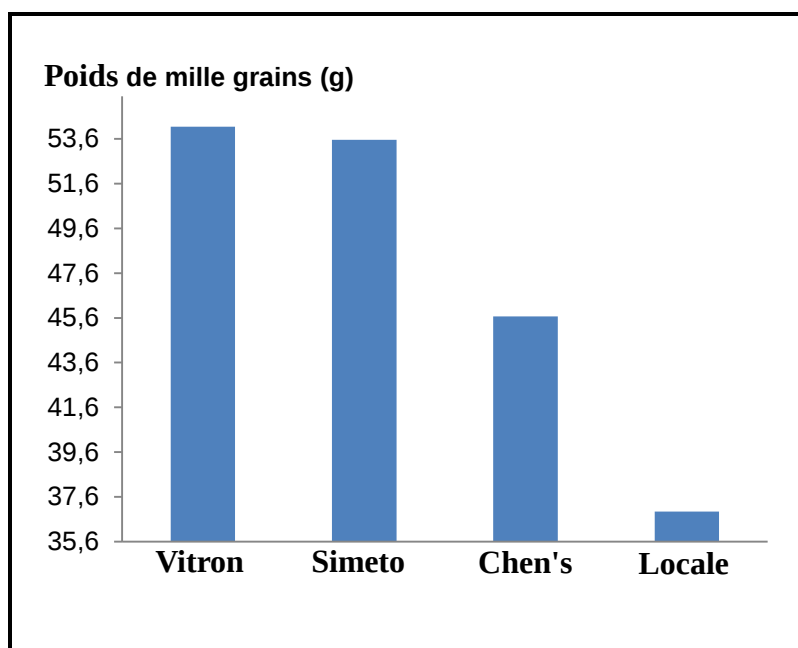


Figure 30. Les résultats relatifs au poids de mille grains (PMG).

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence très hautement significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob < 0,05), donc le facteur variété a un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le test de **NEWMAN** et **KEULS** nous donne trois groupes homogènes. Les deux variétés vitron et simeto qui représentent le groupe A suivis par la variété chen's qui représente le groupe B, et la variété locale représente le groupe c.

Le poids de mille grains est sous l'effet des composantes suivantes ; matière fraîche, matière sèche, eau et matière protéique qui diminuent sous l'effet de l'élévation de la température (Rousset, 1978).

Selon Grignac (1981), le poids de 1000 grains diminue considérablement sous l'effet des fortes températures et d'un déficit hydrique au moment du remplissage du grain.

D'après Jonard (1951 cités par Bendjama, 1977), le poids de 1000 grains est peu influencé par les densités de semis.

Selon Belaid (1986), à 20 jours de la maturation le grain emmagasine l'amidon provenant des tiges et de feuilles jaunissantes, mais non desséchées dans la plante, cette migration nécessite une circulation d'eau dans la plante. Si l'évapotranspiration est forte, la plante se dessèche brusquement, le grain sera ridé et léger ce qui implique l'échaudage.

Grignac (1981), précise que le poids de mille grains diminue lorsque la fertilité de l'épi augmente.

Le poids du grain contribue très peu à la variation du rendement en grains des variétés locales sous Stress, probablement à cause de la hauteur élevée de ces variétés qui supportent la croissance du grain par transfert des réserves des tiges, en conditions de stress (Blum et al., 1989).

2.7 Le rendement réel

Les résultats relatifs au rendement réel sont représentés dans le tableau 23 et illustrés par l'histogramme figure 31.

Tableau 23. Les résultats relatifs au rendement réel.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	Interprétation	CV%
Var.TOTALE	641275,000	15	42751,667			NS	53,655
Var.FACTEUR 1	62162,500	3	20720,833	0,387	0,767		
Var.BLOCS	97250,000	3	32416,667	0,605	0,630		
VAR.RESIDUELL1	481862,500	9	53540,278				

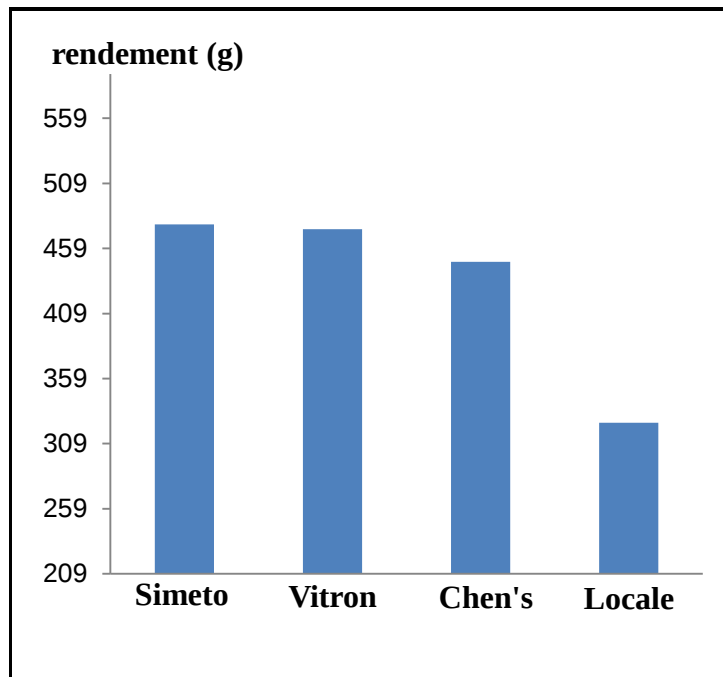


Figure 31. Les résultats relatifs au rendement réel (g).

L'analyse statistique des résultats par le biais de l'analyse de la variance a révélé une différence non significative entre les moyennes de différents traitements (populations); (Prob >0,05), donc le facteur variété n'a pas un effet sur l'expression de caractère mesuré.

Le rendement s'élabore tout au long du cycle de la culture, ainsi chaque stade du développement du blé se constitue d'une composante du rendement, chaque valeur de ce composant dépend des composantes ultérieurement formées. (Meynerd et Sebellote, 1983).

Le rendement en grain par plant est conditionné par le potentiel génétique de la variété, mais aussi par les conditions agro climatiques et la conduite culturale, il est la finalité de tout travail d'amélioration des plantes (El Hakimi, 1995).

D'après Monneveux (1991), le choix de l'aptitude génétique du rendement comme un critère de sélection, s'avère justifiée là où les conditions du milieu permettent l'expression de cette aptitude.

Par contre, dans des conditions de contraintes environnementales importantes, le rendement en grain ne peut pas être retenu comme critère de sélection.

3. Etude de corrélation

3.1 Corrélation entre la hauteur de la tige et le PMG

Les résultats relatifs des corrélations entre la hauteur de la tige et le PMG sont illustrés par l'histogramme figure 32.

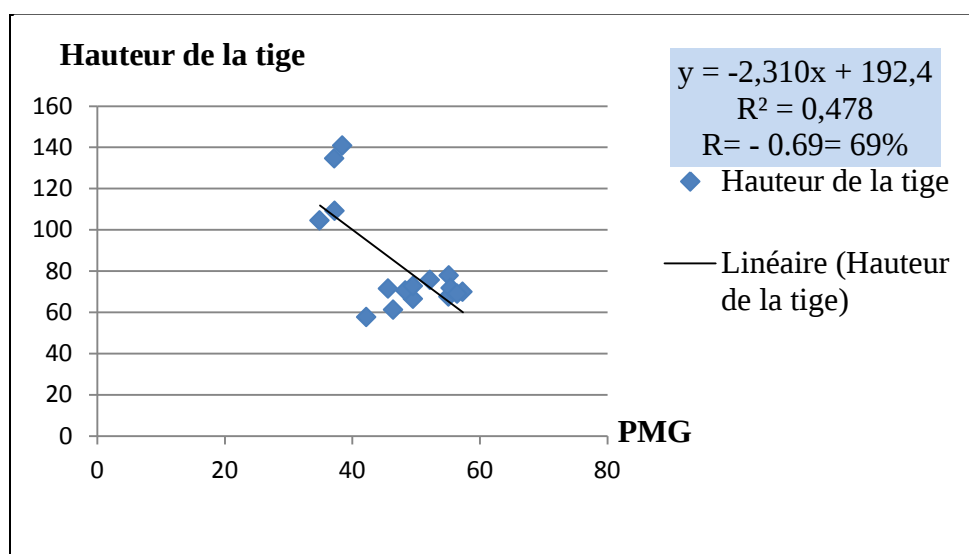


Figure 32. Corrélation entre la hauteur de la tige et le PMG.

La hauteur de la tige donne une forte corrélation et inverse avec le poids de mille gains ($R = -0.69$) et d'après le test de student, il existe une corrélation significative ($P < 3.10^{-4}$). Plus la hauteur de la tige est importante plus le PMG est faible.

Selon Simpson (1968) les plantes courtes sont plus productives que les plantes hautes, car la capacité de tallage des premiers est plus importante.

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

Le poids de mille grains est sous l'effet des composantes suivantes ; matière fraîche, matière sèche, eau et matière protéique qui diminuent sous l'effet de l'élévation de la température (Rousset, 1978).

3.2 Corrélation entre la longueur de l'épi et le PMG

Les résultats relatifs des corrélations entre la longueur de l'épi et le PMG sont illustrés par l'histogramme figure 33.

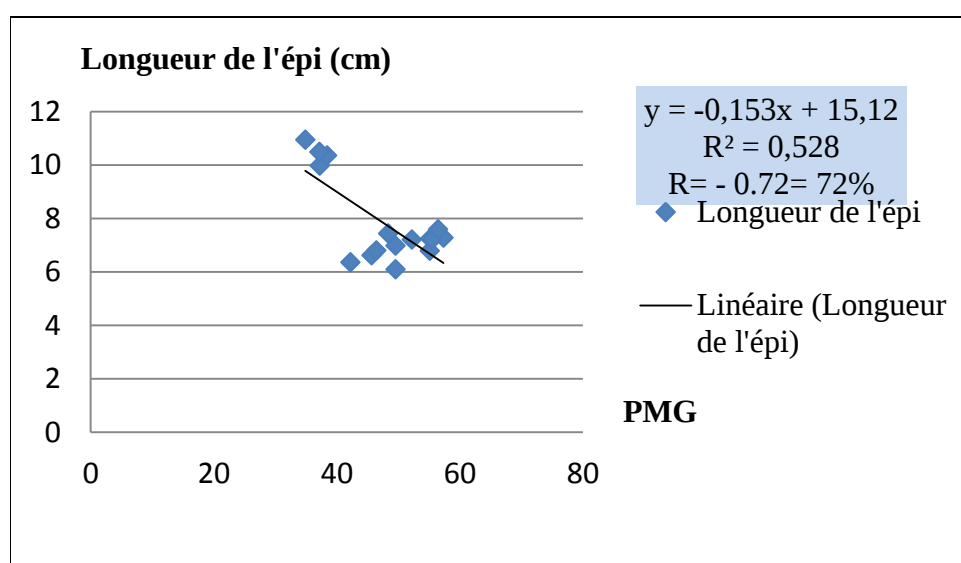


Figure 33. Corrélation entre la longueur de l'épi et le PMG.

La longueur de l'épi donne forte corrélation et inverse avec le poids de mille gains ($R = -0,72$) et d'après le test de student, il existe une corrélation significative ($P < 1. 10^{-4}$). Plus la longueur de l'épi est importante, plus le PMG est faible.

En effet, selon Febrero et al, 1990, les caractéristiques de l'épi (épi court) contribuent à une limitation des pertes en eau.

La longueur de l'épi est une caractéristique variétale peu influencée par les variations du milieu plus précisément, elle est fonction de quantité d'eau réservée durant le cycle végétatif (Jonard, 1964).

En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun, 1997).

3.3 Corrélation entre la longueur de la barbe et le PMG

Les résultats relatifs des corrélations entre la longueur de la barbe et le PMG sont illustrés par l'histogramme figure 34.

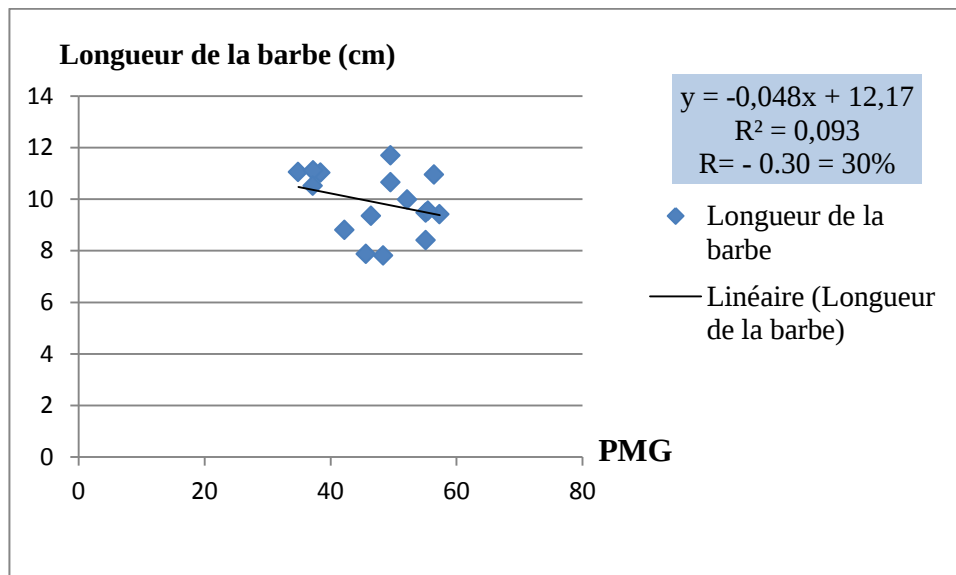


Figure 34. Corrélation entre la longueur de la barbe et le PMG

Cette corrélation donne une valeur de $R = -0.30$, ce qui traduit une absence de corrélation entre la longueur de la barbe et le poids de mille gains dans notre cas.

Selon Gate *et al.*, (1992), les barbes contribuent à l'adaptation à la sécheresse grâce à leur capacité à compenser la sénescence foliaire.

La longueur des barbes est un paramètre morphologique qui semble être étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique terminal tout au moins chez le blé dur (Hadjichristodoulou, 1987).

3.4 Corrélation entre le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets fertiles

Les résultats relatifs des corrélations entre le nombre d'épillets totaux par épis et le nombre d'épillets fertiles sont illustrés par l'histogramme figure 35.

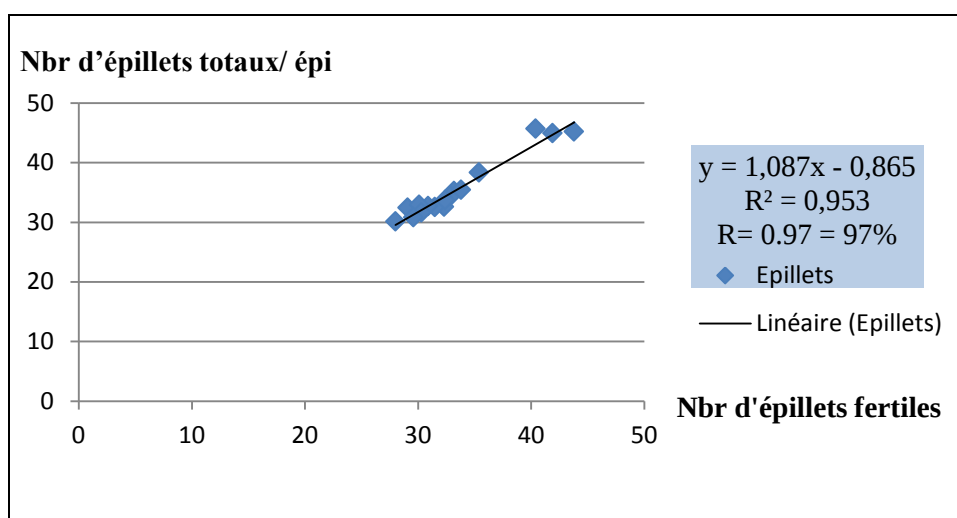


Figure 35. Corrélation entre nombre d'épillets totaux par épi et le nombre d'épillets fertiles

Le nombre d'épillets totaux par épi donne une corrélation très forte avec le nombre d'épillets fertiles ($R = 0,97$). C'est-à-dire plus le nombre d'épillets est important, plus le nombre d'épillets fertiles est important.

Selon Laala (2007), La réalisation par un génotype donné d'un nombre élevé d'épis concomitant un nombre élevé de grains/épi abouti à un nombre de grains par m^2 élevé

Ledent (1978) note que la fertilité est la composante du rendement la plus importante. Grignac (1973) a trouvé qu'elle est la composante la plus étroitement liée au rendement.

Le nombre de grains/ m^2 est un caractère étroitement lié au rendement grain, sous différents lieux et pour différents génotypes (Bahlouli *et al.*, 2005).

3.5 Corrélation entre le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets stériles

Les résultats relatifs des corrélations entre le nombre d'épillets totaux par épis et le nombre d'épillets stériles sont illustrés par l'histogramme figure 36.

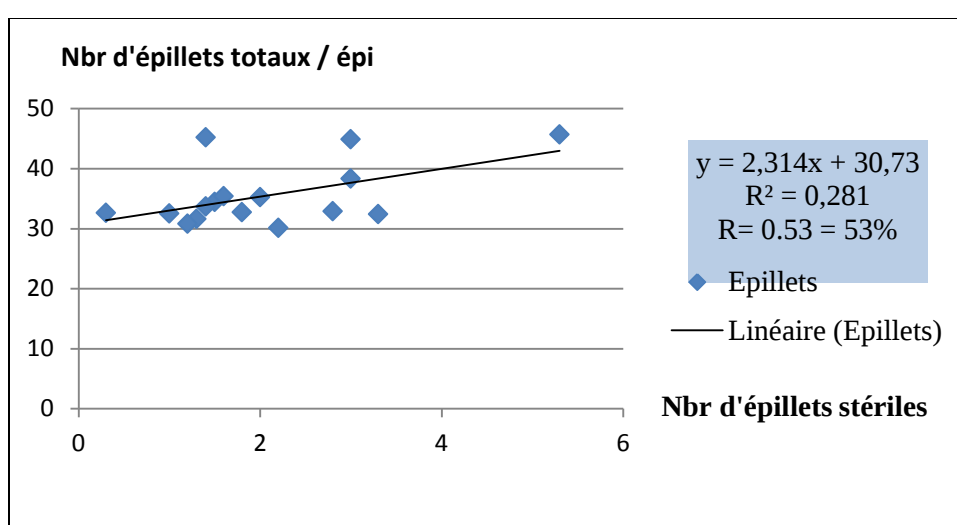


Figure 36. Corrélation entre nombre d'épillets totaux par épi et le nombre d'épillets stériles

D'après la figure 36, il existe une corrélation moyenne entre le nombre d'épillets totaux par épi et le nombre d'épillets stériles ($R^2 = 0,281$) et d'après le test de student, il existe une corrélation significative ($P < 2.10^{-2}$).

La stérilité dépend plus de la fertilisation et des conditions climatiques.

Mekliche (1983) a noté qu'en année pluvieuse, l'azote tend à diminuer la stérilité des épis. Et selon Belaid (1986), la mauvaise alimentation hydrique et le manque de phosphore sont les principales causes de la stérilité des épillets.

4. Étude des paramètres phénologiques

Les dates de différents stades phénologiques des variétés étudiées sont représentées dans le tableau 24 et la figure 37, dans le but de déterminer leur précocité à l'épiaison.

Tableau 24. Les dates des stades phénologiques des variétés.

Variétés	Semis	Levés	Épiaison	Floraison	Récolte	Précocité à l'épiaison	Durée de cycle
Locale	17/12/2016	08/01/2017 (1)	21/04/2017 (3)	05/05/2017 (3)	12/06/2017 (2)	126 jours (3)	178 jours (2)
Chen's	17/12/2016	14/01/2017 (2)	10/04/2017 (2)	16/04/2017 (2)	02/06/2017 (1)	115 jours (2)	168 jours (1)
Simeto	17/12/2016	08/01/2017 (1)	04/04/2017 (1)	10/04/2017 (1)	02/06/2017 (1)	109 jours (1)	168 jours (1)
Vitron	17/12/2016	08/01/2017 (1)	04/04/2017 (1)	10/04/2017 (1)	02/06/2017 (1)	109 jours (1)	168 jours (1)

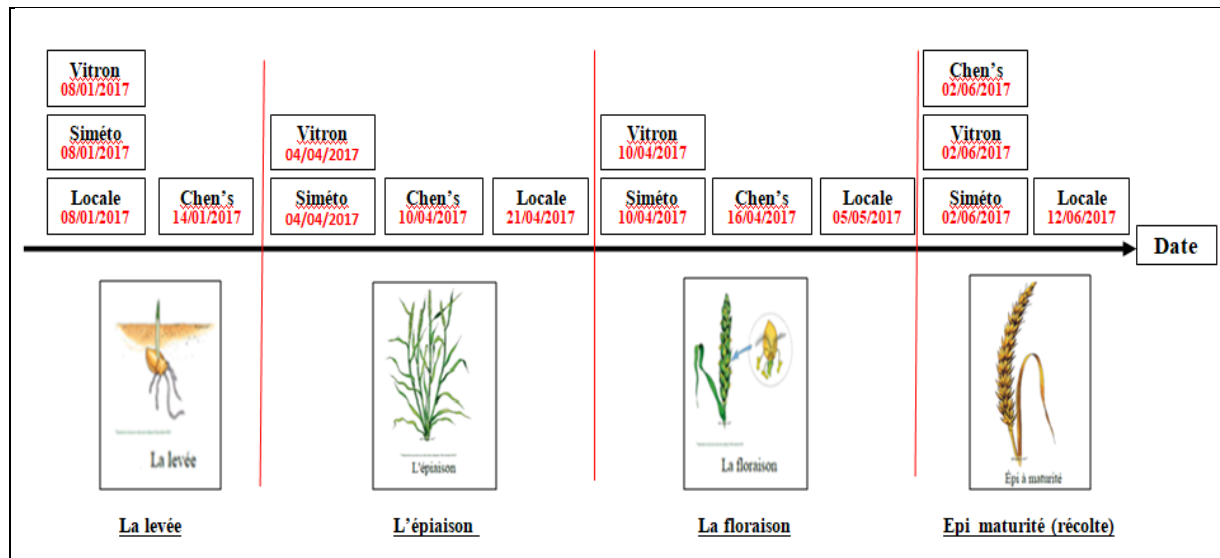


Figure 37. Le cycle phénologie des variétés étudiées

Selon Couvreur (1985), la précocité d'une variété est déterminée à partir de la durée de cycle de développement allant du semis à l'épiaison.

Selon le même auteur, une variété est considérée comme précoce si la durée de son épiaison depuis le semis est inférieure à 100 jours ; elle est semi-précoce si la durée se situe entre 100 et 120 jours ; et tardive si cette durée dépasse 120 jours. Donc les variétés chen's, simeto, et vitron sont des variétés semi-précoces, et la variété locale est une variété tardive.

D'après Wardlaw et al. ,1995 la précocité à l'épiaison est utilisée comme un critère de sélection et citée comme un mécanisme important dans l'esquive ou l'échappement des contraintes climatiques (sécheresse, stress hydrique, hautes températures...)

Les mécanismes qui interviennent dans la sélection sont la phénologie et les durées des phases biologiques. Elles sont des critères très importants qui nous permettent de choisir des nouveaux génotypes plus performants, et possédants des paramètres de tolérance et d'adaptation aux contraintes environnementales. Alors on peut conclure que les génotypes très précoces et précoces caractérisent les zones d'hiver doux et d'été sec à chaleur précoce. Par contre, les variétés tardives caractérisent les zones à printemps gélifères.

CONCLUSION

Conclusion et perspectives

Ce travail s'est intéressé à la valorisation de la diversité variétale et une identification des potentialités génétiques par les paramètres phénotypiques, et morphologiques de quatre variétés du blé dur en conditions biologiques dans un milieu aride. Le but de cet essai est donc d'identifier et de sélectionner des variétés de blé potentiellement productives.

Une première étape d'analyse de performances des quatre variétés de blé dur pendant cette année d'essai dans une exploitation agricole situé au niveau de la commune de Ben Naceur Ben Chohra dans la wilaya de Laghouat a permis de faire une distinction et un classement en fonction de chaque paramètre. Cette première étape d'analyse indique l'existence d'une grande diversité de réponse au niveau de site d'étude.

Parmi les paramètres étudiés, nous avons pu uniquement enregistrer que sept paramètres se rapportent à l'aspect génétique, à savoir la hauteur de la tige, la longueur de col de l'épi, la longueur de col de l'épi, la longueur des barbes, nombre d'épillets totaux par épi, le nombre de grains fertiles par épi et le poids de mille grains. Cela s'explique par la présence de l'effet génétique sur l'expression de ces caractères.

La variété **locale** présente une hauteur de la plante la plus élevée (122.213cm), un col de l'épi, et une longueur de l'épi et une longueur de barbe le plus long, et montré aussi un nombre d'épillets totaux par épi et un nombre d'épillets fertiles par épi le plus élevé.

La variété **vitron** a montré un poids de mille grains le plus grand (54.143 g).

Nos résultats, ont montré que toutes nos variétés ont enregistrées presque le même rendement.

Après cette étape d'étude de l'analyse de la variance nous avons étudié l'analyse de corrélation entre les paramètres significatifs (la hauteur de la tige et le PMG, la longueur de l'épi et le PMG, la longueur de la barbe et le PMG, le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets fertiles, et le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets stériles)

Nos résultats ont montré que ;

- Il y'a une très forte corrélation entre le nombre d'épillets totaux et le nombre d'épillets fertiles, donc lorsque le nombre d'épillets totaux augmente le nombre d'épillets fertiles augmente ;
- une forte corrélation et inverse entre la hauteur de la tige et le PMG, donc Plus la hauteur de la tige est importante plus le PMG est faible.
- Il y'a une forte corrélation et inverse entre la longueur de l'épi et le PMG, donc Plus la longueur de l'épi est importante, plus le PMG est faible.
- Il y'a absence de corrélation entre la longueur de la barbe et le PMG;
- Il y'a une corrélation moyenne entre le nombre d'épillets totaux par épi et le nombre d'épillets stériles.

Concernant les stades de développement, l'ensemble des variétés testées sont semi-précoce sauf la variété **paysane** (126 jours) qui est tardive.

Pour l'ensemble des paramètres que nous avons étudié, nous avons constaté que les trois variétés (**vitron**, **sémeto**, **chen's**) ont exprimé de bonnes performances par rapport a la variété paysane.

Tout en continuant d'étudier les caractères phénologiques et morphologiques qui restent importants dans la caractérisation des variétés de blé. Il importe également d'utiliser l'analyse moléculaire pour une meilleure connaissance génétique des espèces afin de mieux les différencier.

Dans le cadre d'un travail futur, il serait souhaitable :

- ✓ d'établir une stratégie de sélection des variétés reproductives et résistantes aux multiples conditions climatiques ;
- ✓ de porter plus d'intérêt à ce travail en considérant plus des populations pour évaluer la variabilité inter et intra –variétés ;
- ✓ d'étudier la résistance aux stress biotiques et abiotiques.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

- 1- **Abeledo L. G., Savin R., Gustavo A. et Slafer. 2008.** Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. *European journal of Agronomy*. 28. 541-550p.
- 2- **Abrol. YP et Ingram. KT 1997.** Les effets de la hausse des températures diurnes et nocturnes sur la croissance de certaines plantes cultivées. Changement de climat et production agricole. FAO. Paris. 142-163.
- 3- **Achouri. I. 1985** - Fertilisation azotée et densité de peuplement d'une variété de blé dur dans la Mitidja.
- 4- **Ait-kaki, Y. 1993.** Contribution à l'étude des mécanismes morpho- physiologiques de tolérance au stress hydrique sur 5 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Thèse de Magister. Université d'Annaba. Algérie.
- 5- **Ali Dib T. 1992.** Contribution à l'étude de la tolérance à la sécheresse chez le blé dur, étude de la diversité des caractères phénologiques d'adaptation. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques ENSA. Montpellier (France), 253p.
- 6- **Amokrane et al. 2002.** Caractérisation des variétés locales, Syriennes et Européenne de blé dur évaluées en zone semi-aride d'altitude science et technologie. Université Mentour, Constantine. numéro spécial D.33-38.
- 7- **Auriau. P. 1967.** Amélioration de blé dur. Annales de l'INA de Tunisie. n° 40. V. 5. 344 p.
- 8- **Auriau P. 1978.** Sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé. An. El.Harrach n° 8 (2), pp.5-14.
- 9- **Austin R.B. et Jones H.G. 1975.** The physiology of wheat—Annual Report—Plant breeds inst. Cambridge inst. England, pp: 327-355.
- 10- **Badrani S. 2004.** L'alimentation de rue en Algérie : quelques réflexions sur la base d'une enquête visuelle rapide. Alger : Food and Agriculture Organisation (FAO), 2004.
- 11- **Bajji M. 1999.** Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés *Invitro*. Thèse de doctorat. Univ. Louvain.
- 12- **Bagga A.K., Ruwali K N et Asana R D, 1970.** Comparison of responses of some Indian and semi dwarf Mexican wheat to irrigated cultivation. Indien J, Agri Sci, 40 : p 421-427.
- 13- **Baldy C. 1973.** Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum* Sp). Ann. Agron. 24 (2). P 241-276.
- 14- **Baldy 1993.** Étude du peuplement du blé tendre, croissance ; et répartition de la lumière et assimilation nette. Thèse DEA ; Paris. 50p
- 15- **Bammoun A. 1997.** Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* ssp *durum*.) pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest Algérien. Thèse de Magistère, pp 1-33.
- 16- **Belaid. D. 1986.** Aspect de la céréaliculture algérienne. OPU. Alger. 126 p.
- 17- **Benabdallah. N et Bensalem. M. 1992.** Paramètres morphologiques de sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéennes. INRA. Paris. (1992). 436 p.
- 18- **Benbelkacem A et Kellou K. 2000.** Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) cultivées en Algérie. In Royo C.

- Ed Nachit M. (ed), Di Fonzo N. (ed), Araus J.L. (ed). *Durum wheatim provement in the Mediterranean region: New challenges*. Zaragoza: CIHEAM 2000. P 105-110.
- 19- **Bendjemaa O. 1977.** Contribution à l'étude de l'élaboration de rendement de quelques variétés de blé dur fonction des conditions de semis dans les conditions écologiques de la station d'El Khroub.
 - 20- **Ben dkhil B. Dendent M. 2014.** Effet de la température sur la germination , la dégradation des réserves protéiques et minérales des graines du gombo .(*Abelmoschus esculentus* L.) .
 - 21- **Benmahamed A., DjekouneA., ET Hassuos KL. 2005 .**Genotype x year interaction of barley grain yield an dits relation ship with plant height , earliness and climatic factors under semi – arid growth conditions.
 - 22- **Bensalem. M et Monneveux. P. 1993.** Tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéennes, diversité génétique et amélioration variétale. INRA. (1993). 436 p.
 - 23- **Blum A. 1996.** Croprespones to drought and interpretation of adaptation .Plant Growth Regulation ,20:135-148.
 - 24- **Bonfils M. 2000.** Culture de blé d'hiver dans le respect de la plante et du sol. Ed Las Encantadas. 59 p.
 - 25- **Bonjean et Picard.P. 1990.** Les céréales à paille origine histoire économie et sélection Ed Soft Word : group ITM. Pp29-40.
 - 26- **Boujnah M., Abecassis J., Bakhella M., Amri A., Ouassou A., Nachit M., Chaurand M., et Jaouhari A. 2004.** Mise au point de tests directs de laboratoire pour l'évaluation de la valeur boulangère des farines de blé dur. *AL AWAMIA 111*. Vol. 1 N. 3. Eté 2004.
 - 27- **Bouharmont J.1997.** Création variétale et amélioration des plantes. PDF. PARTIE IV : Bases agronomiques de la production végétale. Chapitre 13 : Université catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique. p.313-338.
 - 28- **Boulelouah N. 2002.** Analyse de la variabilité génotypique de l'absorption de l'azote chez le blé tendre. DEA.INA. Paris Grignon, 33p.
 - 29- **Bouzerzour H. et Benmahammed A. 1995.** Analyse graphique d'un croisement diallèle d'orge. *Céréaliculture* 28, 9-12.
 - 30- **Bozzini A. 1988.** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. InFabriani G. et C. Lintas (éd). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC (Minnesota),Etats-Unis, pp: 1-16.
 - 31- **Brinis L. 1995.** Effet du stress hydrique sur quelques mécanismes morpho-physiologiques et biochimiques de traits d'adaptations et déterminisme génétique chez le blé dur (*Triticum durum*Desf.). Thèse Doct. Es. Sc. Université d'Annaba. 156 pages.
 - 32- **Brisson N., Caal M L., Antonioletti R. et Gate P. 1996.** Un modèle dynamique de blé dur qui stimule certains mécanismes de résistance à la sécheresse. Aragar el Quosyr. Van Denbroak Ded et Percira. Edition Egypte National Comité, Official sustainability of agriculture. Work scap on irrigation and drainage 47 th international executive council meeting, Cairo (Egypte), 223-243.
 - 33- **Cativelli L.P., Baldi N.,CrosattiN.,Difonzo M. et Stanca . 2002.**Chromosomes regions and stress related equencesin volved in resistance to abiotic stress in Triticeae.Plant Molecular Biology, 48, 649-665
 - 34- **Ceccarelli S. etGrando S. 1992.** Selection environment and environmental en sivity in barley. *Euphytica*; 57: 157-167.

- 35- **Chaker A. 2003.** Etude de l'effet des stress thermiques (chaleur et froid) sur quelques paramètres physiologiques et biochimiques du blé dur (*Triticum durum* Desf), thèse de magister université d'Annaba.
- 36- **Chehat, F. 2005.** Les politiques céréalières en Algérie. Rapport Annuel. Agri-Med. Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région Méditerranéenne, *CIHEAM*, 2006.
- 37- **Cherfia R 2010.** Etude de la variabilité morpho-physiologique et moléculaire d'une collection de blé dur algérien (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Magistère en Biotechnologies végétales (Ecole doctorale) : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Mentouri, Constantine. 76 p.
- 38- **Clarke J.M., Norvell W.A., Clarke F.R. et Buckley T.W. 2002.** Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie*, **82**: 27-33.
- 39- **Clement G. M. et Prats J. 1971.** Les céréales. Collection d'enseignement agricole. Ed. Bailliagère et Cob. Paris, France. 351 p.
- 40- **Combe L., Piccard D. 1994.** Élaboration du rendement des principales cultures annuelles. INRA, Paris 32, 36p.
- 41- **Couvreur F. 1981 .** La culture du blé se raisonne. Perspectives agricoles 91,28-32.
- 42- **Couvreur. F. 1985 .** Formation du rendement du blé et risque climatiques. Perspectives agricoles N°95. PP 12-19.
- 43- **Croston R. P. et Williams J.T. 1981.** A world survey of wheat genetic resources. IBRGR. Bulletin / 80/59, 37 p.
- 44- **Delecalle R. Gurnade J. 1980.** Liaisons entre la morphologie du brin, le rendement de l'épi et les composantes du rendement chez le blé tendre, effet variétal. *An. Agro* 31(1), 85-105.
- 45- **Demarly Y. 1977.** Génétique et amélioration des plantes. Collection science agronomique. Ed Masson Paris ,273p.
- 46- **Demarly Y. et Sibi M. 1996.** Amélioration des plantes et biotechnologies. 2 éd. Paris: John Libbey Eurotext. 151 p.
- 47- **Demarly.Y et SIBI.M. 1989.** Amélioration des plantes et biotechnologie. Ed JOHN LIBBEY, EUROTTEXT Paris. 152p.
- 48- **Diehl R. 1975.** Agriculture générale. Edition J.B. Baillièrre. 396 pages.
- 49- **Djermoun A. 2009.** La production des céréales en Algérie : les principales caractéristiques. In *Revue Nature et Technologie*. n° 01/Juin 2009. pp. 45-53.
- 50- **Doussinault G., 1978.** La sélection pour la résistance aux parasites, application au blé tendre. *Ann. Amélior. Des Plantes* 8 (2), 111-131.
- 51- **Ducellier L. 1930.** Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. Direction de l'agriculture et de la colonisation, 130 pages.
- 52- **Elhadeif L 2015.** Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. Mémoire de Magister en agronomie : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas Sétif 1. 65 p.
- 53- **El- Hakimi. 1995.** Sélection sur la base physiologique et utilisation des espèces tétraploïdes du genre *Triticum* pour l'amélioration génétique de la tolérance à la sécheresse du blé.
- 54- **Eliard J.L. 1979.** Manuel d'agriculture générale. Ed. J.B. Bailière, Paris, 344 p.
- 55- **Evans L.T. et Rawson H.M. 1975.** Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. *Aust.J. Biol.* Pp: 223-245.
- 56- **FAO stat. 2010.** Statistical data base of the food and agriculture organization of the United Nations.

- 57- **FAO stat. 2011.** Statistical data base of the food and agriculture organization of the United Nations.
- 58- **Febrero A., Brot J., Brown R.H. et Ariaus J.L. 1990.** The role of durum wheatear as photosynthetic organ during grain filling. In: advanced trends in photosynthetic, Mallorca, Spain (unpublished).
- 59- **Feillet P. (2000).** Le grain du blé. Composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, pp : 17-18.
- 60- **Fellah A., Benmahammed A., Djekoun A. et Bouzerzour H. 2002 .** Sélection pour améliorer la tolérance au stress abiotique chez le blé dur (*Triticum drums* Desf.). Actes de l'IAV Hassan II, (Maroc) 22, 161-170.
- 61- **Fischer R.A. ET Maurer R. 1978.** Drought resistance in spring resistance wheat cultivar. I. Grain yield responses. Aust, J, Agri, Res, 29: 105-912.
- 62- **Fisher R.A. 1985.** Number of kernels in wheatcrops and the influence of solar radiation and temperature. J. agrie. Sci., Camb, 105, 447-461.
- 63- **Fonseca S. et Paterson F. 1968.** Yield component heritability and inter relation ships in wintherwheat. Crop. Sci. Vol. B, 85- 88.
- 64- **FouroughiWehr .B, Friedt. W ET Wenzel. H. 1989.** "On the genetic mprovement of androgenetic haploid in *Hordium vulgare* L". Theo. Appl. Genet 62. P233-239.
- 65- **Gallais. A. 1989.** Théorie de la sélection en amélioration des végétaux. Masson. Paris. 575p.
- 66- **Gallais. A et Bannerot. H . 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées. Objectifs et critères de sélection. INRA. Paris. 687 p.
- 67- **Gate P. 1987.** Mieux comprendre l'élaboration du rendement chez le blé. Perspectives agricoles n°169 Paris, pp 62-67.
- 68- **Gate P. 1995.** Ecophysiologie du blé. *Technique et documentation. Lavoisier, Paris,* 351p.
- 69- **Gate P., Bouthier A., Casablanca H et Deleens E. 1992.** Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France. Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. Les colloques N° 64.
- 70- **Gate Ph et Masse J. 1990.** La maturation. I.T.C.F. Service Plante- Climat. 10p.
- 71- **Ghettouche R. 1990** -Contribution a l'identification des caractères morpo - physiologiques d'adaptation à la sécheresse chez le blé dur (*Triticum drums* Desf.). Diplôme d'agronomie approfondie.
- 72- **Grignac P. 1965.** Contribution à l'étude du genre *Triticum durum* Desf.. Thèse doctorat. Université de Toulouse, 246p.
- 73- **Grignac P. 1978.** Le blé dur : Techniques agricoles. Tome I, 6-10.
- 74- **Grignac P. 1981.** Limites de potentialité de production dans différents systèmes de cultures et dans différentes zones méditerranéennes. Agrimed. Séminaire Bari, Italie.
- 75- **Grignac P. 1981.** Rendement et composantes des blés d'hivers dans l'environnement méditerranéen Français.com.scient.présentée au séminaire. »Limites des potentialités de production du blé « Bai. Italie ; pp 185-195.
- 76- **Grignac.R. 1986.** contrainte de l'environnement et l'élaboration du rendement dans la zone méditerranéenne France. In l'élaboration du rendement des cultures céréalières, colloque Franco-Romain généralement, 17-18 mars 178-207.
- 77- **Hacini N. 2014.** Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur les aptitudes

- adaptatives et qualitatives. Thèse de doctorat en biologie végétale : Faculté des sciences, Université badjimokhtar – Annaba. 135 p.
- 78- **Hadjichristodoulou A .1987** . The effects of optimum heading date and stability on yield consistency of performance of barley and durum wheat in dry areas. *J. Agric ; Sci .Camb.* 108: 599- 608.
- 79- **Hakimi M. 1993.** L'évolution de la culture de l'orge : le calendrier climatique traditionnel et les données agro météorologiques modernes. *In the agrometeorology of rainfed barley-based farming systems. Proceeding of an International symposium.* Ed. Jones M., Marthys G., Rijks D. 157 – 166.
- 80- **Handoufe A. 1998.** Réponse du blé à l'azote en zone semi-aride. Thèse de Doctorat. Toulouse, France.
- 81- **Harlan J.R. 1975.** Our vanishing genetic resources. *Science*, 188:618-621.
- 82- **Henry Y. et Debuyser J. 1982.** Haploïdie chez l'orge. *Cultivar* 46, 22-23.
- 83- **Hervieu B., R. Capone S., Abis. 2006.** The challenge posed by the cereals sector in the Mediterranean. *Cihea analytical note*, N°9: 14 pages.
- 84- **Houadria 1987.** influence de la dose de semis et de la fertilisation azotée sur l'élaboration du rendement du blé tendre variété Anza dans la région du Tiaret. Thèse d'ING, Alger, INA, 51p.
- 85- **ICE.2011.** https://www.theice.com/publicdocs/futures_canada /ICE_DurumWheat_white_paper.pdf
- 86- **Jardat A. 1986.** Phenotype divergence for morphological and yield traits among from Jordan. *Revue en Phytica* n°52.
- 87- **Johnson. 1966.** Inheritance of plant and seed characteristics in a cross of arid winter wheat, *Triticum aestivum* L. *Crop. Sci* 6, 336-338.
- 88- **Jonard P. 1964.** Étude comparative de la croissance de deux variétés de blé tendre.
- 89- *Ann. Amélior. Plant.*, 14 (2).
- 90- **Khaldoun A., Bellah F. et Mekliche L. 2006.** L'obtention variétale en Algérie : cas des céréales à paille. INRA. Alger. 82 p.
- 91- **Kayyal H. 1973.** Caractéristiques agro-écologiques du type Haurani (*Triticum durum* Desf) et les possibilités de son amélioration. *Ann. Amélior. des Plantes* 23, 245-257.
- 92- **Kehali L. 1997.** Étude des paramètres d'élaboration du rendement chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) Cultivées en conditions de déficit hydrique.
- 93- **Kellou Rym .2008.** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. (Master of Science, IAMM, 2008, Série Thèses & Masters n°93).
- 94- **Lafon IP . Tharaud. C et Levey. B. 1990.** Biologie des plantes cultivées. Physiologie de développement génétique et amélioration. Tome II. (1990). 478 p.
- 95- **Laumont P. Erroux J. 1961.** Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. *Mémoire Soc Histoire Naturelle Afrique du Nord*; 5 :5-95.
- 96- **Leclerc J-C. 1988.** Ecophysiologie végétale. Editions l'université de Saint Etienne. 350 p.
- 97- **Ledet J.F., 1978.** Étude inter variétales des relations entre rendement par épi et les caractères morphologiques chez le blé dur d'hiver, relation morphologique à la floraison. *Ann. Amélior. des Plantes* 29, 625-640.
- 98- **Lounes Yet Guerfi A. 2010.** Contribution à l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur en vue de leur inscription au catalogue officiel national Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 92 p.
- 99- **Maciejewski . J. 1991.** Semences et plants, p : 35, 37, 58.

- 100-Mackey J.1968.** Species relations in *Triticum*. Proc. 2nd International Wheat Genetic Symposium, Hereditas, **2**: 237-276.
- 101-MADR .2011.** Bulletins statistiques de la campagne 2009-2010. Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural. 23 pages.
- 102-Masle-Meynard J.1980.** L'élaboration du nombre d'épis chez le blé d'hiver. Influence de différentes caractéristiques de la structure du peuplement sur l'utilisation de l'azote et de la lumière. Thèse de Docteur- Ingénieur. INA-PG, Paris, 274p.
- 103-Mekliche H.L. 1983.** Etude agronomique, analyses diallèles et cytogénétique de quatre variétés de blé.
- 104-Melki. M., Dahmane. AEK et Garout. A. 1996.** Effet de la variation saisonnière des facteurs climatiques sur les composantes de rendement des céréales (blé dur et orge) Journal des sciences agronomiques. IN AT. Tunis. V 10. n° 1. 105-114.
- 105- Merzoug S. 2014.** La mise en valeur des terres et la problématique de l'eau agricole dans les régions arides-cas de wilaya de Laghouat. Mémoire d'ingénieur en production et amélioration des plantes : Université Amar Têlidji-Laghouat. P 76.
- 106-Meynard J.M. Sebillotte M. 1983.** Diagnostic sur les causes de variations du rendement du blé dans une petite région. 23ème Colloque de la Société Française de Phytopathologie "La fatigue des sols". Les Colloques de l'INRA, 17. p 157-168.
- 107-Monneveux Ph. 1989.** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. Journée scientifique de l'amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu aride.
- 108-Monneveux P. 1991.** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance à au déficit hydrique des céréales d'hiver ? In amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides.
- 109-Monneveux Ph. et This D. 1996.** Intégration des approches physiologiques génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales.
- 110-Moule C .1997.** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p.
- 111-Nachit M. M. et Jarret M. 1986.** Association of morphological characters to yield in Durum Wheat un de rmediterranean dry land conditions. Rachis vol 5 (2) 1986, 33-34.
- 112-Nachit M. M. et Ketata H. 1989.** Breeding strategy for improving durum wheat in mediterranean rainfed areas. Proceeding of 4th international wheat conference. 2-9 may, Rabat, 42-56.
- 113-Nadjem K 2012.** Contribution a l'étude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Mémoire de Magister en agronomie : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas Sétif. 98 p.
- 114-Nemmar M. 1980.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticumaestivum*L.) : Étude de l'accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Thèse D.A.A. ENSA. Montpellier. 65p.
- 115-Oanzar S. 2012.** Etude comparative de l'effet du semis direct et du labour conventionnel sur le comportement du blé dur (*Triticum durum*Desf.). Mémoire de Magister en agronomie : Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ferhat Abbas Sétif. 49 p.
- 116-ONFAA. 2015.** Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaires.11 pages.

- 117-Ortiz-Ferrera G. ,Yau S.K. et Assad Moussa M. 1991. Identification of agronomic traits associated with yield under stress conditions. In : Physiology-breeding of winter cereals for stressed Mediterranean environments. Colloques 55, eds Montpellier, INRA Paris, 67-88.
- 118-O'toole *et al.* 1980. Response of leaf water potential, stomatal resistance, and leaf rolling to water stress, plant. PHYSIOLOGY 51:993-997.
- 119-Oudjani W. 2009. Diversité de 25 génotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) : étude des caractères de production et d'adaptation. Thèse de magistère en Biologie Végétale : Faculté des sciences de la nature et la vie, Université Mentouri, Constantine. 113 p.
- 120-Oulie Y. 1986. Amélioration des plantes. Ed. C.N.P.R, 96p.
- 121-Payot. L. 1979. « La défense des plantes cultivées ». 7ème édition. Maison rustique. Paris. 211-212.
- 122-Picard E .1988. Sélection du blé, intégration des biotechnologies. Revue n°68, p28-38.
- 123-Prats J. 1966. Les céréales. ED. Bailliere.332p
- 124-Prévost P. 2006. Les bases de l'agriculture 3^{ème}. Ed Lavoisier, 123p.
- 125-Rousset H. 1978. Amélioration du blé tendre pour sa valeur d'utilisation. Ann. Amélio. des Plantes 8 (2), 45-81.
- 126-Samson M.-F. ,Mabille F., Chéret R. , Abécassis J. et Morel M.-H. 2005. Cereal Chem. 82: 81-87.
- 127- Saoudi A. 2007. la diversité de la faune dans la région de Laghouat (Hamda) ,Mém .d'ingénieur d'état en agronomie saharienne .Université Amar Telidji Laghouat , Algerie .97p.
- 128-Sarafi. A.1995. Régénération haploïde par le croisement inter générique (Blé X, Mais) et interspécifique H vulgare L X H bulbosum L) in haplo diploïdisation (biotechnologie végétales).Ed AUPULF, UREF pp 163-175.
- 129-Simon.H, Coddacioni.P et Lecoeur.X.1989. Produire les céréales à paille, agriculture d'aujourd'hui scientifique et technique d'application. Ed Technique et document Lavoisier Paris pp89-101.
- 130-Simpson G. M. 1968. Association between grain yield per plant and photosynthetic area above the flag leaf in wheat. Can. J. Plant Sci. 48, 253-260.
- 131-Slama A., Ben Salem M. , Ben Naceur M. et Zid E. D. 2005. Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3 :225-9.
- 132-Soltner D.1990. Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies 16^{ème} Ed, collection sciences techniques agricoles.464p.
- 133-Soltner.D. 2005. Les grandes productions végétales céréalières, plantes sarclées- prairies. 20^{ème} Ed, collection sciences techniques agricoles.464p
- 134-Spagnoletti-Zeuli P.L. et Qualset C.O. 1990 . Flag leaf variation and the analysis of diversity in durum wheat. Plant Breed, 105:189-202
- 135-Teich A.H. 1982. Interaction of awns and environment on grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Cereal Res. Commun. 10, 11-15.
- 136-Teoule. E.1999. Biotechnologies et amélioration des plantes. 5U, K édition. Tec et Doc. 607-612.
- 137-Vèspe R.1984. Semences des céréales à paille. P29
- 138-Vez. A .1975 . la fumure azotée du blé dur d'automne sur la base d'expériences récentes. Revue suisse d'agriculture vol 7 n°6 pp : 177-183.

- 139-Wardlaw IF. Et Moncur L. 1995.** The response of wheat to high temperature following anthesis. The rate and duration of kernel filling. Aust J. Plant. Physiol; 22: 391-397.
- 140-Yaklef N. 2001.** Photosynthèse, activité photochimique et tolérance au déficit hydrique chez le blé dur (*Triticum durum* Desf). Thèse de doctorat d'État, Université Mentouri, Constantine. 146 P.
- 141-Yves H. et Debuyser J. 2000.** L'origine des blés. Pour la science, pp60-62.
- 142-Zahour A .1992.** Elément d'amélioration génétique des plantes Manuel scientifique et technique. Actes.Ed ; Rabat Maroc.90, 91, 92,98.
- 143-Zair M. 1994.** L'irrigation d'appoint et fertilisation azotée de blé dur. Céréaliculture
- 144-Zeghida A. ,Amrani R., Djennadi F. , Ameroun R. , Khldoun A. A. et Belloucif M. 2004.** Etude de la variabilité de réponse des plantules de blé dur (*Triticum durum* Desf) à la salinité. *Céréaliculture*. ITGC. 42. Constantine : 5p.
- 145-Zouaoui G. 1993.** Etude en F1 et F2 des hybrides issus du croisement de 05 variétés de blé dur : détermination génétique des principaux caractères à intérêt agronomique. Thèse d'ingénieur d'état. I.N.R.A El Harrach. Alger. 7p.
- www.lexilogo.com**

ANNEXES

Annexe 01 : Analyse de variance

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Nombre des plantes levées**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)

[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)

[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)

[Cartographie des résidus](#)

[Ecart type des résidus](#)

[Test de Tukey](#)

[Analyse de variance](#)

[Indicateurs](#)

[Moyennes](#)

[Puissance de l'essai](#)

[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)

[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)

[Données pour des regroupements d'essais](#)

Histogramme des résidus :

6			204
5	104	403	303
4	401	302	101
3	202	103	402
2	301	404	201
1	203	304	102

Effectifs

5 0 5 6

Bornes

-7,5 -4,19 -0,88 2,44
à à à à
-4,19 -0,88 2,44 5,75

Minimum : - 7,500 Maximum : 5,750 Intervalle : 3,313

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,197 Prob. : 0,431

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 1,812 Prob. : 0,276

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 3,010
	< 0,000
	< 3,010
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	3,813
2 (F1n2)	5,256
3 (F1n3)	5,054
4 (F1n4)	5,504

$khi^2 = 0,389$ Prob. = 0,94154

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	5,435
2 (B2)	5,549
3 (B3)	5,079
4 (B4)	3,446

$khi^2 = 0,677$ Prob. = 0,87921

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 32,242 Prob. = 0,352

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	487,000	15	32,467		
Var.FACTEUR 1	161,500	3	53,833	1,648	0,246
Var.BLOCS	31,500	3	10,500	0,321	0,811
VAR.RESIDUELLE 1	294,000	9	32,667		

Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	93,250
Ecart type résiduel	5,715
Coef. variation %	6,129

Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	90,750
2 (F1n2)	90,000
3 (F1n3)	94,250
4 (F1n4)	98,000

Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	93,750

2 (b2)	91,500
3 (b3)	92,500
4 (b4)	95,250

Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	4,660	11	19	33
10	9,320	31	43	71
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		29	41	69

Comparaisons de moyennes**Test de Newman-Keuls au seuil 5% :**

Test de Newman-keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	90,750	32,667	9	4
2 (F1n2)	90,000			
3 (F1n3)	94,250			
4 (F1n4)	98,000			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Nombre des talles / plant**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

8		402		
7		201		
6		304		
5		203		
4		102		
3	101	403		302
2	303	401	404	204
1	202	301	104	103

Effectifs

3 8 2 3

Bornes

-1,13	-0,5	0,13	0,76
à	à	à	à
-0,5	0,13	0,76	1,39

Minimum : - 1,131 Maximum : 1,394 Intervalle : 0,631

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,137 Prob. : 0,512

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,387 Prob. : 0,574

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 0,532
	< 0,000
	< 0,532
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	1,019
2 (F1n2)	0,974
3 (F1n3)	0,378
4 (F1n4)	0,967

$khi^2 = 2,540$ Prob. = 0,47053

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	1,075
2 (B2)	0,948
3 (B3)	0,935
4 (B4)	0,368

$khi^2 = 2,710$ Prob. = 0,44041

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 0,282 Prob. = 0,632

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	15,899	15	1,060		
Var.FACTEUR 1	3,097	3	1,032	1,010	0,433
Var.BLOCS	3,607	3	1,202	1,177	0,372
VAR.RESIDUELLE 1	9,196	9	1,022		

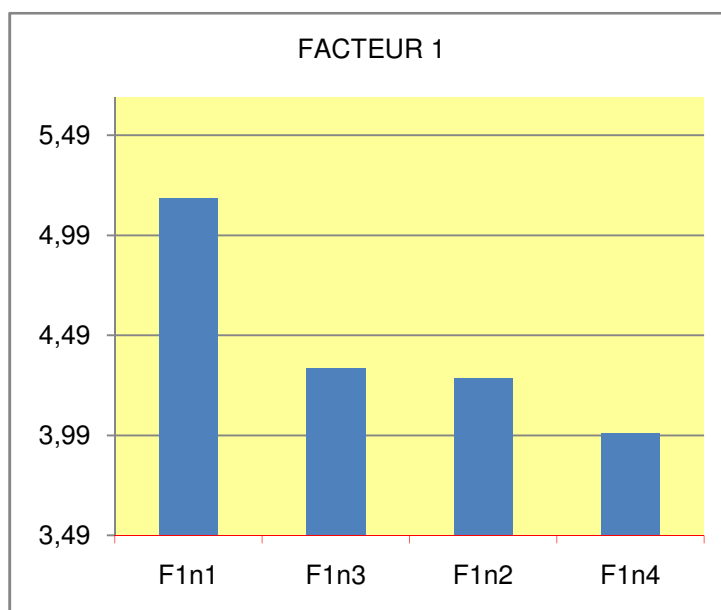
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	4,444
Ecart type résiduel	1,011
Coef. variation %	22,747

Moyennes :

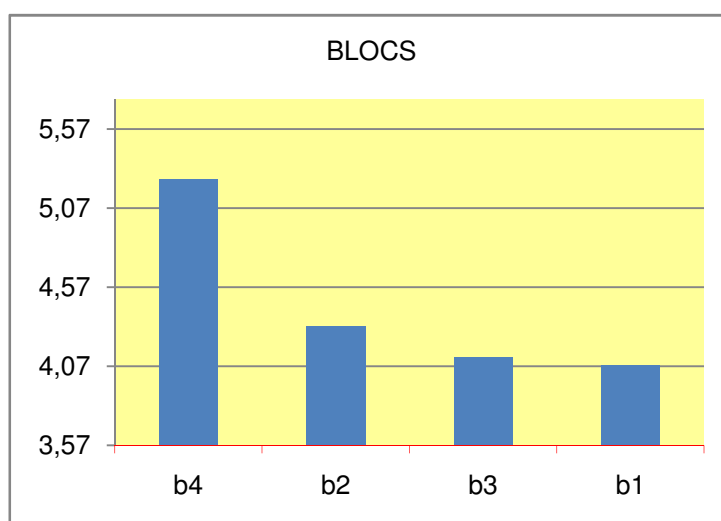
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	5,175
2 (F1n2)	4,275
3 (F1n3)	4,325
4 (F1n4)	4,000



Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	4,075
2 (b2)	4,325
3 (b3)	4,125
4 (b4)	5,250

**Puissance de l'essai :**

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolute	Puissance a priori (%)		
5	0,220	5	11	21
10	0,440	7	13	24
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		20	31	58

Comparaisons de moyennes**Test de Newman-Keuls au seuil 5% :**

Test de Newman-keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	5,175	1,022	9	4
2 (F1n2)	4,275			
3 (F1n3)	4,325			
4 (F1n4)	4,000			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Hauteur de la tige (cm)**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)

[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)

[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)

[Cartographie des résidus](#)

[Ecart type des résidus](#)

[Test de Tukey](#)

[Analyse de variance](#)

[Indicateurs](#)

[Moyennes](#)

[Puissance de l'essai](#)

[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)

[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)

[Données pour des regroupements d'essais](#)

Histogramme des résidus :

5		402		302
4		404		304
3	101	102	201	204
2	301	403	203	401
1	202	303	104	103
Effectifs				
	3	5	3	5
Bornes				
	-13,31	-7,01	-0,7	5,6
	à	à	à	à
	-7,01	-0,7	5,6	11,9

Minimum : - 13,309 Maximum : 11,903 Intervalle : 6,303

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,002 Prob. : 0,941

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,037 Prob. : 0,377

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 5,100
	< 0,000
	< 5,100
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	13,075
2 (F1n2)	6,886
3 (F1n3)	4,079
4 (F1n4)	6,800

$khi^2 = 3,598$ Prob. = 0,30799

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	8,685
2 (B2)	9,710
3 (B3)	7,686
4 (B4)	7,243

$khi^2 = 0,272$ Prob. = 0,96403

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 593,922 Prob. = 0,003

ATTENTION : les hypothèses de l'analyse de variance ne sont pas bien respectées

Il y a une interaction Traitements * Blocs

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	9735,099	15	649,007		
Var.FACTEUR 1	8561,243	3	2853,748	30,440	0,000

Var.BLOCS	330,102	3	110,034	1,174	0,373
VAR.RESIDUELLE 1	843,754	9	93,750		

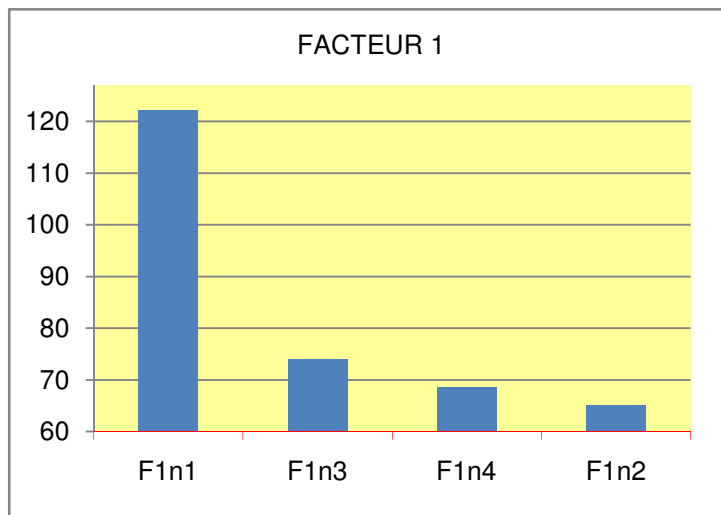
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	82,516
Ecart type résiduel	9,682
Coef. variation %	11,734

Moyennes :

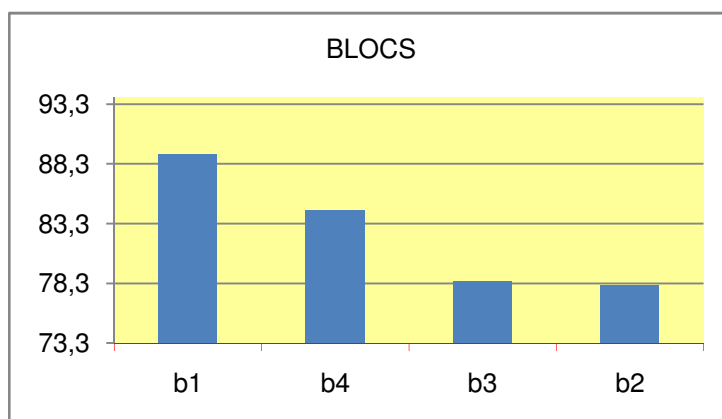
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	122,213
2 (F1n2)	65,200
3 (F1n3)	73,988
4 (F1n4)	68,663



Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	89,100
2 (b2)	78,113
3 (b3)	78,475
4 (b4)	84,375



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart		5	10	20
En %		Puissance a priori (%)		
5	4,130	6	12	24
10	8,250	12	20	34
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		99	99	99

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	15,503
3	19,096
4	21,362

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	122,213	A
3	F1n3	73,988	B
4	F1n4	68,663	B
2	F1n2	65,200	B

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 22,987

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	122,213	A
3	F1n3	73,988	B
4	F1n4	68,663	B
2	F1n2	65,200	B

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	122,213	93,750	9	4
2 (F1n2)	65,200			
3 (F1n3)	73,988			
4 (F1n4)	68,663			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – Longueur du col de l'épi

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

6	303	404		
5	104	204		
4	401	302		
3	102	203		
2	103	402	304	201
1	202	301	403	101

Effectifs

2	6	6	2
---	---	---	---

Bornes

-0,74	-0,36	0,03	0,42
à	à	à	à
-0,36	0,03	0,42	0,81

Minimum : - 0,744 Maximum : 0,809 Intervalle : 0,388

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,015 Prob. : 0,830

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,951 Prob. : 0,964

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 0,257
	< 0,000

< 0,257
< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	0,686
2 (F1n2)	0,408
3 (F1n3)	0,126
4 (F1n4)	0,241

$khi^2 = 6,909$ Prob. = 0,07351

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	0,550
2 (B2)	0,517
3 (B3)	0,265
4 (B4)	0,268

$khi^2 = 2,380$ Prob. = 0,50021

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 1,437 Prob. = 0,004

ATTENTION : les hypothèses de l'analyse de variance ne sont pas bien respectées

Il y a une interaction Traitements * Blocs

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	23,319	15	1,555		
Var.FACTEUR 1	20,599	3	6,866	28,947	0,000
Var.BLOCS	0,585	3	0,195	0,822	0,516
VAR.RESIDUELLE 1	2,135	9	0,237		

Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	5,641
Ecart type résiduel	0,487
Coef. variation %	8,634

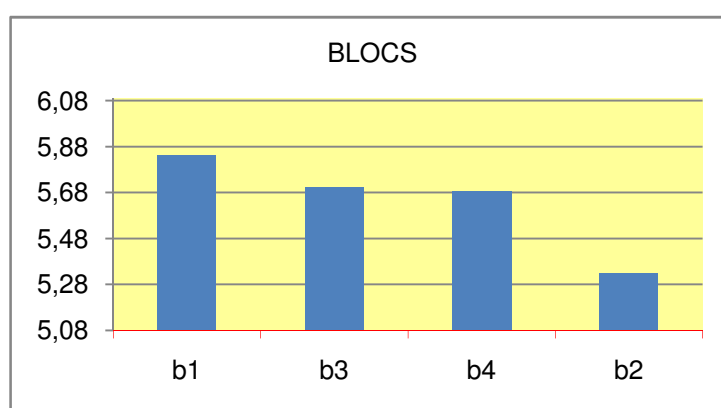
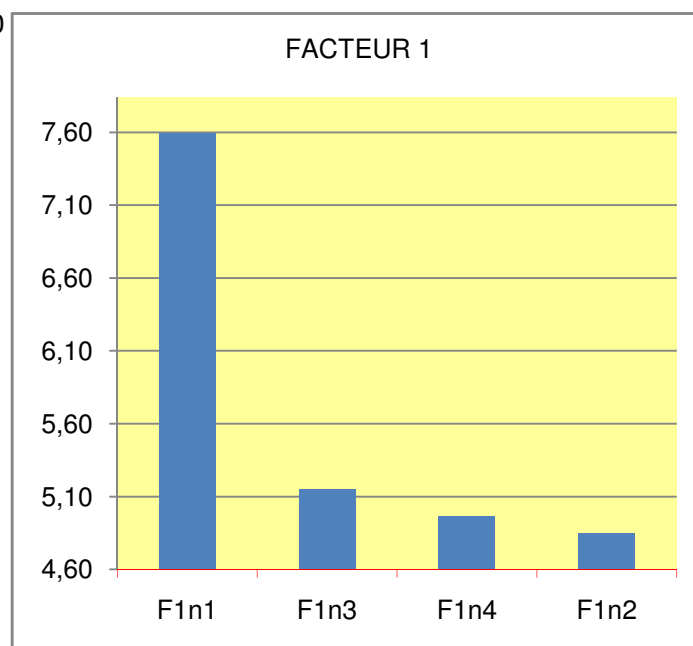
Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	7,598
2 (F1n2)	4,848
3 (F1n3)	5,153
4 (F1n4)	4,968

Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	5,845
2 (b2)	5,328
3 (b3)	5,705
4 (b4)	5,688



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	0,280	8	15	27
10	0,560	18	28	44
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		99	99	99

Comparaisons de moyennes**Test de Newman-Keuls au seuil 5% :**

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	0,780
3	0,961
4	1,075

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	7,598	A
3	F1n3	5,153	B
4	F1n4	4,968	B
2	F1n2	4,848	B

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 1,156

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	7,598	A
3	F1n3	5,153	B
4	F1n4	4,968	B
2	F1n2	4,848	B

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	7,598	0,237	9	4
2 (F1n2)	4,848			
3 (F1n3)	5,153			
4 (F1n4)	4,968			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – Longueur de l'épi

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

5	201			
4	101		304	402
3	404	203	104	302
2	303	403	202	102
1	301	401	103	204

Effectifs

5 3 4 4

Bornes

-0,57	-0,29	-0,01	0,26
à	à	à	à
-0,29	-0,01	0,26	0,54

Minimum : - 0,568 Maximum : 0,540 Intervalle : 0,277

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,000 Prob. : 0,974

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 1,813 Prob. : 0,276

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 0,227
	< 0,000
	< 0,227
	< 999999,000

Ecart type des résidus

:

Ecart-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	0,249
2 (F1n2)	0,282
3 (F1n3)	0,298
4 (F1n4)	0,570

 $khi^2 = 2,513$ Prob. = 0,47539

Ecart-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	0,391
2 (B2)	0,354
3 (B3)	0,370
4 (B4)	0,374

$khi^2 = 0,027$ Prob. = 0,99

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 0,011 Prob. = 0,817

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	38,880	15	2,592		
Var.FACTEUR 1	36,492	3	12,164	65,735	0,000
Var.BLOCS	0,723	3	0,241	1,303	0,333
VAR.RESIDUELLE 1	1,665	9	0,185		

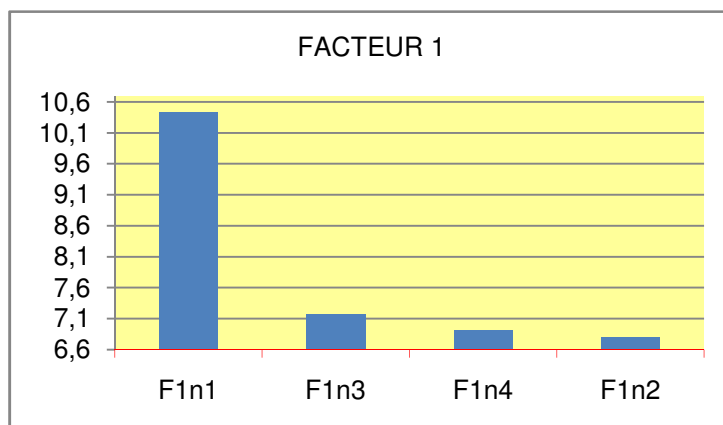
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	7,830
Ecart type résiduel	0,430
Coef. variation %	5,494

Moyennes :

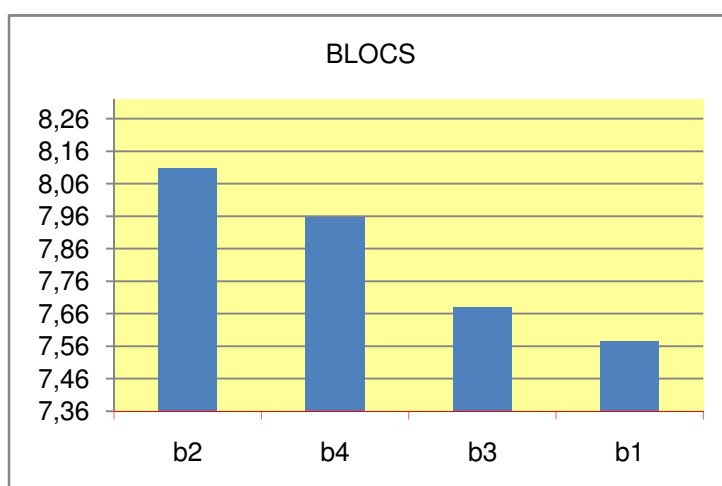
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	10,435
2 (F1n2)	6,798
3 (F1n3)	7,175
4 (F1n4)	6,913



Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	7,575
2 (b2)	8,108
3 (b3)	7,680
4 (b4)	7,958



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 :

F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	0,390	13	21	36
10	0,780	36	62	76
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		99	99	99

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	0,689
3	0,848
4	0,949

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
1	F1n1	10,435	A	
3	F1n3	7,175		B
4	F1n4	6,913		B
2	F1n2	6,798		B

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 1,021

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
1	F1n1	10,435	A	
3	F1n3	7,175		B
4	F1n4	6,913		B
2	F1n2	6,798		B

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	10,435	0,185	9	4
2 (F1n2)	6,798			
3 (F1n3)	7,175			
4 (F1n4)	6,913			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Longueur des barbes**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de](#)[GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

8			404
7			304
6			203
5			403
4	302		303
3	201	402	301
2	102	204	202
1	401	104	103

101

Effectifs

	4	3	8
--	---	---	---

1

Bornes

	-1,1	-0,48	0,14	
0,76	à	à	à	à
	-0,48	0,14	0,76	
1,38				

Minimum : - 1,104 Maximum : 1,383 Intervalle : 0,622

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,000 Prob. : 0,986

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,673 Prob. : 0,764

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 0,444
	< 0,000
	< 0,444
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecart-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	0,638
2 (F1n2)	0,422
3 (F1n3)	0,747
4 (F1n4)	0,993

$khi^2 = 1,840$ Prob. = 0,6103

Ecart-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	1,065
2 (B2)	0,472
3 (B3)	0,588
4 (B4)	0,653

$khi^2 = 2,022$ Prob. = 0,57173

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 1,033 Prob. = 0,249

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	22,096	15	1,473		
Var.FACTEUR 1	13,903	3	4,634	6,531	0,013
Var.BLOCS	1,807	3	0,602	0,849	0,503
VAR.RESIDUELLE 1	6,386	9	0,710		

Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	9,856
Ecart type résiduel	0,842
Coef. variation %	8,547

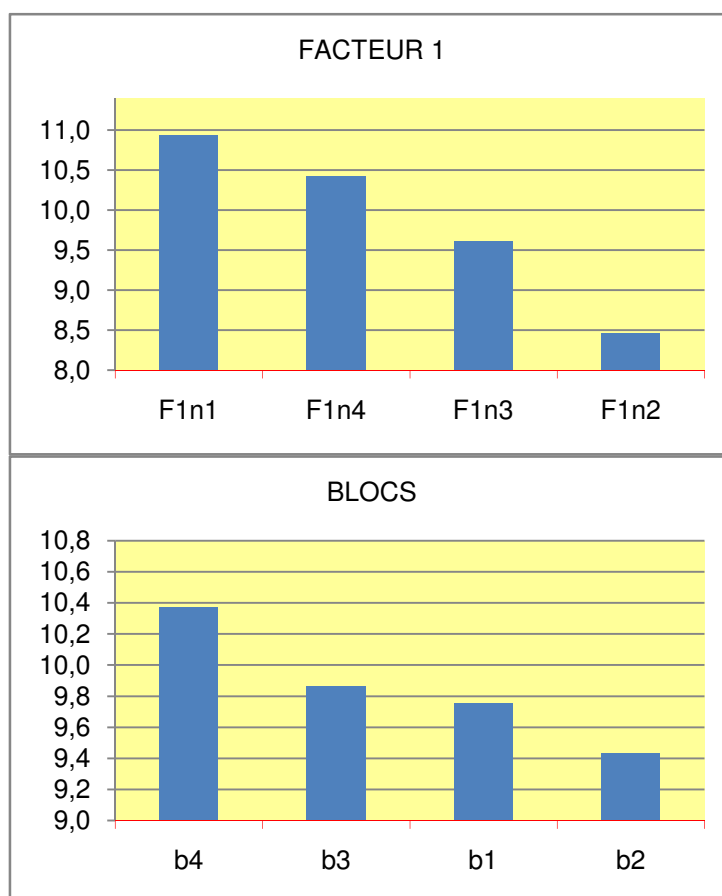
Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	10,930
2 (F1n2)	8,460
3 (F1n3)	9,615
4 (F1n4)	10,418

Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	9,755
2 (b2)	9,435
3 (b3)	9,863
4 (b4)	10,370



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

Risque de 1ère espèce (%)				
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	0,490	8	15	27
10	0,990	18	29	56
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		81	89	95

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	1,349
3	1,661
4	1,859

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
1	F1n1	10,930	A	
4	F1n4	10,418	A	
3	F1n3	9,615	A	B
2	F1n2	8,460		B

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 2,000

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes	
1	F1n1	10,930	A	
4	F1n4	10,418	A	B
3	F1n3	9,615	A	B
2	F1n2	8,460		B

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	10,930	0,710	9	4
2 (F1n2)	8,460			
3 (F1n3)	9,615			
4 (F1n4)	10,418			

Statbox 7.2 - Analyse de variance - **Surface foliaire**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

7			302
6			203
5			102
4	201	304	303
3	101	301	204
2	404	202	104
1	403	103	401

402

Effectifs

	4	4	7
--	---	---	---

1

Bornes

	-4,02	-1,93	0,16
--	-------	-------	------

2,26

	à	à	à	à
--	---	---	---	---

	-1,93	0,16	2,26
--	-------	------	------

4,35

Minimum : - 4,021 Maximum : 4,348 Intervalle : 2,092

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,000 Prob. : 0,983

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,614 Prob. : 0,724

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 1,448
	< 0,000
	< 1,448
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecart-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	1,138
2 (F1n2)	2,762
3 (F1n3)	1,855
4 (F1n4)	3,208

$khi^2 = 2,842$ Prob. = 0,41815

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	2,239
2 (B2)	1,494
3 (B3)	1,260
4 (B4)	3,719

$khi^2 = 3,776$ Prob. = 0,28599

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 17,244 Prob. = 0,135

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	104,684	15	6,979		
Var.FACTEUR 1	32,094	3	10,698	1,416	0,301
Var.BLOCS	4,605	3	1,535	0,203	0,892
VAR.RESIDUELLE 1	67,985	9	7,554		

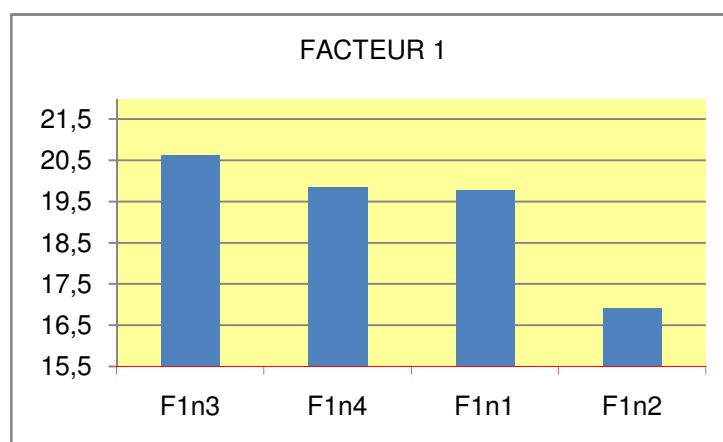
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	19,291
Ecart type résiduel	2,748
Coef. variation %	14,247

Moyennes :

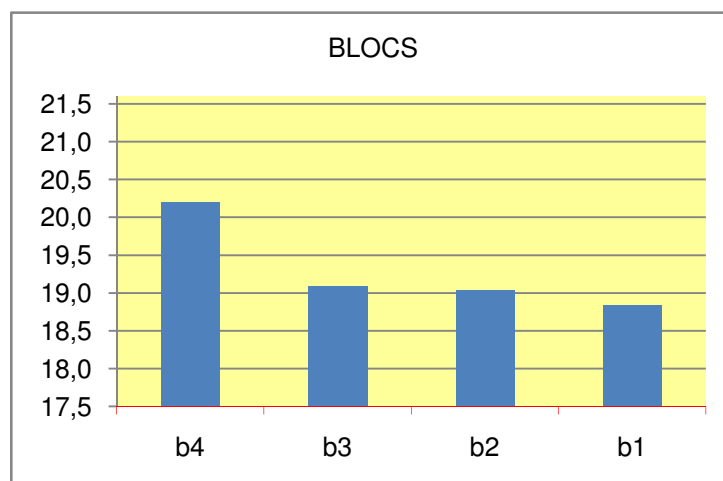
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	19,768
2 (F1n2)	16,907
3 (F1n3)	20,627
4 (F1n4)	19,863



Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	18,835
2 (b2)	19,032
3 (b3)	19,091
4 (b4)	20,206



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	0,960	6	12	22
10	1,930	9	17	30
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		26	38	66

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

Test de Newman-keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	19,768	7,554	9	4
2 (F1n2)	16,907			
3 (F1n3)	20,627			
4 (F1n4)	19,863			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Nombre d'épis / m²**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

6				302
5				101
4			201	304
3	402	404	203	403
2	303	102	301	204
1	202	104	103	401

Effectifs

3	3	4	6
---	---	---	---

Bornes

-83,81	-46,19	-8,56	29,06
à	à	à	à
-46,19	-8,56	29,06	66,69

Minimum : - 83,813 Maximum : 66,688 Intervalle : 37,625

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,230 Prob. : 0,396

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,051 Prob. : 0,384

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 32,127
	< 0,000
	< 32,127
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecart-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	63,485
2 (F1n2)	58,269
3 (F1n3)	29,325
4 (F1n4)	53,623

$khi^2 = 1,536$ Prob. = 0,6783

Ecart-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	32,176
2 (B2)	59,220
3 (B3)	45,895
4 (B4)	67,174

$khi^2 = 1,484$ Prob. = 0,6902

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 1264,400 Prob. = 0,595

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	56227,938	15	3748,529		
Var.FACTEUR 1	6333,188	3	2111,063	0,567	0,653
Var.BLOCS	16411,688	3	5470,563	1,470	0,287
VAR.RESIDUELLE 1	33483,063	9	3720,340		

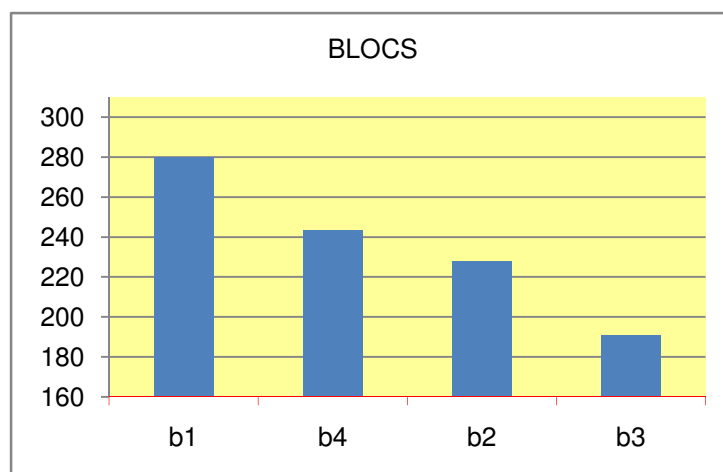
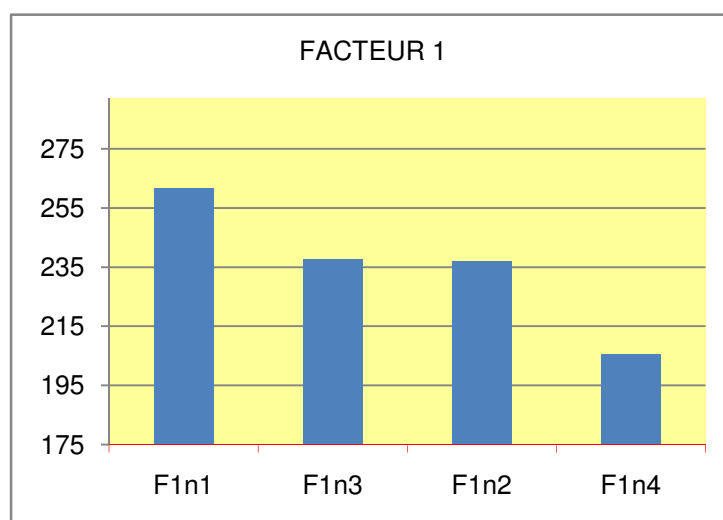
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	235,438
Ecart type résiduel	60,995
Coef. variation %	25,907

Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	261,500
2 (F1n2)	237,000
3 (F1n3)	237,750
4 (F1n4)	205,500



Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	280,000
2 (b2)	227,750
3 (b3)	190,750
4 (b4)	243,250

Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	11,770	5	10	21
10	23,540	6	12	23
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		13	22	36

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

Test de Newman-Keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	261,500	3720,340	9	4
2 (F1n2)	237,000			
3 (F1n3)	237,750			
4 (F1n4)	205,500			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Nombre d'épillets totaux / épi**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

9				404
8				204
7				302
6				203
5				102
4			303	201
3			402	403
2	401		304	301
1	202	104	103	101

Effectifs

2 1 4 9

Bornes

-4,18	-2,72	-1,26	0,19
à	à	à	à
-2,72	-1,26	0,19	1,65

Minimum : - 4,175 Maximum : 1,650 Intervalle : 1,456

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 1,135 Prob. : 0,059

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,979 Prob. : 0,985

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 1,227
	< 0,000
	< 1,227
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecart-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	2,792
2 (F1n2)	0,948
3 (F1n3)	1,971
4 (F1n4)	1,926

$khi^2 = 2,642$ Prob. = 0,45236

Ecart-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	1,759
2 (B2)	2,785
3 (B3)	0,918
4 (B4)	2,144

$khi^2 = 2,856$ Prob. = 0,41583

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 17,865 Prob. = 0,062

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	406,950	15	27,130		
Var.FACTEUR 1	348,495	3	116,165	21,393	0,000
Var.BLOCS	9,585	3	3,195	0,588	0,640
VAR.RESIDUELLE 1	48,870	9	5,430		

Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	35,525
Ecart type résiduel	2,330
Coef. variation %	6,559

Moyennes :

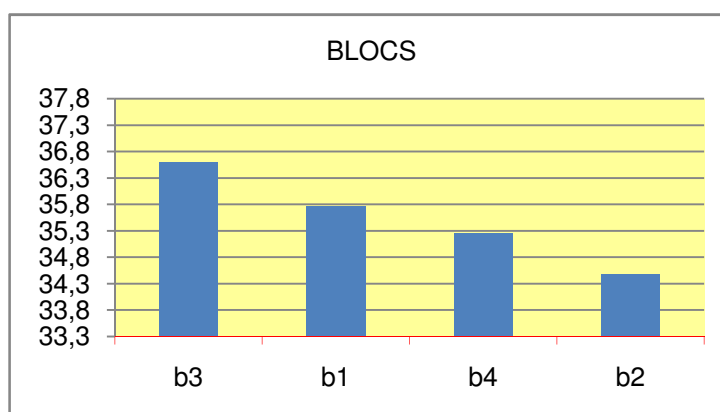
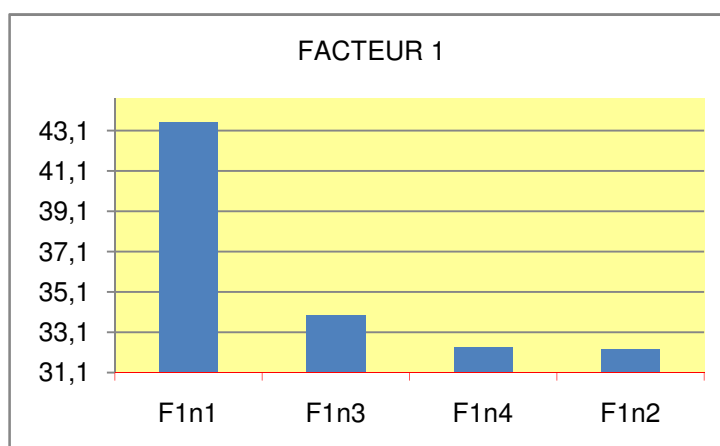
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	43,525
2 (F1n2)	32,275
3 (F1n3)	33,950
4 (F1n4)	32,350

Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	35,775
2 (b2)	34,475
3 (b3)	36,600
4 (b4)	35,250

Puissance de l'essai :



Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	1,780	10	18	31
10	3,550	27	40	68
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		98	99	99

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	3,731
3	4,596
4	5,141

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	43,525	A
3	F1n3	33,950	B
4	F1n4	32,350	B
2	F1n2	32,275	B

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 5,532

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	43,525	A
3	F1n3	33,950	B
4	F1n4	32,350	B
2	F1n2	32,275	B

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	43,525	5,430	9	4
2 (F1n2)	32,275			
3 (F1n3)	33,950			
4 (F1n4)	32,350			

Statbox 7.2 - Analyse de variance - **Nombre d'épillets fertiles / épi**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)

[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)

[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)

[Cartographie des résidus](#)

[Ecart type des résidus](#)

[Test de Tukey](#)

[Analyse de variance](#)

[Indicateurs](#)

[Moyennes](#)

[Puissance de l'essai](#)

[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)

[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)

[Données pour des regroupements d'essais](#)

Histogramme des résidus :

7				404
6				204
5		303		302
4		102		203
3	104		402	201
2	401		103	403
1	202	304	301	101

Effectifs

3 1 5 7

Bornes

-4,18 -2,49 -0,8 0,89
à à à à
-2,49 -0,8 0,89 2,58

Minimum : - 4,175 Maximum : 2,575 Intervalle : 1,688

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,640 Prob. : 0,156

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,503 Prob. : 0,649

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 1,359
	< 0,000
	< 1,359
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	2,954
2 (F1n2)	1,352
3 (F1n3)	2,023
4 (F1n4)	2,308

$khi^2 = 1,531$ Prob. = 0,67939

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	2,401
2 (B2)	2,784
3 (B3)	1,281
4 (B4)	2,195

$khi^2 = 1,490$ Prob. = 0,68868

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 30,985 Prob. = 0,019

ATTENTION : les hypothèses de l'analyse de variance ne sont pas bien respectées

Il y a une interaction Traitements * Blocs

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	328,430	15	21,895		
Var.FACTEUR 1	262,965	3	87,655	13,164	0,001
Var.BLOCS	5,535	3	1,845	0,277	0,841
VAR.RESIDUELLE 1	59,930	9	6,659		

Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	33,475
Ecart type résiduel	2,580
Coef. variation %	7,709

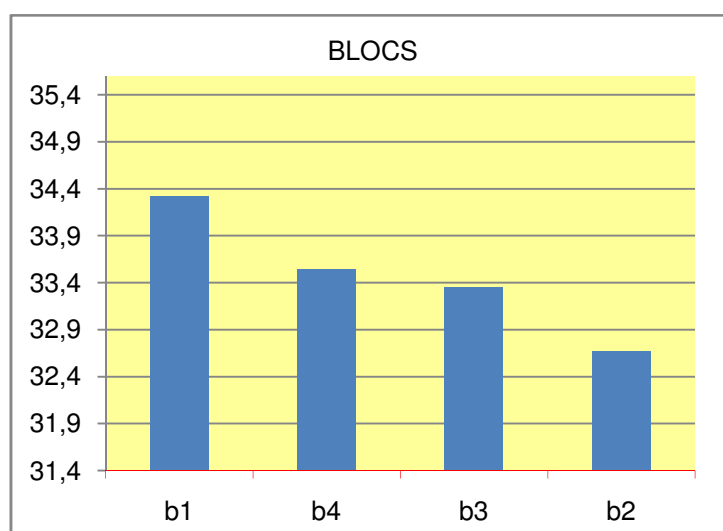
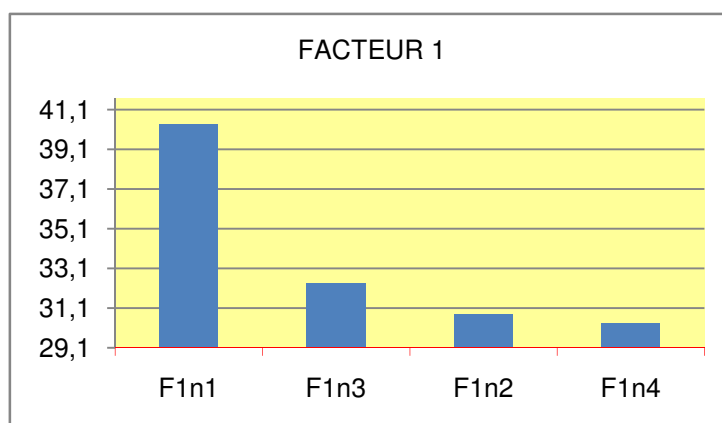
Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	40,375
2 (F1n2)	30,800
3 (F1n3)	32,375
4 (F1n4)	30,350

Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	34,325
2 (b2)	32,675
3 (b3)	33,350
4 (b4)	33,550



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	1,670	9	16	28
10	3,350	21	33	61
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		94	97	99

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	4,132
3	5,089
4	5,693

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	40,375	A
3	F1n3	32,375	B
2	F1n2	30,800	B
4	F1n4	30,350	B

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 6,126

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
1	F1n1	40,375	A
3	F1n3	32,375	B
2	F1n2	30,800	B
4	F1n4	30,350	B

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	40,375	6,659	9	4
2 (F1n2)	30,800			
3 (F1n3)	32,375			
4 (F1n4)	30,350			

Statbox 7.2 - Analyse de variance - **Nombre d'épillets stériles / épi**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

6			204
5			401
4		404	203
104			
3		303	402
102			
2	302	201	403
304			
1	101	103	202
301			

Effectifs

	2	4	6
4			

Bornes

	-1,18	-0,63	-0,08	
0,47				
	à	à	à	à
	-0,63	-0,08	0,47	
1,02				

Minimum : - 1,181 Maximum : 1,019 Intervalle : 0,550

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,052 Prob. : 0,686

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,447 Prob. : 0,612

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				

4				
---	--	--	--	--

Légende :

	Donnée manquante
	< - 0,444
	< 0,000
	< 0,444
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	0,879
2 (F1n2)	0,527
3 (F1n3)	0,895
4 (F1n4)	0,527

$khi^2 = 1,369$ Prob. = 0,71685

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	1,053
2 (B2)	0,170
3 (B3)	0,971
4 (B4)	0,225

$khi^2 = 10,442$ Prob. = 0,01515

ATTENTION : les hypothèses de l'analyse de variance ne sont pas bien respectées

Les variances intra-traitements(blocs) ne sont pas homogènes

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 1,476 Prob. = 0,157

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	21,374	15	1,425		
Var.FACTEUR 1	7,282	3	2,427	3,418	0,066
Var.BLOCS	7,702	3	2,567	3,616	0,058
VAR.RESIDUELLE 1	6,391	9	0,710		

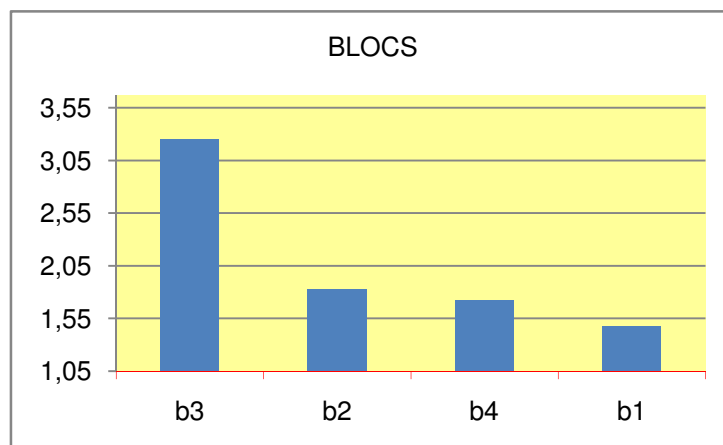
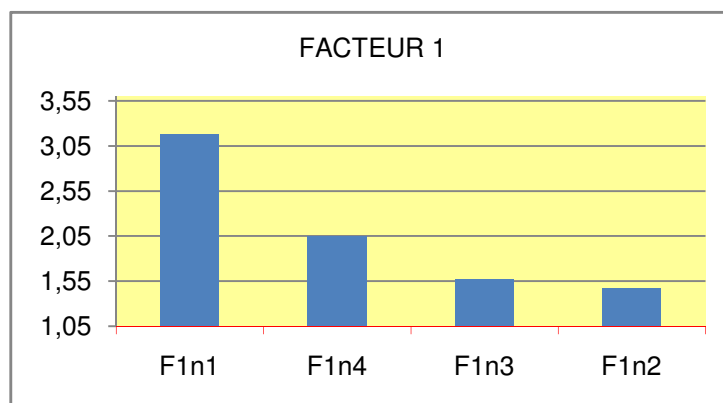
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	2,069
Ecart type résiduel	0,843
Coef. variation %	40,733

Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	3,175
2 (F1n2)	1,475
3 (F1n3)	1,575
4 (F1n4)	2,050
Moyennes blocs = Bloc	
	Moyenne
1 (b1)	1,475
2 (b2)	1,825
3 (b3)	3,250
4 (b4)	1,725



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	0,100	5	10	20
10	0,210	5	11	21
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		62	74	86

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

Test de Newman-keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	3,175	0,710	9	4
2 (F1n2)	1,475			
3 (F1n3)	1,575			
4 (F1n4)	2,050			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – Nombre de grain par épi

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Test de Tukey](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

6	104	303	
5	401	204	
4	102	203	
404			
3	402	103	
302			
2	304	403	
201			
1	202	301	
101			
Effectifs			
	6	6	0
4			
Bornes			
4,9	-7,31	-3,24	0,83
	à	à	à
8,97	-3,24	0,83	4,9

Minimum : - 7,306 Maximum : 8,969 Intervalle : 4,069

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,248 Prob. : 0,377

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,062 Prob. : 0,390

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 3,583
	< 0,000
	< 3,583
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecart-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	6,546
2 (F1n2)	6,593
3 (F1n3)	4,694
4 (F1n4)	5,521

$khi^2 = 0,391$ Prob. = 0,9412

Ecart-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	6,340
2 (B2)	6,773
3 (B3)	5,202
4 (B4)	5,069

$khi^2 = 0,326$ Prob. = 0,95406

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 157,739 Prob. = 0,057

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	584,994	15	39,000		
Var.FACTEUR 1	65,147	3	21,716	0,469	0,713
Var.BLOCS	103,377	3	34,459	0,745	0,554
VAR.RESIDUELLE 1	416,471	9	46,275		

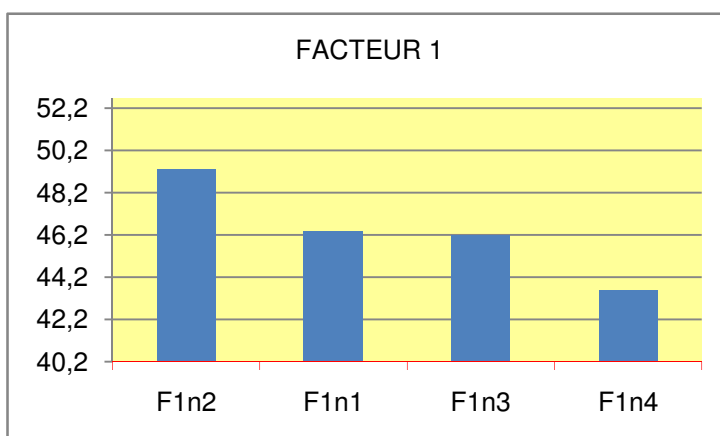
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	46,369
Ecart type résiduel	6,803
Coef. variation %	14,671

Moyennes :

Moyennes facteur 1 = F1

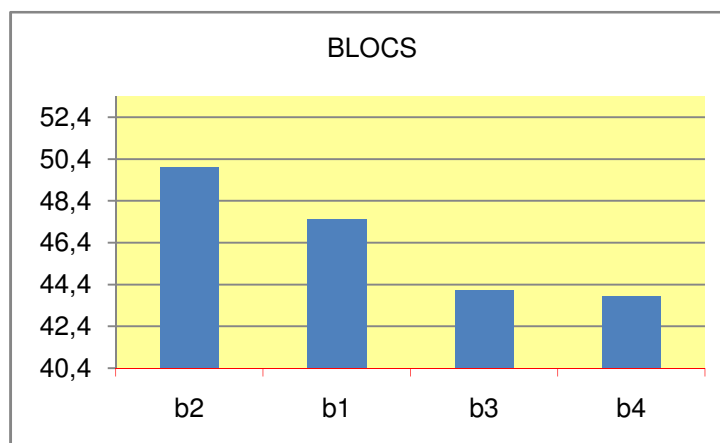
	Moyenne
1 (F1n1)	46,375
2 (F1n2)	49,300



3 (F1n3)	46,200
4 (F1n4)	43,600

Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	47,500
2 (b2)	50,000
3 (b3)	44,125
4 (b4)	43,850



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	2,320	6	12	22
10	4,640	9	16	29
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		11	20	33

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

Test de Newman-Keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	46,375	46,275	9	4
2 (F1n2)	49,300			
3 (F1n3)	46,200			
4 (F1n4)	43,600			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – Poids de mille grains PMG

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)[Cartographie des résidus](#)[Ecart type des résidus](#)[Analyse de variance](#)[Indicateurs](#)[Moyennes](#)[Puissance de l'essai](#)[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)[Données pour des regroupements d'essais](#)**Histogramme des résidus :**

8			301	
7			204	
6			402	
5			401	
4			201	
3	404		101	104
2	403	304	102	302
1	103	202	203	303
Effectifs				
	3	2	8	3
Bornes				
	-4,61	-2,52	-0,42	1,67
	à	à	à	à
	-2,52	-0,42	1,67	3,77

Minimum : - 4,613 Maximum : 3,768 Intervalle : 2,095

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,304 Prob. : 0,329

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,299 Prob. : 0,520

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 1,668
	< 0,000
	< 1,668
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	1,482
2 (F1n2)	2,570
3 (F1n3)	3,394
4 (F1n4)	3,126

$khi^2 = 1,774$ Prob. = 0,62478

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	872,799	15	58,187		
Var.FACTEUR 1	782,509	3	260,836	34,666	0,000
VAR.RESIDUELLE 1	90,290	12	7,524		

Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	47,579
Ecart type résiduel	2,743
Coef. variation %	5,765

Moyennes :

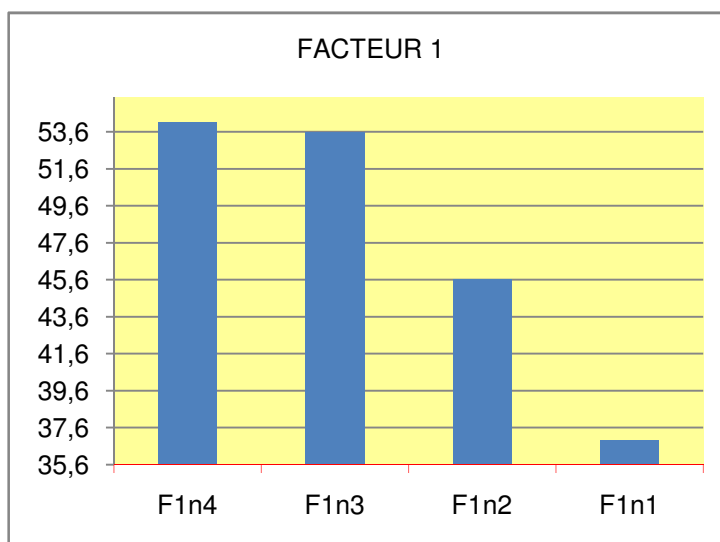
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	36,945
2 (F1n2)	45,665
3 (F1n3)	53,563
4 (F1n4)	54,143

Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecarts	Ecarts	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	2,380	12	20	34
10	4,760	34	59	74
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		99	99	99



Comparaisons de moyennes**Test de Newman-Keuls au seuil 5% :**

FACTEUR 1 : F1

Valeur des PPAS

Nombre de moyennes	PPAS
2	4,229
3	5,170
4	5,755

Groupes homogènes

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
4	F1n4	54,143	A
3	F1n3	53,563	A
2	F1n2	45,665	B
1	F1n1	36,945	C

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

FACTEUR 1 : F1

Valeur de la PPDS de Bonferroni = 6,093

Id	Modalité	Moyenne	Groupes homogènes
4	F1n4	54,143	A
3	F1n3	53,563	A
2	F1n2	45,665	B
1	F1n1	36,945	C

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	36,945	7,524	12	4
2 (F1n2)	45,665			
3 (F1n3)	53,563			
4 (F1n4)	54,143			

Statbox 7.2 - Analyse de variance – **Rendement réel**

Variable : Variable_1

[Histogramme des résidus](#)

[Indices de normalité \(coefficients de K.PEARSON\)](#)

[Résidus suspects \(méthode de GRUBBS\)](#)

[Cartographie des résidus](#)

[Ecart type des résidus](#)

[Test de Tukey](#)

[Analyse de variance](#)

[Indicateurs](#)

[Moyennes](#)

[Puissance de l'essai](#)

[Test de Newman-Keuls au seuil 5%](#)

[Test simultané de Bonferroni au niveau 5%](#)

[Données pour des regroupements d'essais](#)

Histogramme des résidus :

7				303
6				302
5				203
4		204	102	
3		401	403	404
2	104	402	301	201
1	304	202	101	103

Effectifs

2	4	7	3
---	---	---	---

Bornes

-341,2	-174,3	-7,5	159,38
à	à	à	à
-174,3	-7,5	159,38	326,25

Minimum : - 341,250 Maximum : 326,250 Intervalle : 166,875

Indices de normalité (coefficients de K.PEARSON) :

Symétrie (valeur idéale théorique = 0) : Beta 1 = 0,015 Prob. : 0,828

Aplatissement (valeur idéale théorique = 3) : Beta 2 = 2,440 Prob. : 0,608

Résidus suspects (méthode de GRUBBS) :

Aucun résidu suspect

Cartographie des résidus :

	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				

Légende :

	Donnée manquante
	< - 121,878
	< 0,000
	< 121,878
	< 999999,000

Ecart type des résidus :

Ecarts-types facteur 1 = F1

	E.T.
1 (F1n1)	99,016
2 (F1n2)	246,361
3 (F1n3)	111,374
4 (F1n4)	278,781

$khi^2 = 3,981$ Prob. = 0,26256

Ecarts-types blocs = Bloc

	E.T.
1 (B1)	246,135
2 (B2)	135,996
3 (B3)	168,235
4 (B4)	230,739

$khi^2 = 1,137$ Prob. = 0,77144

Test de Tukey :

SCE test de TUKEY = 2904,696 Prob. = 0,825

Test non significatif

Analyse de variance :

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA
Var.TOTALE	641275,000	15	42751,667		
Var.FACTEUR 1	62162,500	3	20720,833	0,387	0,767
Var.BLOCS	97250,000	3	32416,667	0,605	0,630
VAR.RESIDUELLE 1	481862,500	9	53540,278		

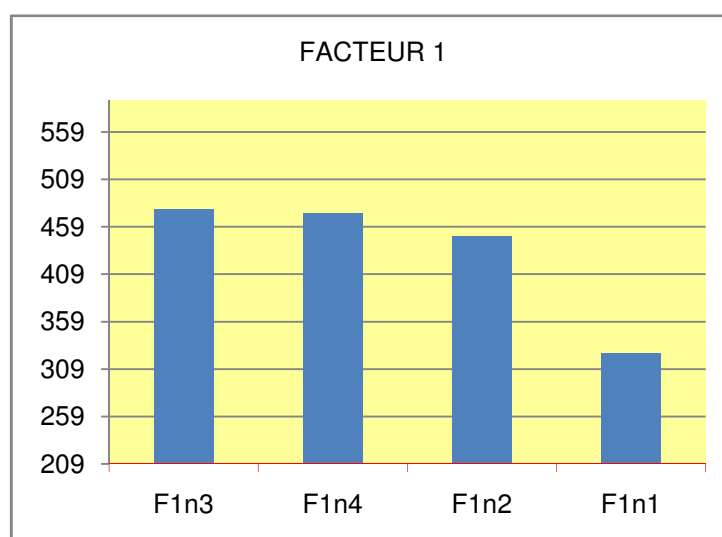
Indicateurs :

	Valeur
Moyenne générale	431,250
Ecart type résiduel	231,388
Coef. variation %	53,655

Moyennes :

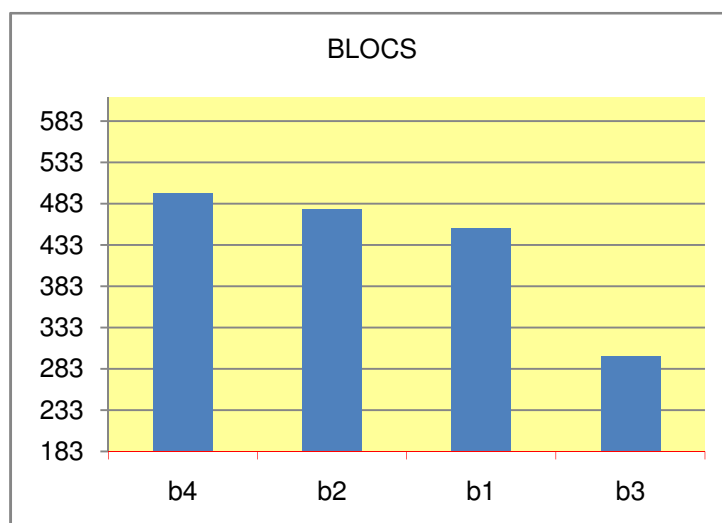
Moyennes facteur 1 = F1

	Moyenne
1 (F1n1)	325,000
2 (F1n2)	448,750
3 (F1n3)	477,500
4 (F1n4)	473,750



Moyennes blocs = Bloc

	Moyenne
1 (b1)	453,750
2 (b2)	476,250
3 (b3)	298,750
4 (b4)	496,250



Puissance de l'essai :

Puissance facteur 1 : F1

		Risque de 1ère espèce (%)		
Ecart	Ecart	5	10	20
En %	V.Absolue	Puissance a priori (%)		
5	21,560	5	10	20
10	43,120	5	10	21
		Puissance à posteriori (%)		
Moyennes observées		10	18	31

Comparaisons de moyennes

Test de Newman-Keuls au seuil 5% :

Test de Newman-keuls non significatif

Test simultané de Bonferroni au niveau 5% :

Test de Bonferroni non significatif

Données pour des regroupements d'essais :

F1	Moyenne	Residuelle	DDL	Nb Blocs
1 (F1n1)	325,000	53540,278	9	4
2 (F1n2)	448,750			
3 (F1n3)	477,500			
4 (F1n4)	473,750			