

**INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE**  
MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME  
DE MAGISTER EN SCIENCES AGRONOMIQUES  
Option: Sciences et Techniques des Productions Végétales

***CARACTERISATION DE QUELQUES  
VARIETES/POPULATIONS DE BLE  
TENDRE SAHARIEN DE LA REGION  
D'ADRAR***

**Présenté par : Abdelmadjid BOULGHEB**  
**Directeur de thèse : M. REGUIEG L.(M.C.)INA El Harrach**  
AnnéeUniversitaire 2007/2008

Devant le jury : **Président** : M. OUNANE S.M. (M.C.) INA El Harrach **Examineurs**: M. AISSAT A.  
(M.C.) Université de Blida M. KHEYAR M. (C.C.) INA El Harrach



# Table des matières

Dédicace . . .	6
Remerciements . . .	7
Abstract . . .	8
Abbreviations . . .	9
Introduction: . . .	11
Chapitre I: Synthèse bibliographique . . .	12
1.1 Importance de la culture de blé tendre . . .	12
1.1.1 Dans le monde: . . .	12
1.1.2 Dans les pays de l'Afrique du nord: . . .	13
1.1.3 En Algérie: . . .	13
1.1.4 Importance des variétés locales de blé tendre au niveau de la zone d'Adrar: . . .	14
1.2 Facteurs affectant la croissance et le rendement: . . .	14
1.2.1 Facteurs Climatiques: . . .	14
1.2.2 Fertilité du sol et son entretien: . . .	18
1.2.3 Conduite et entretien de la culture: . . .	19
1.2.4 Caractéristiques variétales: . . .	21
1.3 Qualité de panification des grains: . . .	26
1.3.1 Taux d'extraction de la farine: . . .	26
1.3.2 Teneur en protéines: . . .	26
1.3.3 Gluten: . . .	27
1.3.4 Principaux tests utilisés pour évaluer la qualité de panification des farines de blé tendre: . . .	31
1.4 Divers stades de blé tendre et échelles de développement: . . .	34
1.4.1 Germination et levée: . . .	34
1.4.2 Stade plantule: . . .	35
1.4.3 Développement des feuilles et des talles: . . .	35
1.4.4 Montaison: . . .	35
1.4.5 Stade gonflement: . . .	36
1.4.6 Epiaison: . . .	37
1.4.7 Floraison et sortie des anthères: . . .	37
1.4.8 Pollinisation: . . .	37
1.4.9 Principaux stades de développement du grain: . . .	38
CHAPITREII: Matériels et méthodes expérimentales . . .	40
2.1 Matériel végétal: . . .	40
2.1.1 Origine et justification du travail: . . .	40
2.1.2 Variétés utilisées: . . .	40
2.2. Localisation et identification du site de l'essai: . . .	42
2.3 Dispositif expérimental: . . .	42
2.4 Itinéraire technique: . . .	43
2.4.1 Précédent cultural: . . .	44

2.4.2 Déchets et chaumes de la campagne précédente: . . .	44
2.4.3 Pré irrigation: . . .	44
2.4.4 Fertilisation: . . .	44
2.4.5 Semis: . . .	46
2.4.6 Irrigation: . . .	46
2.4.7 Désherbage: . . .	47
2.4.8 Récolte: . . .	48
2.5 Méthode expérimentale: . . .	48
2.5.1 Stades phénologiques: . . .	48
2.5.2 Caractères morphologiques: . . .	48
2.5.3 Rendement et ses composantes: . . .	49
2.5.4 Résistance des variétés à la verse, à l'échaudage, et à l'égrenage: . . .	50
2.5.5 Qualité technologique des récoltes: . . .	51
2.6 Mesures et observations: . . .	54
2.7 Analyses statistiques: . . .	54
2.7.1 Test de normalité (test de Shapiro-Wilk). . .	54
2.7.2 Tests paramétriques: . . .	55
2.7.3 Problèmes d'association: . . .	55
<b>CHAPITRE III : Résultats et discussions . . .</b>	<b>56</b>
3.1 Climat: . . .	56
3.1.1 Précipitations: . . .	56
3.1.2 Températures: . . .	57
3.1.3 Vents: . . .	58
3.1.4 Evaporation: . . .	59
3.1.5 Durée d'ensoleillement: . . .	60
3.1.6 Humidité relative: . . .	60
3.2 Sol: . . .	61
3.2.1 Propriétés physiques du sol: . . .	61
3.2.2 Propriétés chimiques du sol: . . .	61
3.2.3 Salinité: . . .	63
3.3 Eau d'irrigation: . . .	64
3.3.1 Ressources en eau et qualité: . . .	64
3.3.2 Composition chimique de l'eau d'irrigation: . . .	64
3.4 Caractères variétaux: . . .	65
3.4.1 Caractères phénologiques: . . .	65
3.4.2 Caractères morphologiques : . . .	70
3.4.3 Rendement et ses composantes: . . .	74
3.4.4 Caractérisation de l'épi: . . .	78
3.4.5 Caractérisation variétale par rapport à la verse, le piétin échaudage, l'égrenage et à la rouille brune: . . .	87
3.5 Variations interannuelles: . . .	91
3.6 Corrélation entre les divers variables étudiés: . . .	92

<b>3.6.1 Taux d'extraction de la farine: . .</b>	<b>94</b>
<b>3.6.2 Gluten humide: . .</b>	<b>95</b>
<b>3.6.3 Indice du gluten: . .</b>	<b>95</b>
<b>3.6.4 Test de Zélény: . .</b>	<b>95</b>
<b>3.6.5 Test à l'alvéographe: . .</b>	<b>95</b>
<b>3.6.6 Association entre les paramètres étudiés (La corrélation): . .</b>	<b>97</b>
<b>conclusion . .</b>	<b>100</b>
<b>Références bibliographiques: . .</b>	<b>101</b>

## Dédicace

*A la mémoire de mon père Tayeb A ma mère et toute ma famille A ma femme A Anis, Hana,  
Amira et Houssam A tous mes amis.*

## Remerciements

Mes sincères remerciements à Pr. **REGUIEG Lies** pour son infatigable et capacité de supervision, support, encouragement et obligeance critique à travers cette étude.

Ma gratitude s'adresse également aux Messieurs: **OUNANE S.M, AISSAT A. et KHEYAR M.** qui ont accepté d'examiner avec patience cette thèse.

Je suis aussi reconnaissant à ma femme et mes enfants qui ont été à mon côté et ma famille pour sa patience et leur souffrance.

Je voudrais également remercier Monsieur **DJARI Messaoud**, le Wali de la Wilaya d'Adrar, dont l'aide et les encouragements m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je voudrais étendre mes sincères remerciements aux cadres techniques de la station INRAA-Adrar, du laboratoire ITGC et INSID El-Harrach, OAIC d'El-Harrouch, M. BOULGHEB Rachid de Larbaa et à Mr. **Rafik** de SIM Alger pour l'appui logistique et technique apporté.

Je vous aussi adressé mes remerciements aux Messieurs: **ABDI Ahmed**, Chef du cabinet de la Wilaya, **BOUZID** Chargé du protocole de la Wilaya d'Adrar, **DAOUDI Hamid** Attaché du cabinet pour leurs aides et encouragements.

J'exprime également ma reconnaissance à ceux qui m'ont aidé particulièrement Monsieur **KEBAILI Ahmed**, Directeur des Services Agricoles de la Wilaya d'Adrar, pour nous avoir facilités l'accès aux données nécessaires.

A tous mes collègues de la Direction des Services Agricoles d'Adrar: **KHOUADEM Kaddour, REFIS Mansour, CHIBOUB Med**, de la station ITDAS (Sbaa-Adrar) particulièrement le chef de la station M. **KIHAL Abdellatif** et de l'INSID: chef d'antenne **M. DERBALI Rosa et TIMAHDJELT Youcef**.

Sur le terrain je ne saurais oublier l'aide dont j'ai bénéficié à la fois au niveau de la Station régionale de l'INRAA, la ferme de **Sbaihi** (Sbaa), et celui de Mr **Touati** (H'mada El Raya).

Tout ceux et celles qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin, que dieu bénisse l'Institut National Agronomique d'El Harrach pour son excellente qualité de formation, d'étude, ses réussites et pour le peuple de cette belle nation Algérienne.

## Abstract

The main purpose of this study, in one hand is to evaluate the genetic heritage of oasis common wheat, especially, in terms of baking quality potential under intensive farming, on the other hand, is to identify superior variety/population traits in comparison with the intensively types used. These varieties/populations nowadays may form surely a real opportunity to some categories of consumers which look after sound wheat. Apart from the gluten index, kot 6, 16 and Kot 19 varieties/populations have registered high performances for the major desirable parameters studied affecting flour quality, viz the wet gluten content, dry gluten content, Zeleny test in addition to other values linked to alveograph tests. In fact, these are due, to a large extend, that they possess high amounts of wet gluten which allow making up for some failures above mentioned. Therefore, these three varieties/populations are best suited to bread making types without needing to be mixed with other improver varieties. In addition, four other varieties/populations may be listed among power wheat of which W values have been above 240 KJ\*10<sup>-4</sup>. Outstandingly, regarding the gluten index, Kot 1 variety/population possesses gluten with highly strong characters of which it could be classified as power wheat being recorded closest to 91 p. cent. From the agronomic view point, these varieties/populations obviously possess some genes that code for several valuable traits especially tillering capacity, earliness to heading and maturity, ear fertility and thousand kernels weight besides some others governing weather withstand during grain filling period for instance, shrinking and shattering.



---

## Abbreviations

- AACC American Association of Cereal Chemists.
- ABA Acide absessique
- ADN Acide Dioxyde Nucléaire
- A.Gs Acides Gibbérelliques.
- A.N.R.H. Agence Nationale des Ressources Hydriques
- c-à-d c'est-à-dire.
- C.E Conductivité Electrique
- Co<sub>2</sub> Dioxyde de carbone
- C.V.M Coefficient de Variation Moyenne.
- D.S.A Direction des Services Agricoles
- E-NE Est à Nord Est.
- E.R.I.A.D: ....
- F1 Individus de la 1<sup>ère</sup> génération issus d'un croisement
- F.A.O. Food and Agriculture Organization.
- FLC Régulateur de la date de floraison.
- GAs Acides gibbérelliques.
- GH/P Rapport Gluten Humide sur Protéines.
- GI Indice du gluten.
- H.S. Hautement Significative.
- HMW-GS Glutenines à grosse masse moléculaire.
- ICC International Association for Cereal Chemistry and Technology.
- I.N.R.A.A Institut National de la Recherche Agronomique-Station d'Adrar.
- I.T.D.A.S Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne.
- LMW-G<sub>S</sub> Glutenines à basse masse moléculaire.
- NB Nota Bene
- N-NE Nord à Nord Est
- N.P.K Azote- Phosphore-Potasse.
- N.S. Non Significative.
- O<sup>2</sup> Oxygène.
- O.N.M. Office National de la Météorologie.
- P.M.G Poids de Mille Grains.
- ppm Partie par million
- p.p.d.s Plus petite différence significative.
- R Coefficient de corrélation
- RUE L'utilisation efficiente de la radiation.
- S Significative.

- SDS Test de Sédimentation ...
- T Température moyenne
- T.H.S Très Hautement Significative.
- T.S.P Triple Super Phosphate.
- U.S.D.A United States Department of Agriculture.
- WUE Water Use Efficiency.

---

# Introduction:

Par leurs importances dans les menus et les plats algériens, les céréales en général et le blé tendre en particulier occupent une bonne partie de la surface agricole utile notamment au niveau des hauts plateaux où il cohabite depuis fort longtemps, et devient un complément rentable de l'élevage ovin. Toutefois, pendant certaines années ce système de production qui se base sur les sous produits des céréales, souffre, parfois, de disfonctionnement plus ou moins prononcé suite à des failles.

Durant les deux dernières campagnes agricoles (FAO, 2007), les superficies se stabilisent aux alentours d'un peu plus d'un million et demi hectares avec des rendements en grains de l'ordre de 15 qx/ha. La faiblesse des rendements constatée entraîne un taux de couverture des besoins nationaux variant entre 33 et 36 %.

Les principaux facteurs à l'origine de la faiblesse des rendements enregistrés et la mauvaise qualité des productions obtenus sont nombreux, parmi lesquels on peut citer:

- Le non respect de l'itinéraire technique conçu par les services techniques spécialisés par manque de moyens financiers...
- Des problèmes d'ordre organisationnel comme l'indisponibilité des intrants agricoles tels que les engrais et semences dans le temps opportun.
- Manque de professionnalisme chez certains céréaliculteurs.
- Insuffisance voire absence de coordination et de concertation entre les différentes structures et organismes de recherche et développement...
- Les types de variétés utilisées, sont souvent inadaptés aux fluctuations des conditions climatiques; périodes de sécheresse prolongée accompagnées parfois avec des fortes chaleurs et intensité luminosité particulièrement pendant les stades critiques de la culture,

C'est dans cette approche que s'inscrit notre sujet de recherche qui a pour objectif l'identification et la caractérisation de quelques variétés/populations locales de blés tendres cultivés au niveau du secteur traditionnel (oasis) dans la région d'Adrar et qui pourrait être inscrite dans un axe de valorisation des ressources phylogénétiques de blé tendre.

# Chapitre I: Synthèse bibliographique

## 1.1 Importance de la culture de blé tendre

### 1.1.1 Dans le monde:

Un aperçu rapide sur l'évolution de la culture de blé tendre au niveau planétaire pendant la période 2002–2005 permet de visualiser les tendances des pays (Tableau 1, F.A.O. 2005).

A l'inverse des pays développés, on remarque que les superficies réservées à cette culture dans les pays en voie de développement ainsi que leur production ne cessent d'augmenter d'une année à une autre. Cette situation a été engendrée en réaction à de fortes pressions exercées par le taux de croissance de la population excessivement élevé d'une part et de garantir une forme de souveraineté alimentaire dont la Chine et l'Inde sont devenues des pionniers de cette politique d'autre part.

Tableau n° 1: Evolution des superficies et des rendements du blé dans le monde (FAO, 2005)

Rubriques	Superficie en ha (X 10 <sup>3</sup> )				Rendement (qx/ha)			
	2 002	2 003	2 004	2 005	2002	2003	2004	2005
nde	26 342,60	25 194,12	26 617,59	26 491,93	27,62	26,12	27,07	27,18
ussie	24 483,61	20 012,75	22 925,19	24 681,96	20,67	17,04	19,81	19,33
hine	23 912,25	22 008,87	20 781,58	23 852,07	37,8	39,30	44,20	40,9
tats unis d'Amérique	18 335,41	21 467,73	20 226,99	20 277,34	23,58	29,73	29,04	28,25
kraine	11 463,95	3 163,39	7 836,21	6 570,81	17,90	11,40	22,40	28,50
Pakistan	8 057,44	8 031,78	8 216,14	8 358,00	22,62	23,88	23,73	25,86
rance	5 229,53	4 874,94	5 212,06	5 272,50	74,46	62,51	76,16	69,87
llemagne	3 014,46	2 963,42	3 111,63	3 173,66	69,06	64,99	81,72	74,65
oyaume unie	1 995,80	1 863,86	1 989,87	1 869,18	70,83	77,79	77,76	79,59
gypte	1 029,45	1 052,86	1 094,59	1 259,39	64,35	65,01	65,58	64,99
Syrie	1 676,75	1 792,62	1 838,18	1 904,06	28,48	27,41	24,69	24,52
aroc	2 624,82	2 989,28	3 063,59	2965,52	12,80	17,22	18	10,26
Tunisie	298,52	926,59	1 035,20	961,50	14,14	21,41	16,64	16,92
auritanie	0,40	0,40	0,40	0,40	10,00	10,00	10,00	12,50
lgérie	1 401,37	2 059,35	2 022,38	1 607,30	10,72	14,40	13,50	15,02

l'heure actuelle, comme il a été dix ans, on constate que l'Inde, la Russie et la Chine sont positionnés parmi les pays qui réservent les plus grandes soles aux blés avec une moyenne annuelle dépassant 20 millions d'hectares emblavés avec un rendement moyen aux alentours de 26 qx/ha. Cependant, les Etats Unis d'Amérique occupent toujours la 1<sup>ère</sup> place des pays exportateurs de cette matière avec plus de 28 millions de tonnes, suivi

de loin de la France, le 1<sup>er</sup> pays du vieux continent exportateur de cette denrée avec une moyenne de 19 millions de tonnes (Tableau 2).

Toutefois, les dernières statistiques relatives à l'année 2006 (U.S.D.A. 2006) annoncent une production mondiale de l'ordre de 592 millions de tonnes avec une chute remarquable de 33 millions de tonnes par rapport à l'année écoulée 2005. Cet état de fait a abouti à une hausse spectaculaire des prix au niveau des cours mondiaux qui n'a été jamais connu depuis 15 ans, générant, ainsi auprès des pays, des recettes d'exportations historiques avoisinant 370 milliards de dollars américains(U.S.D.A. 2006).

**Tableau n° 2: Evolution des exportations des blés et leurs valeurs en \$ U.S.A. dans le monde (FAO, 2006)**

Rubriques	Exportation en tonnes (X 1000)				Valeur en \$ U.S.A. (X 1000)			
	2 002	2 003	2 004	2 005	2002	2003	2004	2005
Etats unis d'Amérique	27 572,65	28 502,38	33 745,68	28 211,42	3 631 911,00	3 958 344,50	4 180 996,04	3 381 663,00
France	7 446,00	21 031,10	9 376,21	18 297,11	-	2 312 325,20	2 553 108,02	3 381 559,00
Canada	13 425,34	12 935,99	6 431,50	15 204,60	-	-	-	-
Russie	10 674,10	8 093,60	5 048,10	11 260,88	773 067,00	779 319,05	35 977,00	1 134 259,00
Allemagne	8 439,54	7 144,33	6 803,13	7 001,04	772 273,00	676 590,07	9 313,00	714 512,00
Ukraine	8 537,70	1 102,56	2 830,63	8 203,61	682 639,00	80 622,00	288 899,00	652 168,00
Royaume unie	3 268,03	5 383,39	4 337,94	4 066,56	177 810,00	477 355,03	77 814,00	361 819,00
Brésil	3 105,66	6 153,50	5 818,85	-	-	-	-	-
Inde	5 000,77	5 461,99	2 306,91	930,48	367 557,57	513 617,63	22 057,80	126 465,00
Chine	1 558,76	3 188,13	1 751,54	1 200,24	-	-	-	-
Türkie	655,32	1 229,86	1 518,87	2 957,10	-	-	-	-
Espagne	1 760,60	1 770,83	1 410,05	924,32	-	-	-	-
Syrie	640,65	721,40	790,36	397,80	-	-	-	-

### 1.1.2 Dans les pays de l'Afrique du nord:

On constate, en termes de rendement, que l'Egypte devance les pays de cette région avec des performances à l'hectare (en irriguées) comparables à celles des pays les plus développés de la rive nord de la méditerranée. Le Maroc détient la 1<sup>ère</sup> place concernant la grandeur des périmètres réservés au blé tendre avec une moyenne annuelle de 3 millions d'hectares.

### 1.1.3 En Algérie:

Selon les données du tableau 2 et pendant la période considérée, la sole réservée à cette spéculation demeure pratiquement stationnaire malgré les efforts consentis en vue d'augmenter les surfaces agricoles en général, et celles du blé tendre en particulier. Et malgré les mesures d'encouragement et d'accompagnement engagés par l'état, les rendements obtenus restent très aléatoires et tributaires, en grande partie, des conditions climatiques, particulièrement, des précipitations printanières.

Par ailleurs, les importations pour pallier l'insuffisance quantitative et la médiocrité de la qualité de cette production sont en croissance perpétuelle. Ces dernières années, les prix

de cette matière première au niveau des marchés internationaux ont vu une augmentation vertigineuse (FAO, 2005). Cette dernière est due essentiellement à une forte demande par certains pays qui ont connu un changement du régime alimentaire comme la Chine et l'Inde, d'une part, et le transfert d'une partie de la production vers certains secteurs de l'industrie particulièrement la bioénergie d'autre part. Ce qui constitue un lourd fardeau qui pèse sur l'économie nationale et fragilise davantage l'équilibre socio-économique du pays.

#### **1.1.4 Importance des variétés locales de blé tendre au niveau de la zone d'Adrar:**

---

Les céréales à base de variétés locales occupent une superficie annuelle total avoisinant 4500 ha dont plus de 2850 ha sont réservés aux blés tendres oasiens (D.S.A Adrar, 2005). Elles sont éparpillées à travers tout un chapelet d'îles d'oasis sous forme de points verts disséminées sur une vaste étendue de désert, constitué essentiellement d'ergs (dunes de sable fin de hauteurs variables suivant l'exposition aux vents dominants) et regs (sous forme de plateaux de basse altitude dépassant rarement les 500 m d'altitude).

Ce système profite des avantages qu'offre le palmier particulièrement la protection contre les vents violents chauds et secs et permet ainsi une utilisation rationnelle des espaces et des eaux ... aussi précieuses dans un milieu caractérisé par une hostilité exceptionnelle. Cette hostilité de la nature autant qu'elle a préservé derrière ces variétés une culture, des traditions et une histoire culinaire de la population, voire des civilisations.

Ce système jusqu'à un passé assez récent est à la base d'une vie active et fleurissante où le palmier dattier et les populations/variétés locales des blés, constituent l'essentiel des ingrédients des menus locaux. Toutefois, les sous produits de ces deux spéculations sont destinés à l'alimentation d'un élevage exceptionnellement familiale.

## **1.2 Facteurs affectant la croissance et le rendement:**

Plusieurs facteurs gouvernent le comportement de la culture pendant la phase croissance végétative de chaque plante individuelle ou du champ et qui ultérieurement affecte le rendement en grain et en paille. Or, ce n'est pas seulement les facteurs influant sur le rendement qui sont importants mais aussi les facteurs affectant la valeur nutritive ou la qualité qui devraient être, aussi, pris en considération.

Les principaux facteurs agissant sur la croissance et le rendement du blé tendre peuvent être classés en 04 grandes catégories, à savoir; facteurs climatiques, édaphiques, caractéristiques de la variété et les techniques d'entretien de la culture.

### **1.2.1 Facteurs Climatiques:**

---

#### **1.2.1.1 Radiation:**

La radiation et la température (quotient photo-thermique) ont un effet combiné sur le cycle de la plante particulièrement pendant la période d'épiaison. Selon Ortiz-Monasterio J.I.R. et al., (1994), cet effet est la meilleure prédiction des rendements et leurs composantes,

plus spécialement le poids individuel du grain lors du stade épiaison, notamment la période entre 20 jours avant l'épiaison et 10 jours après épiaison.

#### **1.2.1.2 Photopériode:**

Le blé tendre est une espèce sensible aux jours longs du printemps; il réagit par le déclenchement du stade floraison. Génétiquement, McIntosh R.H. et al., (1998) ont localisé ce mécanisme de contrôle sur les armes courts homologues des groupes de chromosome 2. Cependant, Worland A.J. et al., (1986) ont pu déterminer 2 gènes, Ppd2 sur le chromosome 2B ainsi que Ppd1 sur le chromosome 2D.

#### **1.2.1.3 Température:**

La relation temps/température qui gouverne la croissance et le développement est connue sous l'appellation du temps thermique et mesurée en unité de chaleur ou le degré de croissance par jour (Fowler D.B., 2002). En effet, Les besoins en température pour tout le cycle du blé tendre varient entre 1900 et 2400 C° jours (Jamieson P.D. et al., 2000). La vitesse de développement de la plante dépend des unités de chaleurs accumulées, sauf, sous conditions d'extrême aridité. Ces besoins varient avec la localité, la date de semis et la variété (Nelson J. E. et al., 2001; Fowler D.B., 2002), mais en générale, un grand nombre de variétés de blé tendre ont besoins de 80 à 100 unités de chaleur pour chaque feuille formée sur le maître brun (Fowler D.B., 2002).

Les températures contrôlent de nombreux processus physiologiques à savoir;

##### **1.2.1.3.1 Besoins en vernalisation:**

Le moment de la floraison du blé tendre est généralement en rapport avec les basses températures accumulées sur la partie exposée du point de l'extrémité croissante (Strecka N.A. et al., 2003). La réponse à la vernalisation de la plus part des céréales d'hiver est satisfaite durant les phases plantules en automne, l'hiver et tôt en printemps (Fowler D.B. et al., 1995). L'accroissement de la période de vernalisation conduit à une réduction du nombre de feuilles et de talles, par conséquence d'une régression de la durée de la phase de production du primordia de la feuille. Elle cause l'émergence précoce de l'épi à travers une transition rapide de la forme végétative au stade reproductif (Ekmekci Y. et al., 2000).

Pour certaines variétés, l'exposition à des journées courtes remplace la nécessité de s'exposer aux basses températures (Lee R.D. et al., 1996). Mais dès que la plante a satisfait ses besoins, les parties extrêmes de la tige déclenchent le processus de développement d'un épi embryonnaire. Borner A., (2002) a rapporté que ce phénomène est contrôlé par trois gènes Vrn-A1 syn. Vrn1, Vrn-B1 syn Vrn4, Vrn-D1 syn. Vrn3 localisés sur les chromosomes 5A, 5BL et 5DL, respectivement.

Cependant, selon Nelson J.E. et al., (2001) les températures entre 32 et 50 F° (0 et 10 C°) induisent la rigidité au froid et satisfont les besoins en vernalisation. Toutefois, la durée de cette période diminue avec des valeurs très basses ainsi que des stades avancés de développement. A la fin de ce stade, la taille des épis ou le nombre de fleurs par épis est déjà arrêté (Lee R.D. et al., 1996).

##### **1.2.1.3.2 Période de remplissage du grain:**

Toute hausse de température pendant ce stade sera traduite par une régression de cette durée (Borner A., 2002). Scofield I. et al., (1977) ont conclu qu'une augmentation des

températures de 15/10 C° à 21/16 C° et de 21/16 C° à 30/25 C°(jour/nuit) raccourcit la période de remplissage et la migration des réserves, respectivement, de 60 à 36 jours et de 36 à 22 jours.

Ortiz-Monasterio R.J.I. et al., (1994) ont indiqué que dans une fourchette de température moyenne allant progressivement de 12 à 26 C° durant la période de remplissage des grains, le poids du grain s'abaisse de 4 à 8 p. cent par degré d'augmentation. Cependant, il est très répandu que tout facteur qui diminue la durée de remplissage du grain tend à réduire le rendement, résultant, la température et la radiation pré et post épiaison affectent le nombre de grains/m<sup>2</sup> ainsi que le poids individuel du grain, respectivement.

Dawson I.A. et Wardlaw I.F. (1984).ont suggéré que les températures de l'ordre de 30/25 C° (jour/nuit) durant la période du gonflement à l'épiaison, réduisent la viabilité des grains de pollen ainsi que l'abscission des fleurs (Acevedo E.H. et al., 1998) et entraînent une nette réduction du nombre de grains par épi. Toutefois, à mi période de remplissage, la division cellulaire et l'extension de l'endosperme s'arrêtent et à partir de là, toute carence en approvisionnement en assimilés dû à un déficit en eau, conduit à une chute irréversible des potentialités de stockage des grains en matière sèche (Kobata T., 2000).

#### **1.2.1.3.3 Températures élevées:**

Selon Van Hasselt, P.R. et Van Berlo H., (1980) ont démontré que les températures extrêmement élevées réduisent les majeures fonctions physiologiques de la plante, résultant, des dommages au potentiel photo-oxydatif de l'appareil photosynthétique particulièrement le photosystème II. Davantage, des températures élevées à 36 C° pendant la phase reproductive affectent considérablement la culture (Tocker C. et al., 1998). De ce fait, les génotypes à forte conductance des stomates de la dernière feuille ont la capacité de diminuer la température de la culture, ce qui conduit à des rendements comparativement élevés (Rees D.K. et al., 1993).

#### **1.2.1.3.4 Températures basses:**

L'exposition de la plante à des températures basses durant la période de croissance active diminue le rythme de la plupart des fonctions de la plante. Dans ce cas, Ying J. et al., (2000) ont rapporté une réduction du rythme d'échange de carbone de 30.4 % à 18.0 % pendant 16 h et 2 h respectivement, d'exposition au froid,.

#### **1.2.1.4 Précipitations:**

Les quantités de pluies indispensables pour humidifier les couches superficielles du sol varient suivant les caractéristiques physiques du sol, spécialement la texture et la fraction d'eau perdue par évaporation. A cet effet, Acevedo E.H. et al., (1998) ont noté que cette couche nécessite 6, 10, et 12 mm de pluies pour les sols sableux, limoneux et argileux, respectivement. Les besoins en eau qui s'expriment par la quantité d'eau utilisée par la plante pour produire 10 kg de grains sont estimés à 1mm/ha (Dowsly .K.J. et al., 1985).

Les résidus de la récolte pourraient sauvegarder et restaurer l'eau du sol particulièrement dans certaines situations, comme dans les cas où la capacité de rétention du sol est faible, ou la nappe du sol est loin des zones de croissance des racines de la plante (Stasna M. et al., 2002).



Shaw R.H. et al., (1985) ont conditionné la disponibilité de l'eau du sol par la quantité d'eau dans le sol; les caractéristiques du sol; la capacité de la culture à l'extraire; et la pression atmosphérique de l'eau. Hors, dans le cas d'un fort engraissement en azote, la feuille a un potentiel bas en eau par rapport au cas où cette dose est normale, ce qui signifie que les plantes dans les conditions meilleures de nutrition perdent plus d'eau (Yang J. et al., 2001).

#### **1.2.1.4.1 Utilisation rationnelle de l'eau:**

Le semis précoce, dans des conditions où les précipitations se font principalement en hiver, a un effet positif sur l'utilisation rationnelle de l'eau. Ceci est vrai du fait que les températures automnales élevées, assurent non seulement une bonne levée et un développement précoce des plantes, mais aussi une couverture rapide de la surface du sol, entraîne, une utilisation rationnelle de l'eau du sol et un rendement en grain élevé (Cooper J.M., 1991). On conclut, par conséquent qu'elles permettent, ultérieurement, à la culture de bénéficier d'une exposition diminuée aux fortes chaleurs notamment durant la période de remplissage des grains (Acevedo E.H. et al., 1998).

#### **1.2.1.4.2 Stress hydrique:**

Malgré que le stress hydrique pendant les premiers stades de développement raccourcit la taille des plantes, il n'a aucun effet significatif sur le rendement final en grains (Stastna M. et al., 2002), évidemment, si les conditions pour une bonne culture sont bien réunies durant les périodes de fécondation et de remplissage des grains (Yang J. et al., 1985). Les génotypes améliorés, pour la résistance à la sécheresse, assurent un rendement supérieur et stable, particulièrement dans des conditions où les variations des pluies d'une année à une autre sont élevées. En effet, l'expression ectopique du gène *mtID* de la biosynthèse du mannitol en blé transgénique améliore la tolérance aux stress dus à la sécheresse et à la salinité (Abebe T. et al., 2003).

Les effets du stress hydrique sont parmi les facteurs majeurs limitant les rendements notamment pendant la période allant juste avant la floraison jusqu'à 10 jours après la sortie des anthères (Acevedo E.H. et al., 1998). Néanmoins, les variétés qui réalisent leur cycle de croissance ou qui atteignent le stade maturité, comme dans le cas des variétés à cycle court, avant que le déficit hydrique devienne critique, sont hautement appréciées. D'autre part, Yang J. et al., (2001) a décrit que le stress hydrique, accélère non seulement le rythme de remplissage mais raccourcit également cette période et remet en cause le rendement par la réduction de l'assimilation du carbone (Johnson R.C. et al., 1982).

#### **1.2.1.4.3 Aspect hormonal:**

Toutefois, Yang J. et al., (2001) ont rapporté qu'une réhydratation des plantes pendant la nuit permet une altération de leur balance hormonale, notamment une diminution des acides gibbérelliques (GAs) d'une part et une hausse des acides abscissiques (ABA) dans leurs grains, d'autre part. Physiologiquement, les génotypes résistants au stress, accumulent plus de proline au niveau des racines qu'au niveau des feuilles, inversement à ce qui se passe chez les variétés sensibles (Nemmar M., 1982).

#### **1.2.1.4.4. Résistance au stress hydrique:**

Dans des situations où le stress hydrique constitue la contrainte principale pour améliorer les rendements, telles que dans les régions méditerranéennes, certains chercheurs pensent

que la précocité pourrait constituer la pièce maîtresse pour s'en échapper, ainsi que d'autres caractères à savoir, la remobilisation des assimilés de préfloraison, l'enracinement profond et la résistance à la sénescence.

## **1.2.2 Fertilité du sol et son entretien:**

---

### **1.2.2.1 Facteurs physiques:**

#### **1.2.2.1.1 Structure:**

La capacité d'un sol à produire et entretenir des agrégats d'un diamètre de l'ordre de 0.5 mm jusqu'à quelques mm est un caractère de valeur très recherchée (Whiteman P.C., 1980). Une qualité pareille permet, outre l'entrée facile, la libre circulation de l'eau dans le sol et ultérieurement le drainage du profil, d'assurer aussi une bonne aération car elle facilite l'échange gazeux entre le sol et l'atmosphère.

#### **1.2.2.1.2 Profondeur:**

Les sols à profondeur moyenne et même ceux superficiels, leurs rendements peuvent être améliorés essentiellement par la sélection et l'usage des géotypes précoces (Jamieson P.D. et al., 2000). Or, d'autres pratiques culturales; comme celle d'un semis précoce particulièrement dans les conditions méditerranéennes permet d'éviter, à la rigueur d'alléger les risques de la sécheresse, notamment pendant la période de remplissage.

#### **1.2.2.1.3 Aération:**

Toutefois, d'après Whiteman P.C., (1980), au niveau des sols convenablement aérés, le volume des pores est de l'ordre de 50 %. Au regard de ces caractéristiques, les types de sol diffèrent largement; les sols sableux tendent à avoir de grands pores que les sols argileux, et moins de problèmes d'aération.

### **1.2.2.2 Fertilité chimique du sol:**

#### **1.2.2.2.1 Macro éléments:**

Cette catégorie contient trois éléments; l'azote, le phosphore et le potassium.

##### **1.2.2.2.1.1 Azote:**

L'azote est un élément indispensable pour la plante, il est nécessaire pour la biosynthèse des protéines. Le jaunissement et la chlorose apparaissant vite sur les vieilles feuilles et sont l'un des premiers signes de cette anomalie qui résulte de l'inhibition de la biosynthèse des protéines (Whiteman P.C., 1980).

##### **1.2.2.2.1.2 Phosphore:**

Le phosphore entre dans la biosynthèse des protéines nucléaires, les sucres phosphatés, l'adénosine triphosphate, en plus, aux importants divers produits biologiques (Whiteman P.C., 1980). La chlorose et le dépérissement tardif des feuilles les plus âgées ainsi que la couleur violée due à l'apparition de pigment de l'anthocyanine sont couramment associés à un déficit en phosphore (Whiteman P.C., 1980).

#### **1.2.2.2.1.3 Potasse:**

C'est un élément nécessaire pour le fonctionnement de plus de 40 enzymes (Whiteman P.C., 1980). Il agit comme coenzyme, pour cette raison et les perturbations du métabolisme des carbohydrates et de l'azote sont la cause des carences en cet élément. Du fait qu'il se mobilise à travers le phloème, les chloroses et nécroses apparaissent tôt au niveau des extrémités et les bordures des feuilles les plus âgées.

#### **1.2.2.2.2 Oligo-éléments:**

Parmi ces éléments on peut citer les plus intéressants; le magnésium, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le molybdène, le chlore, le cobalt ... (Whiteman P.C., 1980).

### **1.2.3 Conduite et entretien de la culture:**

---

#### **1.2.3.1 Assolement-rotation:**

Des études ont démontré que la rotation blé-avoine permet de réduire certains problèmes de maladies de blés (Dewey L. R., 1996). De même, Hamadache A. et al., (2000) ont rapporté des rendements en grains très intéressants de l'ordre de 21.5, 18.5 et 17.5 qx/ha en cas d'un blé après le bersim, la féverole et le pois chiche, respectivement. En conséquence, dans les conditions méditerranéennes, une rotation de type pomme de terre - légumineuse - blé peut nous garantir une production stable et des rendements élevés. Elle permet non seulement de réduire les quantités d'engrais azotés utilisés et des herbicides mais aussi de protéger l'environnement. En outre, l'interaction entre l'engraisement azoté et le désherbage chimique des adventices est mieux valorisée chez un blé précédé par des légumineuses (Iopez-Bellido L., 1998).

#### **1.2.3.1.1 Jachère:**

La jachère de courte durée joue un rôle bénéfique pour la culture du blé. Selon une étude comparative effectuée au niveau de 9 sites différents dans les grandes plaines des Etats Unis, a démontré que la jachère de courte durée (6 mois) a été très bénéfique, du fait qu'elle a amélioré les rendements de l'ordre de 19 % (Acevedo E.H. et al., 1998). Toutefois, Harris H. et al., (1996) ont rapporté que l'efficacité de la jachère varie avec la précipitation et le type du sol.

Cependant, plusieurs chercheurs ont attiré l'attention de divers risques occasionnés par certaines pratiques d'assez longue date qui visent à maintenir le sol indemne de mauvaises herbes par une mécanisation superficielle du sol après une pluie importante. Evidemment, cette cadence de l'utilisation intense du matériel aratoire a réduit le taux de la matière organique accompagné avec des pertes au niveau de la fertilité physique du sol..., couramment, associé avec l'accroissement des risques d'érosion.

#### **1.2.3.2 Semis:**

##### **1.2.3.2.1 Date de semis:**

Le semis pendant la période idéale fournit le temps adéquat aux certains stades, spécialement, le tallage et le développement racinaire et réduit ainsi les possibilités de pertes en rendement (Lee R.D. et al., 1996). Ortiz-Monasterio J.I.R. et al., (1994) ont montré

que le semis après la date optimale, est toujours associé avec des réductions de rendements de l'ordre de 0.8 à 0.7 % par jour. Il est attribué à la réduction de nombre de grain par m<sup>2</sup>, du fait qu'il coïncide couramment avec de fortes chaleurs pendant la période pré et post sortie des anthères (Fisher A. et Maurer B., 1978).

De même, Cooper J.M., (1991) a enregistré des pertes en rendement de l'ordre de 22 kg/ha par jour de retard et ce pour un semis après la fin octobre. Cependant, Tocker C. et al., (1998) ont rapporté que les fortes chaleurs ont sérieusement affecté la culture du blé de printemps lorsque la date de semis est déplacée de mars à avril.

#### **1.2.3.2.2 Dose de semis:**

Généralement, plusieurs auteurs estiment bien que 3 cm entre grains dans la même ligne de semis est acceptée comme un écartement idéal pour la culture du blé. D'ailleurs, le blé doit être semé avec des espacements entre ligne étroits que possible. Cependant, la dose de semis devait être augmenté par 10 % pour chaque semaine de retard après la date du semis optimum (Lee R.D. et al., 1996). A noter que dans une situation d'un semis précoce, les densités de semis recommandées pourraient être réduites vu qu'elles pourraient être récompensées par à bon tallage et de fortes pailles.

#### **1.2.3.2.3 Profondeur de semis:**

Dans les conditions optimales du semis, on pourrait semer de 2,5 à 4 cm de profondeur et escompter un champs bien poussé (Lee R.D. et al., 1996). Toutefois, le semis avec une profondeur dépassant 5 cm pourrait retarder la levée, alors à une profondeur plus de 7.5 cm, beaucoup de grains n'ont pas les réserves nécessaires pour la levée, résultant, une grande partie des plantules pourraient être ratée à la levée. Tandis qu'un semis superficiel inférieur à 0.75 cm pourrait aboutir à une germination et levée hétérogènes due au séchage du sol (Lee R.D. et al., 1996).

#### **1.2.3.3 Usage des éléments fertilisants:**

##### **1.2.3.3.1 Engraissement azoté:**

Les besoins en azote varient, en partie, avec le niveau du rendement ciblé, le type du sol, la variété, l'humidité du sol, le précédent cultural et les résidus riches en azote. Alors que les doses excessives accroissent la susceptibilité de la culture à la verse, aux maladies, des pertes sûres pendant l'hiver et la contamination de la nappe souterraine, accompagnés certainement par une baisse des qualités technologiques comme la qualité de minoterie et de cuisson (Lee R.D. et al., 1996).

C'est ainsi, pour produire 01 quintal de grains, il est nécessaire d'appliquer à l'hectare les quantités suivantes en azote, 3.5 kg pour le blé dur, 3.0 kg pour le blé tendre, 2.5 kg pour l'orge et 2.0 kg pour le riz (Bahloul A., 1989). Par ailleurs, durant la période allant de la montaison jusqu'à la floraison, la demande pour l'azote est très élevée et la culture pourrait absorber 3 kg/jour/ha (Bahloul A., 1989). Cependant, si le précédent cultural est une légumineuse telle que la fève ou l'arachide, cette première tranche appliquée en automne pourrait être réduite à la moitié pour les sols sableux, tandis que pour les sols à texture lourde, aucune dose d'azote n'est nécessaire (Lee R.D. et al., 1996).

Toutefois, l'engraisement azoté des céréales, permet d'une part, d'améliorer le rendement, et d'autre part, de favoriser une croissance rapide et une biomasse excessive des adventices dans les cultures (Caussane L. et Barrali S., 1973).

#### **1.2.3.3.2 Engraisement phosphorique et potassique:**

Etant donné que 65 % de phosphore total absorbé et 90 % du potassium total enlevé auront lieu avant le stade gonflement de la culture, entraîne, ces deux éléments nutritifs devront être appliqués avant la mise en place des céréales pour qu'ils soient complètement incorporés au niveau des racines (Lee R.D. et al., 1996).

#### **1.2.3.3.3 Oligo-éléments:**

D'autres éléments minéraux importants appelés les oligo-éléments dont les besoins de la culture sont sous forme de traces. Vu que les apports au sol corrigent rarement les déficiences, problème dû à leur facilité de reconversion à des formes non assimilables, les apports foliaires sont vivement souhaités (Lee R.D. et al., 1996).

#### **1.2.3.4 Désherbage:**

Les mauvaises herbes réduisent les rendements à travers la compétition qu'elles imposent aux cultures pour les éléments nutritifs, la lumière, et l'eau. Elles réduisent aussi les bénéfices par la contamination de la production par leurs grains en diminuant des prix de livraison au niveau des dépôts et stocks (Lee R.D. et al., 1996). Cependant, selon Hamadache A., (1989) les essais effectués en Algérie ont évidemment attiré l'attention sur l'importance de l'influence des adventices dans les cultures du blé, comme facteur principal, responsable de la faiblesse de la productivité des blés. Aussi, Durutan N. et al., (1991) ont démontré que la rotation blé-blé favorise le développement des adventices graminées, et comme il a été déjà signalé, les doses élevées d'azote induisent la croissance des mauvaises herbes.

De même, les conclusions de Hamadache A., (1989) indiquent que la nuisibilité des graminées en général et du Phalaris en particulier est maximale pendant le stade levée-tallage des céréales et se fait pour l'espace, la compétitivité continue plus tard, mais elle est de nature trophique: l'eau et éléments fertilisants.

### **1.2.4 Caractéristiques variétales:**

---

#### **1.2.4.1 Caractères morphologiques:**

##### **1.2.4.1.1 Hauteur de la paille:**

Les génotypes de blé diffèrent largement en longueur de la paille, cette variation est essentiellement due à la variation de longueur du dernier inter nœud (pédoncule) portant l'épi. Cependant, selon (Nelson J.E. et al., 2001) l'application de certains régulateurs de croissance particulièrement s'ils sont synchronisés pour inhiber l'élongation du pédoncule, permet de réduire la hauteur des plantes et accroître la résistance à la verse dont celle due à l'excès de l'irrigation(modérément héritable) (Harrison S.A. et al., 2002). Certaines variétés sont dotées du gène codant pour la réduction de la taille (Rht-B1c). Ce sont des types insensibles aux gènes de gibbérellines et utilisés comme source de réduction de la hauteur des tiges, et accroissement de la fertilité de l'épi du blé (Kobilski O. et al., 2002).

Par ailleurs, l'introduction des variétés à paille courte a permis d'augmenter le nombre de grains par mètre carré. Cette dernière caractéristique a été attribuée à la grande partition du poids sec des grains par rapport aux épis jusqu'à la fin de la période de croissance de l'épi (Bodega J.L. et al., 1996). Cette caractéristique de productivité supérieure des blés deminains pourrait être due à leur précocité ainsi qu'à un indice de récolte élevé en comparaison au blé à paille longue (Fischer R.A. et al., 1986). Davantage, des études ultérieures sur des lignées isogéniques ont montré que les principaux effets pleiotropiques du gène Rht-B1c, en plus de la précocité, sont le prolongement de la floraison et la réduction de la taille des tiges à 50 % (Worland P., 1992). Borner A. (2002) a rapporté que ce polymorphisme élémentaire identifié ainsi que les allèles de nanisme sont localisées sur les chromosomes 4B et 7D.

#### **1.2.4.1.2 Caractéristiques de la feuille:**

##### **1.2.4.1.2.1 Couleur du feuillage et caractère de retarder la sénescence:**

Selon Zaharieva M., et al., (2001) les génotypes avec des feuilles à caractère vert foncé et dans des conditions de bon approvisionnement ou de stress modérés, réalisent un haut rendement de biomasse et une forte production en grains, souvent, accompagné avec un taux bas d'efficacité d'eau utilisée. Ceci est dû, au fait, que la température est régulière par la transpiration à travers les stomates et a une durée de cycle long conduisant à une forte assimilation de CO<sub>2</sub> pendant plus de temps d'où une forte biomasse et production de grains. Inversement, la faible production observée chez les populations à feuilles pales plus probablement pourrait résulter des stomates fermés. Il est à signaler que, la couleur des feuilles, la glaucescence et la pubescence pourraient aussi contribuer à éviter le stress, par la réduction de la radiation absorbée par la plante, ainsi que par l'accroissement de la capacité de la culture à refléter la lumière (Blum A., 1988).

En effet, ce caractère pourrait être la clef pour résister au stress post floraison dont les principaux symptômes sont la pré maturation de la feuille et la sénescence de la tige, entraîne, l'effondrement des tiges et la verse, et finalement des grains de taille très réduite. En outre, Borrell A. et al., (2003) ont retrouvé que les génotypes de sorgho dotés de caractère responsable du retardement de la sénescence sous conditions de déficit hydrique, exposent le même comportement, davantage, ils contiennent plus de cytokinines et de sucres de base que de génotypes sénescents. Par ailleurs, les génotypes à haut pigmentation en carotènes au niveau des feuilles sont mieux protégés contre certains stress dus à l'environnement. Borrell A. et al., (2003) ont rapporté que la fonction photo-protectrice et protectrice du stress des carotènes a été bien acquise.

##### **1.2.4.1.2.2 Position de la feuille sur la tige:**

Les données à notre disposition nous montrent que les feuilles érigées ont une caractéristique importante dans l'utilisation efficace de la radiation (RUE), la croissance et la vitesse de la photosynthèse notamment durant la croissance de l'épi comme il a été observé chez les espèces à cycle C<sup>3</sup> telle que le sorgho (Austin R.B. et al., 1976).

##### **1.2.4.1.2.3 Taille de la feuille:**

Des variations entre les génotypes de blés à l'égard de la longueur des feuilles sont essentiellement dues aux variétés en plus des effets de l'environnement. Zaharieva M. et al., (2001) ont noté qu'en dépit de la corrélation négative entre la taille de la feuille et l'activité

photosynthétique par unité de surface de la feuille, la taille de la feuille est prédominant affectant l'activité photosynthétique de la feuille et la production en grains.

#### **1.2.4.1.2.4 Différences en température entre la feuille et l'air:**

Rees A. et al. (1993) ont indiqué que la capacité du blé à s'adapter aux conditions difficiles comme celle de la réduction de la température de la plante est en relation étroite avec les rendements potentiels du blé. En réalité, Acevedo E.H. et al., (1998) ont démontré que cette différence est, généralement, associée avec la conductance de la feuille, de même, ils ont indiqué que les variétés qui gardent leur feuilles relativement froides sous le stress hydrique pourraient avoir un rythme rapide de photosynthèse et un rendement élevé.

#### **1.2.4.2 Rendement et ses composantes:**

Acevedo E.H. et Fereres A. (1993) ont défini le rendement potentiel comme le rendement d'un génotype adapté à un milieu donné, poussant avec des quantités adéquates en éléments nutritifs et d'eau, dont les autres stress sont effectivement bien contrôlés. En réalité, l'introduction des gènes de nanisme aux variétés nouvelles, développées depuis 1906 a été à l'origine de ce long pas (Cassman K.G., 1999). Le développement des blés hybrides peut aussi aboutir à une augmentation de 10 % du potentiel du rendement malgré les charges élevées de la production de semences (Cassman K.G. 1999).

##### **1.2.4.2.1 Composantes de rendement:**

###### **1.2.4.2.1.1 Poids de 1000 grains (PMG):**

Brocklehurst P.A. et al., (1978) ont indiqué que le poids sec du grain est une expression du rythme d'accumulation de la matière sèche et de la durée d'agrandissement de ce dernier. Le poids du grain dans les conditions optimales d'approvisionnement en eau et éléments nutritifs est contrôlé, en grande partie, par les conditions du milieu (BenBelkacem A. et al., 2000). Selon Ortiz J.I. et al., (1994) il est gouverné par l'effet combiné de la température et de la radiation solaire pendant la période allant de la floraison jusqu'à 10 jours après l'épiaison et selon le retard encaissé lors de la mise en place de la culture. Evidemment, cette conclusion est en consistance avec les résultats de Fisher R.A. et Kertzer Z., (1976) ayant remarqué que les conditions climatiques, notamment la température et très importante dans la détermination du P.M.G. Néanmoins, Fisher R.A. et al., (1985) a attiré l'attention sur une règle d'échange entre le nombre et la taille potentielle des grains au niveau de l'épi, les gros grains prennent une place importante.

###### **1.2.4.2.1.2 Nombre de grains/m<sup>2</sup>:**

Selon Abbe P.E. et al., (1998) le rendement en grains est lié au nombre de grains plus qu'au poids du grain. L'accroissement du nombre de grains/m<sup>2</sup> s'explique principalement par la grande quantité d'assimilats translocalisés aux épis, qui à son tour détermine le nombre de fleurs qui, ultérieurement, délimitent le nombre de grains à récolter et finalement mène à une augmentation de l'indice de récolte.

L'accroissement de l'indice de récolte est, essentiellement le résultat d'accroissement du nombre de grains/m<sup>2</sup> (Sayer K.D. et al., 1997) et qui, en réalité, reflète un accroissement de la partition des épis au détriment des tiges lors de la croissance de l'inflorescence. De même, il est associé avec une élongation de la durée de cette période (Abbe P.E. et al.,

1998). Le nombre de grains/m<sup>2</sup> est, largement, gouverné par la température et la radiation solaire lors des premiers 20 jours avant la floraison. En effet selon Ortiz J.I. et al., (1994) ce caractère est déterminé en grande partie par certains faits, particulièrement la température et l'insolation pendant les dernières semaines avant la floraison.

Cette composante de rendement pourrait être subdivisée en:

#### **1.2.4.2.1.2.1 Nombre de grains/épi:**

Acevedo E.H. et al., (1998) et Ortiz-Monasterio J.I. et al., (1994) ont remarqué que les variétés dotées des gènes de nanisme (gène de l'insensibilité aux gibbérellines) avaient des épis de fertilité très élevée. Selon Bodega J.L. et al., (1996) elle détermine la survivance des fleurs initiées et ultérieurement le potentiel en grains. En outre, Sedgley A., (1991) a résumé les caractéristiques des idiotypes à haut rendement, ceux ayant une forte biomasse et indice de récolte élevé.

#### **1.2.4.2.1.2.2 Nombre d'épi/m<sup>2</sup>:**

La capacité à taller est une caractéristique variétale et un moyen d'adaptation au changement des conditions du milieu. Néanmoins, plus de talles pourraient être produites si les conditions de l'environnement sont favorables particulièrement un faible peuplement des plantes, ou le niveau de la fertilité du sol est élevé. Sous conditions de stress, les plantes répondent en produisant moins de talle ou par l'avortement des talles initiées.

Les talles qui émergent après la cinquième feuille de la tige principale ont de forts risques d'avortement ou d'absence d'épis (James E. Nelson et al., 2000). Ce qui a induit Islam T.M.T. et Sedgley R.H., (1981) de conclure que l'inoculation des caractères issues du blé de printemps sont bénéfiques dans les conditions méditerranéennes. D'autre part, Les génotypes à forte capacité de tallage, particulièrement, ceux des demi-nains et précoces couramment arrivent à couvrir rapidement la surface du sol à la fin de l'automne et l'hiver, résultant une utilisation très élevées de l'eau et d'autres ressources pendant cette période (Acevedo E. et al., 1987).

#### **1.2.4.3 Caractères physiologiques:**

##### **1.2.4.3.1 Précocité:**

La précocité est un excellent moyen pour s'échapper à la sécheresse (James E.N. et al., 2000), la chaleur et la radiation solaire excessive (Zaharieva M. et al., 2001). L'action de s'échapper aux stress (la sécheresse, forte chaleur...) peut aboutir dans les conditions méditerranéennes à un raccourcissement du cycle de croissance (Baker J.L., 2000).

Les génotypes à floraison précoce sont ceux ayant un taux fort de croissance ainsi qu'un remplissage rapide à des températures basses et qui pourraient avoir une efficacité élevée en utilisation de l'eau (Fischer R.A. 1986). Le caractère précocité chez le blé est le plus souvent associé avec la forme naine Kobiljski O. et al., (2002).

Le semis tardive et la réduction de la période de croissance sont accompagnées par une réduction de la lumière absorbée par la culture, résultant, une baisse en biomasse et rendement potentiel (Zaharieva M. et al., 2001). En semis précoce la majeure partie de la période de remplissage du grain est préservée contre le déficit en eau, excès de chaleur et intense radiation et permet de réaliser une productivité élevée et un rendement en grains



supérieur (Fisher R.A.M., 1985) dû à une forte fertilité de l'épi (Kobiljki O. et al., 2002), un nombre élevé de grains par m<sup>2</sup> et un P.M.G. élevé (Abbate P.E. et al., 1998).

#### 1.2.4.3.2 Période de remplissage des grains:

L'accumulation de la matière sèche au niveau des tiges se décline après la phase épiaison et toute matière sèche additionnelle est accumulée au niveau des grains (James E.N. et al., 2000). Davantage, le processus photosynthétique n'est pas un facteur limitant pendant la période de remplissage des grains (Richards R.A., 2000). En effet, Yang J. et al., (2001) ont montré qu'au stade maturité, entre 79% et 85 % du CO<sup>2</sup> (C<sup>14</sup>) ravitaillé aux dernières feuilles est partitionné aux grains en conditions de stress hydrique et engraissement azoté normale, alors que seulement 50% ira aux grains dans les conditions d'excellente alimentation en eau et approvisionnement normal en azote (Hafsi M. et al., 2000).

La variabilité génétique pour la remobilisation de la matière sèche et l'extension de cette remobilisation sont sujettes à l'interaction génotype X année (Wych A. et al., 1982). Blum A., (1998) a rapporté que la contribution relative des réserves de la tige à la masse totale des grains par épi ou au rendement en grains a été estimée entre 6 à 100 %, dépendant des conditions d'expérimentation et des cultivars utilisés (Sarvestani T.Z. et al., 2003). Toutefois, entre 70 et 90 % du rendement en grains du blé est dû essentiellement à la photosynthèse de post floraison (Austin R.B. et al., 1977) dont le rythme de transformation est en temps constant en termes de temps thermique (Borner A., 2002).

Il a été retrouvé que la période de croissance la plus sensible pour les rendements est la période de remplissage, alignant le rendement avec les niveaux de stress hydrique (Stasna M. et al., 2002) et biotique telles que les insectes suceurs, particulièrement, les pucerons qui non seulement sucent la sève mais aussi sécrètent des toxines (Schotzko D.J. et al., 2001). L'augmentation de la température de 15/10 C° (jour/nuit) à 21/19 C° provoque une baisse de la période de remplissage de 60 à 22 jours. Des réductions de P.M.G. par un retard de la date du semis sont associées à une diminution de la longueur de la durée de remplissage (Ortiz J.I. et al., 1994).

Par ailleurs, Pheloung P.C. et Seddique H.M. (1991) ont découvert qu'en conditions de sécheresse et lors de la période de remplissage, les cultivars à plus haut rendement ont souffert des réductions sévères en rendement en grains, par rapport aux cultivars à bas potentiel en rendement (Sarvestan Z.T., 2003). Toutefois, plusieurs études rapportent que les auxines, les gibbérellines (GAs) et l'acide abscissique (ABA) sont aussi impliqués dans la régulation du développement des grains (Hansen A. et Grossmann B., 2000).

En effet, Wang et al., (1998) ont suggéré qu'un pauvre remplissage du grain a été associé avec de basses concentrations en IAA et ABA dans les grains de riz (Yang J. et al., 2001). Ces derniers ont démontré que, le niveau maximal de concentration des Cytokinines des grains a été enregistré entre le 9<sup>ème</sup> et 12<sup>ème</sup> jour après la floraison dans les conditions d'engraisement azoté normal et entre 12 et 15 jours après la floraison dans le cas d'une application élevée d'azote. Le niveau maximal des Cytokinines coïncide avec la division cellulaire de l'endosperme et juste avant la vitesse maximale de remplissage du grain suggérant que les Cytokinines et IAA pourraient régulariser le remplissage du grain du riz pendant les premiers stades (Yang J. et al., 2001).

Yang J. et al., (2001) suggèrent que les GAs pourraient jouer un rôle dans l'embryogenèse. Une baisse en GAs et un accroissement en ABA, augmente la remobilisation du carbone pré stocké vers les grains et accélère aussi la vitesse de

remplissage du grain (Yang J. et al., 2001). L'accumulation des ABA au niveau des grains durant le grossissement du grain peuvent promouvoir le remplissage du grain et augmenter la remobilisation des assimilés aux grains.

## **1.3 Qualité de panification des grains:**

Les interactions entre les fibres de protéines et l'amidon durant la malaxation, la fermentation et la panification de la pâte du blé ont été explicitement décrites par Lindsay M.P. et al., (1999); Ishida N. et al., (2001). Toutefois, la qualité du blé est déterminée, partiellement par certaines techniques d'entretien de la culture et les conditions de l'environnement (Dwyer E. et al., 1999), comme elle peut être influencée par les gènes (Grausgruber H. et al., 2000). Par ailleurs, il a été signalé par certains auteurs, malgré que plusieurs corrélations ont été prouvées significatives, on pouvait conclure que l'utilisation d'un seul test isolé pour prédire la qualité ne pourrait pas donner une indication complète sur la qualité du gluten (Dwyer E. et al., 1999).

### **1.3.1 Taux d'extraction de la farine:**

---

Oliveira J.A., (2000) a rapporté que le poids spécifique a corrélé avec le taux d'extraction dont il est une importante caractéristique de la mouture. D'autre part, Williams P., (1998) a signalé que le blé idéal peut produire un taux d'extraction intrinsèque supérieur de la farine de faibles cendres et une couleur éclatante. Les résultats de Altaf A et al., (1969) démontrent que les grains de petite taille ont un taux d'extraction faible bien que des farines de bonne qualité ont été obtenues par la mouture de grains semblables. Cependant, Hoshino T. et al., (1994) ont retrouvé que ce taux a été amélioré avec l'accroissement du volume des grains

Selon les travaux du Varga B. et al., (2003) et Campbell K.G. et al., (1999) le taux d'extraction de la farine dépend aussi de la variété. Schuler S.F. et al., (1995) aussi ont démontré une corrélation positive avec la largeur du grain, mais une corrélation négative avec sa longueur. Toutefois selon Ceglińska A., (2003) les populations de l'épeautres ont un rendement de farine supérieur à celui des variétés du blé commercialisées, et des ségrégations transgressives ont été constatées dans les deux sens lors du croisement entre soft et hard blé (Campbell K.G.C. et al., 1999).

### **1.3.2 Teneur en protéines:**

---

La teneur en protéines a une forte corrélation avec le volume des produits de panification (Bettge A. et al., 1989) ainsi que le volume du gaz libéré lors de la fermentation (Hruskova M. 2004). Le volume du pain dépend de la teneur de la farine en protéines en qualité et en quantité suffisante (Hruskova M., 2003).

La quantité des protéines est sous l'influence des facteurs du milieu, alors que leur qualité est purement génétique (Hruskova M., 2003). A cet effet, cette dépendance en protéines de divers paramètres de la qualité de la composition de la farine peut être utilisée comme guide lors de l'usage des caractères dans des programmes de croisement du blé (Cuniberti M.B. et al., 2003). D'après Simic G. et al., (2006) les facteurs de l'environnement ont fortement influencé la teneur du grain en protéines.

Gooding A. et al., (1986) ont retrouvé que la fertilisation azotée a positivement corrélé à la fois avec le taux des protéines, l'indice du chute, les propriétés liées au farinographe et autres qualités de panification; conséquences directes d'une meilleure absorption de l'eau, résultant, un pain de gros volume (Feizipour A.R. et al., 2006). D'autre part, Anda L. et al., (2004) ont confirmé une large influence des génotypes sur la variabilité, quoique l'effet de l'environnement soit fortement significatif.

A signaler que la teneur en protéines des populations des épeautres est significativement élevée, elle est de l'ordre de 13 - 17 %, comparée aux cultivars commerciaux (Oliveira J.A., 2000), particulièrement dans des conditions de faible fertilisation azotée (Ruegger A. et al., 1993). L'augmentation de la teneur du grain en protéines est généralement associée à un fort accroissement du taux des protéines de réserve (Pomeranz Y., 1971) notamment les gliadines (Cuniberti M.B., 2003; Ceglińska A., 2003), suivi de protéines polymériques avec un taux important en albumen globuline (Cuniberti M.B., 2003). La composition des gliadines de l'épeautre est différente de celle du blé cultivé (Ceglińska A., 2003).

### 1.3.3 Gluten:

---

Le gluten représente de 78 à 85 % des protéines totales de l'endosperme (Galande A.A. 2002). C'est une protéine large et complexe, se compose principalement de glutenines polymériques et de gliadines monomériques (MacRitchie F., 1994), déposées et stockées dans les corps de protéines lors du développement de l'endosperme (Galande A.A., 2002).

Le gluten est l'un des principaux paramètres qui détermine la qualité du blé; il désigne la vigueur de la pâte, sa capacité de rétention du gaz, également il contrôle son extension, son absorption de l'eau et sa saveur naturelle (Regnier S. et al., 2004). La force du gluten et son extensibilité sont les principales caractéristiques définissant la qualité de fabrication du pain du blé; (*Triticum aestivum* L.; Escobar M.C., 2004). En outre, lorsqu'une pâte est développée par le malaxage et l'étalage, le gluten forme un filet viscoélastique continu à travers la pâte (Singh H. et al., 2001). La vigueur du gluten est en fonction de la concentration et de la composition de certaines protéines (Guttieri M.I. et al., 2001). En effet, il est bien confirmé que des cultivars du blé ayant le même taux du gluten total disposent des propriétés de panification différentes (Escobar M.C. et al., 2004).

La composition du gluten est l'élément principal qui détermine les caractéristiques de la qualité des cultivars du blé (Kovacs M.P. et al., 1993). Cela est dû à la présence de sous unités spécifiques de protéines de type glutenine (LMW-GS et HMW-GS) et gliadine en quantité et en rapport. Cependant, les données relatives aux différentes sous unités de gluten estiment que la quantité des LMW-GS et des gliadines est environ trois fois plus que celle des HMW-GS (Laszitty R., 2002). Quoique un rapport de 1 : 1 entre gliadines et glutenines est regardé comme optimal pour une excellente qualité (Laszitty R., 2002).

#### 1.3.3.1 Gliadines:

Les gliadines représentent de 40 à 50 % des polypeptides synthétisés; ce sont des monomériques à chaîne unique et de masse moléculaire similaire (Singh, H. et al., 2001). Ils sont subdivisés en 4 groupes, alpha, bêta, gamma et oméga gliadines selon leur mobilité électrophorétique, à pH bas (Galande A.A. 2002). Ils ont des bandes purement intramoléculaires disulfides (Laszitty R., 2002) à l'exception des omégas gliadines (Galande A.A. 2002).

Toutefois, à cause de leur viscosité, les gliadines ont une influence particulièrement sur l'extensibilité du gluten (Perego P. et al., 2002). La plupart des gènes codant pour les gliadines de type oméga et lambda sont étroitement liés en grappe au niveau de trois loci homologues Gli-A1, Gli-B1 et Gli-D1. Ces gliadines codées par chaque locus sont exclusivement héritées en un seul bloc (Pogna P.E. et al., 1994). Récemment, les gliadines 42 et 45 ont été prouvées étant les seuls marqueurs génétiques de la qualité (Pogna P.E. et al. 1990). Cependant, Metakovsky E.V., (1991) a trouvé une corrélation significative entre les allèles de gliadines Gli - B1b, Gli - B2c ainsi que Gli - A2b et la vigueur du gluten des cultivars italiens du blé tendre.

Les polypeptides de gliadine sont faciles à extraire et purifier à l'aide du gel-électrophorèse, (Martinek P., 2005; Laszitty R., 2002). Hruskova M. et al., (2003) ont prouvé que les gliadines hydrophobes (ex. lambda-Gliadines) augmentent le volume du pain, alors que, des gliadines de la partie la plus hydrophile du spectre électrophorétique (ex. oméga-Gliadines) décroissent le volume du pain (Van Lonkhuijsen H.J. et al., 1992). L'hérédité des molécules de gliadines a été localisée au niveau des blocs associée au six loci au niveau des chromosomes 1A, 1B, 1D, 6A, 6B, et 6D (Martinek P. et al., 2005).

### **1.3.3.2 Glutenin**

La relation qui existe entre la composition des sous unités de glutenines à grosse masse moléculaire et certains paramètres technologiques a été établie pour la première fois par Payne P.I. et al., (1987). La qualité du pain dépend quasiment de la variation des composantes des glutenines des protéines de la farine (Wrigly W. et al., 1982), alors que Fu B.X. et al., (1986) ont confirmé que la variation relative des paramètres liés à la vigueur de la pâte a été expliquée par les quantités de glutenine soluble et insoluble. L'importance des glutenines demeure qu'elles sont responsables de la durée de malaxation de la pâte et son développement (Pylar E.R., 1988). Les glutenines contrôlent l'élasticité du gluten, la stabilité de la pâte et son absorption de l'eau (Perego P. et al., 2002).

### **1.3.3.3 Insolubilité du gluten:**

Généralement, les protéines contiennent un mélange de chaînes d'acides aminés polaires et non polaires. Ce sont les chaînes non polaires qui contribuent au manque de la solubilité dans les solutions aqueuses. La fréquence des groupes chargés est donc un facteur limitant pour la solubilité des protéines du gluten (Singh H. et al., 2001) et contribue à la résistance maximale de la pâte à l'extension. A cet effet, lorsque la macromolécule s'élargit en volume, elle devient moins soluble.

En réalité, la réduction de la solubilité avec l'accroissement de la masse moléculaire a été utilisée pour estimer la masse moléculaire des polymères (Singh H. et al., 2001). Selon (Laszitty R., 2002), la glutenine est composée de sous unités liées par des bandes de disulfide. Ces sous unités pourraient être décomposées en deux groupes; les sous unités de grosse masse moléculaire (HMW ou HMW-GS) et les sous unités à faible masse moléculaire (LMW ou LMW-GS). La qualité du gluten paraît un caractère complexe et multi-génétiquement contrôlé, elle ne peut pas être expliquée par des simples effets additifs des allèles individuels codant pour les protéines (Metakovsky E.V. et al. 1997).

### **1.3.3.4 Sous unités de glutenines à HMW:**

Les sous unités à HMW sont des composantes minoritaires, mais ce sont les principaux déterminants de l'élasticité du gluten (Payne, P.I. et al., 1981). Les études relatives au

dosage des gènes ont indiqué que la qualité du pain pourrait être améliorée par l'intégration et l'expression des gènes spécifiques de HMW-Gs (Shewry P.R. et al., 1992). Ceci a été conclu suite à la forte corrélation entre ces sous unités contrôlant l'élasticité et la vigueur de la pâte (Laszitty R., 2002) ainsi que la qualité des produits de panification (Escobar M.C. et al., 2004). Les loci Glu-A1, Glu-B1, et Glu-D1 renferment des gènes codant pour les composantes des sous unités HMW-G. Le locus Glu-D1 a été démontré qu'il a une forte influence sur la production de pain qualité (Pena R.J. et al., 2002).

La sous unité 5+10 est plus impliqué dans la meilleure qualité du pain. Outre, en utilisant les techniques de NILs, Rogers A. et al., (1991) ont démontré que les deux composantes de cette sous unité sont équitablement importantes pour les propriétés de la pâte, la sédimentation (SDS) et pour le bon volume du pain (Galande A.A. 2002). D'autre part, El Haddad L. et al., (1995) ont démontré que les paramètres de l'alvéographe (W et P) et les valeurs de Zéleny ont corrélé positivement avec les sous unités 7+9 et 5+10, alors que la sous unité 1 est corrélée à la fois avec W et la meilleure qualité de la pâte, cette dernière est codée par l'allèle Glu-A1a (Obukhova L.V. et al., (1997). Néanmoins, les sous unités 2\* et 17+18 ont corrélée positivement avec les valeurs du Gonflement.

Par contre, les sous unités 2+12 ont été prouvées étant des sources de médiocrité prononcée de la qualité de la pâte et du pain (Payne P.L. et al., 1981). En effet, les valeurs de test de Zéleny et de l'alvéographe, notamment du W (la vigueur du gluten) et P (la ténacité), ont corrélé négativement avec 2+12 (Branlard G. et al., 1985), alors que la mauvaise qualité de la pâte dépend de l'allèle Glu-A1c (allèle nulle) (Pena R.J. et al., 2002), Glu-B1 (7,6+8, 20, 20+20,13+19) et Glu-d1( 3+12,4+12) reconnus d'être liés aux faibles propriétés de malaxation de la pâte, de sa vigueur et de son extensibilité (Pena R.J. et al., 2002). Les sous unités à HMW de types x et y codées par les loci Glu-A1 et Glu-B1 sont couramment héritées en paires; il est difficile de déterminer les effets individuels de chaque sous unité sur la qualité du gluten (Galande A.A. 2002).

### **1.3.3.5 Sous unités de glutenines à LMW:**

Les gènes du chromosome 1D qui codent pour le groupe D des sous unités de glutenines à LMW où ils ont été localisés (Bedo Z. et al., 2001), sont démontrés inséparablement liés aux Gli-D1 et n'ont pas été retrouvés sur des locus séparés (Payne, P.I. 1987).

La variation allylique des sous unités de glutenine à LMW ont été prouvées responsables de la différence de propriétés viscoélastiques de la pâte (Dwyer E. et al., 1999) avec une forte corrélation ( $r=0.96$ ), tandis que Radaelli R. et al., (1997) ont confirmé un effet positif sur l'extensibilité de la pâte par les allèles Gli-D1 (gliadines)/Glu-D3 (LMW-Gs).

### **1.3.3.6 Bandes de disulfides et formation des glutenines de LMW et HMW:**

Les travaux récents de Grosch W. et Wieser H., (1999) ont révélé que l'attaque de composés de thiol à faible masse moléculaire tel que le réducteur glutathion (GSH) est orientée vers les bandes intermoléculaires S-S entre les glutenines à LMW et les glutenines à HMG. Les GSH pourraient provoquer des changements radicaux de la consistance de la pâte (Escobar M.C. et al., 2004). La présence de trois groupes de thiols libres et même davantage, rend possible la ramification des chaînes et l'inter liaison entre elles, engendrant la distribution d'un large masse moléculaire (HMW) (Singh, H. 2001). Lors du malaxage, une grande partie des segments de molécules de polymère peuvent se déplacer, indépendamment, comme des unités cinétiques et le volume du segment, dans le cas d'une protéine, pourrait être de l'ordre de 6 à 10 résidus d'acides aminés (Laszitty R., 2002). Finalement, lorsqu'un seul

groupe de thiol est libre, le polypeptide peut être relié à la chaîne et agit pour sa terminaison (Laszitty R., 2002).

### **1.3.3.7 Au niveau moléculaire:**

La force de tension transmise par le malaxage et l'extension de la pâte permet aux masses de protéine du gluten d'établir des bandes et forme ainsi un filet continu à travers la pâte (Singh H., 2001). Durant la phase de développement, la pâte acquiert des propriétés viscoélastiques devenant optimales au pic de la phase de consistance (Singh H., 2001).

Si les gliadines sont les seules molécules présentes dans le mélange avec l'amidon; un liquide visqueux sans élasticité importante est formé. Néanmoins, lorsque uniquement les glutenines sont mélangées avec l'amidon, un matériel caoutchouteux est formé, très difficile à développer, au moins avec une intensité de malaxage ordinaire (Singh H., 2100). Cependant, Une viscosité élevée est obtenue, le plus souvent, en accouplant les molécules de glutenines avec ceux des gliadines, ce qui retarde la rétraction des molécules et maintient l'élasticité pendant la période de repos (Singh H., 2001).

### **1.3.3.8 Facteurs affectant la qualité technologique de la farine:**

#### **1.3.3.8.1 Conditions de stockage:**

La durée du stockage ainsi que ses conditions, notamment le taux d'humidité de la farine, la température et l'atmosphère des lieux de stockage (Bell B.M. et al., 1979) influent sur la qualité technologique du blé, résultant, des modifications de certains paramètres. Lukow O.M. et al., (1997) ont étudié les changements des paramètres de mouture et de panification pendant 15 mois de stockage sous une gamme de températures entre  $-4$  et  $+ 25$  C° et d'humidité relative entre 28 % et 73%. En effet, le taux d'extraction de la farine a modérément baissé. D'autre part, la vigueur du blé a été affectée et justifiée par une faible valeur de Zéleny et un fort indice de chute.

L'alvéographe est l'un des paramètres qui se montre très sensible à la maturation de la farine ainsi qu'à la détérioration de sa qualité pendant le stockage (Cenkowski, S. et al., 2000). En effet, avec l'accroissement de la température ambiante, la pâte devient moins extensible, entraîne, des valeurs élevées du rapport P/L (Cenkowski S. et al., 2000), paradoxalement à sa force (valeurs alvéographe W) qui demeure in affectée. Yoneyama T. et al., (1970) ont prouvé que durant deux ans de stockage à 0 C° les caractéristiques de la farine n'ont pas significativement changées, tandis que la compression de la farine offre des avantages sûrs pour un stockage à long terme (Cenkowski, S. et al., 2000). Cependant, Cenkowski, S. et al., (2000) ont rapporté qu'un faible taux d'humidité de la farine stockée ralentit l'oxydation des bandes de sulfhydryl responsables de la détérioration des propriétés de la pâte. Or, dans les conditions de stockage idéal, la farine conserve parfaitement sa qualité boulangère pendant plusieurs années (Tsen C.C. et al., 1963).

#### **1.3.3.8.2 Stade de maturation de la farine:**

Kent N.L., (1983) a rapporté que la qualité boulangère d'une farine non traitée et issue d'un blé récemment récolté s'améliore en période de 1 à 2 mois, ainsi que des changements biochimiques complexes se déclenchent de le 4<sup>ème</sup> au 5<sup>ème</sup> jour après la mouture et perdurent approximativement 03 semaines. La maturation optimale dépend des caractéristiques de la farine et des conditions ambiantes de stockage. En effet, les

farines faibles ont besoins d'un temps long, par contre, la farine à fort taux de cendre atteint rapidement les caractéristiques optimales (Hruskova M. et al., 2002).

Toutefois, pendant une longue période, les propriétés de la farine se détériorent sous l'effet des acides gras non saturés qui pourraient réduire la capacité de gonflement du gluten et l'absorption de l'eau et augmenter la résistance de l'amidon à la gélatinisation (Chen X. et al., 1996). Davantage, au fil du temps, le taux du gluten humide tend à baisser, mais sans altérer significativement sa qualité. L'extensibilité a la même tendance; une nette diminution a été retrouvée chez les blés faibles (Hruskova M. et al., 2002).

Cependant, les recherches conduites par Sip V. et al., (2000) ont révélé que la fertilisation azotée du blé stimule davantage l'accumulation d'un gluten de moindre qualité. Cependant, le faible taux du gluten pourrait être compensé par une excellente qualité du gluten, également, une basse qualité du gluten pourrait être aussi compensée par une teneur élevée du gluten (Jakubauskiene L. et al., 2005).

#### **1.3.3.9 Transfert de gènes:**

Diverses approches biotechnologiques comme la culture des tissus in vitro, le transfert de gènes et l'usage des marqueurs de l'ADN ont émergé comme des outils très sollicités pour compléter des méthodes conventionnelles de croisement. Ces dernières apparaissent beaucoup plus consommatrices de temps, de main d'œuvre et dépendent du milieu. Davantage, ces méthodes permettent de générer une variabilité génétique nécessaire pour la création de nouveaux cultivars de caractères adéquats et améliorés.

### **1.3.4 Principaux tests utilisés pour évaluer la qualité de panification des farines de blé tendre:**

---

#### **1.3.4.1 Gluten humide:**

Il existe une forte corrélation ( $r= 0.82$ ) entre le gluten humide et la teneur en protéines (Varga B. et al., 2003; Anda L. et al., 2004). Bien que le taux du gluten humide est influencé par les conditions de culture, l'effet du génotype est prédominant sur les caractères qualitatifs du gluten (Simic G. et al., 2006). Cependant, il a été remarqué une corrélation négative entre ce caractère et l'indice du gluten (Varga B. et al. 2003). D'après Simic G. et al., (2006), les cultivars qui se caractérisent par un rapport gluten humide/protéines oscillant entre 2.7 et 3.0 et un indice du gluten variant entre 75 et 90 %, possèdent un gluten doté de parfaites caractéristiques de panification.

Simic G. et al., (2006) ont rapporté une différence significative du rapport GH/P parmi les variétés analysées et que ce rapport se change d'un génotype à un autre. Toutefois, les variétés ayant un gluten de vigueur ( $GI > 90\%$ ) dites améliorantes ont un rapport Gluten humide/Protéines de 2.3 à 2.44. Cependant, une négative et significative corrélation ( $r=-0.62$ ) a été retrouvée entre GI et le rapport GH/P.

#### **1.3.4.2 Indice du gluten:**

C'est le taux de la fraction du gluten restant au niveau du tamis après centrifugation. L'indice offre à la fois, des informations relatives aux quantités de gluten humide de l'échantillon de la farine et sa vigueur (Curic D. et al., 2001; Simic G. et al., 2006). Des tests effectués dans plusieurs pays montrent que la farine des meilleurs produits de panification (pain de volume important) a un indice de gluten compris entre 75 et 90 % (Curic D. et al., 2001), alors que

celle d'excellente qualité garde un taux entre 85 et 92 % (Kaasova J., 2002). Des valeurs variant entre 50 et 60 % montrent une qualité moyenne, or, ces farines conviennent mieux à la fabrication des biscuits (Dwyer E. et al., 1999).

A signaler que les farines ayant un indice dépassant 95 % sont considérées comme très fortes (blés de force), tandis que celles disposant un indice de moins de 60 % sont très faibles pour la production de pain (Curic D. et al., 2001). Toutefois, une positive corrélation a été retrouvée entre l'indice du gluten et les indices de qualité à l'extensiographe, particulièrement, la résistance maximale de la pâte à l'extension ( $r=0.86^{**}$ ), la force de l'alvéographe ( $r=0.799$ ) et la résistance à l'extension dont  $r=0.788$  (Curic D. et al., 2001).

Les farines ayant un indice de moins de 75 %, généralement, se caractérisent par l'absorption élevée de l'eau; plus tard elles libèreront cet eau, deviendront collantes et inappropriées à la panification. Cependant, Les farines possédant un indice dépassant 90 % produisent des pâtes excessivement vigoureuses, résultant, un pain de faible volume. En outre, le pain d'excellente qualité boulangère pourrait être obtenu à travers un système de production intensif, particulièrement, avec des doses élevées d'azote (Varga B. et al., 2003). Cependant, Simic G. et al., (2006) ont démontré que l'effet génotype est dominant sur les caractéristiques qualitatives du gluten notamment l'indice du gluten.

#### **1.3.4.3 Taux de cendre:**

La teneur en cendre est un indicateur de la qualité de la mouture (Williams P. 1998; Hruskova M. et al., 2004). Selon Kruger J.E. et al., (1994), la forte teneur en cendre de la farine est accompagnée de diminution de l'éclat de la pâte. Cependant, des études effectuées par Park W.J. et al. (1997) ont démontré que les blés à grains blancs sont nettement supérieurs à ceux à grains rouges en termes d'éclat de la pâte.

Toutefois, la cendre affecte la couleur et la qualité de la farine (Regnier S. et al., 2004). L'effet de l'environnement sur le taux de la cendre dans la farine a été illustré par plusieurs auteurs. En effet, Peterson C.J et al., (1986) ont trouvé que la plus grande variation en teneur en cendre est due à l'environnement et à ses composantes.

#### **1.3.4.4 Test de Zéleny:**

Le test de Zéleny est largement utilisé comme un test rapide pour dépister les premières générations des lignées de blé destinées à la production du pain de qualité (Weegles P.L et al. 1996). D'après Williams P., (1998), cet indice se base sur la capacité de gonflement des molécules de protéines du gluten en présence de l'acide lactique. D'autre part, les valeurs élevées de ce test sont en forte corrélation avec la vigueur du gluten et la production du pain de qualité, comme il a été signalé par Zéleny L., (1947).

Par ailleurs, Kruger J.E. et al., (1995) et Hruskova M. et al., (2003) ont rapporté que la teneur en protéines des farines influe sur la valeur du test de Zeleny. Davantage, Hruskova M. et al., (2003) ont trouvé une meilleure corrélation, de l'ordre de  $r=0.8407$ , entre les valeurs de Zéleny et la teneur en protéines de la farine. Ceglińska A., (2003) a rapporté que les valeurs hautement élevées de Zéleny ont été atteintes à partir des farines contenant des taux forts en gluten. Hruskova M. et al., (2003), un gluten de meilleure qualité avec une corrélation satisfaisante, permet de concrétiser ainsi une meilleure qualité boulangère, prouvée par un volume assez élevé du pain.

D'après des études faites par Oliveira J.A., (2000), les populations de l'épeautre, généralement, possèdent des valeurs faibles de Zéleny en comparaison avec celles de blé cultivé.



#### **1.3.4.5 Alvéographe:**

Depuis les études de Chopin 1927, cet instrument a été utilisé en grande envergure à travers le monde, probablement plus que l'extensiographe afin de prédire la performance des farines à la panification (Bettge A. et al., 1989). Les versions actuelles incluent des composantes d'ordinateur pour analyser les diverses mesures prises à partir de l'alvéogramme. Les propriétés rhéologiques de la pâte, comme celles mesurées par l'alvéographe et le farinographe, ont révélé que ces tests sont de bons indicateurs de la qualité du gluten (Dwyer E. et al., 1999). Cependant, l'usage de l'alvéographe n'est pas recommandé pour des farines de blé de vigueur extrêmement élevée, du fait, qu'il ne différencie pas explicitement entre les farines au delà de 15 minutes de stabilité au farinographe (Williams P., 1998).

Toutefois, Regnier S. et al., (2004) a rapporté que la variation du grain en diamètre constitue un bon indicateur de la stabilité de la pâte, sa ténacité, son extensibilité ainsi que le rapport ténacité/extensibilité. La quantité de certaines glutenines polymériques paraît qu'il a une bonne corrélation avec la force du Gluten (W), la ténacité (P), l'indice de l'alvéographe et le volume du pain (Dachkevitch T. et al., 1989). Par ailleurs, El haddad L. et al., (1995) ont montré une variabilité génétique élevée pour ce paramètre. Cependant, il a été retrouvé qu'il existe des effets épistatiques entre loci Glu (glutenines) et Gli (gliadines) sur la ténacité, l'extensibilité et le travail de déformation, comme il a été, également, rapporté par Nieto-Taladriz M.T. et al, (1994).

##### **1.3.4.5.1 Travail de déformation (W):**

C'est un paramètre clef d'évaluation des cultivars du blé auquel est attribué la sélection et la classification pour la qualité (Cuniberti M.B. et al., 2003). Toutefois, (W) est une mesure de la combinaison de P et L tandis que pour les blés européens c'est un important corrélateur avec le volume du pain (Bettge A. et al., 1989). Il paraît que ce paramètre est très utile pour prédire la qualité de la farine ; les valeurs de l'énergie (W) corréleront mieux avec la teneur en protéines totales (Perego P. et al., 2002) et la composition des protéines dont leurs propriétés sont fidèlement reliées à la valeur de W qu'à la valeur de la ténacité (P) (Cuniberti M.B. et al., 2003).

La corrélation entre W de l'alvéographe avec les protéines polymériques du grain est forte, encore bien forte avec les protéines polymériques complexes (Cuniberti M.B. et al., 2003). Les allèles qui codent pour les gliadines, également, affectent la force de la pâte comme mesurée par (W) de l'alvéographe (Metakovsky E.V. et al., 1997).

##### **1.3.4.5.2 Extensibilité à l'Alvéographe (L):**

La valeur de (L) est la longueur moyenne en millimètres des courbes, à partir du point où une bulle de la pâte commence à se gonfler jusqu'au point de sa rupture (Curic D. et al., 2001). Toutefois, une forte corrélation a été signalée avec le taux des protéines polymériques des grains (Cuniberti M.B. et al., 2003). (W) et (L) sont les deux uniques valeurs de l'alvéographe mesurées avec précision. Elles démontrent un potentiel boulanger très élevé et produisent des prédispositions acceptables quant à l'usage des farines pour la panification (Bettge A. et al., 1989). Bettge A. et al., (1989) ont démontré que l'unique élément utilisé séparément pour prédire le volume de pain du blé de type Hard est bien (L) dont la corrélation a été ( $r=0.90$ ). Par ailleurs, Guttieri M.I. et al., (2001) ont rapporté que les génotypes de type Glu-A1 ne sont pas associés à l'extensibilité.

#### **1.3.4.5.3 Ténacité à l'alvéographe:**

La surpression (P) désigne la hauteur maximale de l'alvéogramme multipliée par un facteur de 1,1. Elle a été très fortement corrélée avec le taux des protéines polymériques inextricable (Escobar M.C. et al., 2004). Par ailleurs, les farines à valeur élevée de la ténacité (P) se caractérisent aussi par une large capacité d'absorption de l'eau (Regnier S. et al., 2004). Cependant, (P) est la seule valeur qui a corrélé négativement avec les protéines de la farine, le gluten humide et le volume du pain (Bettge A. et al., 1989).

#### **1.3.4.5.4 Gonflement:**

Raccourci au (G), cet indice est la racine carrée du volume de l'air nécessaire pour la rupture de la pâte. Plusieurs études ont liées les valeurs de G aux diverses caractéristiques de la pâte.

#### **1.3.4.5.5 Rapport de configuration (l'indice de l'alvéographe):**

Le P/L est une indication approximative de la forme de l'alvéogramme en combinant la mesure de ténacité de la pâte (P) à son extensibilité (L).

## **1.4 Divers stades de blé tendre et échelles de développement:**

De la levée jusqu'au grain mûr, le cycle de développement de blé tendre passe par divers stades phénologiques. La durée et la vitesse de chaque stade et de tout le cycle de développement sont liées à la température, et précisément, aux unités de chaleur accumulée, sauf dans les conditions d'extrême sécheresse (James E.N. et al., 2000).

En vue de faciliter l'étude de cycle de développement et de croissance des céréales et de bien définir les différents stades du blé à des fins de recherche et de professionnalisme, le cycle de blé a été subdivisé en diverses échelles de développement. A signaler que l'échelle de Feeks est peut être la plus couramment utilisée. Il englobe onze stades différents; où sont décrits les majeurs changements du stade plantule jusqu'au stade grain mûr. Cette échelle se caractérise par l'identification d'un optimum de stades pour les traitements chimiques tel que l'application des fongicides, alors que l'échelle de Zadoks convient mieux pour les traitements informatiques (Fowler D.B., 2002). La troisième échelle est celle de Haun.

### **1.4.1 Germination et levée:**

---

Afin de lever l'état de dormance et faire apparaître les premiers signes de la germination, le grain de blé a besoin d'absorber approximativement l'équivalent de 45 à 49 % de son poids en eau (James E.N. et al., 2000). A ce niveau d'humidité, le coléoptile (la gaine de la feuille) sort du grain et permet de protéger l'extrémité molle de la tige jusqu'à la sortie totale de cette dernière à la surface du sol. L'élongation de la coléoptile s'achève et se termine en réaction à la lumière. En effet, la germination se complète en 4 à 6 jours dans des températures optimales entre 20 C° et 25 C° (Lee R.D. et al., 1996).

L'extension de la première feuille, complètement sortie, marque le début du stade suivant. C'est tout juste après la levée totale que la plante devient plus dépendante des éléments nutritifs disponibles au niveau de la zone racinaire. A la fin de ce stade, certains professionnels pensent qu'un stress hydrique modéré pourrait induire les racines à explorer profondément les profils du sol qui pouvaient ultérieurement approvisionner la plante si les apports en eau deviennent déficitaires (Newman J.E. et., 1985).

#### **1.4.2 Stade plantule:**

---

Le stade plantule commence dès l'apparition de la première feuille et se termine avec l'émergence de la première talle, à la fin de ce stade la plante possède jusqu'à six racines séminales.

#### **1.4.3 Développement des feuilles et des talles:**

---

Selon l'échelle de développement de culture de Feekes, une nouvelle feuille est comptée lorsqu' elle devient la moitié de la taille de la feuille en dessous, alors que la plante de blé produit la première talle après avoir possédé trois feuilles et parfois davantage. Toutefois, il est rare de rencontrer une plante avec plus de 5 talles axillaires (James E.N. et al., 2000), mais un plant individuel sur un sol fertile, amplement espacé et bien alimenté peut produire jusqu'à 100 talles (Martin J.H. et al., 1976).

De même, si la première talle ne se forme qu'après l'émergence totale de la troisième feuille, l'émergence ultérieure des talles est couramment synchronisée avec l'apparition de chaque nouvelle feuille sur la tige principale (Fowler D.B., 2002). Les talles secondaires prennent naissance au niveau des nœuds des talles primaires, tandis que, les talles tertiaires pourraient, dans de rares occasions, être produites par les talles secondaires. Les talles primaires sont reconnaissables par leur taille, relativement supérieure.

#### **1.4.4 Montaison:**

---

Un épi à l'état embryonnaire qui a été formé à la base de la plante commence à gagner de la hauteur dans la tige (James E.N. et al., 2000). Le développement des épillets est couramment terminé lorsque le premier nœud à 0.4 pouce (01 cm) au dessus du sol. Il aura lieu quand la tige principale a de 5 à 6 feuilles (Smith R., et al., 2003). La mort rapide des jeunes talles sous développées ayant moins de trois feuilles se déclenche et chaque type de talle a une feuille de moins que la talle de la classe précédente (Fowler D.B., 2002). Elle synchronise non seulement l'élongation de toutes les talles mais assure aussi qu'il n'y aura pas que quelques jours de différence entre la maturité de tous les épis de la plante (Lee R.D., 1996).

La période de l'apparition des nœuds sur les tiges commence lorsque le premier nœud devient visible au dessous de l'épi. A la fin de ce stade, l'épi est complètement formé et contient tout le potentiel de fleurs. Après ce stade, l'application des herbicides à base de phenoxy tels que 2,4-D et le MCPA cause des malformations voir la stérilité de l'épi. Généralement, les tiges du blé posséderont plusieurs inter nœuds en ordre croissant en longueur, répartis de la base de la plante jusqu'à l'extrémité (Jamieson P.D. et al., 2000).

##### **1.4.4.1 Apparition de la dernière feuille:**

Elle nous indique que l'épi est sur le point d'émerger (Lee R.D., 1996). En effet, à la sortie de la dernière feuille, trois nœuds de la plante deviennent visibles. Par ailleurs, pour s'assurer qu'il s'agit de la dernière feuille, on procède à réaliser d'une ouverture longitudinale tout le long de la gaine de la dernière feuille.

#### **1.4.4.2 Effet de la dernière feuille sur le rendement:**

Par ailleurs, Boyeldieu J., (1980) a indiqué que la dernière feuille ainsi que les deux feuilles en dessous fournissent leurs assimilés à l'épi tandis que les feuilles les plus âgées alimentent les racines. Mais si les feuilles supérieures sont enlevées ou cachées, les inférieures les relient pour alimenter les grains (Boyeldieu J., 1980). Toutefois, selon Lee R.D., (1996), la dernière feuille produit la plus grande portion des carbohydrates pour le remplissage des grains, à cet effet, elle devrait être protégée si nécessaire contre les maladies et insectes afin d'aider la plante à développer son potentiel en rendement. En outre, Nelson J.E. et al., (2000) ont rapporté que la dernière feuille contribue à 75 % et même davantage dans la photosynthèse des réserves nécessaires pour le maximum de rendement en grains.

#### **1.4.5 Stade gonflement:**

---

Bien que le début de ce stade diffère d'une échelle à une autre, la formation d'un col juste après l'apparition de la dernière feuille marque le début de gonflement selon l'échelle de Zadocks, ceci se fait après l'extension complète de cette dernière suivant les échelles de Feekes et Haun. A ce stade, la gaine se gonfle pour former une sorte de botte à cause de l'accroissement continu en taille de l'épi (Nelson J.E. et al., 2000).

##### **1.4.5.1 Racines adventives:**

Chaque talle et après avoir développé trois feuilles, devient indépendante de la talle principale et produit son propre système racinaire (Lee R.D., 1996). Les talles n'ayant pas développé au moins trois feuilles n'ont pas la compétitivité, aux assimilés, qu'il le faut, et meurent une fois que le stade d'élongation des tiges démarre (Fowler D.B., 2002).

##### **1.4.5.2 Ajustement osmotique:**

Le bon enracinement des génotypes qui s'ajustent osmotiquement est en rapport avec la maintenance de la turgescence de la plante, résultant, un taux de fixation de carbone élevé, qui à son tour ajuste osmose de l'apex. (Turner N.C. et al., 1980).

##### **1.4.5.3 Système racinaire et son efficacité dans l'utilisation d'eau:**

Généralement, les génotypes possédant une forte densité racinaire superficielle c. à d. très proche de la surface du sol, sont supposées, qu'elle réduisent l'évaporation directe du sol (Fischer R.A., 1979). Outre, plus les racines sont profondes, plus l'efficacité dans l'utilisation de l'eau pourrait être élevée.

##### **1.4.5.4 Initiation de l'épi:**

L'exposition de la plante à des températures basses (Vernalisation), a un rôle extrêmement important pour le développement et l'initiation de l'épi. Une température convenable est exigée pour satisfaire les besoins de la vernalisation, la durée de la période diffère selon

la variété et se réduit avec les basses températures et l'avancement du développement de la plante (Nelson J.E. et al., 2000). En bref, elle coïncide approximativement pour chaque talle avec le stade de quatre feuilles et avant que l'élongation des tiges ne commence.

#### **1.4.6 Epiaison:**

---

La sortie des premiers éléments de la barbe de l'épi à travers la gaine de la dernière feuille annonce le début de l'épiaison. Elle est le résultat de l'élongation du pédoncule qui pousse l'épi en dehors du col de la dernière feuille (Nelson J.E. et al., 2000), à ce stade, la floraison n'est pas encore achevée au niveau de l'épi (Fowler D.B., 2002). Par ailleurs, la température et la radiation pendant, pré et post-floraison ont une importance capitale sur certaines composantes de rendement, elles affectent notamment le nombre de grains/m<sup>2</sup> et le poids de 1000 grains (Ortiz J.I. et al., 1994).

##### **1.4.6.1 Importance de la durée de croissance de l'épi:**

Il y a lieu de signaler que l'accroissement de la durée de croissance de l'épi, a un effet significatif sur l'indice de récolte. Néanmoins, Abt P.E. et al., (1998) ont montré que l'élargissement de cette durée de 27 à 37 jours pourrait s'associer avec une augmentation du poids sec de l'épi équivalent à une augmentation de l'indice de récolte de 31 à 43 %. Dans ce cas, ils ont suggéré que les chercheurs peuvent exploiter cette possibilité pour une éventuelle amélioration des rendements en grains des blés.

#### **1.4.7 Floraison et sortie des anthères:**

---

Les plantes ont évolué des chemins multiples pour la régulation de la date de floraison. Du fait que le FLC (précurseur de la floraison) détermine l'ampleur de la réponse à la vernalisation pour la promotion de la floraison, ces protéines semblent être le régulateur central de l'induction de la floraison via la vernalisation (Rudnoy S. et al., 2002). Couramment, la tige principale fleurit la première, mais les épillets de la même talle poursuivent leur épanouissement dans un ordre spécifique. En effet, suivant Acevedo E.H. et al., (1998) la floraison et la pollinisation par la suite commence à partir de la section centrale de l'épi de la talle principale et progresse ensuite vers la base et l'extrémité de l'épi en même temps. Tous les épis de la plante fleurissent en quelques jours, donc, selon le même ordre qu'a suivi l'initiation florale.

Néanmoins, les basses températures pourraient causer des blessures ainsi qu'une stérilité partielle ou complète de l'épi, couramment les variétés à court cycle ou à maturité précoce sont plus susceptibles aux blessures dues à la gelée du fait de la émergence précoce de l'épi que les variétés à cycle complet (Buchanan G.A., 1996). D'autre part, Boyeldieu J., (1980) a conclu que les facteurs causant la stérilité de l'épi sont nombreux et parmi eux, les températures basses de 0 à 3 C° et/ou un déficit hydrique pendant l'épiaison ainsi que la compétitivité des mauvaises herbes (Hamadache A. 1989). Au voisinage de l'épiaison, une faible gelée peut entraîner chez les céréales à paille la stérilité de certains épillets, qui blanchissent complètement (Boyeldieu J., 1980).

#### **1.4.8 Pollinisation:**

---

Selon Nelson J.E. et al., (2000) et Lee D.R. et al., (1996) la plupart des variétés de blé sont à floraison de type ouverte où la floraison a lieu dès la sortie de l'épi de la gaine. L'extraction des anthères se fait pour chaque fleur approuvant ainsi la réussite de la pollinisation, malgré que ce phénomène ne puisse pas être observé sous conditions de stress. Les types à floraison fermée, les anthères demeurent à l'intérieur de chaque fleur. Si les anthères au niveau de la fleur sont de couleur jaune ou grise plutôt que verte, il est raisonnablement certain que la floraison a déjà eu lieu. Les conditions de stress pourraient causer l'avortement des fleurs dans un ordre inverse à leur initiation, résultant, des fleurs vides ou stériles à l'extrémité de l'épi (Nelson J.E. et al., 2001; Lafitte R. et al., 1998).

#### **1.4.8.1 Eclatement de l'anthère:**

La culture considérée qu'elle est au stade floraison lorsque 50 % des épis ont ou moins une anthère éclatée. Cette période s'étend de 0 à 7 jours avec une moyenne de 03 jours tard que l'épiaison (Ortiz-Monasterio J.I..R. et al., (1994). Toutefois, Loumis A. et Connor B, (1997) ont rapporté que le stress hydrique a un effet majeur sur les rendements en grain et ce à partir du début de la floraison jusqu'à 10 jours post sortie des anthères, une grande attention doit être réservée à cette période. Les génotypes à floraison précoce en conditions pareilles sont d'une extrême importance dans l'environnement méditerranéen.

### **1.4.9 Principaux stades de développement du grain:**

---

#### **1.4.9.1 Stade grains laitieux:**

Au cours de ce stade un liquide ressemblant au lait pourrait être pressé du grain. Du point de vue morphologie et physiologie, L'embryon est complètement formé et a une longueur de 1/32 pouce (James E. N. et al., 2000). Les réserves emmagasinées au niveau des parties inférieures sont redéployées dans les parties supérieures en parallèle avec l'évolution des grains et plusieurs parties basales meurent, tandis que la taille du grain augmente rapidement (Fowler D.B., 2002). Il dure de 11 à 15 jours, (Boyeldieu J., 1980).

#### **1.4.9.2 Stade pâteux mou:**

Les réserves stockées durant les stades précédents sont transformées en un matériel ressemblant à la patte alimentaire. Le grain accumule rapidement ses réserves amylicées et protidiques tandis que le poids d'eau dans un grain demeure constant: c'est le palier hydrique (Boyeldieu J., 1980). A la fin , la couleur verte des grains commence à disparaître (Nelson J.E. et al., 2001). La majeure partie du poids sec des grains est accumulée.

#### **1.4.9.3 Stade grains pâteux durs:**

A la fin de ce stade le grain est caractérisé par un taux d'humidité bas (40 à 30 %), les grains atteignent leur maturité physiologique, les glumes et le pédoncule sont totalement jaunes (Lee R.D. et al., 1996; Fowler D.B., 2002). Les principales pertes de rendement après ce stade sont dues, soient aux pertes lors de la récolte, soient à des dégâts occasionnés par les conditions climatiques prédominantes telles que la grêle ou la germination sur pieds (Nelson J.E. et al., 2001).

#### **1.4.9.4 Stade grain dur:**

Le grain est, physiquement, difficile à diviser par l'ongle de la pousse mais la surface du grain pourrait être fissurée avec le bord de l'ongle, toutes les parties de la plante deviennent jaunes. Le taux de l'humidité du grain est à environ 25 % mais il est très élevé pour un stockage en sécurité au niveau des silos (Nelson J.E. et al., 2000).

#### **1.4.9.5 Stade de maturité pour le stockage:**

A la fin du cycle de la plante, le grain est incassable par les ongles et difficile à fissurer sa surface avec le bord de l'ongle du pouce. S'il est brisé le grain se fragmente. Quand le taux d'humidité au niveau des grains baisse à 13 ou 14 %, les grains sont prêts pour la récolte directe avec la moissonneuse ainsi que pour le stockage (Nelson J.E. et al., 2001).

#### **1.4.9.6 Développement du grain et balance hormonale:**

Plusieurs chercheurs ont remarqué que la balance hormonale change suivant et en réponse à l'avancement de la période de remplissage du grain. A cet effet, il est supposé que ce processus est contrôlé par des hormones. Évidemment, Yang J. et al., (2001) ont rapporté que la Cytokinine, les acides Gibbéréliques (GAs) et l'acide Abscessique (ABA) sont impliqués dans la régulation de développement des grains. La concentration en Cytokinine et des acides gibbéréliques augmente, au début du stade de remplissage. Les acides gibbéréliques arrivent à un niveau maximal du 6 au 9 jours après la floraison et sont accompagnés par un agrandissement rapide de l'embryon (un rôle dans l'embryogenèse). Ces deux types déclinent lors des dernières phases de remplissage.

# CHAPITRE II: Matériels et méthodes expérimentales

## 2.1 Matériel végétal:

### 2.1.1 Origine et justification du travail:

---

L'objectif principal de ce travail est d'identifier le maximum des caractères agronomiques mesurables caractérisant ce type de blés. En effet, les données collectées et les conclusions tirées pourraient constituer une avancée importante pour un éventuel programme d'amélioration de blé tendre. Evidemment, la sélection des caractères intéressants à introgresser ainsi que les performances de qualités que comptent ces populations peuvent être utilisées lors d'un programme de croisement et de sélection suivant des objectifs bien définis afin d'anéantir les contraintes d'augmenter les rendements.

Cette richesse de formes et de caractères ainsi pourrait être la base d'un but d'élargir la diversification génétique et de développer des types de plantes alternatives. La priorité sera probablement réservée à des caractères intéressants pour améliorer la résistance ou la tolérance aux majeurs stress biotiques et abiotiques et sans effets négatifs sur le rendement potentiel sous les conditions de productions idéales c à d en culture irriguée. Parmi ceux-ci on peut citer certains processus physiologiques estimés qui ils améliorent d'éviter les périodes de sécheresse, fortes chaleurs et radiations solaires intenses (la précocité), la résistance aux sels, ainsi que d'autres sources de résistance aux maladies et ravageurs de blé tendre où les populations/ variétés des régions chaudes et sèches sont probablement dotées. En bref, une meilleure compréhension des réactions développées et codées par des gènes englobés dans le génome des blés tendres sahariens qui paraissent très importantes notamment s'il font partie d'une stratégie globale de rentabiliser les ressources naturelles.

### 2.1.2 Variétés utilisées:

---

#### 2.1.2.1 Variétés locales:

##### 2.1.2.1.1 Historique et origine:

L'hypothèse de l'ancienneté des blés sahariens est également confrontée avec les données récentes de la préhistoire. Il apparaît alors que les conclusions de Chevalier A. (1949), s'appuyant sur les travaux de Mlle Hartmann F. (1923) et Berthelot A. (1927) évoquant les très anciennes relations entre l'Egypte et l'Afrique du nord-ouest qui considèrent que la culture du blé tendre au Sahara remontait au néolithique (au V siècle avant Jésus Christ) sont à prendre. La civilisation néolithique saharienne a des affinités avec la civilisation égyptienne. L'Egypte de très bonne heure, a eu des contacts avec l'Asie d'une part, avec les Libyens et le Sahara d'autre part, c'est de l'Egypte que seraient venus les blés cultivés au Sahara, d'où dérivent les blés des oasis actuelles, dont les affinités asiatiques s'expliquent par les contacts de l'Egypte avec l'Asie (Erreux J. 1960).



### 2.1.2.1.2 Appellation:

Les appellations relevées dans la région d'Adrar pour les différentes variétés/populations retenues pour cette étude sont par ordre de fréquence: Belmebrouk (02 populations), Bentmebarek (02 populations), Sabaga (02 populations), Chatter, Chouitter, Moumna, Elfarah, Manga (03 populations), Tazi, Belbali, Elbaldi, Elmerakba et El sfar. Chacune de ces appellations correspond dans l'ensemble soit à;

- une caractéristique estimée d'un stade phénologique; à titre d'exemple la précocité. Dans ce cas on peut citer Sabaga, Chatter, Chouitter...
- un aspect assez caractéristique d'un organe de la plante en question particulièrement l'épi ex. Boufertis (Chauve), de la qualité de leur farine, ex. Belmabrouk, El Fareh ...
- D'autre part, ces appellations recouvrent en réalité de nombreux types botaniques différents. Afin de faciliter leur usage dans notre travail nous avons opté pour des codes courts et qui commencent de Kot 1 à Kot 18.
- En réalité, ces 18 Variétés/populations représentent les types natifs de la région d'Adrar les plus couramment utilisés par les agriculteurs oasiens. Deux (02) autres variétés ont été prises comme témoins et constituent l'essentiel des variétés importées, sélectionnées et recommandées par les structures techniques et ce vue leurs potentialités en rendements et qualité de la farine, à la fois.
- L'origine géographique des populations et écotypes locaux est diverse. Elles ont été collectées sur un axe nord-sud de la wilaya proche de 600 Km de long et touche pratiquement les trois zones que compte la wilaya d'Adrar à savoir:
  - El Gourara ( Dairat de Timimoune, Cherouine et Tinerkouk.
  - Touat (Aougrout , Tsabit Adrar , Fenoughil , Zt Kounta et Reggane ).
  - Tidikelt ( Daira d'Aoulef).

Ces variétés/populations, dans leur milieu origine, dévoilent une variabilité abondante de formes, de couleurs et d'utilisations. Elles ont été sélectionnées par les agriculteurs de la région pendant des siècles sur la base de divers paramètres propres à la région ainsi que leur importance. Parmi lesquels on peut citer la précocité, la résistance aux attaques des oiseaux granivores notamment les moineaux, la résistance à l'échaudage et engrenage, et pour la qualité des farines qu'elles produisent. D'autre part, la paille et autre sous produits des céréales constitue, également, une partie intégrante des constituants des rations d'un élevage à dominance ovin, de race locale et de type familial.

Par ailleurs, il est utile de signaler que leurs farines sont à la base de l'alimentation de la famille de l'agriculteur (autoconsommation). Ces farines rentrent dans divers plats traditionnels appréciés par les populations locales particulièrement dans le milieu rural. L'autre usage de ces grains est essentiellement El Aouchour et divers dons aux plus proches des agriculteurs et Zaouiet.

### 2.1.2.2 Variétés témoins:

Tableau n° 3: Principales caractéristiques agronomiques et technologiques des témoins utilisées (source I.T.G.C.).

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

	Anza	H.D.1220
Epiaison	Précoce	Précoce
Hauteur de la tige	Courte	Moyenne
Résistance à la verse	Résistante	Modérément Résistante
Résistance à l'échaudage	Résistante	Modérément Résistante
(W) de l'alvéographe	Moyenne	Elevée
Extensibilité	Bonne	Bonne
Elasticité	Moyenne	Bonne
P/L	Equilibré	Equilibré
Panification	tout juste panifiable	Blé correcteur
P.M.G. (g)	36	39

## 2.2. Localisation et identification du site de l'essai:

La position géographique de la parcelle d'expérimentation (centre pivot) de la première année d'expérimentation (2004) a été comme suite;

- X (00° 02' 30 W).
- Y (28° 10' 27) et
- Z (265 m).

Cette localisation est déterminée à l'aide d'un appareil G.P.S. (Global Positioning System).

Le site est à environ 37 km au nord de la ville d'Adrar, à gauche et à 400 m séparé de la route nationale N° 2 (Pivot n° 2 de la ferme de Mr Sbaihi), tandis que l'essai avait une orientation nord- sud. La superficie totale du centre pivot est de l'ordre de 35 ha, alors que la dite ferme s'étend sur près de 200 ha. Elle comprend 4 pivots avec une association de céréales, plasticulture et élevage ovin comme principale système d'exploitation.

Toutefois, Pendant la deuxième campagne, vue les menaces potentielles constituées par le criquet pèlerin pour les cultures en général et la céréaliculture en particulier (manque de moyens préventifs pour lutter efficacement contre ce fléau, l'éloignement de la ferme des bases d'intervention des équipes de lutte antiacridienne...) et l'énormes risques qui pourraient engendrer les crédits allouées par la banque sur l'équilibre financier et l'avenir de l'exploitation, l'agriculteur est fini par abandonner cette spéculation. Ce qui nous a obligés à opter pour la ferme expérimentale de la station de l'I.N.R.AA d'Adrar, d'où la position géographique a été;

- Latitude : 27° , 49'
- Longitude : 00° 18'
- Altitude : 278° 48'

## 2.3 Dispositif expérimental:

Le dispositif choisi est en bloc aléatoire complet à 03 répétitions. La surface de chaque micro parcelle est de 5.4 m<sup>2</sup> (1.8 m X 3 m), dont le schéma à deux dimensions

(A) suivant représente la répartition (aléatoire) des variétés/populations sur la parcelle d'expérimentation.

Bloc - I		Bloc - II		Bloc - III
0 3 m				
Kot 17	↓ 1.8 m	Kot 15		Kot 5
Kot 10		Kot 1		Kot 8
Kot 3		Kot 4		Kot 7
Kot 4		Kot 8		Kot 21
Kot 21		Kot 11		Kot 11
Kot 11		Kot 12		Kot 1
Kot 8		Kot 17		Kot 12
Kot 12		Kot 3		Kot 18
Kot 1		Kot 18		Kot 6
Kot 2 *		Kot 9 **		Kot 4
Kot 18		Kot 14		Kot 10
Kot 5		Kot 6		Kot 13
Kot 20		Kot 16		Kot 2 *
Kot 13		Kot 5		Kot 9 **
Kot 16		Kot 7		Kot 14
Kot 6		Kot 21		Kot 3
Kot 19		Kot 20		Kot 17
Kot 7		Kot 2 *		Kot 16
Kot 9 **		Kot 13		Kot 15
Kot 14		Kot 19		Kot 19
Kot 15		Kot 10		Kot 20

Schéma A: Répartition des variétés sur la parcelle d'expérimentation

(\*), (\*\*) Variétés témoins

## 2.4 Itinéraire technique:

La pauvreté du sol en matière organique et macroéléments a quasiment amoindri son rôle à un support physique. L'austérité de certaines conditions du milieu (la rareté des précipitations, la reprise rapide des fortes chaleurs diurnes printanières vers la fin du mois de Février, climat sec, le manque de brises vents naturelles aggravant la situation, l'éloignement de la zone des centres d'approvisionnement en intrants) constituaient les principaux handicaps à une conduite rationnel et souple.

Cependant, la disponibilité de l'eau dans des nappes souterraines de bonne qualité et en abondance accompagné avec des amendements apportés à l'itinéraire technique (conçu principalement pour les zones du Nord) ainsi que le choix du cite au niveau de l'épicentre, pourraient permettre de se rapprocher aux conditions idéales de culture et d'espérer atteindre des seuils de rendement très satisfaisants.

#### **2.4.1 Précédent cultural:**

---

Le précédent cultural est un blé dur qui a duré 6 mois; de décembre jusqu'au mai, suivi d'une jachère partiellement travaillée, car un désherbage chimique à base d'un désherbant total, à raison de 1.5 l/ha de Roundup (Glyphosate) + 400 c.c de Génamin a été effectué juste avant la mise en place.

Cette dernière opération est réalisée après un pré irrigation, et après avoir que les plants de mauvaises herbes et repousses des campagnes précédentes ont atteint l'hauteur souhaitable (de 15 à 20 cm). Cette procédure permet de garantir ainsi un sol plus ou moins indemne de mauvaises herbes sur les 10 premiers cm de profondeur.

#### **2.4.2 Déchets et chaumes de la campagne précédente:**

---

Les chaumes de blé dur de la campagne écoulée ont été collectés, bottelé et transporté pour servir, en partie, comme aliments pour le cheptel ovin dont dispose l'agriculteur.

Les autres sous produits de la récolte ont fait l'objet d'affouragement sur pieds pendant la période allant de mai à novembre.

#### **2.4.3 Pré irrigation:**

---

Cette opération est bénéfique sur plus d'un titre. En effet, elle a été réalisée durant la dernière décade du mois de novembre avec une vitesse de rotation du pivot de 50 % (environ une rotation toute les 28 heures) avec un début équivalent à 14 mm/jour/ha. Cette opération permet d'atteindre certains objectifs, entre autres de:

- Constituer un réservoir en eau qui sera ultérieurement utilisé par les graines et futures plantules de céréales.
- Faire pousser les grains de mauvaises herbes stockés au niveau des couches superficielles du sol ce qui facilitera, par la suite, leur destruction soit par des moyens mécaniques ou chimiques.

#### **2.4.4 Fertilisation:**

---

La fertilisation est raisonnée suivant le bilan de la fertilité chimique des parcelles ainsi que les besoins de la culture pratiquée y compris les niveaux de rendements escomptés. Le bilan réalisé pour cette raison nous montre un manque accru en Phosphore, matière organique et azote en plus qu'elle est très déficitaire pour certains oligo-éléments indispensables notamment le Fer, le Manganèse, le Zinc et le Cuivre.

La dépendance de la culture en ces éléments est quasi-totale. Donc leur apport permet de satisfaire les besoins des plantes et assure un rendement conséquent.

#### 2.4.4.1 Fertilisation Phosphorique:

La dose de phosphore pratiquée est de l'ordre de 04 qx/ha sous forme de T.S.P. (Triple Super Phosphate) 46 % en granulé. Elle a été épandue en une seule prise à l'aide d'un épandeur centrifuge en date du 12 décembre 2004 suivi d'une reprise de travail du sol.

Vue l'indisponibilité des engrais phosphoriques au début de la campagne 2004/2005, en substitution, on a opté pour l'utilisation du N.P.K. (15.15.15) à raison de 02 qx/ha pour les deux premiers éléments le Phosphore et la Potasse. L'épandage a été effectué juste avant la mise en place de la culture et a été suivi par une irrigation.

#### 2.4.4.2 Fertilisation azotée:

Le type d'engrais azoté appliqué est l'urée 46 % à raison de 05 qx/ha (230 unités d'azote/ha). Toutefois, cette dose a été fractionnée afin de satisfaire les besoins des phases critiques du cycle du blé.

Etant donné que le sol de la parcelle d'expérimentation a été de type sablo limoneux, qui se caractérise par une faible capacité de rétention de l'eau et une capacité d'échange cationique faible, outre, la solubilité très élevée de l'urée dans l'eau, cette dose a été appliquée selon un calendrier d'épandage recommandé. Ce calendrier de fertilisation azoté a été conçu par l'I.T.D.A.S. de Biskra (Institut Techniques de Développement de l'Agriculture Saharien) et ce afin d'atteindre les objectifs sus cités et d'éviter le maximum que possible les pertes d'azote par infiltration suivant le tableau suivant:

Tableau n° 4: Calendrier de fractionnement de la dose d'azote (urée) selon l'avancement du cycle de développement de la culture.

Stade	Dose/ha	Observations
Levée	01 ql	-
Plein tallage	02 qx	-
Début montaison	02 qx	-
Total	05 qx	-

#### 2.4.4.3 Fertilisation potassique 2003-2004:

Vu que le taux de la potasse assimilable par la plante au niveau du sol est modérément déficitaire, la potasse est appliquée une année sur deux à raison de 02 qx/ha. Cette application a été sous la forme la plus souhaitable pour la région; des Sulfate afin d'alléger l'effet du pH alcalin dominant non seulement de la parcelle d'expérimentation en particulier mais aussi de la région en général. Elle a été additionnée au sol et épandue tôt durant la phase préparation du lit de la semence.

#### 2.4.4.4 Oligo-éléments:

Les principaux oligo-éléments dont le sol a été déficitaire sont le fer, le Manganèse, le zinc et le cuivre. Ils sont additionnés sous forme de chélate à l'eau d'irrigation à raison de 5 kg/ha selon le calendrier suivant:

Tableau n° 5: Calendrier d'épandage des oligo-éléments par type.

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

Elément	Période d'application	Dose/ha	Observation
Chélate de fer	Début de tallage	05 l / ha	-
Chélate de manganèse	Début de tallage	05 l / ha	-
Chélate de Zinc	Début de montaison	05 l / ha	-
Chélate de cuivre	Début de montaison	05 l / ha	-

### 2.4.5 Semis:

Le semis a eu lieu le 30 décembre pour la campagne 2003-2004 après avoir que l'agriculteur effectué les opérations suivantes classées par ordre chronologiques: pré-irrigation, d'un passage de la charrue à disc, épandage d'engrais Phospho-potassique, passage du Cover Crop. Pour la campagne 2004-2005 la date de semis a été le 7 novembre.

Le semis a été réalisé manuellement sur des micro-parcelles espacées de 0.5 m pendant que l'écartement entre blocs (allées) a été de 1 m. Les lignes de semis sont espacées de 14 cm, tracées parallèlement à l'aide d'un cordon tout le long de ces dernières. La profondeur des lignes est de l'ordre de 2 cm au font desquelles les grains sont placés...

#### 2.4.5.1 Dose de semis:

La dose de semis retenue est d'avoir un peuplement à la levée de l'ordre de 300 plants levés/m<sup>2</sup>. Cette dose a été réajustée suivant deux paramètres à savoir:

1. La faculté germinative de chaque variété, et
2. Le poids de 1000 Grains de chaque variété.

Le tableau suivant résume les doses retenues par variété et par campagne agricole:

Unité : kg/ha

Variétés/Années	Dose de semis		Variétés/Années	Dose de semis	
	2004	2005		2004	2005
Kot 1	118	113	Kot 3	101	101
Anza <sup>(*)</sup>	121	106	Kot 4	127	108
Kot 5	117	112	Kot 6	127	115
Kot 7	125	111	Kot 8	155	119
H.D <sup>(*)</sup>	125	108	Kot 10	113	117
Kot 11	125	112	Kot 12	117	114
Kot 13	153	118	Kot 14	129	112
Kot 15	114	111	Kot 16	135	127
Kot 17	-	117	Kot 20	-	120
Kot 19	-	119	Kot 21	-	110

Variétés témoins (\*).

### 2.4.6 Irrigation:

L'irrigation au niveau de la zone est indispensable et à la base de bonne réussite de toutes les opérations culturales depuis la phase préparation du lit de semence jusqu'à la récolte.

Durant la campagne 2003-2004 l'irrigation est réalisée par un centre pivot alimenté par un forage. Malgré que le débit du forage soit constant de l'ordre de 48 l/s, le débit mobilisable par ha par jour a été réglé de façon à couvrir les besoins réels de chaque stade de la culture, particulièrement, les stades critiques (remplissage et immigration des réserves vers les grains). Le tableau suivant indique les vitesses de rotation du centre pivot retenues pour chaque stade de la culture.

Période en jours	Durée	Débit en l/s/ha	Débit en mm/s/ha	Quantités d'eau en mm
Du 01 <sup>er</sup> au 25 <sup>ème</sup>		0.5	4.3	107.5
26 <sup>ème</sup> au 86 <sup>ème</sup>	Du 26 <sup>ème</sup> au 46 <sup>ème</sup> Du 47 <sup>ème</sup> au 77 <sup>ème</sup> 78 <sup>ème</sup> au 86 <sup>ème</sup>	0.5 0.7 1.1	4.3 6.0 9.5	90.3 186.0 85.5
87 <sup>ème</sup> au 157 <sup>ème</sup>	Du 87 <sup>ème</sup> au 105 <sup>ème</sup> Du 106 <sup>ème</sup> au 136 <sup>ème</sup> Du 137 <sup>ème</sup> au 147 <sup>ème</sup>	1.1 1.3 1.0	9.5 11.2 8.6	180.5 347.2 94.6
158 <sup>ème</sup> au 178 <sup>ème</sup>	Du 148 <sup>ème</sup> 156 <sup>ème</sup> Du 157 <sup>ème</sup> au 178 <sup>ème</sup>	1.0 1.3	8.6 11.2	77.4 246.4
Total	178 jours	-	-	1415.4

Cependant, il y a lieu de signaler que:

- Ces gammes de vitesse suivent les recommandations de L'I.T.D.A.S. et après avoir adaptées aux conditions de la région par ces mêmes services.
- Il est évident que les besoins des cultures en eau d'irrigation dans un milieu pareil (extrême aridité avec une durée d'ensoleillement exceptionnelle), estimés à plus de 1400 mm, sont proches aux irrigations d'appoint (Mouhouche M., 2000).

Néanmoins, durant la campagne 2004-2005 l'irrigation a été par bassinage des micro-parcelles. A l'exception de la première semaine du semis où la parcelle a été irriguée une seule fois et ce pour éviter la détérioration de la semence dans le sol par l'humidité et les températures diurnes, les fréquences des irrigations pratiquées varient entre de 2 à 3 fois par semaine selon les besoins de la culture et les conditions climatiques.

### 2.4.7 Désherbage:

Pendant la campagne 2003-04 un désherbant à double action (Illoxan B), sélectif de la culture et agit contre les mono et les dicotylédones a été épandit appliquée et ce lors du stade début tallage de la culture, à raison de 4.5 l/ha. Toutefois, l'épuration manuelle a été effectuée contre certaines espèces adventices résistantes à cet herbicide. En effet, certains adventices, particulièrement, les bromes ont montré une résistance très spectaculaire à cet herbicide.

A signaler que les bromes ont devenu ces dernières campagne un facteur principal responsable de la régression des rendements au niveau des centre-pivots. L'ampleur du phénomène devient, manifestement, visible à partir de la 3<sup>ème</sup> campagne. Ceci est dû, aux

capacités des bromes à coloniser rapidement soles réservées aux céréales. Davantage, il a été constaté que la forme des panicules ainsi que ses longues tiges induisent la verse des cultures. Le rythme de salissement de ces sols par ces adventices est rapide, à un point, qu'après la 5<sup>ème</sup> campagne, ces terrains deviennent pratiquement incultivables avec les méthodes de lutte conventionnelles.

En plus de l'utilisation des semences impropres, ce phénomène est alourdi par certaines pratiques culturales, particulièrement, la monoculture du blé ainsi que le déplacement du matériel agricole notamment botteleuses et moissonneuses batteuses d'une parcelle envahie à une autre indemne.

#### **2.4.8 Récolte:**

---

Dans ce cas, Chaque micro parcelle a été récoltée séparément lorsqu'elle atteint sa maturité physiologique. La récolte a été effectuée manuellement à l'aide d'une faucille.

### **2.5 Méthode expérimentale:**

Il s'agit de faire un suivi technique des divers stades végétatifs de la culture qui passe du semis jusqu'à la récolte. Ce suivi touche les principaux paramètres décrits dans les protocoles expérimentaux ordinaires, tout en réservant une place particulièrement importante pour les facteurs influents directement sur les rendements. En effet, six mètres linéaires (01 m<sup>2</sup>) ont été retenus par micro parcelle pour procéder aux divers comptages et notations.

Les notations agronomiques ont été effectuées à chaque stade végétatif. De même, les différentes mesures (durée de remplissage du grain, nombre de plants levés, nombre d'épis, le nombre de talles herbacées, la hauteur des plantes à la maturité en cm, le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, le nombre moyen de grains/épi, le poids de 1000 grains ainsi que le rendement parcellaire en grains reconverti en qx/ha) ont été effectués sur une micro parcelle d'un m<sup>2</sup>.

#### **2.5.1 Stades phénologiques:**

---

Il s'agit de déterminer le nombre de jours nécessaires pour la réalisation de chaque stade phénologique de chaque variété séparément.

#### **2.5.2 Caractères morphologiques:**

---

Les principaux caractères morphologiques pris dans cet essai sont:

##### **2.5.2.1 Hauteur de la plante:**

Les mesures de la hauteur de la plante ont été prises au stade maturité physiologique pour chaque micro parcelle. Dans ce cadre, toute la partie aérienne de la tige de la plante, excepté l'épi, a été retenue.



### **2.5.2.2 Caractérisation morphologique de l'épi:**

Suivant les caractères morphologiques de l'épi, il a été constaté plusieurs catégories de variétés. Parmi ces caractères de l'épi les plus utilisés on peut citer; la longueur, la densité, la couleur, nombre d'épillets fertiles, nombre d'épillets stériles, présence des poils et de la barbe.

#### **2.5.2.2.1 Longueur de l'épi:**

Il s'agit de mesurer l'épi en sa totalité de la base jusqu'à l'extrémité, la barbe n'a pas été prise en compte.

#### **2.5.2.2.2 Compacité de l'épi:**

La compacité, parfois désigne la densité de l'épi, c'est le rapport entre la longueur de l'épi (excepté la barbe) sur le nombre d'épillets que renferme le même épi. Elle a été calculée par la formule suivante:

$$D = (N.L^{-1})10$$

Dont;

- N est le nombre moyen d'épillets par épi y compris les épillets stériles.
- L est la longueur de l'épi.

## **2.5.3 Rendement et ses composantes:**

---

### **2.5.3.1 Densité du peuplement:**

Deux seuls paramètres de la densité du peuplement ont été pris en considération lors de cet essai. Il s'agit; du tallage herbacé et le peuplement des talles- épis.

#### **2.5.3.1.1 Tallage herbacé:**

Il exprime le nombre moyen de talles potentielles formées (le pouvoir à taller) par plant levé de chaque variété.

#### **2.5.3.1.2 Peuplement des talles- épis:**

C'est une valeur moyenne des talles évoluées en épis fertiles par plant de chaque variété.

### **2.5.3.2 Caractéristiques de l'épi et des grains:**

Dans ce cadre, uniquement, les moyennes des données de six mètres linéaires des épis représentatifs ont été rapportées. A cet effet, lors de comptage, les épis non conformes, qu'ils soient très courts ou trop longs par rapport à la cime de chaque micro parcelle ont été écartés. Cette démarche a été appliquée pour tous les paramètres, et sur toutes les variétés/populations.

#### **2.5.3.2.1 Nombre d'épillets fertiles par épi:**

Sur la base de la fertilité de l'épi en termes de nombre moyen d'épillets fertiles, les variétés et populations ont été différenciées en divers groupes.

---

#### **2.5.3.2.2 Nombre d'épillets stériles:**

Dans ce cas, seules épillets stériles rudimentaires localisées au niveau de la base du rachis ont été prises en compte lors de la classification des variétés.

#### **2.5.3.2.3 Nombre de grains par épi:**

C'est une valeur moyenne du nombre de grains que dispose l'épi de la variété. C'est l'une des composantes de rendement. Ce paramètre exprime la capacité d'adaptation des cultivars dans leur milieu. En effet, il permet de traduire la capacité d'une variété donnée à transformer leur potentiel en fleurs en grains bien formés.

#### **2.5.3.2.4 Nombre de grains par épillet:**

C'est un résultat moyen d'une simple division entre le nombre de grains bien formés que compte l'épi sur le nombre d'épillets fertiles du même épi d'une variété donnée. Ce paramètre permet de classer les variétés en diverses catégories.

#### **2.5.3.2.5 Poids de 1000 grains:**

Les grains récoltés de 6 mètres linéaires de chaque micro parcelle ont été mélangés avant de procéder à l'échantillonnage et au comptage de 1000 grains. Ce dernier a été effectué au niveau du laboratoire phytopathologique de l'I.N.R.A. Adrar à l'aide d'un appareil compteur.

Après l'échantillonnage et le comptage nous avons procédé au pesage dont trois répétitions ont été prises pour chaque échantillon séparément. Ce pesage a été fait à l'aide d'une balance de précision appartenant au laboratoire de l'Inspection Vétérinaire de la D.S.A. d'Adrar.

#### **2.5.3.3 Rendement en grain:**

C'est la moyenne des données relatives aux poids des grains récoltés au niveau des mètres linéaires.

### **2.5.4 Résistance des variétés à la verse, à l'échaudage, et à l'égrenage:**

---

Étant donné que les zones désertiques et particulièrement la région d'Adrar se caractérisent par des conditions climatiques très sévères pour la faune et la flore. Le climat d'Adrar se caractérise par une aridité (rareté des précipitations et même des jours nuageux) accrue et prolongée, accompagnée, le plus souvent avec des chaleurs caniculaires sur une longue période de l'année (de mars à octobre). Ces conditions rendent l'apparition et la propagation des agents pathogènes des céréales, particulièrement, les principaux cryptogames ainsi que d'autres incidents physiologiques comme la germination sur pieds, de moindre importance économique.

Néanmoins, certaines anomalies ont été constatées et suivies de près au cours des deux campagnes. Il s'agit principalement de la verse, du piétin échaudage et de l'égrenage.

Une échelle de l'incidence de la résistance des variétés a été établie. Cette échelle s'étale de 1 à 10 dont;

- 1 correspond à une très forte résistance de la variété et

10 correspond à un niveau de vulnérabilité excessivement élevée.

Il est à noter que, des taches de rouille brune sur feuillage, particulièrement au niveau de la troisième et la quatrième feuille, ont été signalées suite à deux jours successifs de nuage.

#### **2.5.4.1 Verse:**

L'indice de la résistance des variétés à la verse a été illustré selon une échelle graduée de 1 à 10, dont 1 est attribué à la variété la plus résistante tandis que 10 indique la variété la plus sensible.

#### **2.5.4.2 Piétin échaudage:**

Selon une échelle semblable à celle de la verse, graduée de 1 à 10 où l'indice 10 indique la variété la plus sensible alors que l'indice 1 est attribué à la variété la plus résistante.

#### **2.5.4.3 Egrenage:**

L'égrenage est déterminé à partir des épillets fertiles qui présentent des enveloppes vides, ou même, à partir des traces des glumes et glumelles laissées sur le rachis de l'épi après leur chute. De même, pour faciliter cette détermination, il a été suivi les mêmes procédures que celles décrites pour les deux paramètres sus cités.

En effet, les variétés ont été classées selon une échelle graduée de 1 à 10, dont la valeur 1 représente la variété la plus résistante tandis que la valeur 10 est attribuée aux variétés les plus sensibles.

### **2.5.5 Qualité technologique des récoltes:**

---

#### **2.5.5.1 Poids spécifique ou la masse volumique:**

Il s'agit de la pesée des grains d'un hectolitre (la masse en kg d'un hectolitre). Cette masse volumique a été calculée à partir du poids d'un litre en grains. A signaler que ce paramètre présente un intérêt commercial du fait qu'il fournit un indice sur l'estimation du taux d'extraction de la farine après la mouture. A cet effet, il est toujours pris en considération lors des traitements des contrats commerciaux.

#### **2.5.5.2 Qualités technologiques:**

Les divers tests de la qualité de chaque variété/populations ont été réalisés à partir des grains de la récolte de la deuxième campagne (2004-2005).

En effet, les échantillons de grains de chaque micro parcelle prises après la récolte ont été manuellement nettoyés afin de se débarrasser des grains échaudés, cassés ainsi que d'autres impuretés. La mouture des échantillons a été effectuée à l'aide d'un appareil de type Brabender Quadrumat Sr. Mill. En suite, la farine a été tamisée à l'aide d'un tamis dont ses ouvertures ont été de l'ordre de 0.149 mm et ce au niveau de l'I.T.G.C. El Harrach, Alger.

Par ailleurs, d'autres moutures et tamisages ont été faites à l'aide du moulin expérimental de l'unité E.R.I.A.D d'El Harrouch, Wilaya de Skikda ainsi que celui de groupe Sim et ce dans les même conditions sus citées.

D'autre part, les valeurs de chaque paramètre de la qualité ont été rapportées sur la base de 14 % d'humidité et une pureté variétale de 100 %. Les moyennes des résultats de deux répétitions ont été utilisées dans les analyses statistiques.

Plus tard, les valeurs moyennes obtenues ont été comparées à l'aide de la Plus Petite Différences Significative de Fisher ( $p < 0.01$ ). Cependant, les liens entre les données ont été calculés selon les rangs de la corrélation.

#### **2.5.5.2.1 Détermination des taux de l'humidité:**

Les taux d'humidités des grains et des farines ont été déterminés selon les normes (38-11 AACC) décrites par (AACC, 1995).

#### **2.5.5.2.2 Teneur en cendre:**

La teneur en cendre des farines a été déterminée suivant les normes (08-01 AACC) décrites par (AACC, 1995). Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante. En effet, des échantillons de 3 grammes ont été placés dans un récipient de silice et incinérés à une température de 900 C° pendant 12 heures (jusqu'à la combustion complète) et la pesée du résidu. La teneur en cendre est calculée par la formule suivante:

$$\text{Teneur en cendre} = M1 * (100/M0) * (100 / (100 - H))$$

Dont;

- M0: la masse de la prise d'essai en gramme.
- M1: la masse du résidu en gramme.
- H: la teneur en eau de l'échantillon en %.

Le classement des farines a été effectué selon les normes réglementaires utilisées en ce sens (tableau 21).

**Tableau n° 8: Classement des farines selon leurs teneurs en cendre (Source Bar C. et al., 1995).**

Dénomination	Taux de cendre de la farine	Dénomination	Taux de cendre de la farine
Type 45	inférieur à 0.5	Type 80	de 0.76 à 0.9
Type 55	de 0.5 à 0.6	Type 110	de 1 à 1.2
Type 65	De 0.62 à 0.75	Type 150	supérieur à 1.4

#### **2.5.5.2.3 Test du contenu en gluten humide:**

En ce qui concerne ce test, l'analyse de la farine a été réalisée et évaluée à l'aide d'un appareil de marque Glutamic 2200 system (Perten Instruments AB, Stockholm, Sweeden, ICC) et ce suivant la méthode standard ICC n° 155. Deux répétitions de chaque échantillon ont été analysées.

#### **2.5.5.2.4 Détermination mécanique du gluten index:**

La détermination de l'indice du gluten a été effectuée et leurs valeurs ont été évaluées à l'aide de l'utilisation d'un instrument de type Glutamic 2200 system (Perten Instruments AB, Stockholm, Sweeden, ICC). En effet, après un lavage de la pâte de la farine à l'aide d'une solution de chlorure de sodium (NaCl), le gluten de cette farine a été placé dans un appareil

centrifugeuse glutamique de type 2015 Petern. Cet appareil a été doté d'un tamis spécial et centrifugé dans des conditions standards (selon la méthode standard ICC n° 155).

Dépendamment des propriétés rhéologiques, plus le gluten est tenace et élastique plus la quantité restante est importante et plus le Gluten Index est élevé... La partie du gluten qui reste et ne passe pas à travers ce tamis est exprimée en pourcentage par rapport à la quantité du gluten total lavée, définie comme indice du gluten et ce suivant la formule suivante:

$$\text{Gluten index} = \frac{\text{Gluten restant sur le tamis} \times 100}{\text{gluten total}}$$

D'autre part, deux répétitions de chaque échantillon ont été analysées.

### 2.5.5.2. 5 Indice de sédimentation (indice de Zéleny):

Le principe repose sur l'aptitude des protéines de la farine à se gonfler en milieu acide. Il correspond à la hauteur d'un dépôt obtenu après agitation et sédimentation d'une préparation de farine en suspension dans un réactif (ex. acide lactique). Le tableau 22 résume les différentes classes de variétés de blé selon les valeurs de Zéleny obtenues.

Tableau n° 9: Indice de sédimentation de Zéleny et valeur d'utilisation en boulangerie (Source Bar C. et al., 1995).

Echelle d'indice de chute sur blé tendre	Valeur d'utilisation en boulangerie
<b>Inférieur à 18</b>	<b>Inutilisable</b>
<b>Entre 18 et 28</b>	<b>Blé panifiable</b>
<b>Entre de 28 à 38</b>	<b>Blé améliorant</b>
<b>Supérieur à 38</b>	<b>Blé correcteur</b>

### 2.5.5.2 .6 Essai à l'alvéographe Chopin:

L'intérêt de l'alvéographe est de prédire l'aptitude d'une farine à être utilisée dans la fabrication des produits de panification.

Ce test rhéologique a été effectué à l'aide d'un appareil de marque MA 82 Alvéographe (Chopin SA, Villeneuve-La Garenne, France) et ce comme il a été spécifiée par la méthode ICC (Standards n° 121, AACC 1995). En effet, la procédure utilise un temps de malaxage de la pâte fixe avec un taux constant d'absorption d'eau de l'ordre de 50 % pour tous les échantillons.

La méthode consiste à évaluer la capacité de la farine et de la pâte à supporter l'extension biaxiale. La tension est créée par un air à débit constant. Au début, le disque de la pâte résiste à la pression, puis il se gonfle sous forme de bulle plus ou moins volumineuse selon son extensibilité et puis il s'éclate. L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et rapportée sous forme de courbe, appelée alvéogramme.

Du fait que chaque test nécessite une quantité de farine de l'ordre de 250 g, les pâtes pour l'alvéographe ont été préparées à l'avance. Cinq pièces séparées de cette pâte ont été isolées, mises en repos (20 minutes à 25 C°), insérées séparément à l'alvéographe puis testées.

Les résultats du profile de la pression de l'air ont été enregistrés graphiquement sur un manomètre enregistreur. Les valeurs moyennes des résultats des variables P , G, L, W et le rapport P/L de Chaque graphique de chaque pièce de la pâte ont été analysées dont;

- P correspond à la pression maximale en millimètres avant que le disque ne commence à se gonfler et est en relation avec la ténacité de la pâte.
- L en millimètres, correspond au gonflement maximum de la bulle. Il est en rapport avec l'extensibilité de la pâte (la valeur moyenne des abscisses au point de rupture).
- Le gonflement G se déduit par des calculs à partir de :  $G=2,2* L^{1/2}$
- Le rapport P/L : ce rapport exprime l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte.
- La surface de l'alvéogramme  $W^*$  représente le travail de déformation de la pâte jusqu'à sa rupture. Elle exprime la force de la farine en  $10^{-4}$  joules rapportés à un gramme de pâte.

Les valeurs moyennes des variables sus cités ont été, alors, établies à partir des 5 graphiques et utilisées lors des analyses statistiques. D'autre part, les courbes anormales (plus de deux unités de l'écart type par rapport à la moyenne) n'ont pas été prises en considération lors des calculs).

Il est à signaler que trois observations indépendantes ont été effectuées pour chaque analyse et la qualité des variétés a été ainsi évaluée selon l'échelle sous indiquée (tableau 23).

**Tableau n° 10: Force  $W^*$ , P/L et la valeur d'utilisation de la pâte en industrie de cuisson (Source Bar C. et al., 1995).**

Force $W^*$	Rapport P/L	Utilisation
120-150	0.3-0.5	Biscuiterie
200-250	0.5-0.7	Panification française
250-300	0.5-0.9	Croissant brioche
350	0.7-1	Pain de mie ou hamburger

## **2.6 Mesures et observations:**

Les mesures entreprises portent, entre autres; sur le peuplement à la levée et le peuplement talles épis au mètre linéaire, la hauteur à la maturité, la précocité à l'épiaison et à la floraison et à la maturité, les composantes du rendement et le rendement en grain.

## **2.7 Analyses statistiques:**

Les données collectées relatives aux diverses caractéristiques agronomiques, morphologiques et technologiques ont fait l'objet d'analyses statistiques à savoir;

### **2.7.1 Test de normalité (test de Shapiro-Wilk).**

---

## **2.7.2 Tests paramétriques:**

---

### **2.7.2.1 Analyse de la variance (Anova) répété.**

### **2.7.2.2 Comparaisons des moyennes obtenues:**

La comparaison des valeurs moyennes obtenues a été effectuée selon le test de la Plus Petite Différence Significative de Fisher au seuil de  $p < 0.01$ .

### **2.7.2.3 Tests non paramétriques:**

#### **2.7.2.3.1 Test de Newman and Keuls - Range Student:**

Ce test a été utilisé pour l'analyse des données relatives à la verse de la culture, à l'engrenage et à l'échaudage des grains.

## **2.7.3 Problèmes d'association:**

---

### **2.7.3.1 Corrélation:**

Il s'agit de calculer le coefficient de corrélation qui pourrait exister entre les divers variables (valeurs des caractères étudiés) avec leurs significations au seuil de  $P < 0.01$ .

## CHAPITRE III : Résultats et discussions

### 3.1 Climat:

Le climat prédominant la région d'Adrar est de type désertique continental très rigoureux, qui se caractérise par deux saisons plus ou moins bien distinctes :

\*un été qui s'installe très tôt, le plus souvent dès la mi du mois de février et s'entend jusqu'à la fin de novembre d'où une sécheresse sévère et prolongée sur toute cette période. Il s'accompagne parfois avec des rafales de vents violents emportant à son passage des grains de sable et créant ainsi des tourbillons de vents de sable. Ces vents sont très fréquents particulièrement durant la période de fin février jusqu'à la fin du mois d'avril. Dès le début du mois de mai, les températures diurnes deviennent de plus en plus insupportable, et vers le début de mois de juin, elles prennent une autre allure et les thermomètre annoncent des chiffres de plus de 30 C° dès l'aurore pour atteindre très rapidement les 44 C°, et ce pendant toute la période de juin, juillet, août, et septembre.

\*Un hiver relativement doux qui occupe une courte période, dont l'humidité relative exceptionnellement dépasse 60%. Les températures s'allègent au point qu'elles permettent de cultiver une variété d'espèces annuelles maraîchères, céréalières et d'autres épices nécessaires pour donner un goût et saveur très caractéristiques des menus traditionnels propre à la région et préparés à base des blés tendres oasiens.

Du fait que la station de l'I.N.R.A. d'Adrar se retrouve dans une palmeraie plus ou moins dense, nous avons constaté que les données météorologiques de cette station relatives à la vitesse du vent et de l'évaporation ont été loin derrière celles de la station O.N.M. Adrar. La situation est inverse pour l'humidité relative où son taux est nettement supérieur particulièrement pendant la période d'octobre au mai. Les données relatives à la température sont nettement supérieures de près de 2 C° en comparaison avec celles du période de 1941 à 1970.

#### 3.1.1 Précipitations:

---

Tableau n°11: Précipitations mensuelles moyennes en mm (source: Dubief et station I.N.R.A. Adrar 2003-4 et 2004-5)

mois	sept	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	mars	avril	mai	juin	Juil.	Aout	An
1926-50	0.3	1.4	5.6	1.6	0.5	0.5	0.9	0.3	0.7	00	0.1	0.9	12.7
2003-4	0	0	35.05	0	0	5	6	51.5	0.15	26.28	0	0	124
2004-5	1.2	1.8	2.2	3.2	1.6	1.3	0.2	0.5	0.4	0.1	00	0.8	13.3



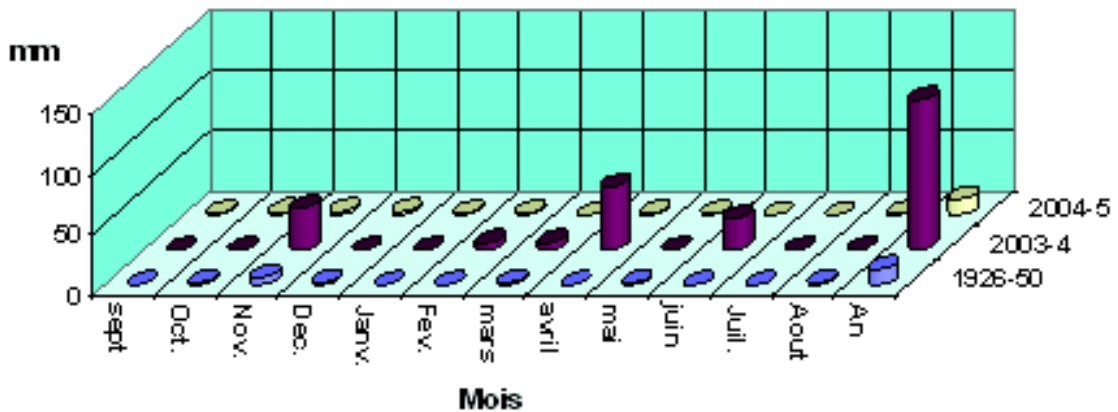


Fig. n° 1: Précipitations mensuelles moyennes en mm

La région d'Adrar est caractérisée par une sécheresse accrue durant toute l'année à l'exception de quelques rares quantités de précipitations n'excédant pas dans les meilleures années pluvieuses 45 mm. Ces rares pluies, ont eu lieu, souvent, sous forme de forts orages de courte durée et qui s'accompagnent parfois avec des vents violents.

Cependant, La moyenne annuelle des précipitations enregistrées durant la période de 1926-1950 s'oscille entre 10 et 24 mm. Ces rares pluies sont attendues pendant la période de la fin du mois d'août jusqu'à la fin d'octobre au niveau de la zone sud et d'octobre au décembre pour la région nord de la wilaya. Cette partie nord est relativement plus privilégiée dont les pluies peuvent aller jusqu'à 80 mm par an et même davantage et souvent raccourci en 2 à 3 événements sous forme de forts orages.

Les données pluviométriques des périodes allant de 1926 à 1950 et celles de cette dernière campagne comparées avec des besoins réels de chaque stade phénologique de la culture démontrent un écart écrasant entre les besoins théoriques de la culture et les quantités offertes par les précipitations et que la plante est en déficit accru en eau.

A cet effet, et vue la rareté des pluies et la sécheresse permanente caractérisant le climat de la région, les besoins en eau pour les travaux du sol ainsi que des différents stades de la culture doivent être apportés avec des doses conséquentes.

### 3.1.2 Températures:

La moyenne annuelle des températures s'oscille entre 23 et 26 C°. Bien que cette dernière se rapproche plus ou moins des niveaux des valeurs optimales de la croissance végétative et des rendements escomptés de la culture, elle cache aussi des fluctuations diurnes et nocturnes très importantes.

En effet, les températures moyennes mensuelles varient entre 13 et 39 C° dont l'amplitude thermique peut atteindre jusqu'à 26 C°.

Tableau n°12: Variations moyennes des températures mensuelles en C° au cours du jour (Source O.N.M, 1979-1984)

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

mois	Janv.	Fev.	mars	avril	mai	juin	juillet	Aout	sept	Oct.	Nov.	Dec.
00H	8.8	11.8	15.6	20.3	23.9	29.7	31.8	31.5	27.7	20.7	13.7	9.7
03 H	6.9	9.5	13.2	17.8	21.3	27	28.9	28.9	25.4	18.4	11.7	7.8
06H	5.4	7.6	11.4	18	20	25.5	27.4	27.2	23.6	16.7	10	6.2
09 H	9.8	13.6	19	24.5	29.4	35.3	38	37.1	32.4	24.7	16.6	11.3
12 H	17	21.2	25.4	29.9	34	40.3	42.9	42.3	37.8	30.8	23.3	19.2
15 H	19.9	23.2	27.3	31.6	35.6	41.9	44.1	43.6	39.2	32.2	24.9	21.2
18 H	16.7	21.1	25.7	30.3	34.5	40.9	43.1	42.3	31	29.1	21.2	17.3
21 H	11.7	15.1	19.3	24.2	28	34.1	35.8	35.2	25	23.5	16.3	12.4

Tableau n° 13: Températures mensuelles moyennes en C° enregistrées pendant la période 1941-1970, l'année 2003-4 et 2004-5 (Source: Dubief et station I.N.R.A.A. Adrar)

mois	sept	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	mars	Avril	mai	juin	juillet	Aout	Année
2003-4	33.30	30.1	19.1	13.6	14.45	17.54	19.45	24.31	26.68	35.60	38.53	35.40	25.67
2004-5	30.55	28.16	17.46	13.93	11.80	13.33	21.28	26.37	33.20	34.34	36.5	36.01	25.24
41-70	31.3	24.9	16.5	12.9	12.4	15.3	20	23.4	27.7	32.6	34.7	33.6	23.7

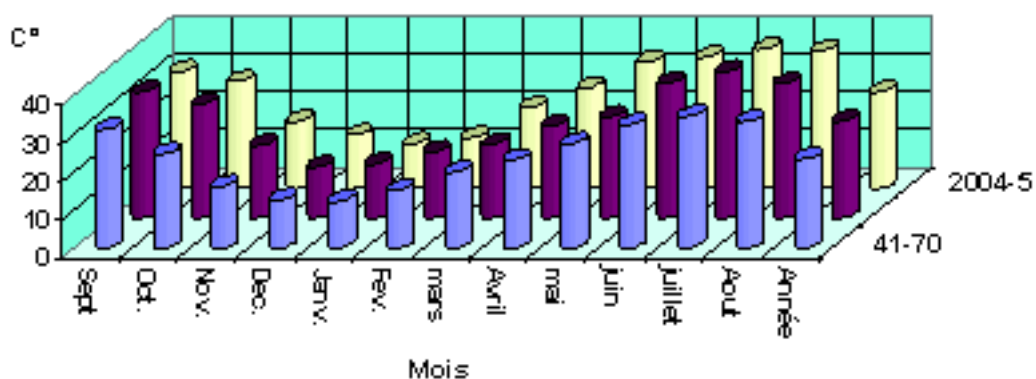


Fig. n° 2: Températures mensuelles moyennes en C°

### 3.1.2.1 Basses températures:

Elles ont été enregistrées durant les mois de décembre et janvier et ce entre 6 h et 7 h du matin. Celles qui s'oscillent entre 0 et 4 C° ont été de l'ordre de 5 jours. Elles ont été le plus souvent accompagnées avec des vents glacials du nord. Manifestement, elles font des ravages sur certaines cultures maraichères particulièrement la pomme de terre d'arrière saison et la tomate. A ce stade, les blés possèdent une canopée plus ou moins développée et les dégâts sur les blés sont rares à l'exception de quelques fragmentations aux bordures des feuilles,

### 3.1.2.2 Fortes températures:

Pendant les mois de juillet et août des fortes chaleurs ont été enregistrées dont les températures maximales peuvent dépasser 50 C°. Ces pics de températures ont été rapportés après midi, généralement entre 14 h et 17 h du soir.

### 3.1.3 Vents:

Le vent est quasi permanent et la vitesse moyenne enregistrée varie entre 16 et 108 km/h. Le pourcentage des vents calmes ne dépasse guère 37 % d'où une large potentiel d'érosion éolienne. Cette dernière est très intense notamment pendant la période s'étendant de mars au juin et se caractérise par des vents violents; les vents de sable. Ces vents sont de secteurs N-NE sauf en juillet -Août où ils deviennent de secteur E-NE. Ce sont des vents secs dans la majorité des cas et accroissent ainsi l'évapotranspiration.

Par ailleurs, ces vents de telles caractères s'activent depuis les premières heures du jour jusqu'à la mi journée pour perdre ses effets progressivement. Ils causent des dégâts importants aux cultures dont il a été constaté des fragmentations et parfois des brûlures au niveau des dernières feuilles. Ces effets s'accroissent sous l'effet des grains de sable. Ce phénomène apparaît dès que sa vitesse dépasse 5 m/s (18 Km/h) et prend de l'ampleur par suite avec l'accroissement de la vitesse du vent. En outre, étant donné que les sols sont de types sableux limoneux où la compacité est généralement faible, nous avons signalé que les vents violents sont accompagnés, fréquemment, avec la verse de la culture, notamment, dans des situations où les parcelles sont bien exposées et en absence de protection.

Tableau n°14: Vitesse moyenne du vent en m/s des années 1970-95, 2003-2004 et 2004-2005 (source: Dubief et station INRAA Adrar).

Mois	sept	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	avril	mai	juin	juillt	Aout	An
1970-95	5.6	5.5	5.3	4.8	5.7	5.6	6.6	6.3	6	5.5	5.8	5.6	5.7
2003-4	1.67	1.14	1.61	1.62	1.18	1.79	1.66	1.60	2.00	1.68	1.60	1.87	1.62
2004-5	1.79	1.40	1.81	1.28	2.04	1.89	1.68	1.65	2.09	1.68	1.72	1.82	1.74

### 3.1.4 Evaporation:

Tableau n° 15: Evaporation mensuelle moyenne en mm/ jour enregistrée durant la période 1946-70, l'année 2003-4 et 2004-5 (Dubief et station INRAA Adrar)

mois	sept	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	avril	mai	juin	juill	Aout	Total an.
1946-70	17.92	11.91	8.15	3.37	6.47	8.77	11.41	13.60	17.90	19.76	23.35	21.46	5000,5
2003-4	11.84	8.65	5.2	4.11	3.03	5	8.18	11.02	13.8	13.20	19.37	12.8	3548
2004-2005	15.57	8.15	5.24	4.01	3.78	5.90	7.33	7.58	11.56	13.16	19.57	12.76	3489

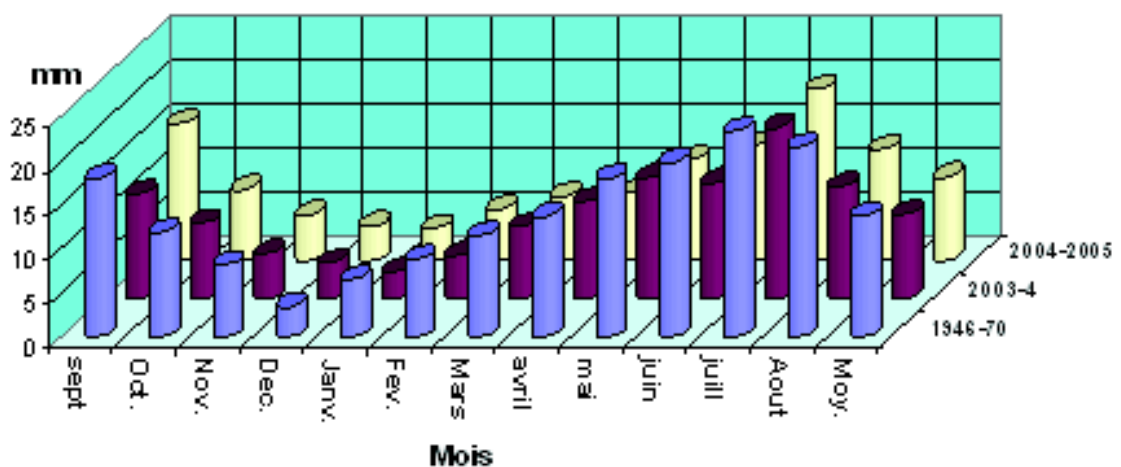


Fig. n° 3 Evaporation mensuelle moyenne en mm/jour

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

---

La région se caractérise par une forte évaporation dépassant 5000 mm/an avec une moyenne journalière qui s'allonge de 6.47 mm pendant le mois de janvier jusqu'au 23.35 mm courant du mois de juillet.

Cependant, elle prend des valeurs de plus en plus importants à partir de mars avec 11.41 mm et qui coïncide, généralement, avec la phase critique d'élaboration du rendement à savoir; l'épiaison et le remplissage des grains. Au point qu'elle dépasse la capacité d'irrigation qu'offre les équipements d'irrigation de pointe disponible, d'où l'importance d'utiliser des variétés précoces dans ces conditions.

### 3.1.5 Durée d'ensoleillement:

---

La durée d'ensoleillement moyenne annuelle est de l'ordre de 9 heures et 36 minutes. D'autre part, le mois de Juillet a été le plus ensoleillé avec une durée d'ensoleillement moyenne de 12 heures et 25 minutes, tandis que le mois de janvier est le moins ensoleillé avec une durée moyenne de 8 h et 30 minutes.

Les journées nuageuses au niveau de la région sont très rares, elles ont été 3 jours, enregistrées pendant la période de décembre au janvier de l'année 2004-5. Il y a lieu de noter que, ces journées ont été accompagnées avec l'accroissement des chaleurs ainsi que l'apparition des taches de rouilles éparpillées sur les feuilles des variétés susceptibles des céréales.

Tableau n° 16: Durée moyenne d'ensoleillement mensuel en heures/jour enregistrée pendant la période 1906-1920, l'année 2003-4 et 2004-5 (source: Dubief et station I.N.R.A.A Adrar)

	sept	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	avril	mai	juin	juillet	Aout	An
1906-20	10.8	9.6	8.7	8.7	9.6	10	11.2	11.6	12	13.2	13	12.4	10.9
2003-4	8.2	7.92	6.96	7.01	7.87	7.43	8.41	8.41	7.07	11.6	12.1	11.8	8.73
2004-5	9	8.4	8.13	8.76	7.51	8.09	9.03	10.01	7.47	10.6	12.2	12.1	9.28

### 3.1.6 Humidité relative:

---

Tableau n° 17: Taux moyens d'humidité relative de l'air enregistrés durant la période 1946-70, l'année 2003-4 et 2004-5 (source: Dubief et station I.N.R.A.A Adrar)

mois	Sept	Oct.	Nov.	Dec.	Janv.	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Moy an
1946-70	22	31	38	45	43	33	27	24	18	16	14	16	27.25
2003-4	25	37	60	62	59	46	45	44	34	24	19	20	39.58
2004-5	26	39	62	65	61	57	45	34	28	25	18	21	40.08

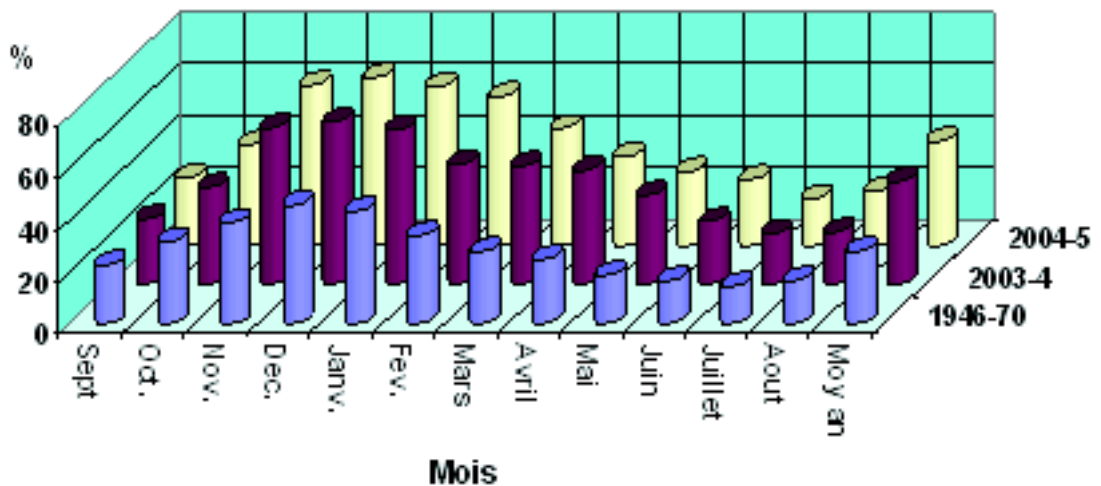


Fig. n° 4 Taux moyens d'humidité relative de l'air

Du fait de l'absence d'un couvert végétal permanent au niveau de la région, d'une part et la persistance des vents chauds et secs pendant une bonne partie de l'année d'autre part, les taux d'humidité relative moyens annuels ont été nettement inférieur à 40 %. Davantage ce taux se réduit à moins de 25 % pendant toute la période estivale.

## 3.2 Sol:

Il y'a lieu de signaler que l'analyse chimique des échantillons prélevés du sol ainsi que l'interprétation des résultats obtenus ont été effectués au niveau de laboratoire pédologie de la station I.N.R.A de Berraki.

### 3.2.1 Propriétés physiques du sol:

#### 3.2.1.1 Caractéristiques pédologiques:

L'analyse granulométrique de 06 échantillons (03 pour chaque campagne) pris de la couche arable (0 à 20 cm) du sol des parcelles d'expérimentations ont révélé que :

- La structure du sol est polyédrique.
- La texture est sablo-limoneuse.

### 3.2.2 Propriétés chimiques du sol:

**CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR**

N° d'échant.		Humidité (%)	PH eau	C.E Mmhos/Cm	Calcaire total (%)	K <sub>2</sub> O (Meq/100g)	P2O5 (ppm)	Azote Total (N%)
1 <sup>ère</sup> campagne	1	1,3	7,95	3,59	11,96	0,8	6,51	0,04
	2	1,58	7,81	3,41	14,06	0,89	10,11	0,07
	3	1,44	8,07	4,16	14,12	0,61	5,09	0,05
2 <sup>ème</sup> campagne	1	1,71	7,92	5,71	9,98	0,68	10,05	0,03
	2	1,66	8,19	6,52	12,41	0,63	10,13	0,04
	3	1,49	8,12	5,83	12,36	0,74	9,12	0,04
Moyenne		1,54	7,99	4,87	12,51	0,72	8,39	0,05
Valeur souhaitable			7,0	< 0,70	-	200 ppm	11	3 à 4 %

Tableau n°18: Teneur du sol en Macroéléments (N, p, k et Ca) ainsi que la conductivité électrique de la couche arable (20 cm)

**3.2.2.1 Bases échangeables:**

Unité: ppm

N° d'échantillon		K+	Na +	Mg+ +	Ca ++	C.E.C. (Meq/100g)	Mn+	Cu+	Fe+	Z+
1 <sup>ère</sup> campagne	1	301	221	125	3414,29	5,16	125	0,9	21	13
	2	372	193	153	2907,14	7,54	1329	0,8	25	17
	3	326	207	165	3010,14	6,42	14	0,7	22	15
2 <sup>ème</sup> campagne	1	292	264	185	1842,85	6,21	138	0,8	24	14
	2	264	251	210	2821,43	5,24	1435	0,9	20	16
	3	306	239	179	2385,71	5,77	135	0,7	25	15
Moyenne		310	229	169,5	2764,29	6,1	136	0,8	22,8	1,5
Teneur souhaitable		200	-	40	1000	250	45	1,5	30	3,5

Tableau n° 19: Concentration des bases échangeables au niveau du sol ( 20 cm)

**3.2.2.2 PH du sol:**

Le pH est basique et varie entre 7.2 à 8.1 selon la profondeur du sol. Ce qui pourrait réduire la disponibilité des oligo-éléments et du phosphore.

**3.2.2.3 Conductivité électrique:**

Les valeurs moyennes obtenues indiquent que cette conductivité est moyennement élevée.

#### **3.2.2.4 Capacité d'échange cationique du sol:**

La capacité d'échange cationique de ce sol varie entre 5.16 à 7.54 Meq/100 g, entraîne, une faible capacité de rétention des éléments minéraux. En effet, en comparaison aux normes, elle est très faible et reflète parfaitement les caractéristiques d'un sol sableux à sablo limoneux.

#### **3.2.2.5 Taux de calcaire total:**

Le taux du calcaire total est légèrement élevé. Il avoisine 12.5 % tandis que celui du calcaire actif est de l'ordre de 8,4 %. Ce taux ne pourrait pas être un handicap pour la culture de blé.

Comme il a été déjà signalé, le pH est légèrement à modérément basique. Davantage, ce type de sol est largement pauvre en macroéléments particulièrement l'azote et le phosphore. Ce qui rend l'épandage d'une fumure de redressement pour le phosphore et d'entretien, fractionnée selon les stades critiques de la culture pour l'azote.

De même, il en ressort du tableau précédent que ce sol est pauvre en oligo-éléments particulièrement le manganèse, le cuivre, le zinc et le fer. En revanche, ce sol contient des quantités modérément élevées de potasse et de Magnésium.

#### **3.2.2.6 Matière organique:**

Sur la base des ces analyses, nous pouvons conclure qu'il s'agit d'un sol très pauvre en termes de taux de la matière organique. Il contient des quantités très faibles de cette dernière de l'ordre de 4 à 5 g/kg de sol.

En effet, ces teneurs sus indiquées sont loin de se rapprocher à celles des sols agricoles bien équilibrés. Davantage, Elle expliquent, en partie, les faibles valeurs obtenues de la capacité d'échange cationique de ces sols.

### **3.2.3 Salinité:**

On assiste à une toxicité due à la salinité lorsque certains constituants de l'eau s'accumulent au niveau des organes de la plante notamment les feuilles (transpiration) causant ainsi des brûlures à l'extrémité des feuilles de la plante.

Les divers profils pédologiques réalisés nous ont permis de donner la description rapide suivante :

#### **3.2.3.1 Horizon A:**

La profondeur de 0 à 20 cm de la première couche du sol montre la présence des chaumes et racines des campagnes précédentes. Ces résidus sont en état de dégradation plus ou moins avancée, coloration brune foncée, avec transition plus ou moins nette vers l'horizon B.

#### **3.2.3.2 Horizon B:**

La profondeur de 20 à 30 cm, nous avons constaté un taux du sable nettement bien élevé en plus de fragments de la roche notamment le tuf en prédominance.

Toutefois, l'échantillonnage a été effectué, pratiquement, au niveau de tout le site de l'essai; les 03 blocs avec les micros parcelles des écotypes et populations.

### 3.3 Eau d'irrigation:

A noter que l'analyse chimique de l'eau d'irrigation et l'interprétation des résultats obtenus ont été réalisées au niveau de la station A.N.R.H. d'Adrar.

#### 3.3.1 Ressources en eau et qualité:

La nappe albienne qui s'installe au niveau de la région est de type continental intercalaire (C.I.). Elle s'étend sur une superficie proche de 600.000 km<sup>2</sup> et constitue la seule source d'irrigation au niveau de la wilaya. Cette nappe affleure à certains endroits tels que Sharouine. Les études effectuées à ce jour font ressortir un volume d'eau de 600.000 milliards de m<sup>3</sup> dont le débit mobilisable est de l'ordre de 2000 m<sup>3</sup>/s (source rapport D.S.A. d'Adrar, 2000).

Ces énormes réserves ont été exploitées depuis longtemps par un système d'irrigation traditionnel sous forme de galeries souterraines appelé EL Foggara. Elle est constituée de plusieurs puits successifs; de profondeur variable réunis à la base par une galerie souterraine atteignant pour certaine 10 km de longueur. Ce système d'irrigation qui date depuis le 10<sup>ème</sup> siècle, a été creusé dans les zones d'exutoire naturel de la nappe du continental intercalaire. En effet, les nombreuses ruines des fouggarate abandonnées, ruines des villages et des palmeraies, évoquent une région autrefois mise en valeur d'une façon assez poussée. La wilaya d'Adrar compte 909 fouggara dont 700 sont toujours en exploitation avec une longueur total de 1417 km et un débitant de 3.68 m<sup>3</sup>/s (Source; rapports D.S.A. d'Adrar).

#### 3.3.2 Composition chimique de l'eau d'irrigation:

Tableau n°20: Composition de l'eau d'irrigation en mg/l (Station I.N.R.A.A Adrar)

	HCO <sub>3</sub>	CO <sup>--</sup> <sub>3</sub>	SO <sup>--</sup> <sub>4</sub>	Cl <sup>-1</sup>	Na <sup>+1</sup>	K <sup>+1</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	NO <sup>-</sup> <sub>3</sub>	pH	C.E	Résidussecs
mg/l	235	0	1250	860	690	54	248	182	60	7.02	5.52	3 900

A noter que les prélèvements ont été réalisés en date du 19/04/2005 correspondant au stade début à pleine épiaison des variétés étudiées.

Il en ressort du tableau ci-dessus;

##### 3.3.2.1 Faciès chimiques:

- chloruré sodique.
- Sulfate sodique.
- chlorure calcique.

##### 3.3.2.2 Conductivité électrique et qualité de l'eau:



La conductivité électrique (C.E.) est de l'ordre de 5.52 mmhos/cm). Elle demeure très élevée par rapport aux normes les plus sévères dont le seuil moyen accepté est inférieur à 0.7 mmhos/cm.

L'eau d'irrigation est de qualité physico-chimique mauvaise; elle est très chargée en sels dissous dont les résidus secs moyens sont de l'ordre de 3.900 g/l.

### 3.4 Caractères variétaux:

#### Travaux de traits et épurations :

Les 18 variétés/populations locales utilisées dans cet essai ont subi des opérations de traits et de sélection pendant deux campagnes successives afin d'obtenir un matériel génétique pure que possibles. En effet, des opérations d'épurations manuelles pendant le stade épiaison et maturité ont été effectuées et les épis qui ne sont pas homogènes ou qui présentent des caractéristiques différentes de celles de la variété mère sont systématiquement éliminées. La comparaison des épis et des grains de chaque variété avec celui reçus des agriculteurs et gardés comme référence a démontré une parfaite ressemblance et confirme une certaine stabilité génétique de ces blés.

#### 3.4.1 Caractères phénologiques:

Nous avons constaté que les températures moyennes de la campagne 2003-2004 ainsi que celles de la campagne 2004-2005 sont légèrement supérieures à celles des 25 dernières années et ce durant toute la période qui s'entend du mois de mars jusqu'au septembre. Cette période coïncide parfaitement avec les stades floraison, remplissage des grains et maturité. En conséquence, cette augmentation a été traduite par:

- Une perturbation de la floraison et accroissement des épillets stériles localisés au niveau de la base et de l'extrémité du rachis, notamment des variétés les plus vulnérables.
- Sénescence précoce et rapide des feuilles et des tiges ce qui entraîne la perte d'une partie des réserves emmagasinées au niveau de ces organes.
- Accélération du rythme d'immigration des réserves vers les grains et raccourcissement de sa durée, résultant, un rendement biologique des grains (P.M.G.), relativement inférieur.

L'ampleur de cette augmentation diffère d'une variété à une autre dont l'expression finale de ces effets a été interprétée par des baisses en rendement en grains.

Le test de normalité de Shapiro-Wilk des données relatives aux caractères phénologiques nous montre qu'elles suivent la distribution normale.

##### 3.4.1.1 Durée en jours de divers stades phénologiques:

L'analyse de la variance des données relatives au stade levée a révélé qu'il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes des données obtenues. Néanmoins, l'analyse de la variance concernant la durée des divers stades phénologiques particulièrement ceux des stades; tallage, la précocité au gonflement, à l'épiaison, à la floraison et à la maturité a dévoilé une différence très significative entre les valeurs

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

moyennes des différentes variétés. Le tableau n° 20 montre une variation variétale et annuelle de la durée de semis - divers stades phénologiques en jours.

Variétés/ Années	Levée		Tallage		Gonflt		Epiaison		Floraison		Maturité		Périod Remp.	
	04	05	04	05	04	05	04	05	04	05	04	05	04	05
Kot 3	9	8	18.3	15	84.3	99.7	90.3	107	96.0	112	121	144.3	24.67	32.7
Kot 21	9	8	18.7	15	86.3	97.3	93.6	102	97.0	103	123	140	26.00	36
Kot 11	9	8	16.7	14	73.7	78.3	74.0	91	77.0	94	109	129	32.00	35
Kot 16	9	8	17.7	14.7	79.0	89.0	82.0	101	85.0	104	115	137	30.67	33
Kot 15	9	8	17.3	14.7	77.0	86.0	78.3	96	83.6	101	115	137	31.37	36
Kot 12	9	8	17.3	14.7	78.7	84.0	79.7	97	83.0	100	113	134	30.70	34
Kot 6	9	8	17	14	77.0	81.7	78.7	92	84.0	97	112	134	28.03	37
Kot 8	9	8	16.3	13.7	69.0	71.3	71.3	78	80.0	86	104	125	24.37	39
Kot 5	9	8	17.7	15	81.0	90.7	82.3	100	83.3	101	116	136	32.33	35
Kot 4	9	8	17.7	14	80.7	85.3	83.0	97	86.7	101	116	136	28.97	35
Kot 14	9	8	17.3	14	79.7	89.7	81.7	100	84.7	103	113	137	29.00	34
Kot 1	9	8	17.7	15	78.7	84.0	81.3	95	85.3	99	118	134	29.67	35
Kot 10	9	8	17.3	14	79.0	91.3	80.3	101	82.3	103	113	139	30.67	36
Kot 13	9	8	16.3	13.7	71.7	74.3	72.7	85	79.1	92	107	131	28.27	39
Kot 7	9	8	16.7	14	74.0	77.7	75.0	88	80.3	93	109	132	28.03	38
Aiza	9	8	18.7	15.7	84.3	96.7	91.0	103	96.0	110	121	143	25.33	33
H.D. 1220 (Hidab)	9	8	17	14	78.3	83.7	80.0	92	86.4	99	114	136	27.93	37
Kot 20	-	8	-	15	-	97.7	-	106	-	107	-	141	-	34
Kot 19	-	8	-	15.7	-	94.3	-	105	-	112	-	145	-	33
Kot 17	-	8	-	14	-	76.3	-	90	-	97	-	132	-	36
Ecat-type	-	-	-	-	1.42	2.69	1.2	2.53	1.17	2.64	1.12	2.00	1.57	1.14
C.V.M.	-	-	-	-	1.81	2.98	1.4	2.55	1.38	2.51	0.99	1.46	5.47	3.22
P.P.D.S. (P<0.01)	-	-	-	-	3.14	6.04	2.5	5.68	2.58	5.92	2.472	4.49	3.47	2.51
Significations	NS	NS	NS	NS	THS	THS	THS	THS	THS	THS	THS	THS	S.	S.

Tableau n°21: Durée en jours des périodes semis-stades phénologiques

Il en ressort;

Le stade levée a été accompli pour toutes les variétés en même période. Cela a été le cas après 07 et 10 jours le semis pour les deux campagnes 2004 et 2005, respectivement.

Nous avons constaté une variation hautement significative entre les variétés/populations pour les périodes semis - autres stades phénologiques de la culture, à l'exception, de celle relative au stade levée, et ce pour les deux campagnes. Ce décalage entre les valeurs moyennes enregistrées par les variétés/populations deviendrait assez sérieux au fil de l'évolution de la culture.

Par ailleurs, en comparaison à la deuxième année 2005, et à l'exception du stade tallage, pendant la campagne (2003-2004), les différents stades ont été achevés pendant des périodes plus au moins réduites. Résultant, un raccourcissement des écarts, entre les variétés, en nombre de jours nécessaires pour chaque stade. Ceci pourrait être expliqué, par l'effet d'un semis effectué en retard. En conséquence, ce retard a mis la culture sous une pression importante des conditions climatiques, essentiellement celle exercée par la reprise rapide des fortes chaleurs diurnes à partir de la fin du mois de février.

### 3.4.1.2 Précocité à l'épiaison:

La précocité à l'épiaison est en étroite liaison avec les besoins bas en vernalisation de la variété (besoins en basses températures) caractéristique des variétés de blé d'hiver.

Dans un passé assez récent, la rareté des ressources de nourritures après la récolte des dattes en automne qui caractérisaient un milieu pareil constituait la préoccupation principale des gens. De ce fait, la précocité de certaines variétés des blés des oasis pourrait être l'une des critères de prédilection des agriculteurs de la région. Elle permet non seulement la préservation par une transmission souple de ces variétés d'une génération

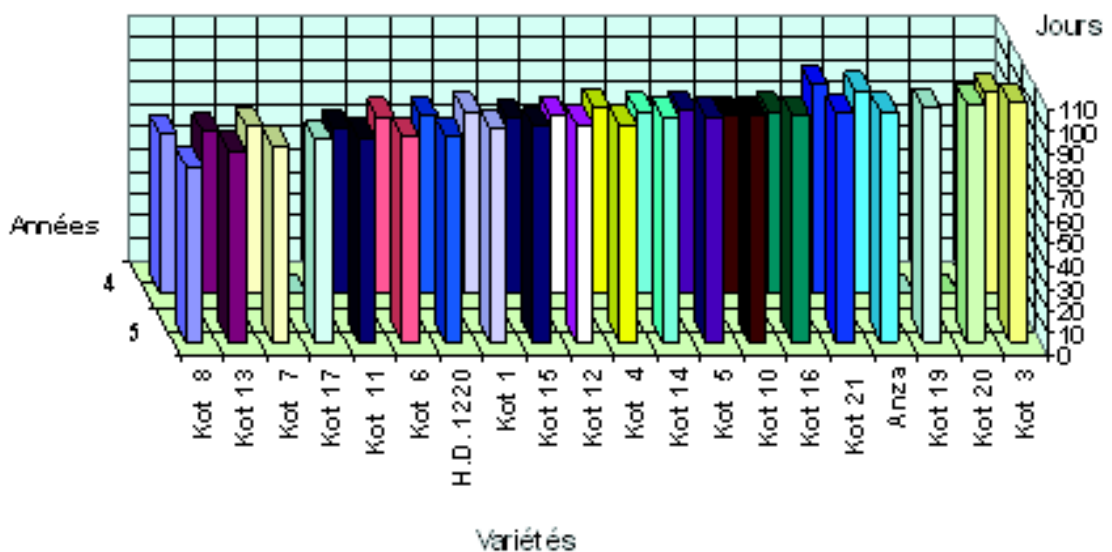
à une autre pendant des milliers d'années mais aussi l'introduction d'une deuxième spéculation durant la même campagne agricole et sur la même sole.

L'analyse statistique de la variance des données relatives à la précocité à l'épiaison a démontré une différence très hautement significative entre les variétés. En effet, pendant la campagne 2004/2005, cette différence a été de l'ordre de 28 jours entre kot 8 (la variété la plus précoce, Figure n° 1 du 15/3/2005) et Kot 3 la variété la plus tardive. Tandis que durant l'année 2004, l'écart entre ces deux variétés n'a été que de 22 jours.

En effet, durant les deux campagnes, la variété kot 8 nous a dévoilé des précocités très étonnantes; à l'épiaison, à la floraison et à la maturité. En effet, La durée semis-épiaison a été 71 et 78 jours, respectivement pour la 1 ère et 2<sup>ème</sup> année (Figure n° 2). Cependant, tandis qu'en termes de temps thermique, cette période a été de l'ordre de 1800 C°.



Figure n° 5: Du 15/3/2005; variété Kot 8 au stade maturité physiologique



*Figure n° 6: Variation de la précocité à l'épiaison en nombre de jours par variétés et par années*

De même, eu égard de la période semis gonflement et lors de la campagne 2004/ 2005, les variétés Kot 8, 13, 11, 17 et 7 ont enregistré des durées les plus courtes avec 71, 74, 76 et 78 jours, respectivement. En outre, pendant la campagne 2003-2004, nous avons remarqué que le même classement de ces variétés a été gardé, avec la seule différence, cette fois, des durées relativement raccourcies.

Paradoxalement, et au même titre de précocité au gonflement, les variétés Kot 3, 20, 21, et Anza (Kot 2), respectivement, ont été les plus tardives. Ce stade a été accompli après 100, 98, 97, et 97 jours, respectivement.

Le même comportement des variétés tardives a été signalé en termes de précocité à l'épiaison, à la floraison et à la maturité.

En ce qui concerne les variétés témoins et lors de la 1 ère campagne, le nombre de jours qui séparent l'apparition des épis de Kot 8 et celui de H.D. (Kot 9) a été de 9 jours, alors que pour celui de Anza, a été de 20 jours. Toutefois, en termes de la précocité à l'épiaison et pendant la deuxième année, l'écart entre la variété Kot 8 et Anza a été de 25 jours tandis qu'elle a été 14 jours pour H.D.

#### **3.4.1.3 Période de remplissage des grains:**

La longueur de cette période dépend de la variété et des conditions du milieu qui règnent pendant cette période. Il y a lieu de signaler que le poids de mil grains dépend, en grand partie, des conditions du milieu lors de transfert des assimilés synthétisés pendant cette période ou emmagasiné au niveau des tiges.

La variabilité pour ce paramètre entre les géotypes a été considérable. En effet, pour la campagne 2004/2005 cette variabilité a été de l'ordre de 07 jours et ce entre la variété la plus précoce et celle la plus tardive.

Toutefois, lors de la campagne 2004/2005, les variétés les plus précoces à l'épiaison telles que Kot 8, 13, 7, respectivement, ont enregistré des périodes de remplissage les plus longues avec des durées, respectivement, de 39, 39, et 38 jours (figure n° 7).

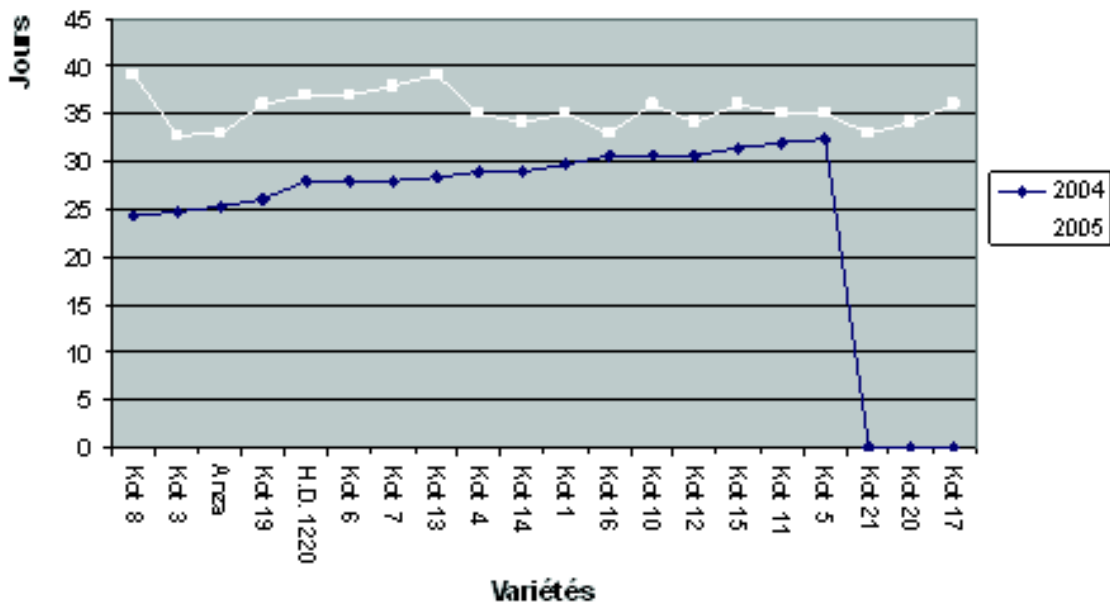


Figure n° 7: Variation variétale et annuelle de la période de remplissage en jours

P Paradoxalement, pendant l'année considérée, les variétés les plus tardives à savoir Kot 3, Anza et Kot 21, respectivement, ont enregistré des périodes les plus courtes avec, respectivement, 32, 32 et 33 jours.

D'autre part, les variétés H.D. et Kot 19 ont montré un niveau très intéressant d'adaptabilité au milieu. Elles ont enregistré une période de remplissage relativement plus longue comparable à celle des variétés précoces alors que la première possède un indice moyen de précocité à l'épiaison. Par contre la deuxième a été la dernière au rang. Ce comportement va procurer des avantages sûrs dont le principal est l'accroissement du PMG.

#### 3.4.1.4 Durée en somme des températures (base Zéro) des diverses périodes semis - stades phénologiques (D'après Jamieson P.D. et al., 2000)

L'analyse de la variance des données relatives à la durée en somme des températures moyennes du stade levée nous indique qu'il n'y a pas de différence significative. Néanmoins, l'analyse de la variance portant la durée en somme des températures des stades; tallage, gonflement, épiaison, floraison et maturité ont révélé une différence très significative entre les variétés.

**CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR**

Variétés/ Années	Levée		Tallage		Gonflement		Epiaison		Maturité	
	04	05	04	05	04	05	04	05	04	05
Kot 3	166	174	284	278	1368	1385	1445	1478	2233	2238
Kot 21	166	174	290	278	1370	1322	1520	1475	2301	2262
Kot 11	166	174	272	262	1174	1146	1214	1259	1924	1881
Kot 16	166	174	266	262	1250	1249	1339	1384	2070	2007
Kot 15	166	174	266	278	1250	1213	1236	1317	2070	2017
Kot 12	166	174	261	262	1243	1204	1301	1325	2025	1963
Kot 6	166	174	249	262	1190	1179	1243	1275	1992	1940
Kot 8	166	174	272	278	1077	1053	1117	1134	1809	1749
Kot 5	166	174	272	278	1294	1267	1347	1373	2076	2025
Kot 4	166	174	266	278	1241	1217	1339	1348	2062	2007
Kot 14	166	174	272	278	1263	1256	1340	1369	2019	2007
Kot 1	166	174	266	262	1240	1201	1301	1320	2047	1990
Kot 10	166	174	249	262	1250	1273	1333	1386	2053	2060
Kot 13	166	174	255	262	1120	1107	1154	1203	1910	1875
Kot 7	166	174	290	295	1158	1139	1189	1229	1931	1889
Anza	166	174	261	262	1369	1339	1463	1448	2213	2171
H.D. 1220 (Hidab)	166	174	284	295	1222	1200	1273	1284	2033	1981
Kot 20	-	174	-	278	-	1352	-	1410	-	2087
Kot 19	-	174	-	262	-	1351	-	1457	-	2122
Kot 17	-	174	-	278	-	1120	-	1261	-	1906
Ecat-type	-	-	-	-	30.87	29.305	27.77	29.70	29.12	46.19
C.V.M.	-	-	-	-	2.49	2.39	2.13	2.22	1.17	2.33
P.P.D.S (P<0.01)	-	-	-	-	68.15	64.70	61.31	65.57	64.29	101.98
Signification	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.

Tableau n° 22: Durées des stades semis – levée, tallage, gonflement, épiaison et maturité en somme des températures moyennes (dans les conditions d'Adrar)

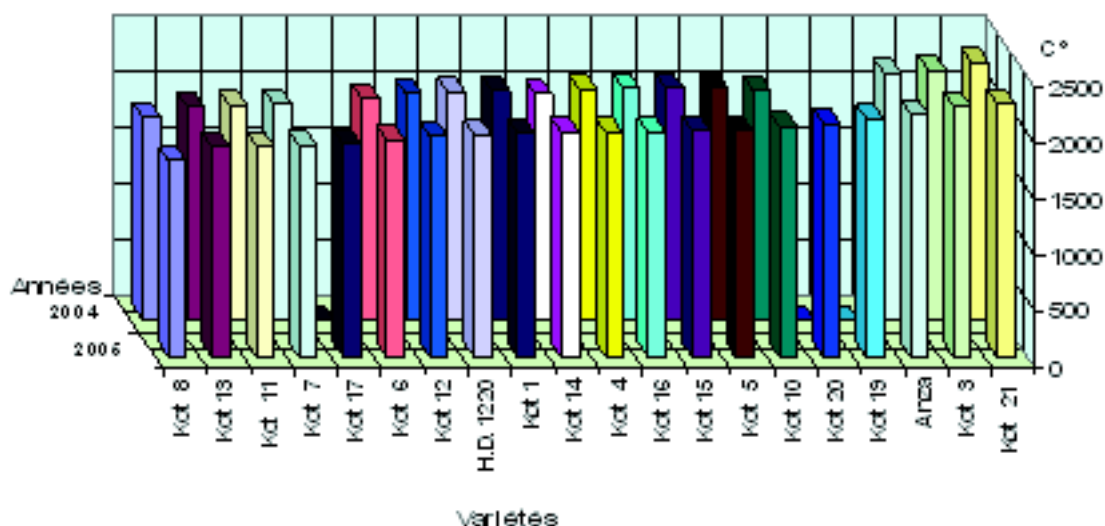


Figure n° 8: Variations variétales et annuelles de la période de remplissage en temps thermique

**3.4.2 Caractères morphologiques :**

### 3.4.2.1 Hauteur de la tige et longueur de l'épi:

Variétés/ Années	Hauteur de la tige		Longueur de l'épi (cm)		Compacité de l'épi	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Kot 3	98,8	102,4	5,87	6,10	40,13	40,16
Kot 21	102,7	110,4	7,91	8,50	22,38	20,83
Kot 11	98,5	98,9	5,49	5,51	36,17	36,79
Kot 16	94,26	95,3	6,03	6,10	32,55	32,66
Kot 15	99,1	100,6	6,15	6,25	33,37	33,90
Kot 12	90,12	94,32	5,84	6,14	31,49	34,60
Kot 6	90,42	91,35	5,83	5,89	36,57	36,80
Kot 8	88,6	91,29	5,92	6,10	33,89	35,25
Kot 5	102,6	106,9	6,83	7,12	28,39	29,88
Kot4	99,7	101,4	6,83	6,95	27,63	29,71
Kot 14	100,5	100,7	5,74	5,75	36,11	36,18
Kot 1	105,5	109,3	6,34	6,57	26,37	28,73
Kot 10	93,23	94,35	5,85	5,92	30,62	34,10
Kot 13	93,84	97,10	6,04	6,25	32,72	35,20
Kot 7	93,36	94,33	5,79	5,85	33,95	35,08
Anza	80,54	81,56	6,34	6,42	28,58	25,49
H.D. 1220 (Hidab)	82,85	83,66	8,18	8,26	20,90	22,73
Kot20	103,53	105,9	7,85	8,03	20,30	20,51
Kot 19	111,62	112,9	7,84	7,93	23,34	23,67
Kot 17	-	95,10	5,87	6,15	-	34,74
Ecart type	-	3,52	0,19	0,21	0,849	0,60
C.V.M.	-	3,58	3,17	3,26	2,306	1,94
P.P.D.S. (p < 0,01)	-	7,90	0,57	0,47	2,481	1,34
Signification	H.S.	T.H.S.	H.S.	T.H.S.	T.H.S.	T.H.S.

Tableau n° 23: Hauteur de la tige, longueur et compacité de l'épi par variétés et par années ainsi que leurs significations statistiques

### 3.4.2.2 La densité ou la compacité de l'épi:

La densité de l'épi (D) a été calculée à l'aide de la formule suivante:

$$D=10N/L.$$

Dont

D représente le nombre d'étage d'épillets, L la longueur du rachis en cm et N le nombre d'épillets.

Nous avons constaté qu'une grande partie des variétés locales se caractérisent par une densité de l'épi, excessivement, élevée. En effet, douze (12) variétés locales sur un total de dix huit ayant une compacité relativement élevée est supérieure à 28 (Figure n° 7).

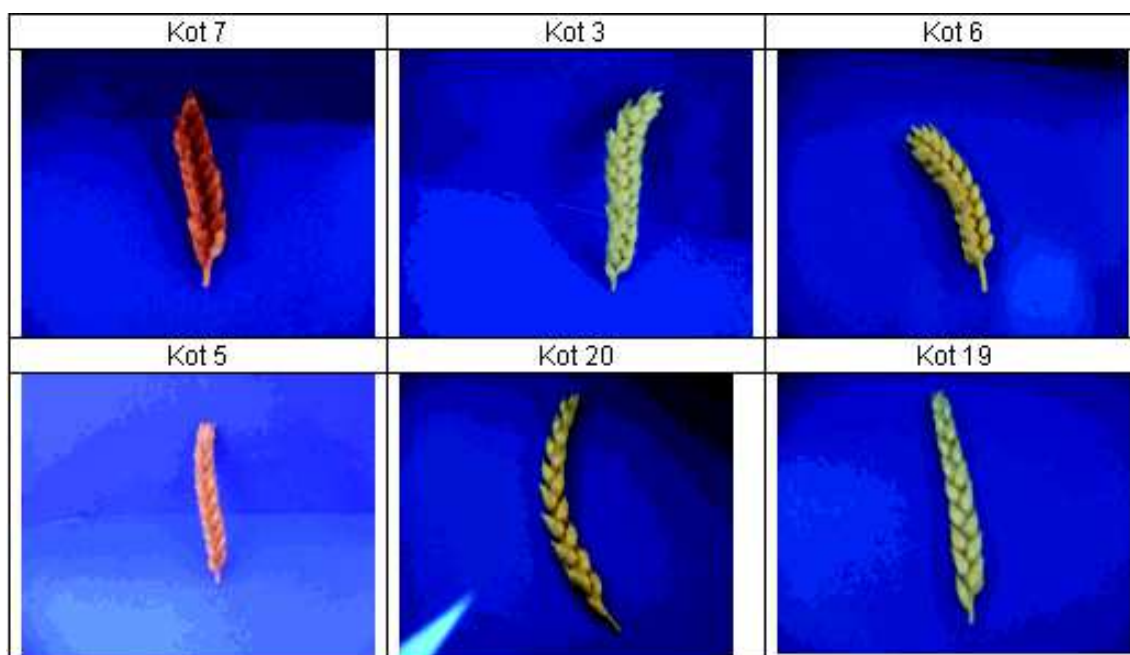


Figure n° 9: Variation variétale de la densité de l'épi

Cependant, la variété/population locale Kot 3 a enregistré la plus forte densité avec une valeur moyenne dépassant 40 (Figure n° 8).



Figure n° 10: Densité de l'épi (variété Kot 3).

D'autre part, Ducellier L., (1920) a rapporté que des épis avec des valeurs de la densité beaucoup plus élevées qui pourraient être rencontrées chez certaines variétés locales. En effet, les variétés ayant une densité hautement élevée sont des variétés compactes où les épillets sont serrés et disposés quasiment en verticale sur le rachis de l'épi.

Davantage, ces mêmes variétés de type compactoïde et dont la densité dépasse les valeurs de 30 se caractérisent aussi par un fort potentiel en fleurs bien évoluées dans leurs épillets et avec une moyenne de l'ordre de 3 à 5 grains bien développés par épillet.



Les variétés à faible densité telles que celles de type Manga utilisées dans cet essai sont en nombre de 3, tandis que Ducellier L., (1920) a pu déterminer 16 variétés botaniques appartenant à ce type. Ces dernières sont facilement reconnaissables à cause de l'aspect très spécifique des épis. Celles-ci se remarquent par leur battage durement difficile dont les enveloppes sont étroitement serrées au grain. A cet effet les pertes par égrenage due aux oiseaux granivores et insectes sont presque nulles.

Paradoxalement, ces variétés nécessitent un battage excessif pour extraire leurs grains et possiblement, c'est que pour cette raison sont de moins en moins rencontrés au niveau des jardins.

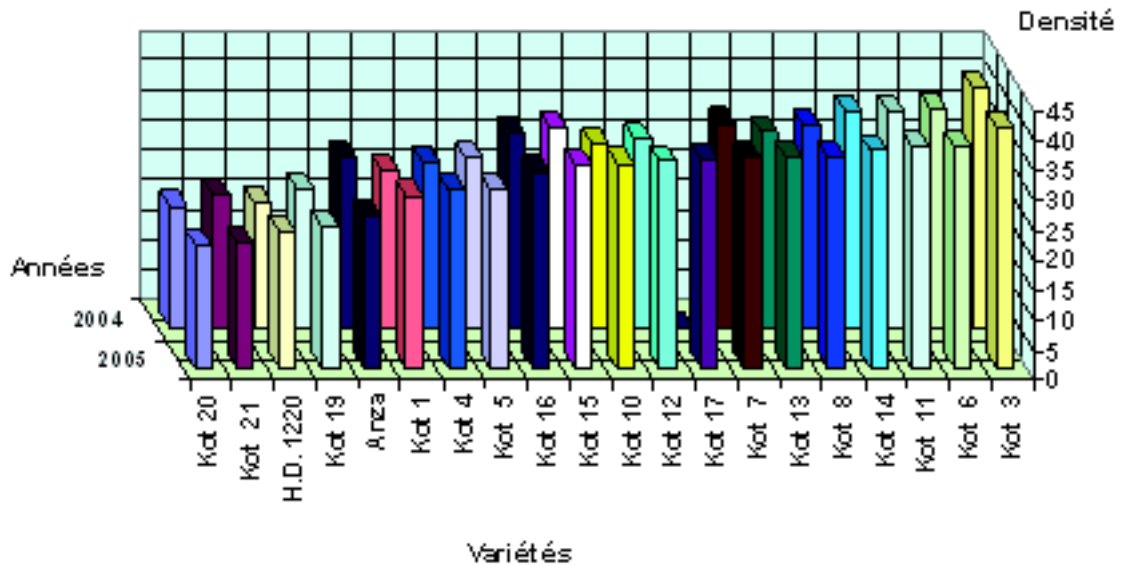


Figure n° 11: Variation annuelle et variétale de la densité de l'épi

### 3.4.2.3 Hauteur de la tige:

Il y a lieu de rappeler que la majeure partie de la variabilité entre les variétés de blé en termes de la hauteur des tiges est liée à la taille de la pédoncule; la dernière entre nœud de la tige qui porte l'épi.

L'analyse de la variance des valeurs moyennes de la taille de la tige des diverses variétés/populations a démontré une différence très significative. Etant donné que les variétés témoins Anza et H.D disposaient des gènes de nanisme, Elles ont enregistré les valeurs les plus faibles avec, respectivement, 81.56 et 83.66 cm.

Cependant, nous avons constaté que le comportement des variétés/populations locales vis à vis de ce paramètre a été, en grande partie, inversement proportionnelle à la précocité à l'épiaison.

En effet, en ce qui concerne les données moyennes de la deuxième année, nous avons remarqué que les variétés Kot 8, 6, 12, 7, 10, 17, 16 et 13 ont possédé des courtes tiges avec , respectivement, 91.29, 91.35, 94.33, 94.32, 94.35, 95.1, 95.3 et 97.1 cm.

Par ailleurs, les variétés les plus tardives à savoir; Kot 21, 19, 1, 20 et 3 ont disposé des tiges les plus longues avec, respectivement, 112.9, 110.4, 109.3, 105.9 et 102.4 cm.

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

Toutefois, au niveau de chaque plant d'une variété donnée, la tige principale a été légèrement plus longue par rapport à ceux issues des talles primaires. Cette supériorité des tiges principales s'étend et touche plus tard le nombre d'épillets fertiles par épis et le nombre de grains formés par épillet et d'autres composantes de rendement.

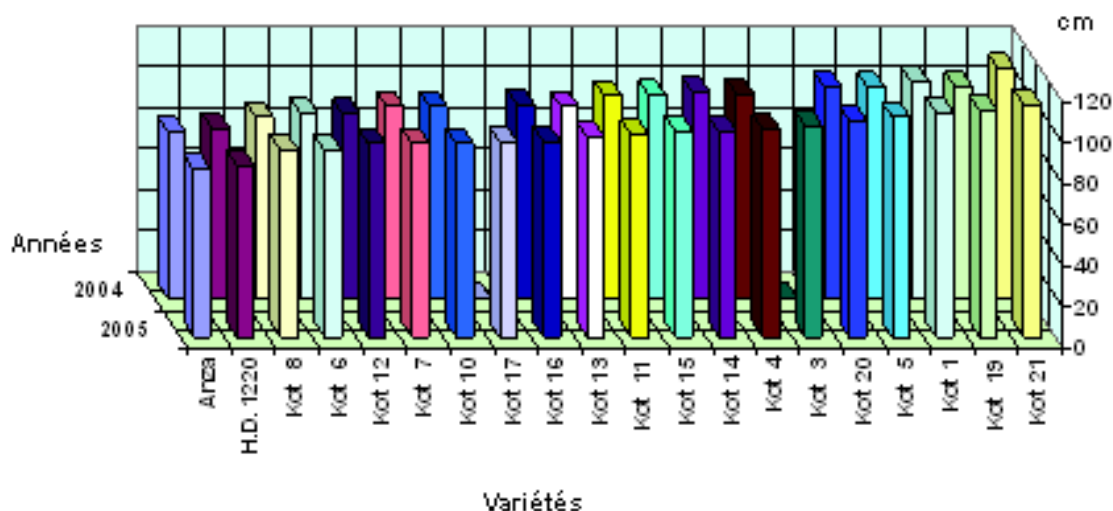


Figure n° 12: Variation annuelle et variétale de la longueur de la tige à la maturité en cm

### 3.4.3 Rendement et ses composantes:

Le tableau suivant résume les principaux résultats obtenus des paramètres étudiés par variétés/populations et par campagne

Paramètres étudiés	Signification	
	2004	2005
Campagne	2004	2005
Epis/plants	THS	THS
Epillets/ épi	THS	THS
Grains/ épis	THS	THS
Grains/épillets	HS	HS
Poids de mille grains (P.M.G)	HS	HS
Nombre de grains par mètre carré	HS	THS
Rendement en grains	HS	THS

Tableau n°24: Résultats des paramètres étudiés et leurs significations par variétés et par années

Le tableau ci-dessus affiche des résultats hautement à très hautement significatifs des paramètres étudiés; rendement et ces composantes.

Les variétés locales semi-précoces et précoces se distinguent par une fertilité de l'épi notamment le nombre d'épillets par épi, grains par épis, grains par épillets très appréciable et une capacité exceptionnelle à donner des grains de bonne qualité. Toutefois, et en termes de pouvoir de tallage, ces mêmes variétés montrent une faiblesse prononcée. Cette capacité à taller s'avère inversement proportionnel à la précocité.

Par contre les variétés tardives, à l'exception de la variété Kot 3, ils ont du mal à se comporter pendant les stades critiques de concrétisation de ces paramètres sus

indiqués. En effet, la variété Kot 3, en plus de son excellent pouvoir à taller, elle est, aussi, doté d'un bon nombre de caractéristiques caractérisant les variétés précoces à savoir; un nombre élevé d'épillets par épi, un bon nombre de grains par épi et de grains par épillet.

En ce qui concerne le nombre d'épis par plant, il est évident que les variétés tardives conservent un pouvoir à évoluer la plupart des talles formées à des épis pendant les stades antérieurs. Ce critère spécifique joue un rôle déterminant lors de l'élaboration des composantes de rendement.

### 3.4.3.1 Elaboration du nombre de grains:

L'analyse de la variance des données relatives aux nombre de talles par plant et le nombre de talles-épis par plant ont révélé une différence très significative entre les variétés. Toutefois, il n'y a pas de différence significative entre les valeurs moyennes de nombre de plants levés par variété.

Paramètres	Nombre de pieds/ m <sup>2</sup>		Coefficient de tallage/ plant		Coefficient épis/plant		Nbre grains M <sup>2</sup> (X 1000)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Variétés / Années	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Kot.3	295	297	3.06	3.59	1.61	2.43	21.46	27.16
Kot.20	296	294	3.33	3.47	2.16	2.49	16.21	19.19
Kot.11	294	295	1.84	2.38	1.30	1.88	14.68	20.18
Kot.16	297	295	1.56	2.86	1.37	1.51	14.97	17.21
Kot.15	293	294	1.27	2.49	1.29	1.65	16.08	17.30
Kot.12	294	295	1.49	2.89	1.37	1.86	16.57	17.75
Kot.6	295	297	1.30	2.23	1.23	1.40	14.64	15.71
Kot.8	294	295	1.11	2.21	1.09	1.37	15.56	13.11
Kot.5	295	293	1.74	2.85	1.42	1.93	16.04	19.31
Kot.4	295	295	1.71	2.65	1.31	1.93	17.04	20.94
Kot.14	297	294	1.17	2.49	1.28	1.51	15.26	17.87
Kot.1	294	295	2.27	2.89	1.43	1.88	14.75	17.91
Kot.10	293	295	1.29	2.56	1.38	1.74	17.31	18.36
Kot.13	295	295	1.13	1.72	1.16	1.34	15.88	15.18
Kot.7	295	294	2.05	1.95	1.34	1.70	15.30	15.99
Anza	294	295	3.68	4.08	2.43	3.09	21.56	25.64
Hidab (H.D.1220)	293	295	2.68	2.42	1.63	1.86	14.54	17.40
Kot.19	295	293	-	2.64	-	2.19	-	20.04
Kot.21	294	294	-	4.10	-	3.36	-	25.34
Kot.17	295	297	-	2.25	-	1.37	-	15.35
Ecart type	-	-	0.16	0.23	0.08	0.24	0.420	1.16
C.V.M. (%)	-	-	8.29	8.03	5.67	12.39	2.728	5.58
P.P.D.S. (p<0.01)	-	-	0.46	0.51	0.22	0.53	0.994	2.60
Signification statistique	N.S.	N.S.	T.H.S.	T.H.S.	T.H.S.	T.H.S.	T.H.S.	T.H.S.

Tableau n° 25: Variation variétale et annuelle de nombre moyen de pieds/m<sup>2</sup>, de coefficient de tallage et de nombre de talles-épis/m<sup>2</sup> ainsi que leurs significations statistiques

### 3.4.3.2 Densité à la levée

L'analyse de la variance a montré qu'il n'y a pas de différence significative entre les variétés en termes de la densité de plants/m<sup>2</sup> à la levée.

### 3.4.3.2.1 Coefficient de tallage herbacé:

Le nombre de talles élaborées par plant exprime la capacité des plants de graminées, en général et des céréales en particulier à produire des talles.

Les variétés Kot 21, Anza et Kot 3, ont montré une aptitude à taller très élevée et ce durant les deux campagnes consécutives, avec des valeurs très intéressantes de l'ordre de 4.10, 4.08 et 3.59, respectivement, pour la campagne 2004/2005. Ces valeurs énormément élevées sont dues, en partie, à un semis effectué dans des délais meilleurs dans les conditions de la région. En outre, certains facteurs tels que la faible densité du peuplement par m<sup>2</sup> pratiquée (300 plants/m<sup>2</sup>), la profondeur du semis (de 2 à 3 cm) et niveau d'engraisement azoté adopté pourraient être joués un rôle capital. Cependant, en respectant le même ordre, ces variétés précitées, ont été les dernières qui quittent le stade tallage et déclenchent le stade montaison.

Cette explosion remarquée en nombre de talles chez ces variétés n'a pas eu lieu chez certains d'autres. En effet, les variétés Kot 6, 7 et Kot 13 respectivement, ont été les premières à s'engager au stade montaison avec le minimum de talles par plant en leur possession. Cette conclusion s'applique sur les deux campagnes.

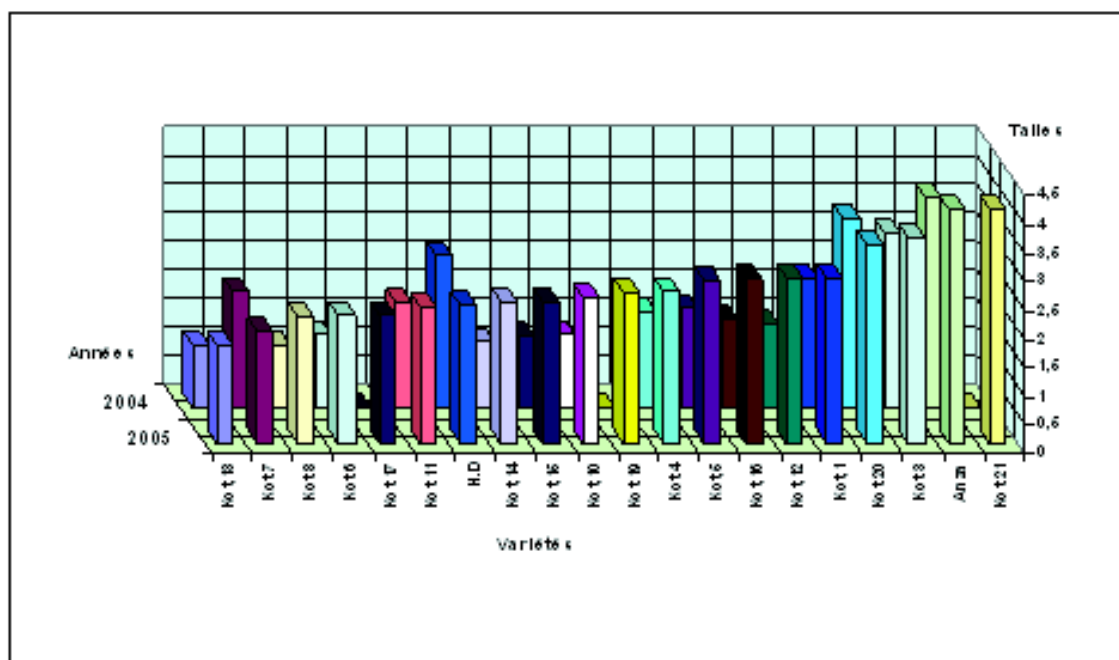


Figure n° 13: Variation variétale et annuelle du coefficient de tallage

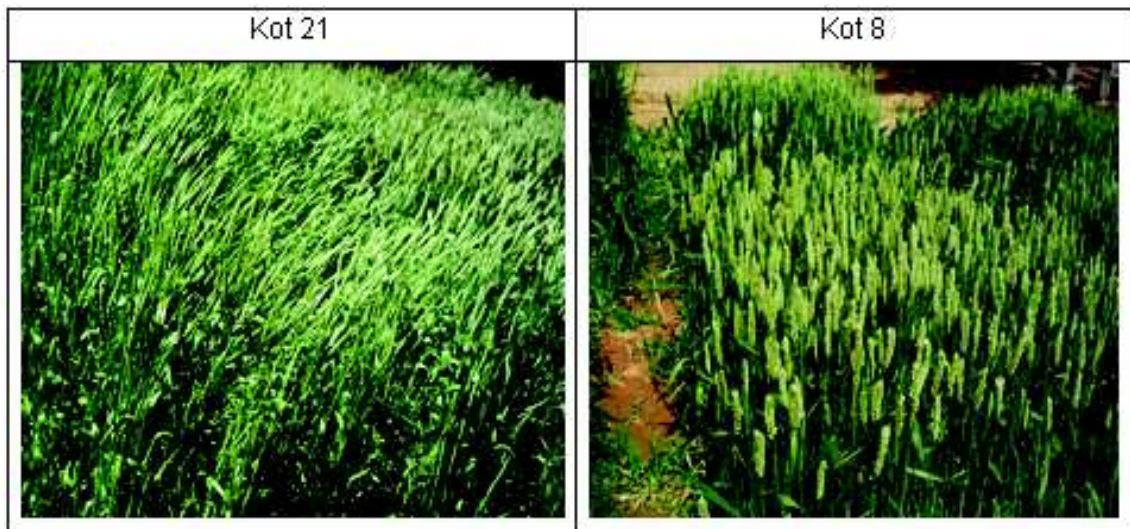
### 3.4.3.2.2 Coefficient de talles- épis par plant:

En référence au même tableau, et en termes de nombre de talles-épis par plant, on s'aperçoit que les variétés/populations ont suivi la même allure que le nombre de talles herbacées/plant. En effet, les variétés/populations tardives disposent des meilleures valeurs, résultat d'abord d'un fort pouvoir à taller et une forte capacité à préserver un grand nombre de talles-épis.

Toutefois, la comparaison des valeurs moyennes de la variété/population la plus précoce Kot 8 avec celle de la plus tardive Kot 21, (Figure n° 14 : peuplement talles-

épis) dévoile, dans les conditions de déroulement de l'essai, que la dernière pourrait, moyennement, produire proche de trois fois plus d'épis que la variété la plus précoce Kot 8.

Par ailleurs, dans ce même contexte, nous avons remarqué que durant la campagne 2004/2005 les variétés/populations locales Kot 7 (variété précoce), 21 et Kot 19 (tardives), gardent des taux plus élevés avec, respectivement, 87, 83 et 82 p. cent. A l'inverse, près de la moitié des talles des variétés/populations Kot 16 et Kot 17 (relativement précoces) ont subi un taux de mortalité très élevé, respectivement, 47 et 39 p. cent.



*Figure n° 14: variation du peuplement épis chez deux variétés/populations Kot 21 et kot 8*

Toutefois, les trois quarts du peuplement de talles des deux variétés témoins, Anza (Figure n° 15) et H.D ont pu survivre et fructifier durant la campagne 2004/2005.



*Figure n° 15: Stade épiaison chez la variété Anza*

L'évolution de l'épi et le démarrage de l'élongation de la tige font des fortes demandes pour les ressources en assimilés. Lorsque l'élongation de la tige s'affiche, dans des conditions de stress thermique combinée à la sécheresse comme celles caractérisant la 1<sup>ère</sup> année, on assiste à un départ du maître brun assez tôt, entraîne, la plupart des talles (les plus jeunes et les moins développées ayant moins de trois feuilles bien formées) sont incapables à conquérir et se perdent rapidement.

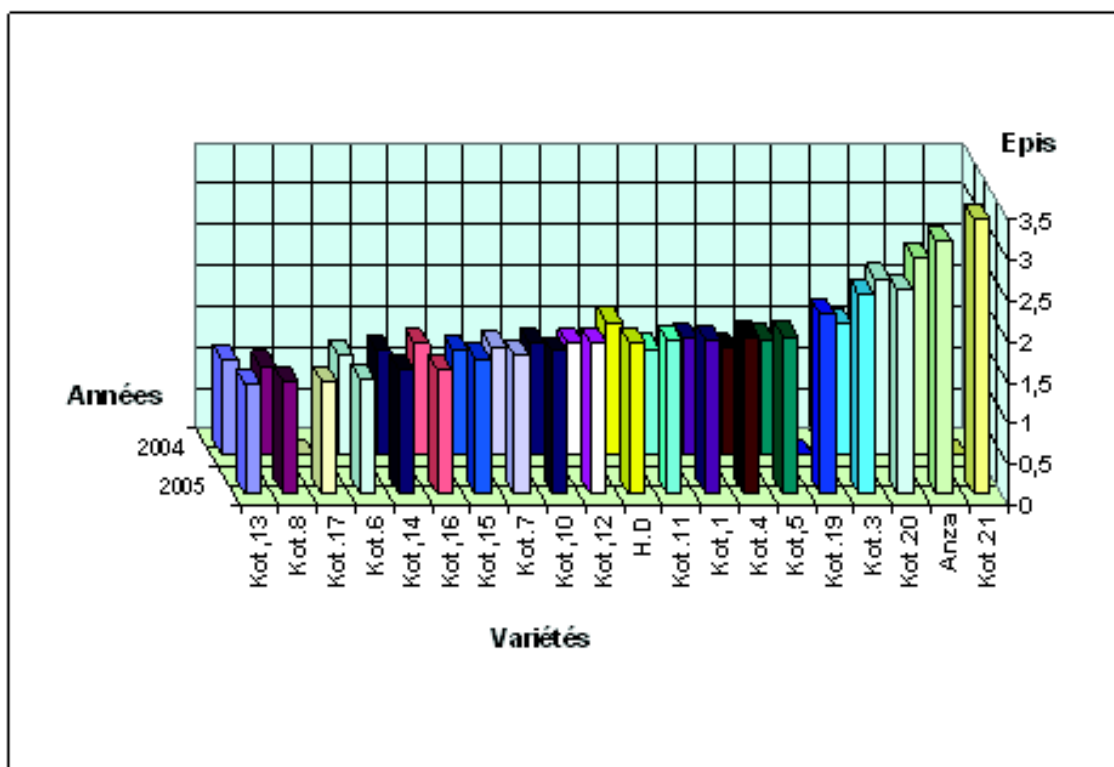


Figure n° 16: Variation variétale et annuelle de nombre de talles-épis par plant

### 3.4.4 Caractérisation de l'épi:

L'analyse de la variance des valeurs moyennes relatives aux nombre de grains/épi, nombre de grains élaborés/épillet, nombre d'épillets fertiles/épi ainsi qu'au nombre d'épillets stériles/épi a démontré une différence très significative entre les variétés/population pour les deux années de l'essai.

Paramètres	nombre de grains/épi		nombre de grains/épillet		Nombre Epillets fertiles		Nombre Epillets stériles	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Variétés/années								
Kot 3	35.73	56.5	2.06	2.49	17.4	22.31	0.15	1.07
Kot 20	21.71	46.3	1.74	2.59	12.5	18.02	0.07	0.09
Kot 11	32.85	53.5	1.96	2.81	16.8	19.41	0.70	0.24
Kot 16	34.50	57.4	1.82	2.92	19.0	19.67	0.15	0.24
Kot 15	34.83	54.6	2.03	2.50	17.2	21.31	0.10	0.25
Kot 12	34.43	48.4	1.96	2.44	17.6	19.49	0.30	0.44
Kot 6	35.83	56.8	1.93	2.87	18.6	20.20	0.27	0.02
Kot 8	39.99	48.4	2.01	2.54	19.9	19.14	0.10	0.21
Kot 5	32.80	50.5	1.77	2.59	18.6	19.62	1.10	0.52
Kot 4	37.37	54.9	1.89	2.64	19.8	20.86	0.45	1.25
Kot 14	34.76	56.7	1.91	2.83	18.3	21.26	0.10	0.27
Kot 1	33.12	48.3	1.85	2.49	17.9	19.52	1.05	1.12
Kot 10	36.55	53.2	1.92	2.63	19.1	20.27	0.23	0.05
Kot 13	37.77	58.3	2.17	2.94	17.4	19.68	0.47	0.06
Kot 7	33.19	51.0	2.00	2.71	16.6	18.90	1.20	0.11
Anza	24.13	39.9	1.72	2.55	14.0	15.92	2.30	2.35
Hidab (H.D.1220)	29.66	47.3	1.91	2.76	15.5	17.58	3.10	3.49
Kot 19	-	39.3	-	2.43	-	16.59	-	3.49
Kot 21	-	38.0	-	2.36	-	15.32	-	0.38
Kot 17	-	56.0	-	2.66	-	21.34	-	0.16
Ecart type	0.55	1.93	0.07	0.11	0.5	0.49	0.09	0.11
C.V.M. (%)	1.65	3.95	3.60	4.34	3.1	2.83	12.75	12.30
P.P.D.S. (p<0.01)	1.30	4.33	0.16	0.26	1.3	1.10	0.21	0.26
Signification	H.S.	T.H.S.	H.S.	T.H.S.	H.S.	T.H.S.	H.S.	T.H.S.

Tableau n° 26: Variation variétale et annuelle de nombre de grains/épi, par épillet et le nombre d'épillets fertiles/épi ainsi que leur signification statistique

#### 3.4.4.1 Nombre de grains par épi:

Le nombre de grains/épi est l'une des composantes du rendement de la culture du blé. En réalité, Il exprime l'aptitude de la variété, dans un milieu donné, à transformer le potentiel en fleurs initiées et bien formées durant les phases antérieures aux grains bien développés.

Toutefois, il paraît que cette capacité dépend, en grande partie des génotypes. En effet, les variétés/populations précoces, dans les conditions qui dominent dans la région, présentent une fertilité de l'épi très intéressante. Cette fertilité s'exprime par la formation de maximum de fleurs, d'une part et sa transformation en grains. D'autre part, nous avons remarqué, que ces mêmes variétés portent des feuilles, relativement, plus larges et plus longues par rapport aux variétés témoins.

Paradoxalement, les variétés Kot 3 ainsi que kot 19 (en moindre degrés), malgré qu'elles ont été plus tardives, i.e., les exposée aux divers stress abiotiques, elles ont montré une

aptitude à livrer des fleurs, et procurer un nombre de grains par épillet et par épi comparable à ceux des variétés précoces.

Nous avons constaté qu'il existe, le plus souvent, une relation réversible entre la longueur de la tige et la précocité d'une part et le nombre de grains par épis d'autre part. Le comportement exceptionnel de certaines variétés tardives, particulièrement, Kot 3 qui ont pu développer un nombre de grains par épi très intéressants, pourraient être expliqués par

le fait qu'elles disposent de certains facteurs intrinsèques ayant lui permit non seulement de perdurer pendant longtemps dans des situations désavantageuses mais aussi de s'exprimer amplement.

Nous avons signalé, qu'en dépit de l'indice de précocité relativement élevé de la variété témoin H.D 1220, il semble, qu'il n'offre qu'un potentiel limité en grains/épi. En réalité, ceci pourrait être justifié par la forte sensibilité de la variété aux conditions climatiques lors de remplissage des grains, pénalisé encore par l'égrenage, couramment, constaté chez cette variété dans un milieu pareil.

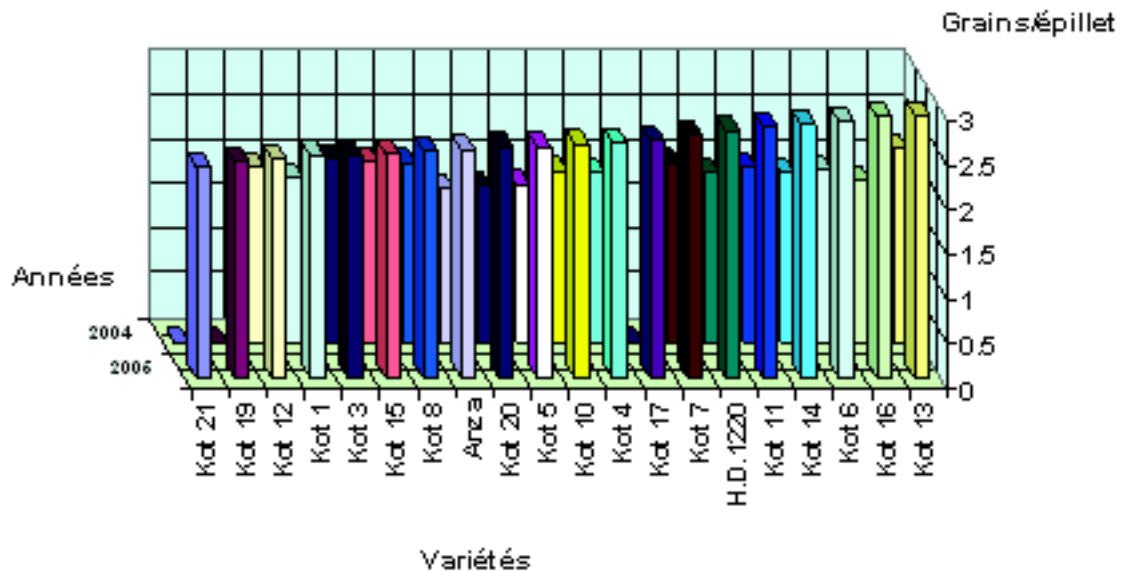


Figure n° 17: Variation variétale et annuelle de nombre de grains par épi

### 3.4.4.2 Nombre de grains par épillet:

Le comportement des variétés à l'égard de nombre de grains par épillet a été, en grande partie, semblable à celui de nombre de grains par épi. En effet, les variétés précoces telles que Kot 13, 15, et 11 ont tendance à donner un nombre important de grains/épillet en comparaison aux variétés tardives, à l'exception des variétés Kot 3 et 21. Cependant, les variétés Kot 21, 20 et Anza, respectivement, leurs épillets disposent moins de grains bien développés.

Par ailleurs, la comparaison des résultats enregistrés pendant les deux campagnes nous indiquent que le semis tardif a lourdement pénalisé ces dernières pendant la 1<sup>ère</sup> campagne, avec des chutes des valeurs moyennes de grains par épillet oscillant entre 20 et 32 p. cent. De même, pendant la 2<sup>ème</sup> campagne, à cause de très basses températures ayant coïncidé avec le stade pollinisations des fleurs, certaines variétés précoces particulièrement kot 8, et Kot 6 ont subit des pertes considérables en nombre de grains/épillet.



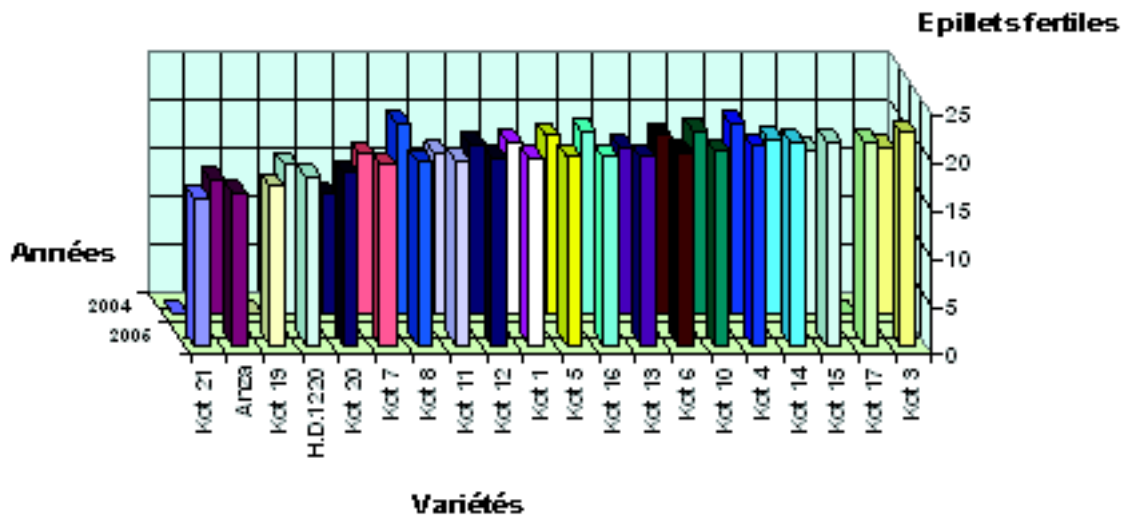


Figure n°18: Variation variétale et annuelle du nombre de grains par épillet

### 3.4.4.3 Nombre d'épillets fertiles par épi:

Selon le nombre moyen d'épillets fertiles élaborés par épi, on pourrait distinguer deux groupes de variétés à savoir; variétés à haute fertilité de l'épi et variétés moins fertiles

Nous avons constaté que la quasi-totalité des variétés/populations locales ont montré une fertilité à l'épi considérablement élevée, chose qui témoigne qu'ils ont survécu la période initiation des épillets en toute aisance.

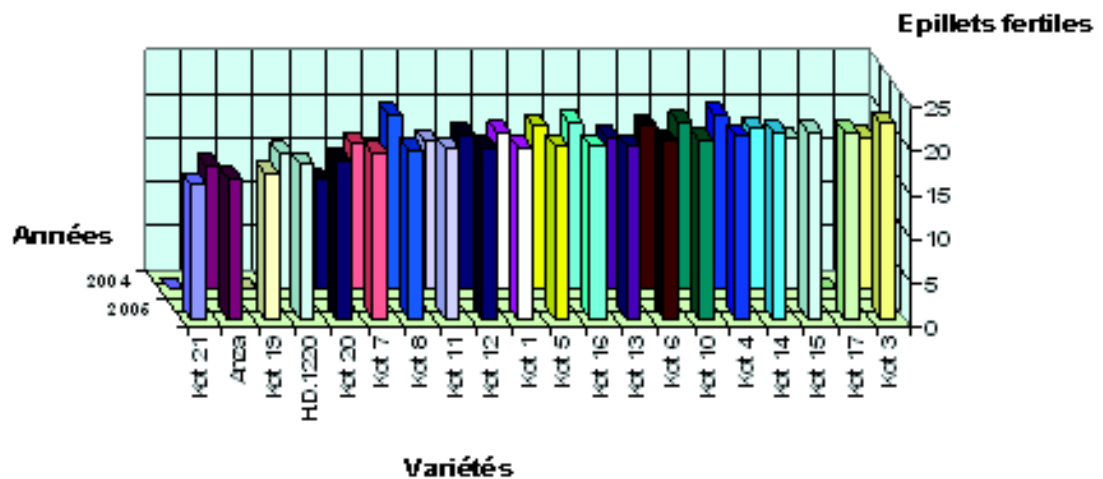


Figure n° 19: Variation variétale et annuelle du nombre d'épillets fertiles

### 3.4.4.4 Nombre d'épillets stériles:

Les variétés de blés des oasis ont subi moins de pertes en termes d'épis fertiles en comparaison aux variétés témoins. Toutefois, le taux des épillets stériles chez les variétés témoins pour les deux campagnes a été le même, bien que la variété H.D. a été la plus vulnérable avec une moyenne de 3 épillets stériles par épi (Figure n° 20).

**CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR**

Ces résultats nous confirment que les variétés de blés des oasis ont été, en grande partie bien adaptées aux conditions du milieu désertique. Certes, cette particularité suppose qu'ils ont été dotés de matériel génétique qui leur ont permit de survivre aussi dans des conditions les plus hostiles. Les stress dus à l'environnement avant l'apparition de la dernière feuille (début de gonflement) conduisent à des pertes considérables d'épillets en développement.

Par ailleurs, du fait de l'extension plus ou moins prononcée de l'extrémité du rachis rattachée au pédoncule, ce qui rend la constatation et le comptage des épillets stériles plus ou moins facile. Les données qui figurent dans le tableau ci-dessus se limitent, uniquement, à celles localisées au niveau de la base de l'épi.

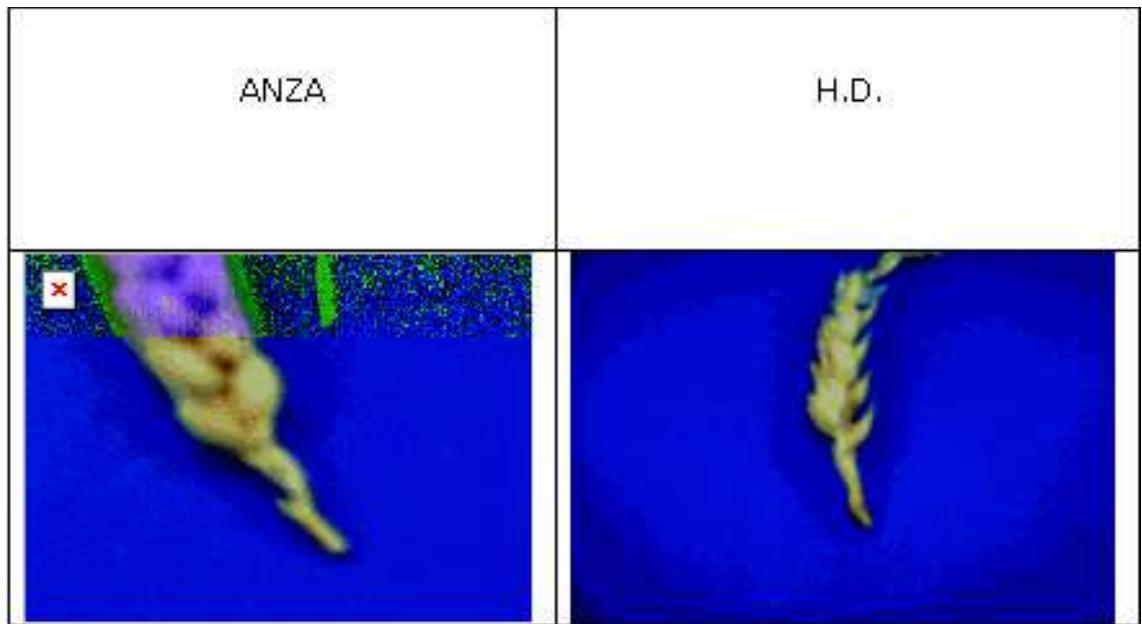


Figure n° 20: Epillets stériles au niveau de la base du rachis (variétés témoins)

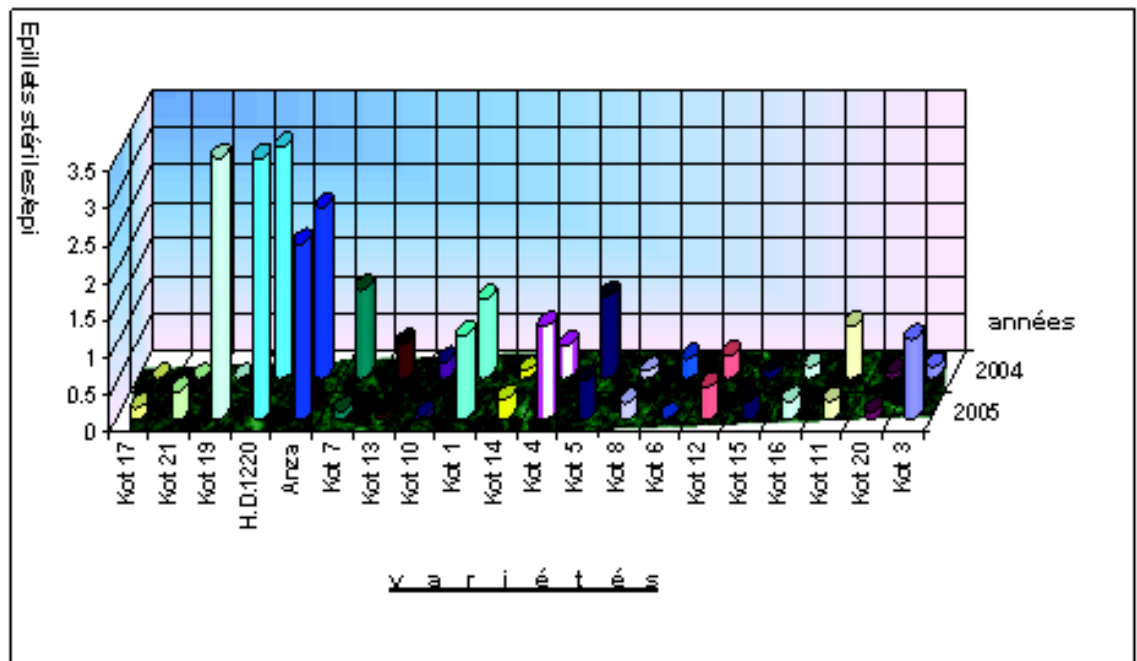


Figure n° 21: Variation variétale et annuelle de nombre d'épilletés stériles

### 3.4.4.5 Nombre de grains par m<sup>2</sup>:

En général, le nombre de grains par m<sup>2</sup> est en relation étroite avec le nombre de talles-épilis formées par plant, en conséquence, au pouvoir à taller des variétés. Durant l'année 2005, les variétés les plus tardives ont pu évoluer plus de grains par m<sup>2</sup> en comparaison à d'autres variétés. En effet, les variétés Kot 3, Anza et Kot 21 ont produit, respectivement 27.160, 25.644 et 25.336 grains/m<sup>2</sup>.

Par contre, les variétés les plus précoces Kot 8, 13, 17, 6 et Kot 7, respectivement, ont obtenu des basses valeurs. Ces valeurs varient entre 13.114 grains/m<sup>2</sup> pour la première variété et 15.993 grains/m<sup>2</sup> pour la dernière.

Eu égard de nombre de grains/m<sup>2</sup> et pendant la campagne 2005 (semis du 08 novembre), l'écart entre la variété Kot 3 (la 1<sup>ère</sup> du groupe) et kot 8 (la 2<sup>ème</sup> du groupe) a été le double. Cependant, lors de la 1<sup>ère</sup> campagne (semis du 31 décembre) cet écart n'était que de 25 %.

Les données moyennes relatives à la première campagne permettent de conclure que les variétés tardives ont du mal à s'adapter et à porter des grains bien évolués entre leurs glumelles en nombre suffisant dans des situations défavorables comme celles générées lors d'un décalage de la date de semis de près de 40 jours.

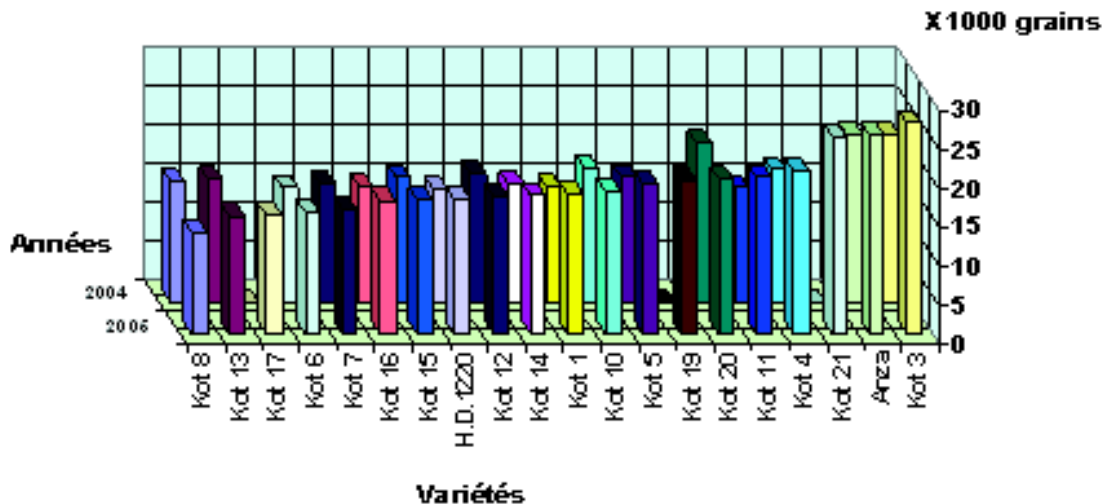


Figure n° 22: Variation variétale et annuelle de nombre de grains/m<sup>2</sup>

### 3.4.4.6 Elaboration du poids des grains (P.M.G):

L'analyse de la variance des données moyennes relatives aux poids de mil grains (P.M.G), nombre de grains par mètre carré et rendement en grains à l'hectare, a révélé une différence très significative entre les variétés/populations.

**CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR**

Paramètres	Poids 1000 grains		Nombre grains/m <sup>2</sup>		Rendement q/ha	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Variétés / années						
Kot3	30.69	33.65	21.46	27.16	61.3	91.33
Kot20	32.22	43.68	20.51	20.04	61.2	87.53
Kot11	33.86	39.93	14.68	20.18	49.8	80.58
Kot16	34.98	45.98	14.97	17.21	56.4	79.07
Kot15	35.37	45.11	16.08	17.30	54.2	78.04
Kot12	34.41	43.50	16.57	17.75	53.7	77.19
Kot6	34.87	49.64	14.64	15.71	52.5	77.88
Kot8	35.96	49.38	15.56	13.11	54.0	64.64
Kot5	34.04	44.13	16.04	19.31	55.1	85.17
Kot4	32.60	39.19	17.04	20.94	54.1	82.07
Kot14	33.83	40.97	15.26	17.87	52.2	73.21
Kot1	34.21	44.18	14.75	17.91	54.5	79.10
Kot10	33.51	47.09	17.31	18.36	58.0	86.41
Kot13	35.66	49.39	15.88	15.18	54.1	74.90
Kot7	33.77	48.58	15.30	15.99	52.3	77.70
Anza	32.16	36.53	21.56	25.64	64.3	93.66
Hidab (H.D.1220)	32.87	45.18	14.54	17.40	52.4	78.61
Kot19	-	43.20	-	19.92	-	86.04
Kot21	-	38.37	-	25.34	-	97.15
Kot17	-	48.89	-	15.35	-	75.03
Ecart type	0.49	1.30	0.420	1.16	1.5	2.48
C.V.M. (%)	1.46	2.96	2.728	5.58	2.8	3.05
P.P.D.S. (p<0.01)	1.17	2.92	0.994	2.60	3.6	5.57
Signification statistique	S.	H.S.	H.S.	T.H.S.	H.S.	T.H.S.

*Tableau n° 27: P.M.G, nombre de grain/m<sup>2</sup> et rendement en grains par variétés et par années*

Le poids de mil grains constitue l'une des composantes de rendement des cultures. Ce paramètre se détermine lors de la période de remplissage des grains dont il reflète par fidélité les conditions de déroulement de cette période, particulièrement, celles relatives à la température et à la disponibilité de l'eau. En réalité, le poids du grain exprime précisément la vitesse et la durée d'immigration des réserves pendant cette période.

La comparaison des données moyennes des deux campagnes pour le poids de mil grains permettent d'apercevoir que la date de la mise en place de la culture a pesé lourdement sur ce paramètre.

En effet, lors de la deuxième campagne, le Poids de mille grains, particulièrement, celui des variétés précoces et demi précoces a été nettement supérieur à celui des variétés tardives. Cependant, deux variétés tardives à savoir, Kot 19 et Kot 20, respectivement, ont enregistré des bonnes valeurs. Davantage, ces mêmes variétés ont été dotées d'une fertilité exceptionnelle, en termes de, nombre de grains par épi avec des grains volumineux, comparables à ceux des variétés précoces (Figure n° 23).



Figure n° 23: Grains de la variété kot 19

des vents secs, chauds et violents à partir de la fin du mois de février, ont été catastrophiques particulièrement pour les variétés susceptibles à ce type de stress. Ses conditions ont, non seulement, abouti au ralentissement du processus d'immigration des réserves mais aussi à l'accélération de la sénescence rapide des plantes.

Par ailleurs, les dégâts dus à l'effet mécanique des vents violents dans une zone pareil se traduisent par le dessèchement plus au moins des feuilles et leur détachement par fragmentation, notamment, chez les variétés à feuillage long et large. Les pertes à ce niveau ont été évaluées entre 30 % chez Kot 7 et Kot 6 et 27% chez Kot 8 et H.D. En outre, dans le même cadre d'idée, trois variétés tardives à savoir; Kot 21, 3 et Anza, respectivement, ont dévoilé une certaine stabilité mais avec des grains, relativement, petits.

Ces résultats révèlent un grand potentiel en P.M.G. chez les variétés locales (précoces) dépassent le P.M.G. des variétés témoins, à ce jour, n'a pas été exploité. Ce potentiel pourrait être traduit, dans des conditions idéales de conduite de culture et du milieu, par des bons rendements permettant de rentabiliser la culture céréalière et de redresser certaines exploitations agricoles.

De même, l'aptitude génétique de certaines variétés tardives non seulement de perdurer mais aussi de conserver leur P.M.G. dans des conditions difficiles pourrait contribuer à garantir des revenus stables aux agriculteurs dans des régions arides ou pendant des années plus ou moins sèches.

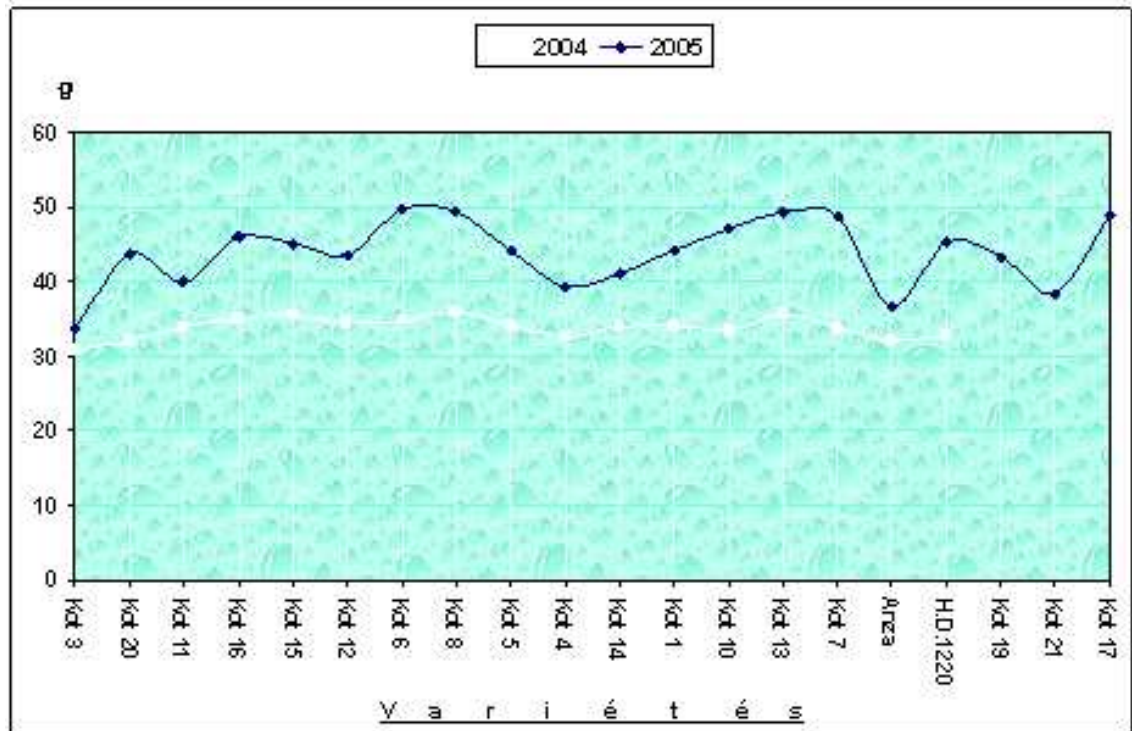


Figure n° 24: Variation variétale et annuelle du poids de 1000 grains

#### 3.4.4.7 Rendement en grains:

Le rendement en grains est un caractère extrêmement complexe, il est sous les effets combinés du génotype et des conditions de culture et du milieu. Toutefois, les composantes de rendement sont; le nombre de grains qui se décompose en nombre moyen de grains par épi et le nombre de talles-épis par unité de surface ainsi que le poids de mil grains.

A l'inverse, des variétés tardives, le rendement chez les variétés précoces des blés des oasis, en grande partie, a été influencé, beaucoup plus par le poids de mil grains que par le nombre de grains et ce du fait que leur capacité à taller est très limitée.

La variabilité en nombre de grains par unité de surface observée entre les variétés a été manifestement très importante. En effet, lors de la campagne 2004-2005, les variété Kot 21, Anza et Kot 3, respectivement, ont enregistré des rendements très élevés avec, 97, 94 et 91 qx/ha, respectif, tandis que les variétés Kot 8, 13, 17 et Kot 7, respectivement, ont occupé le bas du classement.

En réalité, chaque variété a ses propres paramètres déterminants de rendement, parmi ces déterminants on peut citer:

1. Un poids de mil grains très élevées, c'est le cas des variétés les plus précoces; Kot 8, 7, 13, Kot 17 et qui pourrait être associé avec;
2. Une très bonne fertilité de l'épi, qui dispose d'un nombre d'épillets fertiles relativement élevé et un nombre supérieur de fleurs fertiles. Ce sont, généralement, des variétés à forte densité de l'épi. C'est le cas des variétés demi précoces telles que, Kot 12, 10, 11, 15 et de certaines variétés demi tardives (Kot 4).
3. Position verticales des feuilles, particulièrement la dernière. C'est le cas des variétés de type Manga, exemple ; Kot 20, 21 et Anza,

4. Une aptitude intéressant à élaborer plusieurs talles ainsi que de talles-épis. C'est le cas de la variété Kot 3.
5. Une coloration vert bleuâtre remarquée chez les deux variétés témoins, Anza et H.D.
6. La forme très particulière des glumes qui permettent de préserver les grains formés dans les stades antécédents et de les garder contre toutes hostilité du milieu; égrainage, piégeage par les oiseaux granivores, démantèlement par les fourmis. Parmi ces variétés on peut citer Kot 20, Kot 21.

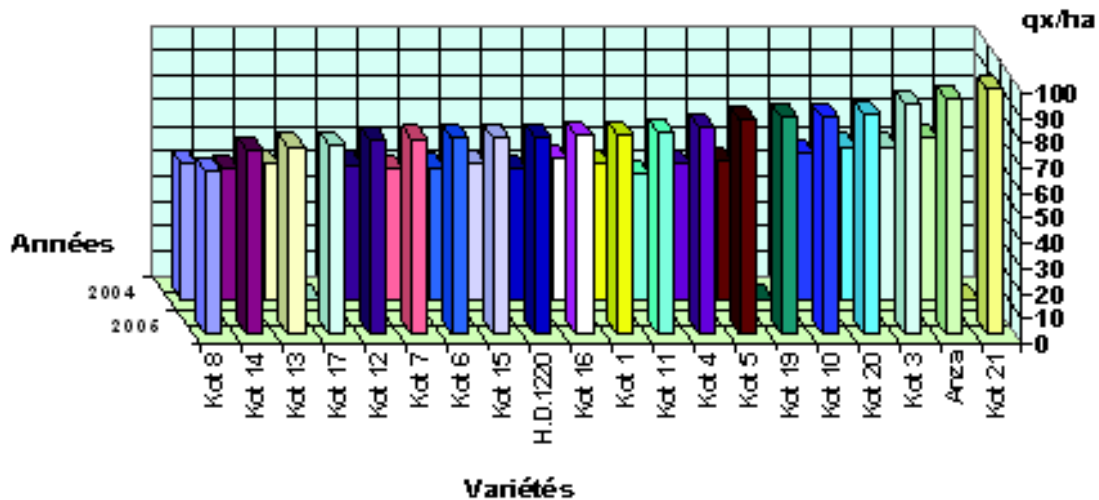


Figure n° 25: Variation variétale et annuelle du rendement en grains par hectare

### 3.4.5 Caractérisation variétale par rapport à la verse, le piétin échaudage, l'égrenage et à la rouille brune:

Paramètres	Résistance à la verse		Résistance à l'égrenage		Résistance à l'échaudage		Résistance rouille brune
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2005
Variétés / années							
Kot3	7	7	4	4	2	2	4
Kot20	9	8	1	1	2	3	2
Kot11	4	5	2	2	7	4	7
Kot16	5	4	4	4	5	4	5
Kot15	5	6	3	4	5	4	3
Kot12	5	4	2	4	5	3	5
Kot6	4	4	3	2	4	3	4
Kot8	3	4	3	2	6	4	4
Kot5	8	7	2	2	3	3	4
Kot4	6	6	4	3	3	3	4
Kot14	5	6	2	5	5	5	4
Kot1	7	7	2	2	3	3	4
Kot10	6	5	3	5	5	4	5
Kot13	3	5	3	2	6	5	3
Kot7	4	5	3	2	5	3	5
Anza	2	2	5	4	2	2	2
Hidab (H.D.1220)	2	3	7	7	3	3	3
Kot21	-	5	-	1	-	3	3
Kot19	-	7	-	1	-	2	3
Kot17	-	4	-	3	-	4	4
H (test Kruskal-keuls)	-	48.74	32.95	98.00	43.22	74.33	48.74
Signification (p<0.01)	-	H.S.	S.	H.S.	S.	T.H.S.	T.S.

Tableau n° 28: Indice de la résistance des variétés à la verse, au piétin échaudage et à l'égrenage par campagne

### 3.4.5.1 Verse:

L'effet principal de la verse sur les rendements se résume par la diminution du poids de mil grains notamment s'il a eu lieu après l'épiaison et qui pourrait conduire jusqu'à la perte des épis entiers lors de la récolte. Les variétés à paille courte montrent une résistance très appréciable vis à vis de la verse.

Nous avons constaté que, l'inclinaison des tiges a commencé chez les variétés vulnérables telle que Kot 12, plus tôt dès la fin du gonflement et le début de sortie de l'épi. Le phénomène s'accroît plus ou moins rapidement au rythme de remplissage des grains comme chez les variétés Kot 1 et Kot 5.

- les variétés à paille courte détiennent les indices les plus faibles. C'est le cas, respectivement, de Anza , H.D., Kot 8 et Kot 11.
- Paradoxalement, les variétés à pailles longues ont été les plus sensibles à la verse. Ainsi, cette sensibilité est en relation proportionnelle à la hauteur des tiges de la plante, particulièrement celle du pédoncule. Toutefois, il est à signaler que les variétés les plus susceptibles à la verse comme celles de Kot 1, 5, 19 et Kot 12 ont pu réaliser des rendements très intéressants particulièrement lors de la 2<sup>ème</sup> année, ceci est due soit ;
- A un redressement vertical du pédoncule et de l'épi. C'est le cas de Kot 12, 15, 6 et Kot 20. En effet, la verse a eu lieu tôt avant le durcissement du dernier nœud et la sortie de l'épi de sa gaine, ce dernier se redresse au niveau de ce dernier nœud.

Cependant, les variétés de type Manga par exemple kot 21, malgré qu'elle a le pédoncule le plus long et la densité du peuplement de la végétation la plus élevée, leurs tiges ont, spectaculairement, pu supporter le poids des épis pleins jusqu'à la maturité des grains et ce par inclinaison moins prononcée.

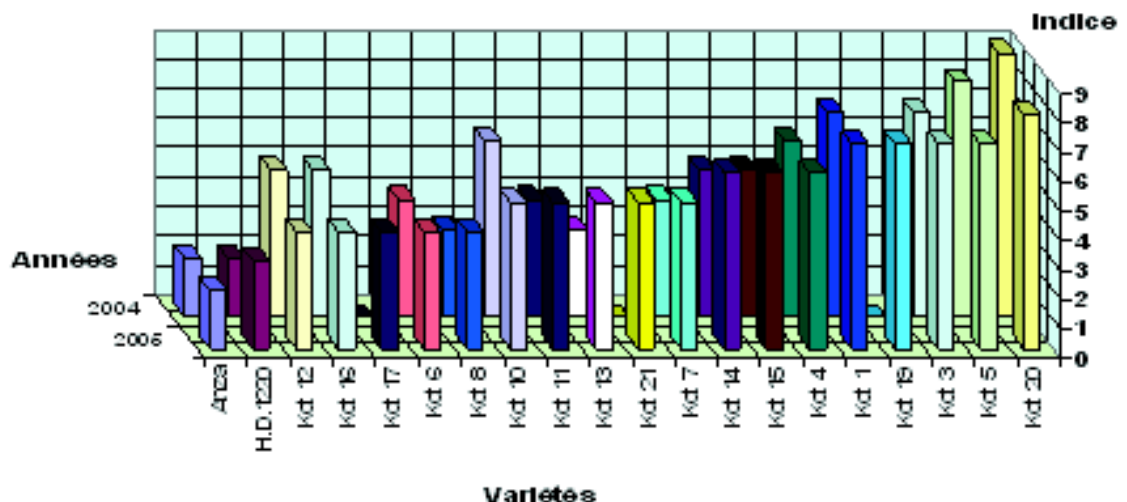


Figure n° 26: Variation variétale et annuelle de l'indice de la verse

### 3.4.5.2 Piétin échaudage:



Les grains récoltés échaudés ont été chétifs, grêles et facilement emportés par la ventilation. Ce cas dévoile certaines difficultés rencontrées par les variétés délicates à achever le stade immigration et remplissage des grains dans les conditions du milieu les plus sévères. L'ampleur de ce phénomène sur la culture dépend des géotypes ainsi que de l'intensité des conditions environnementales (manque d'eau pendant le palier hydrique, excès de chaleur + 30 C° durant plusieurs jours...).

Toutefois, l'environnement n'est pas le seul facteur à l'origine de telle récolte, certains champignons parasites et insectes peuvent conduire à cette issue. L'impact de l'incidence de l'échaudage est mesurable. Le principe repose sur le taux des épis présentant ce type d'anomalie.

-Les variétés Kot 3 et Kot 21, respectivement, ont donné des grains bien remplis et ce même dans des conditions difficiles que celles accompagnant un semis tardif et qui peuvent raccourcir la période de remplissage des grains. En effet, pendant la grande partie de cette période, les amplitudes thermiques rarement tombent moins de 20 C°, les températures diurnes ont dépassé 42 C° associées avec des radiations solaires très intenses. Pis, les vents secs et chauds étaient quasi-permanents accompagnés, le plus souvent, avec de soulèvement de sable.

-Il a été constaté que les variétés précoces telles que kot 8, kot 11, et kot 13, kot 7, respectivement, ont été les plus sensibles à l'échaudage. En effet, pendant la 1<sup>ère</sup> année, des grains effilés, légers facilement entraînés par les courants d'air lors de la récolte ont été les principaux symptômes de l'échaudage. Cependant, la deuxième année, la qualité des récoltes de ces variétés a été parfaitement consolidée par une augmentation assez spectaculaire notamment au niveau de P.M.G.

Les deux variétés témoins ont montré une très bonne adaptabilité aux conditions de conduite pendant les deux campagnes avec une légère supériorité de la variété H.D. pendant la 2<sup>ème</sup> campagne avec des grains bien remplis. Ce fait pourrait être expliqué, en partie, par la taille courte des tiges, une très bonne résistance à la verse.

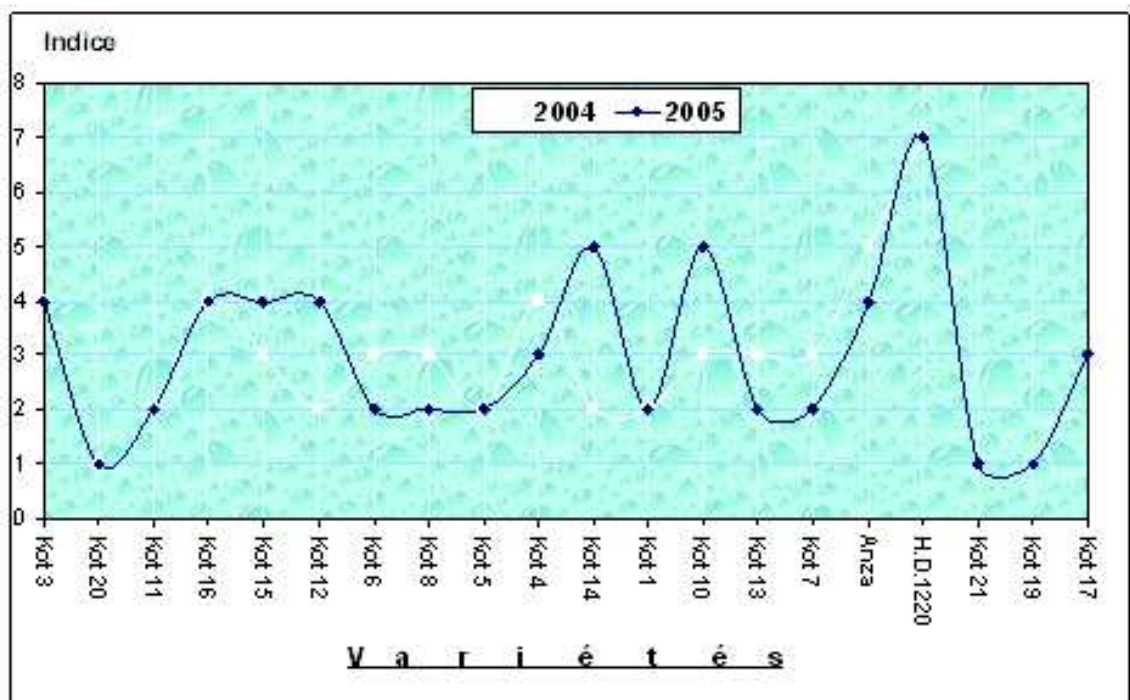


Figure n° 27: Variation variétale et annuelle de l'indice de résistance à l'échaudage

### 3.4.5.3 Résistance à l'égrenage:

Nous avons constaté que dans les conditions d'expérimentation, la variété témoin H.D. 1220 a été la plus sensible. Elle a été encaissée le score le plus élevé. En effet, des pertes considérables ont été enregistrées au niveau des talles principales qui ont mûri les premières d'abord et ont fini par ouvrir-leur enveloppes et libèrent leurs grains. D'autre part, les variétés/populations locales Kot 14, 12, 15, 10, 3 et Anza, respectivement, montrent, aussi, une certaine susceptibilité plus ou moins prononcée à l'échaudage. Par voie de conséquence, ces mêmes variétés ont été les plus faciles à soustraire leurs grains du fait qu'elles possèdent des glumes se disloquent aisément.

Les points de contact entre les glumes et glumelles des variétés susceptibles à ce phénomène et le rachis sont faibles. Au stade de maturité, ces dernières s'articulent et s'ouvrent facilement pour livrer au sol leur propres grains ou être exposée par la suite au détachement par certains oiseaux (les moineaux, tourterelles et cailles) et insectes notamment les fourmis.

Ces glumes de telles caractéristiques, parfois, tombent suite à un simple frottement avec d'autres épis, provoqué par un léger mouvement de l'air, alors que les vents violents provoquent des pertes désastreuses. Ces variétés préservent difficilement leurs grains après la maturité, particulièrement, les talles épis primaires.

Cependant, certaines variétés, particulièrement, Kot 21 et Kot 20 qui se caractérisent par des glumes assez fortes et s'adhèrent excessivement à leur base au rachis de l'épi. A cet effet, Ces deux variétés non seulement n'égrainent pas mais aussi elles sont rarement attaquées par les oiseaux granivores et insectes. Cette particularité de leurs glumes rend leur battage très difficile d'une part et laisse démanteler aisément le rachis d'autre part.

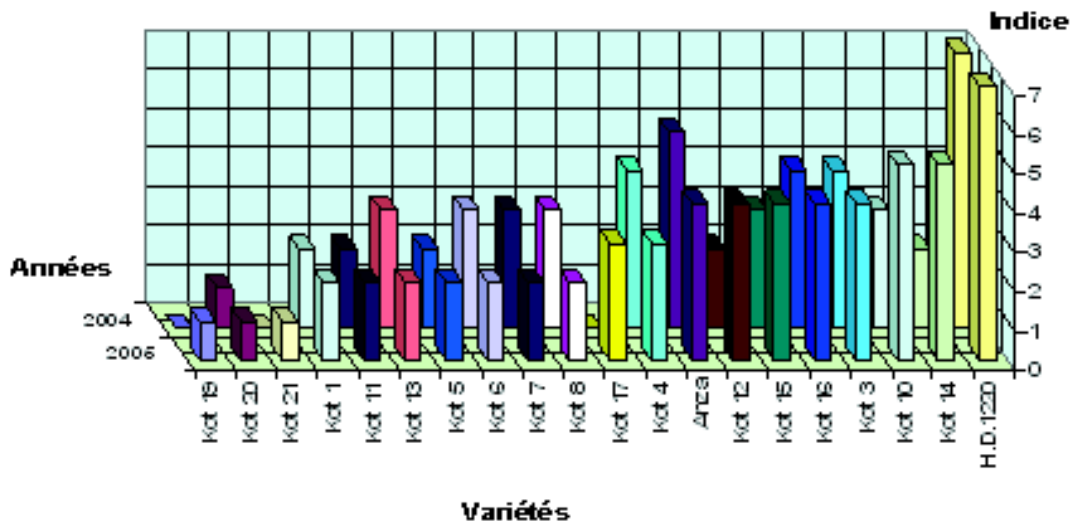


Figure n° 28: Variation variétale et annuelle de l'indice de résistance à l'égrenage

### 3.5 Variations interannuelles:

Les variations interannuelles ont été très importantes et l'écart entre les données moyennes des deux campagnes sont aussi hautement significatives et ce pour la quasi-totalité des paramètres agronomiques étudiés au seuil de  $p < 0.01$ .

En effet, à propos du coefficient de tallage, l'effet génotypique a été hautement significatif ainsi que l'interaction variété X année, tandis que l'effet campagne a été très hautement significatif.

De même, en termes de potentiel talles-épi par  $m^2$ , l'effet variétal et année ont été très hautement significatifs, tandis que l'effet interaction campagne X variété a été hautement significatif.

En ce qui concerne la précocité au gonflement et à l'épiaison en nombre de jours, l'effet campagne a été très hautement significatif, alors que l'effet de la variété et l'interaction année X génotype ont été, respectivement, hautement significatifs et significatifs.

Toutefois, l'effet année a été très hautement significatif sur la précocité à la maturité tandis que l'effet génotype a été significatif, pendant que l'interaction entre génotype et année n'a pas été significatif au seuil de  $p > 0.01$ .

D'autre part, la campagne a été le seul élément à effet significatif sur la période de remplissage et le nombre d'épillets fertiles par épi, alors que l'effet génotype et son interaction avec l'année n'ont pas été significatifs.

Par ailleurs, en termes de nombre d'épillets stériles par épi, l'effet génotypique a été très hautement significatif mais l'effet de l'année et son interaction avec la variété n'ont pas été significatifs.

A propos de la moyenne de nombre de grains par épillet ainsi que par épi, l'effet de l'année a été très hautement significatif, l'effet génotype a été significatif tandis que leurs interactions avec l'année n'ont pas été significatifs que pour le nombre de grains par épi.

Néanmoins, en termes de nombre de grains par m<sup>2</sup>, l'effet génotype et campagne ont été, à la fois, très hautement significatifs, pendant que leurs interactions n'a pas été significative.

### 3.6 Corrélation entre les divers variables étudiés:

Tableau n° 29: Abréviation des divers paramètres utilisés

Variabes	Abréviation
Nombre de talles <sup>-1</sup> plants	Tl/pl
Talles épis <sup>-1</sup> plant	Tl.Ep./Pl
Dernière feuille	App. Dern. F.
Pré épiaison	Pré. Ep.
Epiaison	Ep.
Floraison	Fl.
Maturité	Mat.
Hauteur de la tige	Ht. Tg
Période de remplissage	Pde. Remp
Rendement	Rdt
Poids de 1000 grains P.M.G	P.M.G.
Poids spécifique	Pds. Sp.
Nombre de grains/ épillet	Nb Gr./Epl.
Nombre de grains/ épi	Nb. Gr./Ep.
Nombre de grains/ m <sup>2</sup>	Nb. Gr./ m <sup>2</sup>
Nombre d'épillets fertiles/ épi	Nb. Epl.Ft./Ep.
Nombre d'épillets stériles/ épi	Nb. Epl. St./Ep
Besoins en température	B. T°
Egrenage	Eg.
Echaudage	Ech.
Verse	Vs

Tableau n° 30: Matrice de corrélation entre les variables agronomiques.

Nous avons constaté des fortes et positives corrélations, hautement significatives, entre les valeurs moyennes de coefficient de tallage d'une part et le nombre de talles-épi par plants ( $r = 0.91$ ), la précocité au gonflement ( $r = 0.83$ ), à l'épiaison ( $r = 0.79$ ), à la floraison ( $r = 0.87$ ) et à la maturité ( $r = 0.81$ ), le rendement en grains ( $r = 0.80$ ) et le nombre de grains par m<sup>2</sup> ( $r = 0.85$ ) d'autre part.

Par contre, des corrélations négatives, très hautement à hautement significatives ont été enregistrées entre le nombre moyen de talles par plant d'un coté et la durée de

remplissage des grains ( $r = -0.82$ ), le poids de mil grains ( $r = -0.77$ ), le nombre de grains par épillet ( $r = -0.64$ ) et par épi ( $r = -0.66$ ), le nombre d'épillets fertiles ( $-0.50$ ) d'autre côté.

De même, nous avons pu constater que les valeurs moyennes de coefficient talles-épis ont très hautement corrélé positivement, avec les durées de divers stades phénologiques, le nombre de grains par  $m^2$  ( $r = 0.88$ ) et le rendement ( $r = 0.88$ ). Par contre, les corrélations ont été négatives, hautement significatives, avec la durée de la période de remplissage du grain ( $r = -0.61$ ), et le nombre de grains par épillet ( $r = -0.63$ ) et par épi ( $r = -0.78$ ).

Des fortes et positives corrélations ont été retrouvées entre la précocité au gonflement, à l'épiaison, à la floraison et à la maturité d'une part et le coefficient du tallage, le nombre de talles-épi par plant, le rendement en grains et le nombre de grains par  $m^2$ . Toutes ces corrélations ont été hautement significatives.

Toutefois, des fortes et négatives corrélations ont été constatées entre les précocités sus citées et la durée de la période de remplissage des grains ainsi qu'au nombre moyen de grains par épillet et par épi. Toutes ces corrélations ont été hautement à très hautement significatives.

D'autre part, les corrélations positives entre la taille des tiges et la précocité à l'épiaison ( $r = 0.40$ ) et au gonflement ( $r = 0.36$ ), également, ont été significatives.

La durée de la période de remplissage des grains a fortement et négativement corrélé avec la précocité à l'épiaison ( $r = -0.84$ ), au gonflement ( $r = -0.75$ ) et à la maturité ( $r = -0.83$ ) et avec les valeurs moyennes de coefficient de talles par plant ( $r = -0.82$ ). De même, toutes ces corrélations ont été très hautement significatives.

Les plus fortes et positives corrélations ont été enregistrées entre le rendement en grains d'une part et la moyenne de nombre de talles-épis par plant ( $r = 0.88$ ), suivi avec la précocité à la maturité ( $r = 0.87$ ), puis la précocité à la floraison ( $r = 0.86$ ). Ces valeurs ont été très hautement significatives. Néanmoins, la plus forte et négative corrélation ( $r = -0.69$ ) a été retrouvée entre le rendement en grains et la durée de remplissage, elle a été aussi hautement significative.

A propos du poids de 1000 grains (P.M.G.), les fortes et négatives corrélations entre ce paramètre et le nombre de talles par plant ( $r = -0.77$ ), la précocité à la floraison ( $r = -0.74$ ), à l'épiaison ( $r = -0.70$ ) ont été hautement significatives. Cependant, la plus forte et positive corrélation a été constatée entre le P.M.G. et la durée de remplissage du grain ( $r = 0.76$ ) dont elle a été, également, hautement significative.

En ce qui concerne le poids spécifique (poids d'un hectolitre en grains), nous avons remarqué une corrélation positive et significative avec le nombre talles-épi par plant de l'ordre de  $r = 0.45$ .

En termes de potentiel en grains par épillet et par épi, des corrélations négatives et hautement significatives ont été retrouvées entre ces paramètres d'une part et le nombre de talles/plant, talles épis et le poids spécifique, d'autre part. A noter que la plus forte et négative corrélation a été enregistrée entre le nombre de grains par épi et le nombre de talles épi par plant ( $r = -0.78$ ). Néanmoins, la plus forte et positive corrélation a été retrouvée entre le nombre de grains par épi et celui de l'épillet ( $r = 0.67$ ) dont elle a été hautement significative.

Des fortes et négatives corrélations entre le nombre d'épillets fertiles par épi et le coefficient de tallage, le poids spécifique et le nombre de talles-épi par plant, dont ( $r = -0.68$ ), ( $r = -0.66$ ) et ( $r = -0.50$ ) respectivement. Toutes ces valeurs ont été hautement significatives.

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

Toutefois, la plus forte et positive corrélation a été observée entre ce paramètre et le nombre de grains par épi ( $r = 0.90$ ), elle a été très hautement significative.

A propos de nombre moyen d'épillets stériles par épi, ce paramètre a positivement corrélié avec la précocité au gonflement et à l'épiaison ( $r = 0.40$ ).

### 3.7 Caractéristiques technologiques de la farine:

Le tableau 39: Montre les valeurs moyennes des performances technologiques réalisées à savoir: le taux d'extraction de la farine et de cendre, du gluten humides et secs, de l'indice du gluten et la force de déformation (W), de la ténacité (P), de l'extensibilité (L) et du rapport (P/L) à l'alvéographe, de 18 variétés de blés des oasis ainsi que 02 variétés de blés tendre améliorés, récolte 2005.

Variété	Poids spéci.	Extraction farine (%)	Taux de cendres	Gluten humide	Indice gluten	Gluten se (g)	Indice Zeleny	Rapport P/L	W* force de blé	Gonfl.
Kot 1	75.78	71.70	1.39	21.7	66	7.59	13	3.05	216.0	13.55
Kot 3	72.56	52.80	2.00	32.3	40	11.48	13.5	3.18	116.0	12.77
Kot 4	75.43	50.25	1.59	34.9	48	12.58	13.5	3.26	202.0	12.84
Kot 5	76.59	64.20	1.56	28.6	90	9.95	18	2.71	243.0	14.31
Kot 6	73.17	53.50	1.58	39.1	49	13.98	15.5	0.89	374.0	24.89
Kot 7	75.78	61.75	2.05	36.1	33	12.26	14.5	1.53	193.5	18.08
Kot 8	74.42	54.65	1.76	37.6	34	12.75	13.5	2.36	245.5	16.00
Kot 10	73.47	56.50	1.37	32.3	29	11.46	13.5	2.83	165.0	14.10
Kot 11	73.03	53.10	2.34	35.0	58	11.61	13.5	2.69	236.0	14.79
Kot 12	75.66	61.00	1.76	42.8	38	15.66	12.5	1.26	142.0	18.15
Kot 13	73.80	54.00	2.18	37.2	33	12.63	20	2.69	235.0	15.41
Kot 14	73.76	53.15	2.06	35.1	39	12.83	17.5	1.40	143.0	17.40
Kot 15	74.90	69.30	1.66	37.7	14	13.23	24.5	3.85	103.7	11.81
Kot 16	73.50	52.10	1.61	39.4	48	13.59	15.5	1.35	299.5	20.13
Kot 17	72.70	56.78	1.63	41.0	42	12.82	14.5	3.16	223.0	12.94
Kot 19	73.46	55.60	1.65	40.6	34	14.24	13.5	0.75	255	23.29
Kot 20	75.06	55.70	1.59	38.4	48	13.62	16	1.66	113.0	16.49
Kot 21	76.07	61.85	1.56	33.9	39	11.80	13	1.16	114.0	18.15
Anza	74.60	58.45	1.45	34.8	15	12.35	13.5	0.68	104.0	20.05
Hidab (H.D)	74.24	51.20	1.52	24.6	25	8.27	13.5	1.22	119.0	15.31
signifon	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.	H.S.
Ecart type	0.79	1.32	0.08	1.50	3.95	0.77	0.86	0.30	7.91	0.85
DVM (%)	1.05	2.31	4.59	4.26	9.13	6.29	5.52	15.61	4.19	5.17
PPDS (p<0.01)	1.76	3.79	0.23	4.29	11.30	2.20	2.45	0.85	22.64	2.44

Tableau n° 31: Les valeurs moyennes des performances technologiques

Il en ressort du tableau précédent;

- Les résultats de l'analyse de la variance des valeurs ont démontré des différences hautement significatives entre ces génotypes pour tous les traits mesurés ( $p > 0.01$ ).
- Ces résultats nous témoignent une large variabilité génétique pour la quasi-totalité des paramètres étudiés.

### 3.6.1 Taux d'extraction de la farine:

Nous avons observé que le taux d'extraction de la farine le plus élevé a été obtenu par les variétés Kot 1, 15, 5, et Kot 7 avec des valeurs moyennes suivantes 72 %, 69 %, 64% et

62%, respectivement. Par contre, les valeurs des variétés témoins Kot 2 (Anza) et Kot 9 (H.D. 1220) ont été loin derrière avec des taux de 58 % et 51 %, respectivement.

### 3.6.2 Gluten humide:

Toutes les variétés/populations locales ont enregistré des taux du gluten humide, manifestement élevés. Ces taux varient entre 21.74 pour la variété Kot 1 et 42.84 pour Kot 12. Tandis que, ceux des variétés témoins Anza et H.D. 1220 ont été, respectivement 34.79 et 24.60. Ceci pourrait être dû à une forte dose d'engraisement en azote appliquée (184 unités d'azote par ha).

### 3.6.3 Indice du gluten:

Les valeurs moyennes relatives à l'indice du gluten des variétés de blés des oasis indiquent que leur qualité diffère largement d'une variété à une autre. En effet, de très faibles valeurs ont été retrouvées chez la variété Kot 15 avec, seulement, un taux de 14 %. Toutefois, la variété kot 5 a réalisé de très hautes performances, avec un taux moyen de l'ordre de 91 %. Le reste des résultats des variétés se positionnent entre ces deux variétés sus citées. Cependant, les variétés témoins Anza et H.D. ont enregistré des taux très bas, loin des normes exigés, avec 15 % et 25 %, respectivement.

### 3.6.4 Test de Zéleny:

Les valeurs les plus intéressées du test de Zéleny et qui dépassent le seuil de 18 ml ont été observées chez les variétés Kot 19, 6, et Kot 16. Ces variétés pourraient être dotées de fortes teneurs en gluten de qualité requise pour des produits de panification d'excellente qualité.

Néanmoins, les variétés du blé amélioré utilisé dans cet essai n'ont pas montré la qualité nécessaire, même pas pour un blé de qualité passable. En effet, les valeurs moyennes du test de Zéleny des deux variétés n'ont pas franchi la barre de 15 ml.

### 3.6.5 Test à l'alvéographe:

-03 variétés ont montré une résistance optimale à la rupture sous l'effet de l'énergie, avec des valeurs moyennes de  $W$  supérieures à  $200 \text{ kJ } 10^{-4}$  (blés de force). Il s'agit de Kot 6, 16 et Kot 19. En effet, leur réponse rhéologique a été proche de l'idéale, avec des valeurs optimale à l'alvéographe, ce qui indique qu'elles possèdent probablement des caractéristiques équilibrées et intermédiaires entre élasticité et plasticité. Ces trois variétés ont obtenu des valeurs moyennes relatives au rapport P/L les plus équilibrées parmi les variétés/populations locales. Ces valeurs nous rappellent de la bonne qualité des propriétés physico-chimiques des glutenines et gliadines. La cohésivité de ces variétés peut être due à la formation d'un réseau du gluten, et une forte teneur en protéines de gluten combinée à une excellente capacité d'extension ainsi qu'un bon travail de déformation et de la ténacité.

Par ailleurs, les difficultés rencontrées pour trouver des grains commerciables capables de satisfaire les besoins de la production et les limites économiques, obligerait certains industrielles à mélanger les blés de forces avec ceux de moindre qualité afin d'obtenir une

farine conforme aux caractéristiques désirées telles que la couleur, la cendre et la teneur en protéines.

#### **3.6.5.1 Travail de déformation de la pâte (W\*):**

- 10 variétés ont enregistré des valeurs moyennes hautement élevées supérieures à  $200 \text{ kJ } 10^{-4}$  de résistance à la rupture de l'énergie (blés de force) dont;
- 03 ont des valeurs de W\* dépassant  $250 \text{ kJ } 10^{-4}$  (Kot 6, 16 et Kot 19). Toutes ces variétés appartiennent aux blés des oasis.
- 07 variétés de blés sahariens ont obtenu des valeurs de déformation à l'alvéographe entre 250 et  $200 \text{ kJ } 10^{-4}$ .
- 04 variétés possèdent des valeurs moyennes de W\* entre 200 et  $140 \text{ kJ } 10^{-4}$ , il s'agit des variétés Kot 7, 10, 12, et Kot 14.

En fin, à propos des variétés témoins, les performances obtenues relatives à ce paramètre ont été faibles et loin derrière les normes exigées pour les farines de panification de qualité (supérieur à  $150 \text{ kJ } 10^{-4}$ ).

#### **3.6.5.2 Extensibilité de la pâte à l'alvéographe:**

En total, 04 variétés ont réalisé des performances d'extensibilité très acceptables. Parmi lesquelles 03 variétés de blés des oasis à savoir, Kot 19, 6 et Kot 16 et qui ont montré des réponses intéressantes. En outre, ces résultats permettent de conclure que ces variétés pourraient être dotées de gliadines d'excellente qualité.

Contrairement à la variété témoin H.D 1220, la farine de la deuxième variété témoin Anza possède des propriétés physico-chimiques intéressantes. En effet, ce trait a permis d'enregistrer des valeurs élevées relative à l'extensibilité.

#### **3.6.5.3 Ténacité de la pâte:**

Huit (08) variétés locales sur dix huit ont enregistrés des valeurs hautement élevées en termes d'élasticité de la pâte, dont une variété possède un indice du gluten très élevé.

En effet, ces variétés pourraient être des porteurs de gènes de glutenines de très bonne qualité et qui pourraient être en possession de l'une de ses sous unités suivantes à savoir, 7+9, 5+10, ou encore la sous unité 1 dont elles ont corrélé à la fois avec W\* et la meilleure qualité de la pâte.

Cependant, les deux variétés témoins ont montré une élasticité, manifestement, très faible pour répondre aux besoins de la technologie de panification de qualité.

#### **3.6.5.4 Indice de l'alvéographe:**

Trois (03) variétés locales offrent des rapports entre la ténacité et l'extensibilité nettement proche de l'idéal. Il s'agit des variétés Kot 19, 6 et Kot 16. Virtuellement, ces variétés rassemblent des gènes de la biosynthèse non seulement des quantités conséquentes en glutenines et gliadines mais aussi en rapport recherché.

Par ailleurs, d'autres variétés de blés sahariens, telles que Kot 14, Kot 12 et de moindre degré Kot 17, pourraient être des sources secondaires des gliadines et glutenines de bonne qualité.



### 3.6.5.5 Gonflement:

04 variétés dont 03 de blés des oasis ont enregistré des valeurs considérables de gonflement. En effet, ces variétés ont obtenu des valeurs qui dépassent 20. Il s'agit de la variété Kot 6 avec 24, Kot 19 (23), et Kot 16 (20). Trois (03) autres variétés locales ont réalisé des performances proches des normes exigées, ce sont, Kot 21 (18.15), Kot 12 (18.15) et Kot 7 (18.08).

### 3.6.6 Association entre les paramètres étudiés (La corrélation):

Les connexions qualitatives entre les performances moyennes mesurées de divers paramètres des farines testées des variétés témoins ainsi que celles de blés sahariens ont été représentées sur le tableau n° 40. C'est une expression du coefficient de corrélation linéaire,  $r$ , au seuil de ( $p < 0.10$ ).

Variétés	Poids spécifique	Extraction farine	Gluten humide	Gluten sec	Indice gluten	P/L	W force de blé	P Ténacité	L (extens.)	G Gonfl.
Poids spécifique	1	0.63*	-0.35*	-0.26*	0.31	-0.04	-0.25	-0.18	-0.16	-0.13
Extraction farine (%)		1	-0.46*	-0.45*	0.11	0.24	-0.28	-0.06	-0.26	-0.27
Gluten humide (g)			1	0.96*	-0.53*	-0.42*	0.06	-0.32	0.43*	0.44*
Gluten sec (g)				1	-0.5*	-0.5*	0.0	-0.4	0.5*	0.5*
Indice gluten (%)					1	0.03	0.39*	0.23	-0.04	-0.05
P/L						1	-0.19	0.61*	-0.88*	-0.92*
W force de blé							1	0.54*	0.47*	0.44*
P Ténacité								1	-0.36*	-0.40*
L (extens.) (mm)									1	0.99*
G Gonfl.										1

(\*) Significatif ( $p < 0.01$ )

Tableau n° 32: Matrice de corrélation entre les variables de la qualité de panification des farines issues de diverses variétés étudiées

A signaler que le taux d'extraction a corrélié positivement et très hautement significative avec le poids spécifique ( $r = 0.63$ ). Néanmoins, une corrélation négative et significative ( $r = -0.46$ ) a été retrouvée entre ce taux et la quantité du gluten humide.

D'autre part, nous ont trouvé une très forte et positive corrélation, très hautement significative entre la quantité du gluten humide et celle du gluten sec ( $r = 0.96$ ). Le gluten humide a corrélié négativement et significativement avec l'indice du gluten ( $r = -0.53$ ) et l'indice de l'alvéographe P/L ( $r = 0.42$ ) tandis qu'il a corrélié positivement et significativement avec l'extensibilité à l'alvéographe (L) avec  $r = 0.43$ .

A propos de la quantité du gluten sec, des corrélations négatives et significatives ont été observées avec l'indice du gluten ( $r = -0.53$ ), l'indice de l'alvéographe P/L ( $r = -0.50$ ), et la ténacité (P) à l'alvéographe ( $r = -0.42$ ). Cependant, le gluten sec a corrélié positivement et significativement avec l'extensibilité à l'alvéographe ( $r = 0.49$ ).

En ce qui concerne l'indice du gluten, il a corrélié positivement et significativement avec la résistance à la force de déformation (W\*) avec ( $r = 0.39$ ).

## CARACTERISATION DE QUELQUES VARIETES/POPULATIONS DE BLE TENDRE SAHARIEN DE LA REGION D'ADRAR

En outre, la résistance à la déformation ( $W^*$ ) a corrélé positivement et significativement avec la ténacité à l'alvéographe (P) avec  $r=0.54$ .

En termes de l'extensibilité à l'alvéographe (L), il a été signalé une forte corrélation hautement significative avec l'indice de l'alvéographe, et une négative et significative corrélation avec la ténacité (P). D'autre part, la corrélation a été positive et significative avec la force ( $W^*$ ) dont  $r=0.47$ .

Les valeurs moyennes relatives au gonflement (G) ont corrélé positivement et significativement avec celles de la quantité du gluten sec et de la ténacité (P) avec  $r=0.44$  et l'indice du gluten ( $r=0.51$ ). Par contre, il a été signalé des corrélations négatives et très hautement significatives avec la force de déformation ( $W^*$ ) et l'extensibilité (L) dont  $r=-0.92$ ,  $r=-0.99$  respectivement.

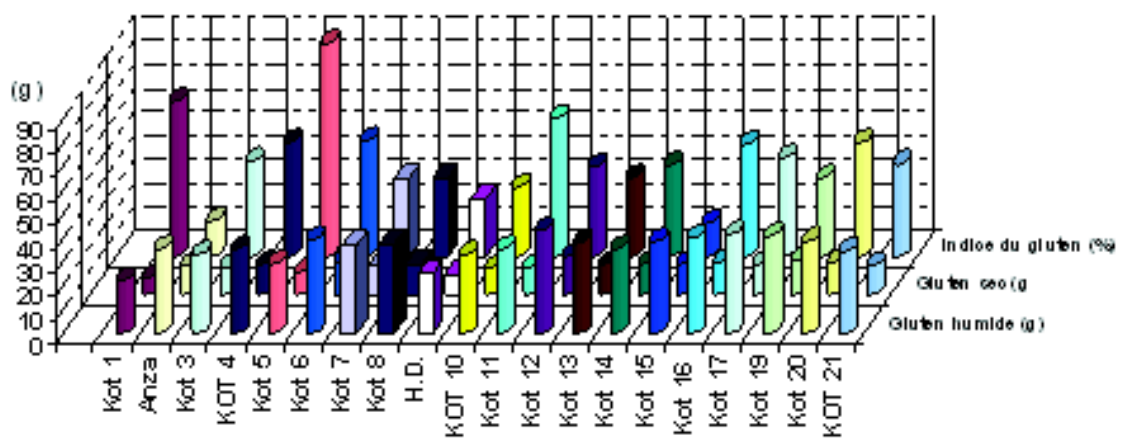
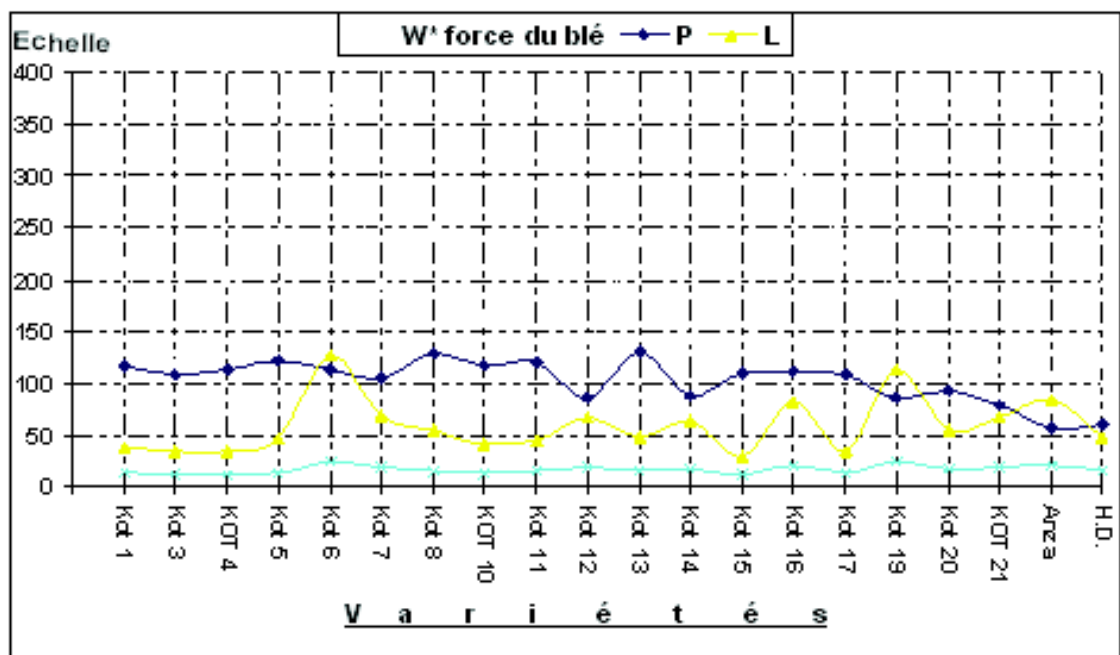


Figure n° 29: Variation variétale des taux du gluten humide, indice du gluten et gluten sec en diagramme à trois dimensions



*Figure n° 30: Variation variétale en courbes des valeurs relatives aux tests à l'avléographe ( travail de déformation (W) en  $KJ \cdot 10^{-4}$ , la ténacité (P) en cm et l'extensibilité (L) en cm)*

## conclusion

Par leurs importances dans les menus et les plats algériens, les céréales en général et le blé tendre en particulier occupent une bonne partie de la surface agricole utile notamment au niveau des hauts plateaux où il cohabite depuis fort longtemps, et devient un complément rentable de l'élevage ovin. Toutefois, pendant certaines années ce système de production qui se base sur les sous produits des céréales, souffre, parfois, de disfonctionnement plus ou moins prononcé suite à des failles.

Durant les deux dernières campagnes agricoles (FAO, 2007), les superficies se stabilisent aux alentours d'un peu plus d'un million et demi hectares avec des rendements en grains de l'ordre de 15 qx/ha. La faiblesse des rendements constatée entraîne un taux de couverture des besoins nationaux variant entre 33 et 36 %.

Les principaux facteurs à l'origine de la faiblesse des rendements enregistrés et la mauvaise qualité des productions obtenus sont nombreux, parmi lesquels on peut citer:

- Le non respect de l'itinéraire technique conçu par les services techniques spécialisés par manque de moyens financiers
- Des problèmes d'ordre organisationnel comme l'indisponibilité des intrants agricoles tels que les engrais et semences dans le temps opportun
- Manque de professionnalisme chez certains céréaliculteurs
- Insuffisance voire absence de coordination et de concertation entre les différentes structures et organismes de recherche et développement
- Les types de variétés utilisées, sont souvent inadaptés aux fluctuations des conditions climatiques; périodes de sécheresse prolongée accompagnées parfois avec des fortes chaleurs et intensité luminosité particulièrement pendant les stades critiques de la culture,

C'est dans cette approche que s'inscrit notre sujet de recherche qui a pour objectif l'identification et la caractérisation de quelques variétés/populations locales de blés tendres cultivés au niveau du secteur traditionnel (oasis) dans la région d'Adrar et qui pourrait être inscrite dans un axe de valorisation des ressources phytogénétiques de blé tendre.

---

## Références bibliographiques:

- 1 Abbate P.E., Andrade F.H., Lazaro L., Bariffi J.H., Berardocco H.G., Inza V.H. & Marturano F. 1998 - *Grain Yield Increase in Recent Argentina Wheat Cultivars*, *Crop Sci.* 38: 1203-1209.
- 2 Abebe T., Guenzi A.C., Martin B. & Cushman J.C. 2003 - *Tolerance of Mannitol-Accumulating Transgenic Wheat to Water Stress and Salinity*, *Plant Physiol.* 131: 1748-1755.
- 3 Acevedo E. & Cascarrelli S. 1990 - *Role of Physiological Breeder in a Breeding Program for Drought Resistant Conditions*, in Baker FWG Eds, *Drought Resistance in Cereal*, 1987, pp. 117-139.
- 4 Acevedo E. & Fereres E. 1993 - *Resistance to Abiotic Stress*. *In* : Hayward M.D., N.O. Bosemark & I. Romagoza, eds, *Plant Breeding Principles and Prospects*, pp. 406-421. London, Chapman & Hall.
- 5 Acevedo E., Silv, P., Silv, H. & Solar B. 1999 - *Wheat production in Mediterranean environments*. p. 295–331.
- 6 Altaf A., Atkins I.M., Rooney L.W., Porter K.B., 1969. *Crop Sci.* 9 329-330. In Varga B., Svecnjak Z., Jurkovic Z., Kovacevic J. and Jukic Z., 2003. *Wheat Grain and Flour Quality as Affected by Cropping Intensity*. *Food Technol. Biotechnol.* 41: 321-329.
- 7 American Association of Cereal Chemists 1995 – *Advanced Methods of the American Association of Cereal Chemists*, 9<sup>th</sup> Edition, Inc. St. Paul, MN, p.1200.
- 8 Anda L., AnTons R., 2004. *Variety and environmental effects on Quality Traits in Latvian- Grown Winter Wheat*. *New Directions For a Diverse Planet: Proceedings of the 4 th International Crop Science Congress*, , 26 Sep-1 Oct 2004, Brisbane, Australia. ISBN 1 920842 20 9.
- 9 Austin R.B., Ford M.A., Edrich J.A. & Hooper B.E. 1976 - *Some Effects Leaf Posture on Photosynthesis and Yield in Wheat*. *Ann. Appl. Biol.* 83, 425-446. *In* :Abbate, P.E., Andrade, F.H, Lazaro, L., Bariffi, J.H., Berardocco, H. G., Inza, V.H., & Marturano F., 1998. *Grain Yield Increase in Recent Argentina Wheat Cultivars*, *Crop Sci.* 38: 1203-1209.
- 10 Ayers R.S. & Westcot D.W. 1988 - *La qualité de l'eau de l'agriculture*, *Bull. FAO d'irrigation et de drainage*, 29, Rev. 1, pp.162.
- 11 Bahloul A. 1989 - *La fertilisation azotée raisonnée des céréales*, *Cerealiculture*, ITGC, 3: 15-24.
- 12 Baker J.L. 2000 - *Comparison of Planting Dates for Rye, Aot, and Triticale Varieties and Strains*, The Samuel Reports Noble Foundation, Oklahoma, USA.
- 13 Bell B.M., Chamberlain N., Collins T.H., Daniels D.G.H. & Fischer N. 1979 - *The Composition, Rheological Properties and Bread-making Behaviour of Stored Flour*, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 30: 1111-1122.

- 14 Berthelot A. 1927 - *L'Afrique saharienne et soudanaise et qu'en ont connu les anciens*, Payot, Paris. **In** : Erreux J. 1960 - *Les Blés des Oasis sahariens*, Univ. D'Alger-Ins. R. Saharienne, p.165.
- 15 Bettge A., Rubenthaler G.L. & Pomeranz Y. 1989 - *Alveograph Algorithms to Predict Functional Properties of Wheat in Bread and Cookie Baking*, *Cereal Chem.*, 66, 2: 81-86.
- 16 Blum A. 1988 - *Plant Breeding for Stress Environment*, Boca Raton, Fla: CRC Press.
- 17 Bodega J.L. & Andrade F.H. 1996 - *The Effect of Genetic Improvement and Hybridization on Grain and Biomass Yield of Bread Wheat*, *Cereal Res. Com.*, 24: 171-177.
- 18 Borner A. 2002 - *Gene and Genome Mapping in Cereals*, *Cellular and Molecular Biology Letters*, 7: 423-429.
- 19 Borrell A., Jordan D., Douglas A. & Mclean G. 2003 - *Genetic Variation for Post Anthesis Drought Resistance Traits in Grain of Sorghum*, *Proceedings of the 11st Australian Agronomy Conference*, , Geelong, Australy.
- 20 Boyeldieu J. 1980 - *Les cultures céréalières*, Edition Hachette, p. 253.
- 21 Branlard G. & Dardevet M. 1985 - *Diversity of Grain Proteins and Bread Wheat Quality and Correlation Between Gliadin Bands and Flour Quality Characteristics*. *J. of Cereal Sci.* 3, 329-343. **In** : Galande A.A. 2002 - *Dissection of Kernel Hardness and Bread Making Quality in Wheat Using Molecular Markers*, Thesis Submitted to the University of Pune for the Degree of Doctor of Philosophy in Biotechnology, Pune, (INDIA), p.125.
- 22 Brocklehurst P.A., Moss J.P. & Williams W. 1978 - Effects of Irradiance and Water Supply on Grain Development in Wheat, *Ann. Appl. Biol.*, 90: 265-276.
- 23 Buchanan G.A. 1996 - Intensive Wheat Management in Georgia, The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences Cooperative Extension Service, Bulletin 1135/June, p. 44.
- 24 Burd J.D. 2002 - Physiological Modification of the Host Feeding Site by Cereal Aphids (Homopterae, Aphididae), Plant Resistant, *Journal of Economic Entomology*, 95, 2: 461-468.
- 25 Campbell K, G.C., Bergman C.J., Gualberto D.G., Anderson J.A., Giroux M. J., Hareland G., Fulcher R.G., Sorrells M.E. & Finney P. L. 1999 - Quantitative Trait Loci Associated with Kernel Traits in a Soft X Hard Wheat Cross, *Crop Sci.*, 39:1184–1195.
- 26 Cassman KG. 1999 - Ecological Intensification of Cereal Production Systems: Yield Potential, Soil Quality and Precision Agriculture, *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 96: 5952-5959.
- 27 Caussanel J.P. & Barralis G. 1973 - Phénomène de concurrence entre les végétaux. 4 ème colloque International d'écologie et biologie des mauvaises herbes, Marseille, France, pp: 202-236. **In**: Hamadache A. 1989 - Effet de la compétition des graminées adventices durant les différentes phases de la vie du blé dur sur les composantes du rendement en zone subhumide, *Rev., Céréaliculture*, ITGC, 21: 1-7.

- 
- 28 Ceglińska A. 2003 - Technological Value of a Spelt and Common wheat Hybrid, *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Series Food Science and Technology*, 6, 1: 79-87.
- 29 Cenkowski S. Dexter J.E. & Scanlon M.G. 2000 - Mechanical Compaction of Flour: the Effect of Storage Temperatures on Dough Rheological Properties, *Canadian Agricultural Engineering*, 42, 1: 5.1-5.17.
- 30 Chen X. and Scofield J.D., 1996. Change in glutathione content and bread-making performance of white wheat flour during short term storage, *Cereal Chem.*, 73: 1-4. In Hruskova M. and Machova D., 2002. Change of Wheat Flour Properties during Short term Storage, *Czech J. Food Sci.* Vol. 20 (4): 125-130.
- 31 Chevalier A. 1949 - A quelle époque a pris naissance la protoculture du Sahara, *Rev., Bot. Appl. et agric. trop.*, juillet-août, 418, 321-322, In: Erreux J. 1960 - Les Blés des Oasis sahariens, Univ. D'Alger-Ins R. saharienne, p.165.
- 32 Cooper J.M. 1991 - Fertilizer Use, Crop Growth, Water Use and Water Use Efficiency in Mediterranean Rainfed Farming System. In: Acevedo, E., Silva, P., Silva, H. et Solar, B. (1999) *Wheat production in Mediterranean environments*, pp. 295–331.
- 33 Cooper J.L. 1992 - Effect of Time, Sowing and Cultivar on the Development and Grain Yield of Irrigated Wheat in the Macquarie Valley, New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32: 345-353.
- 34 Cuniberti M.B., Roth M.R., and McRitchie F., 2003. Protein Composition-Functionality Relationships for a Set of Argentinean Wheat, *Cereal Chem.* Vol. 80(2): 132-134.
- 35 Curic D. et al., 2001. G luten as a standard of wheat flour quality, *Food Technical. Biotechnol.*, 39 (4): 353-391.
- 36 Dawson I.A. & Wardlaw I.F. 1984 - The influence of Nutrition on the Response of Wheat to Above Optimal Temperature, *Australian Journal of Agricultural Research*, 35: 129-137.
- 37 Dachkevitch T., and Austran J.C., Predicting of baking quality of bread wheats in breeding programs by size – exclusion high-performance liquid chromatography, *Cereal Chem.*, 66: 448-456. In El haddad L., Aussenac T., Fabre J.L., and Sarrafi A., 1995. Relationships Between Polymeric Glutenin and the Quality Characteristics for Seven Common Wheats (*Triticum aestivum*) Grown in the Field and Greenhouse, *Cereal Chem.*, 72 (6): 598-601.
- 38 De Andrade R., Riede C.R., Scholz D.S.M.B., Destro D. & Fonseca I.C.B. 2001 - Selection for Grain Yield and Quality in Segregating Generations of Wheat, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44, 2: 173–178.
- 39 Direction des Services Agricoles de la Wilaya d'Adrar (DSA) 2005 - Bilan des productions agricoles, année 2005, p.24.
- 40 Ducellier L. 1912 - Les blés du Sahara, *Bibliothèque du colon de l'Afrique du Nord*, 1912. In: Erroux. J. 1952 - Les céréales de l'oued El Adjel (Fezzan), *Bul. Soc. Hist. Nat. de l'Afrique du Nord*, t. 43.
- 41 Ducellier L. 1920 - Les variétés des céréales d'Algérie, *revue des colons de l'Afrique du Nord*, Alger, 1920. In Erreux J. 1960 - Les Blés des Oasis sahariens, Univ. D'Alger-Ins R. Saharienne, p.165.
-

- 42 Ducellier L. 1920 - Les blés du Sahara, Bibliothèque des colons de l'Afrique du nord, Alger, 1920. In Erreux J. 1960 Les Blés des Oasis sahariens, Univ. D'Alger-Ins R. Saharienne, p.165.
- 43 Durutan N., Guller M. Karaca M., Meyveci K., Avcin A. & Eyuboglu H. 1991 - Effect of Various Components of the Management Package on Weed Control in Dryland Agriculture. In: Dwyer, E. & Ohalloran, G.R. (1999) Wheat Flour Properties and End-Product Quality, Irish Journal of Agricultural and Food Research, 8: 1-20.
- 44 Dwyer, E., and Ohalloran, G.R., 1999. Wheat Flour Properties and End-Product Quality, Irish Journal of Agricultural and Food Research, (8): 1-20, ISBN 1 84170 0037.
- 45 El haddad L., Aussenac T., Fabre J.L. & Sarrafi A. 1995 - Relationships Between Polymeric Glutenin and the Quality Characteristics for Seven Common Wheat (*Triticum aestivum*) Grown in the Field and Greenhouse, Cereal Chem., 72 ,6: 598-601.
- 46 Ekmekci Y. & Terzioglu S. 2000 - Interactive Effects of Vernalization, Day Length and Light Intensity on the Number of Leaves and Flag, Leaf Area in Some Wheat Cultivars, Turk J. Agric., 24: 475-486.
- 47 Erreux J. 1952 - Les blés des oasis, Bull. Soc. Des Agriculteurs d'Algerie, n° 567, p. 45.
- 48 Erroux . J. 1952 - Les céréales de l'oued El Adjel (Fezzan), Bul. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, t. 43, p. 54.
- 49 Erreux J. 1960 - Les Blés des Oasis sahariens, Univ. D'Alger Ins. Rech. Saharienne, p.165.
- 50 Fischer R.A. 1979 - Growth and Water Limitation to Dryland Wheat Yield in Australia: a Physiological Framework, Journal of the Australian Institute of Agricultural Science, 45: 83-94.
- 51 Fisher R.A. 1985 - Number of Kernels in Wheat Crops and the Influence of Solar Radiation and Temperatures, J. Agric. Sci., (Cam), 105: 447-461.
- 52 Fisher R.A. & Mauer R. 1978 - Drought Resistance in Spring Wheat Cultivars and Grain Yield Response, Aust. J. Agric. Res., 29: 897-912. In: Ortiz-Monasterio J.I. R. , Dhillon S.S. & Fisher R.A. 1994 - Date of Sowing Effects on Grain Yield and Yield Components of Irrigated Spring Wheat Cultivars and Relationships with Radiation and Temperature in Ludhiana, India. Field Crop Research, 37: 169-184.
- 53 Fischer R.A. & Stockman Y.M. 1986 - Increased Kernel Number in Norin 10 Derived Dwarf Wheat: Evaluation of the Cause, Aust. J. Plant Physiol., 13: 767-784.
- 54 Flintham J.E., Borner A. & Worland A.J. 1997 - Optimizing Wheat Grain Yield: Effects of Rht (Gibberellin-insensitive) Dwarfing Genes, Journal of Agricultural Science, 128: 11-25.
- 55 Fowler D.B. 2002 - Winter Wheat, Chapter 5 Growth Stages of Wheat. Crop Sciences, 5 : 56-89.
- 56 Fowler D.B., Limin A.E., Wang S.Y. & Ward R.W, 1996 - Relationship Between Low Temperature Tolerance and Vernalization Response in Wheat and Rye, Can. J. Plant. Sci., 76: 37-42.



- 
- 57 Fu B.X. & Sapirstein J.D. 1986 - Fractionation of Monomeric Proteins, Soluble and Insoluble Glutenin, and Relationships to Mixing and Baking Properties in Wrigley CW (ed) *Gluten' 96*, Royal Australian Chemical Institute, Victoria, Australia, pp: 340-344. In: Galande, A.A. (2002) *Dissection of Kernel Hardness and Bread Making Quality in Wheat Using Molecular Markers*, Thesis submitted to the University of Pune for the Degree of Doctor of Philosophy in Biotechnology, PUNE, (INDIA), p.125.
- 58 Galande A.A. 2002 - *Dissection of Kernel Hardness and Bread Making Quality in Wheat using Molecular Markers*, Thesis submitted to the University of Pune for the degree of Doctor of Philosophy in Biotechnology, Pune, (INDIA), p.125.
- 59 Grausgruber H., Oberforster M., Werteker ., Rockenbauer P., Vollmann J., 2000. Stability of quality traits in Australian – grown winter wheat. *Field Crops Research*, 66: 257-267. In Anda L., AnTons R., 2004. *Variety and environmental effects on Quality Traits in Latvian- Grown Winter Wheat. New Directions For a Diverse Planet: Proceedings of the 4 th International Crop Science Congress, , 26 Sep-1 Oct 2004, Brisbane, Australia. ISBN 1 920842 20 9.*
- 60 Guttieri M.I., Bowen D., Gannon D., O`brien K. & Souza E. 2001 - Solvent Retention Capacities of Irrigated Soft Wheat Flours, *Crop Sci.*, 41: 1054-1061.
- 61 Hafsi M., Monneveux P., Merah O. & Djekoune A. 2002 - Carbon Isotope Discrimination and Yield in Durum Wheat Grown in the High Plains of Setif (Algeria), *Contribution of Different Organs to Grain Filling*, CIHEAM – Options Méditerranéennes, 1: 145-147.
- 62 Hamadache A. 1989 - Effet de la compétition des graminées adventices durant les différentes phases de la vie du blé dur sur les composantes du rendement en zone subhumide, *Rev. Céréaliculture*, ITGC, 21: 1-7.
- 63 Hamadache A. & Abdellaoui Z. 2000 - Effet du précédent cultural, en relation avec la fertilization azotée et le désherbage chimique sur la productivité du blé dur pluvial en zone subhumide, *Actes du Premier Symposium blé, 2000 enjeux & stratégies*, OAIC, Alger, pp. 105-119.
- 64 Harris H., Cooper P.J.M., & Palla M. (Eds) 1996 - *Soil and Crop Management for Improved Water Use Efficiency in Rainfed Areas*, *Proceeding of International Workshop*, Ankara, Turkey, 15-19 May, ICARDA, pp. 21-34.
- 65 Harrison S.A., Arceneaux K.J. & Brown L.P. 2002 - *Wheat and Oat Breeding and variety Testing*, pp. 107-112.
- 66 Hartmann F. 1923 - *L'agriculture dans l'ancienne Egypte*, Paris, 1923. In: Erreux, J. (1960) *Les blés des Oasis sahariens*, Univ. D'Alger-Ins. R. Saharienne, P.165.
- 67 Hazmoune T. 2000 - Etude comparée de l'appareil racinaire de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), *Actes du premier symposium blé, 2000 enjeux & stratégies*, OAIC, Alger, pp. 181-187.
- 68 Hoshino T., Ito S., Taniguchi Y., and Sato A., 1994. *Jap. J. Crop Sci.* 63: 21-25 In Varga B., Svecnjak Z., Jurkovic Z., Kovacevic J. and Jukic Z., 2003. *Wheat Grain and Flour Quality as Affected by Cropping Intensity. Food Technol. Biotechnol.* 41: 321-329.
-

- 69 Hruskova M., Svec I. & Jirsa O. 2004 - Correlation Between Milling and Baking Parameters of Wheat Varieties, *Technicka*, 3: 43-55.
- 70 Hruskova M. & Famera O. 2003 - Prediction of Wheat and Flour Zeleny Sedimentation Value Using NIR Technic, *Czech J. Food Sci.*, 2,13: 91-96.
- 71 Institut Technique de Développement de l'Agriculture dans les Régions Sahariennes 1992 – Recueil des fiches techniques, Edition ITDAS, pp. 5-6.
- 72 Islam T.M.T. & Sedgly R.H. 1981 - Evidence for Uniculm Effect in Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) in a Mediterranean, *Euphytica*, 3: 277-282.
- 73 Ishida N., Takano H., Shigero N., Isobe S., Uemurq K., Haish T., Kose K., Koiwumi M., & KANO H. 2001 - Architecture of Baked Breads Depicted by a Magnetic Resonance Imaging, *Magnetic Resonance Imaging*, 19: 867-874.
- 74 Jamieson P.D. & Cloughley C.G. 2000 - Impacts of Climate Change on Wheat Production, pp. 57-64.
- 75 Johnson R.C. & Kanemasu E.T. 1982 - The Influence of Water Availability on Winter Wheat Yield, *Can J. Plant Sc.*, 62: 831-838. In: Acevedo, E., Silva, P., Silva, H. et Solar, B. 1999 - Wheat production in Mediterranean environments, p. 295-331.
- 76 Kaasova J., Hubachkuva B., Kadlec P., Prihoda J. and Bubnik Z., 2002. Chemical and Biochemical Changes During Microwave Treatment of Wheat, *Czec J. Food Sc.* Vol. 20 N0 2: 74-78.
- 77 Kovacs M.P., Howes N.R., Leisle D., Skerrit J.H., 1993. The effect of high molecular weight glutenin subunits composition on the results of tests used to predict durum wheat quality, *J. cereal Sci.*, 18: 43-51. In Masouleh A.K., 2005. Toward a molecular evolution of grain quality using glatenin subunits in triticum cartlicum, *African journal of biotechnology* Vol. 4 (4): 346-349.
- 78 Kent N.L. 1983 - *Technology of Cereals*, Toronto, On: Pergamon Press. In: Cenkowski, S., Dexter, J.E. & Scanlon, M.G. (2000) Mechanical Compaction of Flour: the Effect of Storage Temperatures on Dough Rheological Properties, *Canadian Agricultural Engineering*, 42, 1: 5.1-5.17.
- 79 Khan I. A, Gul H.I & Iftikhar A.K. 2007 - Effect of Wild Oats (*Avena fatua*) Densities and Proportions on Yield and Yield Components of Wheat, *Journal of Agricultural and Biological Science*, 2, 1: 26-31.
- 80 Kobata T., Takatu K.T. & Rice S. 2000 - Shading During the Early Grain Filling Period Does Not Affect Potential Grain Dry Matter Increase in Rice, *Crop. Physiology & Metabolism*, *Agronomy Journal*, 92: 411-417.
- 81 Kruger J.E., Anderson M.H., and Dexter J.E., 1994. Effect of flour refinement on raw cantonese noodle colour , *Cereal Chem.*, 71: 177-182. In Davies J. and Berwonsky W.A, 2003. Evaluation of Spring Wheat Quality Traits and Genotypes for Production of Cantones Asian Noodles. *Crop Sc.* 43: 1313-1319
- 82 Lafitte R. & Courtois B. (1999) Genetic Variation in Performance Under Reproductive Stage Water Deficit in a Doubled Haploid Rice Population in Upland Fields, pp. 97-102.
- 83 Laszitty R. 2002 - Prediction of Wheat Quality – Success and Doubts, *Periodica Polytechnica Ser., Chem. Eng.*, 46, 1-2: 39-49.

- 
- 84 Laumont P. & Erroux J. 1961 - Inventaire des blés dure rencontrés et cultivés en Algérie, *Memoires Soc. d'Hist. Nat. de l'Afrique du Nord*, 5, pp. 95.
- 85 Lee R.D., Padgett B., Hudson R. & MacDonald G. 1996 - Intensive Wheat Management in Georgia, 1135: 77-89.
- 86 Lopez-Bellido L. 1998 - Role of Grain Legumes in Mediterranean Agricultural System; In: 3rd European Conference on Grain Legumes, Valladolid Espagne, pp: 127-131.
- 87 Lukow O.M. & White N.D., 1997 - Influence of Ambient Stockage Condition on the Bread making Quality of Two HRS Wheats, *J. Stored Prod. Res.*, 3: 279-289.
- 88 MacRitchie F. 1994 - Role of Polymeric Proteins in Flour Functionality, In: *Wheat Kernel Proteins: Molecular and Functional Aspects*, Universita degli studi della Tuscia, Bitervo, Italy, pp. 145-150.
- 89 Martin J. H., Leonard W.H. & Stamp D.L. 1976 - Principles of Crop Production. 3rd Ed., Macmillan Publishing Co., New York, USA. In: Khan, I.A., Gul, H.I. & Khattak, I.A. 2007 - Effect of Wild Oats (*Avena fatua*) Densities and Proportions on Yield and Yield Components of Wheat, *Journal of Agricultural and Biological Science*, 2, 1: 26-31.
- 90 Martinek P. & Spunar J. 2005 - Research, Breeding, Variety testing and Seed Production of Field Crops in the Czech Republic, 9, 3: 430-435.
- 91 McIntosh R.A., Hart G.E, Devos K.M. & Roger W.J. 1998 - Catalogue of Gene Symbols for Wheat, *Proceeding of the Ninth International Wheat Genetic Symposium*, Saskatchewan, Canada, pp. 209-217.
- 92 Metakovsky E.V. 1991 - Gliadin Allele Identification in Common Wheat. II. Catalogue of Gliadin Alleles in Common Wheat, *Genet J. Breeding*, 45, 325-344.
- 93 Mouhouche B. 2000 - L'avenir de l'agriculture saharienne dépend de la maitrise de la salinisation des sols et de la valorisation de l'eau d'irrigation et de drainage, *Actes du Premier Symposuim blé, 2000 enjeux & strategies*, OAIC, Alger, pp. 213-221.
- 94 Mouhouche B. & Boulassel M. 1999 - Contribution à une meilleure maitrise des pertes en eau d'irrigation et de la salinisation des sols en zones arides. *Recherches Agronomiques*, INRAA, 4: 15-23.
- 95 Nelson J.E., Kephart K.D., Bauer A. & Connor J.F. 2001 - The Publications of Montana State University, Misc, Bulletin 4387, University of Idaho Misc., 118, p. 75.
- 96 Nelson J.E., Kephart K.D., Bauer A. & Connor J.E. 1988 - Growth Staging of Wheat, Barley, and Wild Oat, Montana State Univ. Coop. Exten. Service, Bozeman, and Univ. Idaho Coop Exten. Service, Moscow.
- 97 Nemmar M. 1982 Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé dur et chez le blé tendre étude de l'accumulation de la proline sous l'effet de stress hydrique, *Céréaliculture*, ITGC, 14: 24-27.
- 98 Obukhova L.V., Maystrenko O.I., Generalova G.V., Ermakova M.F. & Popova R.K. 1997 - Composition of HMW Glutenin Subunits in Common Wheat Substitution Lines From Cultivars with Contrasting Bread Making Qualities, *Russian J. of Plant Genet.* 33: 1005-1009.
-

- 99 Oliveira J.A., 2000 . North Spanish Emmer and Spelt Wheat Landraces: Agronomical and Grain Quality Characteristic Evaluation, 125: 16-20.
- 100 Park W.J., Shelton D.R., Peterson C.J., Martin T.J., Katchman S.D., and Wehling R.L., 1997. Variation in polyphenol oxidase activity and quality characteristics among hard white wheat and hard red winter wheat samples, *Cereal Chem.*, 74: 7-11. In - Davies J. and Berwonsky W.A, 2003. Evaluation of Spring Wheat Quality Traits and Genotypes for Production of Cantones Asian Noodles. *Crop Sc.* 43: 1313-1319.
- 101 Payne P.I., Cornfield K.G., Holt L.M. & Blackman J.A. 1981 - Correlations Between the Inheritance of Certain High-Molecular-Weight Subunits of Glutenin and Bread-Making Quality in Progenies of Six Crosses of Bread Wheat, *J. Sci. Food. Agric.*, 32: 51-60.
- 102 Paul MN., Bettge A. Rubenthaler G.L., & Pomeranz Y. 1989 - Alveograph Algorithms to Predict Functional Properties of Wheat in Bread and Cookie Baking, *Cereal Chem.*, 66, 2: 81-86.
- 103 Perego P., Sordi A., Grivon D., Converti A., Dovi V., 2002. Rheological Study in the Pasta Industry by Alveographic Analysis. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 3 (4): 202-206.
- 104 Peterson C.J., Johson V.A., and Mattern P.G., 1986. influence of cultivar and environment on mial and protein concentrations of wheat, *Cereal Chem.*, 63: 183-186. In Davies J. and Berwonsky W.A, 2003. Evaluation of Spring Wheat Quality Traits and Genotypes for Production of Cantones Asian Noodles. *Crop Sc.* 43: 1313-1319.
- 105 Pheloung P.C. & Seddique H.M. 1991 - Contribution of Stem Dry Matter to Grain Yields in Wheat Cultivars, *Aust. J. Plant Physiol.*, 18: 53-64.
- 106 Pignarre M. 1952 - Les blés durs et leurs pattes, Ministère de l'Agriculture, Office interprofessionnel des creales, Commission des bles durs, pp. 107.
- 107 Pogna J.C., Autran C., Mellini F., Lafiandra D. & Feillet P. 1990 - Chromosome 1B Encoded Gliadins and Glutenins Subunits in Durum Wheat: Genetics and Relationship to Gluten Strength, *J. of Cereal Sci.*, 11: 15-34.
- 108 Pomeranz Y. 1971 - Composition and Functionality of Wheat Flour Components, pp. 585-674, In *Wheat Chemistry and Technology*, Pomeranz Y., ed. Am. Assoc. Cereal Chem., St.
- 109 Pylar E.R. 1988 - Baking Science and Technology. 3rd ed. Sosland Publ. Comp., Kansas City, Missouri, U.S.A., pp. 357-377.
- 110 Radaelli R., Pogna N.E. & Ng, P.K.W. 1997 - Effects of Prolamines Encoded by Chromosomes 1B and 1D on the Rheological Properties of Dough in Near Isogenic Lines of Bread Wheat, *Cereal Chem.*, 74: 102-107.
- 111 Rees D., Sayre K. Acevedo E.H., Sanchez T.N., Lu Z., Zeiger E. & Limon L. 1993 - Canopy Temperatures of Wheat: Relationship with Yield and Potential as a Technique for Early Generation Selection, *Wheat Special Report*, No. 10, Mexico, D.F., CIMMYT.
- 112 Regnier S., Holcomb R. & Rayas-Duarte P. 2004 - Relating Wheat Quality to End-Product Quality, *Food Technology Fact Sheet*, Oklahoma State University, FAPC 129.1-129.3.

- 113 Richards R.A. 2000 - Selectable Traits to Increase Crop Photosynthesis and Yield of Grain Crops, *Journal of Experimental Botany*, 51 (Special issue): 447-458.
- 114 Rudnoy S., Bratek Z., Paldi E., Racz I. & Laszity D. 2002 - FLC-like Factors in Wheat (cv.Mv15) and Conyza sp, *Acta Biologica Szegediensis*, 46, 4: 45-46.
- 115 Ruegger A. and Winzeler H. (1993). Performance of spelt (*Triticum spelt* L) and wheat (*Triticum aestivum* L.) at two contrastig environmental conditions . *J. Agron. Crop Science* 170: 289-295. In Oliveira J.A., 2000 . North Spanish Emmer and Spelt Wheatland races: Agronomical and Grain Quality Characteristic Evaluation, 125: 16-20.
- 116 Sarvestani Z.T., Jenner C.F. & MacDonald G. 2003 - Dry Matter and Nitrogen Remobilization of Two Whaet Genotypes Under Post Anthesis Water Stress Conditions, *J. Agric. Sci. Technol.*, 5: 21-29.
- 117 Schotzko D.J. & Bosque-Perez N.A. 2001 - Seasonal Dynamics of Cereal Aphids on Russian Wheat Aphids (Homoptera:Aphididae) Susceptible and Resistant Wheat, *Plant Resistance, Journal of Economy Entomology*, 93, 3: 46-57.
- 118 Schuler S.F., Bacon R.K., Finney P.L. & Gbur E.E. 1995 - Relationship of Test Weight and Kernel Properties to Milling and Baking Quality in Soft Red Winter Wheat, *Crop Sci.*, 35: 949-953.
- 119 Shewry P.R. Holford N.G. and Tatham A.S., 1992. High Molecular Weight subunts of wheat glutenin, *J. Cereal Sci.*, 15: 105-120. In El haddad L., Aussenac T., Fabre J.L., and Sarrafi A., 1995. Relationships Between Polymeric Glutenin and the Quality Characteristics for Seven Common Wheats (*Triticum aestivum*) Grown in the Field and Greenhouse, *Cereal Chem.*, 72 (6): 598-601.
- 120 Simic G., Horvat D., Jurkovic Z., Drezner G., Novoselovic D., Dvojkovic K., 2006. The Genotype Effect on the Ratio of Wet Gluten Content to Total Wheat Grain Protein. *Central European Agriculture Journal*, Vol. 7(1): 13-18.
- 121 Simova L., Stoyanova Z. & Klimentiva D.K. 2000 - Ontogenic Changes in Leaf Pigments, Total Soluble Protein and Rubisco in Two Barley Varieties in Relation to Yield, *Developmetal Changes in Barley Leaves and Yield*, pp. 15-24.
- 122 Singh H. & MacRitchie F. 2001 - Application of Polymer Scienceto Properties of Gluten, *J. of Cereal Sci.*, 33: 231-243.
- 123 Sip V., Skorpik L., Chrpova J., Sottnikova V., Bartova S., 2000. Effect of cultivar and cultural practices on grain yield and bread-making quality of winter wheam *Rostlinna vyrbam* 46: 159-167. In Jakubauskiene L. and Juodeikiene G., 2005. The Relationship Between Protein Fractions Wheat Gluten and the Quality of Ring – Shaped Rolls Evaluated by Echolocation Method, *Food Technol. Biotechnol.* 43 (3) 247-253.
- 124 Smith R. & Benson B. 2003 - Using Cereal rops in Your Forage Program, *Crop and Soil Environment News* , p. 65.
- 125 Stasna M., Eitzinger J., Zalud Z. & Dubrovesky M. 2002 - A Comparison of Water Stress in Particular Wheat Growth Stages Under the Present (1XCO<sub>2</sub>) and Modified (2XCO<sub>2</sub>) Climate, *Cesko-slovenska Bioclimatologika Konfernce*, ISBN 80-85813-99-8, pp. 603-609.

- 126 Strecka N.A., Wetss A. & Baenzigerb P.S. 2003 - Crop Growth and Development Wheat Crop Models and Environment Interactions, *Agronomy Journal*, 95: 155-159.
- 127 Tocker C. & Cagirgan M. I. 1998 - Assessment of Response to Drought Stress of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Lines Under Rainfed Conditions, *Tr. J. of J. of Agriculture and Forestry*, 22: 615-621.
- 128 Van Hasselt P.R. & Van Berlo H. 1980 - Photo-oxidative Damage to the Photosynthesis Apparatus During Chilling, *Plant Physiol.*, 50: 52-56.
- 129 Varga B., Svecnjak Z., Jurkovic Z., Kovacevic J. and Jukic Z., 2003. Wheat Grain and Flour Quality as Affected by Cropping Intensity. *Food Technol. Biotechnol.* 41: 321-329.
- 130 Vilmorin H. 1880 - Les meilleurs blés, Paris. In: Erreux, J. 1960 - Les Blés des Oasis sahariens, Univ. D'Alger-Ins R.R. Saharienne, p. 165.
- 131 Wardlaw I.F., Sofield I. & Cartwright P.M. 1980 - Factors Limiting the Rate of Dry Matter Accumulation in the Grain of Wheat Grown at High Temperature, *Austr. J. Plant Physiol.*, 7: 387-400.
- 132 Weegles P.L, Van De Pijpekamp A.M., Graveland A., Hamer R.G., and Scofield J.D., 1996. Deolymérisation and repolymérisation of wheat glutenin during dough processing, I. Relationships between glutenin macropolymer content and quality parameters, *J. Cereal Sci.*, 23: 103-111. In Kruger J.E., and Hatcher D.W., 1995. FY Sedimentation Test for Evaluation of Flour Quality of Canadian Wheats, *Cereal Chem.*, 72 (I): 33-37.
- 133 Whiteman P.C. 1980 - Tropical Pasture Science, Oxford University Press, p. 392.
- 134 Williams P. 1998 - Variety Development and Quality Control of Wheat in Canada, Canadian Grain Commission 1998, p. 45.
- 135 Worland A.J. & Law C.N. 1986 - Genetic Analysis of Chromosome 2D of Wheat 1. The Location of Genes Affecting Height, Day Length Insensitivity and Yellow Rust Resistance, *Zeitschrift für pflanzenzüchtung*, 96: 331-345.
- 136 Wrigly W., Autran J.C., Bushuk W., 1982. Identification of cereal varieties by gel-electrophoresis of the gran proteins, *Adv. Cereal Sci. Technol.* 5: 211-259. In Jakubauskiene L. and Juodeikiene G., 2005. The Relationship Between Protein Fractions Wheat Gluten and the Quality of Ring – Shaped Rolls Evaluated by Echolocation Method, *Food Technol. Biotechnol.* 43 (3) 247-253.
- 137 Yang J. & Newman J.E. 1985 - Weather Stress in the Corn Crop, National Corn Handbook, Michigan State University, November, p. 40.
- 138 Yang J., Wang J.Z.Z., Zhu Q. & Wang W. 2001 - Hormonal Changes in the Grain of Rice subjected to Water Stress During Grain Filling, *Plant Physiology*, 127: 315-323.
- 139 Ying J., E Lee A. & Tollenaar M. 2000 - Response of Leaf Photosynthesis During The Grain Filling Period of Maize to Duration of Cold Exposure, Acclimation and Incident PPFD, *Crop Physiology and Metabolism, Crop Science*, 42: 1164-1172.
- 140 Yoneyama T., Suzuka T., Murohash M., 1970. Natural maturing of wheat flour, *Cereal Chem.*, 47: 27-33. In Hruskova M. and Machova D., 2002. Change of Wheat Flour Properties during Short term Storage, *Czech J. Food Sci. Vol. 20 (4): 125-130.*

- 141 Zaharieva M., Gaulin F., Havaux M., Acevedo E.H. & Monneveux P. 2001 - Drought and Heat Responses in the Wild Wheat Relative *Aegilops Geniculata* Roth: Potential Interest for Wheat Improvement, *Crop Science Society of America*, 41: 1321-1329.
- 142 Zéleny L. 1947 - A Simple Sedimentation Test for Estimating Bread Baking and Gluten Qualities of Wheat Flour, *Cereal Chem.*, 24: 465-475. In: De Andrade, I.R., Riede, C.R., Scholz, D.S. M.B., Destro, D. & Fonseca, I.C.B. (2001) Selection for Grain Yield and Quality in Segregating Generations of Wheat, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44, 2: 173 –178.
- 143 Zitoune B. Lamache..., Hadj miloud D., Barralis G. & Caussanel J.P. 1989 - Influence du travail du sol et du désherbage chimique sur les relations entre mauvaises herbes et blé, *Céréaliculture, ITGC*, 20: 4-9.

Sites Web:

1 Sayer K.D., Rajaram S. & Fisher R.A. 1997 - *crop Sci.*, 37, 36

INCLUDPECTURE #<http://www.pubmedcentr.nih.gov/corehtm/pmc/pmcents/ndash.gif> # /\*MERGEFORMATINET

2 <http://www.fao.org>

3 <http://www.USDA.org>