

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



11/343

120 192

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Biologie
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Etude comparative de 3 paramètres technologiques
de 5 variétés de blé dur cultivées au niveau
de la station d'El-Khroub

Présenté par :

- ATAMNIA Hichem
- MADI Abdelkarim



Devant le jury composé de :

Président : Mr. DJAKOUN Mohamed (M.A)
Examineur : Mr. ROUBI Abdelhakim (M.A)
Encadreur : Melle. DERBEL Nora (M.A)

Juin 2011

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Biologie
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Thème

Etude comparative de 3 paramètres technologiques
de 5 variétés de blé dur cultivées au niveau
de la station d'El-Khroub

Présenté par :

- ATAMNIA Hichem
- MADI Abdelkarim

Devant le jury composé de :

Président : Mr. DJAKOUN Mohamed (M.A)
Examineur : Mr. ROUIBI Abdelhakim (M.A)
Encadreur : Melle. DERBEL Nora (M.A)

Juin 2011

Remerciement

C'est avec un grand plaisir que nous apportons ce modeste travail à tous ceux qui nous ont gratifiés de leur soutien et de leur confiance.

***Louanges à dieu**, qui nous donné vie et santé pour le parachèvement de ce modeste travail.*

*Nos remerciement à notre encadreur **Melle Derbal Nora**, qui a dirigée notre travail par ces conseils bénéfiques, pour son soutient et sa patience.*

*Nous remercions également **Mr Djekoun Mohamed**, d'avoir accepter de présider le jury.*

*Nous remercions aussi **Mr Rouibi Abdelhakim**, d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

*Nous remercions aussi **Melle Souiki Lynda**, responsable de parcours.*

Tous les enseignants du département de biologie.

Nos familles, qui durant nos études, nous ont toujours donné la possibilité de faire ce que nous voulions et ont toujours croie a nous.

Dédicace

*Avant tous, je remercie le bon dieu de m'avoir mis sur le bon chemin pour
pouvoir réaliser ce travail*

*Au cristal de ma vie, la lune de mes nuits, le soleil de mes jours, et la source
d'amour à ma Très chère mère*

A mon cher père qui m'a toujours aidé, et encouragé tout au long de ma vie.

A mes frères : Yazide , Boubekre , Mouhemed Amine , walid

A mes belles sœurs : Samia, Naima et Houda

A mes amis : taki eldinne, Adel, halim, Hichem, Brahim, et haroune.

A mon binôme hichem.

A mon très chère ami, et mon frère. "AHMED"

A tous mon famille,

A toute la promotion de master qualité des produits et sécurité alimentaire.

A tous ceux qui m'aiment et j'aime.

Abdelkarim

Dédicace

Avant tous, je remercie le bon dieu de m'avoir mis sur le bon chemin pour pouvoir réaliser ce travail.

AU cristal de ma vie, la lune de mes nuits, le soleil de mes jours, et la source d'amour à ma très chère mère.

A mon cher père qui m'a toujours aidé, et encouragé tout au long de ma vie.

A mes frères : Amer, Mohamed, Rabah, Hamid et Fayed.

A mes chères sœurs : Chahra, Hayette, Nihad et Nor iman.

A mes amis : Rouchdi, kader, Bilel, Faiçel, Issam, Malek, soufane.

A mon binôme Abd Elkarim.

A toute la promotion de master qualité des produits et sécurité alimentaire.

A tous ceux qui m'aiment et j'aime.

Hichem

Table des matières

Liste des abréviations	i
Liste des tableaux	iii
Liste des figures	iv
Introduction	1

Partie première : Etude Bibliographique

Introduction.....	4
-------------------	---

Chapitre I : Culture du blé

1.1. Introduction.....	6
1.2. Généralité sur le blé	6
1.3. Historique et origine des blés	6
1.4. Importance stratégique et économique du blé	6
1.5. Importance de la culture du blé	7
1.5.1. Importance de la culture du blé dans le monde	7
1.5.2. Importance de la culture du blé en Algérie	8
1.6. Exigences du blé.....	8
1.6.1. Exigences climatiques du blé	8
1.6.2. Exigences pédologiques du blé	10

Chapitre II : Catégories, origine et classification du blé dur

2.1. Introduction.....	12
2.2. Catégories du blé.....	12
2.3. Origines du blé dur.....	14
2.3.1. Origine géographique.....	14
2.3.2. Origine génétique	14
2.4. Classification botanique.....	14

Chapitre III : Caractéristiques du blé dur

3.1. Introduction	17
3.2. Caractères botaniques du blé dur	17
3.3. Structure histologique du grain de blé dur.....	17
3.3.1. L'enveloppe.....	17
3.3.2. L'albumen.....	18
3.3.3. L'embryon	18
3.4. Composition biochimique du blé	19

Chapitre IV : Evaluation de la qualité d'un blé dur

4.1. Introduction.....	22
4.2. Notion de qualité.....	22
4.3. Qualités technologiques du blé dur.....	23
4.3.1. Notion de la qualité technologique.....	23
4.3.2. Appréciation de la valeur technologique d'un blé dur.....	23
4.3.2.1. Valeurs en qualité semouliers des blés.....	23
4.3.2.2. Qualité de deuxième transformation ou valeur pastière.....	25
4.4. Norme de qualité.....	26
4.4.1. Norme de qualité pour blé dur.....	26
4.4.2. Norme de qualité pour la semoule.....	27
4.4.3. Norme de qualité pour les pâtes alimentaires.....	29
4.4.4. Méthodes expérimentales d'évaluation de la qualité du blé dur.....	30

Partie deuxième : Matériel, méthodes et collecte des données

Introduction.....	32
-------------------	----

Chapitre V : Matériel végétal et caractéristiques technologiques du blé

5.1. Introduction.....	34
5.2. Régions d'étude et matériel végétal.....	34
5.2.1. Les régions d'étude.....	34
5.2.2. Matériel végétal.....	36
5.2.3. Le matériel utilisé dans notre travail.....	36
5.3. Caractéristiques technologiques.....	39

Chapitre VI : collecte des données et méthodes d'analyses statistiques

6.1. Introduction.....	44
6.2. Collecte des données.....	44
6.3. Méthodes d'analyse statistique.....	45
6.3.1. Description des données.....	45
6.3.2. Le test t de STUDENT pour échantillons indépendants.....	45
6.3.3. L'analyse de la variance (ANOVA).....	46
6.3.4. Recherche de groupes de stations homogènes : méthode de la plus petite différence significative (p.p.d.s.).....	46
6.3.5. Méthodes Statistiques Multivariées.....	47

Partie Troisième : Résultats statistiques et discussion

Introduction.....	49
-------------------	----

Chapitre VII : Résultat du site d'étude

7.1. Introduction.....	51
7.2. Description des données.....	51

7.3. Résultats des analyses statistiques univariées.....	53
7.3.1. Comparaison, entre années, des moyennes de chaque caractéristique pour chaque variété de blé dur : Résultats du test t de Student.....	53
7.3.2. Comparaison, entre les 5 variétés, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées, pour chacune des deux années et pour l'ensemble des deux années: Résultats du test d'analyse de la variance et le test de p.p.d.s.....	58
7.4. Résultats des analyses statistiques multivariées.....	70
Conclusion et perspectives.....	72
Bibliographie.....	74
Résumé.....	81

Produced with ScanTOPDF

Liste des abréviations

<i>Abréviation</i>	
%	Pour cent
°C	Degré Celsius
J.C	Jésus Christ
USA	États-Unis
qx/ha	Quintaux par hectare
Cm	Centimètre
Kg	Kilogramme
µm	Micromètre mètre
SSSE	Semoule supérieur supère extra
SGM	Semoule Moyenne
SG	Semoule grosse
g	Gramme
g/ cm ³	Gramme sur centimètre cube
m/m	Matière par apport matière
Ms	Matière sèche
I.T.G.C.	Institues Technologique de Grande Culture
mm	Millimètre
min	Minute
H	Humidité
P.M.G	pois de mille grains
v/v	Volume sur volume
ml	Millilitre
CEND	Les cendres
HUM	L'humidité
IJAUN	L'indice de jaune
IBRUN	L'indice de brun
n	Nombre de Variétés
p	Nombre de Variables
(\bar{x})	moyenne arithmétique

(s)	l'écart-type
t	STUDENT
K1, K2	Degré de liberté
p.p.d.s.	plus petite différence significative
$f_{1-\alpha}$	valeur théorique de Fisher
$t_{1-\alpha/2}$	valeur théorique de student
F	Fisher
CMr	Carré Moyen résiduel

Produced with ScanTOPDF

Liste des tableaux

Tableau 1. La norme codex stan 199-1995 pour le blé et le blé dur.....	27
Tableau 2. La norme de qualité pour la semoule.....	28
Tableau 3. Les normes officielles pour les pâtes alimentaires.....	29
Tableau 4. Variétés, origines et lieu de sélection.....	36
Tableau 5. Description pour l'année 2003/2004.....	52
Tableau 6. Description pour l'année 2004/2005.....	52
Tableau 7. La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Cirta.....	53
Tableau 8. La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Mexicali.....	54
Tableau 9. La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Montpellier.....	55
Tableau 10. La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Vitron.....	56
Tableau 11. La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Waha.....	57
Tableau 12. Test t de Student (Comparaison entre les 5 années pour l'ensemble des Variétés).....	58
Tableau 13. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour le Taux de cendre année 2003/2004.....	59
Tableau 14. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de cendre pour L'année 2003/2004.....	59
Tableau 15. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour L'humidité année 2003/2004.....	60
Tableau 16. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable humidité pour l'année 2003/2004.....	60
Tableau 17. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour L'indice de brun année 2003/2004.....	61
Tableau 18. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de l'indice brun pour L'année 2003/2004.....	61

Tableau 19. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour L'indice de jaune année 2003/2004	62
Tableau 20. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de l'indice jaune pour L'année 2003/2004.....	62
Tableau 21. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour les Cendre année 2004/2005.	63
Tableau 22. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de cendre pour L'année 2004/2005.....	64
Tableau 23. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour L'humidité année 2004/2005	64
Tableau 24. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable humidité pour l'année 2004/2005.....	65
Tableau 25. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour L'indice de brun année 2004/2005.....	65
Tableau 26. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de l'indice brun pour L'année 2004/2005.....	66
Tableau 27. Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour L'indice de jaune année 2004/2005	66
Tableau 28. Résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de l'indice jaune pour L'année 2004/2005.....	67
Tableau 29. Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour L'ensemble des deux années, pour le taux de cendre	68
Tableau 30. Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour L'ensemble des deux années, pour le taux d'humidité.....	68
Tableau 31. Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour L'ensemble des deux années, pour l'indice brun.....	69
Tableau 32. Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour L'ensemble des deux années, pour l'indice jaune.....	69
Tableau 33. Résultats de test d'analyse de la variance multivarié (MANOVA)	70

Liste des figures

Figure 1. Blé dur	13
Figure 2. Blé tendre.....	13
Figure 3. blé mitadin	13
Figure 4. La structure du grain de blé.....	18
Figure 5. Présentation de site de travail(les moulins Amor Benamor).....	35
Figure 6. Balance électronique.....	37
Figure 7. Etuve (EM10).....	37
Figure 8. Colorimètre (CR-410).....	38
Figure 9. Four a moufle.....	38

Introduction

En Algérie une grande partie de la céréaliculture se rencontre à l'intérieur du pays, sur les hautes plaines. Ces dernières se caractérisent par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gels printaniers très fréquents et des vents très chauds et secs en fin de cycle de culture. Tous ces facteurs influent sur la production céréalière qui se caractérise par une moyenne nationale stagnante depuis plus d'un siècle, et très variable d'une année à l'autre et d'une région à l'autre (Huberty c.j. 1994).

Aussi, une grande partie de la production céréalière est soumise aux pratiques de l'agriculture traditionnelle, incapable d'amortir les irrégularités du climat.

En Algérie la culture du blé dur occupe une surface importante représentant environ 65% de la surface céréalière. Ce blé est transformé principalement en semoule et en pâtes alimentaires (Huberty c.j. 1994).

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

La céréaliculture dont la production annuelle oscille depuis l'indépendance entre 10 et 45 millions de quintaux, semble être le domaine le plus vulnérable car pratiquée sur de grandes superficies sans irrigation (Huberty c.j. 1994).

On admet généralement que la culture de blé dur a commencé et s'est développée en Algérie au lendemain de la conquête Arabe. La plupart des auteurs s'accordent pour considérer que la céréaliculture algérienne est depuis cette date et jusqu'à la colonisation, très largement dominée par le blé dur (Laignelet Bet, 1983).

Cependant, les exigences en termes de qualité technologique du grain de blé sont parfois difficiles à concilier avec les contraintes des producteurs. Ainsi, par exemple les forts taux de mitadinage et de moucheture, enregistrés en zones traditionnelles de culture du blé dur, entraînent des réfections importantes. Ces critères sont fortement dépendants de l'environnement (Laignelet Bet, 1983).

Parmi les différents facteurs responsables de la qualité, il faut signaler l'influence prépondérante des protéines et particulièrement de celles qui constituent le gluten. Précisément au niveau de cette fraction, il est possible de distinguer une notion quantitative (teneur en gluten), davantage liée aux facteurs agro-climatiques, et une notion qualitative dépendante du patrimoine génétique (Laignelet Bet, 1983).

D'autre part, le mitadinage est très lié à la nutrition azotique et à la composition protéique des grains, alors que la coloration et l'intensité des taches varient selon l'agent causal, d'autant plus que les variétés de blé dur ont une sensibilité différente vis à vis de celui-ci.

Ce travail vise à étudier la productivité de chaque variété afin d'apprécier la stabilité temporelle des qualités technologiques à savoir l'humidité, le taux de cendre et les indices de coloration.

A cet effet, pour notre travail nous avons adopté le plan suivant qui comprend :

- Une première partie relative à l'étude bibliographique du blé dur, de son historique et origine, de sa culture et importance, et de ses qualités.
- Une deuxième partie présentant le matériel végétal utilisé, les méthodes d'analyse statistique et la collecte des données.
- Une troisième partie concernant les résultats statistiques obtenus et leur discussion.

Et enfin, une conclusion générale permettant de tirer, synthétiser et expliquer les évolutions et les tendances dévoilées par les divers tests statistiques en fonction des données quantitatives des différentes caractéristiques technologiques étudiées.

Partie I

Etude bibliographique

Produced with ScanTOPDF

Introduction

Dans cette première partie relative à l'étude bibliographique nous présenterons successivement la culture du blé (chapitre 1), Catégories, origines et classification de blé dur (chapitre 2), Caractéristiques du blé dur (chapitre 3), et enfin nous terminerons par l'étude de l'évaluation de la qualité d'un blé dur (chapitre 4).

Chapitre I

Culture du blé

1.1- Introduction

Au cours de ce chapitre relatif à la culture du blé nous montrerons une généralité sur le blé (paragraphe 1.2) puis l'historique et l'origine des blés (paragraphe 1.3), en parle aussi sur l'importance stratégique et économique du blé (paragraphe 1.4), l'importance de la culture de blé aussi bien dans le monde qu'en Algérie (paragraphe 1.5), puis nous envisagerons ses exigences climatiques et pédologiques (paragraphe 1.6).

1.2- Généralités sur le blé :

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *triticum* de la famille des sec graminées. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant, appelé caryopse constitué d'une graine et d'un tégument (feillet, 2000). Les deux espèces qui dominent aujourd'hui la production sont : le blé tendre et le blé dur. [1]

1.3- Historique et origine des blés :

La découverte du blé remonte à 15000 ans avant Jésus Christ dans la zone du croissant fertile au Proche Orient. C'est à cette époque que des monades commencent à ramasser une plante sauvage de la famille des Graminées proche de notre blé actuel : l'engrain (*Triticum monococcum* L.) appelé également « petit épeautre » ou localement celui-ci sera domestiqué par l'homme entre 9500 et 8500 ans avant J.C. Cette plante a quasiment disparu à ce jour l'amidonnier (lat : *Triticum dicoccum*, Schrak) représente le deuxième stade d'évolution vers le blé actuel. Il est issu du croisement de l'engrain et de diverses plantes lui étant apparentées c'est en fait, l'ancêtre direct du blé dur qui donnera après de multiples mutations naturelles le blé tendre. [1]

Le blé s'impose par la suite comme l'aliment de la civilisation occidentale. Il se présente sous forme d'aliments variés ; le pain, les semoules, les pâtes (Abecassis J., 1991).

1.4- Importance stratégique et économique du blé :

Plus de la moitié de la planète sont nourrie par du blé et du riz de loin devant toutes les protéines animales. Le blé constitue la plus grande ressource en protéines et en hydrates de carbone. Il renferme en plus, des acides aminés, des lipides et des vitamines (Godon 1985 ; Allioni 1997).

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité (feillet, 2000). Il est utilisé dans divers produits industriels comme les aliments du bétail (Clement et al, 1971 ; Gate, 1995 ; Belaid, 1996 ; et Benbelkacem, 1995, in Acila, 2004).

1.5- Importance de la culture du blé :

Le blé a été domestiqué au Proche-Orient à partir d'une graminée sauvage il y a environ 10.000 ans. Depuis longtemps désigné toute une série de céréales, dont le seigle, le sorgho et le mil. En latin le genre *Triticum* identifie toutes les espèces céréalières auxquelles il est légitime de donner le nom de blé. Il compte actuellement quelque 30.000 formes cultivées. La production mondiale, en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font de cette céréale l'un des principaux acteurs de l'économie mondiale. Elle est l'une des céréales les plus cultivées et les plus consommées dans le monde.

1.5.1- Importance de la culture du blé dans le monde :

Avec une production moyenne annuelle de 27 millions de tonnes, le blé dur est une céréale secondaire à l'échelle mondiale. Cette production est surtout localisée dans le bassin méditerranéen d'une part (Europe du Sud, Moyen orient, Afrique du Nord), et en Amérique du Nord d'autre part (Canada central et Nord des USA), où est produit le quart du blé dur mondial (blé dur de printemps dans cette région continentale froide).

Enfin, on trouve un peu de blé dur en Europe centrale, ainsi qu'en Argentine (Ferret, 1996). La production globale de céréales au début des années 1990 montre bien la nature des changements intervenus. La Chine vient au premier rang avec 14,6 % de la production mondiale, devant l'Inde (11,7%), les Etats-Unis (9,4 %), la Russie (7 %), la France (5 %) et le Canada (4 %). Ces 15 dernières années, la production mondiale de blé dur varie entre 22,3 millions de tonnes (en 1983-1984 et 1988-1989) et 34,4 millions de tonnes (1991-1992), soit une moyenne de 27 millions de tonnes. Elle présente donc d'importantes fluctuations proches de 25 % (Ferret, 1996; Selmi, 2000). Cette situation, favorable aujourd'hui aux gros producteurs exportateurs du monde occidental, même si les Etats-Unis et l'Europe sont fortement concurrents, pourrait changer si l'Asie parvenait à un certain niveau d'autosuffisance et si la production des Républiques de l'ex-URSS se redressait. Au cours des années 1980, l'URSS importait annuellement à peu près l'équivalent de ce qui était perdu chaque année par incurie ou insuffisance d'équipements, même lorsque les récoltes étaient bonnes. Pour la campagne 2005-2006, l'Algérie a importé plus de 2,55 millions de tonnes de blé (statistiques avancées par les responsables de l'association France Export Céréales).

1.5.2- Importance de la culture du blé en Algérie :

Les céréales jouent un rôle important dans l'agriculture nationale puisque' elles occupent plus de 90% des terres cultivées. Dans l'alimentation humaine et animale, elles occupent une grande place. La productivité nationale est assez faible et elle est de 8 à 10 qx/ha.

Ceci se répercute sur l'offre et la demande (Selmi, 2000). Les superficies réservées aux céréales sont de l'ordre de 6 millions d'hectares. Chaque année 3 à 3,5 millions d'hectares sont emblavés. Le reste est laissé en jachère. La majeure partie de ces emblavures se fait dans les régions de Sidi Bel Abbès, Tiaret, Sétif et El Eulma. Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux. Ceux-ci sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières et des vents chauds desséchants (Belaid, 1996; Djekoun *et al*, 2002).

La faiblesse des rendements est du à l'influence des conditions pédoclimatiques aux techniques culturales (Chabi *et al*, 1992), et à certaines tendances socio-économiques comme l'exode rural et la priorité donnée à l'industrie durant les années 1970 ce qui a marqué durablement la céréaliculture algérienne (Selmi, 2000). Malgré les efforts consentis, les rendements restent très bas. Leur faible niveau est souvent expliqué par l'influence des mauvaises conditions pédoclimatiques associées, entre autres, à une faible maîtrise des techniques culturales (Chabi *et al*, 1992).

1.6- Exigences du blé :

1.6.1- Exigences climatiques du blé :

Selon Clement et Parts (1970), les facteurs climatiques ont une action prépondérante sur les différentes périodes de la vie du blé.

A- La température :

La température à partir de laquelle un blé germe et pousse est de 0°C; cependant l'optimum se situe entre 20 et 22 °C. Une température élevée est favorable au développement et à la croissance (Simon *et al*, 1989). D'après Mekhlouf *et al* (2001), il est généralement admis que la température agit de manière positive sur la croissance optimale.

Cependant, Baldy (1993a) ajoute que les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine. Les températures entre 25 et 32 °C défavorisent l'allongement racinaire et l'optimum se situe entre

5 et 12°C. Mekhlouf *et al* (2001), situent les exigences en température pour les différents stades de développement du blé de la manière suivante :

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

B- L'eau :

L'eau a une grande importance dans la croissance de la plante. Elle est le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute (Soltner, 1990).

C- Sécheresse :

La sécheresse est parmi les facteurs qui expliquent la faiblesse et la variabilité des rendements des céréales. Le rendement d'une culture est fonction de l'intensité du déficit hydrique et de sa position dans le cycle de la plante (Wardlaw , 2002).

D- Déficit hydrique :

Le déficit hydrique est un phénomène courant durant le cycle de développement des plantes, il est lié à l'évapotranspiration. Il se traduit rapidement par une réduction de la croissance de la plante. Le stress hydrique s'installe dans la plante quand l'absorption ne peut satisfaire la demande de la transpiration. La plante perd une partie de son eau d'imbibition et la majeure partie des processus physiologiques commence à être affectés (Baldy, 1993b; Gate, 1995).

E- Eclairage :

Le blé est une plante de pleine lumière, Le tallage herbacé s'achève pour une valeur précise du photopériodisme qui est variable selon les variétés (Clement et Prats, 1970). Une certaine durée du jour est nécessaire pour la réalisation du stade précédant la montaison (Soltner, 1990). Pour Simon *et al*. (1989), ce stade dépendrait principalement de la durée du jour. Il faut en effet que la durée de l'éclairage soit d'environ douze heures par jours pour que l'épi commence à monter dans la tige : c'est le photopériodisme.

1.6.2- Exigences pédologiques du blé : Sol

A- Caractéristiques physiques :

- Une texture fine, limono-argileuse qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact, d'où une bonne nutrition.
- Une structure stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver, évite au blé l'asphyxie et permet une bonne nutrition.
- Une bonne profondeur et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer une nutrition nécessaire pour les bons rendements (Soltner, 1990; Baldy, 1993a).

B- Caractéristiques chimiques :

Le blé craint les sols tourbeux contenant de fortes teneurs en sodium, magnésium et fer. Le pH optimal pour le développement se situe entre 6 et 8. La culture est modérément tolérante à l'alcalinité du sol (Clément, 1971). Le blé réussit mieux dans les terres neutres, profondes et de textures équilibrées. Ce sont les sols de texture limonoargileuse profonds, avec une porosité suffisante, et de complexe absorbant important, qui permettent à la plante de se nourrir à partir des réserves chimiques. Les terres très argileuses, très calcaires ou trop sableuses acides sont déconseillées (Clément, 1971).

Chapitre II

Catégories, origines et classification du blé dur

Produced with ScanPDF

2.1 - Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons respectivement les différentes catégories de blé (paragraphe 2.2), puis les origines géographiques et génétiques du blé dur (paragraphe 2.3) et enfin sa classification botanique (paragraphe 2.4).

2.2 - Catégories du blé :

Les différentes variétés de blé sont classées comme suit :

- **Le blé dur :**

Cette catégorie de blé est cultivée dans les pays de climat chaud et sec. Les grains de blé dur sont allongés, souvent même pointus, avec des enveloppes assez minces et légèrement translucides (figure1). Ils donnent moins de son que les blés tendres, bien que contenant plus de gluten (12 à 14%), se prêtent moins bien à la panification. C'est un blé utilisé essentiellement en semoulerie, pour la fabrication des pâtes alimentaires et des couscous (Abecassis, 1993).

- **Le blé tendre :**

Les grains des blés tendres sont arrondis, les enveloppes sont épaisses sans transparence (figure2) Ils se prêtent particulièrement bien à la mouture ; en effet, lors du passage entre les cylindres, les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans se broyer, libérant l'amande et donnant une très forte proportion de son. Les blés tendres permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contenant environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification (feillet, 2000).

- **Le blé mitadin :**

Les blés mitadins possèdent les caractéristiques intermédiaires entre les blés tendres et les blés durs (figure3). On utilise parfois en meuneries pour la mise au point des farines. Les grains sont plus plats que les grains de blé tendre et moins longs que ceux du blé dur. Les enveloppes assez résistantes sont d'une épaisseur moyenne. Contenant du gluten de très bonne qualité, les blés mitadins sont parfois employés comme des blés de force, mélangés à des blés (feillet, 2000).



Figure 1 : *blé dur* [3]

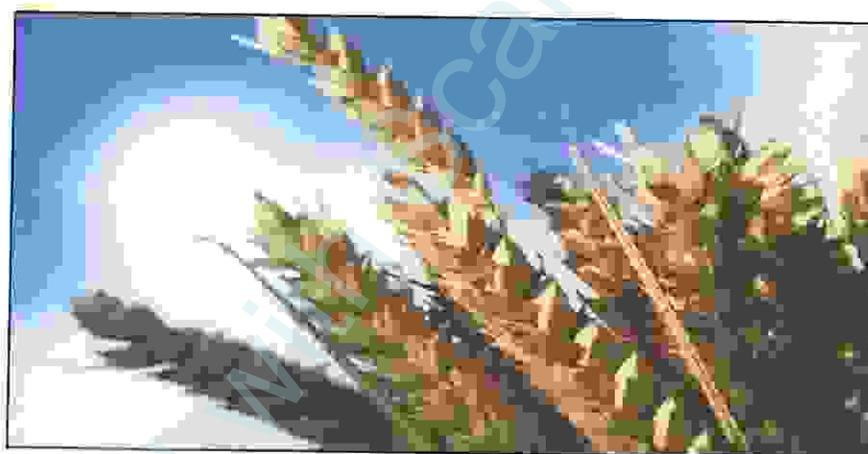


Figure 2 : *blé tendre* [3]

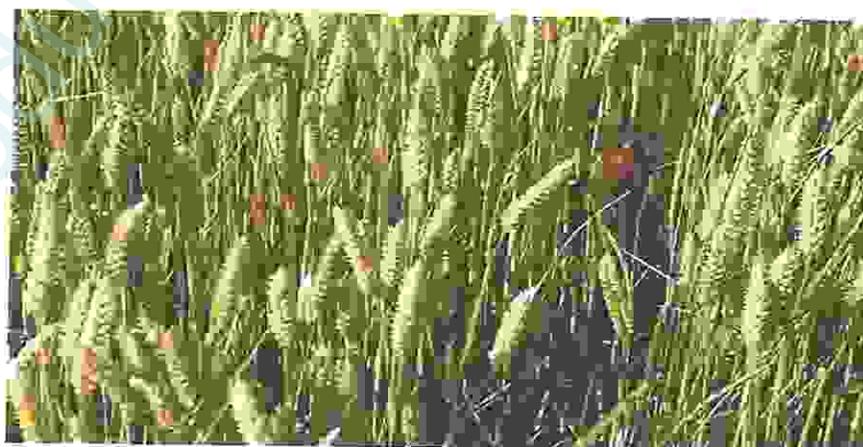


Figure 3 : *blé mitadin* [3]

2.3 - Origines du blé dur :

2.3.1- Origine géographique :

Le moyen orient serait le centre géographique d'origine à partir duquel l'espèce *Triticum durum* s'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont le bassin occidental de La Méditerranée, le sud de La Russie et le Proche Orient.

Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques (Monneveux, 1989). L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce (Chikhi, 1992).

2.3.2- Origine génétique :

L'origine génétique du blé dur remonte au croisement réalisé entre deux espèces ancestrales *Triticum monococcum* et une graminée sauvage *Aegilops speltoides*.

Le blé dur est appelé *Triticum durum* à cause de la dureté de son grain. Il possède, à l'inverse des espèces ancestrales originaires de Syrie et de Palestine $2n=4x=28$ Chromosomes. Le genre *Triticum* est divisé en cinq espèces (Mackey, 1968):

T.monococcum (L) MK $2n=14$, génomes AA.

T. turgidum (L) Thell $2n=28$, génomes AABB.

T.timopheevi (Zuhk) MK $2n=28$, génomes AABB.

T. aestivum (L) Thell $2n=42$, génomes AABBDD.

T.zhukovskyi (Men et Er) $2n=42$, génomes AAAABB.

2.4 - Classification botanique :

Le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille.

D'après la classification de Ben Salem et *al.* (1995), il est une monocotylédone classée de la manière suivante:

Embranchement:	Spermaphytes.
S/Embranchement:	Angiospermes.
Classe:	Monocotylédones.
Super ordre:	Commeliniflorales.
Ordre:	Poales.
Famille:	Graminacées.
Genre:	<i>Triticum</i> sp.
Espèce:	<i>Triticum durum</i> Desf.

Différentes classifications basées sur des critères morphologiques ont été proposées par de nombreux auteurs (Grignac, 1965 et Dahlgreen et Clifford, 1985). Selon Monneveux (1989), ce type de classification a eu le mérite d'orienter la recherche de gènes susceptibles d'intéresser le sélectionneur sur le plan des caractéristiques agronomiques tels que la résistance aux basses températures, la précocité et les grains gros et vitreux.

Chapitre III

Caractéristiques du blé dur

Produced with Scantopdf

3.1- Introduction

L'étude des caractéristiques du blé dur concerne principalement l'étude de ses caractères botaniques (paragraphe 3.2), de sa structure histologique (paragraphe 3.3), et en fin en termine par sa composition biochimique (paragraphe 3.4).

3.2- Caractères botaniques du blé dur :

D'après Desfontaine (1789), le blé dur serait une espèce possédant une paille solide qui présente des plantules à un seul cotylédon, des feuilles à nervures parallèles et des fleurs groupées en petits épis appelées épillets (Ben Salem et al., 1995).

Morphologiquement, il a un feuillage clair, totalement glabre. L'appareil végétatif est à tallage faible, à chaume longue et souple, d'où une certaine sensibilité à la verse (Olmedo, 1995).

L'épi est à rachis solide, à glumes carénées jusqu'à leur base et à glumelles inférieures terminées par une longue barbe. La fécondation est interne, le blé dur, étant autogame. Le grain est gros, de section triangulaire, très riche en albumen et de texture vitreuse (Simon et al.; 1989).

3.3- Structure histologique du grain de blé dur :

Les grains de blé dur sont des fruits, appelés caryopses. Ces derniers sont de forme ovoïde. Ils possèdent sur l'une de leurs faces une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse". Le caryopse est constitué de trois parties :

3.3.1- Les enveloppes :

Elles donnent le son en semoulerie. Elles sont d'épaisseur variable et sont formées de trois groupes de téguments soudés:

- Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de trois assises cellulaires :
 - Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
 - Mésocarpe, formé de cellules transversales.
 - Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires (Godon et Willm, 1991).
- Le tégument de la graine constitué de deux couches de cellules.
- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.

3.3.2- L'albumen :

Il est principalement amylacé et vitreux. Il possède à sa périphérie une couche d'aleurone riche en protéines, lipides, pentosanes, hémicelluloses, minéraux.

3.3.3- L'embryon :

Il comporte :

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

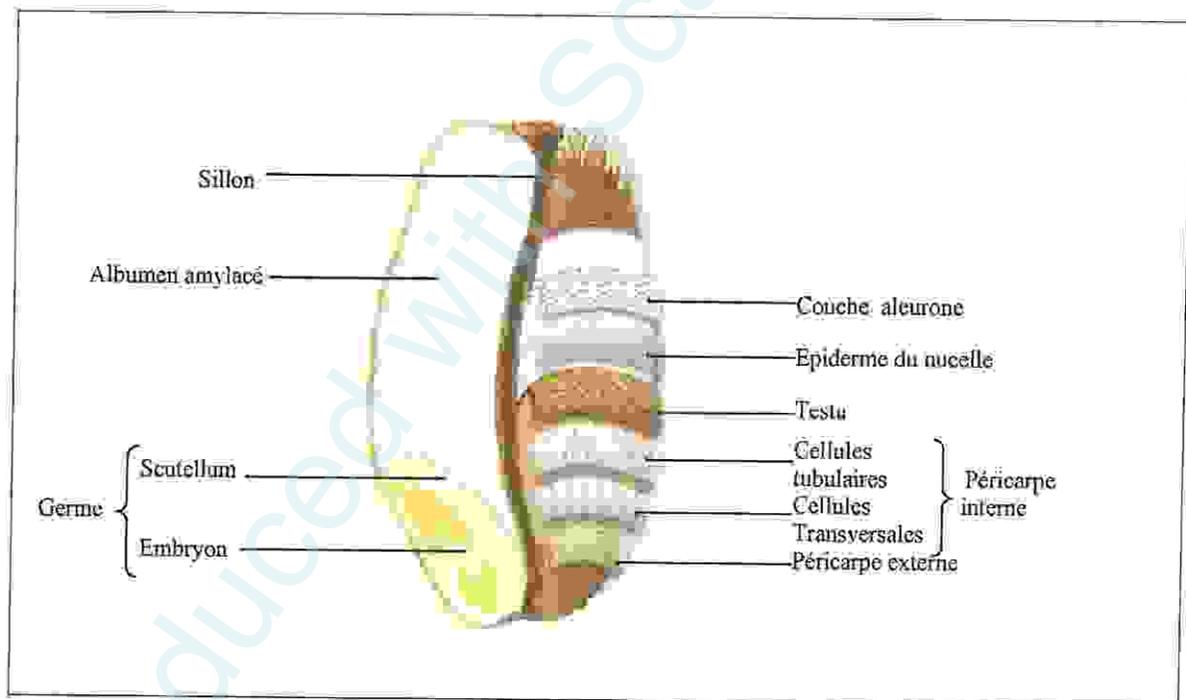


Figure 4 : La structure du grain de blé (Paul, 2007) [3]

3.4- Composition biochimique du blé :

Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain. Il accumule toutes les substances nutritives nécessaires qui sont les glucides, les protéines, les lipides, les substances minérales et les vitamines (Cretois, 1985). Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination. Les réserves de la graine comprennent essentiellement les composés suivants:

- ✓ 70% à 80% de glucides, essentiellement de l'amidon, du gluten associé à l'amidon, des hémicelluloses (des parois cellulaires), des sucres solubles et des protides.
- ✓ 9 à 15% de protéines qui sont essentiellement des protéines de réserves.
- ✓ 1,5 à 2% de lipides dont 60% sont des lipides libres apolaires et 40% des lipides polaires.
- ✓ Les enzymes dont les principales sont l' α et la β amylases, des protéases ainsi que des lipases et des lipoxygénases (Campion et Campion, 1995; Samson et Morel, 1995 et Cherdouh, 1999).

La qualité du blé est influencée par chacun des constituants du grain qui joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité.

Parmi ces composants : les protéines, l'amidon, les lipides, les enzymes, etc...

▪ Les protéines :

Le grain de blé dur est constitué d'environ 12% de protéines, qui sont essentiellement localisées dans l'albumen et la couche à aleurone. Cette teneur est susceptible de varier (de 8 à 20% de MS), en fonction des variétés, des facteurs climatiques, agronomiques et des conditions physiologiques de développement de la plante, des parties histologiques du grain et de la maturation du grain. La teneur en protéines est un facteur déterminant des propriétés rhéologiques et culinaires des semoules. Elles sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires à 87%.

La qualité des protéines est un caractère extrêmement héritable et seulement une partie est influencée par l'environnement (Liu *et al.*, 1996).

Sur le plan quantitatif la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante (Mok, 1997). Sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, celles-ci étant liées au patrimoine génétique de la variété.

- **L'amidon :**

L'amidon est le composant essentiel du grain de blé. C'est une substance de réserve stockée dans les cellules de l'albumen du grain qui représente 65-70% (environ $\frac{3}{4}$ de M.S.). Chimiquement l'amidon est un polymère de glucose. Il se présente sous deux formes: l'amylose et l'amylopectine. La qualité de l'amidon dépend du rapport : amylose/amylopectine (Gibson *et al.* 1997).

- **Les lipides :**

Les lipides du blé représentent en moyenne 2 à 3% du grain sec. Ce sont des constituants mineurs du blé, certains sont libres, mais la majorité est associée aux composants majeurs qui sont l'amidon et les protéines. Leurs effets sont importants dans les processus technologiques. Les lipides jouent un rôle important dans la technologie des produits céréaliers, que ce soit lors de leur fabrication en intervenant sur les caractéristiques rhéologiques, émulsification et production de composés volatiles des pâtes, et par conséquent sur la qualité du produit fini, ou au cours du stockage, en raison des altérations consécutives de leurs acides gras poly-insaturés facilement oxydables (feillet et Dexter, 1996).

Les travaux qui associent la fraction lipidique à la qualité du blé, sont peu nombreux. Généralement, les lipides qui représentent 1-2% de la semoule de blé dur et des pâtes, jouent un rôle relativement important dans la qualité culinaire, en s'associant aux protéines au cours du malaxage ou du séchage des pâtes (Laignelet, 1983). L'effet des lipides sur les propriétés fonctionnelles de la pâte dépend d'un équilibre entre lipides polaires et non polaires.

- **Les substances minérales :**

Dexter et Matsuo (1977) ont montré que la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. Les études de Matweef (1946), montrent que les cendres des enveloppes peuvent varier du simple au double pour la même variété de blé suivant son milieu de culture. Pour Matweef (1966), la teneur en cendres d'une semoule ne peut réellement servir de critère de pureté que dans la mesure où elle peut être ramenée à celle du grain entier par la détermination du rapport de la teneur en cendres des semoules sur la teneur en cendres du blé qui doit être inférieur à 0,5.

Chapitre IV

Evaluation de la qualité d'un blé dur

Produced with ScanTopDF

4.1- Introduction

La notion de la qualité de blé dur est très complexe et elle dépend surtout de l'utilisation que l'on en fait. C'est ainsi qu'au cours de ce chapitre nous définirons avant tout ce qu'on entend par notion de qualité au sens large (paragraphe 4.2) puis nous exposerons la notion de qualité technologique du blé c'est-à-dire sa valeur meunière et semoulière et la qualité de ses pâtes alimentaires (paragraphe 4.3), et on précise les normes de qualité (paragraphe 4.4).

4.2- Notion de qualité :

La consommation annuelle de blé dur en Algérie est de 102 Kg/habitant.

Grâce à sa valeur nutritionnelle élevée et à ses qualités technologiques (viscosité de l'albumen, finesse des enveloppes, teneur élevée en protéines, pigments caroténoïdes et ténacité du gluten), le blé dur est utilisé comme matière première pour la fabrication des semoules, des pâtes alimentaires, du couscous et de la galette. Aussi l'objectif essentiel de la sélection demeure l'obtention d'une semoule et pâtes alimentaires de qualité répondant aux exigences des industriels et du consommateur. Dans le bassin méditerranéen, et spécialement dans les régions du sud de l'Italie dont la principale vocation est la production de pâtes, le blé dur trouve une large utilisation dans la préparation de plusieurs types de pains (Ciaffi *et al.*, 1995).

La filière blé dur dispose aujourd'hui de nombreux tests fiables d'appréciation de la qualité. Toutefois cet ensemble de mesures est évolutif et son enrichissement progressif vient de la créativité des chercheurs et de nouveaux besoins exprimés par les industriels. C'est la raison pour laquelle les partenaires de la filière se sont accordés sur différentes mesures, analyses et tests, dont la mise en application permet une évaluation globale donnant satisfaction.

La notion de « qualité » de blé dur est très complexe. Sa définition dépend à la fois des variétés, des conditions de culture, de l'interaction entre génotype-milieu et de la valeur nutritionnelle (Liu *et al.* ; 1996). Le blé et la semoule sont utilisés comme suit:

- Le semoulier recherche des variétés à poids spécifique élevé car les unités de transformation se basent sur ce paramètre pour triturer le blé (feillet et Dexter, 1996).
- Le pastier recherche des semoules pures et non contaminées par le son.
- La ménagère recherche des semoules pures et de couleur ambrée. Cette semoule de qualité supérieure doit présenter une granulométrie homogène et une bonne teneur en gluten.

4.3- Qualités technologiques du blé dur :

4.3.1- Notion de la qualité technologique :

La qualité technologique du blé dur englobe toute une série de caractéristiques qui vont de rendement en semoule jusqu'à l'aptitude à la transformation de cette semoule en pâtes (Ait kaki, 2002).

4.3.2- Appréciation de la valeur technologique d'un blé dur :

Les caractères technologiques d'un blé sont fortement liés à sa variété. L'appréciation de la valeur des blés durs repose donc sur la caractéristique suivante :

4.3.2.1- Valeurs en qualité semoulières des blés :

Le blé dur, *triticum durum*, se distingue du blé tendre, *Triticum estivum* par des caractéristiques génétiques et morphologiques (Abecassis, 1991). Sur le plan technologique, le blé dur possède comme son nom d'espèce l'indique un grain de structure cornée et de consistance dure, la vitrosité de son amande lui confère l'aptitude particulière à être transformé en semoule dont l'usage courant consiste à les transformer en pâte alimentaire (Cubadda, 1988, MOK 1997, in Ait kaki, 2002).

Les semoules sont des particules d'albumen dont les dimensions sont comprises entre 150 et 500 μ m (feillet, 2000).

La granulométrie des semoules varie beaucoup en fonction des marchés et des usages locaux. Dans les pays du Maghreb et du Moyen-Orient, on utilise surtout des grosses semoules pour la fabrication du couscous. Dans les pays Européens et d'Amérique du Nord, où le développement de la semoulerie est lié à l'accroissement de la demande en pâtes alimentaires, les semoules moyennes ou fines sont alors préférées (Abecassis, 1991). En Algérie, par le biais des unités de transformation, distingue à partir du blé dur différents types de semoules :

- **semoule SSSE** : Appelée aussi « semoule extra ». Ses particules sont fines, elle présente une granulométrie comprise entre 150 et 500 μ m dont le refus au tamis 120 μ m est de 90%, cette semoule est orientée vers la fabrication des pâtes alimentaires, industrielles et autres.

- **Semoule SGM** : Appelée « semoule moyenne » comprise entre 500 et 800 μ m, elle présente un refus de 90% au tamis 100 μ m. Cette semoule est généralement vendue en

« l'état » pour l'utilisation ménagère (couscous, galette, crêpes) et pour la fabrication du couscous industriel type « moyen ».

- **Semoule SG :** Appelée grosse, de granulométrie 800 μm . Elle doit avoir un refus de 50% au tamis 30 et 40 μm . Cette semoule est destinée essentiellement au couscous de type « gros » (Abecassis, 1991).

Les qualités de la semoule peuvent être divisées en deux catégories : celles qui se révèlent sur la semoule même, comme, surtout, sa coloration et celles qui nécessitent sa transformation en pâte compacte, crue ou cuite, pour pouvoir être appréciées. (Gordon, 1991)

L'influence de certaines caractéristiques des grains sur leur valeur semoulière est bien connue des semouliers. Cette valeur peut être aussi définie comme l'aptitude d'un blé dur à donner un rendement élevé en semoule de pureté déterminée, peut-être appréciée indirectement par le pourcentage des grains brisés, de moucheture, d'impureté, de blé mitadinés, par le poids spécifique et le degré d'humidité, et enfin par l'homogénéité de la taille des grains et par le taux de cendre (Cherdouh, 1999, feillet, 2000).

D'après Abecassis (1991), La valeur semoulière est la quantité de semoule d'une pureté déterminée que peut fabriquer un semoulier à partir des blés qui lui sont livrés. Elle dépend en fait de deux groupes de facteurs :

- les conditions de culture et de récolte :

L'influence des conditions de la culture et de la récolte sur la valeur semoulière est évidente. Il en est d'ailleurs régulièrement tenu compte dans les transactions commerciales. Entrent dans cette catégorie les caractéristiques suivantes :

- La teneur en eau du grain que l'on souhaite la plus faible possible, elle est généralement comprise entre 12 et 18% de matière sèche.
- Le taux d'impureté, le plus souvent égale à 2 ou 3% et qui représente la somme des produits étrangers utilisables (graines d'autres céréales, graines de légumineuses), nuisibles (nielle, ivraie) ou inertes (pierre, cailloux).
- Le taux et la grosseur des grains cassés qu'il est parfois impossible de séparer d'autres impuretés au cours de nettoyage.

Ces différentes caractéristiques influencent le poids à l'hectare.

- La richesse en matières minérales dépend du taux d'extraction que l'on entend contrôler, mais également de la minéralisation des blés.

Selon Matweef (1946) cité par Ait-kaki (2002), les semoules sont jugées suffisamment pures lorsque leur teneur en cendre correspond à la moitié de celle du blé, avec une tolérance de 5% en plus ou moins.

4.3.2.2- Qualité de deuxième transformation ou valeur pastière :

La valeur pastière regroupe deux notions, d'une part l'aptitude des semoules à être transformées en pâtes alimentaires, d'autre part la qualité des produits finis. Le premier aspect ne doit pas être mésestimé. Mais on manque de données objectives quant à la différence de comportement des blés à ce niveau. Pour le consommateur, bien que l'importance, qu'il leur accorde soit différente selon les pays, deux critères sont essentiels. Il y a d'abord l'aspect de la pâte à cuire et le comportement de cette pâte au cours de la cuisson. (La qualité culinaire).

A- Aspect des pâtes alimentaires :

Les pâtes alimentaires recherchées par le consommateur doivent être claires et de couleurs jaunes – ambrées, exempte de gerçures et de piqûres et présentent une belle texture superficielle. La couleur dépend des caractéristiques des blés utilisés (teneur en pigments et en oxydoréductases) et des réactions d'oxydoréduction intervenant au cours des différentes étapes de la fabrication des pâtes, qui modifient les composantes des semoules de natures protéique, polysaccharides ou lipidique (Trentesaux, 1993).

B- La qualité culinaire :

D'après (feillet et Dexter, 1996 .Ait-kaki, 2002), la qualité culinaire supérieure est liée au rapport élevé glutamine / gliadine ou pourcentage élevé des protéines insolubles.

Elle peut être appréciée par les caractéristiques suivantes :

- Temps minimal, optimal et maximal de cuisson, qui correspondent respectivement au temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé, au temps nécessaire pour donner à la pâte la texture recherchée et temps au-delà duquel il y a délitescence dans l'eau de cuisson.
- L'absorption (ou le gonflement) d'eau pendant la cuisson (d'une manière générale, 100g de pâtes sèches fixent 160ml à 180ml d'eau).
- Texture des produits cuits, qui rend compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson (caractéristiques rhéologique).
- État de surface (notions de collant et de délitescence).

- Arome et goût (feillet, 2000).

Les pâtes considérées de bonne qualité sont celles qui possèdent l'aptitude à conserver une bonne cohésion et une fermeté satisfaisante même après une cuisson prolongée (Trentesaux, 1995).

4.4- Norme de qualité :

4.4.1- Norme de qualité pour blé dur :

Le blé dur présente les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique égal ou supérieur à 74kg à l'hectolitre (0.74g/ cm³).
- Taux d'humidité inférieur ou égal à 17%.
- Présence de graine miscible inférieure ou égale à 0.25%.
- Présence d'ergot inférieur ou égal à 1% (Anonyme, 1978).

La norme CODEX STAN 199-1995 pour le blé et le blé dur s'applique au blé (variétés de l'espèce *triticum aestivum* L) et au blé dur (*triticum durum* Desf) en grains.

Les caractéristiques essentielles de composition et de qualité sont d'abord des facteurs visant à la sécurité alimentaire telle que le fait que les grains soient « sains et propres à la transformation pour la consommation humaine ». Ils doivent également ne pas présenter de saveurs et d'odeurs anormales, d'insectes et d'acariens vivants.

Tableau 1 : la norme codex stan 199-1995 pour le blé et le blé dur.

Eléments	Définition	Taux maximum autorisée
Eau		14,5% m/m
Sclerotium du champignon <i>claviceps purpurea</i>		0,05% m/m
Autres grains généralement reconnues comme dangereux pour la santé – métaux lourds		Absente au teneur ne pouvant avoir aucun impact sur la santé.
Souillures	Impuretés d'origine animales y inclus les animaux morts	0,1% m/m
Matières étrangères Organiques	Substances du type organique différentes des grains comestibles de céréales.	1,5% m/m
Matières étrangères Organiques	Pierre, poussières	0,5% m/m
Grains germés		3%

4.4.2- Norme de qualité pour la semoule :

Norme réglementaires caractérisants les différentes semoules conformément à l'arrêté interministériel du 25/05/1997 relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur aux conditions et modalités de leur étiquetage .[6]

Tableau 2 : la norme de qualité pour la semoule.

Nom du produit	Taux de cendre rapportés à la matière sèche	Taux d'acidités exprimés en acide sulfurique	Humidité maximum
Semoule supérieure de blé dur	0.90% maximum tolérance 0,02	0,055 MS Maximum	14,5% MS
Semoule courante de blé dur première	1.20% maximum tolérance 0,02	0,065 MS Maximum	14,5% MS
Semoule courante de blé dur deuxième	1.30% maximum tolérance 0,3	0,080 MS Maximum	14,5% MS

Le taux d'acidité des semoules est exprimé en gramme d'acide sulfurique ramené à 100 grammes de matière sèche.

* Selon l'arrêté cité ci dessus la granulométrie des semoules de blé dur est déterminée comme suite :

A- Semoule grosse :

- ✓ Passage total au tamis 1220 microns.
- ✓ Refus total au tamis 710 microns.

Tolérance d'extraction 3% maximum.

B- Semoule moyenne :

- ✓ Passage total au tamis 905 microns.
- ✓ Refus total de tamis 450 microns.

Tolérance d'extraction 5% maximum.

C- Semoule fine :

- ✓ Passage total au tamis 630 microns, avec une tolérance de 5%.
- ✓ Refus total au tamis 155 maximum.

Tolérance d'extraction 15% maximum.

- * Les semoules doivent contenir un taux de protéines égal au minimum à 11% du poids sec, et présenter un temps de chute supérieur ou égal à 250 secondes.

D- Semoule supérieure :

Destinée pour les pâtes alimentaires.

4.4.3- Norme de qualité pour les pâtes alimentaires :**Tableau 3 :** les normes officielles pour les pâtes alimentaires. [6]

Humidité	14,5% % MS maximum
Cendre	0.88% maximum Tolérance 0,02%
Acidité	0.020% maximum Tolérance
Granulation	Extraction totale au tamis 450 microns tolérance 5% Refus total au tamis 250 microns
Taux de protéine	Supérieur ou égal à 11%
Taux de gluten	Supérieur ou égal à 13%

A- Norme CODEX pour couscous :

- Le couscous doit être nettoyé, sain et propre à la consommation humaine.
- Tous les traitements appliqués aux matières servant à la production du couscous sont réalisés de manière à limiter la réduction de la valeur nutritive et éviter toute modification indésirable des propriétés du couscous.
- Humidité: la teneur en humidité du couscous ne doit pas dépasser 13.5%.
Aucun additif alimentaire ne doit être incorporé lors de la fabrication industrielle du couscous. [2]

4.4.4- Méthodes expérimentales d'évaluation de la qualité du blé dur :

Les méthodes d'appréciation de la qualité du blé dur concernant le grain, les semoules et les produits de leur transformation en pâtes et les différentes analyses sont classées sous les trois rubriques suivantes :

- Analyses technologiques des grains et semoules.
- Analyses physico-chimiques du grain.
- Analyses biochimiques des semoules.

Introduction

Cette deuxième partie traite des moyens matériels, la collecte des données et des différentes méthodes utilisées aussi bien dans la collecte des données que dans leurs analyses.

Elle comprend deux chapitres dont le premier est relatif au matériel végétal et aux différentes caractéristiques technologiques étudiées du blé dur (chapitre 5) et un deuxième chapitre qui concerne la collecte des données et leurs analyses à l'aide de méthodes statistiques appropriées (chapitre 6).

Chapitre V

Matériel végétal et caractéristiques technologiques du blé

Produced with ScanTopDF

5.1- Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons en détails successivement les régions d'étude et le matériel végétal expérimenté (paragraphe 5.2), puis les différentes caractéristiques technologiques du blé étudiées dans le cadre de ce travail (paragraphe 5.3).

5.2- Régions d'étude et matériel végétal :

5.2.1- Les régions d'étude :

Afin de pouvoir faire des comparaisons dans le temps et dans l'espace nous avons choisis les données de deux années consécutives (2003/2004 et 2004/2005) obtenues sur le site d'El-khroub (Constantine).

Afin de pouvoir faire des comparaisons dans le temps nous avons choisis les données de deux années consécutives (2003/2004 et 2004/2005) obtenues sur le site d'El-khroub (Constantine).

Les essais ont été installés sur une précédente jachère travaillée, et ont reçu une fertilisation de fond de 46 unités de phosphore (46 kg de P_2O_5 /ha) et de 46 unités d'azote en couverture (46kg/ha d'azote) au tallage. Le semis a été effectué au cours de la période allant de fin novembre à la mi-décembre à une dose de 100 kg/ha et la récolte a eu lieu de mi-juin à début juillet.

Pour chacune des deux années le dispositif expérimental adopté était le bloc aléatoire complet ou bloc de Fisher ou bloc randomisé avec quatre répétitions. Les 5 variétés de blé dur ont été réparties au hasard dans chacun des blocs (Dagnelie, 2003). Chacune des parcelles à 10 mètres de longueur sur 1,2 mètres de largeur avec 6 lignes de blé distantes de 0,2 m, la surface récoltée est de 9 m de longueur sur 0,8 m de largeur.

On a effectué un stage d'un mois au niveau des **Moulins Amor Benamor** à Elfedjoudj Guelma, durant cette période on a suivi toutes les différentes étapes de la fabrication de semoule et de la pâte alimentaire.

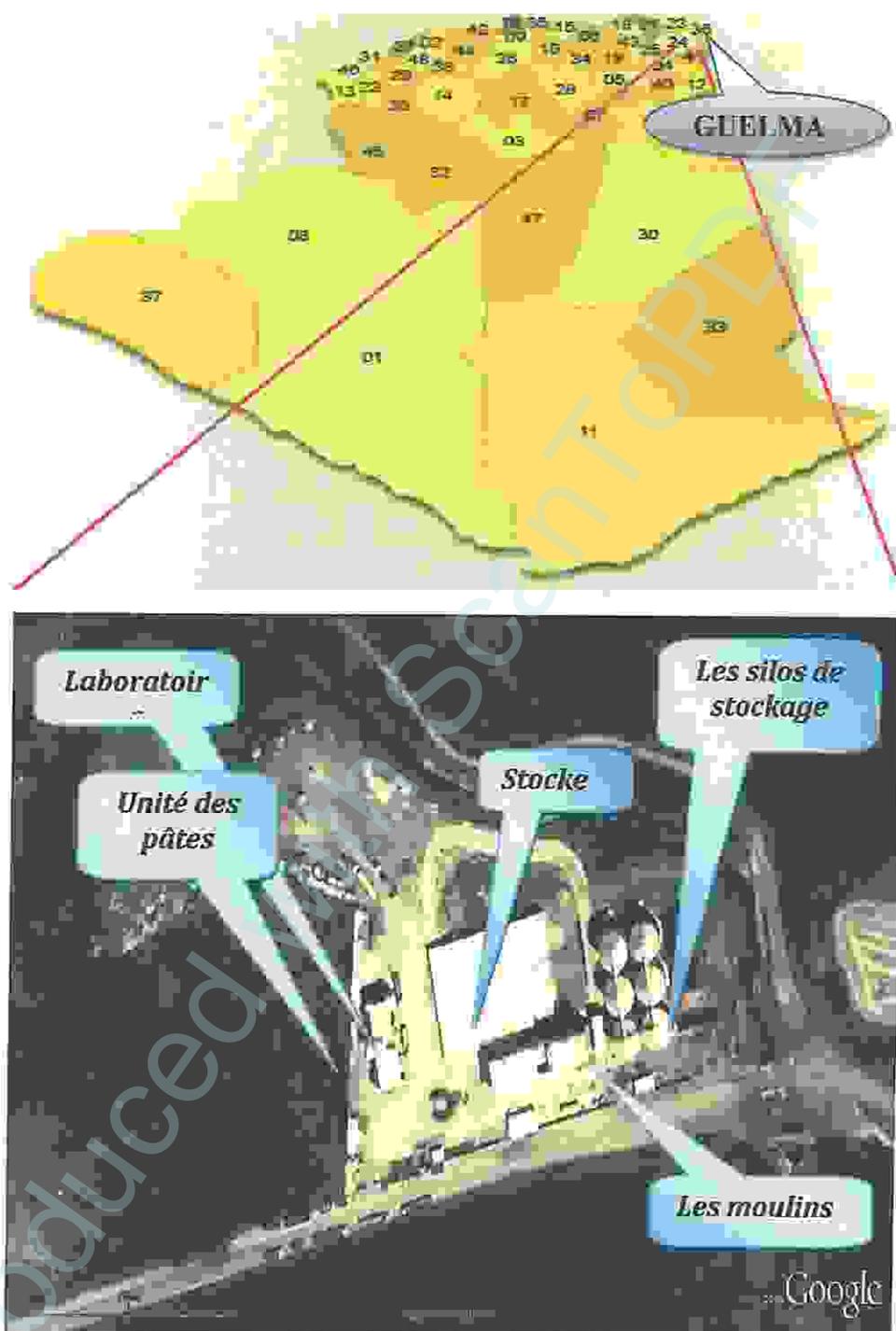


Figure 5 : Présentation du site d'étude (les moulins AMORBENAMOR)
(Google, 2009).

5.2.2- Matériel végétal :

L'expérimentation a été réalisée sur un gemoplasme de blé dur (*Triticum durum* Desf) et a concerné 05 variétés de blé dur sélectionnées et produites dans les zones de production céréalière en Algérie.

Le tableau suivant présente la liste des variétés en question ainsi que leurs origines et leurs lieux de sélection.

Tableau 4 : Variétés, origines et lieu de sélection.

Variétés	Symboles	Origine	Lieu de sélection
Cirta	V1	Sélection locale	I.T.G.C-Khroub
Mexicali (Tassili)	V2	CIMMYT	Sélection I.T.G.C. Alger
Montpellier (Bibans)	V3	France (Montpellier)	I.T.G.C. 1965 Alger
Vitron (Horrar)	V4	Introduite d'Espagn	I.T.G.C-Tiairet
Waha	V5	ICARDA	I.T.G.C-El- Khroub 1976

5.2.3- Le matériel utilisé dans notre travail :

- Balance électronique
- Etuve (EM10)
- Colorimètre (CR-410)
- Four a moufle

A- Balance électronique :

Simple de fonctionnement et robustes, ces balances sont conformes aux exigences les plus élevées concernant la qualité, la sécurité, et la durée de vie. [3]

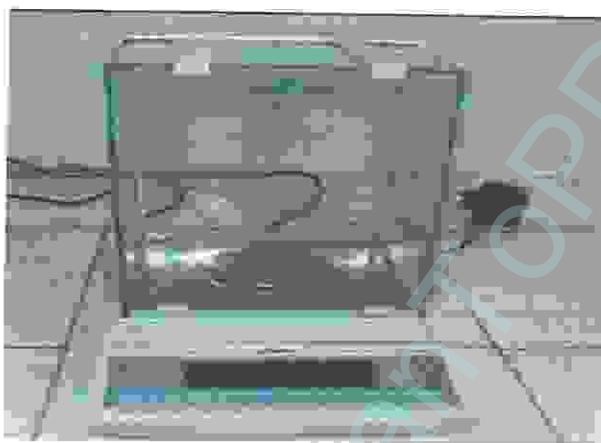


Figure 6 : Balance électronique. [3]

B- Etuve (EM10) :

Le dispositif permet de déterminer la teneur en eau des grains et pulvérulents par la méthode de référence, son principe est basé sur la dessiccation naturelle d'un échantillon de produit soumis à la température de l'étuve. [3]



Figure 7 : Etuve (EM10). [3]

C- Colorimètre (CR-410) :

Le colorimètre CR-410, dont l'ouverture de mesure est 50mm, convient à la mesure des couleurs en réflexion et déviations de teintes pour la plupart des champs d'activité. Il répond aux demandes déverser et variées des industriels, pour toutes sortes de substances, des produits alimentaires. Appropriate pour des mesures sur des surfaces structurées ou inégales tels que des granulats, tissus, laine, pierres.....etc. [4].



Figure 8 : Colorimètre (CR-410). [4]

D- Four a moufle :

Four d'incinération a moufle BUHLER MLI 1100.

Le MLI1100 sert à la détermination des cendres dans les céréales et leurs dérivés par incinération à 900°C, incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C jusqu'à combustion complète de la matière organique et pesée de résidu obtenu. [5]



Figure 9 : Four a moufle. [5]

5.3- Caractéristiques technologiques :

Les tests technologiques effectués au niveau du Laboratoire « qualité blé dur » de l'I.T.G.C d'El-Harrach, le laboratoire de biochimie (INA-El-Harrach) et le laboratoire de contrôle de la qualité Jet-LAB. Entreprise La Belle -Alger est :

Des analyses ont été également effectuées pour le taux de cendre et l'humidité au niveau du laboratoire d'AMORBENAMOR à Guelma.

- **Taux d'humidité:** c'est la perte de masse exprimée en pourcentage subie par le produit, elle est déterminée après séchage de 5g de blé broyé finement dans une étuve réglée à 130°C pendant deux heures.

✓ Intérêt :

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente trois intérêts principaux :

- **Intérêt technologique :** pour la détermination et la conduite rationnelle de l'opération de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle.

- **Intérêt analytique :** pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard).

- **Intérêt commercial et réglementaire :** les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneurs en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections.

✓ Principe :

Consiste en un étuvage à pression atmosphérique, à une température de 130°C à 133°C dans des conditions opératoirement définies. La perte de la masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit.

✓ **Mode opératoire :**

- Prenez le nombre nécessaire de coupelles (couvercles compris).
- Introduisez les coupelles dans l'étuve, les laisser pendant 15min à 130°C.
- Laissez refroidir les coupelles dans un dessiccateur environ 15min.
- Peser les coupelles vides, soit m_0 le poids d'une coupelle vide.
- Peser 5g du produit, soit m_1 (le poids de la coupelle vide plus la prise d'essai).
- Introduire dans l'étuve les coupelles contenant la prise d'essai et son couvercle et les y laisser séjourner durant 2 heures, temps à compter à partir du moment où la température de l'étuve est à nouveau entre 130°C et 133°C.
- En opérant rapidement, retirer les coupelles de l'étuve, la couvrir et la placer dans le dessiccateur, dans le cas d'essai en série ne jamais superposer les coupelles dans le dessiccateur.
- Dès que les coupelles sont refroidies à la température du laboratoire, en générale entre 30 et 45min après la mise en place dans le dessiccateur, et peser (m_2 son poids) (MARIE et al, 2001).

✓ **Expression des résultats :**

La teneur en eau exprimé en pourcentage en masse du produit tel quel est donnée par la formule suivants :

$$H = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \right) \times 100$$

m_0 : est la masse, en gramme de la capsule et de son couvercle.

m_1 : la masse, en gramme, de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai avant le séchage.

m_2 : est la masse, en gramme, de la capsule, du couvercle et de la prise d'essai après le séchage.

• **La teneur en cendres:**✓ **Définition**

Elle est déterminée par la pesée des résidus obtenus par incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de 900°C, jusqu'à combustion complète de la matière organique.

✓ Intérêt :

Ces mesures sont nécessaires pour quatre raisons (commerciale, technologique, sanitaire et sécuritaire).

1- **commerciale** : car le prix est principalement fixé par ces critères sur les marchés internationaux.

2- **Technologique** : car l'utilisation finale dépend du taux de protéines (meunerie, alimentation, animale)

3- **Sanitaire** : car plus il y a d'eau dans le grain plus le risque de développement de mycotoxines est important.

4- **Sécuritaire** : car les risques incendie et explosif d'un silo augmentent avec l'humidité.

✓ Principe :

Incération d'une prise d'essai dans un atmosphère oxydant, à une température de $900 \pm 25^\circ\text{C}$ jusqu'à combustion complète de la matière organique et pesée du résidu obtenu.

✓ Réactif :

Ethanol solution à 95% (v/v) minimum ou huile végétal exempt de résidu à incinération.

– Préparation de nacelles :

Les nacelles sont chauffées durant 15 min dans le four à moufle réglé à 900°C ; puis elles laissées refroidir dans le dessiccateur et enfin pesées.

– Prise d'essai :

Dans les nacelles préalablement préparées sont déposées 5g de l'échantillon (semoule) de chaque répétition, afin d'obtenir une incinération uniforme 1 à 2 ml d'éthanol sont ajoutés à la prise d'essai

– Perte des incinérations :

La porte du four étant ouverte, on place les nacelles et leur contenu à l'entrée du four préalablement chauffé à $900^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ jusqu'à ce que la matière s'enflamme.

- **Incinération :**

Aussitôt que la flamme est éteinte, on place avec précaution les nacelles dans le fond du four pour suivre l'incinération jusqu'à disparition des particules charbonneuses qui peuvent être incluse dans le résidu, et l'obtention d'une couleur gris clair ou blanchâtre. En général le temps d'incinération est de l'ordre de 1h15min, quand l'incinération est terminée, on retire progressivement les nacelles du four et les laisse refroidir sur la plaque unie thermorésistant pendant une minute, puis le dessiccateur jusqu'à la température ambiante (une heure environ) ensuite elles sont pesées (MARIE et al, 2001).

✓ **Expression des résultats et mode de calcul et formules :**

Le taux de cendre exprimé en pourcentage en masse est donné par les formules suivantes :

- **Taux rapporté à la matière tel qu'elle :**

$$(m_2 - m_0 / m_1 - m_0) \times 100$$

- **Taux rapporté à la matière sèche :**

$$(m_2 - m_0 / m_1 - m_0) \times 100 \times (100 / 100 - H)$$

m₀ : la masse en grammes de la nacelle.

m₁ : la masse en grammes de la nacelle et de l'échantillon.

m₂ : la masse en grammes de la nacelle et du résidu.

H : la teneur en eau (exprimée pourcentage en masse de l'échantillon pour assai

• **La couleur :**

L'appréciation de la couleur de la semoule se fait par un colorimètre. Les résultats sont exprimés dans le système L, a, b, dans les conditions retenues par la commission internationale de l'éclairage (CIE) (MARIE et al, 2001).

Indice de Brun $IN/B = 100 - L$.

Indice de jaune $IN/J = b$ (Alary et al, 1988).

Avec, **L** : lecture à la longueur d'onde 550 nm.

B : lecture à la longueur d'onde 480 nm.

Chapitre VI

Collecte des données et méthodes d'analyse statistique

Produced with Scantopdf

6.1- Introduction

Toute étude statistique peut être décomposée en deux phases au moins : le rassemblement ou la collecte des données, d'une part, et leur analyse ou leur interprétation, d'autre part.

La collecte des données est traitée au paragraphe (6.2). Quant à l'analyse statistique, elle peut être décomposée en deux étapes, l'une déductive ou descriptive et l'autre inductive.

La statistique descriptive a pour but de mesurer et de présenter les données observées d'une manière telle qu'on puisse en prendre connaissance aisément, par exemple sous la forme de tableaux ou de graphiques. Alors que l'inférence statistique permet d'étudier ou de généraliser dans certaines conditions les conclusions ainsi obtenues à l'aide de tests statistiques en prenant certains risques d'erreur qui sont mesurés en utilisant la théorie des probabilités.

Ainsi donc nous présenterons les principales méthodes statistiques univariées et multivariées utilisées pour décrire et analyser les données en question (paragraphe 6.3).

6.2- Collecte des données :

Les données des échantillons des 5 variétés de blé dur qui ont fait l'objet de notre étude nous ont été aimablement cédées par M^{lle} Derbel Nora enseignante à l'université de GUELMA et par l'Institut Technique des Grandes cultures à El-Khroub (I.T.G.C.).

Ces échantillons de blé dur analysés proviennent des expérimentations en blocs aléatoires complets réalisées au niveau d'un même site et durant deux campagnes agricoles consécutives (2003/2004 et 2004/2005).

Les 4 caractéristiques mesurées par échantillon de blé dur, par année sont les suivantes :

- Les cendres en % (CEND)
- L'humidité en % (HUM)
- L'indice de jaune (JAUN)
- L'indice de brun (BRUN)

Il y a lieu de signaler que les caractéristiques étudiées ont été mesurées chaque fois sur trois échantillons de blé dur (soit trois répétitions par caractéristique et par échantillon de blé dur).

Par ailleurs, des analyses ont été également effectuées pour le taux de cendre et l'humidité au niveau du laboratoire d'AMOR BENAMOR à Guelma.

La matrice de données obtenues par année est de dimensions ($n \times p$) avec 3 répétitions où $n = 5$ variétés de blé dur et $p = 4$ variables ou caractéristiques

6.3- Méthodes d'analyse statistique :

6.3.1- Description des données :

Pour mieux décrire les différentes variables morphométriques, physiologiques et biochimiques qui caractérisent chacune des variétés de blé dur étudiées, nous avons calculé certains paramètres statistiques de base tels que la moyenne arithmétique (\bar{x}), qui est un paramètre de position et de tendance centrale est l'écart-type (s) qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne. Ces paramètres ont été calculés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données MINITAB 2000 pour chacune des caractéristiques par variété et par année.

6.3.2- Le test t de STUDENT pour échantillons indépendants :

Le test t de STUDENT consiste à comparer les moyennes de deux populations à l'aide des données de deux échantillons indépendants (Dagnelie, 2006).

Ce test a été utilisé pour comparer entre les deux années, les moyennes de chaque caractéristique étudiée de chacune des 5 variétés de blé dur.

La réalisation du test t de STUDENT a été faite soit en comparant la valeur de t observée (t_{obs}) avec la valeur théorique $t_{1-\alpha/2}$ à partir de la table statistique t de STUDENT pour un niveau de signification $\alpha = 0,05$ et pour un certain nombre de degrés de liberté (ddl), soit en comparant la valeur de la probabilité p avec le niveau de signification $\alpha = 0,05$. Dans le premier cas on considère qu'il existe des différences significatives entre les deux moyennes si la quantité t_{obs} était supérieure ou égale à la valeur $t_{1-\alpha/2}$, et dans le deuxième cas on considère qu'il existe des différences significatives si la valeur de p était inférieure ou égale à la valeur $\alpha = 0,05$.

6.3.3- L'analyse de la variance (ANOVA) :

Le test d'analyse de la variance à un critère ou à un facteur de classification consiste à comparer plus de deux moyennes de plusieurs populations à partir des données d'échantillons aléatoires simples et indépendants (Dagnelie, 2006).

La réalisation du test se fait soit en comparant la valeur de F_{obs} avec une valeur théorique $F_{1-\alpha}$ extraite à partir de la table F de FISHER pour un niveau de signification $\alpha = 0,05; 0,01$ ou $0,001$ et pour K_1 et K_2 degrés de liberté, soit en comparant la valeur de la probabilité p avec toujours les différentes valeurs de $\alpha = 5\%, 1\%$ ou $0,1\%$. Selon que cette hypothèse d'égalité des moyennes est rejetée au niveau $\alpha = 0,05; 0,01$ ou $0,001$, on dit conventionnellement que l'écart observé est significatif, hautement significatif ou très hautement significatif. On marque généralement ces écarts d'un, deux ou trois astérisques (étoiles) (Dagnelie, 2006).

Ce test a été utilisé:

- pour comparer, entre variétés, par année et pour l'ensemble des deux années les moyennes de chacune des 4 caractéristiques obtenues.

6.3.4- Recherche de groupes de stations homogènes : méthode de la plus petite différence significative (p.p.d.s.).

Lorsqu'à l'issue d'un test d'analyse de la variance et pour des facteurs fixes, on est amené à rejeter l'hypothèse d'égalité de plusieurs moyennes, alors la question se pose de rechercher et de localiser les inégalités, ou en d'autres termes de rechercher quels sont les groupes de stations homogènes, pour telle ou telle caractéristiques mesurée. De nombreuses solutions ont été proposées pour répondre ou tenter de répondre à cette question (Dagnelie, 2003 et 2006).

Ces solutions sont groupées sous l'appellation générale de méthodes de comparaisons particulières et multiples de moyennes. Le choix entre les différentes approches est très largement fonction de la nature quantitative ou qualitative, des facteurs considérés, et de l'objectif qui a été fixé, ou qui aurait dû être fixé, au moment où la collecte des données a été décidée.

Parmi ces méthodes figure celle appelée la méthode de la plus petite différence significative ou *p.p.d.s.* qui s'applique en une seule étape et qui est, de ce fait, d'une utilisation très facile. Dans le cas le plus simple, son principe est de calculer la quantité :

$$t_{1-\alpha/2} \sqrt{2CM/n}$$

Appelée *p.p.d.s.* On considère tous les couples de moyennes (x_i, x_i') , et on conclue que les moyennes dont les différences $(x_i - x_i')$, atteignent ou dépassent cette limite, en valeur absolue, sont significativement inégales.

La valeur $t_{1-\alpha/2}$ est relative à la distribution *t* de Student pour un niveau de signification

$\alpha=0,05$, et dont le nombre de degrés de liberté *k* est celui du carré moyen résiduel (CMr) qui a servi de base de comparaison lors de l'analyse de la variance, et (*n*) représente le nombre de données ayant permis de calculer chacune des moyennes (Dagnélie, 2003 et 2006).

Les résultats obtenus sont généralement présentés sous forme de moyennes soulignées, les soulignements correspondant à des moyennes ou des groupes de moyennes (ou de stations) qui ne sont pas significativement différentes les unes des autres.

En ce qui nous concerne, et ceci dans le cas uniquement de la matrice de données globale des 2 années, chaque fois que l'égalité de plusieurs moyennes a été rejetée par l'analyse de la variance pour un facteur fixe, nous avons utilisé la méthode de la *p.p.d.s.* pour tenter de déterminer les groupes de moyennes qui sont identiques ou en d'autres termes les groupes de stations, qui sont aussi homogènes que possibles (Dagnélie, 2003 ; 2006).

6.3.5- Méthodes Statistiques Multivariées :

- **Comparaison, entre variétés, pour l'ensemble des caractéristiques: test d'analyse de la variance multivariée (MANOVA) :**

La comparaison des 5 variétés de blé dur, entre elles, pour l'ensemble des 4 caractéristiques mesurées a été réalisée à l'aide de l'analyse de la variance multivariée en utilisant trois tests statistiques qui sont : Wilk's lambda, Lawley-Hotteling et Pillai's trace (Dagnélie, 1986).

Cette méthode est une extension de l'analyse de la variance univariée, quand on a plusieurs variables qui ont été observées simultanément sur les mêmes individus.

Les trois tests cités précédemment et qui sont proposés par Palm (2000) et Dagnélie (1986) sont tous asymptotiquement d'égale puissance et aucun test ne peut être recommandé de manière systématique, de préférence aux autres (Dagnélie, 1986). Selon Huberty (1994) le test de Wilk's est le plus populaire.

Le test d'analyse de la variance multivariée (MANOVA) a été appliqué pour comparer, entre variétés, par années et pour l'ensemble des deux années les vecteurs de moyennes de l'ensemble des caractéristiques mesurées.

Partie III

Résultats statistiques et discussion

Produced with Scantopdf

Introduction

La troisième et dernière partie de ce travail est essentiellement consacrée à la présentation et à la discussion des différents résultats obtenus par les différentes méthodes statistiques.

Chapitre VII

Résultats

Du site d'étude

Produced with ScanTOPDF

7.1- Introduction

Dans ce chapitre nous présenterons et discuterons les principaux résultats statistiques obtenus pour le site d'El Khroub.

Nous commencerons par les résultats de la description des données (paragraphe 7.2) puis nous examinerons les résultats des analyses univariées à savoir les résultats du test t de Student et de l'analyse de la variance (paragraphe 7.3), de p.p.d.s et enfin, les résultats des méthodes statistiques multivariées (paragraphe 7.4).

7.2- Description des données :

Les tableaux (5 et 6) présentent la moyenne et l'écart-type calculés pour chacune des 4 variables mesurées sur les 5 variétés de blé dur. Ces résultats permettent d'observer la variation des données autour de la moyenne de chacune des 4 variables pour les différentes variétés étudiées. Les moyennes par variable sont comparées entre elles, d'une part, pour les 5 variétés à l'aide du test d'analyse de la variance et d'autre part, entre les deux années à l'aide du test t de Student pour échantillons indépendants.

Tableau 5 : Moyennes et écart-type pour l'année 2003/2004

Variable Variété	Cendre		Humidité		Indice Brin		Indice Jaune	
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype
Cirta	0,6967	0,1290	12,593	0,0757	9,0683	0,0258	18,960	0,350
Mexicali	0,7133	0,0651	12,423	0,0569	8,9733	0,1681	19,503	0,165
Montpellier	1,1067	0,0651	11,813	0,130	9,0243	0,0868	17,520	0,265
Vitron	0,9133	0,0404	13,277	0,0814	8,994	0,228	18,927	0,725
Waha	0,8667	0,1210	11,517	0,101	9,0837	0,0679	18,140	0,0656

Tableau 6 : Moyennes et écart-type pour l'année 2004/2005

Variable Variété	Cendre		Humidité		Indice Brin		Indice Jaune	
	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype	Moyenne	Ecartype
Cirta	0,9167	0,0945	13,167	0,0702	8,9967	0,0765	18,010	0,310
Mexicali	0,9067	0,0702	12,457	0,119	8,7640	0,1256	19,820	0,200
Montpellier	0,7733	0,0971	13,200	0,0557	9,1353	0,0319	19,737	0,338
Vitron	0,9533	0,0551	14,447	0,146	8,7447	0,0811	20,153	0,126
waha	1,0233	0,1150	14,057	0,107	8,7793	0,1387	20,177	0,0850

7.3- Résultats des analyses statistiques univariées :

7.3.1- Comparaison, entre années, des moyennes de chaque caractéristique pour chaque variété de blé dur : Résultats du test t de Student :

Les tableaux suivants montrent les résultats relatifs à la comparaison, entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour chaque variété de blé dur, obtenues à l'aide du test t de Student pour échantillons indépendants.

L'examen du tableau en question montre que :

A- Dans le cas de la variété Cirta :

Pour le taux de cendre, l'indice brun et l'indice jaune, la différence entre les deux années n'est pas significative, alors que pour l'humidité la différence est très hautement significative (Tableau 7).

Tableau 7 : la comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Cirta :

Variables	ddl	Moyenne		t_{obs}	P
		Année I	Année II		
Cendre	4	0,697	0,9167	2,38	0,076 ^{NS}
Humidité	4	12,5933	13,1667	9,62	0,001 ^{***}
Indice brun	4	9,0683	8,9967	1,54	0,199 ^{NS}
Indice jaune	4	18,690	18,010	2,52	0,066 ^{NS}

NB : P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

ddl = nombre de degrés de liberté.

t_{obs} = valeur observée de la variable t de Student.

N.S = des différences non significatives entre années.

*** = des différences très hautement significative entre années.

B- Dans le cas de la variété Mexicali :

Le tableau (8) montre bien qu'il y a une différence significative entre les deux années pour le taux de cendre, alors que pour les autres caractéristiques le facteur temps n'a aucun effet.

Tableau 8 : la comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Mexicali :

Variables	ddl	Moyenne		t_{obs}	P
		Année I	Année II		
Cendre	4	0,7133	0,9067	3,50	0,025*
Humidité	4	12,4233	12,457	0,44	0,685 ^{NS}
Indice brun	4	8,973	8,764	1,73	0,159 ^{NS}
Indice jaune	4	19,503	19,820	2,12	0,102 ^{NS}

NB: P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

ddl = nombre de degrés de liberté.

t_{obs} = valeur observée de la variable t de Student.

N.S = des différences non significatives entre années.

* = des différences significatives.

C- Dans le cas de la variété Montpellier :

Concernant cette variété seul l'indice brun ne présente pas de différences significatives, les autres caractéristique présentent une différence hautement à très hautement significative entre les deux années (Tableau 9).

Tableau 9: La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Montpellier :

Variables	ddl	Moyenne		t _{obs}	P
		Année I	Année II		
Cendre	4	1,1067	0,7733	4,94	0,008**
Humidité	4	11,813	13,2000	16,97	0,000***
Indice brun	4	9,0243	9,1353	2,08	0,106 ^{N.S}
Indice jaune	4	17,520	19,737	8,94	0,001***

NB: P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

ddl = nombre de degrés de liberté.

t_{obs} = valeur observée de la variable t de Student.

N.S = des différences non significatives

** = des différences hautement significatives.

*** = des différences très hautement significative.

D- Dans le cas de la variété Vitron :

Le tableau (10) montre bien que le taux de cendre et l'indice brun sont stables au cours de deux années, les deux autres caractéristiques montrent une différence significative (IJ) à très hautement significative (Hum) entre les deux années.

Tableau 10: La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Vitron :

Variables	ddl	Moyenne		t _{obs}	P
		Année I	Année II		
Cendre	4	0,9133	0,9533	1,01	0,368 ^{NS}
Humidité	4	13,2767	14,447	12,14	0,000 ^{***}
Indice brun	4	8,994	8,7447	1,79	0,149 ^{NS}
Indice jaune	4	18,927	20,153	2,89	0,045 [*]

NB: P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

ddl = nombre de degrés de liberté.

t_{obs} = valeur observée de la variable t de Student.

N.S = des différences non significatives.

* = des différences significatives.

*** = des différences très hautement significative.

E- Dans le cas de la variété Waha :

A partir du tableau (11), seulement le taux de cendre a donné les mêmes résultats pendant les deux années, bien que les autres caractéristiques ont été influencées au cours des deux années.

Tableau 11: La comparaison entre les deux années, des valeurs moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour la variété Waha :

Variables	ddl	Moyenne		t _{obs}	P
		Année I	Année II		
Cendre	4	0,867	1,023	1,63	0,179 ^{NS}
Humidité	4	11,517	14,057	29,89	0,000***
Indice brun	4	9,0837	8,779	3,41	0,027*
Indice jaune	4	18,1400	20,1767	32,85	0,000***

NB: P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

ddl = nombre de degrés de liberté.

t_{obs} = valeur observée de la variable t de Student.

N.S = des différences non significatives.

* = des différences significatives.

*** = des différences très hautement significative.

– Résultats du test t de Student de la comparaison, entre les deux années des moyennes de chacune des 4 caractéristiques pour l'ensemble des 5 variétés de blé dur :

Pour l'ensemble des variétés uniquement le taux de cendre a gardé son niveau au cours des deux années, pour les trois autres caractéristiques, le temps a une influence significative à très hautement significative.

Tableau 12 : Test t de Student (Comparaison entre les 2 années pour l'ensemble des variétés).

Variable	Moyenne		t_{obs}	P
	Année 1	Année 2		
Cendre	0,859	0,915	1,04	0,309 ^{NS}
Humidité	12,325	13,465	4,52	0,000 ^{***}
Indice brun	9,029	8,884	2,56	0,016*
Indice jaune	18,556	19,579	3,43	0,002**

NB: P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

t_{obs} = valeur observée de la variable t de Student.

N.S = des différences non significatives.

* = des différences significatives.

** = des différences hautement significatives.

*** = des différences très hautement significative.

7.3.2- Comparaison, entre les 5 variétés, des valeurs moyennes de chacune des caractéristiques étudiées, pour chacune des deux années et pour l'ensemble des deux années : Résultats du test d'analyse de la variance et le test de p.p.d.s :

- **Analyse de la variance à un critère pour la comparaison entre les variétés par paramètre et par année : année 2003/2004,**

A- Les cendres :

Le tableau qui suit montre qu'il y a une différence hautement significative entre les 5 variétés de blé pour le caractère cendre. Le test de la p.p.d.s de TUKEY nous précise qu'ils existent deux groupes homogènes qui sont : le premier groupe (Montpellier, Vitron et Waha) et le deuxième (Vitron, Waha, Mexicali et Cirta). Dans chaque groupe les variétés présentent en moyenne le même niveau du taux de cendre.

Tableaux 13 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour le taux de cendre année 2003/2004.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	0,335760	0,083940	10,15	0,002**
Variété résiduelle	10	0,082733	0,08273		
Total	14	0,418493			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.
 SCE = somme des carrés des écarts.
 CM = carré moyen.
 F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.
 P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.
 **= des différences hautement significatives.

Tableau 14 : résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de cendre pour l'année 2003/2004.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	1,1	A
Vitron	3	0,9	A B
Waha	3	0,9	A B
Mexicali	3	0,7	B
Cirta	3	0,7	B

B- L'humidité :

Le tableau qui suit montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les 5 variétés de blé pour le caractère humidité. Le test p.p.d.s donne quatre groupes différents qui sont :

- Le groupe Montpellier.
- Le groupe Vitron et Waha.
- Le groupe Mexicali et le groupe Cirta.

Tableaux 15 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour l'humidité année 2003/2004.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	5,7076	1,4269	166,83	0,000***
Variété résiduelle	10	0,0855	0,0086		
Total	14	5,7931			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.
 SCE = somme des carrés des écarts.
 CM = carré moyen.
 F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.
 P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.
 *** = des différences très hautement significative.

Tableau 16 : résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable humidité pour l'année 2003/2004.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	13,3	A
Vitron	3	12,6	B
Waha	3	12,4	B
Mexicali	3	11,8	C
Cirta	3	11,5	D

C- L'indice brun :

Le tableau qui suit montre qu'il n'y a aucune différence significative entre les 5 variétés de blé pour le caractère indice de brun. Le test de la p.p.d.s donne deux groupes homogènes qui sont : Le premier groupe : Montpellier, Vitron. Le deuxième groupe : Vitron, Mexicali, Waha et Cirta.

Tableau 17 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour l'indice de brun année 2003/2004

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	0,02657	0,00664	0,36	0,834 ^{NS}
Variété résiduelle	10	0,18632	0,01863		
Totale	14	0,21289			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

N.S = des différences non significatives.

Tableau 18 : résultat du test de Tukey (p.p.d.n) pour la variable de l'indice brun pour l'année 2003/2004.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	9,1	A
Vitron	3	9,0	AB
Waha	3	8,8	B
Mexicali	3	8,8	B
Cirta	3	8,7	B

D- L'indice jaune :

Le tableau qui suit montre qu'il y a une différence très hautement significative entre les 5 variétés de blé pour le caractère l'indice de jaune. Le test de la p.p.d.s donne deux groupes homogènes qui sont : Le premier groupe : Montpellier, Vitron, Mexicali et Waha
Le deuxième groupe : Cirta.

Tableaux 19 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour l'indice de jaune année 2003/2004.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	6,8974	1,7244	11,49	0,001***
Variété résiduelle	10	1,5007	0,1501		
Totale	14	8,3981			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

***= des différences très hautement significative.

Tableau 20 : résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de l'indice jaune pour l'année 2003/2004

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	20,2	A
Vitron	3	20,2	A
Waha	3	19,8	A
Mexicali	3	19,7	A
Cirta	3	18,0	B

- Analyse de la variance à un critère pour la comparaison entre les variétés pour l'année 2004/2005.

La synthèse des résultats obtenus dans les tableaux suivants montre que pour la deuxième année, les variétés ont présenté les mêmes valeurs de taux de cendre, des valeurs très hautement significatives d'humidité et des valeurs hautement à très hautement significatives d'indice de couleur. Ainsi que les groupes homogènes des variétés par variable.

A- Les cendres :

Tableau 21 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour les cendres : année 2004/2005.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	0,100040	0,025010	3,16	0,064 ^{NS}
Variété résiduelle	10	0,079133	0,007913		
Total	14	0,179173			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

N.S = des différences non significatives.

Tableau 22 : résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de cendre pour l'année 2004/2005.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	1,0	A
Vitron	3	1,0	AB
Waha	3	0,9	AB
Mexicali	3	0,9	AB
Cirta	3	0,8	B

B- L'humidité :

Tableau 23 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour l'humidité : année 2004/2005.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	7,4691	1,8673	169,96	0,000***
Variété résiduelle	10	0,1099	0,0110		
Total	14	7,5790			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

***= des différences très hautement significative.

Tableau 24 : résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable d'humidité pour l'année 2004/2005.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	14,4	A
Vitron	3	14,1	B
Waha	3	13,2	C
Mexicali	3	13,2	C
Cirta	3	12,5	D

C- L'indice brun :

Tableau 25 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour l'indice de brun : année 2004/2005.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	0,361893	0,090473	9,33	0,002**
Variété résiduelle	10	0,096939	0,009694		
Total	14	0,458832			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

**= des différences hautement significatives.

Tableau 26 : résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de l'indice brun pour l'année 2004/2005.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	9,1	A
Vitron	3	9,0	AB
Waha	3	8,8	B
Mexicali	3	8,8	B
Cirta	3	8,7	B

D- L'indice jaune :

Tableau 27 : Analyse de la variance. Résultats de la comparaison entre les 5 variétés pour l'indice de jaune : année 2004/2005.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
Variété	4	9,6953	2,4238	44,30	0,000****
Variété résiduelle	10	0,5472	0,0547		
Total	14	10,2425			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

****= des différences très hautement significative.

Tableau 28: résultat du test de Tukey (p.p.d.s) pour la variable de cendre pour l'année 2003/2004.

Niveau	N	Moyenne	Groupement
Montpellier	3	20,2	A
Vitron	3	20,2	A
Waha	3	19,8	A
Mexicali	3	19,7	A
Cirfa	3	18,0	B

- **Analyse de la variance à un critère pour la comparaison entre les variétés pour l'ensemble des deux années.**

La synthèse des résultats obtenus dans les tableaux suivants montre que pour l'ensemble des deux années, les variétés ont présenté les mêmes valeurs de taux de cendre, de l'indice de couleur (indice de brun et indice de jaune) et des différences significatives pour l'humidité.

A- Les cendres :

Tableau 29 : Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour l'ensemble des deux années, pour le taux de cendre.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
C23	4	0,12421	0,03105	1,56	0,125 ^{NS}
Erreur	25	0,49642	0,01986		
Total	29	0,62063			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

N.S = des différences non significatives.

B- L'humidité :

Tableau 30 : Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour l'ensemble des deux années, pour le taux d'humidité.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
C23	4	7,8254	1,9563	3,20	0,030*
Erreur	25	15,3052	0,6122		
Total	29	23,1305			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

*= des différences significatives.

C- L'indice brun :

Tableau 31 : Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour l'ensemble des deux années, pour l'indice brun.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
C23	4	0,22137	0,05534	2,28	0,089 ^{NS}
Erreur	25	0,60760	0,02430		
Total	29	0,82897			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

N.S = des différences non significatives.

D- L'indice jaune :

Tableau 32 : Analyse de la variance. Résultat de la comparaison entre variétés pour l'ensemble des deux années, pour l'indice jaune.

Source	ddl	SCE	CM	F _{obs}	P
C23	4	7,7533	1,9383	2,59	0,061 ^{NS}
Erreur	25	18,7414	0,7497		
Total	29	26,4947			

N.B: ddl = nombre de degrés de liberté.

SCE = somme des carrés des écarts.

CM = carré moyen.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

N.S = des différences non significatives.

7.4- Résultats des analyses statistiques multivariées :

7.4.1- Test d'analyse de la variance multivarié : résultats statistiques

Le test d'analyse de la variance multivariées (MANOVA) a été appliqué à une matrice de données de dimensions $n \times p = 5 \times 4$, où n représente les 5 variétés p les 4 caractéristiques technologiques. Les trois tests Wilk's, Lawley-Hotelling et Pillai's aboutissent aux mêmes résultats. C'est-à-dire que dans le cas des 4 caractéristiques les 3 tests concluent à l'existence de différences très hautement significatives entre les 5 variétés.

Les tests de la MANOVA confirment totalement les résultats du test des analyses de la variance univariées (ANOVA) obtenus précédemment.

Tableau 33 : Résultats de test d'analyse de la variance multivarié (MANOVA)

Test	ddl	Nbr	Statistique du test	F _{obs}	P
Wilk's	22	16	0,00047	15,485	0,000***
Lawley-Hotelling	22	16	188,55054	64,814	0,000***
Pillai's	40	16	2,28731	3,339	0,001***

N.B : ddl = nombre de degrés de liberté.

F_{obs} = valeur observée de la variable F de FISHER.

P = probabilité de mettre en évidence des différences significatives.

***= des différences très hautement significative.

Conclusion et perspectives

Produced by Scantopdf

Conclusion générale et perspective

Le présent travail a trait à l'étude de la variation temporelle de certaines caractéristiques technologiques observées sur 5 variétés de blé dur cultivées en Algérie, durant deux années consécutives.

L'application du test t de Student dans la comparaison, entre années, des moyennes de chaque caractéristique pour chaque variété de blé dur a montré que pour chaque caractéristique il existe, d'une part, certaines variétés qui présentent des différences significatives à très hautement significatives entre les deux années et qu'il existe, d'autre part, d'autres variétés ne présentant pas de différences significatives entre années.

Il apparaît clairement que les variétés varient d'une caractéristique à une autre et d'une année à l'autre et présentent souvent des écarts n'ayant pas toujours le même niveau de signification.

D'autre part, le test d'analyse de la variance univariée a montré qu'il existe des différences hautement significatives entre les 5 variétés de blé dur et ceci pour chacune des 4 caractéristiques étudiées. Ces conclusions ont d'ailleurs été obtenues pour chacune des deux années séparément et pour l'ensemble des données des deux années.

Les tests de l'analyse de la variance multivariée ont également confirmé les résultats des analyses de la variance univariées, dans la mesure où les trois tests multivariés conduisent à l'existence de différences très hautement significatives entre les 5 variétés de blé dur pour chacune des deux années et pour l'ensemble des données des deux années.

Nous pensons donc que les données collectées sur deux années consécutives ne sont pas suffisantes pour bien tirer des conclusions fiables quant à la variation temporelle des caractéristiques étudiées. Aussi pour bien étudier cette variation il faut prendre en considération les données obtenues sur plusieurs années. C'est-à-dire qu'il faut organiser des expériences pluriannuelles. Ceux sont d'ailleurs les objectifs des programmes de recherche dans le domaine agronomique.

Références bibliographiques

ABECASSIS J. (1991). Qualité du blé dur, de la semoule et de la pâte alimentaire. *Ind. Des céréales*, juillet-août, pp.7-11.

ABECASSIS J. (1993). Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Ind. Céréales* N° 81, pp 35.

ACILA I. (2004). Influence de la salinité sur les mécanismes morpho-physiologiques, biochimique et la balance ionique chez le blé dur (*Triticum Durum* Desef). Thèse de magistère, Univ. Annaba.

AIT KAKI S. (2002). Evaluation de qualité d'un granoplasme du blé dur (*Triticum Durum* Desef.) : appréciation de l'aptitude technologique et biochimique. Thèse de magistère. Univ-Annaba, 118P.

BALDY C. (1993a). Progrès récents concernant l'étude du système racinaire du blé (*Triticum sp.*). *Ann. Agron.* (Paris), pp241-276.

BALDY C. (1993b). Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en méditerranée occidentale. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne, diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier. Ed *INRA*, pp.83-99.

BENBELKACEM A., KELLOU K. (2000). Evolution du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) cultivées en Algérie. *Symposium blé 2000 enjeux et stratégie*. pp192.

BEN SALEM M., DAALOUL A., AYADI A. (1995). Le blé dur en Tunisie. *Seminar on Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region*. C.I.H.E.A.M /ICARDA/CIMMYT. Zaragoza, pp17-19.

BELAID D. (1996). *Aspects de la céréaliculture algérienne*. INES. D'Agronomie. Batna. pp187.

CAMPION F., CAMPION G. (1995). Introduction : La naissance de la plante. *Biotechnologie Végétales. AUPELF.UREF*. pp.25.

CHABI H., DEROUICHE M., KAFI M. et KHILASSI E. (1992). *Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de sétif*. Thèse. Ing. INA. El Harrach. pp. 317.

CHERDOUH A. (1999). Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve des blés durs algériens (*Triticum durum Desf.*) relation avec la qualité. Mémoire Magistère. Univ. Constantine.

CHIKHI A. C. (1992). *Situation de la céréaliculture et perspectives de l'irrigation de complément du blé au niveau de la Mitidja*. Thèse Ing. INA. El Harrach. pp 317.

CIAFFI M., LAFIANDRA D., TURCHETTA T., RAVAGLIA S., BARIANA H., GUPTA R., MAC RITCHIE F. (1995). Breedbaking Potential of Durum Wheat Lines expressing Both X- and Y- Type Submits at the Glu-A1 locus. *Cereal Chem.* Vol.72 (5).pp.465-469.

CLEMENT G. et PRATS J. (1970). *Les céréales*. Collection d'enseignement agricole. 2^{ème} Ed. pp351.

CLEMENT G. (1971). Les céréales, « grand court ». Coll. Agro. Alimentaire. Lavoisier. pp.78-91.

CRETOIS A., (1985). Valeur technologique de quelques variétés de blé. *Bull. Industries des céréales* N°20, 26, 32.

CUBADDA R. (1988). Evaluation of durum wheat, semoulina, and pasta in europe. In *Durum Wheat: Chemistry and Technology Association of cereal chemists*, St Paul, MN, U.S.A. pp.217.

- DAGNELIE, P. (2006). Statistique théorique et appliquée, Tomme 2 : inférences à une et à deux dimensions, Bruxelles-université DE BOECK et LARCIER, Pp. 659.
- DAGNELIE, P. (2003). Principes d'expérimentation. Panification des expériences et analyse de leurs résultats. Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique. pp. 397.
- DAGNELIE, P. (1986). Analyse statistique à plusieurs variables. Gembloux, Presses agronomiques. pp. 362.
- DAHLGREN, R. M. T. H. T. Clifford, and P. F. Yeo. (1985). *The families of the Monocotyledons*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- DEXTER J.E., MATSUO R.R. (1977). Changes in semolina proteins during Spaghetti processing. *Cereal Chem.* N° 54. pp.882 - 894.
- DJEKOUN A., YKHLEF N., BOUZERZOUR H., HAFSI M., HAMADA Y., KAHALI L. (2002). Production du blé dur en zones semi-arides: identification des paramètres d'amélioration du rendement. *Act des 3^{ème} Journées Scientifiques sur le blé dur*. Constantine.
- FEILLET P., DEXTER J.E. (1996). Quality requirements of durum wheat for Semolina milling and pasta production. In *"Monograph on Pasta and Noodle Technology"*, Matsuo R.R., Minnesota, A.A.C.C. N°95. pp132.
- FEILLET P. (2000). Le grain de blé. Composition et utilisation. Edition INRA. pp.45-75.
- FERRET M. (1996). Blé dur, objectif qualité. *Ed. ITCF*. pp.43.
- GATE P. (1995). Ecophysiologie du blé : de la plante à la culture. *Ed Lavoisier*. pp.429.
- GIBSON T.S., SOLAH V.A., McCLEARYT B.V. (1997). A procedure to measure Amylose in cereal starches and flours with concanavalin A. *Journal of Cereal Science* N° 25. pp. 111 – 119.

- GODON B., WILLM CL. (1991). Les industries de première transformation des céréales. *Coll. Agro. Alimentaire*. Lavoisier: pp 78 – 91.
- GRIGNAC P. (1965). Contribution à l'étude de *Triticum durum* Desf. Thèse Doc. Es Sciences, Toulouse.
- HUBERTY C.J. (1994). Applied discriminate analysis. New York, Wiley. Pp. 466
- LAIGNELET B. (1983). Lipids in pasta and pasta processing. In "lipids in cereal technology". Barnes P.J. Ed., Academic Press, London. pp. 269 – 286.
- LIU C.Y., SHEPHERD K.W. (1996). Inheritance of B subunits of glutenin and ω and γ - gliadins in tétraploïde wheats. *Theor. App. Genet* N°90. pp. 1149-1157.
- MACKEY J. (1968). Species relations in *Triticum*. Proc. 2nd *International wheat genetic. Symposium*. Hereditas N2. pp. 237-276.
- MARIE-France B., JEAN-MICHEL B et al.(2001). Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. ITCF. pp 174-220.
- MATWEEF M. (1946). Valeur industrielle des blés durs Tunisiens et méthodes Utilisées pour appréciation. *Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie*. Vol, 19. pp.4 -23.
- MATWEEF M. (1966). Influence du gluten des blés durs sur la valeur des pâtes alimentaires. (In French) Bull. ENSMIC. pp 213.
- MEKHLOUF A, BOUZERZOUR H, DEHBI F, HANNACHI A. (2001). Rythme de développement et variabilité de réponses du blé (*Triticum durum* Desf). Aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In *Proceeding Séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides*. OEB.

MOK C. (1997). Mixing properties of durum wheat semolina as influenced by Protein quality and quantity. *Food and Technology*, Vol. 6, NO. 1, pp. 1-4.

MONNEVEUX Ph. (1989). Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver. *Journées Scientifiques de l'AUPELF* : " Amélioration des plantes pour l'adaptation au milieu aride". Tunis, 4-9 Décembre.

OLMEDO-ARCEGA O.B., ELIAS E. M., CANTRELL R.G. (1995). Recurrent Selection for Grain Yield in *Durum Wheat*. *Crop Sci.* N°35, pp. 714 -719.

PALM R. (2000). *L'analyse de la variance multivariée et analyse cononoque discriminante : principes et applications*. Notes tat. Inform. (Gembloux), pp.40.

SAMSON M.F. MOREL M.H. (1995). Heat Dénaturation of Durum Wheat Semolina β -Amylase : Effets of Chemical Factor and Pasta Processing Conditions. *Journal of Food Science*, Volume 60, N° 6, pp. 1313-1320.

SELMI R. (2000). Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux Avantages comparatifs. *Revue Afrique Agriculture* .N° 280. pp 30-32.

SIMON H., CODACCIONI P., LEQUEUR X. (1989). Produire des céréales à paille. Coll. Agriculture d'aujourd'hui. *Science, Techniques, Applications*. pp.63 - 67; pp. 292 - 296.

SOLTNER D., (1990). Les grandes productions végétales : Céréales, plantes sarclées, prairies. Coll. *Sciences et Techniques agricoles*. 17^{ième} Ed. pp464.

TRENTESAUX E. (1995). Evaluation de la qualité de blé dur. *Durum Wheat quality in the Méditerranéens région séminaires Méditerranéens* N°22.

WARDLAW IF. (2002). Interaction between drought and for chronic hight tempiraure controlled environement. *Annals of Botany*, N90. pp. 469-476.

X., 2003. Minitab software statistique, version 14.1 pour windows.

Site web :

- [1] <http://www.unctad.org/infocomm/francais/blé/technologie.htm> (consulter le 10/04/2011).
- [2] <http://www.CODEX Alimentarius.net/download/65/CXS 202 F.pdf> (consulter le 20/03/2011).
- [3] <http://www.CODEX Alimentarius.net/download/65/CXS 202 F.pdf>
http://www.amorbenamor.net/moulins/index.php?id=12&r=moulin_amor_benamor_laboratoire.htm (consulter le 30/03/2011).
- [4] <http://www.laboandco.com/controlequalite/colorimetrie/colorimetre/colorimetre-colorimetre-cr-410-konica-minolta.html> (consulter le 10/04/2011).
- [5] http://www.maes.fr/solutions_pm.php?page=four-MLI-1100 (consulter le 10/04/2011).
- [6] http://www.joradp.dz/JO8499/1997/033/A_Pag.htm (consulter le 02/05/2011).

Produced with ScanTopDF

Résumé

Produced with ScanTOPDF

Résumé

Le présent travail a trait à l'étude de 3 caractéristiques technologiques obtenues sur 5 variétés de blé dur cultivées durant deux années consécutives (2003/2004 et 2004/2005) au niveau de site d'El-Khroub.

Les données ont été analysées à l'aide de méthodes statistiques univariées et multivariées par années et pour l'ensemble des deux années.

Des comparaisons intra et inter années ont été réalisées en vue d'étude la variation temporelle de chacune des caractéristiques étudiées par variété de blé dur. Les résultats statistiques obtenus montrent d'une façon générale et pour la majorité des variables étudiées l'existence d'une variation entre années et pour la plus grande partie des variétés prises en considération.

Mots clés: blé dur –qualités technologiques –protéines –méthodes statistiques.

Abstract

This work is talking about 3 technical characteristics obtained over 5 kinds of hard wheat grew during two consecutive years (2003/2004 and 2004/2005) in El-Kroub.

Data were analysed using univariuous and multivariuous statistical methods by year and for two years together.

Comparisons within and between years were realised according to the study of temporal variation of each characteristic studied by the variety of hard wheat, obtained statistical results showed in general and for the majority of variable studies the existence of variation between years and for the biggest part of varieties taken in consideration.

Key words: hard wheat – technical qualities – protein – statistical methods.

ملخص

يتناول هذا العمل ثلاثة خصائص تكنولوجية تحصلنا عليها من خلال دراسة أجريت على خمسة أنواع من القمح الصلب تم زراعتها خلال سنتين على التوالي (2003/2004 و 2004/2005) على مستوى منطقة الخروب. وقد تم تحليل المعطيات بالاعتماد على طرق إحصائية وجيدة المتغير، متعدد المتغيرات خلال عام منفرد وخلال العامين معا. وقد أجريت مقارنات خلال سنة واحدة وما بين السنوات من خلال دراسة التغير الزمني لكل خاصية على كل أنواع القمح الصلب. وتظهر النتائج الإحصائية المحصل عليها بصفة عامة وبالنسبة لأغلبية المتغيرات المدروسة وجود التنوع بين السنوات وكذا بالنسبة للجزء الكبير الاختلافات محل الدراسة. الكلمات الافتتاحية: القمح الصلب - النواعيات التكنولوجية - البروتينات - الطرق الإحصائية.

Produced with Scan PDF