

UNIVERSITE DE SAAD DAHLEB DE BLIDA

Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires

Département des Sciences Agronomiques

MEMOIRE DE MAGISTER

Spécialité : Amélioration des Productions Végétales

ETUDE DE L'INTERACTION GENOTYPE-MILIEU SUR LES PARAMETRES AGRO-TECHNOLOGIQUES DE QUELQUES VARIETES DE BLE DUR CULTIVEES SUR TROIS SYSTEMES AGRO-ECOLOGIQUES.

Par

SALEM Mustapha

Devant le jury composé de :

S. A. SNOUSSI	Professeur USD. Blida	Président
A. ACHOUCH	Professeur USD. Blida	Examineur
A. AISSAT	Maitre de conférences USD. Blida	Examineur
L. REGUIEG	Maitre de conférences ENSA. Alger	Examineur
M. BENMOUSSA	Professeur, USD. Blida	Promoteur

Blida, Mai 2012

RESUME

L'étude s'est déroulée au sein des trois stations expérimentales de l'institut techniques des grandes cultures (Oued Smar, Béni Slimane et Sétif), ou nous avons utilisé le blé dur comme plante modèle.

Cette étude a pour objectif la mise en évidence de l'effet de l'effet de l'interaction génotypes-milieus sur l'expression de quelques caractères morphologiques et technologiques de sept lignées de blé dur.

L'expérimentation est considérée comme essai national de première année 2005/2006. D'adaptation aux différentes conditions du milieu.

Les réactions du comportement de chaque paramètre étudié sous l'effet des variations climatiques du milieu et les caractéristiques génotypiques de chaque lignée nous a permis de connaître les effets simples et interaction de l'expression phénotypique de chaque variété.

Pour étudier cet effet nous avons entretenir une approche de modélisation statistique (ANOVA).

Les résultats obtenus montrent que l'effet nettement significatif des deux facteurs génotypes, milieu et leurs interaction sur l'expression agro-technologiques des variétés étudiés.

Notre analyse indique une sélection de la lignée G5 comme meilleure en termes de rendement réel en grains.

Cet essai contribuera à simuler l'expression phénotypique des génotypes dans des différents environnements pour pouvoir sélectionner les meilleures variétés.

ملخص

هذه الدراسة تم إجراؤها على مستوى ثلاثة محطات تجريبية للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى، الأولى في الجزائر العاصمة، و الثانية ببني سليمان، و الثالث بسطيف، أين تم استعمال القمح الصلب كنبته نموذجية.

تهدف هذه الدراسة الحالية إلى معرفة أهمية العلاقة بين التركيب الوراثي للقمح الصلب و الوسط و أثرها على تعبير الصفات الوراثية.

تعتبر هذه التجربة أولية لمدى تأثير تغيرات الوسط و التركيب الوراثي على بعض الخصائص المورفولوجية و التكنولوجية للنبته لسنة 2006/2005 و مدى انعكاسها على المر دودي الإنتاجية.

اعتمدنا في هذه الدراسة التجريبية على تحليل هذه المتغيرات المورفولوجية و التكنولوجية تحليل إحصائي .

مكننا هذه الدراسة من أنه للتركيب الوراثي للنبته و للمحيط و كذا العلاقة بينهما أثر جد كبير على تفسير الصفات الوراثية لكل صنف و مدى تأقلمه.

ساعدتنا هذه التجارب على انتقاء السلالات ذات التأقلم الواسع و التأقلم الخاص و كذا السلالات ذات الإنتاجية و المقاومة الكبيرة سواء للعوائق البيولوجية أو البيئية.

SUMMARY

The study was conducted in the three experimental stations of the Institute of Technical Crops (Oued Smar, Beni Slimane and Setif), or we used the durum wheat as a model plant.

This study aims to highlight the effect of the genotype-environment interaction on the expression of some morphological and technological to seven lines of durum wheat.

The experiment is considered the first national trial of 2005/2006. Adaptation to different environmental conditions.

The reactions of the behavior of each parameter studied under the influence of climatic variations of the environment and genotypic characteristics of each lineage allowed us to know the simple effects and interaction of the phenotypic expression of each variety.

To study this effect we maintain an approach to statistical modeling (ANOVA).

The results show that the effect of two factors clearly significant genotype, environment and their interaction on the expression of agro-technological varieties studied.

Our analysis shows a selection of the line G5 as the best performance in terms of real grains.

This test will help to simulate the phenotypic expression of genotypes in different environments in order to select the best varieties.

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail :

A la mémoire de mon défunt père ;

A ma chère mère pour leur amour et leurs sacrifices envers moi et qui est tant attendu ce jour avec patience ;

A ma sœur et mes frères ;

A ma chère femme ;

Aux fils de mes frères et de ma sœur et toute ma famille ;

A tous mes amis.

Mustapha

REMERCIEMENTS

Au terme de cette étude, je remercie avant, dieu tout puissant de m'avoir guidé durant toutes mes années de formation et m'avois permis la réalisation de ce travail.

Je remercie tout particulièrement Professeur BENMOUSSA Mabrouk qui a non seulement pour moi un professeur, mais aussi un président de jury de l'ingénierat, puis un directeur de mémoire de magister, toujours disponible et efficace. Je le remercie pour toute la confiance et la liberté qu'il m'a accordées au cours de ces quelques années de travail.

Je remercie chaleureusement messieurs les membres de jury, d'avoir accepté de consacrer de leurs temps pour juger ce travail.

Je remercie tous les membres des trois stations expérimentales de l'institut technique des grandes cultures (Sétif, Béni Slimane et Oued Smar), pour leurs aide, leurs sympathie et l'accueil qu'il mon réservé dès mon arrivé aux niveaux des trois sites.

Je remercie tous les membres de laboratoire de qualité technologique de l'institut technique des grandes techniques pour leurs collaborations fructueuse et leurs patiences.

Je tiens à remercie enfin tous ceux qui, tout au long de ce travail, mon apporté leur soutien.

Mustapha

TABLES DES MATIERES

RESUME.....	02
DEDICACE.....	05
REMERCIEMENTS.....	06
TABLES DES MATIERES.....	07
LISTES DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX.....	12
INTRODUCTION.....	16
1-DONNEES SUCCECTES SUR LA PLANTE.....	18
1-1- Caractéristiques botaniques.....	18
1-1-1- classification.....	18
1-1-2- Origine génétique.....	18
1-1-3- Caractéristiques physiologiques	22
1-1-3-1- Période végétative.....	22
1-1-3-1-1- phase de germination-levée	22
1-1-3-1-2- phase de levée tallage	23
1-1-3-2- La période reproductrice.....	24
1-1-3-2-1- montaison-gonflement.....	24
1-1-3-2-2- l'épiaison-fécondation.....	24
1-1-3-3-Période de grossissement et de maturation des grains.....	24
1-1-3-3-1- le grossissement du grain.....	24
1-1-3-1-2- maturation de la graine	25
1-2- natures des caractères génétiques et leurs effets	27
1-2-1- Caractère quantitatif	27
1-2-2- Caractère qualitatif	28
1-3- les effets génétiques.....	30
1-3-1- L'effet de dominance.....	30
1-3-2- Effet d'additivité.....	30
1-3-3- L'effet de l'épistasie.....	31
1-3-4- Héritabilité au sens large.....	31
1-3-5- L'héritabilité au sens étroit.....	32
2- L'EFFET DE L'INTERACTION GENOTYPE-ENVIRONNEMENT SUR LA SELECTION DU BLE DUR.....	34

2-1-Le génotype.....	35
2-2- Le milieu.....	35
2-2-1- Facteurs de milieu contrôlés et non contrôlés	35
2-2-1-1-Les facteurs de milieu contrôlés	36
2-2-1-2- Les facteurs de milieu non contrôlés.....	36
3- TYPES DE CROISEMENTS ET METHODES DE SELECTIONS.....	38
3-1- Types de croisements.....	38
3-1-1- Croisements intra spécifiques.....	38
3-1-2- Croisements interspécifiques.....	38
3-2- Méthodes de sélections.....	39
3-2-1- La sélection massale.....	39
3-2-2- Sélection généalogique "méthode pedigree"	39
3-2-3- La méthode des descendance monograinesssd (single seed descend).....	40
3-2-4- La méthode bulk.....	40
3-3- Génie génétique.....	40
4- ADAPTATION AUX DIFFERENTES CONTRAINTES.....	42
4-1- Adaptation à la sécheresse.....	42
4-1-1 Paramètres phénologiques.....	43
4-1-2- Paramètres morphologiques.....	43
4-1-2-1- Système racinaire.....	43
4-1-2-2- Hauteur du plant.....	44
4-1-2-3- Longueur du col d'épi.....	44
4-1-2-4- La surface foliaire.....	44
4-1-2-5- L'épi et la barbe.....	44
4-1-3- Paramètres physiologiques.....	45
4-2- Adaptation aux froids.....	45
4-3- Adaptation à la verse.....	46
4-4- Productivité.....	46
4-5- Adaptation au milieu biologique.....	47
4-6- Sélection au niveau qualitatif.....	47
05-MATERIEL ET METHODES.....	49
5-1. But de l'étude.....	49

5-2- étude du milieu expérimental.....	49
5-2-1- Présentation des trois stations.....	49
5-2-1-1- Station d'oued Smar	49
5-2-2-2- Station de Beni Slimen.....	49
5-2-2-3- Station de Sétif.....	50
5-2-2- Les caractéristiques climatiques des trois sites.....	50
5-2-2-1 Site d'oued Smar.....	50
5-2-2-1-1- la précipitation.....	50
5-2-2-1-2 Température mensuelle en C° de la campagne 2005-2006.....	51
5-2-2-2- Site de Sétif	52
5-2-2-2-1- la précipitation.....	52
5-2-2-2-2- Température mensuelle en C° de la campagne 2005-2006.....	54
5-2-2-3- Site de Beni Slimen	54
5-2-2-3-1- la précipitation	54
5-2-2-3-2- Température mensuelle en C° de la campagne 2005-2006	56
5-2-3- Caractéristiques du sol	57
5-2-3-1- Station d'Oued Smar.....	58
5-2-3-1-1- Les caractéristiques physiques.....	58
5-2-3-1-2- Caractéristiques chimiques	58
5-2-3-2- Station de Beni Slimen.....	59
5-2-3-2-1- Caractéristiques physiques.....	59
5-2-3-2-2- Caractéristiques chimiques.....	60
5-2-3-3- Station de Sétif.....	61
5-2-3-3-1- Caractéristiques physiques.....	61
5-2-3-3-2- Caractéristiques chimiques	61
5-3- Protocole expérimental.....	62
5-3-1- Dispositif expérimental	62
5-3-2- Matériel végétal	64
5-3-3- Conduite de l'essai.....	64

5-3-3-1- Précédent cultural.....	64
5-3-3-2- Travail du sol.....	65
5-3-3-3- Fertilisation	65
5-3-3-4- Semis	66
5-3-3-5- Etat phytosanitaire	66
5-3-3-5-1- Les adventices	66
5-3-3-5-2- Les ravageurs.....	66
5-3-3-5-3- Les maladies	66
5-3-3-5-4- Accident de végétation.....	68
5-3-3-6- La récolte.....	68
5-4- Méthodes d'études.....	68
5-4-1- Détermination des différents stades de développement	68
5-4-2- Paramètres d'étude	68
5-4-2-1- Avant maturité.....	69
5-4-2-1-1- Nombre de plants par mètre carré	69
5-4-2-1-2- Nombre de talles par plant.....	69
5-4-2-2- Maturité.....	69
5-4-2-2-1- Hauteur de plants à la floraison	69
5-4-2-2-2- Longueur du col de l'épi	69
5-4-2-2-3- Longueur de l'épi	69
5-4-2-2-4- Composantes du rendement.....	69
5-4-2-2-4-1- Nombre d'épis par mètre carré.....	70
5-4-2-2-4-2- Nombre d'épillets par épi.....	70
5-4-2-2-4-3- Nombre d'épillets stériles par épi.....	70
5-4-2-2-4-4- Nombre de grains par épi	70
5-4-2-2-4-5- Poids de mille grains.....	70
5-4-2-2-4-6- Rendement théorique.....	70

5-4-2-2-4-7- Rendement réel.....	70
5-5-Analyse de la qualité technologique des grains.....	71
5-5-1- Détermination du taux de mitadinage.....	71
5-5-2- Taux de gluten.....	71
5-6- méthodes d'analyse statistique des résultats.....	72
6 - RESULTATS ET DISCUSSION.....	73
6-1- Les stades de développement des variétés.....	73
6-2-Analyse des caractères morphologiques	76
6-2-1-peuplement plants par mètre carré.....	76
6-2-2-Hauteur des plants à la floraison.....	80
6-2-3-Longueur du col de l'épi.....	84
6-2-4-La longueur de l'épi en (cm).....	88
6-3-Les composantes du rendement.....	92
6-3-1-Peuplement épis par mètre carré.....	92
6-3-2-Nombre d'épillets par épi.....	96
6-3-3-Nombre d'épillets stériles par épi.....	100
6-3-4-Nombre de grains par épi.....	104
6-3-5-Le poids de mille grains (PMG) en grs.....	109
6-3-6-Rendement réel en grains (qx/ ha).....	113
6-4-Qualité technologique des grains.....	117
6-4-1-Le mitadinage.....	117
6-4-2-Teneur en gluten en (%).....	121
CONCLUSION.....	125
ANNEXES.....	127
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	131

LISTE DES ILLUSTRATIOS GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure01	phylogénie des blés.....	21
Figure02	Cycle de développement du blé, d'après Henry et De Buyser, (2000).....	26
Figure 03	Digramme ombrothermique site Oued Smar (2005-2006).....	53
Figure 04	Digramme ombrothermique site Sétif (2005-2006).....	56
Figure 05	Digramme ombrothermique site Beni Slimen (2005-2006).....	60
Figure06	Schéma du dispositif expérimental.....	67
Figure07	peuplement plants par mètre carré facteur génotypes.....	81
Figure08	Figure05 : peuplement plants par mètre carré facteur milieu.....	81
Figure09	Figure06 : peuplement plants par mètre carré facteur interaction.....	81
Figure10	hauteur des plants à la floraison facteur génotypes.....	85
Figure11	hauteur des plants à la floraison facteur milieu.....	85
Figure12	hauteur des plants à la floraison facteur interaction.....	85
Figure13	longueur du col de l'épi facteur génotypes.....	89
Figure14	longueur du col de l'épi facteur milieu.....	89
Figure15	longueur du col de l'épi facteur interaction.....	89
Figure16	longueur de l'épi en (cm) facteur génotypes.....	93
Figure17	longueur de l'épi en (cm) facteur milieu.....	93
Figure18	longueur de l'épi en (cm) facteur interaction.....	93
Figure19	nombre d'épis par mètre carré facteur génotypes.....	97
Figure20	nombre d'épis par mètre carré facteur milieu.....	97
Figure21	nombre d'épis par mètre carré facteur interaction.....	97
Figure22	nombre d'épillets par épi facteur génotypes.....	101

Figure23	nombre d'épillets par épi facteur milieux.....	101
Figure24	nombre d'épillets par épi facteur interaction.....	101
Figure25	nombre d'épillets stériles par épi facteur géotypes.....	105
Figure26	nombre d'épillets stériles par épi facteur milieux.....	105
Figure27	nombre d'épillets stériles par épi facteur interaction.....	105
Figure28	nombre de grains par épi facteur géotypes.....	109
Figure29	nombre de grains par épi facteur milieux.....	109
Figure30	nombre de grains par épi facteur interaction.....	109
Figure31	poids de mille grains en (grs) facteur géotypes.....	114
Figure32	poids de mille grains en (grs) facteur milieux.....	114
Figure33	poids de mille grains en (grs) facteur interaction.....	114
Figure34	rendement réel en grain (qx/ha) facteur géotypes.....	118
Figure35	rendement réel en grain (qx/ha) facteur milieux.....	118
Figure36	rendement réel en grain (qx/ha) facteur interaction.....	118
Figure37	taux de mitadinage en (%) facteur géotypes.....	122
Figure38	taux de mitadinage en (%) facteur milieux.....	122
Figure39	taux de mitadinage en (%) facteur interaction.....	122
Figure40	taux de gluten en (%) facteur géotypes.....	126
Figure41	taux de gluten en (%) facteur milieux.....	126
Figure42	taux de gluten en (%) facteur interaction.....	126
Tableau01	Evolution du blé d'après Feldman, M. et E. R. Sears (1981).....	20
Tableau02	précipitation mensuelle durant la campagne 2005-2006	51
Tableau03	température mensuelle minimales et maximales de la campagne 2005- 2006.....	52

Tableau04	précipitation mensuelle durant la campagne 2005-2006	54
Tableau05	température mensuelle minimales et maximales de la campagne 2005-2006.....	55
Tableau06	précipitation mensuelle durant la campagne 2005-2006.....	57
Tableau07	température mensuelle minimales et maximales de la campagne 2005-2006.....	58
Tableau08	méthodes d'analyses utilisées.....	61
Tableau09	analyse physique du sol.....	62
Tableau10	analyse chimique du sol de la station expérimentale.....	62
Tableau11	texture du sol.....	63
Tableau12	caractéristiques chimiques du sol.....	64
Tableau13	texture du sol.....	64
Tableau14	caractéristiques chimiques du sol.....	65
Tableau15	degré d'infestation de blé dur selon l'échelle de l'ITGC.....	71
Tableau16	les stades de développement des génotypes testés à Oued Smar.....	77
Tableau17	les stades de développement des génotypes testés à Sétif.....	77
Tableau18	les stades de développement des génotypes testés à Beni Sliman.....	78
Tableau19	peuplement plants par mètre carré.....	80
Tableau20	Hauteur des plants à la floraison	84
Tableau21	Longueur du col d'épi	88
Tableau22	longueurs de l'épi.....	92
Tableau23	peuplements épi par mètre carré.....	96
Tableau24	nombre d'épillets par épi.....	100

Tableau25	nombre d'épillets stériles par épi.....	104
Tableau26	nombre de grains par épi.....	108
Tableau27	poids de mille grains.....	113
Tableau28	rendements réels	117
Tableau29	taux de mitadinage	121
Tableau30	teneur en gluten en (%).....	125

INTRODUCTION

En Méditerranée, les céréales occupent depuis très longtemps une place importante mais des défis nouveaux apparaissent depuis plusieurs décennies. Le principal enjeu est représenté par l'adéquation à rechercher.

Or avec l'explosion démographique qui s'opère depuis un quart de siècle en Méditerranée, la demande en céréales gonfle invariablement sans que les productions locales ne permettent d'en satisfaire les besoins.

Outre les difficultés dues à une gestion aléatoire, au changement continu du statut des terres agricoles et au non maîtrise des techniques de production, l'agriculture algérienne ne cesse de subir les effets de plus en plus pervers et durables de la sécheresse. La céréaliculture dont la production annuelle oscille depuis l'indépendance entre 10 et 45 millions de quintaux, semble être le domaine le plus vulnérable car pratiquée sur de grandes superficies sans irrigation (01).

On admet généralement que la culture de blé dur a commencé et s'est développée en Algérie au lendemain de la conquête Arabe. La plupart des auteurs s'accordent pour considérer que la céréaliculture algérienne est depuis cette date et jusqu'à la colonisation, très largement dominée par le blé dur (02).

Dans l'espèce *Triticum durum*, les génotypes locaux traditionnels semblent constituer des idéotypes à nos conditions de culture (03) leur permettant depuis d'être utilisés comme géniteurs dans les travaux d'amélioration.

De nombreux chercheurs ont axé leurs travaux notamment sur la sélection des variétés adaptées aux régions à fortes contraintes environnementales, soit par une amélioration génétique qui reste sans doute le moyen le plus efficace, soit par une méthode approfondie des différents mécanismes d'adaptation.

Outre les difficultés dues à une gestion aléatoire, au changement continu du statut des terres agricoles et au non maîtrise des techniques de production, l'agriculture algérienne ne cesse de subir les effets de plus en plus pervers et durables de la sécheresse.

Un objectif majeur en amélioration des plantes est de développer des variétés dont les performances agronomiques seront optimales dans les différentes conditions environnementales de l'aire de culture. Pour cela, le développement d'une gamme de génotypes différenciés mais adaptés spécifiquement à l'une ou l'autre des contraintes environnementales, est une voie possible. Une telle stratégie nécessite l'exploration et l'interprétation du terme statistique d'interaction génotype x environnement (GxE).

L'objectif de ce mémoire est d'interpréter en termes d'adaptation les variations de performances génotypiques entre environnements et de préciser les variations du comportement phénotypique différentiel à ces contraintes.

Ainsi, dans un premier temps, nous allons faire le point sur les variétés sélectionnées et cultivées en Algérie sur différentes périodes, apprécier ensuite leur rendement et avoir un aperçu dans un deuxième temps sur leurs adaptation, en plein champ, de quelques génotypes de blé dur.

CHAPITRE 01

DONNEES SUCCINCTES SUR LA PLANTE

1-1-Caractéristiques botaniques

1-1-1-Classification

D'après une classification proposée en 1985 par DAHI GREEN et CLIFORD cités par (05) , les céréales à paille (entre autres le blé) sont des monocotylédones qui appartiennent au super ordre des comméniflorales et l'ordre des poales; ce dernier comporte sept familles dont celle des graminées qui regroupe environ dix milles espèces pour sept cent cinquante genres très cosmopolites et ayant des critères morphologiques particuliers (chaume épillets, présence de scutellum, la richesse des caryopses en protéines constitue un critère très important Pour l'alimentation humaine.

1-1-2- Origine génétique

La domestication et la culture des différentes espèces de blé (*Triticum* et *Aegilops*) a été un élément fondateur des premières civilisations humaines dans le croissant fertile. Ces différentes espèces de blé ont subi des transformations au fil du temps, les faisant passer de l'état de graminées sauvages aux espèces cultivées.

Le blé tendre, (*Triticum aestivum*), le blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) ainsi que les espèces sauvages qui leur sont apparentées, appartiennent à la tribu des Triticées. Les génomes de ces espèces sont constitués d'un nombre de chromosomes multiple de 7, et dérivent probablement d'un ancêtre commun. Ces génomes, dits 'homologués', présentent de grandes similitudes, mais aussi des différences qui pourraient être partiellement responsables de l'hérédité strictement diploïde des espèces allo-polyplœides. Les processus évolutifs qui ont conduit à la différenciation de ces génomes sont encore peu connus. Explorer la structure physique et moléculaire de ces génomes homologues permettra de comprendre

leur organisation ainsi que les processus évolutifs qui ont conduit à leur différenciation.

D'après (06) le blé se divise en trois grands groupes naturels:

EINCORN (engrain), EMMER (amidonnier) et INKEL (épeautre).

Le stock des entités qui portent le patrimoine héréditaire, les chromosomes, s'est multiplié chez les blés cultivés et s'est hybridé avec celui d'autres graminées. Les blés sauvages sont diploïdes et ont, comme la plupart des espèces, un stock chromosomique double (ici 2 fois 7 chromosomes), la moitié d'origine paternelle, l'autre moitié d'origine maternelle. Au cours de l'évolution ce stock chromosomique s'est multiplié par deux produisant des blés tétraploïdes comme l'amidonnier ou le blé dur et même par trois (blés hexaploïdes à 42 chromosomes) dans le cas du froment ou blé tendre.

Tableau 01: Evolution du blé d'après Feldman, M. et E. R. Sears (1981).

Nombre chromosomique	Espèces sauvages	Espèces cultivées
2n=14 (diploïde)	<p><i>T.monococcum boeiticum</i> (=<i>t.aegilopoides</i>, <i>T. boeiticum</i>)</p> <p>génom AA→</p> <p><i>T.monococcum urartu</i> (=<i>T. urartu</i>)</p> <p>Génome AA</p>	<p><i>T. monococcum monococum</i> (=<i>T. monococcum</i>)</p>
2n=28 (tétraploïde)	<p><i>T. turgidum dicoccoides</i> (=<i>T. dicoccoides</i>)</p> <p>Genome AABB</p> <p><i>T. timopheevi araraticum</i> (=<i>T. timopheevi</i> = <i>T. araraticum</i>)</p> <p>Génome AAGG</p>	<p><i>T. turgidum</i> (=<i>T. dicoccum</i>) (AABB)</p> <p><i>T. timopheevi timopheevi</i> (AAGG)</p>

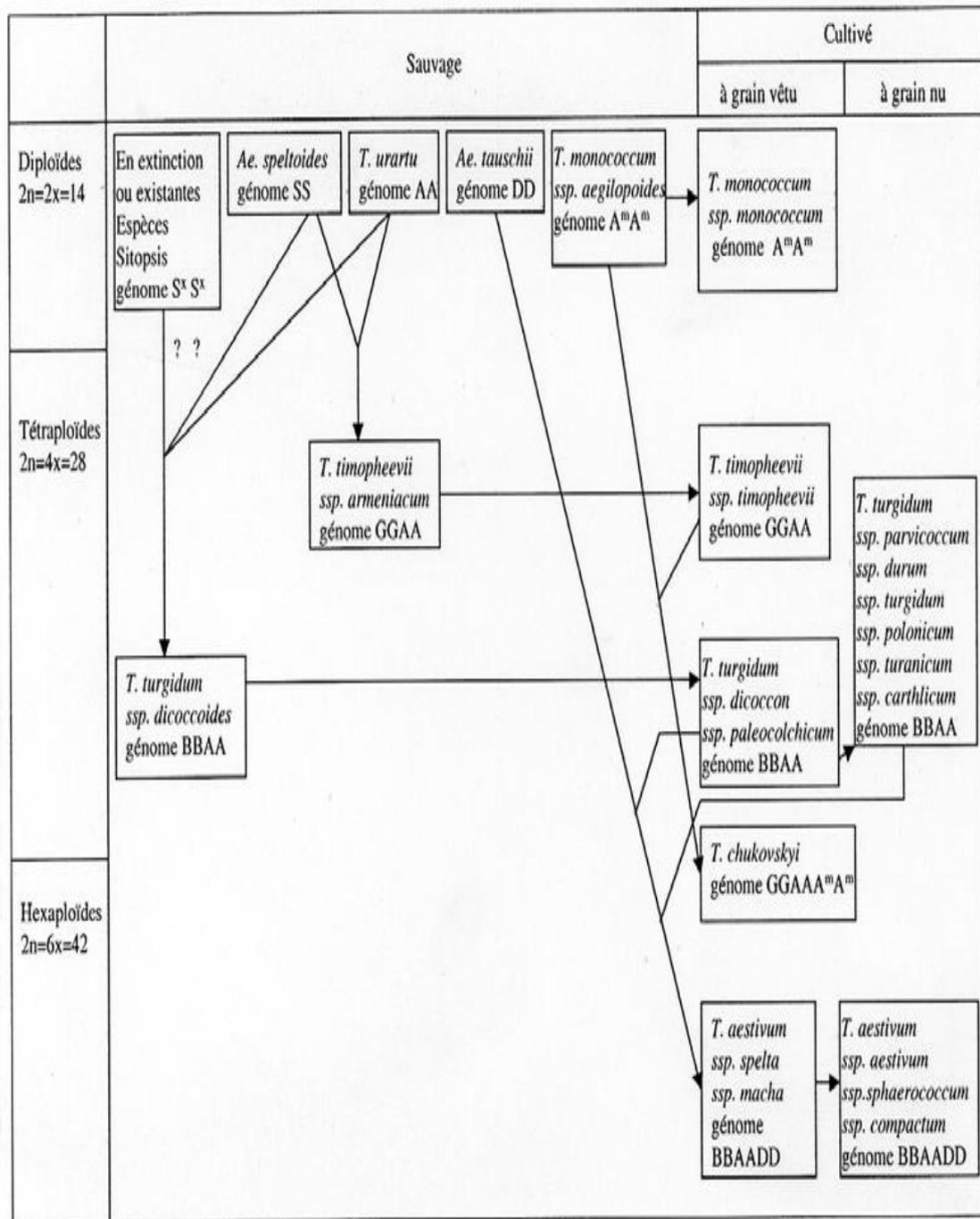


Figure 1. Phylogénie des blés (d'après Feldman, 2001)

1-1-3- Caractéristiques physiologiques

A fin de caractériser le cycle biologique de blé, différentes échelles de notation ont été développés tableau (n°01), portant soit sur des changements d'aspect externes soit sur les modifications d'aspect externes des organes producteurs :

- l'échelle de JONARD et al (1952), utilisé pour reconnaître les stades par un changement d'aspects externes (levée montaison) ;

- l'échelle de ZADOKS et al, (1974), utilisée pour reconnaître les stades par modification d'aspect interne (différenciation de l'épi : stade épi 1cm). (08).

Le cycle biologique de blé est succession de période subdivisée en phases et en stades.

1-1-3-1- Période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin de tallage.

1-1-3-1-1- phase de germination-levée

La germination de la graine se caractérise par l'émergence de coléorhize donnant naissance a des racines séminales et du coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement des la sortie des feuilles a la surface du sol.

Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (08)

Durant la phase semis levé, l'alimentation de la plante dépend uniquement de ses réserves de la graine et de son système racinaire prémaire.

Les principaux facteurs édaphiques qui interviennent dans la réalisation de cette phase sont, la chaleur, l'aération et humidité.

Les caractéristiques propres à la graine comme la faculté germinative, et les quantités 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 et la composition des réserves (teneur en protéines) agit favorablement sur la vitesse de la germination levée.

1-1-3-1-2 phase de levée tallage

La production de talle commence à l'issue du développement de la troisième feuille, à 450 jours environ après la date de semis (09). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier égal à celui de l'émission des feuilles. A 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'entre des talles tertiaires.

Le nombre de talles produites est fonction de la variété, le climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (10).

La nutrition minérale notamment azoté est faible jusqu' à stades 2-3 feuille car satisfaire par les ressources de la graine et l'azote minérale présent dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talle.

Par ailleurs, en semis claire, le tallage est plus important mais une faible densité de surs favorisé aussi le salissement de la culture par le adventices disposent d'une vitesse de germination plus importante, ce qui conduit ou contraire de l'effet recherché ; alors qu'un tallage excessif est peut important, suite à l'augmentation des besoins en eau qui en résultent et la plus part des talles restent stériles (11).

1-1-3-2- La période reproductrice

1-1-3-2-1- montaison-gonflement

La montaison débute à la fin du tallage .elle 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 l'azote sont accrus.

La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et les manifestations du gonflement qui provoquent les épis dans la gaine.

1-1-3-2-2- l'épiaison-fécondation

Elle est marquée par la méiose pollinique 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 moites sorties de la gaine de la dernière feuille. 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 influence le nombre final de grains par épi.

1-1-3-3-Période de grossissement et de maturation des grains

1-1-3-3-1- le grossissement du grain

Cette phase marque des modifications 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 qui 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. A l'issue de cette phase, 40 à 50% des réserves se sont accumulés dans le grain qui, bien qu'il atteint.

Sa taille définitive, se trouve encore vert et mou, c'est le stade grains laitoux. L'autre partie des réserves se trouve encore dans les tiges et les feuilles qui commencent à jaunir.

Les réserves du grain proviennent en faibles parties de la photosynthèse nette qui persiste dans les dernières feuilles verte. 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.

1-1-3-3-2- maturation de la graine

La phase de maturation succède au stade pâteux (45% d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de la quelle le grain va perdre progressivement humidité en passant par divers stades. Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilité de la teneur en eau du grain pendant 10 à 15 jours (figure 04). 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 à 16% d'humidité).

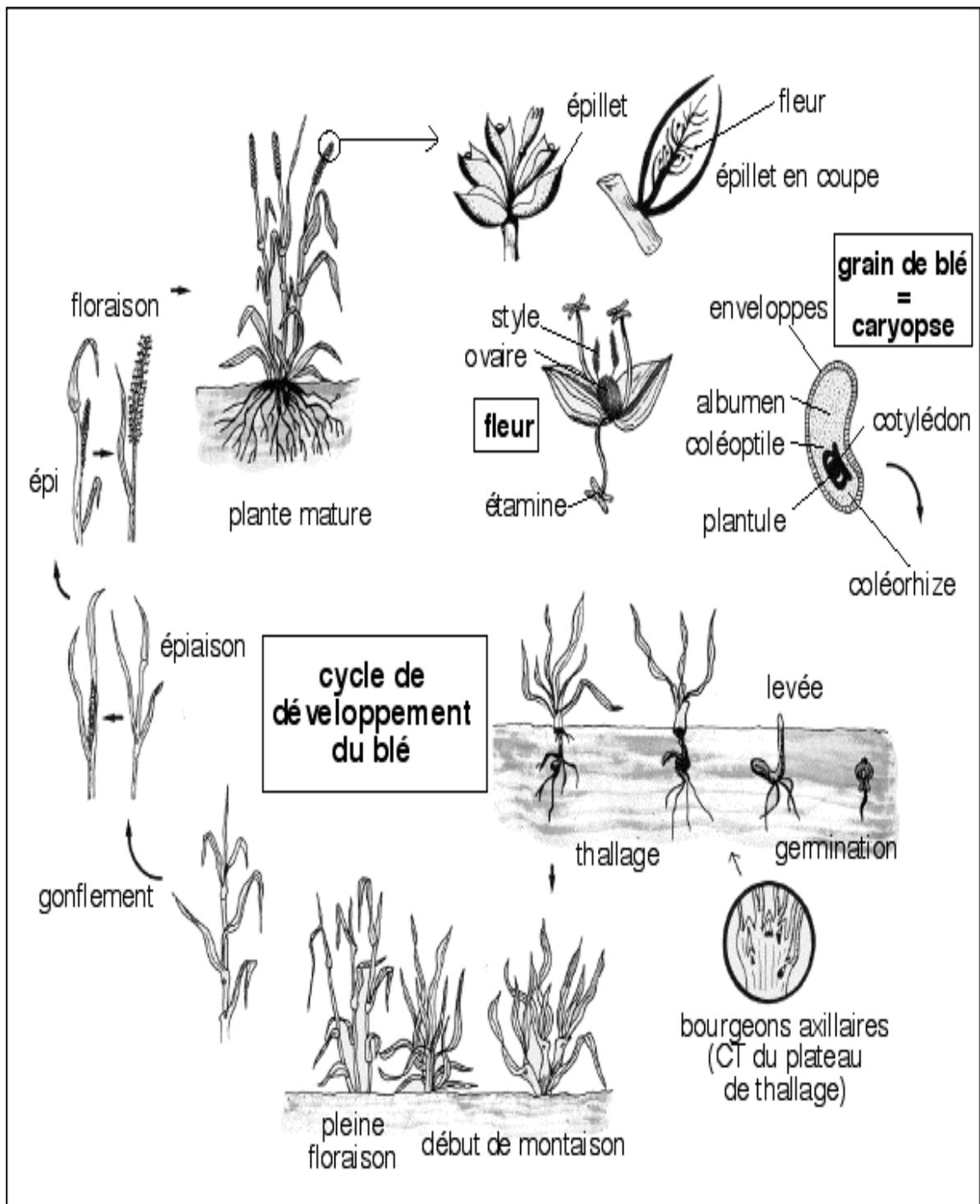


Figure 02: Cycle de développement du blé, d'après Henry et De Buyser , (2000)

1-2-Nature des caractères génétiques

1-2-1- Caractère quantitatif

La construction de cartes génétiques permet de localiser des locus impliqués dans la variation de caractères quantitatifs (QTL = Quantitative Trait Locus) liés à des locus plus facilement identifiables, les marqueurs (moléculaires, biochimiques et physiques).

Les caractères quantitatifs présentant une variation continue, la mise en évidence des facteurs génétiques à l'origine de cette variation est en général plus compliquée que pour les caractères pour lesquels les individus observés se rangent dans un petit nombre de catégories.

Deux principaux outils ont une application possible pour l'analyse des caractères quantitatifs : le polymorphisme de longueur des fragments de restriction (Restriction Fragment Length Polymorphism, RFLP) et les microsatellites. L'emploi de ces outils s'est trouvé grandement facilité par le développement de la technique de PCR (Polymerase Chain Réaction) qui permet de dupliquer en très grande quantité la(les) zone(s) de l'ADN que l'on souhaite étudier. L'usage des polymorphismes sur une seule base (Single Nucléotide Polymorphism, SNP) tend aujourd'hui à se développer.

Les variations observées des caractères quantitatifs sont imputables aux ségrégations à plusieurs locus et) à des facteurs de milieu.

Les locus responsables des variations des caractères quantitatifs ont des effets qui se cumulent.

Les locus responsables des variations des caractères quantitatifs ont des effets qui se cumulent.

Une difficulté dans l'analyse des caractères quantitatifs réside dans le fait que l'on est incapable de déterminer le nombre de locus responsables des variations phénotypiques. Même lorsque l'on est capable de détecter un gène majeur, ou de mettre en évidence grâce à des marqueurs quelques QTL, on ignore le nombre et les effets des autres gènes en ségrégation. Aussi est-on

amené à raisonner globalement à partir des variations de valeur phénotypique, qui sont les seules faciles d'accès pour l'observateur.

On présente quelques exemples, concernant la localisation des QTL impliqués dans la variation de la résistance aux maladies:

Cinq types de résistance à la fusariose ont été décrits chez le blé. La résistance de type II qui correspond à la résistance à la propagation de la maladie dans l'épi est la mieux étudiée. Plusieurs QTL majeurs de résistance à cette maladie ont été identifiés et cartographiés (12). La majorité des études ont détecté au moins un QTL porté par le chromosome 3BS, ce qui pourrait suggérer que ce chromosome porte un gène à effet majeur pour la résistance à la fusariose.

1-2-2- Caractère qualitatif

Un caractère qualitatif a une nature de variabilité discontinue c'est à dire on peut le distinguer facilement dans une population donnée. Ce type de caractère est généralement contrôlé par un nombre de gènes réduit, c'est pour cette raison l'effet de l'environnement sur son expression phénotypique est faible.

Les variations des caractères qui sont soumis à l'analyse génétique peuvent être soit discrètes soit continues. Dans le premier cas, le nombre de modalités différentes est fini, et même souvent faible. La nature elle-même discontinue des facteurs mendéliens s'accorde bien avec la nature discrète de l'expression de tels caractères et, le plus souvent, il existe une relation simple entre le phénotype (ce que l'on observe) et le génotype (ce qui nous intéresse).

Cependant, les variations observables chez des organismes vivants, qu'il s'agisse de l'homme, d'espèces domestiques ou d'espèces sauvages, sont très souvent continues. Le poids de mille grains, la teneur en éléments nutritifs d'une graine, la précocité de floraison, la vite, etc. sont des caractéristiques pour lesquelles les individus d'une population se répartissent de façon continue dans une certaine gamme de valeurs. L'interprétation génétique de la variation de ces caractères apparaît de prime abord plus compliquée que dans le cas précédent : on est souvent incapable de déceler des gènes en ségrégation responsables de la

variation observée, et on ne peut pas associer sans ambiguïté un phénotype donné à un génotype particulier.

Ceci ne signifie pas que l'hérédité des caractères à variation continue repose sur des fondements différents de ceux concernant les gènes bien individualisés. C'est l'objet de la génétique quantitative de rendre compte de l'hérédité de ce type de caractère (au sens littéral, un caractère quantitatif est un caractère dont l'observation passe par une mesure).

Dans une population constituée d'individus de génotypes différents, la valeur génétique (G) est considérée comme une variable aléatoire, dont la distribution dépend des fréquences des génotypes.

La valeur environnementale (E) est alors un résidu aléatoire, d'espérance nulle par construction, quel que soit le génotype. En expérimentation, on s'assure de l'indépendance entre G et E par la "randomisation", qui consiste à répartir les individus mesurés au hasard : semis au hasard des graines sur une parcelle, etc. En général, on fait l'hypothèse que la distribution de E , et notamment sa variance, est la même pour tous les génotypes. Dans ce cas, G et E ont des distributions indépendantes et la variance phénotypique est la somme de la variance génétique et de la variance environnementale (3) :

$$\text{Var}(P) = \text{Var}(G) + \text{Var}(E)$$

$\text{Var}(P)$: variance phénotypique

$\text{Var}(G)$: variance génotypique

$\text{Var}(E)$: variance environnementale

$$\text{Var}(G) = \text{Var}(A) + \text{Var}(D) + \text{Var}(I)$$

$\text{Var}(A)$: variance additive

$\text{Var}(D)$: variance de dominance

$\text{Var}(I)$: variance d'interaction entre loci (épistasie)

1-3-Les effets génétiques

1-3-1- L'effet de dominance

La dominance se produit quand deux allèles différents, l'un impose son action sur l'autre. Les allèles sont situés sur les mêmes locus (Locus Lieu précis sur le chromosome) des chromosomes homologues.

Les deux allèles déterminent (ou contribuent à déterminer) l'apparence de l'individu pour ce caractère

Les généticiens déterminent Trois types de relation alléliques:

- Dominance complète d'un allèle versus la récessivité de l'autre allèle;
- Dominance incomplète d'un allèle par rapport à l'autre;
- Codominance des deux allèles.

Les possibilités phénotypiques existantes:

- L'allèle récessif est un allèle mutant qui ne code pas de protéine ou qui code une protéine inactive ;
- L'allèle normal code la version fonctionnelle de la protéine en quantité suffisante pour assurer le phénotype normal ;
- La présence des deux allèles produit un phénotype normal.

1-3-2- Effet d'additivité

La valeur génétique additive d'un individu est la somme des effets moyens des gènes qu'il possède. L'effet moyen d'un allèle particulier est l'espérance de la valeur génétique conditionnée par la présence de cet allèle dans le génotype. Cette valeur minimise l'espérance du carré du résidu de dominance.

L'additivité est la part génétique constante résultant de l'action indépendante des gènes sur l'expression d'un caractère (13).

1-3-3- L'effet de l'épistasie

D'après L'héritier, on dit épistasie lorsqu'un gène à un locus masque l'expression d'un autre gène à un locus.

L'épistasie est le masquage de l'effet phénotypique d'un gène par un autre gène situé à un locus différent (14).

S'il faut 2 gènes épistatiques pour masquer l'autre gène c'est une épistasie récessive

S'il faut 1 gène épistatique pour masquer l'autre gène c'est une épistasie dominante

On distingue deux types d'épistasies:

- Effets d'épistasie qui se composent entre des locis éloignés (en position trans), son changement d'une génération à l'autre, est en fonction des rencontres gamétiques ;
- Linkage assez étroit se trouve en cas de des locis en position cis cet effet épistatique est très recherché en amélioration de la sélection des espèces à cause de leur stabilité d'une génération à l'autre.

1-3-4- Héritabilité au sens large

Selon la définition proposée des généticiens, on appelle héritabilité au sens large (HSL)

$$h^2 = V_g/V_p = V_g / (V_g + V_e)$$

Le rapport entre la variance génétique et la variance phénotypique :

L'héritabilité au sens large est donc une proportion : c'est la part de variance phénotypique qui est d'origine génétique. Elle peut s'exprimer en pourcentage, ce qui est parfois plus parlant. Si l'on pouvait entretenir tous les individus d'une population strictement dans les mêmes conditions de micro-milieu (ce qui est une utopie !), la variance phénotypique d'un caractère quelconque n'aurait qu'une seule composante, strictement génétique : h^2 serait alors égale à 1 (ou 100%).

A l'opposé, un caractère qui ne dépendrait absolument pas du génotype des individus aurait une héritabilité au sens large nulle.

1-3-5- L'héritabilité au sens étroit

On constate toutefois la tendance suivante : plus un caractère est complexe, plus il fait intervenir d'étapes dans le développement de la plante et moins, toutes choses étant égales par ailleurs, il est héritable, au sens étroit comme au sens large.

L'héritabilité au sens étroit est un paramètre génétique que l'on doit estimer, par une analyse statistique de données phénotypiques. Partant de la définition de l'héritabilité au sens étroit, nous allons nous intéresser ici aux facteurs de variation de ce paramètre, sans nous préoccuper de son estimation. En remplaçant V_p par son expression, on obtient : le rapport entre la variance d'additivité et la variance phénotypique

$$H_r = V_a / V_p = V_a / (V_g + V_e)$$

La sélection végétale en Algérie est un atout majeur pour l'avenir de notre céréaliculture.

Le niveau des rendements et leur régularité restent des axes permanents de la recherche. La capacité des plantes à être autonomes est également fondamentale pour la compétitivité des céréaliers. Enfin, la qualité technologique des céréales est au cours des programmes de sélection pour répondre aux différents besoins des transformateurs (meuniers, semouliers).

Les premiers cultivateurs ont sélectionné intuitivement les graines des plantes qui répondaient le mieux à leurs besoins et les ont ressemées l'année suivante. Cette méthode dite "sélection massale" a permis la domestication puis l'amélioration des espèces végétales consommées par l'homme. Un progrès génétique est apparu dès le début de la sélection et, bien avant de connaître les lois de transmission des caractères héréditaires.

Avec les avancées de la génétique et les découvertes en physiologie végétale durant la deuxième moitié du XX^{ème} siècle, les sélectionneurs ont

aujourd'hui accès à des outils et des méthodes plus performantes qui ont permis de réaliser de véritables bonds en termes de progrès génétique.

La sélection basée sur le phénotype reste la principale source du progrès génétique. Ainsi, la vigueur, le rendement, la résistance aux stress biotiques et abiotiques, la teneur en tel ou tel métabolite primaire ou secondaire, sont des critères de sélection intensivement utilisés. L'amélioration génétique est possible dès lors qu'il existe une variabilité génétique, puis qu'une sélection et une recombinaison de génotypes supérieurs est faite pour passer à la génération suivante. L'efficacité de la sélection basée sur le phénotype dépend de la variabilité phénotypique, de l'héritabilité du caractère que l'on souhaite améliorer, de l'intensité de sélection appliquée ainsi que du temps nécessaire pour accomplir un cycle de sélection (15).

CHAPITRE 02

L'EFFET DE L'INTERACTION GENOTYPE-MILIEU SUR LA SELECTION DE BLE DUR

La majorité des caractères économiquement importants en sélection végétale présente une distribution continue qui exprime que le phénotype est sous la dépendance d'un grand nombre de gènes et de facteurs environnementaux. La valeur phénotypique mesurable P peut ainsi se décomposer en une valeur génotypique induite par les facteurs génétiques (G) et une valeur environnementale induite par les facteurs du milieu (E). Ceci peut se résumer par l'équation : $P=G+E$. La modélisation mathématique de la transmission génétique des caractères présentant des variations continues s'est développée à travers la théorie de la génétique quantitative (née des travaux de Fisher, 1918).

Chez les plantes l'adaptation au milieu est un objectif de sélection très recherché. La notion d'adaptation se confond par fois avec celles de résistance et de tolérance au 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 (16).

Dès 1974, Reitz regroupe les variétés d'espèces cultivées en trois catégories:

- les variétés maintenant des rendements élevés dans une large gamme d'environnements;
- les variétés assurant une production de grains relativement élevée dans les environnements à fortes contraintes (ces variétés sont souvent qualifiées de rustiques) ;
- les variétés ne donnant de bons rendements qu'en conditions très favorables (on rejoint ici la notion de variété à haute productivité, évoquée plus haut).

On distingue deux types d'adaptation, la première se présente comme adaptation spécifique c'est-à-dire adaptation à des milieux spécifiques tel que tolérance à une maladie ou à une température basse. Alors que l'adaptation générale ou l'adaptabilité est attribuée par une adaptation simultanée à un ensemble de contraintes du milieu. (17).

2-1- Génotype

Est l'ensemble des gènes qu'il possède à ce locus (deux gènes homologues pour un individu diploïde). Le génotype en plusieurs locus¹ est l'ensemble des génotypes à chacun des locus.

Si l'on considère l'ensemble du génome et l'ensemble des caractéristiques phénotypiques des organismes, aucun individu ne peut être strictement identique à un autre, hormis le cas d'organismes obtenus par multiplication végétative (encore ces exceptions ne concernent-elle que le génotype). En pratique, nous emploierons les termes "génotype" et "phénotype" dans un sens restreint, c'est-à-dire pour les seuls caractères qui nous intéressent et les gènes qui les influencent.

2-2- Le milieu

Le milieu désigne l'environnement dans lequel vit (ou a vécu) l'individu observé.

On range dans cette catégorie des facteurs tels que l'année (influence du climat), la parcelle (influence des conditions topographiques et de sol), les doses d'engrais appliquées aux différents stades du développement de la plante, les traitements phytosanitaires effectués, les conditions de récolte, etc.

2-1-1- Facteurs de milieu contrôlés et non contrôlés

Il faut introduire une autre classification des facteurs de milieu, qui est déterminante dès lors que l'on est au stade de l'expérimentation ou de l'analyse des données recueillies sur le terrain.

2-1-1-1- Les facteurs de milieu contrôlés

Sont des facteurs de milieu que l'on identifie comme tels, dont on sait ou dont on pense qu'ils ont un effet important sur les caractères étudiés : on parle également de macro-milieu.

2-1-1-2- Les facteurs de milieu non contrôlés

Sont des facteurs, soit que l'on ne maîtrise pas car ils échappent à l'observateur, soit que l'on n'enregistre pas car le recueil de l'information correspondante est trop compliqué ou trop coûteux. On pense que ces facteurs non contrôlés induisent chacun des faibles variations, car résultant de microphénomènes locaux, s'appliquant à de manière différente à chaque individu : on parle aussi de micro-milieu.

Le processus de création d'une nouvelle variété commence par la production d'hybrides F1 par croisement de deux parents ou plus. Les sélectionneurs doivent veiller à ce que tous les parents servant au croisement possèdent collectivement la majorité des caractères recherchés pour la nouvelle variété. Dans le cas des populations autogames, la génération F2 dérivée de l'autofécondation de sujets F1 affiche une grande variabilité génétique. La sélection des plants possédant les caractères recherchés peut commencer à la F2 et se poursuivre pendant au moins deux générations, jusqu'à ce que les plants donnent une descendance génétiquement uniforme. Certains phytosélectionneurs choisiront de ne pas sélectionner en F2, mais plutôt en F3 ou en F4. Habituellement, on procède à la sélection à ces stades précoces pour les caractères dont l'expression dépendra peu des conditions du milieu. La sélection pour des caractères complexes, comme le rendement grainier et la qualité du grain, commence habituellement en F6, quand une lignée généalogique est suffisamment uniforme.

Pour l'haplodiploïdisation, on soumet, soit l'ovaire, soit le grain de pollen en développement des plants de la F1, à la culture de tissus, afin d'obtenir un grand nombre de plantules haploïdes. Après avoir procédé au doublement des chromosomes au moyen d'inhibiteurs mitotiques comme la colchicine, les lignées généalogiques obtenues sont entièrement homozygotes. Après un ou deux cycles de multiplication des semences et une sélection visuelle, les lignées dihaploïdes

sont avancées au cours d'essais répétés au champ en vue de l'évaluation du rendement et des caractères qualitatifs du grain. Mais peu importe la méthode de sélection choisie, les données sur le rendement recueillies sur de petites parcelles servent à sélectionner les lignées qui seront avancées. De nombreux sélectionneurs poursuivront leurs travaux en pépinières d'hiver ou en serre pour produire deux générations par année et réduire ainsi le délai préalable à la commercialisation d'une variété de blé dur. Pour plus d'efficacité, les sélectionneurs de blé dur ont de plus en plus recours à la sélection à l'aide de marqueurs moléculaires pour les caractères « difficiles à mesurer ». D'après les données sur le rendement de la F6 recueillies sur de petites parcelles, les chercheurs choisissent les lignées de blé pour les essais préalables à l'enregistrement. Ces essais, d'une durée habituelle de deux ans, ont lieu à quatre à six endroits par année. Les lignées qui donnent des rendements égaux ou supérieurs aux variétés témoins actuelles sont ensuite avancées au cours d'essais d'enregistrement menés à 10 à 20 endroits pendant trois ans. Selon les résultats des essais d'enregistrement.

Tous ces travaux ont pour objectifs le développement de variétés nouvelles dont le comportement agronomique soit prévisible et stable et qui puissent être identifiées sans ambiguïté.

D'après (18), l'amélioration génétique consiste à accumuler dans un même génotype ou groupe de génotypes, le maximum de gènes favorables qu'il conviendra de fixer chez une variété.

L'amélioration a pour objectif d'obtenir des variétés de meilleure productivité (rendement et régularité), résistante à la verse, à la sécheresse et aux maladies, de cycle précoce ou tardif, adaptées aux différentes zones agro climatiques, et de bonne valeur technologique ou alimentaire. Tous ces objectifs font que le travail d'amélioration comporte deux grands volets, les croisements d'une part et la sélection d'autre part.

CHAPITRE 03

TYPES DE CROISEMENTS ET METHODES DE SELECTION

3-1-Types de croisements

Les notions d'hybridation et de croisement désignent l'union d'individus provenant de groupes génétiquement différents. A l'usage, cependant, ces deux termes ont acquis des sens différents selon que l'on s'intéresse aux plantes.

Au sens de la systématique, l'hybridation s'applique à l'union d'individus provenant de deux espèces différentes, le produit de cette union étant appelé un hybride. En génétique végétale, le terme "hybride" désigne toujours le résultat du croisement entre deux populations parentales différentes appartenant à la même espèce. Lorsque l'union entre géniteurs appartenant à deux espèces.

3-1-1- Croisements intra-spécifiques

Dans ce type de croisement, 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. (18).

D'après (18), les hybrides F1 de blé présentent en générale un tallage épi et une fertilité des épis plus importante que ceux des parents; ils ont aussi une souplesse d'adaptation plus grande que les variétés lignées pures; pour le rendement, certains hybrides peuvent dépasser légèrement le rendement du meilleur parent.

3-1-2- Croisements inter-spécifiques

Ce croisement est utilisé pour la création de nouvelles espèces, présentant un intérêt important pour l'agriculture puisqu'il constitue l'une des principales voies de formation des espèces génétiquement plus ou moins éloignées apparaissent fréquemment dans la nature.

Cette méthode est utilisée lorsque les caractères recherchés n'existent pas au sein d'une espèce que l'on croise avec d'autres voisines.

Cette voie d'hybridation se heurte toute fois à plusieurs obstacles:

- l'existence des barrières génétiques entre les espèces (les stocks chromosomiques ont un nombre de bases différent et la méiose de l'hybride se caractérise par une asyndèse) d'où la stérilité des hybrides ;
- l'existence de barrières physiologiques, telle que la floraison, la compétition.

3-2- Méthodes de sélection

Deux types de sélections peuvent être appliqués, la première à pour objectif d'obtention de nouveaux individus hétérozygotes qui présentent les caractères recherchés par le sélectionneur. C'est la sélection créatrice. Alors que la seconde ou la sélection conservatrice est utilisée pour conserver les caractères génétiques d'un génotype. Pour appliquer ces deux types de sélection, plusieurs méthodes peuvent être utilisées:

3-2-1- La sélection massale

D'après (19) la sélection massale est basée sur le choix des épis les plus beaux (choix phénotypique) correspondant le mieux au type recherché puis sur leur multiplication pour obtenir des semences.

Les agriculteurs qui utilisent leurs propres semences pratiquent une forme ou une autre de sélection massale par le choix des meilleurs plants, des meilleurs épis ou des meilleures graines. (20).

3-2-2- Sélection généalogique "méthode pedigree"

C'est dans ce type de population que Hallet en 1861, décrit une méthode qui consiste à choisir des épis, à en semer les grains sur des lignes individualisées et à poursuivre de la même manière sur la descendance des lignes choisies, ce qui permettant d'identifier aisément la valeur relative des divers géniteurs et donc d'apporter des progrès génétiques intéressants quand cette méthode est répétée sur un certain nombre de générations. Il appelle cette technique the pedigree sélection, la sélection généalogique.

Cette méthode conduit à la création de plus de 90% des variétés de céréales à paille au catalogue du pays céréalier, (05).

3-2-3- La méthode des descendance monograines ssd (single seed descend)

Il s'agit d'une variante de la méthode généalogique (après hybridation) qui amortit les aléas de choix entre F2 : on récolte en effet systématiquement un seul grain par plante de F2, on prolonge la méthode en F3, F4 et au-delà; on poursuit la sélection par la méthode pedigree (21).

3-2-4- La méthode bulk

On laisse la population de départ F2 s'autoféconder pendant plusieurs générations; en F6, la sélection généalogique est déclanchée jusqu'à la F8 ou F9.

L'inconvénient de cette méthode est la part importante du hasard qui risque de conserver beaucoup de matériels inintéressant.

D'après (20), cette méthode favorise généralement les plantes hautes et tardives ce qui peut être en contradiction avec les aspirations du sélectionneur; cependant la présence des maladies et insectes favorise la mise en évidence des plantes résistantes.

3-3- Génie génétique

Il permet des manipulations au niveau des gènes en dirigeant leur transmission de l'individu donneur vers l'individu receveur et en essayant d'intégrer par des techniques directes ou indirectes (micro-organisme: bactérie ou virus).

Le développement des techniques de biologie moléculaire permet aujourd'hui d'asseoir ces études sur des données précises et de qualité avec des niveaux de précision rarement atteints. Des domaines nouveaux sont explorés : séquençage d'EST (Expressed Sequences Tags), identification

SNP (Single Nucleotide Polymorphism) pour des gènes d'intérêt, construction de banques BAC (Bacterial Artificial Chromosom), protocoles de génotypage à haut-débit.

Les processus de domestication et de sélection menés par l'homme aboutissent généralement à une diminution progressive de la diversité génétique. L'importance de cette évolution varie d'une espèce à l'autre. Ainsi, on observe une forte diminution de la diversité génétique du pool cultivé par rapport au pool ancestral chez le blé dur, ou une relative conservation de la diversité observable dans le pool sauvage.

La recherche s'intéresse aussi à l'évolution récente de la diversité des espèces cultivées en liaison ou non avec un pool génique "sauvage". Ces travaux prennent en compte l'influence de différents facteurs biotiques ou abiotiques, dont notamment l'innovation variétale, sur les mécanismes évolutifs, la recombinaison entre génomes homologues et la régulation de l'expression des gènes. Souvent l'introduction de nouvelles variétés se traduit par une diminution non négligeable de la diversité en culture par l'abandon de variétés anciennes et des pratiques culturelles associées.

Les flux de gènes entre variétés ou espèces sauvages participent aussi à l'évolution de la diversité cultivée, souvent dans un sens bénéfique dans les systèmes agricoles traditionnels, en maintenant une résistance vis-à-vis de certains bios agresseurs (virus, champignons). Ces flux de gènes sont aussi actifs dans les systèmes agricoles modernes où l'établissement de gènes (ou de transgénèse) sélectionnés dans le compartiment sauvage peut s'avérer néfaste en modifiant les capacités adaptatives des espèces sauvages ou adventices.

Parmi les caractéristiques étudiées chez le blé dur, celles liées à l'amélioration de la qualité, la typicité des terroirs et la «traçabilité» des produits sont un champ d'investigation important.

Ceci est vrai pour des produits de base comme le blé (protéines, sucres) mais augmente considérablement avec les produits à forte valeur ajoutée où les déterminants génétiques de la qualité sont cruciaux.

CHAPITRE 04

ADAPTATION AUX DIFFERENTES CONTRAINTES

4-1- Adaptation à la sécheresse

L'eau est le constituant essentiel des végétaux, elle représente 70 à 80% de leur poids frais. Son rôle est multiple; sert de véhicule des substances élaborées, assure à la fois, un rôle mécanique : maintient l'hydratation et la turgescence des cellules, et un rôle physiologique: intervient de façon directe dans les réactions métaboliques (respiration, photosynthèse). Une teneur suffisante est un facteur essentiel de la survie, de la croissance et du développement du végétal.

Chez le blé dur, la sécheresse est une des causes principales des pertes de rendement, qui varient de 10 à 80% selon les années, en région méditerranéenne (22).

Une meilleure compréhension des mécanismes physiologiques impliqués dans la résistance au stress hydrique est de ce fait indispensable en vue de la sélection de géotypes résistants chez cette espèce.

L'ajustement osmotique (AO) apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation des plantes à ce stress (23).

La déshydratation réduit et arrête toute activité vitale à l'échelle des cellules: plasmolyse, ralentissement des échanges et de l'activité métabolique à l'échelle de l'organisme' elle induit le flétrissement et l'arrêt des grandes fonctions physiologiques: absorption' photosynthèse, respiration et croissance.

L'eau intervient dans la croissance de la plante en trois ordres de fait : multiplication cellulaire, grandissement cellulaire et différenciation des cellules.

La sécheresse d'après (24) est une combinaison de complexe des contraintes hydriques et thermiques en interaction, qui peut prendre des formes différentes d'une année à l'autre, ou d'un lieu à l'autre. Lorsque l'eau devient un facteur limitant; à ce moment, on peut dire qu'il y a sécheresse.

Alors que l'adaptation est la capacité d'un génotype à produire une quantité de grains élevée dans un milieu caractérisé par des contraintes données (déficit hydrique).

Toutefois, l'association fréquente de la résistance au manque d'eau des céréales à un comportement isolé de la variété est, en partie, à l'origine de plusieurs avis contradictoires. Ainsi, d'après Blum les génotypes de blé résistants à la sécheresse ne ferment pas leurs stomates en présence d'un déficit en eau.

Par ailleurs, d'après Wright et Doberanz et Levitt, l'aptitude des végétaux à produire en présence d'un manque d'eau n'est pas nécessairement liée à une efficacité élevée de l'utilisation de l'eau. En outre, la résistance à une contrainte hydrique n'est associée, dans le cas du blé, ni à l'aptitude de la variété à accumuler et à mobiliser les glucides de réserve, ni à des capacités élevées d'ajustement osmotique (25).

4-1-1 Paramètres phénologiques

La précocité de floraison est à la fois un caractère adaptatif (évitement des stress thermiques/hydriques) et un caractère modèle pour l'étude des conséquences de la gestion dynamique des populations.

Ce caractère est contrôlé par un certain nombre de gènes majeurs (ppdA1, ppdB1 et ppdD1 : sensibilité à la photopériode) sur les chromosomes du groupe 2 ; Vrn-A1, B1 et D1 de besoins en vernalisation sur le groupe 5), dont beaucoup sont clonés chez le blé, et par des gènes (vrn2...) ou des QTL de régulation. Dynamique.

4-1-2- Paramètres morphologiques

4-1-2-1- Système racinaire

L'aptitude du blé à résister à la contrainte hydrique est ainsi liée à plusieurs mécanismes dont : un système racinaire extensif et profond.

Une croissance soutenue du système racinaire en conditions de stress serait, selon certains auteurs, un facteur de résistance au stress hydrique (26).

4-1-2-2- Hauteur du plant

Cette relation entre la hauteur de la plante et la résistance à la sécheresse peut s'expliquer par la capacité de remplissage du grain en cas de déficit hydrique à partir des quantités d'assimilat stockés dans la tige (27).

4-1-2-3- Longueur du col d'épi

La longueur du col d'épi est considérée comme un critère de sélection de tolérance au déficit hydrique, suite au stockages d'assimilat qui vont servir au remplissage de grain. (27).

4-1-2-4- La surface foliaire

Une fermeture rapide des stomates durant l'installation d'un déficit hydrique, une efficacité élevée de l'utilisation de l'eau le maintien d'un potentiel de turgescence élevé (28).

4-1-2-5- L'épi et la barbe

Rôle de l'épi et des barbes dans la tolérance au stress hydrique terminal chez le blé, mise en évidence qui relève aussi bien de la « logique physiologique » (importance de l'épi dans la photosynthèse et de la transpiration après l'anthesis) que de mises en évidence expérimentales (corrélations entre caractères de l'épi et indices de sensibilité). Au cours de la phase de remplissage du grain, l'épi assurerait au minimum, et en conditions favorables, 13 % de la photosynthèse ; en conditions de déficit hydrique, le rôle de l'épi devient plus important que celui des dernières feuilles, du fait de la sénescence de ces dernières ; cela est particulièrement vrai chez le blé dur.

4-1-3- Paramètres physiologiques

La résistance physiologique au manque d'eau des céréales est associée fréquemment, à un comportement isolé de la variété une capacité élevée d'accumulation et de mobilisation des glucides de réserve pendant la phase de remplissage des grains.

Le déficit hydrique induit, par contre, une nette accumulation des sucres dans les plantes intactes, plus importante dans la Partie foliaire (29).

4-2- Adaptation aux froids

La tolérance au froid est au nombre des objectifs de la sélection. Les variétés tolérantes au froid sont recherchées dans les zones où les gelées peuvent être importantes certaines années.

La survie à l'hiver de l'espèce est la résultante de deux actions opposées:

Celle de la plante qui s'adapte à ces contraintes, le mécanisme d'adaptation le plus important étant l'endurcissement au froid.

Celle des différents facteurs de stress de l'hiver qui tendent à affaiblir ou à léser la plante, le premier de ces facteurs étant la survenue de température basse;

L'expression de la résistance potentielle varie au cours du cycle:

- le stade coléoptile correspond à une phase critique;
- une résistance au froids élevés peut s'exprimer dès le stade 1-5 feuille ;
- A 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.

4-3- Adaptation à la verse

Les variétés de blé modernes sont beaucoup plus courtes que les variétés plus anciennes car elles contiennent des gènes de nanisme. Même si la verse n'est pas toujours parfaitement corrélée à la taille des plantes, les variétés hautes sont généralement plus sensibles.

L'amélioration de la tolérance à la verse a été très importante car elle a permis aux variétés de supporter des rendements croissants. En outre, les agriculteurs peuvent opter pour des itinéraires culturaux intégrant moins de régulateurs de croissance.

Chez le blé dur, des génotypes issus de croisements entre le blé tendre et le blé dur sont à l'origine du développement de la culture des premiers blés durs courts. Ces croisements ont permis d'obtenir une meilleure résistance à la verse des variétés mais ces dernières se sont avérées décevantes sur le plan de la qualité pastière. La fraction protéique de ces blés ayant été modifiée, les pâtes obtenues avaient tendance à coller. Il a fallu plusieurs années avant d'identifier l'origine de ce problème (Gluténines de faibles poids moléculaires), de trouver des marqueurs de sélection aptes à améliorer cette qualité (bandes des gliadines gamma 42 et 45) et d'obtenir des variétés courtes de bonne qualité patière.

4-4- Productivité

Dans les zones favorables ou à faibles contraintes environnementales, le choix du rendement potentiel (ou aptitude génétique au rendement), à la fois comme objectif et critère de sélection, s'avère relativement justifié dans la mesure où les conditions de milieu (sol, climat, techniques culturales) permettent l'expression de cette aptitude génétique ; dans les régions à contraintes environnementales fortes et erratiques, la productivité ne peut être retenue, ni comme objectif de sélection (des niveaux de rendement proches du rendement potentiel ayant de très faibles probabilités d'être atteints).

La définition des objectifs passe en effet dans ces zones par une analyse de variabilité des rendements intégrant l'analyse de la variabilité environnementale (spatiale et interannuelle), en d'autres termes par une analyse des interactions

génotype x milieu ; dans le cas contraire, le risque est grand pour le sélectionneur de tomber dans ce piège que Reitz appelait la one-year miracle variety(30).

4-5- Adaptation au milieu biologique

L'utilisation de variétés résistantes constitue une composante essentielle pour la majorité des Programmes de sélection et un moyen de contrôle efficace qui prend en considération l'aspect Écologique aussi bien qu'économique La résistance aux maladies est travaillée par les sélectionneurs depuis très longtemps. (31), montrent que la résistance est la capacité de la plante à s'opposer de manière partielle ou totale au développement des pathogènes,

La lutte génétique contre les maladies est souvent un travail de longue haleine et parfois un éternel recommencement. Les maladies peuvent en effet, dans certains cas, contourner les résistances et des variétés connues pour être tolérantes à une maladie donnée deviennent sensibles. Le sélectionneur doit alors entreprendre un nouveau travail de sélection pour obtenir des résistances à la nouvelle souche de maladie

Le développement de nouvelles technologies comme les SNP (Single Nucléotide Polymorphismes) (32) qui permettent la recherche et l'exploitation du polymorphisme au nucléotide ouvre de nouvelles voies d'applications pour la génétique végétale. Ces techniques s'avèrent très prometteuses pour les utilisations à grande échelle et peuvent être considérées comme les marqueurs moléculaires de demain (33).

4-6- Sélection au niveau qualitative

La qualité d'un blé dur est fonction de l'utilisation que l'on en fait, la presque unique destination du blé dur est l'obtention d'une semoule destinée elle-même à l'obtention de pain ou de galette, de couscous, et surtout de pâtes alimentaires.

Plus le pourcentage de protéine est élevée, meilleure sera la qualité culinaire, et les résultats obtenus avec les méthodes citées sont corrélés avec ce pourcentage. Plus un blé (ou une semoule, ou une pâte), contient de protéines,

pour une variété considérée, plus la quantité de "pigments jaunes" (ou l'indice b^*) est élevé. La quantité de "pigments jaunes" est une caractéristique variétale importante. Plus le taux d'extraction d'une semoule est important, plus la quantité de "pigments jaunes" extractible est élevée.

La clarté ou luminosité L^* est d'autant plus faible que le pourcentage de protéines est élevé, toutes autres conditions égales par ailleurs ; ceci signifie en particulier que plus le taux d'extraction d'une semoule est important, moins bonne sera la clarté de la pâte qui en est issue (34).

CHAPITRE 05

MATERIEL ET METHODES

5-1-But de l'étude

L'objectif de cet essai, est l'étude de l'importance de l'interaction génotype environnement et son effet sur la stabilité de rendement en grains, qui nécessite de combiner la notion de la régularité de production à des caractères morphologiques mesurables et des caractères physiologiques.

Dans notre étude les lignées testées sont des variétés issues d'un croisement intraspecific en vue de créer des variétés lignées résistantes et tolérantes aux contraintes environnementales. Et de qualité technologique recherchée.

5-2- Etude du milieu expérimental

L'expérimentation s'est déroulée durant la campagne 2005-2006. Dans les trois stations de l'institut technique des grandes cultures (ITGC), Oued Smar, Béni Slimane et Sétif.

5-2-1- Présentation des trois stations

5-2-1-1- Station d'oued Smar

La station appartient au vaste plain de Mitidja orientale, sur la partie nord, à une altitude de 24m au dessus du niveau de mer, latitude de 36° 43' et longitude 30° 08'.

Cette zone est caractérisée par un climat méditerranéen sub humide à hiver pluvieux et doux et été sec et chaud.

5-2-2-2- Station de Sétif

Cette ferme est relève de l'institut technique des grandes cultures (ITGC), elle est située à 05 Km au sud ouest de la ville, à une altitude de 1081m

La latitude est de 36° 9' nord et 5° 21' de longitude elle spécialisée dans l'expérimentation des céréales, de légumineuses alimentaires et fourragères. Elle possède 213hectars dont l'essentiel est réservée à la multiplication des semences de base.

La région d'étude se caractérise par un climat de type méditerranéen, semi aride, à hiver froid et été chaud et sec.

5-2-2-3- Station de Béni Slimane

La station de Béni Slimane se situe entre deux barrières montagneuses : l'atlas Blidien et le mont de Tablat au nord, qui l'isolent de l'influence maritime, et une partie des flancs ouest chaînon des Bibans au sud qui protège de l'influence saharienne.

La station se situe à une altitude de 789m, latitude 36° 2' nord et 32° longitude. Elle fait partie de l'étage bio climatique semi aride à hiver très froid, et été chaud et sec.

5-2-2- Les caractéristiques climatiques des trois sites

5-2-2-1 Site d'Oued Smar

5-2-2-1-1- la précipitation

Les données pluviométriques de la campagne 2005-2006 à Oued Smar sont enregistrées dans le tableau 02.

Tableau 02 : précipitation mensuelle durant la campagne 2005-2006

(Station météorologique ITGC)

Mois	Total mensuel (mm)	Nombre de jours de pluies
Septembre	12	02
Octobre	67.2	05
Novembre	103.4	14
Décembre	99.2	10
Janvier	122.1	14
Février	96.7	13
Mars	34	04
Avril	05	04
Mai	78	04
Total	617.6	70

La hauteur pluviométrique enregistrée durant la période de septembre à mai 2006 s'élève à 617.6 mm répartie sur 70 jours ; cette quantité est donc toute a fait suffisante pour le développement du blé, avec une bonne répartition de la précipitation entre novembre et mars, cependant la précipitation au mois d'avril était faible par rapport au besoins de la plante durant cette phase ; alors que la quantité enregistrée au mois de mai a été importante ce qui justifier un bon remplissage de la graine.

5-2-2-1-2 Température mensuelle en C° de la campagne 2005-2006

Les températures mensuelles durant la campagne 2005-2006 sont enregistrées dans le tableau 03 :

Tableau 03 : température mensuelle minimales et maximales de la campagne 2005-2006.

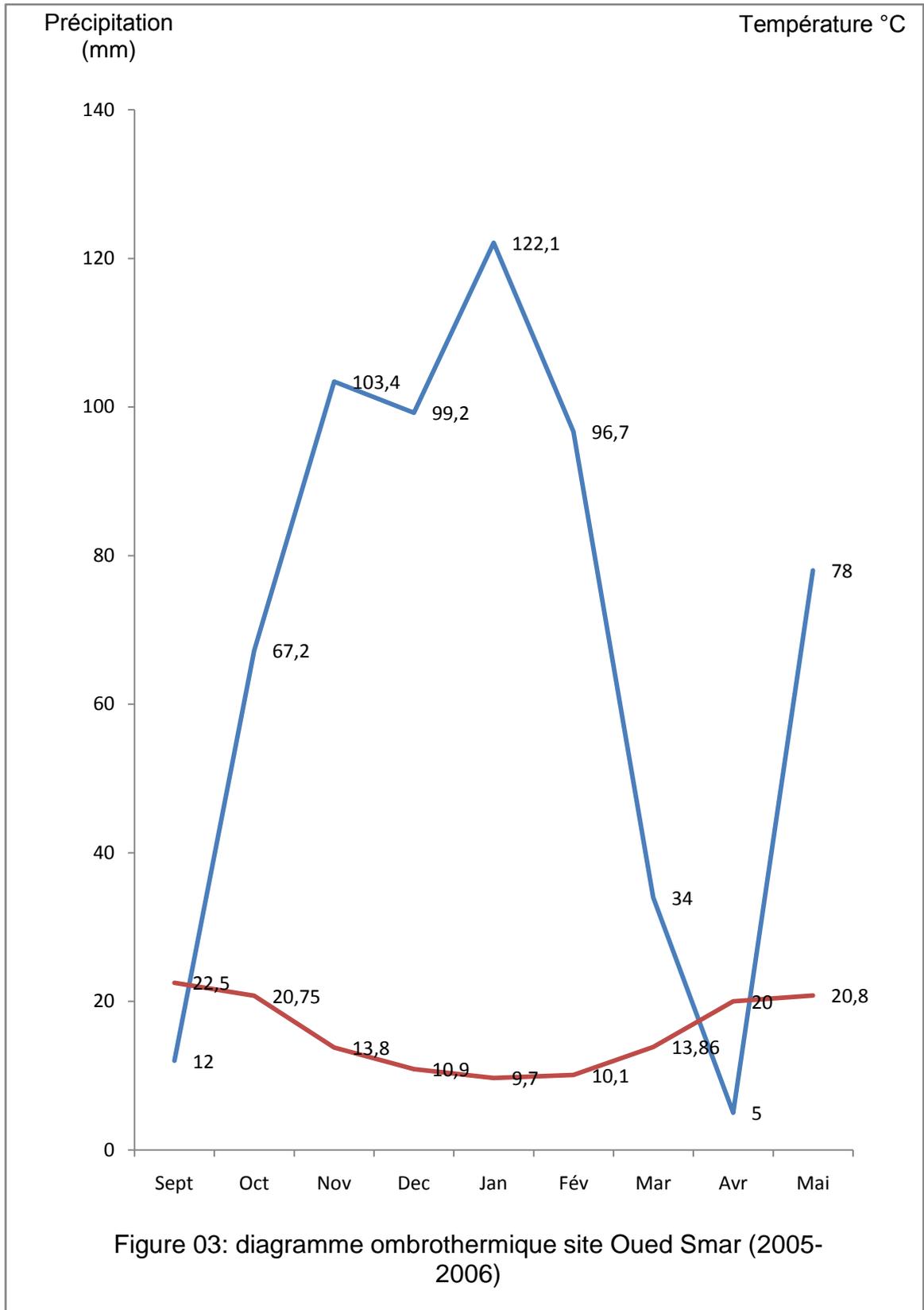
(Station météorologique ITGC)

Mois	Température max	Température min	Température moyenne
septembre	32.0	10.5	22.50
Octobre	34.5	10.7	20.75
Novembre	26.5	03.4	13.80
Décembre	21.7	02.0	10.90
Janvier	18.6	-01.0	09.70
Février	21.0	02.0	10.10
Mars	28.7	05.5	13.86
Avril	32.0	08.2	20.00
Mai	35.0	10.4	20.80

Comme on le voit dans le tableau les températures minimales sont enregistrées au mois de janvier, décembre et février alors que les températures maximales sont enregistrées mai, octobre et avril.

Ce qui veut dire que les températures moyennes pour tout le cycle sont variées entre 9.7 au mois de janvier et 20.8 au mois de mai.

D'après les résultats que nous avons enregistré on remarque que le d'avril était la période la plus critique pour la plante.



5-2-2-2- Site de Sétif

5-2-2-2-1- la précipitation

Les données pluviométriques de la campagne 2005-2006 à Sétif sont enregistrées dans le tableau 04.

Tableau 04 : précipitation mensuelle durant la campagne 2005-2006

(Station météorologique ITGC)

Mois	Total mensuel (mm)	Nombre de jours de pluies	Accidents climatiques		
			gelée	sirocco	neige
septembre	26.9	07	00	00	00
Octobre	22.7	08	00	00	00
Novembre	78.7	12	04	01	03
Décembre	52.3	11	09	00	03
Janvier	29.8	11	24	00	08
Février	39.8	17	14	00	06
Mars	29.4	07	03	00	00
Avril	42.4	05	00	00	00
Mai	35.2	06	00	00	00
total	357.2	84	54	01	20

Le cumul des précipitations enregistrées de septembre 2005 à mai 2006 est de 357.2mm. Les pluies atteignent leurs maximums pendant le mois de novembre avec 78.7mm et leur minimum au cours du mois de mars avec 29.4mm.

De manière générale, seules les quantités de pluies mensuelles supérieures à 20mm contribuent effectivement à la recharge de la réserve d'eau du sol. Au cours de la campagne 2005-2006. Tous les mois se sont caractérisés par des pluies permettant d'alimenter la réserve d'eau du sol.

5-2-2-2-2- Température mensuelle en C° de la campagne 2005-2006

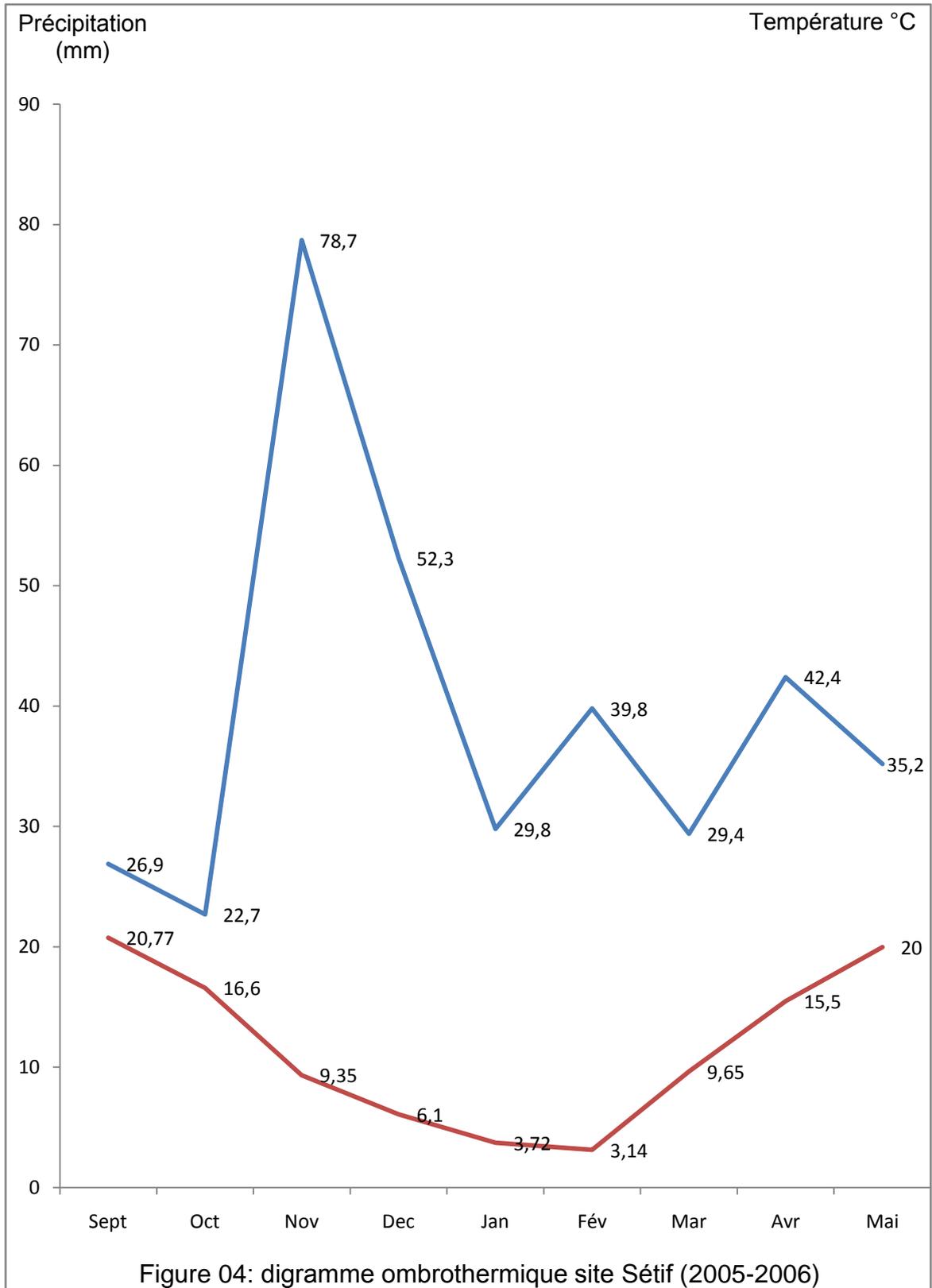
Les températures mensuelles durant la campagne 2005-2006 sont enregistrées dans le tableau 05 :

Tableau 05 : température mensuelle minimales et maximales de la campagne 2005-2006

(Station météorologique ITGC)

Mois	Température max	Température min	Température moyenne
septembre	33.65	07.90	20.77
Octobre	29.20	04.00	16.60
Novembre	19.60	-0.90	9.35
Décembre	12.90	-0.70	6.10
Janvier	08.20	-0.75	3.72
Février	06.75	-0.47	3.14
Mars	18.85	0.45	9.65
Avril	25.40	05.60	15.5
Mai	32.20	07.80	20

L'évolution de la température moyenne mensuelle est bimodale, très basse en hiver pour devenir moyennement élevée en été. Le stress hydrique de fin de cycle est accentué par l'élévation de la concomitante de la température.



5-2-2-3- Site de Béni Slimane

5-2-2-3-1- la précipitation

Les données pluviométriques de la campagne 2005-2006 à Béni Slimane sont enregistrées dans le tableau 06

Tableau 06 : précipitation mensuelle durant la campagne 2005-2006

(Station météorologique ITGC)

Mois	Total mensuel (mm)	Nombre de jours de pluies	Accidents climatiques		
			gelée	sirocco	grêle
septembre	13.5	05	00	02	00
Octobre	55.1	04	00	04	00
Novembre	36.5	10	00	00	00
Décembre	60.6	13	07	00	00
Janvier	77.3	13	10	00	00
Février	58.4	09	08	00	00
Mars	22.2	06	01	02	00
Avril	40.5	05	00	03	00
Mai	60.4	04	00	02	00
total	424.5	53	26	11	00

En terme de pluviométrie, la période de novembre 2005 à mai 2006 a été marquée par une pluviométrie assez appréciable (424.5mm) et ce à travers l'ensemble de la zone d'action.

La répartition tant saisonnière que mensuelle a connu une certaine régularité. On a pu enregistrer entre 400 à 500mm de septembre 2005 en mai 2006.

Cependant, le déficit enregistré au mois de mars avait, en quelque sorte, perturbé le cycle de développement normal des cultures en place.

Les gelées de décembre et janvier ont coïncidé avec la mise en place des cultures, ont provoqué des retards dans la germination, bloquant ainsi le démarrage en végétation. Par contre, celles de février, importantes (08 jours), ont causé quelque jaunissement suivi de nécrose tissulaire sur les feuilles de la base. Les gelées tardives ont été absentes, ce type d'accident a été totalement absent pendant les mois d'avril et mai.

La fréquence du sirocco enregistré au printemps (07 jours) (Mars avril et mai) a causé quelques dégâts (affectant le poids de 1000 grains).

5-2-2-3-2- Température mensuelle en C° de la campagne 2005-2006

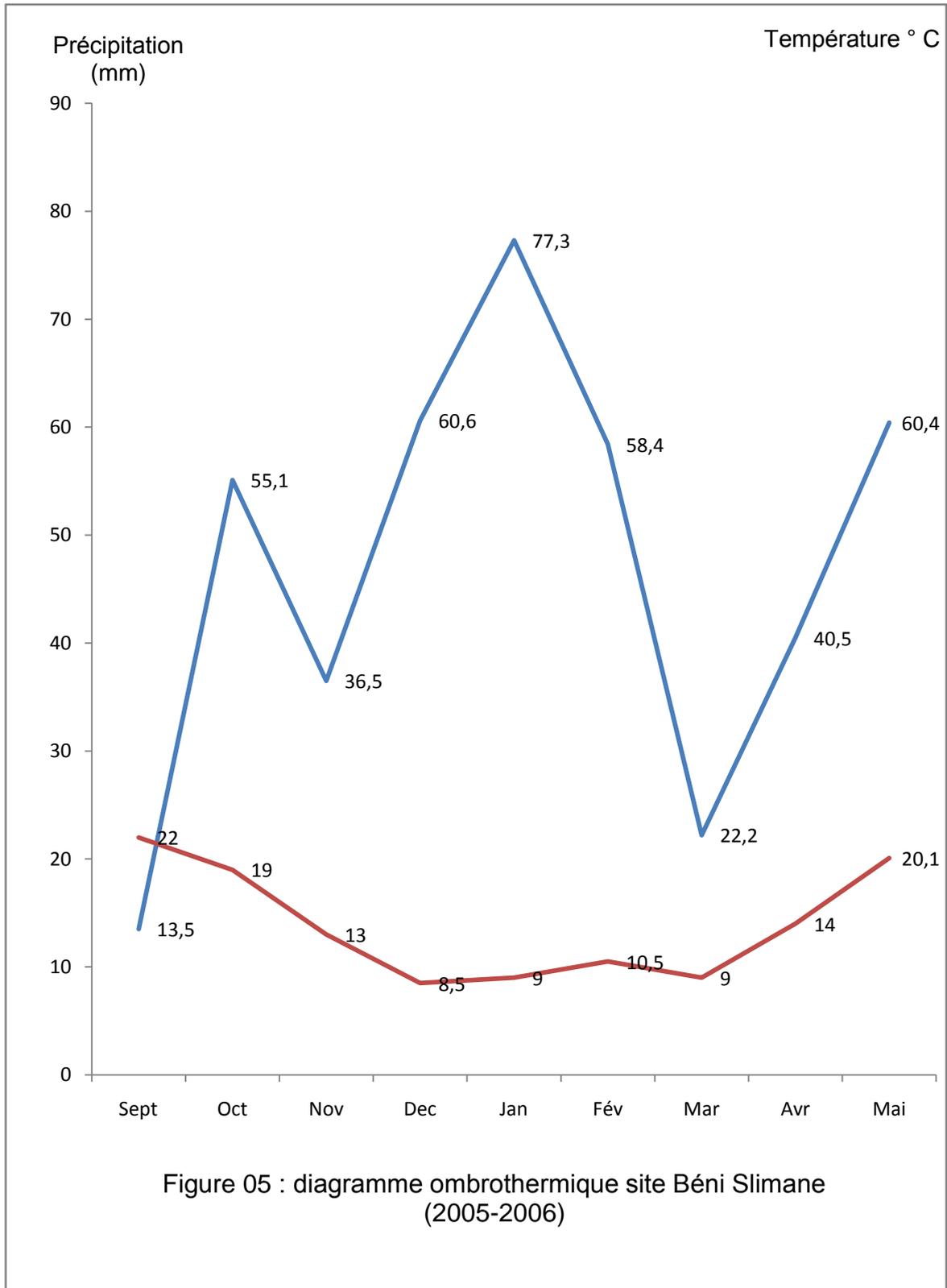
Les températures mensuelles durant la campagne 2005-2006 sont enregistrées dans le tableau 07:

Tableau 07: température mensuelle minimales et maximales de la campagne 2005-2006

(Station météorologique ITGC)

Mois	Température max	Température min	Température moyenne
septembre	29	14	22
Octobre	25	13	19
Novembre	18	08	13
Décembre	13	04	08.5
Janvier	14	04	09
Février	17	04	10.5
Mars	12	06	09
Avril	19	09	14
Mai	28.5	12.8	20.1

Les moyennes mensuelles de la période hivernale furent en général assez fraîches par rapport à la normale à travers l'ensemble de la zone. Le printemps était marqué par des températures assez élevées. Les amplitudes thermiques enregistrées au cours de cette campagne accompagnées des chutes de pluies assez conséquentes (élévation de l'humidité de l'air) a favorisé le développement des maladies cryptogamiques (la septériorose, l'helminthosporiose, la rhynchophore....).



5-2-3- Caractéristiques du sol

Nous avons déterminé les caractéristiques de notre sol à partir des analyses physicochimiques effectuées au niveau du laboratoire de pédologie de département des sciences agronomiques de l'université de Blida ; elles ont été réalisées sur quatre échantillons prélevés à deux profondeurs (0-20 et 20-40 cm) par une tarière suivant une diagonale de la parcelle, avant l'installation de la culture ; les quatre échantillons de chaque profondeur sont mélangés pour un prélèvement d'un échantillon représentatif. Celui-ci a subi différentes analyses suivant les méthodes citées dans le tableau ci dessous.

Tableau 08: méthodes d'analyses utilisées

analyses	Méthodes
Texture (%)	Méthode internationale utilisant la pipette de robinson
Calcaire total (%)	Méthode gazométrique (dosage au calcimètre BERNARD) = % $P_1/V. V/ P. 100$
Matière organique (%)	MO% = % C. 1,72 (méthode WELKEY-BLACK)
pH	Méthode électrométrie à électrodes de verre basée sur la loi de NERNST
Conductivité électrique (CE)	Détermination à l'aide d'un conductimètre (METROHM) sur extrait aqueux de sol au 1/5=clue VF
P_2O_5 (ppm)	Méthode d'OLSEN $P_2O_5= X.U / v. V/ P$
K_2O (ppm)	Dosage au spectrophotomètre à flamme après extraction par la méthode SCHOLTEN-BERGER
Carbone (%)	Méthode de Ann.
N (%)	Méthode KJELDHAL

5-2-3-1- Station d'Oued Smar

5-2-3-1-1- Les caractéristiques physiques

Les pourcentages obtenus dans le tableau ci-dessous vont déterminer la texture de notre sol.

Tableau 09 : analyse physique du sol

Profondeur Fraction de texture	0 à 20 cm	20 à 40 cm
Argile (%)	47.55	50.22
Limon (%)	30.92	28.75
Sable (%)	19.85	18.96

D'après le triangle de texture de HENIN et al, (1969) et à partir les proportions des différentes fractions qui sont présentes dans le tableau ci-dessus. Notre sol de texture argileuse.

5-2-3-1-2- Caractéristiques chimiques

Les résultats sont enregistrés dans le tableau 10

Tableau10 : analyse chimique du sol de la station expérimentale

profondeur	pH	CE	CaCO ₃ %	C %	MO %	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (pmm)	N %	C/N
0-20cm	7.4	0.68	0	0.7	1.20	165	172	0.21	3.33
20-40cm	7.9	0.68	0	0.02	0.03	179	160	0.03	0.66

Les résultats des analyses chimiques montrent que :

- un pH neutre à tendance à être légèrement basique (7.4-7.9) qui est convenable pour un sol argileux d'après SOLTNER ;

- d'après l'échelle d'ALBERT et GAY (1978), notre sol est un sol non salé car $CE < 2\text{mm}$ hos à 25 C° ;
- le pourcentage de calcaire est nul ;
- la matière organique représente une teneur faible (1.2%) par rapport un sol argileux qui devrait en contenir 3 à 3.5 % selon (35) ;
- pour P_2O_5 et K_2O leurs teneurs sont faibles en comparaison aux teneurs que doivent contenir ce type de sol, 7fois le pourcentage d'argile pour K_2O et 9 fois le pourcentage d'argile pour P_2O_5 (35) ; pour ce fait notre sol a besoin d'une correction pour améliorer les conditions de la culture ;
- la teneur en azote est supérieur à 0.05%, il s'agit d'un sol riche en azote ;
- le rapport C/N est faible à cause du faible taux de matière organique et sa faible dégradation.

5-2-3-2- Station de Sétif

2-3-2-1- Caractéristiques physiques

Tableau 11 : texture du sol

Profondeur \ Fraction de texture	0 à 20 cm	20 à 40 cm
Argile (%)	51.9	37.1
Limon (%)	36.0	37.1
Sable (%)	12.0	25.7

Le sol est de texture argileuse pour la profondeur 0-20cm. Alors que, pour la profondeur 20-40cm la texture est argilo limoneuse.

5-2-3-2-2- Caractéristiques chimiques

Tableau12 : caractéristiques chimiques du sol

Horizon	pH	CE	CaCO ₃ %	C %	MO %	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (pmm)	N %	C/N
0 à 20 cm	8.1	1.8	24	1.6	2.4	120	182	0.12	13.33
20 à 40cm	8.2	1.4	26	0.6	1.2	135	140	0.09	06.66

D'après le tableau nous pouvons constater les résultats suivants :

- le sol est moyennement riche en matière organique dans les horizons superficiels (2.4%) pour revenir à un faible taux de 1.5% en profondeur ;
- le pH est alcalin sur tout le profil du sol qui est pauvre en carbone organique ;
- la teneur en azote est élevée au niveau des deux horizons superficiels ;
- le taux de calcaire est élevé sur tout le profil du sol avec des valeurs entre 24 et 26% ;
- pour P₂O₅ et K₂O leurs teneurs sont faibles en comparaison aux teneurs que doivent contenir ce type de sol.

5-2-3-3- Station de Béni Slimane

5-2-3-3-1- Caractéristiques physiques

Tableau 13 : texture du sol

Profondeur	0 à 20cm	20 à 40cm
Fraction de texture		
Argile (%)	34.65	37.10
Limon (%)	37.02	34.32
Sable (%)	28.30	28.05

Selon le triangle granulométrique des classes texturales (HENIN et al, 1969) le sol est de texture argilo-limoneux.

5-2-3-3-2- Caractéristiques chimiques

Tableau14 : caractéristiques chimiques du sol

Horizon	pH	CE	CaCo ₃ %	C %	MO %	P ₂ O ₅ (ppm)	K ₂ O (pmm)	N %	C/N
0 à 20 cm	8.49	0.28	4.8	1.01	2.60	76	24	0.20	5.05
20 à 40cm	8.41	0.20	4.0	0.35	2.29	70	23	0.15	2.33

D'après le tableau nous pouvons révéler les résultats suivants :

- pH la réaction de notre sol est basique. Dans un sol de texture argilo limoneuse la culture de blé peut tolérer pour un pH de l'ordre de 8 sans aucun risque ;
- notre sol est peu calcaire avec une teneur de 4% ;
- la matière organique présente dans le sol est faible lorsque, d'après (35) la teneur souhaitable d'un sol de taux d'argile dépasse 30% est de 3.5% ;
- notre sol est non salin, car la valeur de CE est inférieure à 2 mmhos/cm,
- la teneur en P₂O₅ et K₂O est faible pour les deux horizons étudiés ;
- notre sol est riche en azote avec des valeurs 0.20 et 0.15 pour les deux profondeurs.
- C/N : d'après le tableau on remarque que le rapport est faible ce qui justifie la faible teneur en matière organique.

5-3- Protocole expérimental

5-3-1- Dispositif expérimental

Notre essai teste deux facteurs représentés par :

- les géotypes avec sept niveaux ;

- l'environnement avec trois niveaux.

Le dispositif expérimental adopté est de type bloc aléatoire complet (BAC) avec 04 répétitions pour les trois environnements. C'est-à-dire 28 parcelles élémentaires pour chaque environnement. Donc au total nous avons 74 unités expérimentales, chaque une d'elles a une longueur de 10m et une largeur de 1,2m d'où 12m² de superficie.

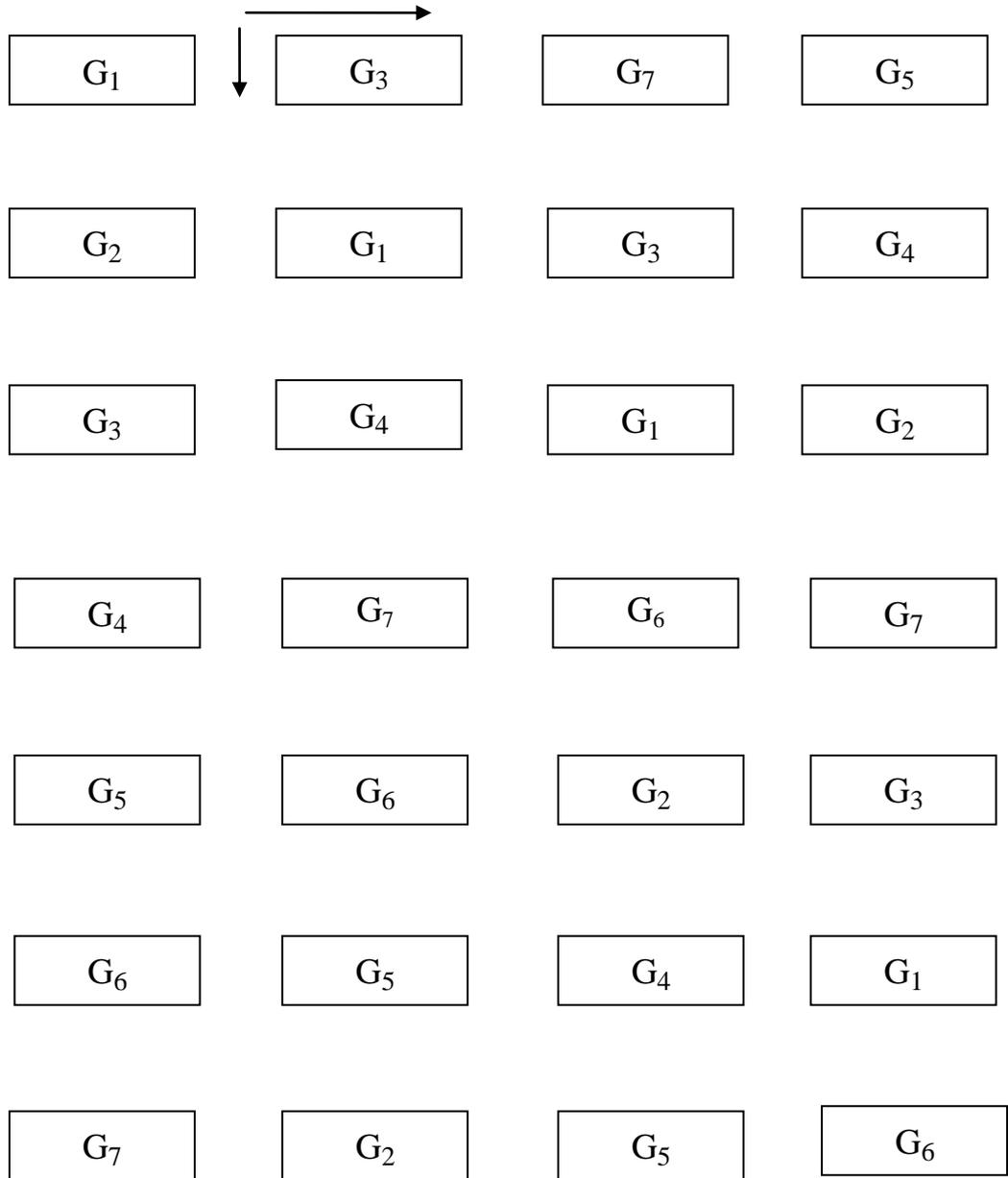


Figure 06 : Schéma du dispositif expérimental

5-3-2- Matériel végétal

Notre essai se porte sur 07 variétés de blé dur (*Triticum durum. Desf*) dans le cadre d'un essai national de première année de la campagne 2005/2006 :

1. OFANTO/ WAHA/MBB (32S-2S-2S-0S)
2. MBB/OFANTO (9S-4S-3S-0S)
3. OFANTO/WAHA (1S-1S-1S-0S)
4. OFANTO/ WAHA (17S-19S-3S-0S)
5. OFANTO/ BOUSSELEM (2S-2S-3S-0S)
6. BOUSSELEM/ OFANTO (1S-15S-1S-0S)
7. VITRON (témoin)

Ces variétés sont des cultivars obtenus à partir d'un croisement intraspecific entre des variétés sélectionnées par l'ITGC de Sétif et des variétés introduites de l'Italie.

5-3-3- Conduite de l'essai

5-3-3-1- Précédent cultural

- Site d'Oued Smar

Dans notre cas le précédent cultural est une céréale, qui constitue un mauvais précédent cultural, car cette espèce appartient à la même famille et exige presque les mêmes conditions. Ce qui influe sur le niveau du parasitisme et de la fertilisation.

- Site de Sétif

Le précédent cultural dans cette station est une céréale.

- Site de Béni Slimane

Le précédent cultural de cet essai est une jachère travaillée, celle-ci représente un meilleur précédent pour les céréales à cause de ses multiples effets tel que l'emmagasinement de l'eau, le stockage d'éléments minéraux et la lutte contre les mauvaises herbes.

Donc la jachère d'après (36), est souvent recommandée dans les régions semi arides, parce qu'elle permet d'augmenter la rétention d'eau du sol.

5-3-3-2- Travail du sol

- Site d'Oued Smar

Effectué en octobre 2005 à l'aide d'une charrue bisoc. Les opérations des façons superficielles ont été effectuées juste avant le semis par un passage de covercrop qui permet un certains nivellement du sol et assure le criblage du sol. Et après le semis nous avons réalisé un passage par le rouleau pour assurer une bonne couverture de semence.

- Site de Sétif

Les techniques culturales appliquées à l'expérimentation sont : un labour profond suivi de deux passages du covercrop.

- Site de Béni Slimane

Le labour est effectué en avril 2005, à l'aide d'une charrue à soc à une profondeur de 30cm. Pour les façons superficielles nous avons effectué un passage par le covercrop pour émietter le sol suivi par un passage d'herse à fin de préparer le lit de semence.

5-3-3-3- Fertilisation

- Site d'Ouad Smar

Epannage d'engrais phosphatés à une dose de 02q_x/ha en novembre 2005.

La fertilisation azotée a été effectuée le 27/12/2005, en raison de 02q_x/ha d'urée 46%.

- Site de Sétif

Epandage d'engrais phosphaté à raison de 02q_x/ha.

Fertilisation azotée sous forme urée 46%, à raison de 01q/ha.

- Site de Béni Slimane

Epandage d'engrais phosphaté à raison de 02q_x/ha.

Engrais azoté à sous forme urée 46%, à raison de 01q/ha.

5-3-3-4- Semis

- Site de Oued Smar : le semis à lieu le 05/12/2005 ;
- Site de Sétif : le 19/11/2005 ;
- Site de Béni Slimane : effectué le 29/11/2005.

Cette opération est effectuée à l'aide d'un semoir expérimental en ligne qui est reconnu comme facteur d'amélioration de rendement.

5-3-3-5- Etat phytosanitaire

5-3-3-5-1- Les adventices

Pour les trois sites nous avons utilisé un herbicide HUSSAROF, à raison de 1l/ha, contre les monocotylédones. Malgré le traitement effectué, on a observé une infestation élevée en plantes adventices. C'est pour cette raison, nous avons procédé au désherbage manuel.

5-3-3-5-2- Les ravageurs

On a remarqué une présence des colonnes des fourmis pour les trois sites, pendant le stade de maturité.

Au niveau de la station d'Oued Smar nous avons enregistré une attaque de moineaux.

5-3-3-5-3- Les maladies

Les maladies que nous avons observées au niveau des champs présentaient un degré d'attaque variable pour les trois sites :

Pour déterminer les maladies existantes au cours du cycle de développement de la culture nous avons prélevé des échantillons pour estimer le degré d'infestation. Les résultats trouvés au niveau d'Oued Smar sont enregistrés dans le tableau 15.

Tableau 15 : degré d'infestation de blé dur selon l'échelle de l'ITGC.

Génotypes	Rouille brune	helminthosporiose	septoriose
G1	04	04	01
G2	06	06	04
G3	06	05	06
G4	02	01	01
G5	04	04	04
G6	04	05	02
G7	03	04	04

1-résistant

2-résistant

3- résistant

5- tolérant

7- sensible

9- très sensible

On remarque d'après le tableau ci-dessus une contamination pour les majorités des variétés avec des proportions différentes (de la plus résistante chez la V1 à la plus sensible enregistrée chez V3).

Cependant le degré d'attaque pour les deux autres sites (Sétif et Béni Slimane), était négligeable par rapport au site d'Oued Smar.

5-3-3-5-4- Accident de végétation

On ce qui concerne les accidents de végétation, nous avons enregistré la verse au niveau de site d'Oued Smar.

Pour le site de Sétif la neige et la gelée sont les principaux accidents que nous avons mentionnés durant la période de tallage et de montaison.

Au niveau de la station de Béni Slimane, la gelée était le principal accident enregistré durant la période hivernale.

5-3-3-6- La récolte

Site d'Oued Smar : 29/05/2006 ;

Site de Sétif : 28/06/2006 ;

Site de Béni Slimane :14/06/2006.

Elle a été effectuée à l'aide d'une moissonneuse batteuse expérimentale de 1.2m de largeur.

5-4- Méthodes d'études

5-4-1- Détermination des différents stades de développement

Au cours du cycle phénologique des géotypes, la date des différents stades a été notée lorsque 50% du caractère considéré est atteint.

5-4-2- Paramètres d'étude

Notre étude comprend deux phases :

5-4-2-1- Avant maturité

5-4-2-1-1- Nombre de plants par mètre carré

La densité de peuplement a été déterminée pour chaque parcelle élémentaire à l'aide d'un cadre carré de 1mètre de coté, la moyenne de quatre répétitions est prise comme résultats pour le peuplement.

5-4-2-1-2- Nombre de talles par plant

Pour le dénombrement de talles par plants, en plein tallage, on prend 20 plants choisis au hasard de chaque parcelle élémentaire.

5-4-2-2- Maturité

5-4-2-2-1- Hauteur de plants à la floraison

La hauteur des plants a été mesurée sur 20 plants pris au hasard de chaque parcelle élémentaire. La mesure commence de la base jusqu'à l'épi (barbe n'est pas incluse).

5-4-2-2-2- Longueur du col de l'épi

La longueur du col de l'épi à été mesurée à partir du dernier entre nœud jusqu'à la base de l'épi, à l'aide d'une règle, sur 20 plants pris au hasard de chaque parcelle élémentaire.

5-4-2-2-3- Longueur de l'épi

La mesure a été effectuée sur 20 épis de chaque parcelle élémentaire.

5-4-2-2-4- Composantes du rendement

Les composantes du rendement correspondent aux caractéristiques mesurables, telle que le nombre de talles épis par mètre carré, la masse de mille grains (19).

On ce qui concerne les paramètres des composantes du rendement (le nombre d'épillets par épi, de grains par épi) ils ont été déterminés sur le échantillon prélevée après une maturation complète de chaque lignée.

5-4-2-2-4-1- Nombre d'épis par mètre carré

A l'aide d'un cadre de 1mètre carré placé diagonalement au niveau de la parcelle élémentaire, nous avons compté le nombre d'épis par mètre carré.

5-4-2-2-4-2- Nombre d'épillets par épi

Pour chaque parcelle élémentaire, on a prélevé 15 épis au hasard pour compter ce paramètre.

5-4-2-2-4-3- Nombre d'épillets stériles par épi

Sur les mêmes épis prélevés auparavant, nous avons compté le nombre d'épillets stériles par épi, pour apprécier la fertilité de l'épi.

5-4-2-2-4-4- Nombre de grains par épi

A partir des épis de l'échantillon qui nous ont servi à déterminer les paramètres précédents, nous avons compté le nombre de grains par épi.

5-4-2-2-4-5- Poids de mille grains

Après avoir nettoyé les impuretés et les grains cassés de chaque échantillon, nous avons compté mille grains à l'aide d'un compteur automatique, et pesé leur masse.

5-4-2-2-4-6- Rendement théorique

C'est le rendement calculé dans les conditions de l'année. Cependant les pertes peuvent avoir lieu de la maturation à la récolte ne prend pas en compte.

R^{dt} théorique = nombre d'épis par m^2 . Nombre de grains par épi. $PMG / 10^4$
 Q_x/ha .

5-4-2-2-4-7- Rendement réel

Après récolte, les grains récupérés sont battus et nettoyés, et ensuite pesés. La quantité récoltée est donc déterminée en kg /m^2 puis convertie en Q_x/ha .

5-5-Analyse de la qualité technologique des grains

5-5-1- Détermination du taux de mitadinage

Le taux de mitadinage est déterminé à l'aide d'un coup grains (Farinotome de POHL) cette méthode exige au minimum 12 coupes par échantillon.

Le taux de mitadinage est donné par la formule suivante :

$$N = (n \cdot 100) / P ;$$

N : le pourcentage des grains mitaines dans la fraction examinée ;

n : le nombre de grains mitaines dans la fraction examinée ;

P : le nombre de grains examinés au Farinotome, pour 12 coupes P= 600 grains.

5-5-2- Taux de gluten

La teneur en gluten est déterminée par lixiviation sous un filet d'eau d'un pâton préparé manuellement à partir de 10grammes de farine et 05ml d'eau salé à 2.5%. L'amidon et les protéines solubles sont entraînés avec l'eau d'une couleur blanche, qu'il se forme progressivement un réseau qui se soude à lui-même pour donner une pâte molle et élastique (gluten). On pèse cette pâte de gluten qui représente la teneur en gluten humide. Cette dernière est placée dans un appareil adéquat (GLUARK) pendant 04 minutes pour déterminer la teneur en gluten sec.

La teneur en gluten sec s'exprime en pourcentage de masse en matière sèche et donnée par la formule suivante :

$$G_s(\%) = M_s \cdot 10 \cdot 100 / (100 - H^0) ;$$

M_s : masse en gramme de gluten sec ;

H⁰ : humidité de la farine.

5-6- méthodes d'analyse statistique des résultats

Analyse de variance (ANOVA) ; C'est une méthode d'analyse statistique qui permet de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance à partir d'échantillons aléatoires simples et indépendants les des autres (DAGNELLIE, 1975).

Les résultats obtenus sont exprimés en fonction de la probabilité qui permette de déterminer le niveau de différence entre les traitements.

Si $p \geq 0.05$: la différence entre les traitements est non significative ;

Si $p < 0.01$: la différence entre les traitements est significative ;

Si $0.01 > P > 0.001$: la différence entre les traitements est hautement significative ;

Si $p < 0.001$: la différence entre les traitements est très hautement significative.

Le seuil d'erreur est 5%.

Le test NEWMAN KEULS permet de déterminer les groupes homogènes on se basant sur les plus petites amplitudes significatives.

CHAPITRE 06

RESULTATS ET DISCUSSIONS

6-1- Les stades de développement des variétés

Les tableaux suivants montrent les différents stades de développement des génotypes testés dans les trois sites expérimentaux.

Tableau 16 : les stades de développement des génotypes testés à Oued Smar:

Génotypes	Date de levée	Date de tallage	Date de montaison	Date d'épiaison	Date de floraison	Date de maturation	Cycle végétatif	précocité
G1	10.01.2006	05.02.2006	08.03.2006	14.04.2006	15.04.2006	26.05.2006	173	95
G2	13.01.2006	10.02.2006	15.03.2006	26.03.2006	15.04.2006	25.04.2006	172	104
G3	13.01.2006	08.02.2006	13.03.2006	20.03.2006	25.04.2006	28.05.2006	175	98
G4	09.01.2006	01.02.2006	13.03.2006	20.03.2006	26.04.2006	26.05.2006	173	102
G5	02.01.2006	31.01.2006	02.03.2006	09.03.2006	26.04.2006	19.05.2006	166	98
G6	05.01.2006	01.02.2006	05.03.2006	04.04.2006	23.04.2006	19.05.2006	166	90
G7	05.01.2006	31.01.2006	02.03.2006	08.04.2006	17.04.2006	22.05.2006	169	94

Tableau 17 : les stades de développement des génotypes testés à Sétif

Génotypes	Date de levée	Date de tallage	Date de montaison	Date d'épiaison	Date de floraison	Date de maturation	Cycle végétatif	précocité
G1	21.12.2005	28.01.2006	08.03.2006	20.04.2006	18.05.2006	22.06.2006	184	121
G2	21.12.2005	18.01.2006	17.03.2006	18.04.2006	13.05.2006	18.06.2006	180	119
G3	21.12.2005	02.02.2006	13.03.2006	15.04.2006	15.05.2006	20.06.2006	182	116
G4	21.12.2005	20.01.2006	02.03.2006	16.04.2006	16.05.2006	24.06.2006	186	117
G5	21.12.2005	24.01.2006	05.03.2006	15.04.2006	12.05.2006	16.06.2006	178	116
G6	21.12.2005	26.01.2006	10.03.2006	19.04.2006	12.05.2006	18.06.2006	180	120
G7	21.12.2005	16.02.2006	20.03.2006	15.04.2006	15.05.2006	18.06.2006	180	114

Tableau 18 : les stades de développement des géotypes testés à Béni Slimane

Géotypes	Date de levée	Date de tallage	Date de montaison	Date d'épiaison	Date de floraison	Date de maturation	Cycle végétatif	précocité
G1	26.12.2005	25.01.2006	10.03.2006	15.04.2006	09.05.2006	16.06.2006	173	111
G2	20.12.2005	20.01.2006	11.03.2006	15.04.2006	05.05.2006	13.06.2006	176	117
G3	22.12.2005	16.01.2006	10.03.2006	11.04.2006	12.05.2006	10.06.2006	171	110
G4	28.12.2005	28.01.2006	18.03.2006	12.04.2006	09.05.2006	16.06.2006	171	106
G5	20.12.2005	12.01.2006	09.03.2006	12.04.2006	06.05.2006	08.06.2006	171	114
G6	18.12.2005	16.01.2006	14.03.2006	06.04.2006	03.05.2006	02.06.2006	167	110
G7	18.12.2005	20.01.2006	14.03.2006	08.04.2006	08.05.2006	10.06.2006	175	112

Le tableau (16) : montre que la plus part des variétés ont un cycle végétatif précoce soit une durée inférieure à 100 jours du levée à l'épiaison, la variété la plus précoce est Bousselem/Ofanto (90 jours) suivie de Vitron (94 jours) et OFANTO/WAHA/MBB (95 jours). alors que les variétés qui épiant plus tardes sont : MBB/OFANTO (104 jours) et OFANTO/WAHA (102 jours). Il semble que la plus part des variétés précoces et semi précoces. Pour le site de Beni Sliman, nous avons enregistrés un cycle plus long, lorsque toutes les lignées ont données un cycle semi précoce compris entre (106 jours) chez OFANTO/WAHA et (117 jours) chez MBB/OFANTO. Concernent le site de Sétif les lignées ont données un cycle semi précoce.

D'après les trois tableaux 16, 17,18 : nous constatons des différences de date d'épiaison peut atteindre jus qu'à 26 jours pour le même génotype, d'un environnement à un autre, cette différence est due principalement à la somme des températures supérieures à 0 c accumulés, somme dépendantes de la variation climatique enregistrée dans les trois milieux (38)

(39) ont rapporté qu'un gain D'un des jours dans la précocité induit un gain de rendement de 30 kg /ha. C'est pour cette raison, la précocité au stade épiaison est une composante importante d'esquive des stress de fin de cycle chez le blé dur et donc d'améliorer le rendement.

Les paramètres phénologiques d'adaptation, ou paramètres de précocité, définissent le calage de cycle vis-à-vis des contraintes de l'environnement; en intervenant sur ces paramètres, il est parfois possible d'éviter la coïncidence entre les stades critique du développement et les dates d'occurrences maximales de certains accidents climatiques.

C'est pour cette raison la recherche d'une plus grande précocité à été, jusqu'ici, le moyen le plus utilisé pour éviter les effets négatifs du déficit hydrique et les hautes températures de la fin de cycle sur le remplissage des grains.

Ce pendant il est intéressant de bien choisir des variétés résistantes au froids notamment au niveau du site de Sétif là ou les gels tardifs peuvent êtres importants et représentent un danger à la phase de formation de l'épi, car ils provoquent la coulure donc une baisse du rendement (40).

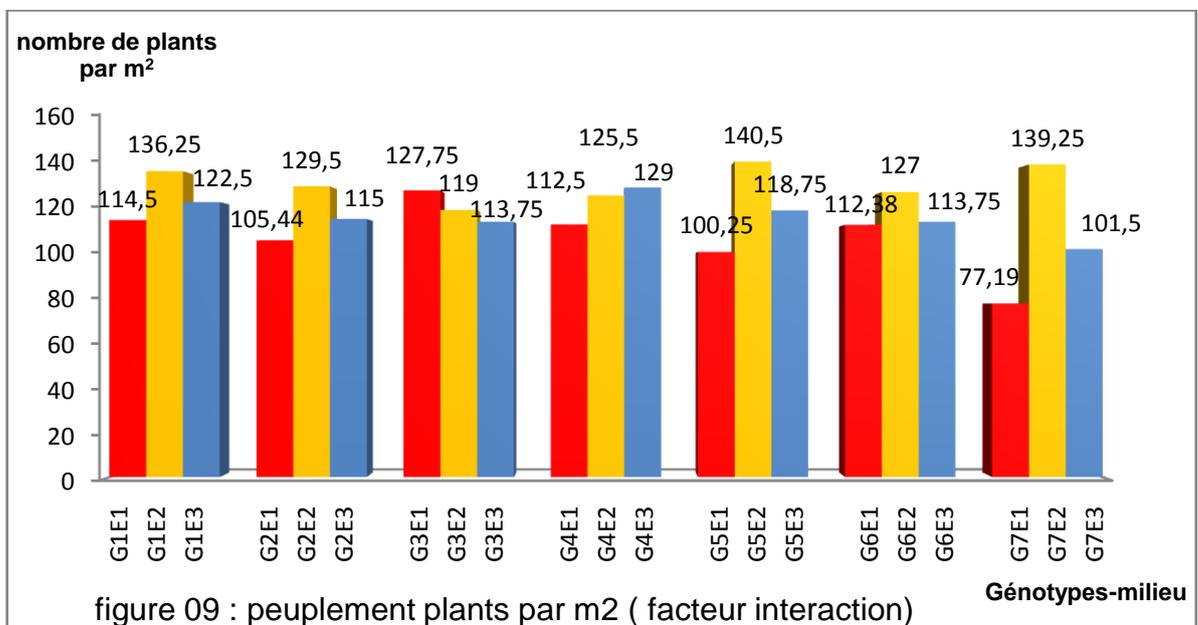
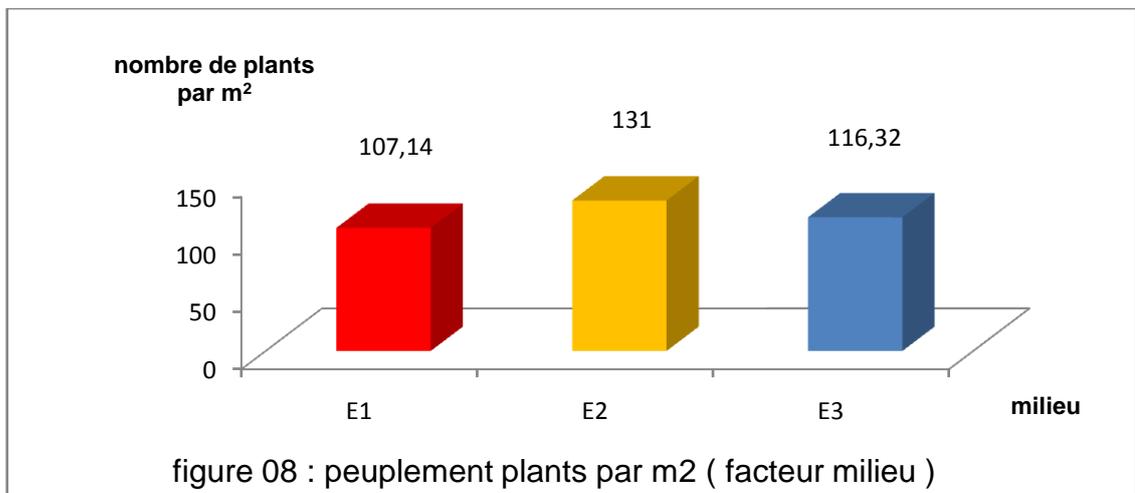
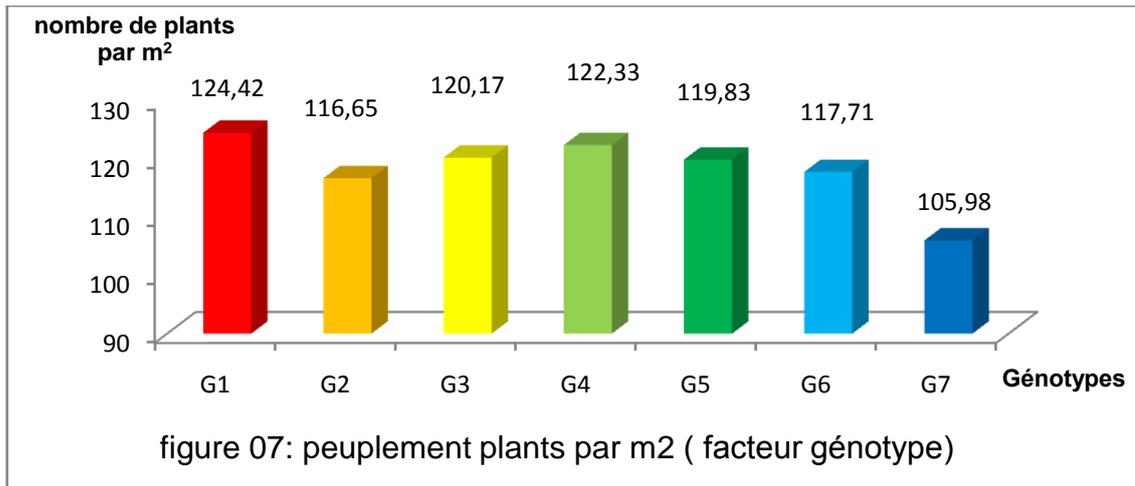
6-2-Analyse des caractères morphologiques

6-2-1-peuplement plants par mètre carré

Les résultats relatifs au nombre de plants par m² sont représentés dans le tableau (19) et illustrés par les figures (07), (08), (09)

Tableau 19 : peuplement plants par mètre carré

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V	Moyenne générale
génotype	G1	124.42	7.24	0.0032 THS	A		
	G2	116.65	12.74		A		
	G3	120.17	9.42		A		
	G4	122.33	7.51		A		
	G5	119.83	9.55		A		
	G6	117.71	10.16		A		
	G7	105.98	10.26		B		
environnement	E1	107.14	10.19	0.0000 THS	C		
	E2	131.00	9.16		A		
	E3	116.32	8.99		B		
interaction	G1E1	114.50	6.72	0.0000 THS	ABCDE	9.1	118.15
	G1E2	136.25	8.5		AB		
	G1E3	122.50	5.44		ABCDE		
	G2E1	105.44	18.23		CDE		
	G2E2	129.50	14.71		ABC		
	G2E3	115.00	6.78		ABCDE		
	G3E1	127.75	11.07		ABCD		
	G3E2	119.00	12.19		ABCDE		
	G3E3	113.75	7.37		ABCDE		
	G4E1	112.50	6.45		BCDE		
	G4E2	125.50	11.15		ABCDE		
	G4E3	129.00	6.38		ABC		
	G5E1	100.25	16.72		E		
	G5E2	140.50	4.51		A		
	G5E3	118.75	5.91		ABCDE		
	G6E1	112.38	10.24		BCDE		
	G6E2	127.00	9.2		ABCD		
	G6E3	113.75	13.74		ABCDE		
	G7E1	77.19	3.02		F		
G7E2	139.25	9.43	AB				
G7E3	101.50	16.98	DE				



Les résultats relatifs au nombre de plants par mètre carré sont compris dans le tableau et illustrés par les figures. D'après les résultats obtenus pour le facteur génotype, l'analyse statistique de la variance a révélé une différence hautement significative entre les génotypes testés.

Le test NEWMAN-KEULS de la P.P.A.S nous donne deux groupes homogènes: A, B.

Le résultat explique un effet génotypique significatif et mettant en évidence une variabilité phénotypique importante.

La plus grande densité de peuplement a été enregistrée chez le génotype OFANT/WAHA/MBB, Avec une valeur de 124,42 plants / m², alors que vitrons a donné la plus faible densité 105 plants /m².

Cette variabilité significative entre les génotypes testés est due aux caractères génétiques

De la lignée: tel que la faculté germinative, l'énergie germinative et la surface foliaire durant stade plantule, Qui jouent un rôle important pour résister aux conditions du milieu.

Pour le facteur environnement l'analyse statistique de la variance a montré une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN KEULS de PPAS a donné trois groupes homogènes; donc chaque milieu appartient à un groupe homogène.

Pour ce la, le site de Sétif a donné la densité la plus élevée avec 131plants/m², suivi par le site de Béni Slimane 116 plants/ m² et en dernier lieu Oued Smar avec 107 plants/m². Cette signification d'expression des génotypes dans les trois environnements est due éventuellement aux conditions du milieu (caractéristiques pédoclimatiques de chaque région). Et les techniques culturelles.

D'après les données climatiques des trois sites nous avons enregistré des quantités d'eau très importantes avec des températures favorables pour la germination et la levée. Alors que la moyenne du nombre de plants/m² était faible

ce ci est dû à une asphyxié de la semence par l'excès d'eau, en plus de ça la faculté et l'énergie germinative faible pour les lignées à cause de la qualité de semence.

On ce qui concerne l'effet de l'interaction génotype/milieu, l'analyse statistique de la variance nous révèle un effet très hautement significatif.

le test NEW MAN et KEULS de P.P.A.S a révélé dix groupe homogènes A ,AB,ABC,ABCD,ABCDE,BCDE,CDE,DE,E,F.

Il ressort du tableau (19) que le nombre des plants le plus grands est enregistré chez OFANTO/BOUSSELEM à Sétif avec (140 plans/ m²), cette lignée a donnée (118 plans/ m²) à Béni Slimane et (100 plans/ m²) à Oued Smar. Tandis que, La densité plants/ m² la plus faible est obtenue chez la lignée vitrons à Oued Smar avec une valeur de (77 plans/ m²). Contrairement ce dernier nous à donné au niveau du site de Sétif (139 plans/ m²) et (101 plans/ m²) à Béni Slimane. Le même cas pour Presque toutes lignées qui ont donnés des différences des résultats nettement visible.

Les résultats enregistrés pour le paramètre nombre de plants par mètre carré à la levée montrent, effectivement, que le caractère est fortement lié aux conditions climatiques et édaphiques de la région; il s'avère que la variance phénotypique avec une valeur (150.75) égale 100% est présente la composante des effets principaux des deux facteurs avec leur interaction.

Il ressort que le génotype contribue avec (7.11%) dans la variance phénotypique; la contribution de la variance environnementale est de (89.82%). alors celle de l'interaction est de (3.05%).

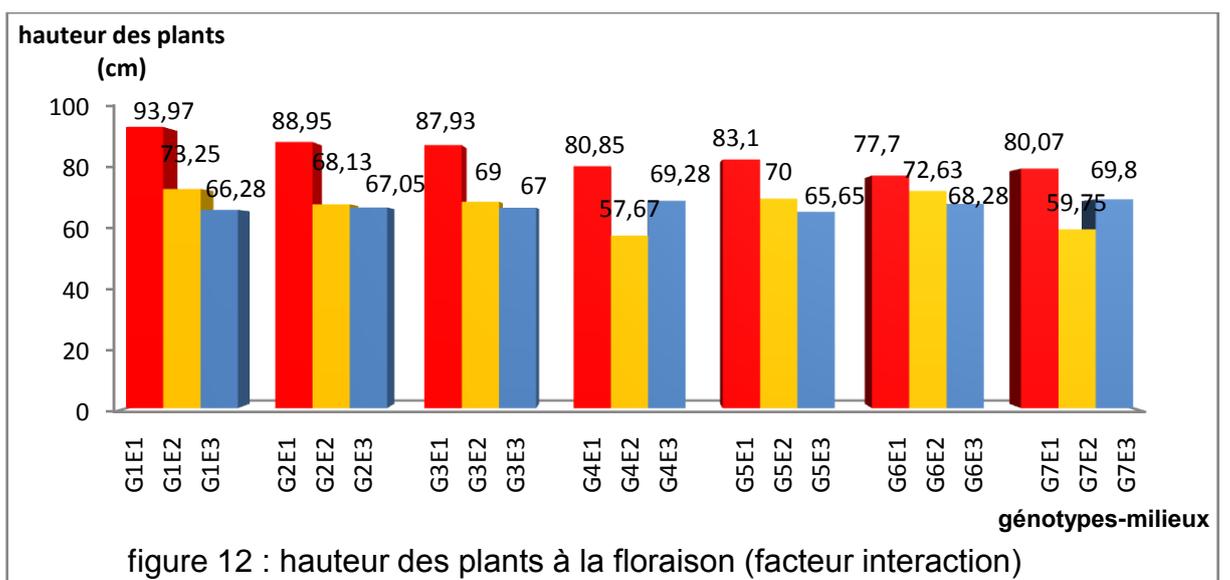
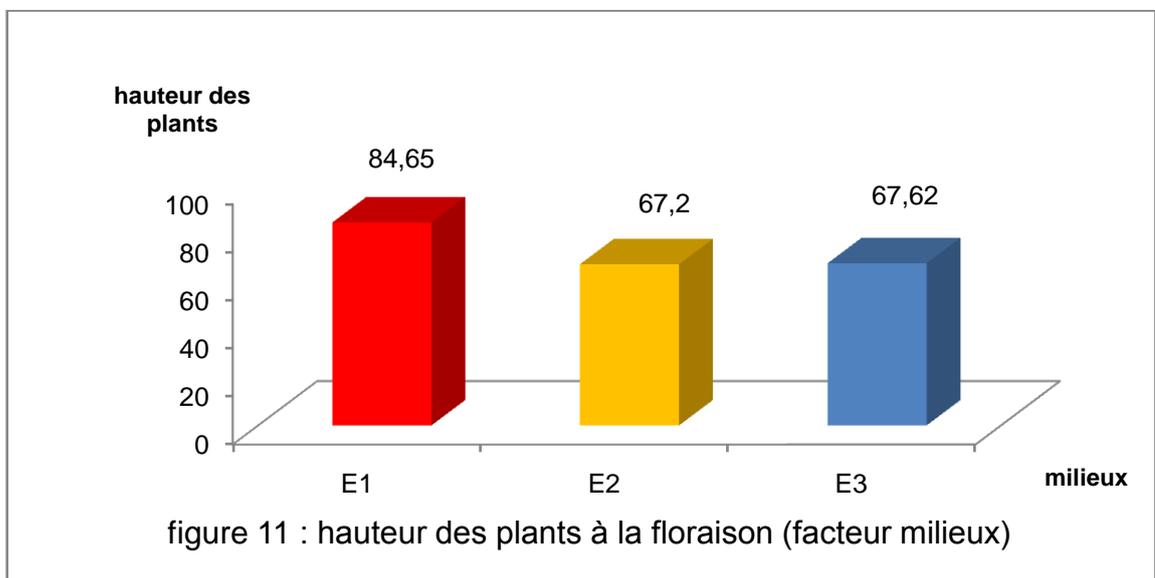
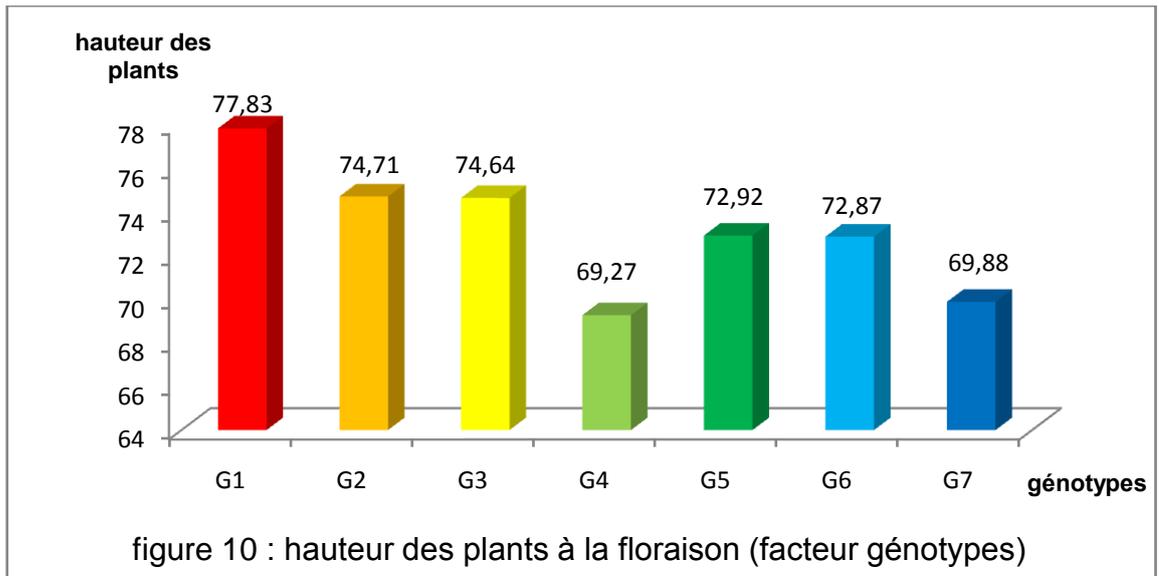
Les résultats confirment l'intérêt de cette démarche à fin de mieux comprend la l'expression génétique d'un caractère étudié.

6-2-2-Hauteur des plants à la floraison

Les résultats relatifs à la hauteur des plants à la floraison sont enregistrés dans le tableau (20) et illustrés par les figures (10), (11), (12).

Tableau 20 : Hauteur des plants à la floraison

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V %	Moyenne générale
génotype	G1 G2 G3 G4 G5 G6 G7	77.83 74.71 74.64 69.27 72.92 72.87 69.88	3.77 3.11 3.56 3.92 2.69 3.82 2.42	0.0000 THS	A AB AB C BC BC C		
environnement	E1 E2 E3	84.65 67.20 67.62	3.65 2.95 3.22	0.0000 THS	A B B		
interaction	G1E1 G1E2 G1E3 G2E1 G2E2 G2E3 G3E1 G3E2 G3E3 G4E1 G4E2 G4E3 G5E1 G5E2 G5E3 G6E1 G6E2 G6E3 G7E1 G7E2 G7E3	93.97 73.25 66.28 88.95 68.13 67.05 87.93 69.00 67.00 80.85 57.67 69.28 83.10 70.00 65.65 77.70 72.63 68.28 80.07 59.75 69.80	4.95 4.17 1.92 4.67 3.57 0.95 4.96 2.58 3.88 2.46 4.09 5.79 4.05 2.94 1.16 4.23 2.29 5.52 2.94 3.33 1.34	0.0000 THS	A DE EF AB E EF AB E EF C G E BC E EF CD DE E C FG E	5.1	73.16



L'analyse de la variance du facteur nous révèle une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S nous donne quatre groupes homogènes: A, AB, BC, C.

Nous constatons d'après le tableau (20) que le génotype OFANTO/WAHA/MBB, donne la hauteur la plus élevée avec (77.83cm), suivi par MBB/OFANTO (74.71). A l'opposé, le génotype le plus court est Vitron avec une hauteur de (69.88 cm). D'après les résultats obtenus, on remarque une variabilité génotypique entre les lignées testées. Comme le cas de: OFANTO/WAHA/MBB, on sait bien que MBB est un génotype à paille longue. WAHA à paille moyenne. Alors que OFANTO variété à paille courte; le descendant obtenu après le croisement entre les trois génotypes donne une lignée à paille moyenne avec une hauteur de (77.83cm).

Ce caractère résulte de plusieurs locus polymorphes qui sont responsables des variations de ce caractère quantitatif.

La quasi-totalité des lignées ont été exprimées mieux au niveau de Oued Smar, suivi par le site de Béni Slimane et en fin le site de Sétif.

L'écart de différence de la hauteur des plants oscille entre 27cm chez OFANTO/WAHA/MBB, dans les trois sites, et 12cm chez BOUSSELEM/OFANTO. Cette importante variabilité d'expression des génotypes pour tous les sites, montre l'effet cardinal du milieu sur ce paramètre. Néanmoins certains génotypes sont plus stables d'un milieu à un autre.

Alors la variabilité enregistrée entre les génotypes testés est liée en premier lieu à l'information génétique héritée des parents et l'effet du milieu (41).

(42) indique que la paille longue est souvent associée à une bonne résistance à la sécheresse grâce aux quantités d'assimilats stockés au niveau des tiges (principales organes de réserves)

Alors une paille longue donne une bonne résistance aux stress hydriques tardifs (43).

Avec la préférence nette de l'agriculteur Algérien à cultiver des variétés à paille longue des points de vue de rendement en paille. Cependant les variétés à paille longues sont exposées beaucoup plus au risque de la verse qui provoque des pertes de rendements.

Les variétés naines d'après (44), sont plus productives que les plantes hautes, car la capacité de tallage est plus importante. Ce qui semble confirme nos résultats intermédiaires enregistrés chez la variété OFANTO/ MBB.

La hauteur des plants à la floraison est caractère souvent lié à la résistance à la sécheresse surtout le fin de cycle végétatif. C'est pour cette raison ce dernier est considéré comme paramètre très recherché en sélection et amélioration.

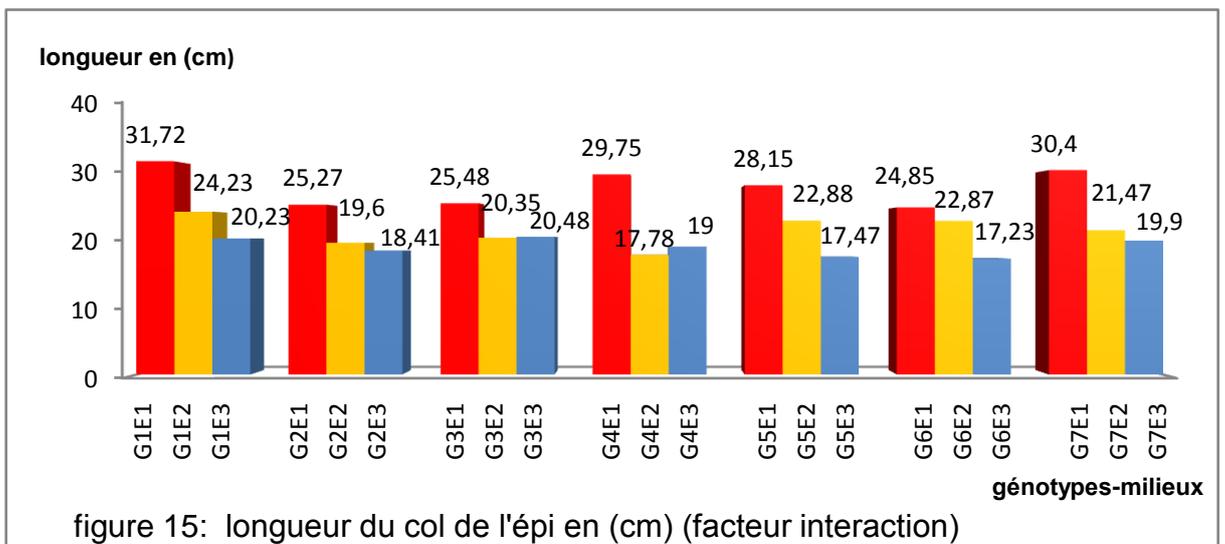
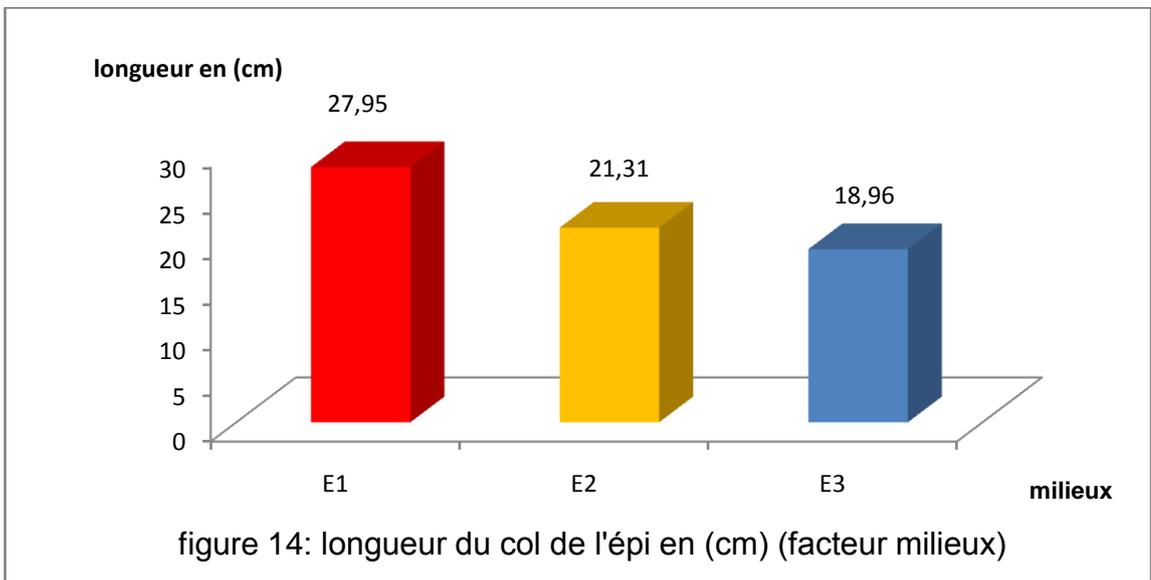
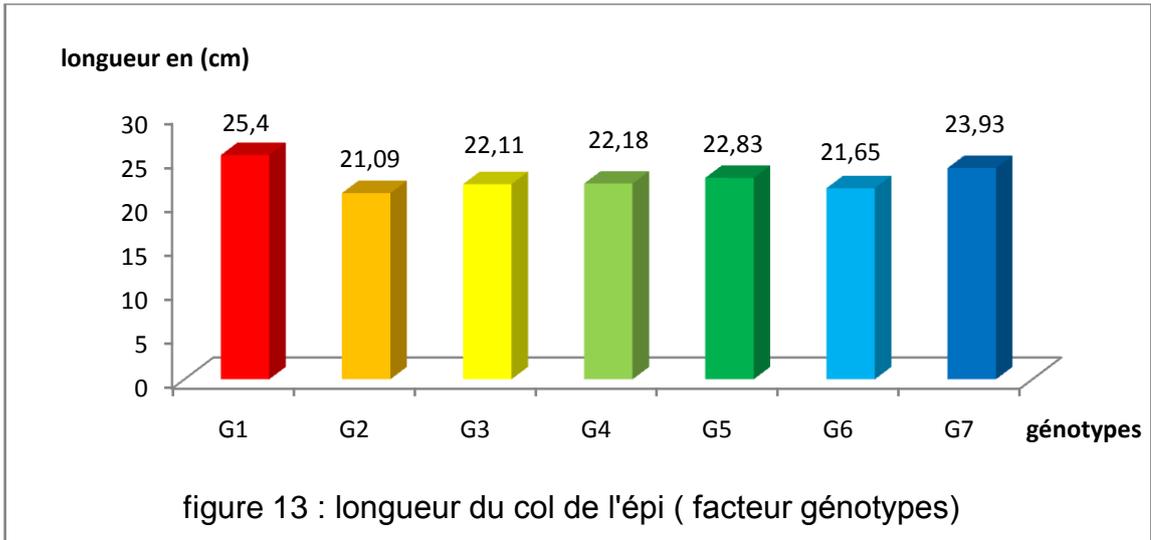
L'effet de l'environnement est très remarquable dans l'expression phénotypique avec une contribution de (99.44%). Par contre, l'effet génotypique a contribue avec (2.73%), alors que l'interaction entre ces deux facteurs est très faible avec un pourcentage de (0.81%).

6-2-3-Longueur du col de l'épi

Les résultats relatifs à la longueur du col de l'épi sont enregistrés dans le tableau (21) et illustrés par les figures (13), (14), (15)

Tableau 21 : Longueur du col d'épi

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	25.40	1.93	0.0000 THS	A		
	G2	21.09	1.65		C		
	G3	22.11	1.52		C		
	G4	22.18	1.71		C		
	G5	22.83	0.94		BC		
	G6	21.65	1.37		C		
	G7	23.93	0.80		B		
environnement	E1	27.95	1.12	0.0000 THS	A		
	E2	21.31	1.31		B		
	E3	18.96	1.78		C		
interaction	G1E1	31.72	1.49	0.0000 THS	A	7.1	22.74
	G1E2	24.23	2.29		CD		
	G1E3	20.23	0.38		EFG		
	G2E1	25.27	1.16		C		
	G2E2	19.60	2.28		EFG		
	G2E3	18.41	1.84		FG		
	G3E1	25.48	1.46		C		
	G3E2	20.35	1.26		EFG		
	G3E3	20.48	2.18		EFG		
	G4E1	29.75	2.02		AB		
	G4E2	17.78	0.82		G		
	G4E3	19.00	2.45		FG		
	G5E1	28.15	0.75		B		
	G5E2	22.88	0.94		CDE		
	G5E3	17.47	1.33		G		
	G6E1	24.85	0.60		C		
	G6E2	22.87	1.24		CDE		
	G6E3	17.23	2.23		G		
	G7E1	30.40	0.74		AB		
G7E2	21.47	0.66	DEF				
G7E3	19.90	1.15	EFG				



L'analyse statistique de la variance montre une différence très hautement significative avec entre les génotypes testés.

D'après le tableau (21), la lignée G1, a donnée la longueur du col de l'épi la plus haute avec une valeur de (25.40cm), suivi par le témoin G7, avec une longueur de (23.93cm). Alors que le col de l'épi le plus court a été enregistré chez la lignée G2 avec (21.09cm) de longueur.

Le test NEWMAN et KEULS a révélé quatre groupes homogènes A, B, BC, C.

D'après les résultats que nous avons obtenus, ce paramètre est fortement influencé par le facteur génétique de chaque lignée, Pour s'adapter au milieu. (45).

En ce qui concerne le facteur milieu, et d'après le tableau (21), l'analyse statistique de la variance, nous révèle une différence très hautement significative entre les trois environnements.

Le test NEWMAN et KEULS, nous donne trois groupes homogènes: A, B, C.

Les résultats relatifs montrent que, les lignées ont enregistrées les longueurs les plus élevées au niveau du site d'Oued Smar. Suivi le site de Sétif et, en dernier lieu, le site de Béni Slimane.

Cette expression différente, enregistrée au niveau des trois milieux, est due principalement aux variations des conditions climatiques.

Pour le facteur interaction génotype- environnement, l'analyse statistique de la variance, nous donne une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS, révèle onze groupes homogènes. Ce nombre important des groupes homogènes montre la variabilité phénotypique exprimée par l'effet de l'interaction des facteurs génotypes milieux.

L'étude de l'effet interaction milieux, nous aide de déterminer les (QTL) (quantitatif tri loci).

D'après le tableau (21), le génotype G1, au niveau du site d'Oued Smar, la meilleure longueur du col de l'épi (31.72cm). Suivi par, G7 au niveau du même site. Ce ci montre que les meilleurs résultats de la longueur du col de l'épi, ont été enregistrés au niveau du site de Oued Smar pour tous les génotypes. Suivi par le site de Sétif, et en dernier lieu le site de Béni Slimane.

D'après plusieurs recherches, la variable longueur du col de l'épi est considérée comme caractère de résistance à la sécheresse, grâce aux assimilés stockés dans leurs tissus (46). Mais, il peut augmenter le risque de verse physiologique provoqué par le vent et ses pluies.

Il paraît pour ce caractère, d'après les résultats enregistrés qu'effectivement, la contribution de l'environnement dans la variation des phénotypique est assez importante (96.27%). Alors celle du génotype est de (3.10%), ce ci révèle l'influence majeure de l'environnement sur l'expression de cette variable.

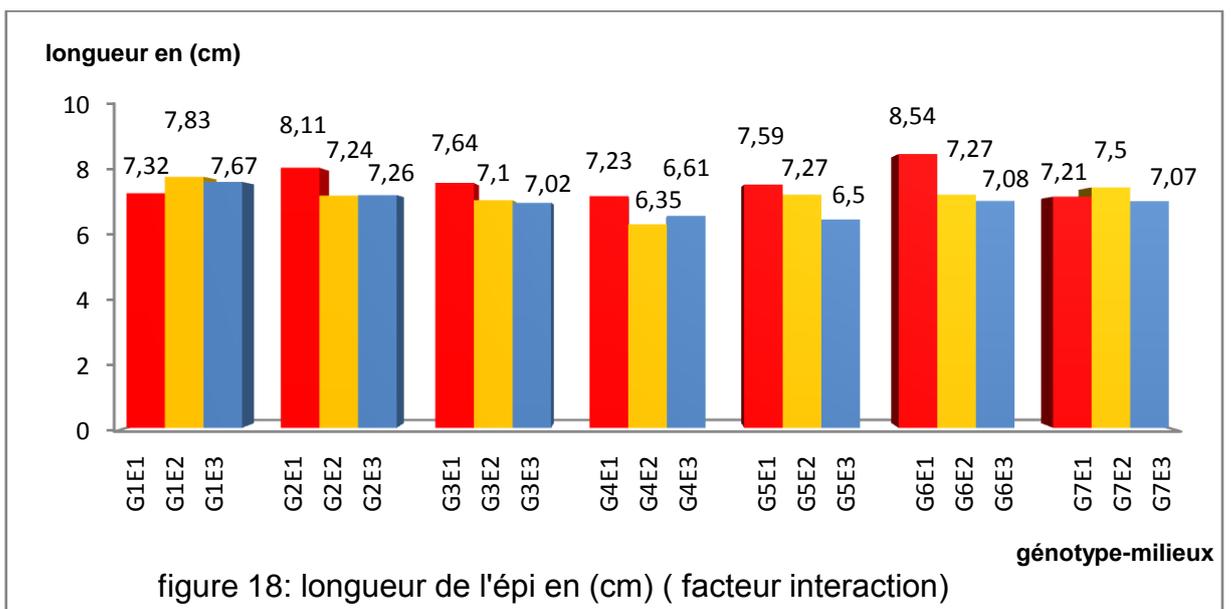
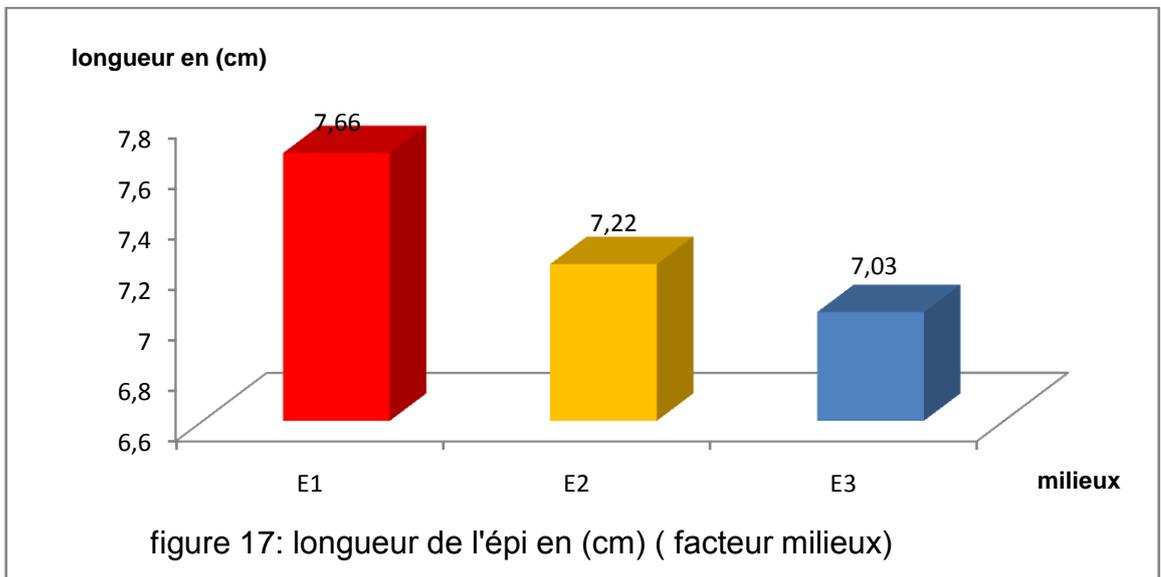
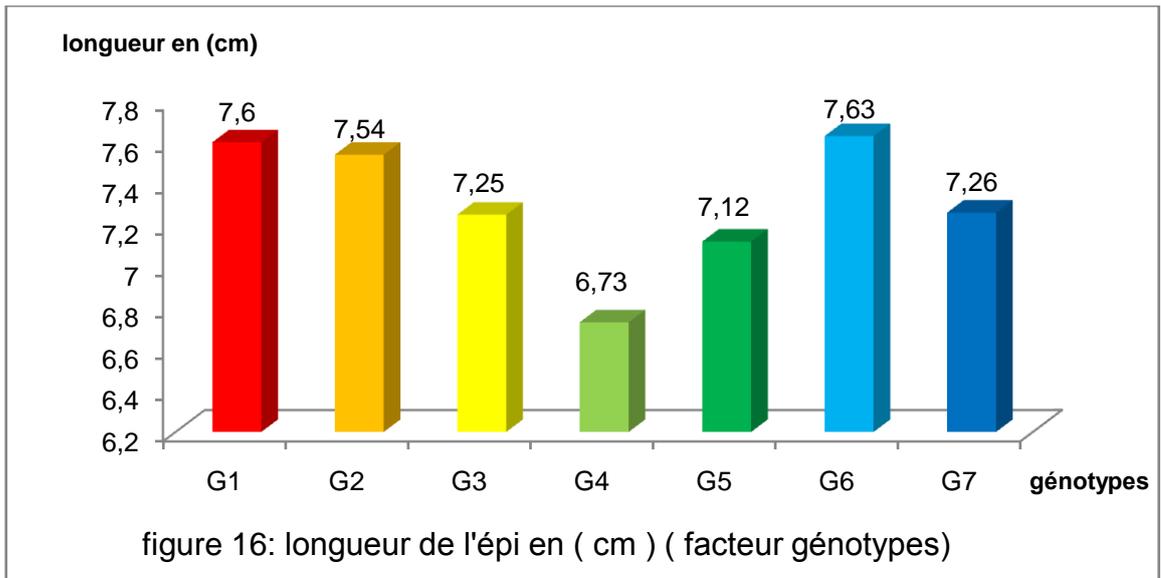
Concernant de l'interaction entre les deux facteurs, la contribution était faible avec un pourcentage de (0.41%).

6-2-4-La longueur de l'épi en (cm)

Les résultats relatifs à la longueur de l'épi sont enregistrés dans le tableau (22) et illustrés dans les figures (16), (17), (18).

Tableau 22 : longueurs de l'épi

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	7.6	0.51	0.0000 THS	A		
	G2	7.54	0.49		AB		
	G3	7.25	0.33		AB		
	G4	6.73	0.27		C		
	G5	7.12	0.22		B		
	G6	7.63	0.42		A		
	G7	7.26	0.25		AB		
environnement	E1	7.66	0.36	0.0000 THS	A		
	E2	7.22	0.39		B		
	E3	7.03	0.33		B		
interaction	G1E1	7.32	0.32	0.0006 THS	BCDEF	5.6	7.30
	G1E2	7.83	0.73		BC		
	G1E3	7.67	0.09		BC		
	G2E1	8.11	0.48		AB		
	G2E2	7.24	0.74		BCDEF		
	G2E3	7.26	0.34		BCDEF		
	G3E1	7.64	0.54		BCD		
	G3E2	7.10	0.26		BCDEF		
	G3E3	7.02	0.22		CDEF		
	G4E1	7.23	0.29		BCDEF		
	G4E2	6.35	0.34		F		
	G4E3	6.61	0.25		DEF		
	G5E1	7.59	0.33		BCD		
	G5E2	7.27	0.21		BCDEF		
	G5E3	6.50	0.13		EF		
	G6E1	8.54	0.46		A		
	G6E2	7.27	0.21		BCDEF		
	G6E3	7.08	0.63		BCDEF		
	G7E1	7.21	0.40		BCDEF		
G7E2	7.50	0.16	BCDE				
G7E3	7.07	0.21	BCDEF				



L'analyse statistique de la variance a montré, une différence très hautement significative entre les génotypes testés.

Le test NEWMAN et KEULS révèle, quatre groupes homogènes: A, AB, B, et C.

Les lignées présentent un épi plus long, sont regroupés dans le groupe homogène A. avec une longueur enregistrée de (7.63cm). Pour la lignée G6, et (7.6cm) pour la lignée G1. Alors que la lignée G4 présente la plus courte longueur, avec une valeur de (6.73cm).

Cette variabilité génétique entre les génotypes testés, montre que, ce paramètre est considéré comme un caractère quantitatif, influencé par l'interaction de plusieurs gènes.

La longueur de l'épi et la barbe, joue un rôle important dans la tolérance au stress hydrique terminal chez le blé.

Plus l'épi est long, plus la fertilité est meilleure, car, au cours de la phase de remplissage du grain, l'épi assurerait au minimum, et en condition défavorable, 13% de la photosynthèse.

Le rôle de l'épi en condition de déficit hydrique, Devient plus important que celui des dernières feuilles.

Du fait de la sénescence de ces dernières; ce la est particulièrement vrai chez le blé dur (47).

Néanmoins, l'épi court contribue à la limitation des pertes en eau.

Concernant le facteur environnement, l'analyse statistique de la variance montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS nous donne deux groupes homogènes: A et B.

D'après le tableau (22), le plus long épi a été mentionné au niveau du site d'Oued Smar, avec une longueur de (7.66 cm). Alors que, chez les sites de Sétif et Béni Slimane qui sont regroupés dans le même groupe homogène B, nous

avons enregistré les valeurs les plus faibles de longueur de l'épi, avec (7.22cm) et (7.03cm).

L'analyse statistique de la variance pour le facteur interaction génotype milieu a révélé une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S, donne dix groupes homogènes: A, AB, BC, BCD, BCDE, BCDEF, CDEF, DEF, EF, F.

Ce nombre important de groupe homogènes, montre considérable de la variabilité d'expression phénotypique, causée par l'interaction génotype milieu; ce qu'on appelle d'après (48), la norme de réaction des génotypes aux conditions du milieu.

D'après les résultats obtenus, nous avons constaté, que la lignée G6 dans l'environnement d'Oued Smar a donné l'épi le plus long, avec une longueur de (8.54cm), suivi par la lignée G2 dans le même environnement, avec une valeur de (8.11cm).

L'étude de tous les résultats enregistrés dans le tableau (22), indique que les plus longs épis sont trouvés au niveau du site d'Oued Smar. Ce qui montre que cette meilleure expression, est due principalement aux conditions du milieu favorable.

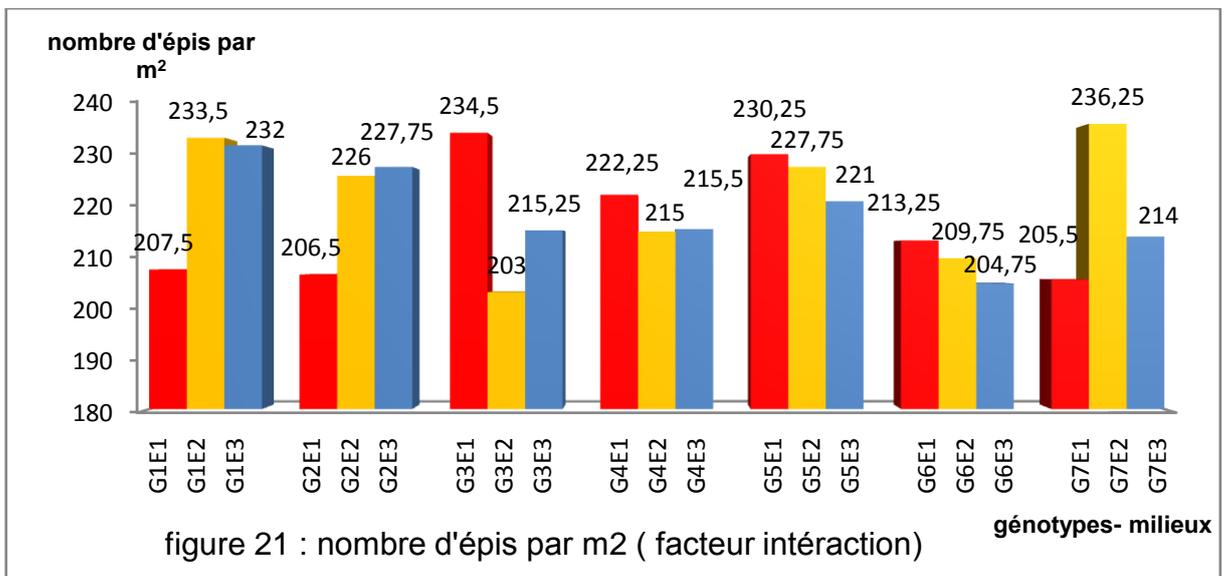
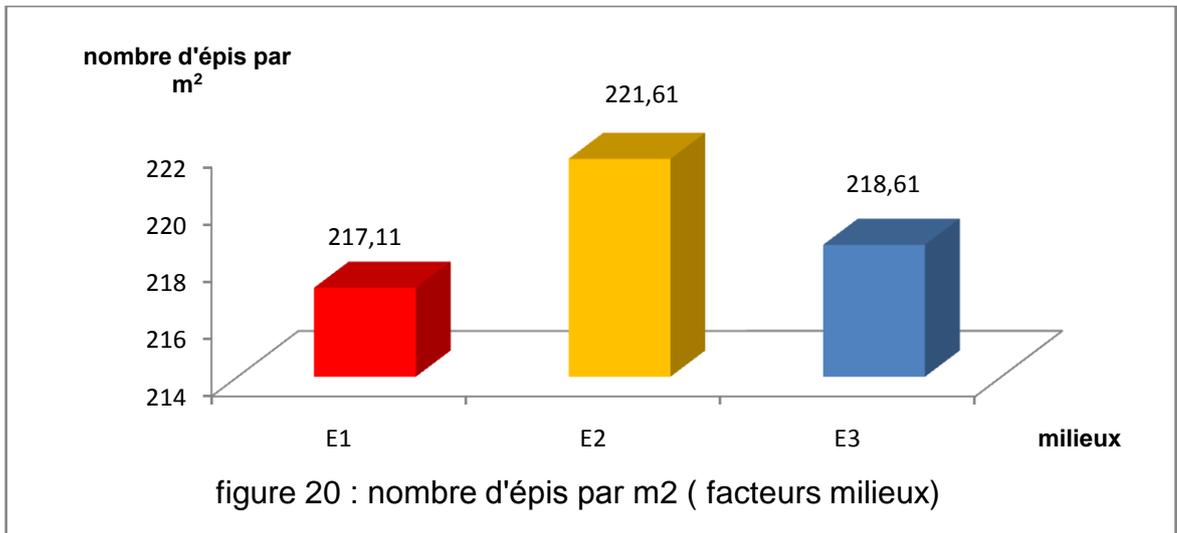
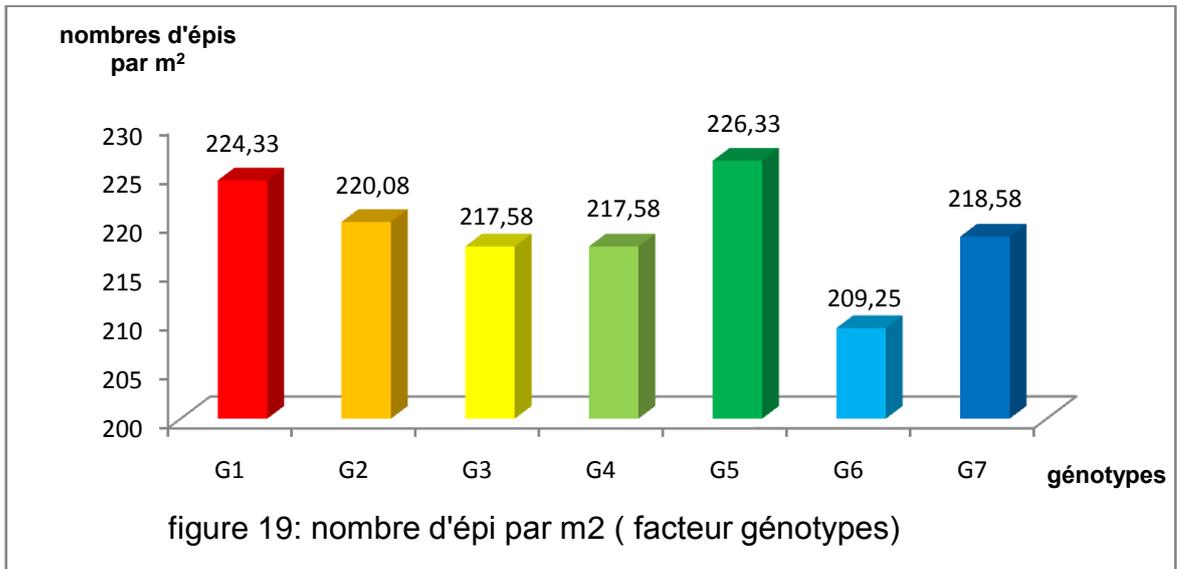
6-3-Les composantes du rendement

6-3-1-Peuplement épis par mètre carré

Les résultats relatifs aux nombres d'épis par mètre carré sont compris dans le tableau (23) et illustrés dans les figures (19), (20), (21).

Tableau 23 : peuplements épi par mètre carré

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	224.33	10.63	0.4555 NS			
	G2	220.08	15.54				
	G3	217.58	25.48				
	G4	217.58	13.32				
	G5	226.33	21.07				
	G6	209.25	12.61				
	G7	218.58	19.44				
environnement	E1	217.11	21.86	0.6844 NS			
	E2	221.61	15.41				
	E3	218.61	12.88				
interaction	G1E1	207.50	13.18	0.1303 NS		8.9	219.11
	G1E2	233.50	12.07				
	G1E3	232.00	14.55				
	G2E1	206.50	17.18				
	G2E2	226.00	18.67				
	G2E3	227.75	15.56				
	G3E1	234.50	47.22				
	G3E2	203.00	7.62				
	G3E3	215.25	9.67				
	G4E1	222.25	7.27				
	G4E2	215.00	15.41				
	G4E3	215.50	18.98				
	G5E1	230.25	29.79				
	G5E2	227.75	23.94				
	G5E3	221.00	12.94				
	G6E1	213.25	16.94				
	G6E2	209.75	11.79				
	G6E3	204.75	12.53				
	G7E1	205.50	19.33				
G7E2	236.25	25.20					
G7E3	214.00	19.41					



L'analyse statistique de la variance nous révèle une différence non significative, entre les génotypes testés.

D'après le tableau (23), on constate que la lignée G5 a donnée la meilleure densité avec (226.33 épis par m²). Alors que le peuplement le plus faible était obtenu chez le génotype G5 avec une valeur de (209.25 épis/m²).

L'expression d'un bon rendement est associée positivement à nombre d'épis par mètre carré. (49).

Ce paramètre considéré comme une importante composante du rendement, et sous l'influence du facteur génétique (l'aptitude de formation de talles) (50).

Le nombre d'épis par mètre carré déterminé à la fin d'épiaison, peut affecter le nombre de grains par épi ainsi que le poids moyen des grains (51).

Concernant le facteur milieu. L'analyse statistique de la variance nous montre une différence non significative.

Les résultats obtenus montrent que, le site de Sétif a donné le plus élevé peuplement épis par mètre carré avec (221.61). Alors que le site d'Oued Smar a enregistré le plus faible peuplement avec (217.11 épis/m²).

Le nombre d'épis par mètre carré varié plus en fonction des années et des lieux qu'en fonction des variétés pour une même année. Cette variabilité est due soit aux techniques culturales (densité de semis, travail du sol, fertilisation). Soit aux conditions du milieu (l'eau, la température, les accidents climatiques).

Dans le cas de notre étude, les conditions climatiques enregistrées aux niveaux des trois sites durant la campagne étaient bonnes. Ce qui indique que ce faible taux d'épis par mètre carré est du au nombre faible de talles par plant.

L'analyse statistique de la variance pour le facteur interaction génotype milieu, nous révèle une différence non significative.

D'après le tableau (23), la variété G7 au niveau du site de Sétif a enregistrée la meilleure valeur avec (236.25 épis par mètre carré). Alors que la variété G3 au niveau de Sétif a donnée le taux le plus faible avec (203 épi par mètre carré).

Le peuplement épi par mètre carré reste un paramètre primordial dans l'élaboration du rendement en grain.

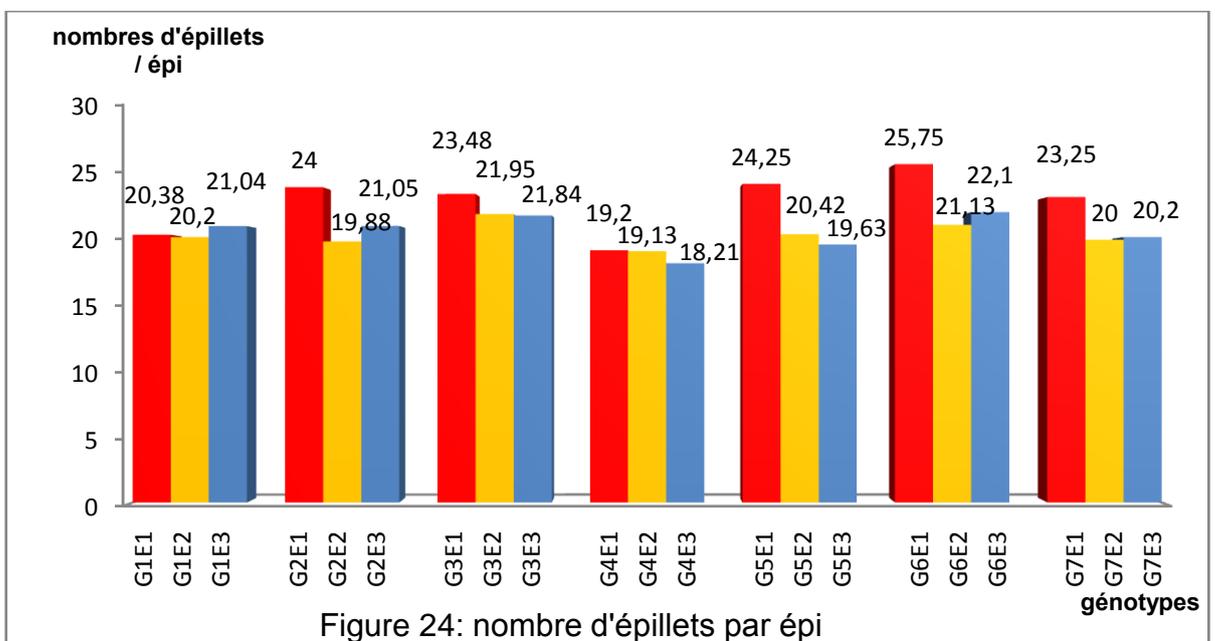
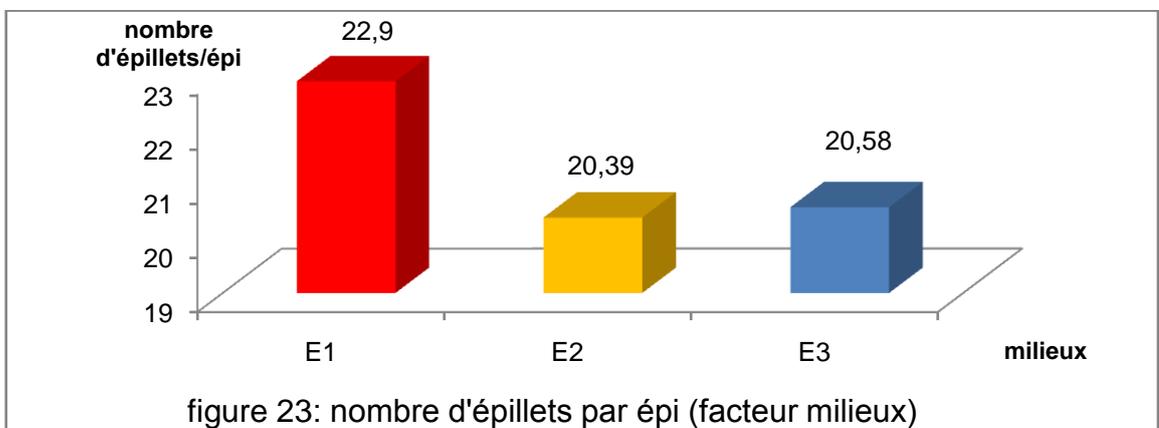
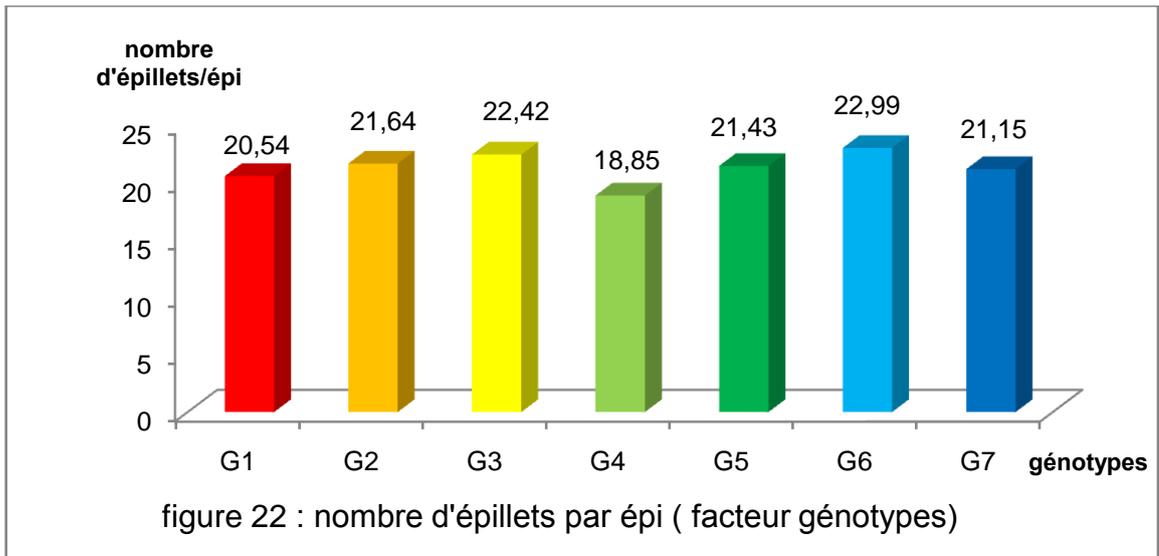
Bien que ce paramètre soit un caractère génétique, l'effet de l'environnement reste toujours assez important dans son expression; il est fortement influencé par l'alimentation minérale notamment l'azote et le phosphore. Ainsi l'eau qui joue un rôle important pour favoriser une meilleure élaboration de cette variable. Les résultats obtenus révèlent l'effet important de l'environnement sur la variation phénotypique avec (73.65%); alors le génotype contribue avec (23.31%) dans l'expression de paramètre. Pour l'effet interaction des deux facteurs la contribution était faible avec un pourcentage de (3.03%).

6-3-2-Nombre d'épillets par épi

Les résultats relatifs au nombre d'épillets totales par épi sont représentés dans le tableau (24) et les illustrés dans les figures (22), (23), (24).

Tableau 24 : nombre d'épillets par épi

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V	Moyenne générale
génotype	G1	20.54	0.95	0.0000 THS	C		
	G2	21.64	1.35		BC		
	G3	22.42	1.25		AB		
	G4	18.85	0.56		D		
	G5	21.43	1.01		BC		
	G6	22.99	1.11		A		
	G7	21.15	1.09		BC		
environnement	E1	22.90	1.26	0.0000 THS	A		
	E2	20.39	0.99		B		
	E3	20.58	0.85		B		
interaction	G1E1	20.38	1.49	0.0005 THS	DEF	5.6	21.29
	G1E2	20.20	0.63		DEF		
	G1E3	21.04	0.69		CDEF		
	G2E1	24.00	1.83		AB		
	G2E2	19.88	1.80		DEF		
	G2E3	21.05	0.33		CDEF		
	G3E1	23.48	1.92		BC		
	G3E2	21.95	0.74		BCDE		
	G3E3	21.84	1.23		BCDE		
	G4E1	19.20	0.50		DEF		
	G4E2	19.13	0.85		EF		
	G4E3	18.21	0.43		F		
	G5E1	24.25	1.50		AB		
	G5E2	20.42	1.18		DEF		
	G5E3	19.63	0.35		DEF		
	G6E1	25.75	1.26		A		
	G6E2	21.13	1.03		CDE		
	G6E3	22.10	1.36		BCD		
	G7E1	23.25	0.96		BC		
G7E2	20.00	1.19	DEF				
G7E3	20.20	1.41	DEF				



L'analyse statistique de la variance pour le facteur génotype, nous donne une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S, révèle cinq groupes homogènes A, AB, BC, C, D.

D'après le tableau (24), le génotype G6 présente le nombre d'épillets le plus élevé avec (22.99 épillets/ épi). Alors que la lignée, G4 révèle la valeur la plus faible avec (18.85 épillets/ épi).

Cette signification entre les génotypes testés est due essentiellement à la phase reproductive, plus cette dernière est longue, plus le nombre d'épillets par épi est grand.

Notre étude montre que, le génotype G6 a donné le nombre d'épillets par épi le plus élevé à cause de la phase reproductive et la durée de tallage les plus longues.

Pour le facteur environnement l'analyse statistique de la variance montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS nous donne deux groupes homogènes A, B.

On constate d'après le tableau (24), que le site de Oued Smar révèle le nombre d'épillets par épi le plus élevé, avec (22.90). Tandis que les sites de Béni Slimane et Sétif ont enregistré les valeurs les plus faibles avec (20.58) et (20.39 épillets/épi).

le nombre d'épillets par épi est déterminé essentiellement par des facteurs climatiques (température, durée du jour, photopériode). Donc l'environnement a un effet limitant pour l'expression des potentialités génétiques de chaque lignée.

L'analyse statistique de la variance pour l'interaction génotypes milieu révèle une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S donne dix groupes homogènes.

D'après le tableau (24), on peut conclure les observations suivantes:

Pour la lignée G6 qui donne le meilleur nombre d'épillets par épi avec (25.75), la variabilité entre les trois milieux était importante oscille entre 25.75 et 22.1 épillets/épi. La même remarque pour G2 et G5. Alors que, chez certains génotypes tels que G1 et G4 qui donne le nombre d'épillets par épi le plus faible, on a remarqué que la variabilité était faible; c'est-à-dire une stabilité génétique de ce paramètre dans les trois milieux.

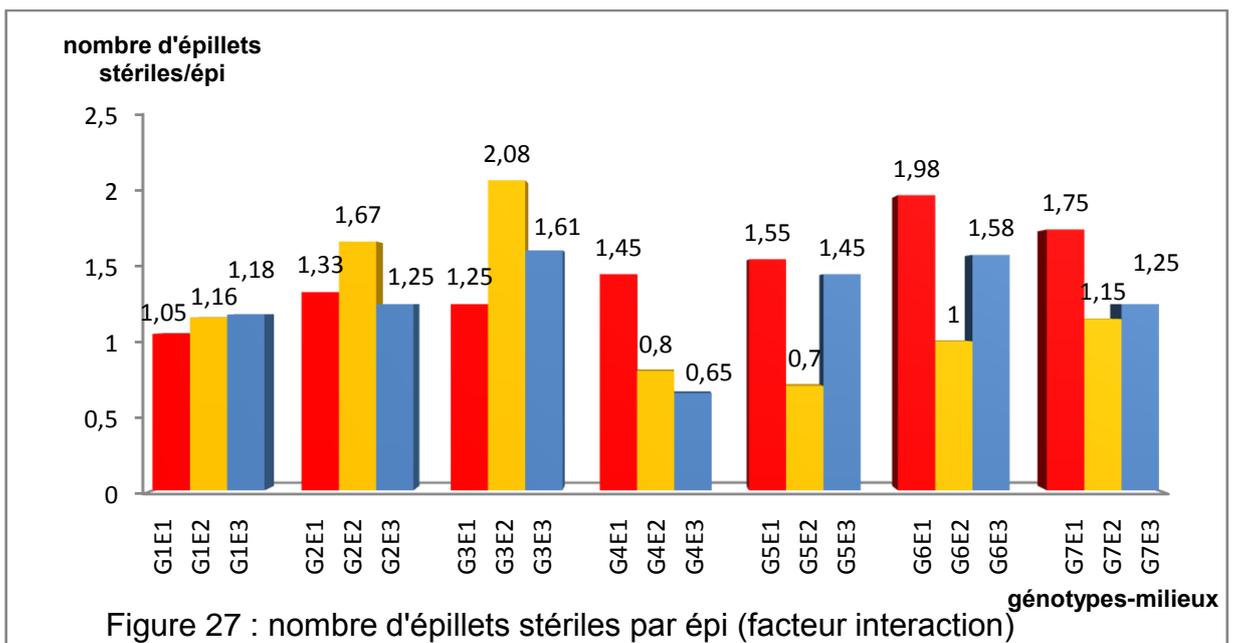
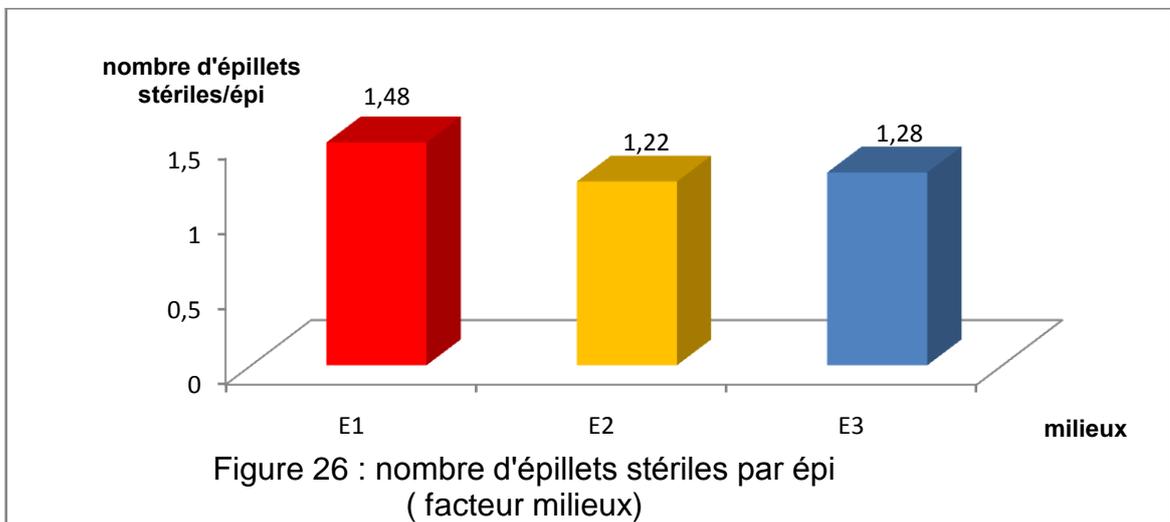
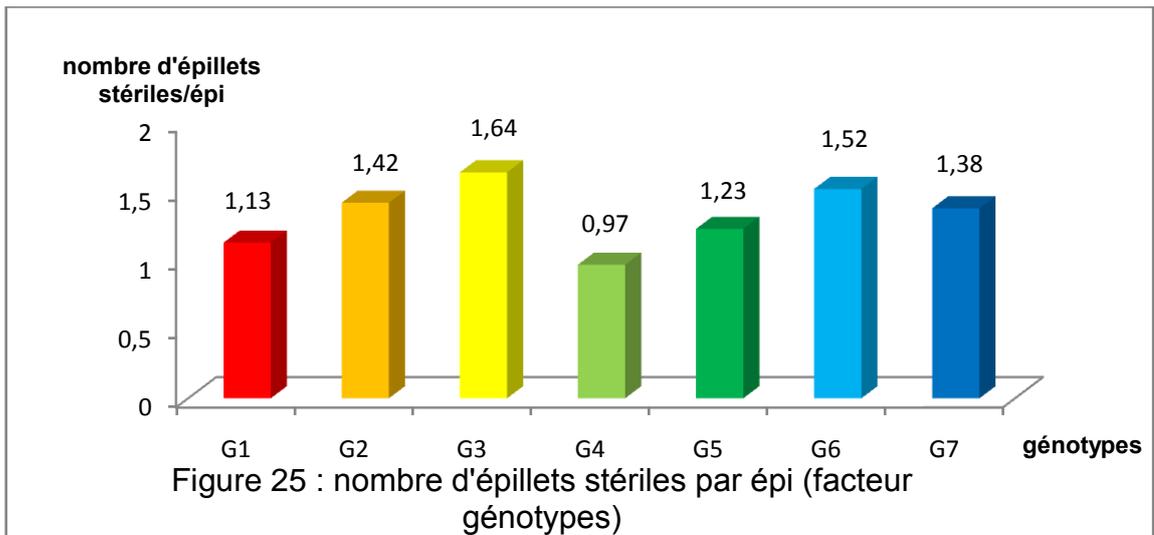
Les résultats obtenus pour le paramètre épillets par épi révèlent un effet génotypique majeur, sa contribution est assez importante (48.29%) par rapport à la contribution de l'environnement avec (25.92%). Et l'effet interaction qui semble appréciable avec (25.79%). Ces résultats confirment effectivement que ce paramètre est fortement lié aux potentialités génétiques propres de la variété, avec un moyen effet environnemental.

6-3-3-Nombre d'épillets stériles par épi

Les résultats relatifs au nombre d'épillets stériles par épi sont représentés dans le tableau (25) et les illustrés dans les figures (25), (26), (27).

Tableau 25 : nombre d'épillets stériles par épi

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V	Moyenne générale
génotype	G1	1.13	0.31	0.0009 THS	BC		
	G2	1.42	0.42		AB		
	G3	1.64	0.37		A		
	G4	0.97	0.33		C		
	G5	1.23	0.36		ABC		
	G6	1.52	0.32		AB		
	G7	1.38	0.32		AB		
environnement	E1	1.48	0.35	0.0388 S	A		
	E2	1.22	0.37		B		
	E3	1.28	0.30		AB		
interaction	G1E1	1.05	0.29	0.0002 THS	BCDE	29.0	1.33
	G1E2	1.16	0.25		ABCDE		
	G1E3	1.18	0.14		ABCDE		
	G2E1	1.33	0.25		ABCDE		
	G2E2	1.67	0.62		ABCD		
	G2E3	1.25	0.44		ABCDE		
	G3E1	1.25	0.32		ABCDE		
	G3E2	2.08	0.51		A		
	G3E3	1.61	0.37		ABCDE		
	G4E1	1.45	0.45		ABCDE		
	G4E2	0.80	0.24		CDE		
	G4E3	0.65	0.38		E		
	G5E1	1.55	0.42		ABCDE		
	G5E2	0.70	0.48		DE		
	G5E3	1.45	0.25		ABCDE		
	G6E1	1.98	0.41		AB		
	G6E2	1.00	0.41		BCDE		
	G6E3	1.58	0.19		ABCDE		
	G7E1	1.75	0.53		ABC		
G7E2	1.15	0.24	ABCDE				
G7E3	1.25	0.19	ABCDE				



L'analyse statistique de la variance, montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les génotypes testés.

Le test NEWMAN et KEULS révèle cinq groupes homogènes: A, AB, ABC, BC, C.

Pour ce facteur et d'après le tableau (25), nous remarquons que le génotype G3 donne le nombre le plus élevé d'épillets stériles par épi (1.63). Alors que la faible valeur est enregistrée chez la lignée G4 avec (0.97 épillets stériles par épi).

Les génotypes qu'ils ont une structure génétique favorisant une forte fertilité présentent une capacité d'ajustement élevée.

En ce qui concerne l'effet du milieu, l'analyse statistique de la variance nous donne une différence hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS détermine trois groupes homogènes: A, AB, B.

Il ressort du tableau (25) que le site que le site de Oued Smar donne le nombre d'épillets stérile par épi le plus élevé avec (1.28), suivi par le site de Béni Slimane avec (1.28). Tandis qu'au niveau de Sétif le taux d'épillets stériles est le plus faible (1.22).

Ce paramètre est fortement influencé par l'effet du milieu.

Une carence en azote au début de montaison peut provoquer une augmentation du nombre d'épillets stériles. Selon le même auteur, il arrive par fois, suite au stress climatique à la méiose (stress hydrique ou basse température), que les gamètes soient pas fonctionnels, et que la fécondation ne soit pas avoir lieu. Ce ci limite le nombre de grains formés, car le pollen perd sa viabilité et ne peut féconder le sac embryonnaire.

C'est pour cette raison l'effet du milieu est limitant pour cette variable.

Pour le facteur, interaction génotype milieu, l'analyse statistique de la variance nous révèle une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS donne groupes homogènes, ce qui confirme l'effet important de l'interaction génotype milieu sur cette variable.

D'après les résultats enregistrés dans le tableau (25), le génotype qui donne le plus grand nombre d'épillets stériles par épi est G3 au niveau de Sétif avec une valeur de (2.08). Alors que ce dernier donne des valeurs plus faibles dans les deux autres sites Béni Slimane (1.61) et Oued Smar (1.25). Cependant le génotype G5 enregistre le plus faible nombre d'épillets stériles par épi au niveau de Sétif.

Concernant les autres lignées on a obtenu des moyennes entre 1 et 2 épillets stériles par épi.

Le nombre d'épillets stériles par épi est un paramètre assez influencé par l'environnement; surtout manque d'azote pendant la fécondation, le stress hydrique et l'enseuillement, ces conditions climatiques jouent un rôle primordial pour la fécondation.

Il ressort d'après les résultats obtenus que l'environnement contribue avec (75.73%) dans la variation phénotypique totale. Alors le génotype participe avec (22.56%). L'interaction entre les deux facteurs induit un taux de variation de (1.70%) dans l'expression phénotypique.

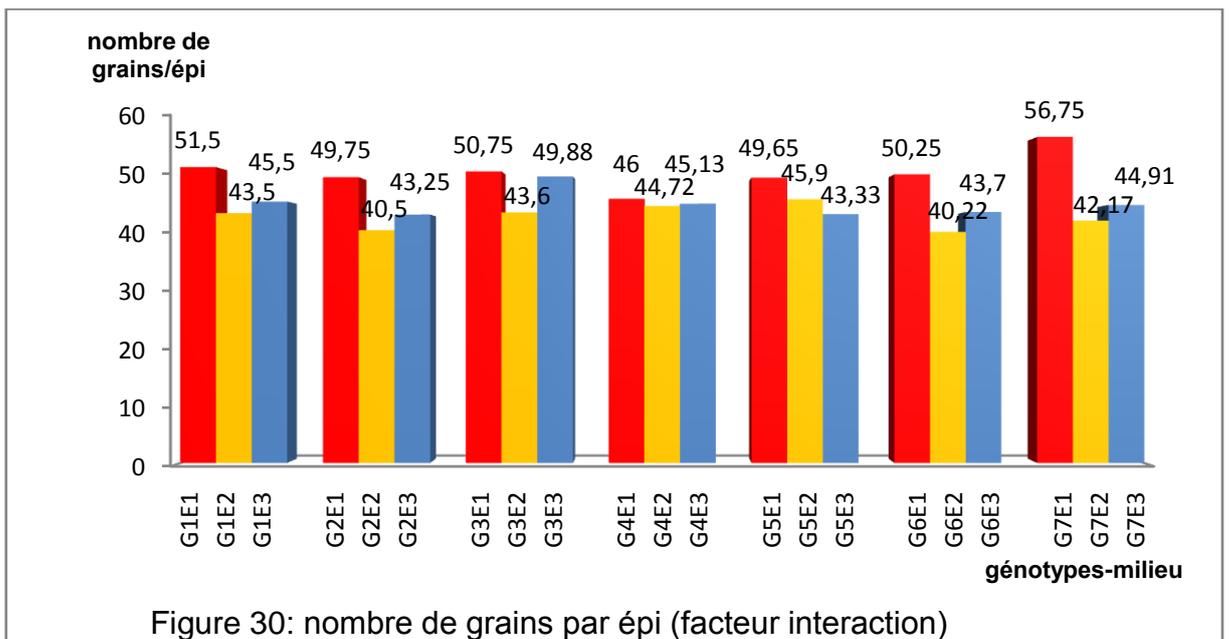
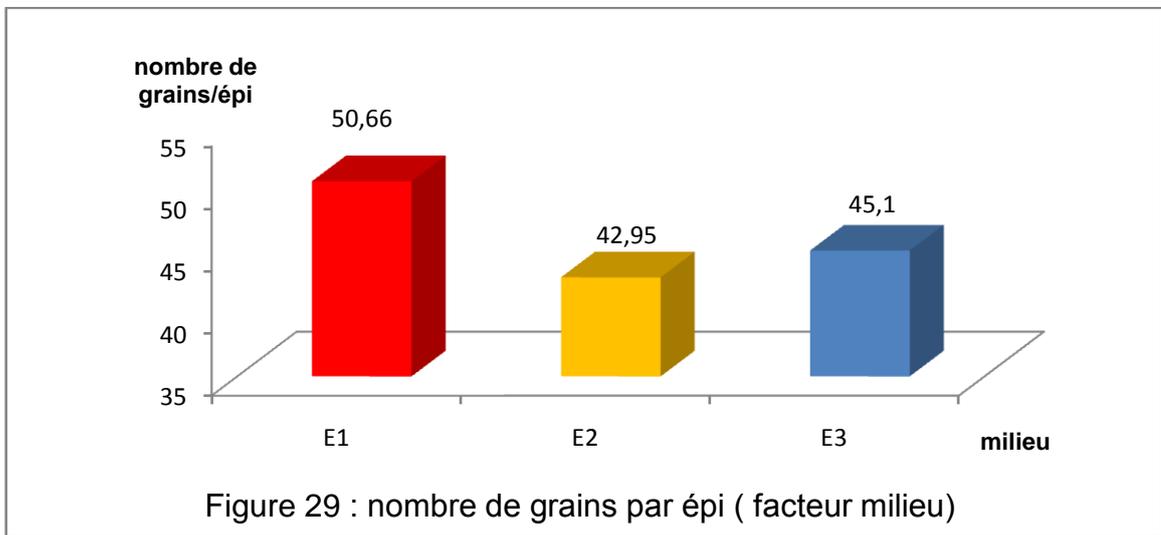
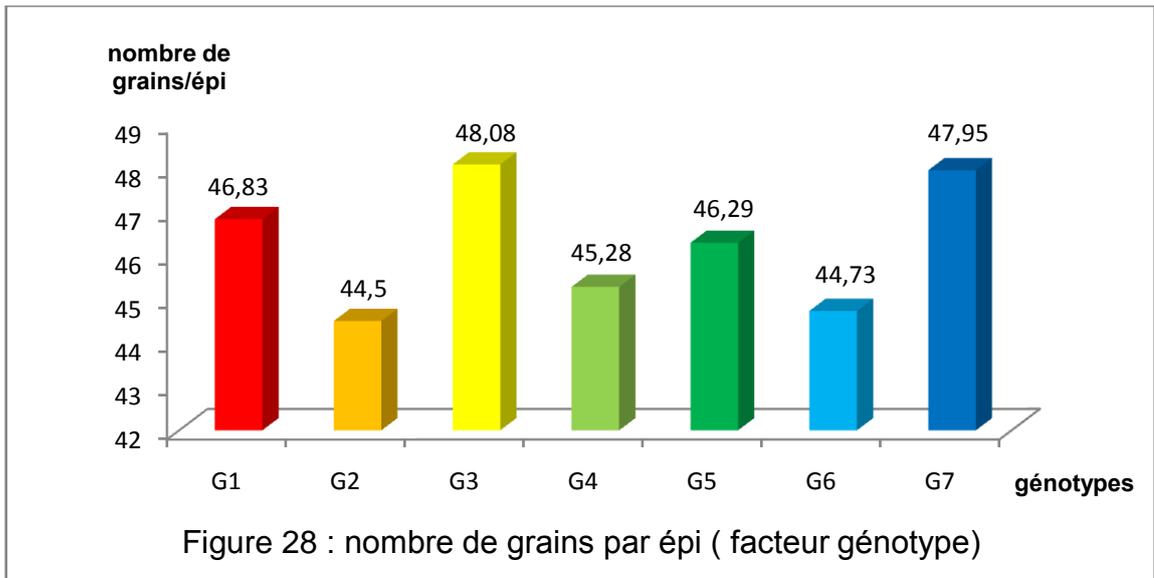
Il est important de prendre en considération ces données pour élaborer un plan de sélection adéquat.

6-3-4-Nombre de grains par épi

Les résultats relatifs au nombre de grains par épi sont représentés dans le tableau (26) et les illustrés dans les figures (28), (29), (30).

Tableau 26 : nombre de grains par épi

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V	Moyenne générale
génotype	G1	46.83	1.93	0.0053	AB		
	G2	44.50	2.76		B		
	G3	48.08	1.65		A		
	G4	45.28	2.17		AB		
	G5	46.29	1.91		AB		
	G6	44.73	2.61		B		
	G7	47.95	3.67		A		
environnement	E1	50.66	2.94	0.0000	A		
	E2	42.95	1.76		C		
	E3	45.10	2.38		B		
interaction	G1E1	51.50	2.38	0.0004	B	5.9	46.24
	G1E2	43.5	1.91		DE		
	G1E3	45.50	1.36		BCDE		
	G2E1	49.75	3.86		BCD		
	G2E2	40.50	1.68		E		
	G2E3	43.25	3.20		DE		
	G3E1	50.75	2.22		BC		
	G3E2	43.60	1.70		DE		
	G3E3	49.88	1.49		BCD		
	G4E1	46.00	1.83		BCDE		
	G4E2	44.72	1.82		CDE		
	G4E3	45.13	3.25		CDE		
	G5E1	49.65	2.09		BCD		
	G5E2	45.90	2.95		BCDE		
	G5E3	43.33	0.59		DE		
	G6E1	50.25	3.40		BC		
	G6E2	40.22	0.93		E		
	G6E3	43.70	3.54		DE		
	G7E1	56.75	5.74		A		
G7E2	42.17	2.36	E				
G7E3	44.91	3.31	CDE				



L'analyse statistique de la variance montre un effet très hautement significatif pour le facteur génotype.

Le test NEWMAN et KEULS nous révèle trois groupes homogènes: A, AB, B.

D'après le tableau (26) le génotype G3 présente le nombre de grains par épi le plus élevé avec (48.08), suivi par le témoin G7 avec une valeur de (47.95). Alors que les génotypes G2 et G6 présentent les plus faibles valeurs avec un nombre de grains par épi respectivement de (44.50) et (44.73).

Le nombre de grains par épi est la composante de rendement la plus importante.

Ce paramètre joue un rôle essentiel dans la variabilité du rendement. (52).

(53), ont également montrés que ce paramètre, varié en fonction des variétés, il dépend de la fertilité des épillets et nombres de ces dernières, et peut s'associer à d'autres composantes du rendement.

Ces mêmes auteurs en (1990) rapportent que, le nombre d'épillets et de grains par épi sont sous le contrôle génétique de type additif. Et que la dominance agit avec une forte expression du caractère nombre d'épi, et une faible expression du nombre de grains par épi. Il existe des liaisons positives entre ces deux caractères et le rendement, et des liaisons négatives entre eux.

Cette variable présente une stabilité héréditaire moyenne.

En ce qui concerne le facteur environnement, et d'après le tableau (26), l'analyse statistique de la variance montre nous donne une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S, révèlent trois groupes homogènes A, B, C.

Pour les trois sites étudiés. Ces résultats montrent l'efficacité du milieu sur la variabilité d'expression des génotypes.

Cette variable est fortement liée aux conditions du milieu.

(54), rapportent qu'un déficit hydrique en printemps, a un effet, qui se manifeste surtout sur le nombre de grains par épi.

Durant notre expérimentation et d'après le tableau (26), on a constaté que le site d'Oued Smar a donné le nombre de grains par épi le élevé, avec une moyenne de (50.66), suivi par Béni Slimane (45.10), et en dernier lieu le site de Sétif avec (42.95),

A cause des facteurs climatique enregistrés au niveau de Sétif (déficit hydrique en printemps, les accidents climatique (gelée))

L'analyse statistique de la variance pour le facteur interaction génotype milieu montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S, a révélé huit groupes homogènes: A, B, BC, BCD, BCDE, CDE, DE, E.

Les résultats enregistrés dans le tableau (26), et illustré dans la figure (27), indiquent que, le génotype témoin G7 a donné le nombre de grains par épi le plus élevé au niveau de Oued Smar, avec une valeur de (56.75). Néanmoins ce dernier ne donne que (42.17 grains/épi) à Sétif.

Il ressort d'après le tableau (26), que toutes les lignées ont donnés des meilleurs nombres de grains par épi au niveau d'Oued Smar, et les plus faibles valeurs ont enregistrés à Sétif.

Ce paramètre a une influence cardinale sur le rendement, lorsque l'amélioration du rendement passe nécessairement par le raisonnement du nombre de grain par épi, qui explique 75% des variations du rendement.

Il est fonction du nombre d'épillets par épi et la fertilité de l'épi

Le nombre de grains par épi est un paramètre déterminant pour le rendement final en grain. Étant donné que le potentiel génétique de la variété sous l'effet de l'environnement à donner un nombre de grain par épi, se traduit en rendement final.

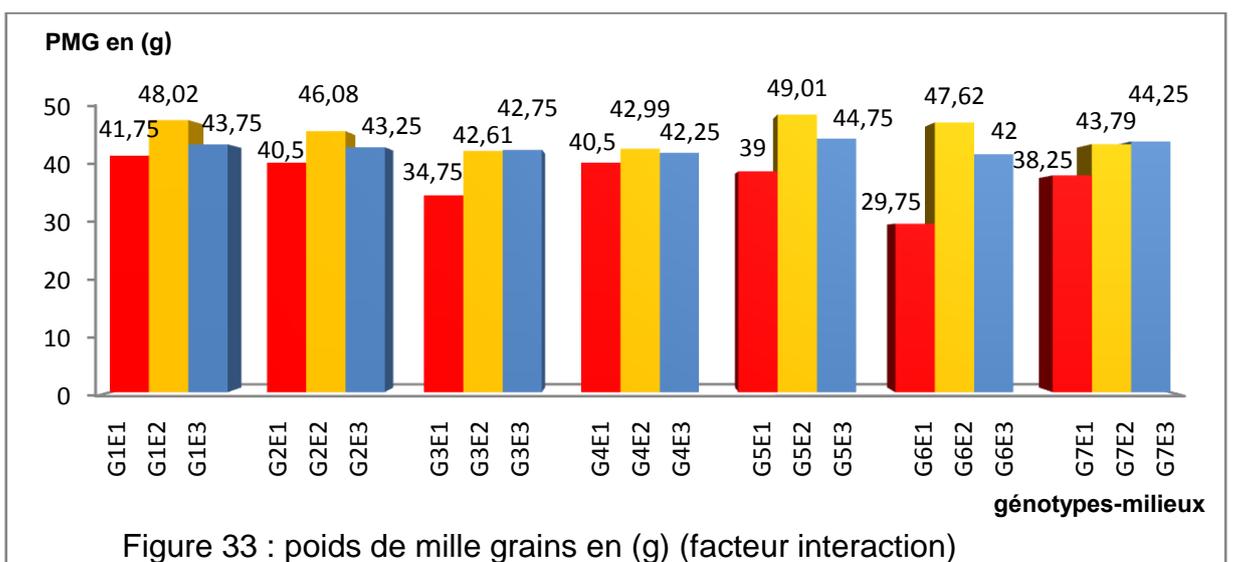
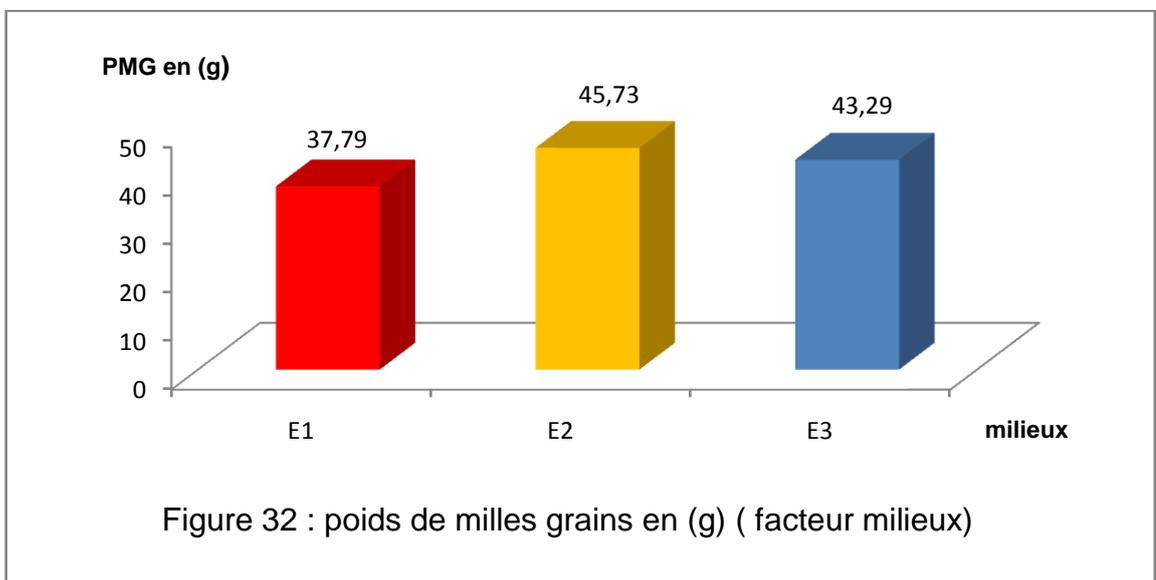
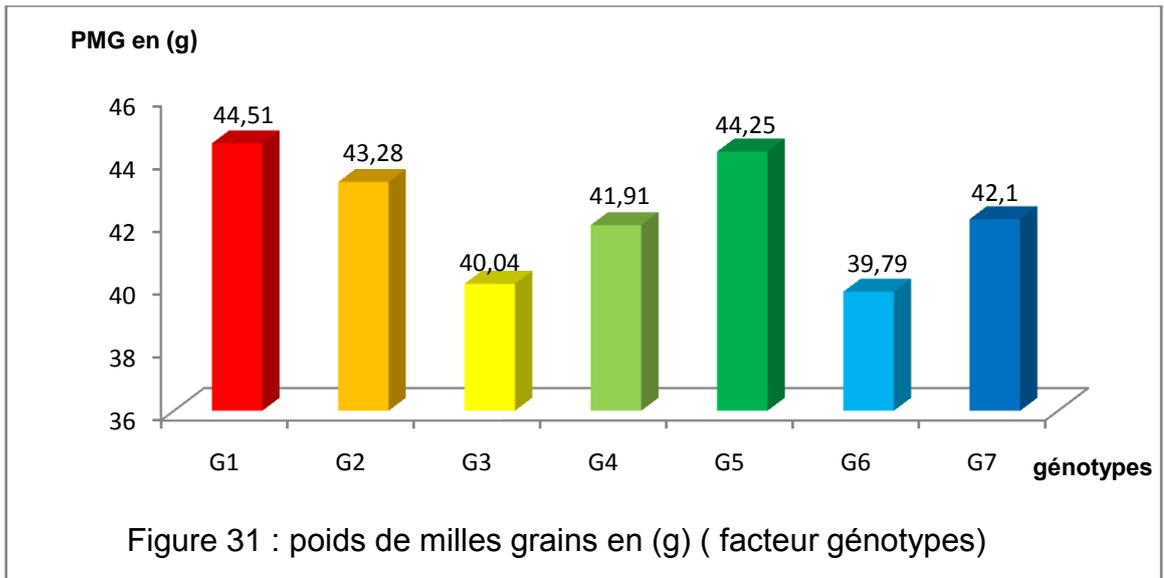
Ce paramètre selon les résultats enregistrés montre que l'effet des deux facteurs génotype et environnement est semblable, chaque un contribue de (45%) de l'expression phénotypique totale. Alors que la part de l'interaction est faible avec un taux de (10.06%).

6-3-5-Le poids de mille grains (PMG) en grs

Les résultats relatifs au poids de mille grains sont enregistrés dans le tableau (27) et les illustrés dans les figures (31), (32), (33).

Tableau 27 : poids de mille grains

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	44.51	3.49	0.0003 THS	A		
	G2	43.28	2.59		A		
	G3	40.04	3.17		B		
	G4	41.91	1.29		AB		
	G5	44.25	2.20		A		
	G6	39.79	2.59		B		
	G7	42.10	2.39		AB		
environnement	E1	37.79	1.86	0.0000 THS	C		
	E2	45.73	3.14		A		
	E3	43.29	2.48		B		
interaction	G1E1	41.75	1.71	0.0005 THS	BCDE	6.8	42.27
	G1E2	48.02	5.24		AB		
	G1E3	43.75	2.03		ABCDE		
	G2E1	40.50	1.91		CDE		
	G2E2	46.08	3.65		ABCD		
	G2E3	43.25	2.75		ABCDE		
	G3E1	34.75	1.26		F		
	G3E2	42.61	4.12		ABCDE		
	G3E3	42.75	4.27		ABCDE		
	G4E1	40.50	1.73		CDE		
	G4E2	42.99	0.95		ABCDE		
	G4E3	42.25	1.50		ABCDE		
	G5E1	39.00	2.94		DEF		
	G5E2	49.01	1.67		A		
	G5E3	44.75	2.50		ABCDE		
	G6E1	29.75	2.75		G		
	G6E2	47.62	3.87		ABC		
	G6E3	42.00	1.41		ABCDE		
	G7E1	38.25	1.89		EF		
G7E2	43.79	3.52	ABCDE				
G7E3	44.25	2.22	ABCDE				



L'analyse statistique de la variance pour le facteur génotype indique une différence très hautement significative. Cette signification montre l'effet génétique sur cette variable.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S donne trois groupes homogènes: A, AB, B.

Les résultats enregistrés dans le tableau (27) et illustrés dans la figure (28) révèlent que le poids de mille grains le plus élevé était mentionné chez la variété G1 avec une valeur de (44.51g). Suivi par G5 et G2, qui sont classées dans le même groupe homogène A, avec des PMG respectivement (44.25g) et (43.28g). Alors que la variété G6 a donnée la valeur la plus faible (39.79g).

Cette amplitude important entre les génotypes est due aux potentialités génétiques de chaque lignée. C'est pour cette raison, et d'après GRIGNAC (1981), le poids de mille grains est considéré comme critère variétal. Il subit des fluctuations liées en particulier à l'échaudage. Il est utilisé surtout dans la sélection des variétés pour caractériser la grosseur et la densité des grains.

Le même auteur que le poids de mille grains diminue lorsque la fertilité de l'épi augmente. Ce qui concorde avec les résultats que nous avons obtenus chez le paramètre de nombre de grains par épi et le nombre d'épillets par épi, lorsque, plus ces derniers sont grands plus le poids de mille grains est faible.

Pour le facteur environnement, l'analyse statistique de la variance montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S, nous donne groupes homogènes: A, B, C.

Les résultats enregistrés dans le tableau (27) et la figure (29) dévoilent que le poids de milles grain le plus élevé était obtenu au niveau du site de Sétif (45.73g), là ou qui a donné le nombre de grains le plus faible. Tandis que le PMG le plus faible à été constaté au niveau d'Oued Smar, contrairement pour le nombre de grains par épi dans ce site.

Tout ce la, justifier l'effet limitant du milieu sur l'expression de ce paramètre. Qui est d'après (55) fortement dépendant aux variations des conditions climatiques dans les trois milieux. Et à la nutrition azotée durant la maturation.

Concernant l'effet de l'interaction génotype milieu sur le poids de mille grains, l'analyse statistique de la variance montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S nous donne onze groupes homogènes: A, AB, ABC, ABCD, ABCDE, BCDE, CDE, DEF, EF, F, G.

Il ressort d'après le tableau (27) que la lignée G5 a donnée le meilleur poids de mille grains (49.01g) au niveau de Sétif, cette dernière révèle un PMG de (39g) à Oued Smar. Les mêmes rapports ont été enregistrés chez les autres variétés (une valeur supérieure à Sétif et une valeur inférieure à Oued Smar). En comparant ces données avec celles que nous avons obtenus pour les paramètres nombre d'épillets par épi et nombre de grains par épi; on trouve pour toutes les lignées une relation inverse, lorsque plus le nombre de grains et le nombre d'épillets par épi augmente, plus le PMG diminue.

La variabilité d'expression des génotypes sous l'effet du milieu était importante. Cette dernière est due aux différences des gènes entre les lignées et aux différences des conditions de milieux.

Les résultats enregistrés pour le poids de mille grains montrent que ce paramètre est peu maîtrisable, très influencé par la variation de l'environnement; en particulier l'alimentation en azote et la présence ou l'absence de l'eau notamment pendant le remplissage de grains; en effet le PMG est la résultante de la migration des réserves accumulées par la plante (amidon, acides gras, protéines) vers la graine donc une insuffisance en alimentation minérale ainsi que une présence de déficit hydrique entraîne un chut important en PMG.

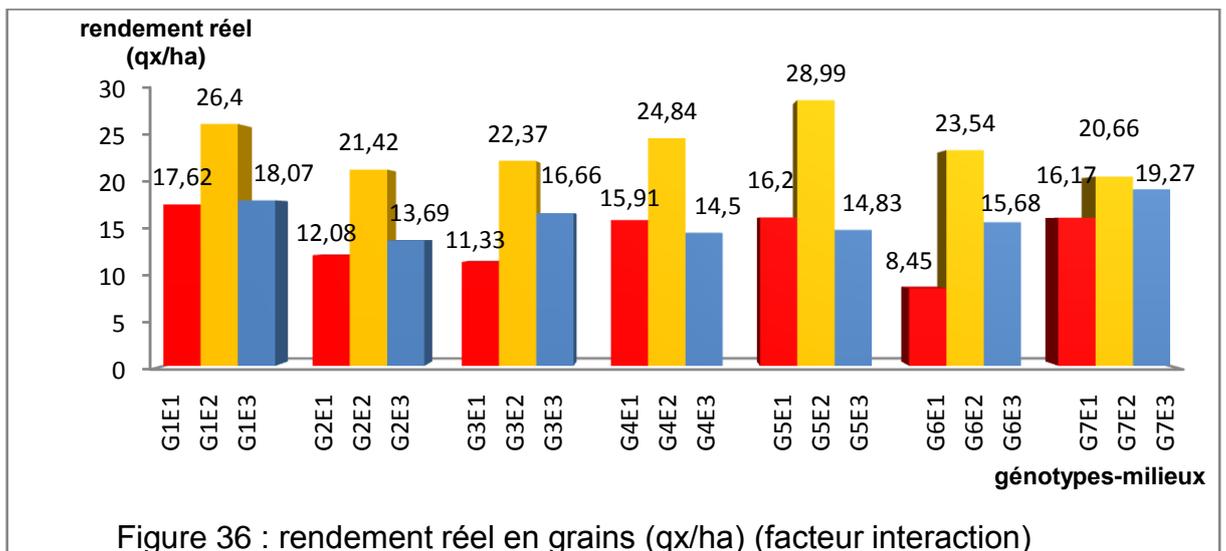
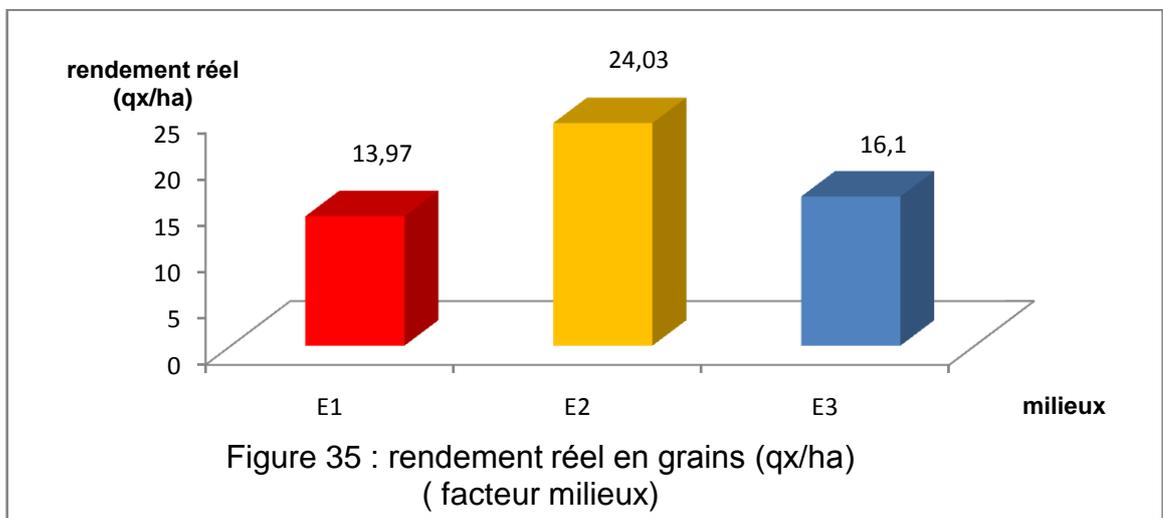
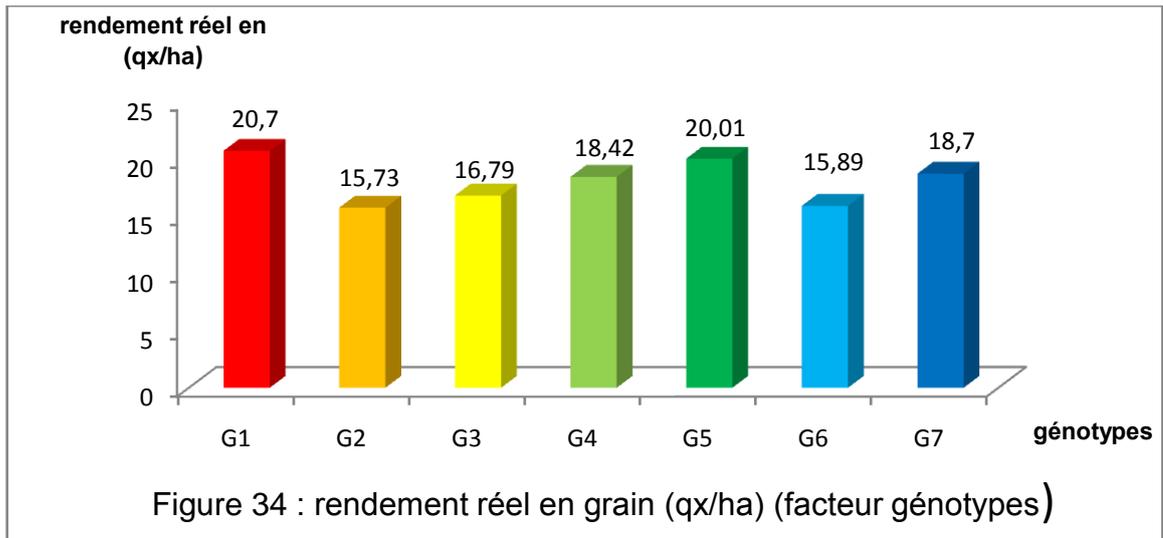
Il s'est avéré dans ces résultats que le facteur environnement est le plus déterminant dans la variation phénotypique avec une contribution de (94.4%), le génotype ne participe que de (4.10%). Alors que l'effet de l'interaction des deux facteurs nous donne un très faible taux (1.45%).

6-3-6-Rendement réel en grains (qx/ ha)

Les résultats relatifs au rendement réel en grains sont représentés dans le tableau (28) et les illustrés dans les figures (34), (35), (36).

Tableau 28 : rendements réels

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	20.70	2.25	0.0001 THS	A		
	G2	15.73	1.35		B		
	G3	16.79	2.72		B		
	G4	18.42	2.69		AB		
	G5	20.01	2.40		A		
	G6	15.89	3.56		B		
	G7	18.70	2.85		AB		
environnement	E1	13.97	2.19	0.0000 THS	C		
	E2	24.03	3.01		A		
	E3	16.10	2.40		B		
interaction	G1E1	17.62	2.73	0.0024 S	DEFGH	16.1	18.03
	G1E2	26.40	2.31		AB		
	G1E3	18.07	1.84		DEFGH		
	G2E1	12.08	1.17		HI		
	G2E2	21.42	2.24		BCDEF		
	G2E3	13.69	0.55		GHI		
	G3E1	11.33	2.48		HI		
	G3E2	22.37	3.54		BCDE		
	G3E3	16.66	2.91		EFGH		
	G4E1	15.91	2.52		EFGH		
	G4E2	24.84	2.47		ABC		
	G4E3	14.50	3.76		FGH		
	G5E1	16.20	3.62		EFGH		
	G5E2	28.99	2.80		A		
	G5E3	14.83	0.52		FGH		
	G6E1	8.45	2.06		I		
	G6E2	23.54	5.88		BCD		
	G6E3	15.68	2.75		EFGH		
	G7E1	16.17	2.10		EFGH		
G7E2	20.66	3.18	BCDEF				
G7E3	19.27	3.92	CDEFG				



L'analyse statistique de la variance pour le facteur montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS nous révèle trois groupes homogènes: A, AB, B.

D'après le tableau (28) et les figures (31), la variété G1 semble plus productive, avec un rendement de (20.70 qx/ha). Alors que le génotype G2 a donné la production la plus faible avec un rendement de (15.73 qx/ha). Pour les autres génotypes, leurs rendements sont situés entre (15.89 et 20 qx/ha).

L'expression d'un rendement élevé est associée positivement à un nombre d'épis par mètre carré, un nombre de grains par épi et par mètre carré, une fertilité des épis élevée et un bon poids de mille grains).

ABASSANE et al (1997a), soulignent que les meilleurs rendements en grains de blé dur en zone semi aride (le cas de Sétif et Béni Slimane) sont le résultat de la capacité génétique à produire plus d'épis par unité de surface, associée à une bonne fertilité.

Pour un environnement variable, le génotype idéal est celui qui évite le stress hydrique grâce à la modulation de son cycle de développement.

Pour le facteur environnement, l'analyse statistique de la variance nous donne une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S, a révélé trois groupes homogènes: A. B. C.

Le tableau (28) indique que le meilleur rendement était enregistré au niveau du site de Sétif avec (24.03 qx/ha). Suivi par le site de Béni Slimane avec (16.30 qx/ha). Tandis que le rendement le plus faible a été enregistré au niveau de Oued Smar avec une valeur de (13.97 qx/ha). Cette différence montre l'effet cardinal du milieu sur le rendement pour le même génotype.

Concernant l'effet de l'interaction génotype-milieu sur le paramètre du rendement, l'analyse statistique de la variance montre une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS nous donne treize groupes homogènes.

Il ressort d'après le tableau (28), que le génotype G5 a montré le rendement le plus élevé avec 28.99 qx/ha) au niveau du site Sétif, ce même génotype a enregistré des rendements très faibles dans les autres milieux: Béni Slimane (14.83 qx/ha) et Oued Smar (16.20 qx/ha). Parallèlement les autres génotypes ont donnés des rendements élevés au niveau de Sétif. Alors qu'au niveau d'Oued Smar, tous les génotypes donnent les plus faibles rendements comme le cas de G6 qui a été donné (8.45 qx/ha).

Cette fluctuation de variabilité du rendement entre les génotypes testés dans les différents milieux, confirme l'effet considérable de l'interaction des facteurs génétiques et toutes les conditions du milieu influençant l'expression phénotypique de la plante.

Ce paramètre est toujours peu maîtrisable à cause de sa liaison étroite au aux autres paramètres tel que le nombre d'épi par mètre carré, le nombre de grains par épi et le PMG.

Toute fois, les résultats enregistrés révèlent que la variation phénotypique est largement contribué par l'effet génotypique avec (57.76%). Par contre l'effet de l'environnement dans la variation phénotypique est de (37.52%). L'interaction entres ces deux facteurs donne un faible taux (4.7%); ce ci révèle l'importance du potentiel génétique dans l'élaboration du rendement tout en relation avec l'environnement qui est un facteur déterminant. Donc il est important de sélectionner des génotypes stables à travers des différents milieux (adaptation large) ou des génotypes productifs qui ont une (adaptation spécifique).

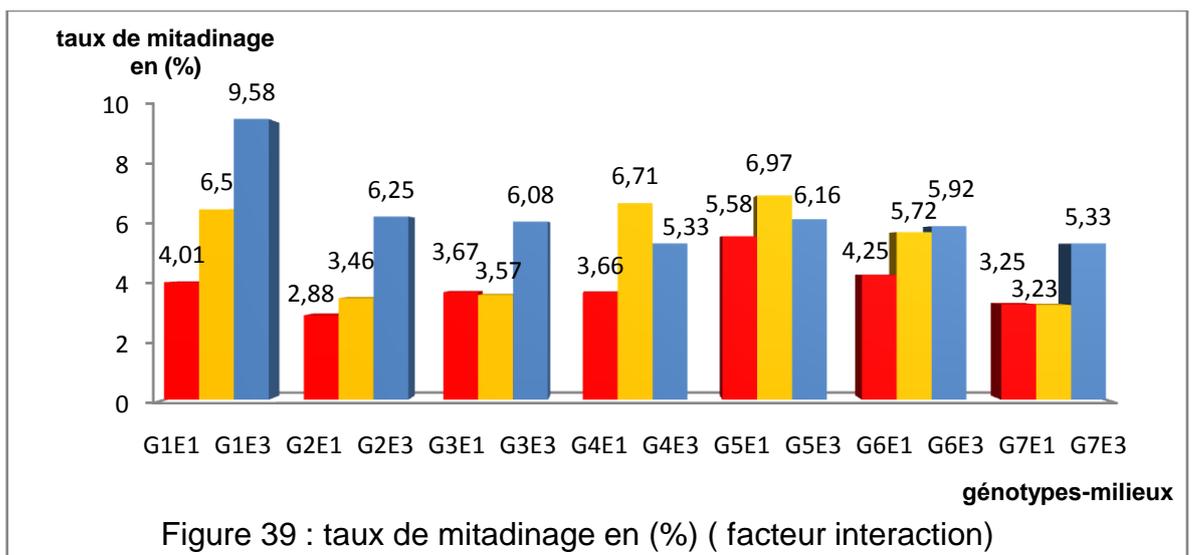
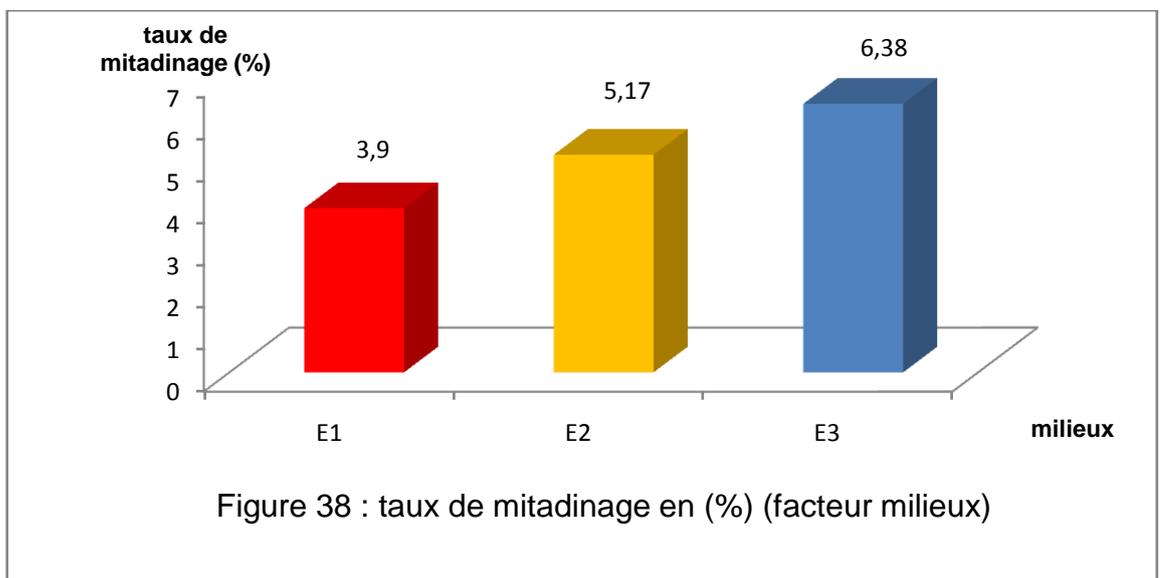
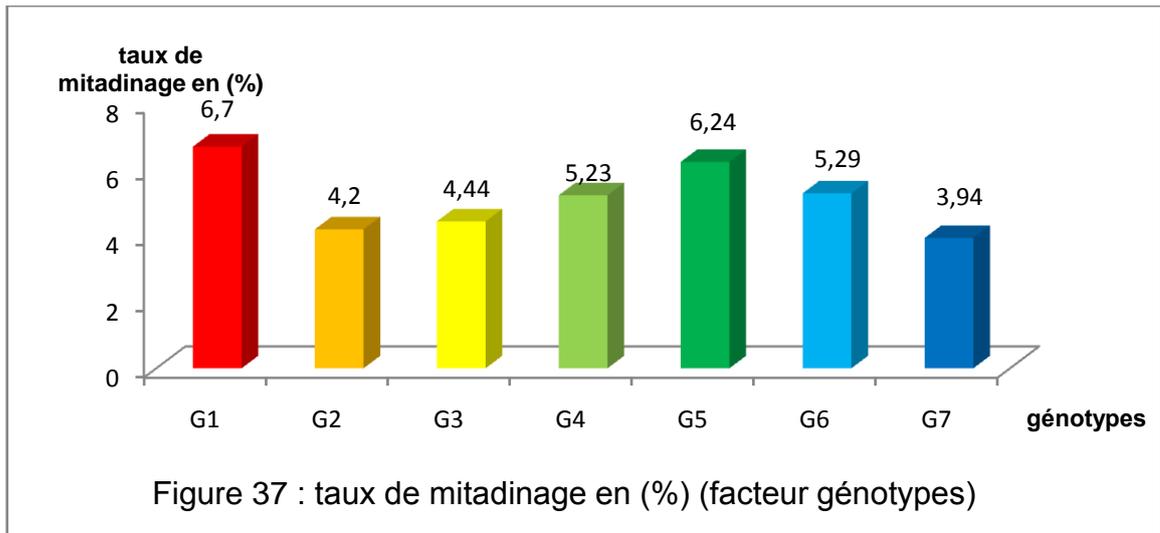
6-4- Qualité technologique des grains

6-4-1- Le mitadinage

Les résultats relatifs au mitadinage sont représentés dans le tableau (29) et les illustrés dans les figures (37), (38), (39).

Tableau 29 : taux de mitadinage

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	6.70	0.96	0.0000 THS	A		
	G2	4.20	0.70		BC		
	G3	4.44	0.67		BC		
	G4	5.23	0.84		B		
	G5	6.24	1.30		A		
	G6	5.29	1.10		B		
	G7	3.94	0.72		C		
environnement	E1	3.90	0.52	0.0000 THS	C		
	E2	5.17	1.08		B		
	E3	6.38	1.01		A		
interaction	G1E1	4.01	0.44	0.0000 THS	DEFGH	19.90	5.15
	G1E2	6.50	0.91		BC		
	G1E3	9.58	0.49		A		
	G2E1	2.88	0.19		H		
	G2E2	3.46	0.88		FGH		
	G2E3	6.25	0.99		BCD		
	G3E1	3.67	0.30		EFGH		
	G3E2	3.57	1.00		EFGH		
	G3E3	6.08	0.74		BCD		
	G4E1	3.66	0.43		EFGH		
	G4E2	6.71	1.29		B		
	G4E3	5.33	0.86		BCDEFG		
	G5E1	5.58	0.80		BCDEFG		
	G5E2	6.97	2.07		B		
	G5E3	6.16	1.14		BCD		
	G6E1	4.25	0.96		CDEFGH		
	G6E2	5.72	1.05		BCDEF		
	G6E3	5.92	1.55		BCDE		
	G7E1	3.25	0.61		GH		
	G7E2	3.23	0.85		GH		
G7E3	5.33	0.90	BCDEFG				



L'analyse statistique de la variance, concernant le facteur génotype a révélé une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS nous donne quatre groupes homogènes: A, B, BC, C.

D'après le tableau (29) on a constaté que le génotype G1 a donné le taux de mitadinage le plus élevé avec (6.7%). Suivi par le génotype G5 du même groupe homogène A avec un pourcentage de (6.24%). Alors que le taux des grains mitadinés le plus faible était enregistré chez le témoin G7 avec une proportion de (3.95%).

Les résultats obtenus dans notre étude, pour le paramètre de mitadinage, sont considérés comme très bon en comparant aux normes suivantes:

- Mitadinage faible, si le taux est inférieur à 10 %;
- Mitadinage moyen, si le taux est compris entre 10 et 20%;
- Mitadinage très élevé si le taux est supérieur à 20%.

Le mitadinage est connu comme l'accident faisant apparaître des zones farineuses dans un grain de blé dur habituellement vitreux.

Chez le blé dur ce phénomène conduit à la formation de gruau qui réduit considérablement le rendement en semoule, ce dernier représente la base de l'indes trie des pâtes alimentaires et du couscous.

Le mitadinage est la dépendance des facteurs génétiques. Ce qui indique la variabilité existante entre les génotypes testés.

Pour le facteur environnement l'analyse statistique de la variance a montré un effet très hautement significatif.

Le test NEWMAN et KEULS nous révèle trois groupes homogènes différents: A, B, C.

D'après les résultats que nous avons obtenus durant l'expérimentation, on remarque que le site de Béni Slimane a donné le taux de mitadinage le plus élevé

avec (5.17%). Alors que le lieu de Oued Smar ne donne que (3.90%) de grains mitadinés.

L'analyse statistique de la variance pour le facteur interaction géotypes milieux a donné une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S nous révèle treize groupes homogènes.

Ce qui montre l'effet considérable de l'interaction géotype milieu sur l'expression différente de cette variable.

Les résultats enregistrés dans le tableau (29) montrent que le géotype G1 a donné un taux de mitadinage de (9.58%) à Béni Slimane. Alors que ce même géotype ne donne que (4.01) de grains mitadinés au niveau de Oued Smar. Le pourcentage le plus faible était mentionné chez la lignée G2 à Oued Smar. A Béni Slimane cette dernière a donné un taux de (6.25%).

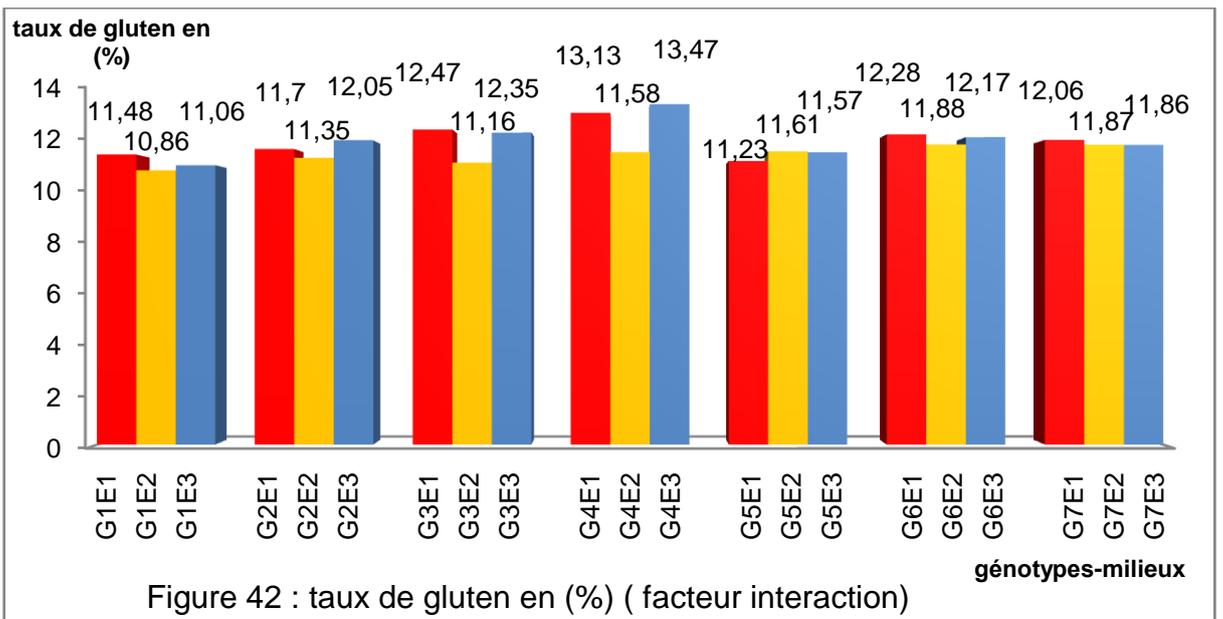
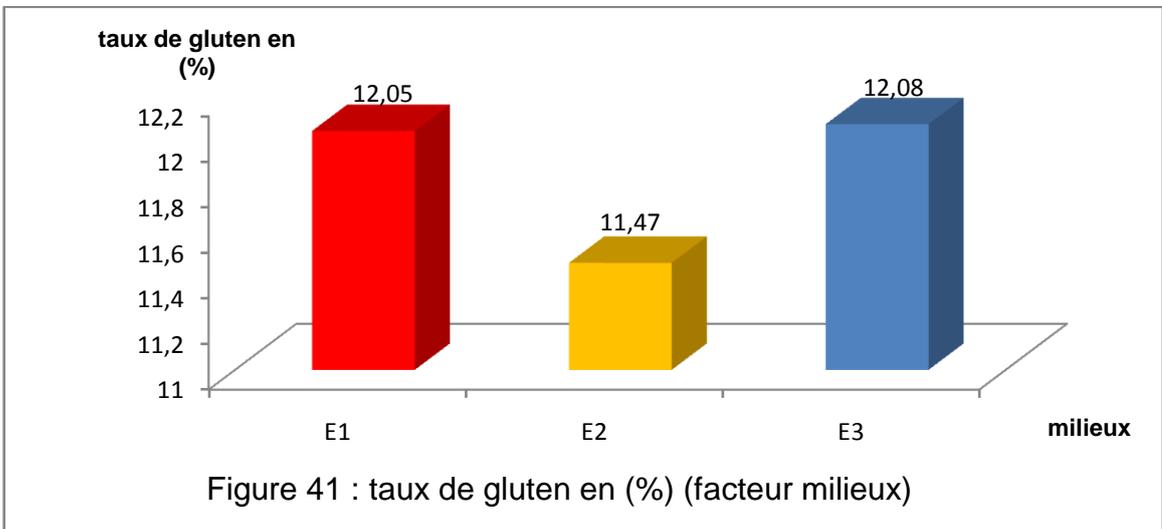
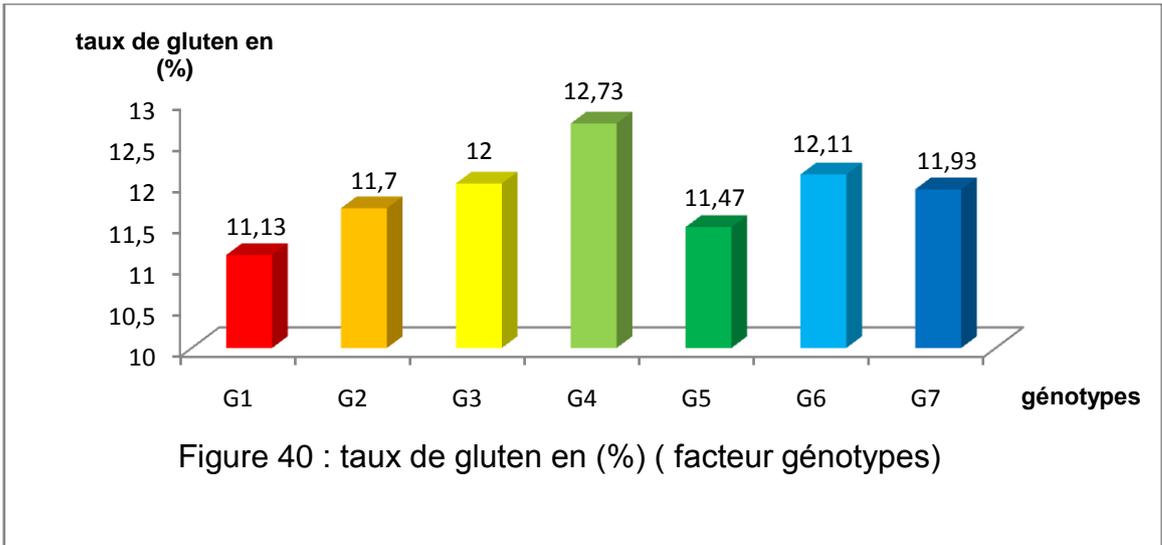
On a observé d'après cette étude que les faibles taux pour la quasi-totalité de lignées ont été enregistrés au niveau d'Oued Smar. Cette meilleure résistance au mitadinage est due à la disponibilité de l'azote assimilable par la plante et la meilleure répartition de l'eau durant le cycle végétatif.

6-4-2-Teneur en gluten en (%)

Les résultats relatifs au mitadinage sont représentés dans le tableau (29) et les illustrés dans les figures (40), (41), (42).

Tableau 30 : teneur en gluten en (%)

Facteurs	Etudiés	Moyenne	Ecart type	Probabilité	G H	C V%	Moyenne générale
génotype	G1	11.13	0.51	0.0000 THS	C		
	G2	11.70	0.44		B		
	G3	12.00	0.84		B		
	G4	12.73	0.31		A		
	G5	11.47	0.41		BC		
	G6	12.11	0.38		B		
	G7	11.93	0.52		B		
environnement	E1	12.05	0.25	0.0002 THS	A		
	E2	11.47	0.78		B		
	E3	12.08	0.29		A		
interaction	G1E1	11.48	0.36	0.0236 THS	CD	4.8	11.87
	G1E2	10.86	0.88		D		
	G1E3	11.06	0.52		CD		
	G2E1	11.70	0.33		CD		
	G2E2	11.35	0.75		CD		
	G2E3	12.05	0.16		BCD		
	G3E1	12.47	0.25		BC		
	G3E2	11.16	1.56		CD		
	G3E3	12.35	0.33		BC		
	G4E1	13.13	0.19		AB		
	G4E2	11.58	0.50		CD		
	G4E3	13.47	0.28		A		
	G5E1	11.23	0.24		CD		
	G5E2	11.61	0.58		CD		
	G5E3	11.57	0.49		CD		
	G6E1	12.28	0.22		BCD		
	G6E2	11.88	0.53		BCD		
	G6E3	12.17	0.44		BCD		
	G7E1	12.06	0.33		BCD		
	G7E2	11.87	0.90		BCD		
	G7E3	11.86	0.24		BCD		



L'analyse statistique de la variance pour le facteur génotype montre qu'il y a une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S nous donne quatre groupes homogènes : A, B, BC, C.

D'après le tableau (30) on a constaté que le génotype G4 a donné la teneur en gluten la plus élevée avec (12.73%). Suivi par les génotypes G6, G3 et le témoin G7 avec des valeurs successives (12.11, 12.00 et 11.93%). Alors que le pourcentage du gluten le plus faible a été obtenu chez la lignée G1 avec un taux de (11.13%).

L'effet génétique est nettement clair pour cette variable.

Concernant le facteur environnement, l'analyse statistique de la variance indique un effet très hautement significatif.

Le test NEWMAN et KEULS révèle deux groupes homogènes : A, B.

On remarque d'après les résultats obtenus dans le tableau (30) que le site de Beni Sliman a donné le meilleurs taux de gluten avec une valeur de (12.08%). Pour le site d'Oued Smar, nous avons enregistré un pourcentage de (12.05%). Alors qu'au niveau de Sétif, on a obtenu le plus faible taux (11.47%). Cette variable était moins influencée par rapport aux effets génétiques.

Pour le facteur interaction génotypes-milieus, l'analyse statistique de la variance montre qu'il y a une différence très hautement significative.

Le test NEWMAN et KEULS de la P.P.A.S nous donne six groupes homogènes : A, AB, BC, BCD, CD, D.

Il ressort d'après les résultats enregistrés dans le tableau (30) et illustrés dans la figure (39) que le génotype G4 a exprimé le meilleur taux de gluten avec (13.47%) au niveau du site de Béni Slimane. Ce même génotype a donné (13.13%) à Oued Smar. Tandis que la proportion révélée à Sétif pour cette lignée était (11.58%).

Le taux de gluten le plus faible pour l'ensemble des interactions génotypes-milieu a été enregistré chez la lignée G1 au niveau de Sétif avec une valeur de (10.86%).

CONCLUSION

D'après les résultats obtenus durant notre l'expérimentation nous avons constaté un effet nettement significatif de la nature variable du climats humide et semi aride des régions étudiées et des caractéristiques génotypiques de chaque variété sur les paramètres morphologiques et technologiques étudiés.

Concernant les stades de développement enregistrés nous montre une précocité pour tous les génotypes de la région d'Oued Smar. Alors qu'au niveau de Béni Slimane et Sétif toutes lignées ont données un cycle semi précoce.

Pour les caractères morphologiques (hauteur des plants a la floraison, longueur du Cole de l'épi et longueur de l'épi l'effet de l'interaction ainsi que les effets simples des deux facteurs ont été très hautement significatifs.

Les différentes composantes de rendement et d'après les résultats obtenus nous donnent une signification nulle pour le caractère peuplement épis par mètre carré. Contrairement pour le nombre d'épillets par épi, le nombre d'épillets stériles par épi et le nombre de grains par épi ou l'effet était très hautement significatif.

Tous ces caractères étudiés et son importance cardinale sur le paramètre le plus recherché (rendement en grains), et d'après les résultats obtenus nous avons constaté une différence très hautement significative avec des rendements relativement faibles entre 28.99 qx/ha chez G5 et 8.45 qx/ha pour G6

Pour la qualité technologique et d'après les résultats enregistrés on a constaté un taux de mitadinage élevé avec une valeur de (13.47%) chez le génotype G1 au niveau de Béni Slimane. Tandis que les taux les plus faibles ont été enregistrés au niveau de Sétif.

On ce qui concerne la teneur en gluten les valeurs les plus élevées ont étaient révélées au niveau de Béni Slimane chez G4 (13.47%) et G3 (12.35%). Alors qu'au niveau de Sétif les génotypes donnent les plus faibles valeurs.

D'après tous les résultats obtenus on constate que. Presque tous les paramètres étudiés sont fortement influencés sous l'effet de l'interaction génotype-milieu et même sous les effets simples c'est pour cette raison les génotypes répondent différemment d'un milieu à un autre. Ce qui nous impose une étude et sélection pour les performances et l'adaptabilité de chaque lignée.

ANNEXES

Les tableaux d'analyse de la variance des différents caractères

Analyse de variance de nombre de plants par mètre carré

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	24567.61	83	296.00				
Var facteur 1	2571.10	6	428.52	3.72	0.0032		
Var facteur 2	8109.45	2	4045.73	35.20	0.0000		
Var inter f1.2	6630.65	12	552.55	4.80	0.0000		
Var résiduelle	72.56.41	63	115.18			10.73	9.1%

Analyse de variance de la hauteur des plants à la floraison

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	8190.52	83	98.68				
Var facteur 1	630.32	6	105.05	7.56	0.0000		
Var facteur 2	5552.30	2	2776.15	199.84	0.0000		
Var inter f1.2	1132.73	12	94.39	6.80	0.0000		
Var résiduelle	875.17	63	13.89			3.73	5.1%

Analyse de variance de la longueur du col de l'épi

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	1728.04	83	20.82				
Var facteur 1	156.99	6	26.17	9.95	0.0000		
Var facteur 2	1216.33	2	608.16	231.19	0.0000		
Var inter f1.2	189.00	12	15.75	5.99	0.0000		
Var résiduelle	165.72	63	2.63			1.62	7.1%

Analyse de variance de la longueur de l'épi

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	31.04	83	0.37				
Var facteur 1	7.37	6	1.23	7.24	0.0000		
Var facteur 2	5.87	2	2.93	17.29	0.0000		
Var inter f1.2	7.11	12	0.59	3.49	0.0006		
Var résiduelle	10.69	63	0.17			0.41	5.6%

Analyse de variance du peuplement épis par mètre carré

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	33288.04	83	401.06				
Var facteur 1	2190.79	6	365.13	0.97	04555		
Var facteur 2	294.00	2	147.00	0.39	0.6844		
Var inter f1.2	7018.50	12	584.88	1.55	0.1303		
Var résiduelle	23784.75	63	377.54			19.43	8.9%

Analyse de variance du nombre d'épillets totale par épi

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	388.72	83	4.68				
Var facteur 1	130.54	6	21.76	15.51	0.0000		
Var facteur 2	109.58	2	54.79	39.05	0.0000		
Var inter f1.2	60.20	12	5.02	3.58	0.0005		
Var résiduelle	88.40	63	1.40			1.18	5.6%

Analyse de variance du nombre d'épillets stériles par épi

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	20.98	83	0.25				
Var facteur 1	3.91	6	0.65	4.40	0.0009		
Var facteur 2	1.00	2	0.50	3.40	0.0388		
Var inter f1.2	6.75	12	0.56	3.80	0.0002		
Var résiduelle	9.32	63	0.15			0.38	29.0%

Analyse de variance du nombre de grains par épi

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	1837.21	83	22.14				
Var facteur 1	154.44	6	25.74	3.45	0.0053		
Var facteur 2	888.32	2	444.16	59.51	0.0000		
Var inter f1.2	324.24	12	27.02	3.62	0.0004		
Var résiduelle	470.22	63	7.46			2.73	5.9%

Analyse de variance de poids de mille grains

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	2065.41	83	24.88				
Var facteur 1	255.02	6	42.50	5.09	0.0003		
Var facteur 2	927.55	2	463.78	55.54	0.0000		
Var inter f1.2	356.78	12	29.73	3.56	0.0005		
Var résiduelle	526.06	63	8.35			2.89	6.8%

Analyse de variance du rendement réel

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	2681.91	83	32.31				
Var facteur 1	276.06	6	46.01	5.47	0.0001		
Var facteur 2	1575.28	2	787.64	93.71	0.0000		
Var inter f1.2	301.03	12	25.09	2.98	0.0024		
Var résiduelle	529.54	63	8.41			2.90	16.1%

Analyse de variance du taux de mitadinage

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	289.24	83	3.48				
Var facteur 1	77.84	6	12.97	12.37	0.0000		
Var facteur 2	86.11	2	43.05	41.04	0.0000		
Var inter f1.2	59.19	12	4.93	4.70	0.0000		
Var résiduelle	66.09	63	1.05			1.02	19.9%

Analyse de variance du taux de gluten sec

Variance	SCE	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	53.70	83	0.65				
Var facteur 1	18.56	6	3.09	9.63	0.0000		
Var facteur 2	6.51	2	3.25	10.13	0.0002		
Var inter f1.2	8.40	12	0.70	2.18	0.0236		
Var résiduelle	20.24	63	0.32			0.57	4.8%

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

01. **Hamzoune, T., (1995).** Contribution à la caractérisation de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*triticum durum desf*) en relation avec les composantes de rendement. Thèse de magister, université de Batna.
02. **Laumont, P., Erroux. J., (1961).** Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoire Soc. Histoire Naturelle Afrique du Nord. 5, 5-95.
03. **Ali Dib, Monneveux. P., (1992).** Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. I. caractères morphologique d'enracinement. Agronomie 12.
04. **Benlaribi, M., Monneveux. P., (1988).** Etude comparée du comportement, en situation de déficit hydrique, de deux variétés Algérienne de blé dur (*triticum durum desf*) adaptée à la sécheresse. C R Séances Acad Agric fr 74 (5), 73-83.
05. **Bonjeau et Picard., (1990).** Les céréales à paille origine, histoire, économique, sélection. Ed. Soft word groupe I T M.
06. **Caudron, Y., (1958).** Etude cytogénétique agropyrum français et leurs hybrides avec les blés. An. Am. Des plantes n4, pp 58 – 69.
07. **Feldman, M., Scars. E.R., (1981).** The wild gene resources of wheat. Scientific American 244(1), pp 102-112.
08. **Gate, P., (1995).** Ecophysiologie de blé. Tec et Doc. Ed Lavoisier, 429p.
09. **Moule, C., (1980).** Les céréales. Ed. Maison rustique. Paris, 318p.
10. **Masle, J., (1973).** Comment se fait le rendement.
11. **Belaid, D., (1987).** Etude de fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur en condition de déficit hydrique. Thèse de magister. INA, El harrach. 109p.
12. **Kolb F. L., Bai G. H., Muehlbauer G-J., Anderson J. A., Smith K. P., (2002)** Fedak and manipulation with molecular. Crop science. 41, 611-619.

13. **Abbassenne, F., Bouzerzour. H., Hachemi. L., (1998).** Phénologie et production de blé dur (*triticum durum* desf.) en zone semi-aride. Ann. Agro. INA, 18, 24-36.
14. **Henry, A., (1999).** Précis de la génétique de population. Dunord, Paris, ISDN 2100045180, pp39-54.
15. **Flaconer, D.S., (1989).** Introduction to quantitative genetics. Longman, London
16. **Ceccarelli, S., Grando. S., Hamblin, J., (1992).** Relation ships between barley grain yield measured in low and high yielding environnements. Euphytica 64: pp 34-36.
17. **Brancourt-Hulmel, M., biarnès-Dumoulin, V. et Denis, J.B., (1997).** Point de repère dans l'analyse de la stabilité et de l'interaction génotype-milieu en amélioration des plantes. Agronomie, 17 : 219-246.
18. **Zouaoui, G., (1993).** Etude en f1 en f2 des hybrides issus du croisement de cinq variétés de blé dur. Détermination génétique des principaux caractères à intérêts agronomique. Thèse ing. Ines, blida, pp08-14.
19. **Soltner, D., (1988).** Les grandes productions végétales. 16^{eme} Ed. Coll. Sc. Et Tec. Agricole, p109.
20. **Zahour, A., (1992).** Elements d'amélioration génétique des plantes. Actes Edi. 230p.
21. **Monneveux, P. (1991).** Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext : 165-186.
22. **Nachit, M., (1998).** Association of grain yield and carbone isotope discrimination with molecular markers durum wheat (*T. Turgidum L. var. durum*). 9 Th. Int wheat genetic symp., Saskastoon. Saskatchewan (Canada), 2-7 August pp 178-213.
23. **Zhang, J., Ngnyen, H. T et Blum A., (1999).** Genetic analysis of osmotic ajustement in crop plants. J. Exp. Bot., 50: 291-302.

24. **Monneveux, P et This, D., (1997).** Intégration des approches physiologiques, génétiques et moléculaires pour l'amélioration de la tolérance à la sécheresse chez les céréales. CJFR Génétique et Amélioration des plantes, ENSA-INRA, Montpellier, France. Pp 16-31.
25. **Bensalem M. et Viera De Silva J. P. (1991).** Polymorphisme variétal de résistance à la sécheresse chez les variétés à pailles. Cas du blé. In : l'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides. Aupelf - UREF. Calabi. N et Demarly. Y., Ed. Paris, 25-43.
26. **Monneveux, P et Belhassen, E., (1996).** The diversity of drought adaptation in the wide. Plant growth regul.,20: 85-92.
27. **Aoudjehout, R. (1996).** Etude du comportement de quatre variétés de blé dur (*Triticum durum*). Vis-à-vis du stress hydrique. Thèse Ing. Blida, p90.
28. **Demarly, Y. et Sibi, M., (1989).** Amélioration des plantes et biotechnologie. Ed. John Libbey Euronext, Paris, ISDN 2100045180, PP 39-54
29. **Kameli A., et Losel D. M., (1995).** Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. J. Plant physiol., 145: 363-366.
30. **Monneveux, P et This, D., (1997).** La génétique face au problème de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse : espoirs et difficulté. Synthèse : sécheresse. Ed. INRA. Paris, pp 29-36.
31. **Rivol, R., (1986).** Possibilité d'utilisation de la résistance des céréales aux nématodes in : les génétiques dans le système de protection des céréales contre les champignons, virus, nématodes. Symposium organisé par GNIS et ONIC, INRA. Ed. INRA, p85.
32. **Rafalski, J. A., (2002a)** Novel genetic mapping tools in plants: SNPs and LD-based approaches (Review) plants Sci. 162 (03), p 329-333.
33. **Gupta, P. K., Roy, J. K., Prasad, M., (2001).** Single nucleotide polymorphism. A new paradigm for molecular marker technology and DNA polymorphism

detection with emphasis on their use in plants (Review) cur. Sci. 80 (04) p. 524-535.

32. **Rafalski, J. A., (2002b)**. Application of single nucleotide polymorphism in crop genetics (Review). Curr. Opin plant biol. 5 (2), p. 94-100.

34. **Goudon, B., (1991)**. Les constituants des céréales: nature, propriétés, teneurs. Pp 01-19. In biotransformation des produits céréaliers. par Goudon., B. Ed. technique et documentation Lavoisier. Paris 221 pages.

35. **Soltner., (1988)**. Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles. Ed 16 eme édition. 464p.

36. **Ould Said, H., (2002)**. Influence de l'époque du travail de la jachère et du type d'outils dans l'amélioration du rendement du blé. Rev. Céréaliculture N°41, pp 27-33.

37. **Dagnelie P., (1975)**. Théories et méthodes statistiques. Vol. 2, Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique. 463 p.

38. **Bouzerzour, H, Djekoune. A, Benmohamed. A, Hassous. L., (1998)**. Contribution de la biomasse aérienne, de l'indice de récolte et de la précocité au rendement en grain de l'orge (*H. vulgare* L.) en zone semi aride d'altitude. Cahiers Agriculture, Volume 7, Numéro 4, p307-317.

39. **Fisher, R. A. et Maurer., (1978)**. Drought résistance in spring wheat cultivars. I. Grain yields responses. Aust. J. Agr. Res., 29 : 897-912

40. **Clement, M., (1970)**. Les céréales, collection d'enseignement agricole. 2^{eme}. Ed, bailliere, France, p 263.

41. **Becker, M., (1984)**. Mass selection and mating system in cereals. Crop. Sci., 14, pp345-350.

42. **Blum, A., (1988)**. Plant breeding for stress environments. Bocaaton, Florida, Ed. C R C press, INC, p223.

43. **Acevedo, E., (1991)**. improvement of winter cereals in méditerranean environments. Use of yield, morphological and physiological traits. In : physiology-

breeding of winter cereals for stressed mediterranean environments, INRA-ICARDA. Paris : INRA, coll. Les colloques n° 55, pp273-306.

44. **Hanifi, Mekliche. L., (1983).** Etude agronomique, analyse diallèle et cytogénétique de 4 variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse magister, INA, El Harrach, pp 76-88.

45. **Barbier, G., (1998).** The value of indirect selection. I. Mass selection. Biometrics, 21, pp682-707.

46. **Auriau, P., (1978).** Sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé. An. INA n8 (2), pp. 4-5.

47. **Gate, P., Bouthier, A., Casabianca, H et Deleens, E., (1993).** Caractère physiologique 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. Colloque diversité génétique des et amélioration variétale. Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. Les colloques, N° 64. Paris. INRA édition.

48. **Mathy, K., (2000).** Etude de l'efficacité de la sélection assistée par marqueurs par rapport à la sélection classique. Oléagineux Corps gras lipides. Vol 8n5, pp496-501.

49. **Bahlouli, F., Bouzerzour. H., Benmohamed. A., (2008).** Effet de la vitesse de la durée du remplissage du grain ainsi que l'accumulation des assimilats de la tige dans l'élaboration du rendement du blé dur (triticum durum Desf.) dans les conditions de culture des hautes plaines orientale d'Algérie. Biotechnol. Agro. Soc. Environ., volume 12. Numéro 1, 31-39.

50. **Gate, P., (1991).** Bilan climatique des céréales : principaux faits marquants et comportement variétal. Rev. Perspective Agricole n° 163, pp869-875.

51. **Garcia del moral, L.F., Ramos, J.M., (1991).** Identification des paramètres morpho physiologique d'adaptation aux contraintes environnementales. Adaptation de l'orge dans le nord de l'Espagne. In : tolérance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéennes. Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier, 15-17 décembre. Ed. INRA, Paris, pp253-262.

52. **Nachit, M., (1986).** Durum wheat improvement. In VARMA Edi., Cereal improvement program 1986, ICARDA Pub. 112 EN, Aleppo, pp. 78-101.
53. **Bouzerzour, H., Benmohamed, A., (1990).** Regression and correlation studies in Barley. Rachis (1991) : pp. 34-36.
54. **Benabdallah, N et Bensalem, M., (1992).** Paramètres morphologiques et sélection pour la résistance à la sécheresse des céréales en zones méditerranéennes. Ed, INRA., Paris, pp250-261.
55. **Grignac, K., (1981).** Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen Français. Communication scientifiques. Séminaire de Bari, Sep-oct. 1-2, p11.